

Klinisch-Anatomisches Digitales Trainingsmodul: Verbessert die Implementierung von digitalen Lehrplattformen das anatomisch-radiologische Vorwissen bezüglich klinischer Seminare im klinischen Trainingszentrums der Universität Oldenburg?

Der Fakultät für Medizin und Gesundheitswissenschaften der Carl von Ossietzky-Universität Oldenburg zur Erlangung des Grades eines

Doktors der Medizin (Dr. med.)

vorgelegten Dissertation

von Herrn Felix Schönfeld

geboren am 05.01.1991 in Freiburg im Breisgau

Betreut durch:

Erstbetreuer:

PD Dr. med. Veysel Ödemis

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Fakultät VI – Medizin und Gesundheitswissenschaften

Abteilung für Anatomie

Gebäude W34

Küpkersweg 76

26129 Oldenburg

Telefonnummer 0441-798-3797

E-Mail: veysel.oedemis@uni-oldenburg.de

Zweitbetreuer:

PD Dr. med. Amr Soliman

Chefarzt Hümmling Hospital Sögel

Mühlenstraße 17

49751 Sögel

Telefonnummer: 05952 880 | Fax: 05952 847

E-Mail: amr.soliman@uni-oldenburg.de

Gutachter:

Erstgutachter Prof. Dr. med. Ulf Teichgräber

Zweitgutachter: PD Dr. med. Nader El-Sourani

Tag der Disputation: Donnerstag, 18.07.2024

Inhaltsverzeichnis

Klinisch-Anatomisches Digitales Trainingsmodul: Verbessert die Implementierung von digitalen Lehrplattformen das anatomisch-radiologische Vorwissen bezüglich klinischer Seminare im klinischen Trainingszentrums der Universität Oldenburg?	I
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VI
Glossar	VII
1 Einleitung	1
1.1 Anatomische Lehrmethoden.....	1
<i>An der Universität Oldenburg finden in den ersten drei Jahren des Studiums keine Pflicht-Dissektionskurse statt, sondern Prosektionskurse, die in der Anatomie des Universitair Medisch Centrum Groningen, kurz UMCG, in Groningen durchgeführt werden.</i>	2
1.2 Einflüsse der Covid-19-Pandemie auf das Medizinstudium	6
1.3 Digitales Lernen	7
1.4 Grundgedanke der Studie: multimodales, multidisziplinäres, vertikal integriertes Anatomielernen	9
1.5 Hypothese.....	12
2 Methoden	13
2.1 Teilnehmer und Rekrutierung	14
2.2 Studiendesign	15
2.2.1 erster Durchlauf.....	16
2.2.2 zweiter und dritter Durchlauf	17
2.3 Die Seminare.....	19
2.3.1 Ablauf der Seminare	20
2.3.2 Seminare Gynäkologie	21
2.3.3 Seminare Viszeralchirurgie	22
2.4 Bildmaterial	23
2.5 Smart Zoom®	26
2.5.1 Benutzeroberfläche und Beispielaufgaben.....	27
2.6 easyRadiology®.....	30
2.7 Pre- und Posttest	33
2.8 Quantitative Analyse	36
2.9 Qualitative Interviews.....	40
3 Ergebnisse	42
3.1 Erster Durchlauf.....	42
3.1.1 Wissensüberprüfung.....	43
3.1.2 Kenntniserwerb	45
3.1.3 Feedback und Verbesserungsansätze	47
3.2 Durchführung des zweiten und dritten Durchlaufs der Pilotstudie	48
3.2.1 Allgemeine Angaben zu den Kohorten F und G	48
3.2.2 Kenntniserwerb subjektiv, Handhabung der Tools und Nutzung zur Seminarvorbereitung	49
3.2.3 Kenntniserwerb objektiv.....	53
3.3 Weitere Nutzung.....	55

3.4 Qualitative Interviews.....	56
4 Diskussion.....	60
5 Konklusion.....	66
6 Zusammenfassung.....	69
6.1 Summary.....	70
Danksagung.....	71
7 Literaturverzeichnis.....	72
Appendix.....	78

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: ÜBERBLICK ÜBER VERSCHIEDENE GÄNGIGE LEHR-/LERNMETHODEN IN DER ANATOMISCHEN LEHRE (QUELLE ADAPTIERT NACH KHALIL ET AL. 2018).....	1
ABBILDUNG 2: SCHEMATISCHER ABLAUF DER STUDIE FÜR DIE KOHORTE E (SOMMERSEMESTER 2020), GRUND DER BEIDEN DROPOUTS WAR EINE TEILNAHMEABSAGE VOR BEGINN DER STUDIE DURCH ZWEI STUDIERENDE.....	17
ABBILDUNG 3: ANGEPASSTER ABLAUF DER STUDIE FÜR DIE KOHORTEN F (SOMMERSEMESTER 2021) UND G (WINTERSEMESTER 2021/2022 MIT DEM TOOL EASYRADIOLOGY®.	18
ABBILDUNG 4: BEREITS VORANNOTIERTES CT-BILD IN FRONTALER EBENE EINES PATIENTEN. DARGESTELLT SIND DER THORAX SOWIE DER OBERBAUCH. DURCH ANWÄHLEN DER ANNOTATIONEN WERDEN WEITERE INFORMATIONEN ZUR JEWEILIGEN STRUKTUR SICHTBAR.	24
ABBILDUNG 5: MIT DER DESKTOPAPPLIKATION OSIRIX® LITE WURDEN DIE PATIENTENSEQUENZEN ANONYMISIERT, BEVOR SIE ZUR BEARBEITUNG AUF DIE PLATTFORM EASYRADIOLOGY® HOCHGELADEN WURDEN. HIER IST DIE BEDIENBERFLÄCHE MIT EINER GEÖFFNETEN DICOM-DATEI DER KOSTENLOSEN DESKTOPAPPLIKATION ZU SEHEN.....	25
ABBILDUNG 6: ZWEI CT-SEQUENZEN EINES PATIENTEN MIT COLONKARZINOM IN ZWEI EBENEN (LINKS CORONAL, RECHTS FRONTAL) MIT ANNOTATIONEN. DIESE SEQUENZEN WURDEN DEN STUDIERENDEN ENTWEDER PER LINK ZU EASYRADIOLOGY® ODER INLINEFRAME ÜBER DIE PLATTFORM SMART ZOOM® ZUR BEARBEITUNG BEREITGESTELLT.....	26
ABBILDUNG 7: EINE AUFGABE AUS DEM TOOL SMART ZOOM® OHNE EASYRADIOLOGY®. DARGESTELLT IST EIN AXIALER SCHNITT DURCH DEN OBERBAUCH EINES PATIENTEN. ALS BILDGEBENDES VERFAHREN WURDE EINE COMPUTERTOMOGRAPHIE VERWENDET, DER AUSSCHNITT ZEIGT DAS WEICHTEIFENSTER.	28
ABBILDUNG 8: BEREITS VORANNOTIERTES LÖSUNGSBILD MIT ZUSATZINFORMATIONEN ZU DEN GESUCHTEN STRUKTUREN DARGESTELLT.	29
ABBILDUNG 9: ANALOG ZU DER AUF ABBILDUNG 7 DARGESTELLTEN AUFGABE SOLLEN NUN STRUKTUREN IN DER FRONTALEBENE IDENTIFIZIERT WERDEN.....	29
ABBILDUNG 10: ANALOG ZU ABBILDUNG 8 IST DIE VORANNOTIERTE LÖSUNG DER AUFGABE MIT WEITERFÜHRENDEN INFORMATIONEN ZU DEN GESUCHTEN STRUKTUREN DARGESTELLT.....	30
ABBILDUNG 11: BEDIENBERFLÄCHE VON EASYRADIOLOGY. BEISPIELSEQUENZ EINER PATIENTIN MIT LUNGENKARZINOM IN DER AXIALEN EBENE (LINKS IM LUNGENFENSTER, RECHTS WEICHTEIFENSTER). LINK: HTTPS://WWW.EASYRADIOLOGY.NET/VIEW/DL6HT0BP-4BDVZ2XD-BXR15ZRV-PNZ07B5M	31
ABBILDUNG 12: FRAGE IM PRETEST AUS DER KATEGORIE ANATOMIE	34
ABBILDUNG 13: FRAGE IM PRETEST AUS DER KATEGORIE KLINISCHE FÄLLE.	34
ABBILDUNG 14: ERSTE MATRIXFRAGE DER KATEGORIE „TOOL 1“ UND „TOOL 2“ MIT NEUN ZU BEWERTENDEN ITEMS	37
ABBILDUNG 15: BOXPLOTS DER GRUPPENERGEBNISSE DER BEIDEN STUDIENGRUPPEN SMART ZOOM® UND PATHOZOOM® IN DEN ERSTEN DREI STUDIENJAHREN IN DEN FÄCHERN ANATOMIE UND GYNÄKOLOGIE. ANZAHL DER STUDIERENDEN GRUPPE SMART ZOOM® (N=12), GRUPPE PATHOZOOM® (N=11).....	44
ABBILDUNG 16: EINSCHÄTZUNG DER STUDIERENDEN DER KOHORTE E (SOMMERSEMESTER 2020) BEZÜGLICH DES KENNTNISERWERBS DURCH NUTZUNG DES JEWEILIGEN TOOLS. DIE EINSCHÄTZUNG WURDE ANHAND EINER FÜNF-PUNKT-LIKERT-SKALA VORGENOMMEN (1=STIMME ÜBERHAUPT NICHT ZU, 5= STIMME VOLL ZU). DIE PUNKTWERTE SIND ANGEGEBEN ALS MITTELWERT ±STANDARDFEHLER DES MITTELWERTES. ANZAHL DER RÜCKMELDUNGEN: SMART ZOOM® (N=16), PATHOZOOM® (N=13).	46
ABBILDUNG 17: EINSCHÄTZUNG DER STUDIERENDEN DER KOHORTE E (SOMMERSEMESTER 2020) BEZÜGLICH DER NUTZUNGSZUFRIEDENHEIT DES JEWEILIGEN TOOLS. DIE EINSCHÄTZUNG WURDE ANHAND EINER FÜNF-PUNKT-LIKERT-SKALA VORGENOMMEN (1=STIMME ÜBERHAUPT NICHT ZU, 5= STIMME VOLL ZU). DIE PUNKTWERTE SIND ANGEGEBEN ALS MITTELWERT ±STANDARDFEHLER DES MITTELWERTES. ANZAHL DER RÜCKMELDUNGEN: SMART ZOOM® (N=16), PATHOZOOM® (N=13).	47
ABBILDUNG 18: EINSCHÄTZUNG DER STUDIERENDEN BEZÜGLICH DES KENNTNISERWERBS DURCH NUTZUNG DES JEWEILIGEN TOOLS. DIE EINSCHÄTZUNG WURDE ANHAND EINER FÜNF-PUNKT-LIKERT-SKALA VORGENOMMEN (1=STIMME ÜBERHAUPT NICHT ZU, 5= STIMME VOLL ZU). DIE PUNKTWERTE SIND ANGEGEBEN ALS MITTELWERT ±STANDARDFEHLER DES MITTELWERTES. ANZAHL DER RÜCKMELDUNGEN: SMART ZOOM® ALLEIN (N=11), EASYRADIOLOGY® IN KOMBINATION MIT SMART ZOOM® (N=14)..	50
ABBILDUNG 19: EINSCHÄTZUNG DER STUDIERENDEN BEZÜGLICH DER HANDHABUNG DES JEWEILIGEN TOOLS. DIE EINSCHÄTZUNG WURDE ANHAND EINER FÜNF-PUNKT-LIKERT-SKALA VORGENOMMEN (1=STIMME ÜBERHAUPT NICHT ZU, 5= STIMME VOLL ZU). DIE PUNKTWERTE SIND ANGEGEBEN ALS MITTELWERT ±STANDARDFEHLER DES MITTELWERTES. ANZAHL DER RÜCKMELDUNGEN: SMART ZOOM® ALLEINE (N=12), EASYRADIOLOGY® IN KOMBINATION MIT SMART ZOOM® (N=14).	51
ABBILDUNG 20: EINSCHÄTZUNG DER STUDIERENDEN BEZÜGLICH WEITERER NUTZUNGSOPTIONEN DES JEWEILIGEN TOOLS. DIE EINSCHÄTZUNG WURDE ANHAND EINER FÜNF-PUNKT-LIKERT-SKALA VORGENOMMEN (1=STIMME ÜBERHAUPT NICHT ZU, 5=	

STIMME VOLL ZU). DIE PUNKTWERTE SIND ANGEZEIGT ALS MITTELWERT \pm STANDARDFEHLER DES MITTELWERTES. ANZAHL DER RÜCKMELDUNGEN: SMART ZOOM® ALLEINE (N=12), EASYRADIOLOGY® IN KOMBINATION MIT SMART ZOOM® (N=14). 52

ABBILDUNG 21: BOXPLOT DER GESAMTERGEBNISSE DER BEIDEN STUDIENGRUPPEN „SMART ZOOM® ALLEINE“ UND SMART ZOOM® MIT EASYRADIOLOGY®“ AUS DEN VORKLINISCHEN JAHREN 1-3 IN DEN FÄCHERN ANATOMIE UND VISZERALCHIRURGIE/GYNÄKOLOGIE (KOMBINIERT). IM MITTEL ERREICHTE DIE GRUPPE „SMART ZOOM® ALLEINE“ EIN ERGEBNIS VON 84,8% KORREKT BEANTWORTETER PRÜFUNGSFRAGEN, DIE GRUPPE „SMART ZOOM® MIT EASYRADIOLOGY®“ 84,2%. 54

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: FRAGENKATEGORIEN UND INHALTE DES ABSCHLUSSFRAGEBOGENS FÜR DIE STUDIENTEILNEHMERINNEN UND -TEILNEHMER. 39

TABELLE 2: MERKMALE DER BEIDEN STUDIENGRUPPEN „SMART ZOOM®“ UND „PATHOZOOM®“ DER KOHORTE E FÜR DEN ERSTEN STUDIENDURCHLAUF IM SOMMERSEMESTER 2020. 43

TABELLE 3: ERGEBNISSE DER GRUPPEN „PATHOZOOM®“ UND „SMART ZOOM®“ IN PROZENT IN DEN BEIDEN FRAGENKATEGORIEN ANATOMIE UND KLINISCHE FÄLLE SOWIE DAS GESAMTERGEBNIS. DIE MITTELWERTE SIND IN PROZENT ANGEZEIGT, IN KLAMMERN BEFINDET SICH DIE STANDARDABWEICHUNG. 44

TABELLE 4: ÜBERBLICK ÜBER DIE ERZIELTEN STUDIENLEISTUNGEN DER BEIDEN GRUPPEN SMART ZOOM® UND PATHOZOOM® IN DEN FÜR DIE STUDIE RELEVANTEN FÄCHERN. DIE MITTELWERTE SIND IN PROZENT ANGEZEIGT, IN KLAMMERN BEFINDET SICH DIE STANDARDABWEICHUNG. 45

TABELLE 5: MERKMALE DER BEIDEN STUDIENGRUPPEN „EASYRADIOLOGY®“ UND „SMART ZOOM®“ BESTEHEND SOWOHL AUS STUDIERENDEN DER KOHORTE F (SOMMERSEMESTER 2021) SOWIE G (WINTERSEMESTER 2021/2022). AUF GRUND DER GERINGEN FALLZAHL WIRD KEINE WEITERE UNTERTEILUNG DER STUDIENGRUPPEN ZU DEN JEWEILIGEN KOHORTEN VORGENOMMEN. 48

TABELLE 6: ERGEBNISSE DER GRUPPEN „EASYRADIOLOGY®“ UND „SMART ZOOM®“ UND „SMART ZOOM®“ IN PROZENT IN DEN BEIDEN FRAGENKATEGORIEN ANATOMIE UND KLINISCHE FÄLLE SOWIE DAS GESAMTERGEBNIS. DIE MITTELWERTE SIND IN PROZENT ANGEZEIGT, IN KLAMMERN BEFINDET SICH DIE STANDARDABWEICHUNG. 53

TABELLE 7: VORLEISTUNGEN DER BEIDEN GRUPPEN IN DEN FÜR DIE STUDIE RELEVANTEN FÄCHERN ANATOMIE UND VISZERALCHIRURGIE/GYNÄKOLOGIE (ZUSAMMENGEFASST UNTER „KLINISCHE FRAGEN“) IN DEN STUDIENJAHREN EINS BIS DREI. DIE MITTELWERTE SIND IN PROZENT ANGEZEIGT, IN KLAMMERN BEFINDET SICH DIE STANDARDABWEICHUNG. 55

TABELLE 8: VIER HAUPTKATEGORIEN UND DIE JEWEILS ZUGEORDNETEN UNTERKATEGORIEN, WELCHE VON DEN STUDIERENDEN IN DEN QUALITATIVEN INTERVIEWS BENANNT WURDEN. 59

Glossar

Blended Learning	Kombination aus klassischen Lernmethoden und computergestütztem Lernen
CT	Computertomographie, bildgebendes Untersuchungsverfahren mit Röntgenstrahlen
DICOM	Kurzform von „Digital Imaging and Communications in Medicine“; offener Standard zur Speicherung und zum Austausch von Informationen im medizinischen Bilddatenmanagement
Dissektion	Präparation einer Leiche durch Studierende unter Anleitung eines erfahrenen Präparierenden
EasyRadiology®	Webbasierter Player zum Teilen, Annotieren und zur Wiedergabe von radiologischen Untersuchungen
E-Learning	elektronisch unterstütztes Lernen mittels computergestützter Inhalte und interaktiver Technologien
iFrame	Inlineframe ist ein HTML-Element, das der Strukturierung von Webseiten dient. Es wird benutzt, um andere Webinhalte als selbständige Dokumente in einem definierten Bereich des Browsers anzuzeigen
Klinischer Teil	Teil des Medizinstudiums nach Erwerb des ersten Staatsexamens
Landingpage	Website, auf die man durch Anklicken eines Links gelangt; Zielseite
Magnetresonanztomographie	Kurz MRT, bildgebendes Untersuchungsverfahren mit Hilfe von Magnetfeldern
Metastase	Tumor, der sich durch Verschleppung von kranken Zellen besonders einer bösartigen Geschwulst an einer anderen, vom Ursprungsort entfernt gelegenen Körperstelle bildet

MOOC	Massive Open Online Course: Internetbasierter Kurs, der sich an viele Teilnehmer richtet
Onlineexambuilder®	Onlineplattform zum Erstellen und Auswerten individueller Prüfungen
OsiriX®	in der Basisversion kostenloser DICOM-Player der Firma Pixmeo zum Herunterladen
Pathozoom®	Plattform für virtuelle Pathologie und Histologie, in der digitalisierte Abbildungen und Dateien gespeichert sind.
POL-Gruppe	problemorientiertes Lernen: Problemstellung in Kleingruppen anhand einer strukturierten Vorgehensweise lösen
Prosektion	Präparation einer Leiche durch erfahrenen Präparierenden, um Lernenden anatomische Strukturen zu demonstrieren
Radiopaedia®	frei zugängliche open-edit Radiologie-Plattform, die von Radiologen und anderen medizinischen Fachleuten peer reviewed wird (https://radiopaedia.org)
ROI-Annotation	Region of interest-Annotation: Flächenannotation einer bestimmten Region von besonderem Interesse
Smart Zoom®	interaktive E-Learning-Plattform für Histologie und Pathologie, virtuelle Mikroskopie
Schnittbildgebung	Bezeichnung für alle Diagnoseverfahren in der Radiologie, die den Körper Schicht für Schicht in einer Folge zweidimensionaler Abbildungen darstellen können (u.a. CT, MRT, Sonographie)
Sonographie/Ultraschall	Bildgebendes Untersuchungsverfahren mit Schallwellen oberhalb des Hörfrequenzbereichs
Template	Vorlage in der elektronischen Datenverarbeitung
Vorklinik	Teil des Medizinstudiums bis zum ersten Staatsexamen

1 Einleitung

1.1 Anatomische Lehrmethoden

Die anatomische Lehre befindet sich im Wandel. Nicht erst seit der COVID-19-Pandemie (11.03.2020-05.05.2023 laut WHO, (1, 2)) sind die Herausforderungen der Digitalisierung an Universitäten verstärkt zu bewältigen. In diesem Zusammenhang werden neue Lehrformate erprobt, die sowohl in Präsenz als auch als Onlineveranstaltungen stattfinden. Zugenommen hat zudem die Verwendung digitaler Lernplattformen zur Vor- und Nachbereitung von Präsenzseminaren und beim eigenverantwortlichen Selbststudium. Zunächst erscheint es in diesem Kontext sinnvoll, einen Überblick über bereits bestehende digitale Lern- und Lehrangebote zu schaffen (vgl. Abbildung 1) und das Projekt „Klinisch-anatomisches digitales Trainingsmodul“ in die vorhandenen Kategorien einzuordnen.

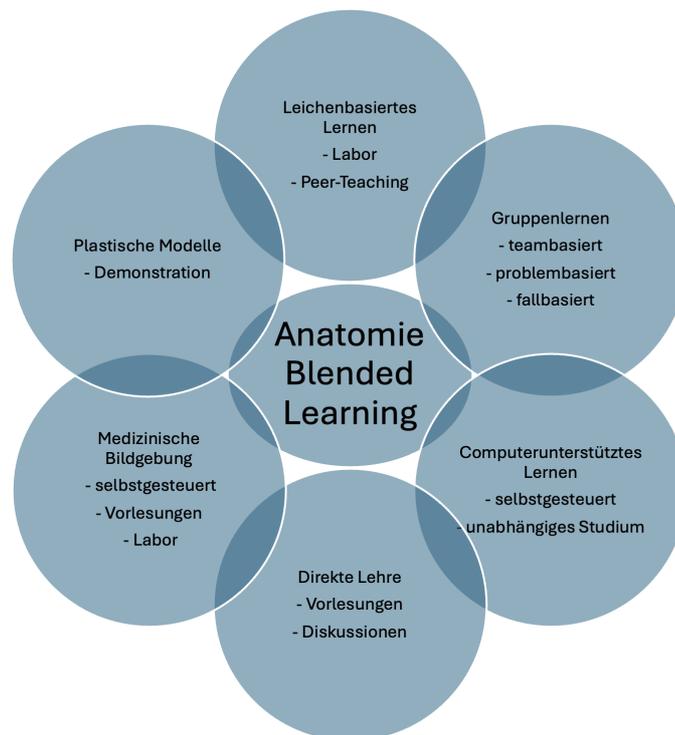


Abbildung 1: Überblick über verschiedene gängige Lehr-/Lernmethoden in der anatomischen Lehre (Quelle adaptiert nach Khalil et al. 2018).

Im Modellstudiengang Humanmedizin wird ein Teil dieser gängigen Lehr-/Lernmethoden angewendet.

An der Universität Oldenburg finden in den ersten drei Jahren des Studiums keine Pflicht-Dissektionskurse statt, sondern Prosektionskurse, die in der Anatomie des Universitair Medisch Centrum Groningen, kurz UMCG, in Groningen durchgeführt werden.

Diese sind modular aufgebaut und thematisch zum klinisch-theoretischen Teil des jeweiligen Moduls passend (z.B. Prosektionskurs Abdomen im Modul „Abdomen“ mit viszeralchirurgischen und internistischen Krankheitsbildern des Abdomens). Während der Prosektionskurse findet sowohl ein Peer-to-Peer Teaching durch studentische Tutorinnen und Tutoren statt als auch durch Dozierende der Anatomie und klinischen Fachdozierenden. Hierzu zählt das klassische leichenbasierte Lernen sowohl im Sinne von Dissektionskursen durch Lehrende als auch Peer-to-Peer Teaching durch Studierende höherer Fachsemester.

Zudem besteht im zweiten Studienjahr die Möglichkeit, einen einwöchigen Wahlpflichtkurs mit dem Thema Dissektion zu belegen.

Ein weiterer von Khalil et al. beschriebener Baustein ist das Gruppenlernen, welches in problembasiertes, fallbasiertes und teambasiertes Lernen unterschieden werden kann. Alle drei Methoden haben sich in der medizinischen Ausbildung etabliert (3, 4, 5, 6, 7). Im Modellstudiengang Medizin findet vornehmlich das Konzept des problembasierten/problemorientierten Lernens Umsetzung in Form sogenannter POL-Gruppen, welche von einem Dozierenden geleitet werden.

Eine weitere Methode stellt das computerassistierte Lernen dar, welches zeitlich und örtlich unabhängig und vom Studierenden selbstgesteuert stattfinden kann. Hierfür wird im Modellstudiengang Medizin unter anderem das Online-Nachschlagewerk AMBOSS (<https://www.amboss.com/de>) verwendet. Außerdem findet dieser Aspekt bereits breite Anwendung in der histologischen Lehre, wo Studierende mittels virtueller Mikroskopie Präparate eigenständig am Computer, Tablet oder Smartphone untersuchen können.

Die klassische Vorlesung bildet einen weiteren wichtigen Baustein - insbesondere in der Anatomielehre des Modellstudiengangs Medizin. Als zusätzlichen Aspekt des Blended Learning führen Khalil et al. Lernen mit plastischen Modellen an. Diese können zu Demonstrationen, Detaillernen oder zum selbstgesteuerten Lernen genutzt werden.

Auch dies findet im Modellstudiengang Medizin Anwendung - sowohl in der vorklinischen als auch der klinischen Lehre.

Die Nutzung von medizinischer Bildgebung als weitere Säule der anatomischen Ausbildung hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Sie kann in Vorlesungen integriert, als selbstgesteuertes Lernen computergestützt oder im Nasslabor ergänzend während eines Pro- oder Dissektionskurses eingesetzt werden. Für die Pilotstudie „Klinisch-Anatomisches Digitales Trainingsmodul“ wird dieser Aspekt der medizinischen Ausbildung eine entscheidende Rolle spielen. Zudem findet im Modellstudiengang Medizin bisher keine strukturierte, modul- und semesterübergreifende Anwendung radiologischer Bildgebung in der Lehre statt. An diesem Punkt setzt die Pilotstudie an mit dem Ziel, diese Lücke zu schließen.

In einer Studie des Hochschulforums Digitalisierung konnten vier Nutzertypen von digitalen Lernangeboten identifiziert werden: PDF-Nutzer, E-Prüflinge, Videolernende und digitale Allrounder. Unter den Medizinstudierenden fanden sich besonders viele sog. E-Prüflinge (8). Diese kennzeichnen sich durch das Absolvieren von Onlineprüfungen in einer passiven, konsumierenden Rolle. Die Annahme, dass Studierende, die der Generation der „digital natives“ angehören und mit dem Umgang und Konsum digitaler Medien aufgewachsen sind, diese deshalb sinnvoll und verantwortungsbewusst einsetzen, ist nicht zwangsläufig richtig (9). Auch die Bandbreite der durch Studierende genutzten digitalen Medien variiert stark von Universitätsstandort zu Universitätsstandort, ist jedoch insgesamt auch international eher gering (10, 11). Insbesondere unter Medizinstudierenden ist das sog. „assessment drives learning“ verankert, was bedeutet, dass das Lernverhalten vorwiegend durch die Art und den Inhalt der Prüfungen bestimmt wird.

Zu den übergeordneten Lehr- und Lernformaten des Blended Learning zählen unter anderem das Flipped classroom-Konzept und das MOOC. Blended Learning bezeichnet im Allgemeinen die Kombination aus Präsenz- und Online-Lernsituationen (12). Ein bedeutsames und auch vielfach in der Ausbildung Medizinstudierender an der Universität Oldenburg eingesetztes Konzept ist das Flipped Classroom-Format (auch „Inverted Classroom“, „Flip Classroom“, „Inverted Teaching“): Hierbei wird eine Selbstlernphase einer Präsenzlernphase vorgeschaltet (13) mit dem Ziel der Aktivierung des Lernenden konträr zum passiven Konsum (vgl. „E-Prüfling“). Diese

Selbstlernphase soll den Erwerb und Ausbau komplexer kognitiver Fähigkeiten wie Analyse, Synthese und Evaluation ermöglichen. Nach der Bloom-Taxonomie eignen sich die Studierenden in der Onlineselbstlernphase die auf den niedrigen Niveaus verorteten kognitiven Prozesse (Erwerb von Wissen und Verständnis) an, um darauf aufbauend in der Präsenzphase die höheren kognitiven Lernprozesse (Anwendung von Wissen, Analyse, Synthese und Evaluation) anzuwenden (14, 15).

In diesem Kontext ist die Entwicklung der anatomischen Lehre zu betrachten: Die der anatomischen Lehre gewidmete Zeit während des Medizinstudiums hat sich über die letzten Jahrzehnte kontinuierlich verringert (16, 17, 18, 19). Mögliche Folgen wie Behandlungsfehler auf Grund mangelnder anatomischer Kenntnisse werden diskutiert (20) und eine zunehmende Fallzahl an Rechtsstreitigkeiten wegen „anatomischer Ignoranz“ beobachtet (21). Zudem beschreiben einige Autoren die Kenntnisse von angewandter klinischer Anatomie von Jungärzten und -ärztinnen als „unterhalb eines sicheren Niveaus“ (22, 23). Gleichmaßen stellen manche Autoren die klinische Relevanz und die Zeitgemäßheit von Leichendisektion als Mittel zur Lehre von makroskopischer Anatomie in Frage (24). Da einem Großteil der klinisch tätigen Ärzte Anatomie in Form von radiologischer Bildgebung und Oberflächenanatomie begegnet, fordern sie daher mehr Lehre in diesen Bereichen (25). Ähnlich argumentieren Irby et al. und halten eine Reduktion der Anatomielehre zugunsten von klinischem Kompetenztraining für sinnvoll (26). Dennoch empfiehlt ein überwiegender Anteil von Autoren die Leichendisektion im Anatomieunterricht (27, 28). Nicht zuletzt verlangt der stetige Wissenszuwachs in naturwissenschaftlichen und Grundlagenforschungsdisziplinen nach effizienten und alternativen Lehrmethoden (29, 30). Ferner ist die Zahl der Körperspenden für die medizinische Lehre ungenügend; bei den vorhandenen Spenden handelt es sich um ein kostbares Gut (31).

Gleichzeitig haben über die letzten drei Jahrzehnte bildgebende Verfahren wie CT, MRT und Ultraschall einen festen Platz in der anatomischen Lehre an vielen Fakultäten weltweit gefunden (32, 33, 34, 35). So war es 2006 die Mayo Medical School in Rochester, welche als eine der ersten medizinischen Fakultäten der USA ihren Studierenden im ersten Jahr volumetrisch hochauflösende CT-Scans der dissezierten Leichen zur Verfügung stellte (36). Die Zielsetzung lautete damals wie

heute Absolventen in die Lage zu versetzen, diagnostisch bedeutsame Morphologie in den bildgebenden Verfahren CT, MRT und Ultraschall zu erkennen (37).

Es herrscht ein genereller Konsens darüber, dass das Interesse der Studierenden an makroskopischer Anatomie durch den Einbau verschiedener Modalitäten wie radiologischer Bildgebung erhöht werden kann und dies zu einer Verbesserung des dreidimensionalen Vorstellungsvermögens von anatomischen Strukturen und deren Nachbarstrukturen beiträgt (38, 39, 40).

Außerdem verdeutlichen bildgebende Verfahren die unmittelbare klinische Relevanz der makroskopischen Anatomie (41). Eine Integration dieser Modalitäten hat aber auch zur Folge, dass die kognitive Belastung der Medizinstudierenden zur Bearbeitung solcher komplexen Lernressourcen steigt (27).

Bohl et al. konnte zeigen, dass der Lernprozess verbessert wird, wenn Studierende selbstständig durch CT-Datensätze navigieren können, was die Bedeutung der Implementierung von radiologischer Bildgebungssoftware und Workstations hervorhebt (42). Regelmäßig werden Studierenden mittels solcher Arbeitsplätze CT-Sequenzen der vorliegenden dissezierten oder prosezierten Leichen zur Verfügung gestellt. Lufler et al. stellte dar, dass Studierende, welche zusätzlich zum Anatomiecurriculum Leichen-CT-Sequenzen als Lernmaterial bereitgestellt bekamen, deutliche bessere Testergebnisse in Examina zur räumlichen Anatomie lieferten (41). Im Kontrast dazu stehen Ergebnisse von Murakami et al., wonach es zu einer Verschlechterung der Studienleistungen in den Fächern makroskopische Anatomie und Radiologie nach Einführung einer integrierten Lehrmethode mit Leichen-CTs kam (43). Ergebnisse von Peach et al. wiederum legen nahe, dass die Verankerung von Leichen-CTs und lebensgroßer virtueller Seziertische die Leistung von Studierenden im Bereich makroskopische Anatomie maßgeblich verbessert (44).

Die oben genannten Autoren untersuchten den Einfluss der Modalitäten Leichen-CT und virtuelle Dissektion insbesondere für den Einsatz im vorklinischen Teil des Studiums, also innerhalb der ersten Studiensemester, vor allem im ersten Studienjahr. Untersuchungen, die durchgeführt wurden, um den Einfluss dieser Modalitäten auf die Erkennung von Pathologien und auf makroskopische Anatomie im klinischen Kontext herauszuarbeiten, sind rar.

Es scheint unbestritten, dass bei steigender Zahl radiologischer Untersuchungen, darunter insbesondere ein steigender Anteil an Computertomographie- und

Kernspinuntersuchungen (45), eine kompetente und fachgerechte Bewertung dieser Modalitäten bereits Teil des Studiums sein sollte. Da es sich bei der Bewertung von radiologischen Sequenzen um angewandte Anatomie handelt, ist eine entsprechende anatomische Kenntnis von höchster Relevanz. Die Wichtigkeit eines eigenständigen, ins Studium integrierten radiologischen Curriculums ist in der Literatur augenscheinlich (46, 47, 48), jedoch keinesfalls der universitäre Standard (49, 50).

1.2 Einflüsse der Covid-19-Pandemie auf das Medizinstudium

Effekte der Covid-19-Pandemie auf Medizinstudierende wie erhöhte Stresslevel, vermehrtes Auftreten von Depressionen und allgemeine Unsicherheiten können konterkariert werden durch Stress-Management-Methoden, niederschwellige psychologische Hilfsangebote, aber auch durch genaue Analyse und Evaluation der Lehrmethoden und -angebote (51). Verschiedene Autoren konnten eine hohe Akzeptanz von alternativen Lernangeboten wie virtuellen Seziertischen zeigen (52, 53). Die Implementierung solcher - unter Studierenden beliebten - Angebote könnte auch zu einem spielerischeren Umgang mit Lerninhalten führen.

E-Learning Tools verzeichnen in der Anatomielehre einen deutlichen Zuwachs, nicht zuletzt auf Grund der abnehmenden Ressourcenaufwendung für das Leichenwesen und einer weltweiten Zunahme von computerbasierten Ressourcen (54). Dadurch hat sich in den letzten Jahrzehnten die universitäre Lehre maßgeblich verändert, wobei ein häufiger Kritikpunkt an der Einführung von E-Learning Tools darin besteht, dass sie zwar eine hohe Akzeptanz und Popularität unter Studierenden aufweisen, es aber insgesamt wenig Evidenz über den tatsächlichen Einfluss auf das Lernverhalten von Studierenden gibt (54). Nicht erst seit der Corona-Pandemie ist eine Verschiebung von Lehraspekten hin zu Online-Angeboten zu beobachten, nicht zuletzt auf Grund guter Verfügbarkeit und Kosteneffektivität (55, 56).

Online-Module zum selbstgesteuerten Lernen sollen ein zusätzliches Angebot an Studierende sein, um für zusätzliche Vorteile durch Kombination neuer Lernstrategien zu sorgen und weniger, um klassische Lehr- und Lernmethoden zu verdrängen. Dies erlaubt dem einzelnen Studierenden, sich unabhängiger von zeitlichen und geographischen Rahmenbedingungen mit Studieninhalten auseinanderzusetzen und ermöglicht ihm/ihr so eine individuellere Ausbildung (57, 58). Außerdem kann die

Nutzung von Lernsoftware dazu dienen, um in Vorlesungen präsentierte Inhalte zu wiederholen und neue Inhalte eigenständig vorzubereiten (59).

Durch die Pandemie ist der Bedarf nach Online-Lehre und supplementären Lehr- und Lernangeboten schlagartig gestiegen, viele Fakultäten weltweit sahen sich gezwungen, ihre Ausbildungscurricula anzupassen und die Präsenzlehre einzuschränken (60, 61).

Auch der Aspekt des sogenannten Microlearning gewinnt an Bedeutung:

Hierbei handelt es sich um die Nutzung kleinerer Informationsmengen, die leicht zugänglich für Studierende sind und innerhalb einer Sitzung bearbeitet werden können, dabei wiederholbare Verbindungen zwischen Lerninhalten schaffen und die Entwicklung kritischen und klinischen Denkens fördern (62). Microlearning findet breite Anwendung in digitalen Lernangeboten und kann viele Vorteile bieten wie mobile Apps oder interaktives, fallbasiertes medizinisches Training, social media Lernplattformen mit Gruppenlernangeboten und vieles mehr. Insbesondere die Verknüpfung der Lerninhalte mit einem Fall, dem sogenannten Case-Based Learning (CBL), verbessert die Motivation und das Lernverhalten. Studierende finden großen Gefallen an dieser Art des Lernens (63).

1.3 Digitales Lernen

Schon vor der Corona-Pandemie haben Hochschulen begonnen, digitale Lehrmethoden zu integrieren, unter anderem auf Grund abnehmender Hochschulfinanzierung, zunehmender Studierendenzahl und der Forderung Studierender nach mehr örtlicher Unabhängigkeit (64). Diesen Trend spiegeln auch die Entwicklungen an der Fakultät VI Medizin und Gesundheitswissenschaften der Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg wider: Im Jahr 2012 begann der Aufbau des Modellstudiengangs Humanmedizin mit einer Studierendenzahl von 40. Diese wurde sukzessive erhöht auf aktuell 120 Studierende pro Semester (Stand Wintersemester 2022/2023) mit einem mittelfristigen Ziel von 200 Studienplätzen (65). Zudem lässt sich feststellen, dass mehr und mehr digitale Angebote von Seiten der Fakultät geschaffen werden, sowohl in der vorklinischen als auch in der klinischen Lehre des Studiums. Dazu zählen unter anderem die virtuelle Mikroskopie, virtuelle Versuchsaufbauten sowie Modelle in der Physiologielehre und vieles mehr. Es besteht

jedoch eine Unsicherheit bezüglich adäquater Finanzierung eines weiteren Ausbaus der Fakultät, was aber eine Voraussetzung zur geplanten Erhöhung der Studierendenzahlen darstellt (66, 67).

Da nicht erst seit der Corona-Pandemie Vorteile wie ein höheres Maß an Annehmlichkeit, Individualisierungsmöglichkeiten und Kosteneffektivität der digitalen Angebote im Vergleich zu klassischen Unterrichtskonzepten angeführt werden (68), erscheint ein Ausbau digitaler Lehr- und Lernangebote auch unter diesen Aspekten sinnvoll.

Computergestütztes Lernen wird zudem von einigen Autoren als freudvolle und pädagogisch wertvolle Erfahrung für Studierende beschrieben (69, 70). Gerade für Studierende höherer Fachsemester geht die Nutzung von computergestützten Lernangeboten mit gesteigerten Motivationsniveaus einher (71).

Im Besonderen können für die radiologische Lehre Vorteile von webbasierten Lernmethoden auf Fähigkeiten wie Bildinterpretation und Bearbeitung von klinischen Fällen erkannt werden (72, 73).

Nachteile bezüglich der Implementierung webbasierter Module sind unter anderem die aufzuwendende Zeit und Lernkurve zum sicheren Umgang und zur Anwendung solcher Tools sowie die finanzielle Mehrbelastung, die Studierenden bei der Anschaffung der erforderlichen Endgeräte für die Nutzung der Tools entsteht (74).

Ein weiterer, in der Literatur beschriebener Aspekt ist das Erreichen einer höheren Motivation der Studierenden; Diese setzt jedoch eine angemessene Begleitung und Supervision des computerbasierten Lernangebotes voraus (75). Zudem profitieren Studierende mit gutem räumlichem Vorstellungsvermögen mehr von der Nutzung als Studierende mit weniger gutem räumlichem Vorstellungsvermögen. Dies zeigt sich insbesondere im besseren Abschneiden im Fach der makroskopischen Anatomie (76). Weitere negative Aspekte der Nutzung webbasierter Lernangebote stellen mögliche Nebenwirkungen wie Schwindel und Kopfschmerzen dar (77).

1.4 Grundgedanke der Studie: multimodales, multidisziplinäres, vertikal integriertes Anatomielernen

Viele universitäre Standorte setzen in der Ausbildung von Medizinstudierenden auf problemorientiertes und selbstgesteuertes Lernen (78), so auch die Fakultät VI der Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg. Im Modellstudiengang Humanmedizin wird in der anatomischen Lehre den Studierenden aktuell eine Kombination aus klassischen Vorlesungsformaten, Seminaren, Prosektion in Sälen des anatomischen Institutes des UMCG in Groningen und interaktiven Lehr- und Lernformaten angeboten. Aktuell sind dort keine Arbeitsplätze mit CT-Bildern der prosezieren Leichen vorhanden. Die Möglichkeit zur Durchführung von Dissektionskursen innerhalb des Curriculums besteht an der Universität Oldenburg aktuell nicht, da noch keine entsprechenden Räumlichkeiten vorgehalten werden. Diese befinden sich zurzeit im Bau. Es erscheint daher umso wichtiger, komplementär zu den wenigen Fahrten an das UMCG nach Groningen, digitale Angebote zu schaffen, welche Studierende nutzen können, um sich anatomische Kenntnisse anzueignen. Hier bieten sich digitale radiologische Angebote als praxisnah, vergleichbar kostengünstig, zeit- und ortsunabhängig an.

Eine der Besonderheiten des Modellstudiengangs stellt das vierte Jahr des Studiums dar: Während dieses Jahres findet eine Intensivierung klinischer Inhalte praktischer und theoretischer Natur in Kleingruppen statt. Wiederholt und vertieft werden vornehmlich klinische Inhalte, patientenorientierte Kommunikation, körperliche Untersuchungstechniken, interprofessionelles Handeln und vorklinische Inhalte im klinischen Kontext. Hierzu zählt insbesondere in chirurgischen Fächern die makroskopische Anatomie. Eine grundsätzliche Frage, die sich jede/r Lehrende stellen sollte, ist, welche Inhalte in welchem Umfang möglichst effektiv zu vermitteln sind. Gewachsene Anforderungen an Lehrende und Studierende durch zunehmendes Wissen und stetig neue Erkenntnisse und damit einhergehende Anpassungen des Lehrwissens und -umfangs, halten zu einer möglichst effektiven und wenig zeitintensiven Inhaltsvermittlung an. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit der Entwicklung eines didaktischen Konzepts für die Pilotstudie.

Gemäß der konstruktivistischen Didaktik ist Lernen dann sinnvoll, wenn es aktiv, selbstgesteuert, konstruktiv, situativ und als sozialer Prozess geschieht (79). In der Pilotstudie finden sich die Elemente „aktiv“, „selbstgesteuert“ und „konstruktiv“ wieder. Didaktik wird als ein Überbegriff für zu vermittelnde Lerninhalte verstanden, Methodik hingegen als die Art und Weise der Wissensvermittlung (80).

In der Pilotstudie soll durch die Methode des Falllernens Wissen vermittelt werden.

Bereits 2019 entstand in diesem Kontext der Gedanke, die klinische Lehre um radiologische Sequenzen zum Selbststudium und als Vorbereitung auf klinische Seminare zu erweitern. Im vorklinischen Abschnitt des Studiengangs Humanmedizin an der Universität Oldenburg findet sich bereits ein reichhaltiges Angebot alternativer Lernmethoden, so z.B. wird in der histologischen Lehre zusätzlich zur klassischen Lichtmikroskopie die virtuelle Mikroskopie angeboten. Bisher noch nicht veröffentlichte Daten ergeben, dass die virtuelle Mikroskopie von Medizinstudierenden der Universität Oldenburg gut angenommen und als sinnvolle Ergänzung zum klassischen Mikroskopieren wahrgenommen wird.

Nach erfolgreichem Abschluss der ersten drei Studienjahre (sechs Semester Regelstudienzeit) erhalten die Studierenden das Physikumsäquivalent; damit ist der vorklinische Teil des Studiums formal abgeschlossen. Eine Implementierung eines strukturierten Blended Learning-Angebotes wie im vorklinischen Teil - u.a. durch das Angebot der virtuellen Mikroskopie - hat im klinischen Teil des Studiums bisher nicht strukturiert stattgefunden.

Als bisher einziges ergänzendes Angebot zum bestehenden Curriculum, welches einen praxisnahen klinisch-radiologisch-anatomischen Ansatz beinhaltet, steht Studierenden die Belegung eines Sonographiekurses im klinischen Trainingszentrum zur Verfügung. Dieser findet einmal wöchentlich für zwei Stunden über insgesamt zehn Wochen statt. Über peer-to-peer-teaching vermitteln studentische Tutorinnen und Tutoren anatomische, klinische und radiologische Inhalte in einem praxisnahen Kurs. Aus Kapazitätsgründen steht hier jedoch nur eine geringe Anzahl an Plätzen zur Verfügung und dies nur für Studierende der Jahre fünf und sechs (81).

An diesem Punkt setzt das Pilotprojekt „Klinisch-Anatomisches Digitales Trainingsmodul“ mit der Zielsetzung eines erweiterten Lernangebots durch radiologische Bildsequenzen an: Studierenden soll die Möglichkeit gegeben werden,

sich mittels zuvor annotierter Bildsequenzen und klinischer Fallberichte, die mit radiologischem Bildmaterial unterfüttert sind, auf interaktive Seminare des vierten Studienjahres vorzubereiten. Analog zu der in Kapitel 1.1 beschriebenen Einteilung vorhandener anatomischer Lehrmethoden (vgl. Abbildung 1) lässt sich das klinisch-anatomische digitale Trainingsmodul in zwei der Kategorien einordnen: computerassistiertes Lernen („computer-assisted learning“) und Nutzung medizinischer Bildgebung („medical imaging“).

Als konkrete Zielsetzung der Pilotstudie soll die vertikale Integration vorklinischer Inhalte in Form von makroskopischer Anatomie, kontextualisiert durch klinische Fallbeschreibungen und radiologische Bildgebung, erfolgen.

Unter vertikaler Integration ist die Verbindung von Grundkenntnissen und klinischer Praxis während des gesamten Studiums gemeint (82). Die vertikale Integration hat das Ziel, Studierenden ein besseres Verständnis für die Relevanz der erlernten Theorie zu vermitteln (83). Im Zusammenhang mit der Pilotstudie „Klinisch-Anatomisches Digitales Trainingsmodul“ ist die klinisch-radiologische Relevanz der makroskopischen Anatomie ins Auge gefasst worden.

Dafür wurden im vierten Studienjahr interaktive Seminare der Fachbereiche Gynäkologie und Viszeralchirurgie ausgewählt. Als Studienteilnehmende wurden Studierende aus dem vierten Studienjahr rekrutiert.

Das Unternehmen Smart in Media® (<https://www.smartinmedia.com/de/>) konnte als Kooperationspartner gewonnen werden. Die von Smart in Media® entwickelte Plattform EasyRadiology® wird aktuell dazu genutzt, national und international unter größtmöglicher Datensicherheit cloudbasiert radiologische Untersuchungen anzusehen, zu beurteilen und auszutauschen. So bietet EasyRadiology® medizinischem Fachpersonal und Patienten einen schnellen und unkomplizierten Zugang zu radiologischen Untersuchungen. Ein weiterer Vorteil der Plattform stellt der cloudbasierte Player dar; eine DICOM-Software auf dem PC des Nutzers ist nicht erforderlich. Zudem können Patientendaten anonymisiert hochgeladen und geteilt werden.

Dies bietet auch für die radiologische Lehre erhebliche Vorteile: barrierefreier Zugang (lediglich das Vorhandensein eines internetfähigen Endgerätes ist notwendig), orts-

und zeitunabhängige Anwendungsmöglichkeit, eigenständige Nutzung durch einfache Bedienbarkeit.

Die bereits in der universitären Lehre genutzte Plattform Smart Zoom® findet im Modellstudiengang Medizin der Universität Oldenburg primär Anwendung in der histologischen und pathologischen Lehre. Auf Grund einfacher Anwendbarkeit, der Bekanntheit und bereits vertrauter Nutzung der Plattform durch Studierende, wurde die Plattform im Rahmen der Pilotstudie über die Nutzung histologischer Schnittpräparate hinaus erweitert: Den Studierenden wurden klinische Fälle anhand von zweidimensionalen Bildern aus unterschiedlichen radiologischen Schnittbildverfahren (Computertomographie, Magnetresonanztomographie, Ultraschall) zur Bearbeitung und als Vorbereitung auf ausgewählte klinische Seminare zur Verfügung gestellt.

Ergänzend hierzu wurde die Plattform EasyRadiology® dazu genutzt, komplette Datensätze mit Annotationen bereitzustellen, welche in die bei Smart Zoom® aufbereiteten klinischen Fälle eingebettet wurden.

1.5 Hypothese

Der grundlegende Gedanke der Pilotstudie „Klinisch-anatomisches digitales Trainingsmodul“ ist die Annahme, dass sich Studierende mit vollständigen computer- oder magnetresonanztomographischen Sequenzen in Kombination mit klinischen Fällen, welche mit zweidimensionalen Bildern illustriert werden, optimaler, gründlicher, interaktiv und nachhaltiger auf klinische Seminare vorbereiten können als mit klinischen Fallbeispielen, die lediglich radiologische Bilder ohne CT- und/oder MRT-Sequenzen enthalten.

2 Methoden

Um diese Hypothese zu untersuchen, wurden Studierende aus dem vierten Studienjahr des Modellstudiengangs Humanmedizin der Universität Oldenburg für die Pilotstudie rekrutiert. Die Studie wurde als Blended Learning-Format im Sinne eines inverted classrooms gestaltet (vgl. Kapitel 1).

Im Vorfeld auf zwei ausgewählte klinische Seminare erhielten die Studierenden zur Vorbereitung auf das erste Seminar in der Gruppe Smart Zoom® in Kombination mit EasyRadiology® einen Online-Kurs mit radiologischen Sequenzen, der Smart Zoom®-Gruppe wurden diese Sequenzen nicht zur Verfügung gestellt. Zur Vorbereitung auf das zweite Seminar erhielt dagegen die Smart Zoom®-Gruppe die entsprechend ausgewählten radiologischen Sequenzen, die Gruppe EasyRadiology® dagegen nicht.

Zur Evaluation des Nutzungsverhaltens und der Effektivität der jeweiligen Tools führten die Studierenden vor und nach Nutzung des ersten Tools einen 20-Fragen-Multiple-Choice-Test durch, welcher anatomisch-radiologisches Wissen abfragt. Nach Nutzung des zweiten Tools und Besuch des zweiten Seminars erhielten die Studierenden einen 25 Items umfassenden Fragebogen, der das Nutzungsverhalten, die Einschätzung der Studierenden zur Wissensentwicklung, Kompetenzerweiterung und zukünftiger Nutzung der Tools abfragt.

Insgesamt wurden fünf qualitative Interviews mit Studierenden geführt, um weitere, durch den Abschlussfragebogen möglicherweise nicht erfasste Aspekte zu beleuchten und differenzierter betrachten zu können.

Die Auswertung der erhobenen Daten erfolgt deskriptiv. Im Vorfeld der Pilotstudie wurde eine statistische Beratung am Institut für Biometrie und Klinische Forschung der Universität Münster bei Herrn Dr. Dennis Görlich eingeholt.

Das Votum der Ethikkommission der Fakultät VI (Medizin und Gesundheitswissenschaften) der Universität Oldenburg wurde ebenfalls vor dem Start der Pilotstudie eingeholt. Die Durchführung der Pilotstudie wurde genehmigt und wird unter dem Aktenzeichen 2020-003 geführt.

Die Finanzierung der Studie erfolgte aus von PD Dr. med. Ödemis eingeworbenen Drittmitteln einer Maßnahme im Rahmen des Hochschulpaktes 2020 und wird unter der Nummer 147 und dem Titel „Projekt Innovation plus (2019/20); Nummer 1a7; (0608/682 96) geführt.

2.1 Teilnehmer und Rekrutierung

Zielgruppe der Pilotstudie „Klinisch-anatomisches digitales Trainingsmodul“ sind Studierende im vierten Studienjahr des Modellstudiengangs Humanmedizin an der Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg. Vorangegangene Erfahrungen in makroskopischer und radiologischer Anatomie oder klinische Erfahrung, z.B. durch eine Berufsausbildung zum radiologisch technischen Assistierenden, stellen kein Ausschlusskriterium dar, da davon auszugehen ist, dass alle Studierenden, die das vierte Studienjahr erreicht haben, mindestens durch die radiologisch-anatomischen Pflichtseminare der ersten Studienjahre eine mehrstündige Vorerfahrung in der Bewertung radiologischer Schnittbildgebung haben.

Über Informationsveranstaltungen vor Beginn der relevanten Module Gynäkologie oder Chirurgie im vierten Studienjahr wurden die Studierenden über Datenschutz, Ablauf, Zeitaufwand, mögliche Vorteile und Dauer der Pilotstudie informiert.

Teilnehmerinformationen und eine schriftliche Einverständniserklärung wurden eingeholt und vor Beginn der Studie auf Vollständigkeit geprüft.

Alle Studierenden erhielten, unabhängig davon, ob sie an der Studie teilnahmen oder nicht, Zugang zu den Vorbereitungskursen für die Seminare. Die Wissensüberprüfung im ersten Durchlauf der Studie, der Prä- und Posttest im zweiten Durchlauf sowie die Abschlussumfrage wurden hingegen nur von Studierenden bearbeitet, die an der Studie teilgenommen hatten.

Um dem in Kapitel 1.3 beschriebenen Aspekt einer höheren Motivation durch computerbasiertes Lernen bei adäquater Supervision (75) gerecht zu werden, wurde die Nutzung der Tools zunächst anhand von Beispielaufgaben, die nicht Teil der eigentlichen Studie waren, ausführlich demonstriert und die Möglichkeit gegeben, offene Fragen zu klären. Des Weiteren wurde ein Angebot zur individuellen

Problembesprechung während des Studiendurchlaufes gemacht, für den Fall, dass während der Nutzung inhaltliche oder technische Unklarheiten oder Probleme auftreten sollten. Hierzu konnten sich die Studierenden persönlich oder per Mail an die drei Studienverantwortlichen PD Dr. med. Veysel Ödemis, PD Dr. med. Amr Soliman und Felix Schönfeld wenden.

Die tatsächlichen Inhalte der Studie wurden bei der Informationsveranstaltung nicht demonstriert, um einem möglichen foreknowledge bias/Vorwissen entgegenzuwirken.

Zudem wurde klargestellt, dass die freiwillige Teilnahme an der Studie sowie das Abschneiden in den schriftlichen Tests (Wissensüberprüfung, Prä- und Posttest) keinerlei Auswirkungen auf den weiteren Studienverlauf haben. Unabhängig von den Ergebnissen in den Tests erhielten alle Studierenden, die an der Studie teilgenommen haben, nach Durchführung der Tests eine dezidierte Erklärung zu allen im Test gestellten Fragen inklusive Erläuterung der richtigen Antworten.

Als angemessene Motivation zur Studienteilnahme wurden unter allen Teilnehmenden mehrere Amazon-Gutscheine im Wert von 20 € ausgelost.

Für den ersten Durchlauf der Studie wurden Studierende aus der Kohorte E (Beginn des Studiums zum Wintersemester 2016/17) rekrutiert. E bezieht sich auf den Jahrgang des Studiengangs. Da es sich um den erst fünften Jahrgang des jungen Modellstudiengangs Humanmedizin an der Universität Oldenburg handelte, erhielt dieser entsprechend der alphabetischen Reihenfolge den Buchstaben E. Für die zwei bzw. vier Semester später folgenden Durchläufe wurden Studierende aus den Kohorten F (Studienjahrgang sechs) und G (Studienjahrgang sieben) rekrutiert.

2.2 Studiendesign

Die Pilotstudie wurde als zweiarmige, randomisierte Studie im Parallelgruppendesign geplant.

2.2.1 erster Durchlauf

Der erste Durchlauf der Studie erfolgte im Jahr 2020 mit der Kohorte E.

Die Kohorte E bestand aus insgesamt 40 Studierenden, welche zu Beginn des vierten Studienjahres im Wintersemester 2019/2020 zufällig auf vier Gruppen (E1- 4) à 10 Studierende für den weiteren Ablauf der Module aus organisatorischen Gründen aufgeteilt wurden.

Eine erneute Randomisierung einzelner Studienteilnehmer/innen wurde aus diesem Grund nicht durchgeführt. Stattdessen wurden die einzelnen Gruppen (E1-4) entweder auf das Tool Pathozoom® (<https://www.pathozoom.com>) oder Smart Zoom® (<https://de.smartinmedia.com/smartzoom/>) randomisiert. Die für die Studie relevanten gynäkologischen Seminare der Kohorte E fanden im Modul 4.4 Gynäkologie im Sommersemester 2020 statt.

Da zu Studienbeginn das Tool EasyRadiology® (<https://www.easyRadiology.net>) noch nicht vollständig entwickelt war, musste von der ursprünglich geplanten Durchführung kurzfristig abgewichen und stattdessen das Tool Pathozoom® herangezogen werden. Anders als die Plattform EasyRadiology® bietet Pathozoom® nicht die Möglichkeit der Wiedergabe von Teilen oder vollständigen CT-, MRT- oder Ultraschallsequenzen. Pathozoom® ermöglicht - ähnlich wie Smart Zoom® - Bilder sowohl allgemeingängiger Bildformate wie jpg, tif, png, pdf und psd als auch für die Mikroskopie spezifische Formate wie svs, ndpi oder scn zu hosten und mit anderen zu teilen (84). Darüber hinaus können Webseiten per Bildannotation verlinkt werden. Dieses Feature wurde dazu genutzt, um zum Krankheitsbild passende CT-, Ultraschall- und/oder MRT-Sequenzen auf der Plattform Radiopaedia (<https://radiopaedia.org>) zu verlinken.

Im Vergleich zur ursprünglich angestrebten Variante mit EasyRadiology® bietet Radiopaedia nicht die Möglichkeit für Studierende oder Dozierende, eigene Annotationen und ROI (region of interest) einzufügen, zu teilen oder Messungen durchzuführen.

Smart Zoom® und Pathozoom® verfügen über eine ähnliche Funktionalität. Es erfolgte zunächst ein Studiendurchlauf mit den beiden genannten Tools, um die Implementierung, den Ablauf und die Organisation zu testen und mögliche Schwachstellen im Studiendesign und -ablauf aufzudecken (siehe Abbildung 2).

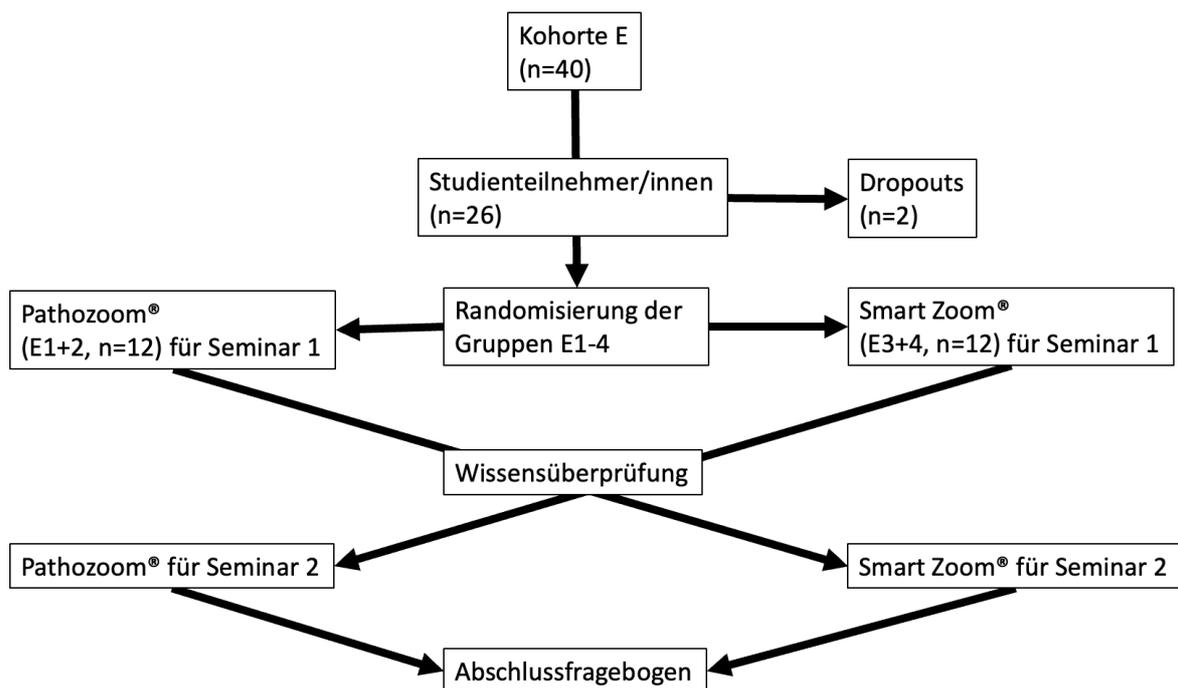


Abbildung 2: Schematischer Ablauf der Studie für die Kohorte E (Sommersemester 2020), Grund der beiden Dropouts war eine Teilnahmeabsage vor Beginn der Studie durch zwei Studierende

Nach der zufälligen Zuteilung der Gruppen auf die beiden Tools wurden diese zur Vorbereitung des ersten Seminars genutzt. Im Anschluss an die Toolnutzung und vor Beginn des Seminars wurde eine Wissensüberprüfung im Sinne eines „Posttests“ erhoben (vgl. Abbildung 2). Anschließend folgte die Seminarteilnahme, die Nutzung des jeweils anderen Tools, die Teilnahme am zweiten Seminar und hiernach ein Abschlussfragebogen.

2.2.2 zweiter und dritter Durchlauf

Nachdem für den zweiten Durchlauf der Studie das Tool EasyRadiology® zur Verfügung stand (Sommersemester 2021, Modul 4.4 Gynäkologie, Kohorte F), wurde Pathozoom® durch die Kombination aus Smart Zoom® und EasyRadiology® ersetzt. Das Tool Smart Zoom® wurde weiterhin auch einzeln verwendet. Vergleiche hierzu Abbildung 3. Für die Kohorte G wurde die Studie im Wintersemester 2021/2022 im Modul 4.2 Chirurgie durchgeführt.

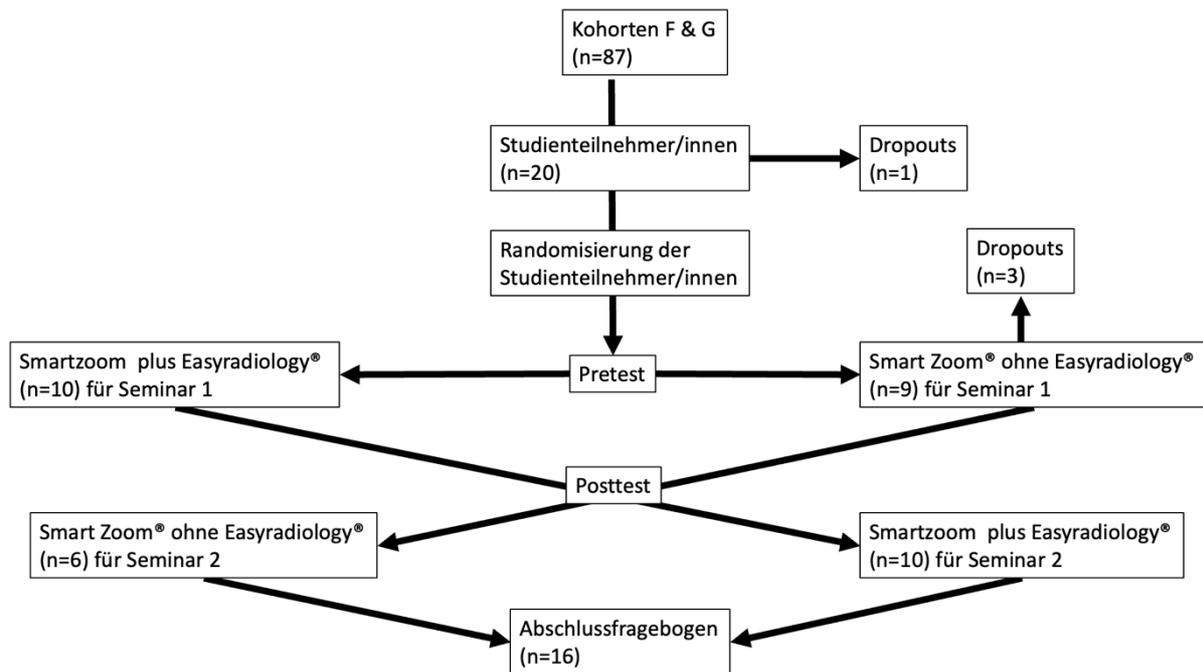


Abbildung 3: Angepasster Ablauf der Studie für die Kohorten F (Sommersemester 2021) und G (Wintersemester 2021/2022) mit dem Tool EasyRadiology®. Ein Studierender sagte die Studienteilnahme ab..

Im Vergleich zum ersten Durchlauf wurden für den zweiten Durchlauf der Studie drei Anpassungen vorgenommen. Das Tool EasyRadiology® stand nun erstmalig für die Studierenden der Kohorten F und G vollständig zur Verfügung. Zudem absolvierten die Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer nach der Randomisierung auf eine der beiden Gruppen (Smart Zoom® alleine und Smart Zoom® mit EasyRadiology®) vor Erhalt des Toolzugangs einen Pretest in Form von 20 multiple-choice-Bildfragen (CT, MRT, Sonographie). Analog zum Posttest ist auch der Pretest aus je zehn Fragen zur radiologischen Anatomie und zehn Fragen zu klinischen Fällen aufgebaut. Eine Übersicht zum Studienablauf für die Kohorten G und F findet sich in Abbildung 3. Der Abschlussfragebogen wurde vereinfacht und um mehrere Items gekürzt (unter anderem die Frage nach Nutzung anderen Lernmaterials sowie der interaktiven Nutzung); die Bildqualität der angebotenen Bilder verbessert und auf ausreichende Größe und Auflösung des Bildmaterials geachtet.

Insgesamt meldeten sich aus den Kohorten F und G initial 20 Studierende zur Durchführung des umgestalteten Studienkonzeptes an.

Nach Abgabe der Einverständniserklärung und vor Randomisierung sagte ein Studierender die Studienteilnahme ab. Im weiteren Verlauf nahmen drei weitere Studierende, welche auf die Gruppe „Smart Zoom® alleine“ randomisiert worden

waren, bereits nicht an Pre- und später auch nicht am Posttest teil. Die Abschluss-Onlineumfrage wurde von 15 Teilnehmenden ausgefüllt.

2.3 Die Seminare

Die Veranstaltungen mit dem Titel „Interaktives Seminar“ (Vergleiche Veranstaltungsverzeichnis der Uni Oldenburg, Studienjahr 4, Theorie-Praxis-Seminar (85)) wurden im Zuge der Etablierung des vierten Studienjahres im klinischen Trainingszentrum mit dem Ziel eingeführt, einen klinischen Fall möglichst umfassend zu beleuchten, von der Anamnese über körperliche Untersuchung, weiterführende Diagnostik inklusive bildgebender Verfahren, bis zur Diagnosestellung und Behandlung. So soll den Studierenden ein möglichst umfassender klinischer Blick ermöglicht und ein strukturierter Ablauf zur Behandlung eines Patienten sowohl in der Theorie als auch in der Praxis vermittelt werden.

Die interaktiven Seminare beinhalten - abhängig vom Dozierenden - unterschiedlich viel radiologisches Bildmaterial. In Zusammenarbeit mit Dozierenden der Fachbereiche Gynäkologie (PD Dr. Amr Soliman, Dr. Maike Schild-Suhren) sowie Viszeralchirurgie (Thorsten Aumann-Münch, Dr. Nader El-Souani) und dem Institut für Anatomie (PD Dr. Veysel Ödemis) wurden radiologisch-anatomische Inhalte abgestimmt, auf die in den Seminaren zu behandelnden klinischen Fällen festgelegt und Studierenden zur Vorbereitung auf die interaktiven Seminare zur Verfügung gestellt. Dies wurde den Studierenden unabhängig von einer etwaigen Teilnahme an der Studie ermöglicht.

Die Dozierenden besprachen in dem jeweiligen Seminar anhand eines ähnlich gelagerten Falles ein Krankheitsbild, welches die Studierenden mit Hilfe des im Vorfeld des Seminars zur Verfügung gestellten radiologischen Bildmaterials vorbereiten konnten. Zudem konnten die Dozierenden dasselbe Bildmaterial während der Seminare nutzen, um einen Bezug zur Vorbereitung herzustellen und Fragen zu klären. Studierende, die das Vorbereitungsangebot nicht genutzt haben, haben dadurch die Möglichkeit, ebenfalls die radiologischen Sequenzen zu bearbeiten und zu besprechen.

2.3.1 Ablauf der Seminare

Anhand von zwei Patientenfällen mit Informationen zu Daten, medizinischer Vorgeschichte, Medikation, Setting und dem eigentlichen Fall bereiten sich die Studierenden auf die interaktiven Seminare vor.

Pro Fall wird ein Studierender festgelegt, der den Patienten/die Patientin simuliert. Aufgabe dieses Studierenden ist es, sich möglichst genau über Symptome und Beschwerden der in dem Fall genannten Arbeitsdiagnose zu informieren, um im späteren Anamnesegespräch mit einem nicht auf diesen Fall vorbereiteten Studierenden das Krankheitsbild möglichst realistisch darzustellen. Der den Arzt schauspielernde Studierende führt nach dem Anamnesegespräch eine körperliche Untersuchung am Mitstudierenden und die gynäkologische Untersuchung am Modell durch. Zum Fall passende Befunde werden entweder im Simulator eingestellt oder „dem Arzt/der Ärztin“ mitgeteilt. Daraufhin werden in der Gruppe Differenzialdiagnosen und weiterführende Diagnostik diskutiert. Sollte die Gruppe weiterführende Bildgebung (vaginaler/abdominaler Ultraschall, MRT oder CT) für sinnvoll erachten, hat der Dozierende die Möglichkeit, zum Fall passende Befunde aus dem gewünschten Schnittbildgebungsverfahren zu demonstrieren und zu diskutieren.

Ist auf Grund der Zusammenschau der Anamnese, körperlichen Untersuchung und weiteren Diagnostik eine Verdachtsdiagnose gestellt, erfolgt die Aufstellung eines Behandlungsplanes mit Hilfe der Six-Step-Methode (86). Sind Diagnose und Behandlungsplan als Gruppenleistung erstellt, begeben sich die beiden „den Arzt“ und „den Patienten“ spielenden Studierenden zurück in das Setting „Arztpraxis“. „Der Arzt“ oder „die Ärztin“ unterrichtet den Patienten über Diagnose, Befunde, Therapie und Prognose der Erkrankung. Im Anschluss werden Anamnese, körperliche Untersuchung und Mitteilung der Befunde von Mitstudierenden und Dozierenden analysiert und ein Feedback gegeben.

Dieses Seminarformat bietet eine sinnvolle Möglichkeit der vertikalen Integration radiologischer Anatomie, da anatomische Kenntnisse hier nicht nur bei der körperlichen und gynäkologischen Untersuchung notwendig sind, sondern auch bei der Aufstellung von Differentialdiagnosen und der Beurteilung von Schnittbildgebung.

2.3.2 Seminare Gynäkologie

Die erstmals im Sommersemester 2020 im Modul 4.4 der Kohorte E des Studiengangs Humanmedizin der Universität Oldenburg in neuem Format durchgeführten Seminare „Schmerz“ und „Blutung“ sind Teil der gynäkologischen Lehre des Jahres vier.

Hierzu wurden in den Seminaren die jeweiligen Symptome inklusiver möglicher Differentialdiagnosen sowohl bei prä- als auch bei postmenopausalen Patientinnen erörtert. Inhaltliche Schwerpunkte für die Vorbereitungskurse wurden wie folgt gewählt:

- Polyzystisches Ovarialsyndrom
- Zervixkarzinom
- Endometriumkarzinom
- Uterus myomatosus
- Raumforderungen der Ovarien

Eine Besonderheit des interaktiven Seminars stellt die gynäkologische Untersuchung am Modell dar, welche Teil der Standardausbildung im Fachbereich Gynäkologie (87) ist und in Oldenburg bereits in vorklinischen Semestern beginnt. Wünschenswerter Weise sollte bereits hier eine Verknüpfung zur Beckenanatomie stattfinden.

Um Studierende möglichst umfassend auf dieses Seminarformat vorzubereiten, erscheint die kontextbezogene Wiederholung anatomischer Grundlagen und die Bearbeitung klinischer Fälle anhand radiologischer Bildgebung als ein geeignetes Mittel. Bisher hat keine direkte vertikale Implementierung anatomischer Inhalte in den klinischen Teil der Lehre durch die Abteilung Anatomie der Fakultät VI im Modellstudiengang Humanmedizin an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg stattgefunden. Vielmehr war es bisher den jeweiligen Fachdozierenden überlassen, wie viel und welche anatomischen Inhalte sie als relevant und wiederholenswert erachteten.

Sollte es zu einer erfolgreichen Implementierung der Tools kommen, die den Studierenden die Möglichkeit bieten, anatomische Grundlagen des weiblichen Beckens im klinischen Kontext zu wiederholen, könnte dies auch als Konzept für

andere Fachbereiche dienen. So können Fachdozenten gemeinsam mit Anatomen festlegen, welche Inhalte für den jeweiligen Kurs wichtig sind und diese den Studierenden in Form von Blended Learning-Formaten zum Selbststudium bereitstellen.

2.3.3 Seminare Viszeralchirurgie

Die klinischen Seminare Viszeralchirurgie laufen nahezu analog zum oben beschriebenen Procedere ab. Die in der Viszeralchirurgie relevante Anatomie der Bauchorgane, des kleinen Beckens sowie die cervicale Anatomie werden im klinischen Alltag mittels klinischer Untersuchung und bildgebender Verfahren beurteilt. Um eine Einschätzung über mögliche anatomische Varianten oder Pathologien vornehmen zu können, sind hier ebenfalls solide anatomische Kenntnisse erforderlich. Auch hier gilt der Ansatz, Studierende durch Nutzung radiologischer Bildgebung besser auf den klinischen Alltag vorzubereiten (88). Erstmals fand die Vorbereitung auf Seminare der Viszeralchirurgie mit den Tools durch Studierende der Kohorte G (Wintersemester 2021/2022) statt. Zu den inhaltlichen Schwerpunkten zählten im Fachbereich Viszeralchirurgie folgende Themen:

- Sigmadivertikulitis
- Kolorektales Karzinom
- Morbus Basedow
- Ösophaguskarzinome, insbesondere sog. AEG-Karzinome (Adenokarzinom des gastroösophagealen Übergangs)

Entsprechend wurden diese vier Themen für die klinischen Fälle in den Vorbereitungskursen - inklusive der Diskussion wichtiger Differentialdiagnosen - gewählt.

2.4 Bildmaterial

Die Beschaffung von adäquatem und qualitativ hochwertigem Bildmaterial gelang in mehreren Schritten: Nach Festlegung der Dozierenden auf inhaltliche Schwerpunkte wurden passende radiologische Bilder und Sequenzen auf der Plattform Radiopaedia gesichtet. Parallel dazu wurden radiologische Sequenzen von stationären Patientinnen und Patienten der allgemein- und viszeralchirurgischen Abteilungen des Klinikums Oldenburg ÄoR und des Pius Hospitals Oldenburg identifiziert, auf welchen für die Seminare relevante Krankheitsbilder zu erkennen sind und gleichzeitig eine ansonsten reguläre abdominelle Anatomie vorlag. Zudem wurde Bildmaterial ohne jegliche Pathologika ausgewählt, um

- a) eine physiologische Anatomie anhand von CT- und MRT-Sequenzen zu wiederholen und
- b) sich mit der Anwendung der Tools vertraut zu machen.

Nach ausführlicher Aufklärung und Einwilligung der Patienten wurde das Bildmaterial zunächst anonymisiert und im Anschluss auf die Plattformen EasyRadiology® und/oder Smart Zoom® hochgeladen. Für den Studierenden zu erkennen waren lediglich das Alter und das Geschlecht des Patienten.

Die Funktionen und Anwendungsmöglichkeiten der jeweiligen Plattformen werden in den Kapiteln 2.4 und 2.5 besprochen.

Es wurden hochauflösende 3-Phasen-Kontrastmittel-CT-Aufnahmen, native MRT-Abdomen-, MRT-Becken- und Kontrastmittel-MRT-Aufnahmen verwendet. Das Bildmaterial für die Plattform Smart Zoom® wurde zunächst so gewählt, dass auf einer zweidimensionalen Ebene (axial, sagittal und coronal) das für den Fall relevante Pathologikum erkennbar und/oder abzufragende anatomische Strukturen dargestellt sind. Anschließend wurde das Bild auf die Plattform hochgeladen und mittels Pinannotationen und über Informationsfelder bearbeitet (vgl. Abbildung 4)

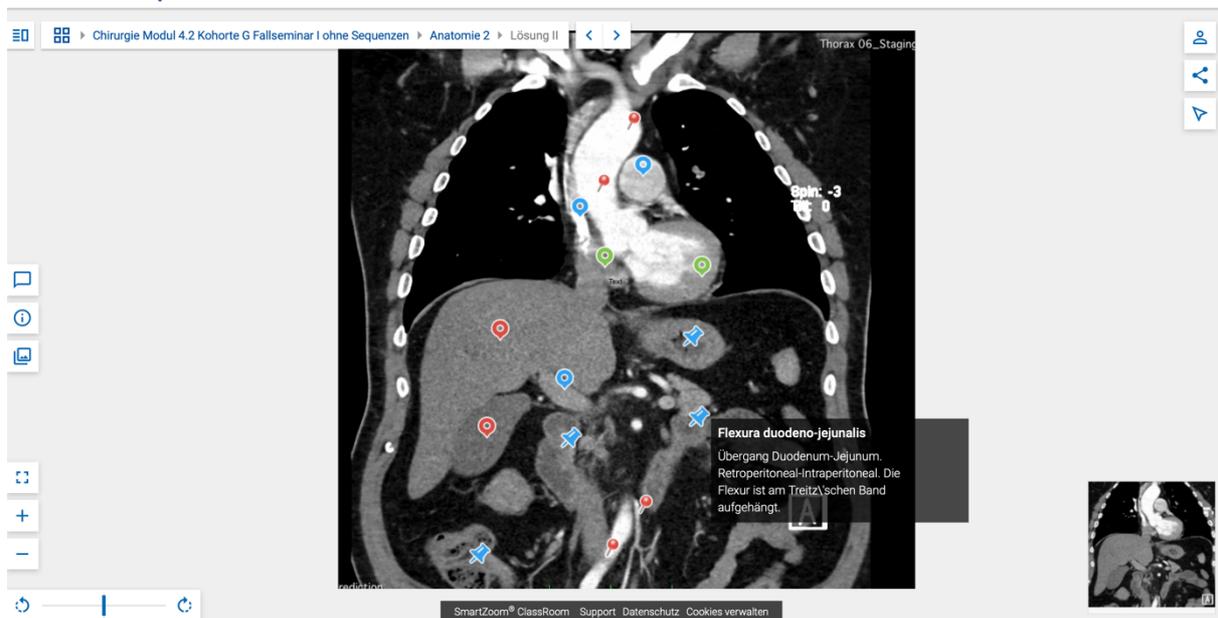


Abbildung 4: Bereits vorannotiertes CT-Bild in frontaler Ebene eines Patienten. Dargestellt sind der Thorax sowie der Oberbauch. Durch Anwählen der Annotationen werden weitere Informationen zur jeweiligen Struktur sichtbar.

CT- und MRT-Sequenzen wurden zunächst mit der kostenlosen Desktop-Applikation OsiriX Lite (<https://www.osirix-viewer.com>) anonymisiert und die zu bearbeitenden Sequenzen ausgewählt. Bei OsiriX Lite handelt es sich um einen der weltweit am häufigsten verwendeten DICOM Viewer mit einfacher Bedienoberfläche und verschiedenen Funktionen zur Bildbearbeitung und -analyse (89). Abbildung 5 zeigt die Benutzeroberfläche von OsiriX Lite mit einer bereits anonymisierten CT-Sequenz eines Patienten.

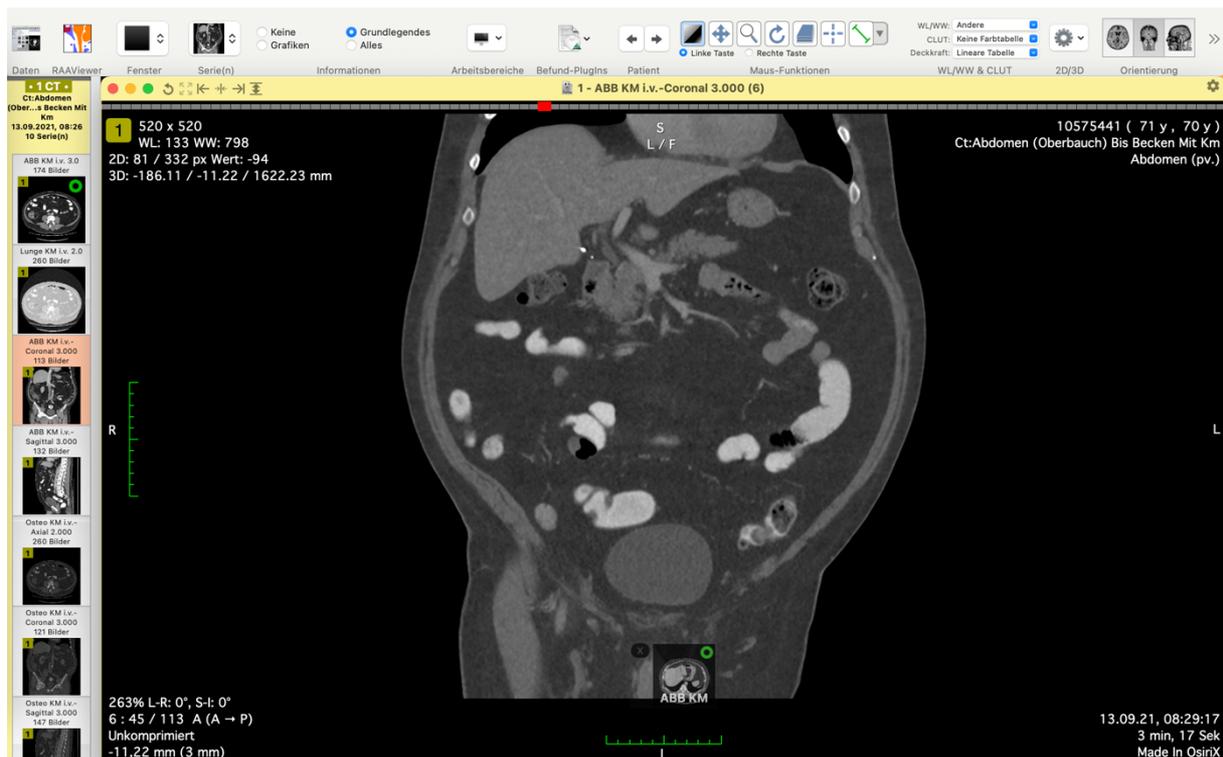


Abbildung 5: Mit der Desktopapplikation OsiriX® Lite wurden die Patientensequenzen anonymisiert, bevor sie zur Bearbeitung auf die Plattform EasyRadiology® hochgeladen wurden. Hier ist die Bedienoberfläche mit einer geöffneten DICOM-Datei der kostenlosen Desktopapplikation zu sehen.

Die anonymisierten Sequenzen wurden anschließend zur Bearbeitung auf die Plattform EasyRadiology® in Form eines DICOM-Datensatzes hochgeladen. Dort erfolgte die Pin- und Flächenannotation der einzelnen Sequenzen und Ebenen. Anschließend wurden die vollständig annotierten Sequenzen über Linkeinbettungen oder Inlineframes mit den klinischen Fällen oder anatomischen Aufgaben auf der Plattform Smart Zoom® verbunden.

Abbildung 6 zeigt exemplarisch die Ansicht einer CT-Sequenz in zwei Ebenen. Dargestellt sind die frontale und coronale Ebene mit vorannotierten Pins und Linien, die von Studierenden identifiziert werden sollen.

Der Nutzende hat die Möglichkeit, die Annotationsfunktion an- und auszuschalten, um zunächst Strukturen eigenständig zu erkennen und zu verfolgen.

Anschließend soll festgestellt werden, welche Struktur der jeweils gesetzte Pin aufweist, um hiernach durch Klicken auf den Pin die richtige Lösung und ggf. vertiefende Informationen zu Lagebeziehung und anatomischen Besonderheiten der gesuchten Struktur zu erfahren (vgl. Abbildung 6).

Vertiefende Informationen zu Funktionen und Details der Plattform EasyRadiology® werden in Kapitel 2.6 besprochen.

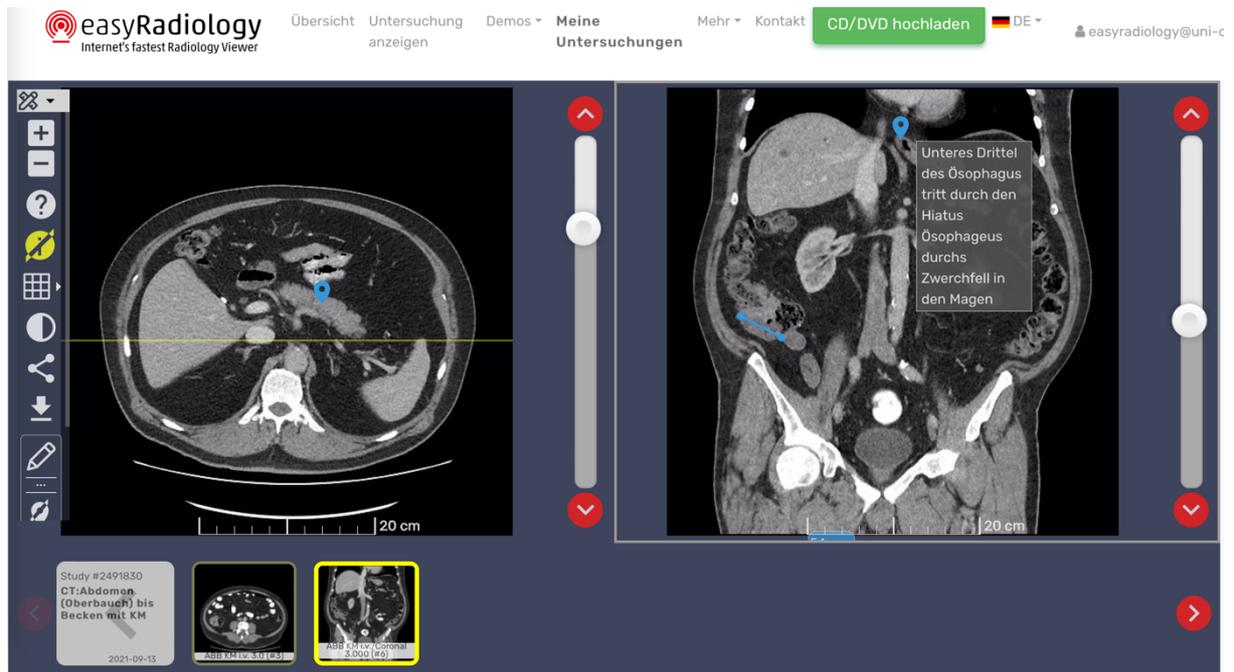


Abbildung 6: Zwei CT-Sequenzen eines Patienten mit Colonkarzinom in zwei Ebenen (links coronal, rechts frontal) mit Annotationen. Diese Sequenzen wurden den Studierenden entweder per Link zu EasyRadiology® oder Inlineframe über die Plattform Smart Zoom® zur Bearbeitung bereitgestellt.

Über eine Linkannotation oder einen Inlineframe in Smart Zoom® mit der jeweiligen vollständigen Sequenz auf der Plattform EasyRadiology® gelangen die Studierenden zur sequenziellen Darstellung der Bilder.

Die anonymisierten Sequenzen wurden entweder in zwei Ebenen (axial, frontal, vgl. Abbildung 6) oder in drei Ebenen (frontal, axial, sagittal) annotiert.

Entsprechend der in Kapitel 2.2 besprochenen Themenschwerpunkte wurden Fälle entweder mit oder ohne vollständige Sequenzen erstellt. Beispielhafte Darstellungen einzelner Aufgaben und nähere Erläuterungen hierzu finden in den Kapiteln 2.5 und 2.6 statt.

2.5 Smart Zoom®

Die vornehmlich in der histologischen Lehre eingesetzte online E-Learning Plattform Smart Zoom® ermöglicht den Zugriff auf hochauflösende histologische und histopathologische Bilder, Bildannotationen durch Studierende, Expertenannotationen

und Annotationsfunktionen von Bildern und Kursen zwischen Universitäten untereinander. Smart Zoom® kann auf jedem browserfähigen Endgerät genutzt werden und lässt sich in andere E-Learning Plattformen wie z.B. ILIAS (Open Source Learning Management System für Schulen, Universitäten, Unternehmen, den öffentlichen Dienst, (90)) integrieren. Außerdem bietet Smart Zoom® eine umfassende Online-Bibliothek mit Bildern der Histologie und Histopathologie.

Da hochauflösende Bilder jeglicher Art zur Kurserstellung genutzt werden können, stellt die Verwendung von CT-, MRT- und Sonographie-Bildern auf dieser Plattform kein Problem dar.

Über eine Landingpage, die den Studierenden zuvor als Link per Mail geschickt wurde, gelangt man zu den Kursinhalten für die Vorbereitung auf ein interaktives Seminar. Je nach Gruppenzuordnung erhielten die Studierenden entweder einen Kurs inklusive radiologischer Sequenzen (Gruppe Smart Zoom® mit EasyRadiology®) oder einen Kurs mit ausschließlich radiologischen Standbildern (Gruppe Smart Zoom® alleine). Smart Zoom® bietet zahlreiche Funktionen: Über ein Navigationsmenü kann zwischen Aufgaben und Aufgabenordnern gewechselt werden. Die Pfeiltasten erlauben das Navigieren zum nächsten Bild innerhalb einer Aufgabe. Eigene - oder durch den Lehrenden bereits erstellte Annotationen können angezeigt/ausgeblendet werden, neue Annotationen und Notizen hinzugefügt und mit anderen geteilt werden. Ein Annotationsmenü mit verschiedenen Pins, Formen und einer Flächenannotation in jeweils 26 Farben sorgt für viele Möglichkeiten zur Kennzeichnung von Strukturen. Das zu bearbeitende Bild lässt sich drehen, stufenlos heran- oder herauszoomen. Bilder lassen sich über einen Link als auch über einen QR-Code mit anderen teilen. Innerhalb eines Fallordners kann zwischen Fallbeschreibung, Aufgaben- oder Lösungsbildern gewechselt werden.

2.5.1 Benutzeroberfläche und Beispielaufgaben

Exemplarisch werden nun je eine Anatomie-Aufgabe und eine klinische Fallaufgabe erläutert.



Abbildung 7: Eine Aufgabe aus dem Tool Smart Zoom® ohne EasyRadiology®. Dargestellt ist ein axialer Schnitt durch den Oberbauch eines Patienten. Als bildgebendes Verfahren wurde eine Computertomographie verwendet, der Ausschnitt zeigt das Weichteilfenster.

Auf Abbildung 7 ist die erste Frage einer radiologischen Anatomieaufgabe zu sehen. Anhand des vorliegenden axialen Schnittes sollen die Studierenden bestimmte Strukturen identifizieren und mittels Pin-Annotation markieren. Im nächsten Schritt kann die eigene Lösung mit einem bereits vorannotierten Bild verglichen und kontrolliert werden (vgl. Abbildung 8).



Abbildung 8: Bereits vorannotiertes Lösungsbild mit Zusatzinformationen zu den gesuchten Strukturen dargestellt.

Diese Schritte werden nun für eine oder zwei weitere Ebenen sowie verschiedene Strukturen wiederholt (vgl. Abbildung 9 und Abbildung 10).



Abbildung 9: Analog zu der auf Abbildung 7 dargestellten Aufgabe sollen nun Strukturen in der Frontalebene identifiziert werden.



Abbildung 10: Analog zu Abbildung 8 ist die vorannotierte Lösung der Aufgabe mit weiterführenden Informationen zu den gesuchten Strukturen dargestellt.

Weitere klinische Fälle (vgl. Kapitel 2.2) sind in entsprechender Weise im Sinne eines Case-Based Learning (vgl. Kapitel 1.2) aufbereitet.

2.6 easyRadiology®

EasyRadiology® ist eine cloudbasierte Plattform zum Austausch und zur Ansicht von radiologischen Untersuchungen. Entwickelt wurde die Plattform von PD Dr. Martin Weihrauch (Köln) in Zusammenarbeit mit Smart in Media® mit dem Ziel des einfachen Uploads radiologischer Untersuchungen in Form vollständiger Sequenzen sowie des Betrachtens, Beurteilens und Versendens dieser Untersuchungen (91).

Primär liegt der Nutzen der Plattform in einer klinischen Anwendung, so kann einem Patienten/einer Patientin statt einer CD/DVD mit der radiologischen Untersuchung ein einseitiges Dokument mit Zugangsdaten zu seiner Untersuchung in der Cloud ausgehändigt werden. Diese Untersuchung kann der /die Patientin herunterladen und mit anderen Ärzten/Ärztinnen über einen Link teilen. Dies vereinfacht nicht nur den Zugang sowohl von Patienten/Patientinnen als auch von Ärzten/Ärztinnen zu digitalen Untersuchungsergebnissen, sondern erspart auch das Transfermedium CD/DVD.

Eine weitere, bisher wenig genutzte Möglichkeit der Plattform stellt die Integration in die medizinische Lehre dar. EasyRadiology® bietet nicht nur den oben genannten klinischen Aspekt. Unter anderem können auch anonymisiert Patientendaten über einen Link oder eine iFrame-Annotation Studierenden zur Verfügung gestellt werden. Die Plattformen Smart Zoom® und EasyRadiology® wurden beide von der Smart in Media® entwickelt, mittelfristig soll eine Integration von EasyRadiology® auf die Smart Zoom®- Plattform erfolgen.

Da diese Integration im Studienzeitraum noch nicht stattgefunden hat, wurden die vorbereiteten Sequenzen auf der EasyRadiology®-Plattform mittels iFrame-Verlinkung in Fallbeschreibungen auf Smartzoom® überführt.

Im Vergleich zu anderen DICOM-Playern wie z.B. OsiriX kann EasyRadiology® mit einer deutlich einfacheren Bedienbarkeit aufwarten, was insbesondere für Studierende, die bisher keinerlei Erfahrung mit radiologischer Software haben, einen unkomplizierten Einstieg ermöglicht. Abbildung 11 zeigt die Benutzeroberfläche von EasyRadiology® am Beispiel einer Demonstrationssequenz einer Patientin mit einem Lungenkarzinom (92).

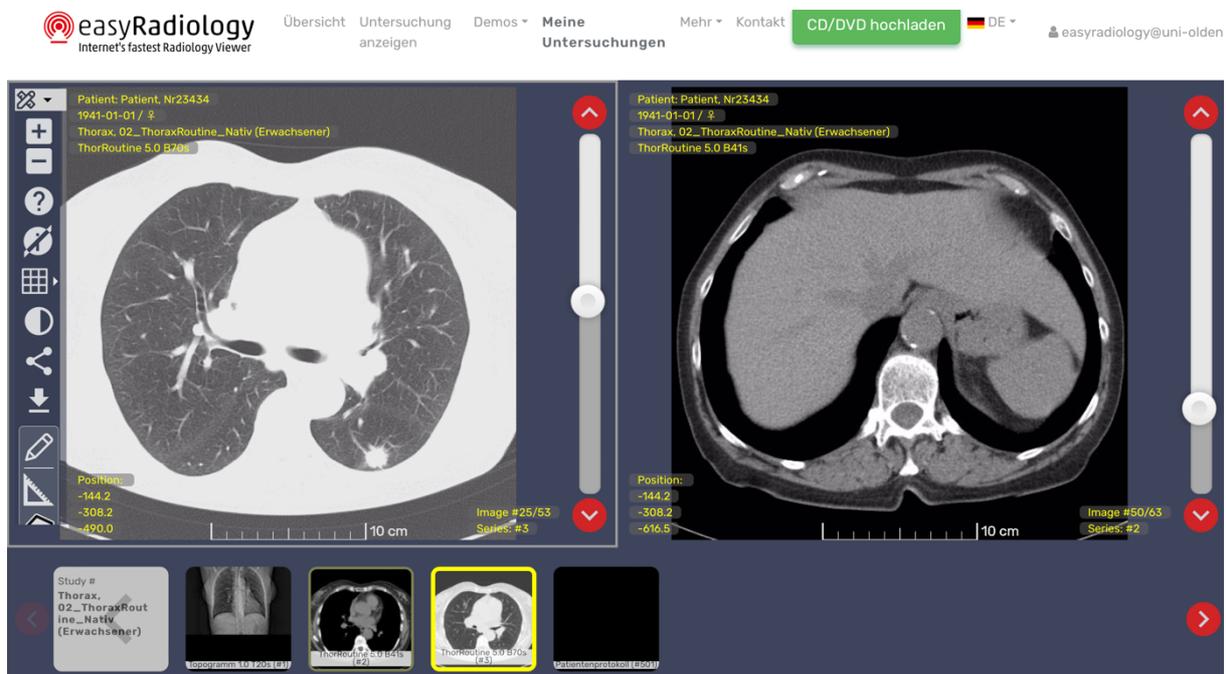


Abbildung 11: Bedienoberfläche von EasyRadiology. Beispielsequenz einer Patientin mit Lungenkarzinom in der axialen Ebene (links im Lungenfenster, rechts Weichteilfenster). Link: <https://www.easyRadiology.net/view/dl6ht0bp-4bdvz2xd-bxr15zrv-pnz07b5m>

Im linken Bildbereich ist eine ein- und ausblendbare Bedienleiste mit verschiedenen Optionen zu erkennen. Von oben nach unten verbergen sich folgende Funktionen hinter den Icons:

- Lineal/Bleistift gekreuzt: Bedienelemente ein-/ausblenden
- Plus/Minus: Zoomfunktion
- Fragezeichen: Tour durch die Funktionalität von EasyRadiology®
- i: Fall-/Patienteninformationen ein-/ausblenden (Informationen in gelber Schrift; im rechten oberen Bildausschnitt Patienteninformationen, im rechten unteren Bildausschnitt Position des Patienten in einem dreidimensionalen Achsensystem und Schichtdicke, rechter unterer Bildausschnitt: Angabe der Serie und Bildnummer des aktuell abgebildeten Schnittes)
- Gitternetz: Split Screen-Optionen (1:2 vertikal, 1:2 horizontal, 1:3 vertikal, 1:4 quadratisch)
- Kreis: Kontrastanpassung/Fensterung
- Sharing-Icon: Optionen zum Teilen der Untersuchung per Link, Mail oder QR-Code
- Download-Button: Herunterladen der Untersuchung.
- Stift, Lineal, Winkel, Polygon, Pin: Pin- und Flächenannotations-, Winkel- und Distanzmessfunktion

Im unteren Bildbereich sind die vorhandenen Sequenzen aufgelistet und können zur Ansicht gewählt werden. Mit dem weißen Pfeil im roten Feld im linken unteren Bildbereich können weitere, gegebenenfalls vorhandene Serien sichtbar gemacht werden. Am rechten Bildrand ist die Bildlaufleiste zu sehen, mit welcher durch die Sequenzen navigiert werden kann. Alternativ kann per Mausrad navigiert werden.

Die Studierenden können mit den zur Verfügung gestellten Lehrmaterialien fallbezogenen Sequenzen analysieren, radiologische Anatomie wiederholen und sich auf die Suche nach Pathologien machen. EasyRadiology® bietet außerdem die Möglichkeit, bereits vorhandene Annotationen auszublenden. Dies erlaubt Studierenden, sich zunächst eigenständig Gedanken zur Identifikation und Verläufen von Strukturen zu machen und anschließend eigene Ergebnisse anhand der vorliegenden Annotationen zu prüfen. Ebenen können - wie oben beschrieben - einzeln

oder im geteilten Bildschirm mit anderen Ebenen gemeinsam betrachtet werden. Diese Option soll Studierenden helfen, ein besseres räumliches Lageverständnis zu entwickeln und die Beziehung anatomischer Strukturen untereinander leichter nachzuvollziehen.

2.7 Pre- und Posttest

Sowohl Pre- als auch Posttest bestehen aus insgesamt je 20 radiologischen Bildfragen. Eine Hälfte davon bezieht sich auf klinische Fälle, die andere Hälfte fragt radiologisch-anatomisches Wissen ab. Alle Fragen sind Multiple-Choice-Fragen mit einer single-best-answer. Dieses Format entspricht dem gängigen Format medizinischer Prüfungsfragen (93) und wird auch im Modellstudiengang Humanmedizin der Universität Oldenburg ab dem ersten Semester für alle schriftlichen Prüfungen angewandt.

Die Fragen sind thematisch und inhaltlich mit den klinischen Seminaren und den Inhalten der Vorbereitungskurse auf Smart Zoom® und EasyRadiology® abgestimmt. Dies gilt gleichermaßen für die anatomischen und klinischen Fragen. Zur Abschätzung des Schwierigkeitsgrades wurden Altfragen der Klausuren aus dem vierten Studienjahr herangezogen. Durch die Dozierenden wurden die Fragen nach Erstellung sowohl auf ihre Richtigkeit und Angemessenheit bezüglich des Wissensstandes der Studierenden als auch auf die Klarheit der Formulierungen geprüft.

Das jeweilige Frage-Item besteht aus einer kurzen Fallbeschreibung (für klinische Fallfragen), einer Frage, einem radiologischen Bild (CT-, MRT- oder Ultraschallbild) und fünf möglichen Antworten, von welchen nur eine ausgewählt werden kann.

Die Bildfragen im Pre- und Posttest beinhalten entweder Bilder aus den Sequenzen, die durch die Studierenden bearbeitet werden/wurden oder aus ähnlichen klinischen Fällen. Dies setzt im Posttest eine Transferleistung des Wissens voraus.

CARL VON OSSIETZKY
UNIVERSITÄT
OLDENBURG

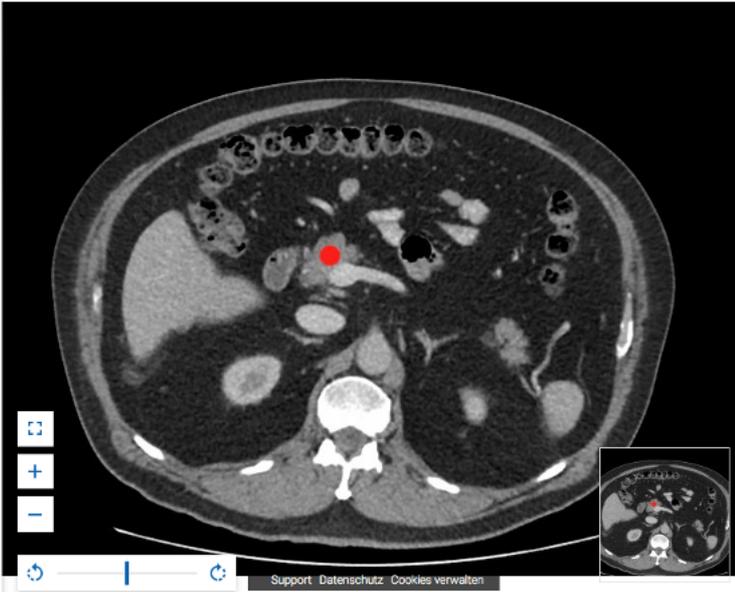
Pretest Modul 4.2 Chirurgie

Pretest Modul... > Pretest Chirur... > Fr...

Bei der mit dem roten Punkt markierten Struktur handelt es sich am ehesten um....

- Aorta abdominalis
- Vena lienalis
- Duodenum
- Pankreaskopf
- Colon transversum

Speichern & Zurück Merken & Weiter
Speichern & Weiter



Support Datenschutz Cookies verwalten

Abbildung 12: Frage im Pretest aus der Kategorie Anatomie

Beispielfragen sind in der Abbildung 12 aus der Kategorie Anatomie und Abbildung 13 aus der Kategorie klinische Fälle dargestellt.

CARL VON OSSIETZKY
UNIVERSITÄT
OLDENBURG

Pretest Modul 4.2 Chirurgie

Pretest Modul... > Pretest Chirur... > Fr...

Ein 77-jähriger Patient mit Teerstuhl und Anämie präsentiert diesen CT-Befund. Es handelt sich am ehesten um....

- ein perforiertes Ulkus ventriculi
- tumoröse Raumforderung oberhalb der Blase
- v.a. Raumforderung im Colon ascendens
- einen unauffälligen Befund. Keine weitere Diagnostik erforderlich
- Sigmadivertikulitis mit Blutung

Speichern & Zurück Merken & Weiter
Speichern & Weiter



Support Datenschutz Cookies verwalten

Abbildung 13: Frage im Pretest aus der Kategorie klinische Fälle.

Die Bearbeitung der Fragen fand über die Plattform Smart Zoom® statt. Diese bietet aktuell in der Beta-Version die Möglichkeit einer Quiz-Funktion. Alle Studierenden, die an der Studie teilnahmen, erhielten vor Bearbeitung des ersten Kurses einen Link zum Pretest. Erst nach Absolvierung des Pretests wurde den Studierenden ein Link zum ersten Kurs geschickt. Damit wurde sichergestellt, dass der Pretest zu Studienbeginn ohne Vorbereitung absolviert wurde. Da der Test in Eigenregie ohne zeitliche Vorgaben und theoretisch wie praktisch unter der Nutzung von Hilfsmitteln absolviert werden konnte, wurden die Studierenden explizit darauf hingewiesen, keine Hilfsmittel für die Testdurchführung zu nutzen. Außerdem war der Zugang zum Test zeitlich begrenzt. Unmittelbar nach der Testdurchführung wurden die Studierenden befragt, ob der Test ohne Hilfsmittel durchgeführt wurde. Gab ein Studierender an, Hilfsmittel während des Tests genutzt zu haben, wurde das betreffende Testergebnis für die Auswertung nicht berücksichtigt. Eine nicht beantwortete Frage wurde als falsch gewertet.

Um eine mögliche Verzerrung der Testergebnisse der Online-Testung durch Hilfsmittelnutzung zu minimieren, wurden ein Zeitlimit je Frage von einer Minute gesetzt und jede/r Studierende nach Durchführung des Tests zu einer anonymen Umfrage geleitet, wo das Verhalten während des Tests evaluiert wurde.

Das Ergebnis und die Lösungen der Fragen des Pretests wurden den Studienteilnehmern zunächst nicht mitgeteilt, da der Posttest dieselben Fragen und Antworten - jedoch in verschiedener Reihenfolge - enthielt. Nach Absolvierung von Pre- und Posttest erhielt jeder Studierende eine individuelle Auswertung von Pre- und Posttest mit Anzahl der erzielten Punkte und einer Lösung inklusive Erklärung der einzelnen Fragen.

Sowohl die beiden Vorbereitungskurse als auch Pre- und Posttest wurden von zwei PJ-Studierenden bearbeitet und auf die inhaltliche und zeitliche Angemessenheit für Studierende des vierten Studienjahres hin geprüft.

2.8 Quantitative Analyse

Zur Auswertung im Sinne der quantitativen Analyse wurden die Ergebnisse aus dem Wissenstest, dem Pre- und Posttest herangezogen. Diese Daten wurden mit den Studienleistungen der Studierenden aus dem 2. Studienjahr in den Fächern Anatomie und Gynäkologie/Viszeralchirurgie verglichen.

Der Abschlussfragebogen für die Studierenden wurde eine Woche nach Nutzung des zweiten Tools und damit nach Ende des zweiten Seminars ausgefüllt.

Nach Barr et al. (94) können zur Evaluation mehrere Ebenen berücksichtigt werden:

1. Reaktion der Lernenden (Zufriedenheit der Kursteilnehmenden/Nutzenden)
2. Modifikation von Einstellung/Wahrnehmung
3. Erwerb von Wissen und Fähigkeiten
4. Veränderung von Verhalten
5. Veränderungen in der Praxis
6. Veränderungen für den Patienten, die Patientin

Zu den weiteren, oftmals abgefragten Lernzielergebnissen zählen Wissenserweiterung, Selbstvertrauen, Nutzungserfahrung/-zufriedenheit und klinische Fähigkeiten (95, 96, 97, 98, 99).

Da im Fall der Nutzung von Online-Tools als Vorbereitung auf klinische Seminare nicht alle der oben genannten Ebenen (vgl. Barr et al.) von Bedeutung sind, wurden für die Pilotstudie vor allem die Reaktion der Lernenden, Erwerb von Wissen und eine Veränderung des Verhaltens ausgewählt. Zu bedenken gilt es grundsätzlich, dass die Abfrage von Selbstauskünften zu inneren Zuständen wie Selbstvertrauen oder Verhaltensweisen in der Regel valide abgefragt werden können (100), Selbstauskünfte über eigene Kompetenzen hingegen fehleranfälliger sind (101, 102).

Der Fragebogen wurde eigenständig entwickelt und sowohl durch die beiden Betreuer der Doktorarbeit (PD Dr. med. Amr Soliman und PD Dr. med. Veysel Ödemis) als auch durch einen zum damaligen Zeitpunkt PJ-Studierenden (David Kleiner) auf Klarheit der Fragen und Augenscheinvalidität hin geprüft.

Der Fragebogen selbst teilt sich auf in vier Fragenkategorien: Allgemeine Angaben, Tool 1, Tool 2 und Vergleich der beiden Tools.

In der Kategorie „Allgemeine Angaben“ werden für die Studie obligatorische Daten erhoben wie Alter und Geschlecht der Studienteilnehmer, die Gruppenzugehörigkeit im Jahr vier, das Vorliegen einer Berufsausbildung und falls ja, welcher. Ebenso wird nach der Absolvierung eines anderen Studiums, in welchem anatomisches oder klinisches Wissen vermittelt wird, gefragt. Ebenfalls wichtig zu erfassen für die Aussagekraft der Studie ist eine mögliche Vorerfahrung in der Beurteilung radiologischer Schnittbilder. Diese Angabe reicht von „Keine Vorerfahrung“ bis hin zu „>10 h“ Vorerfahrung in der Beurteilung. Als letztes Item im Teil „Allgemeine Angaben“ wird nach der Teilnahme an ähnlichen Studien gefragt, die anatomische Lehrverfahren erforschen. Falls eine Teilnahme erfolgt ist, wird der Ausfüllende gebeten, Titel und Jahr der Studie zu nennen.

Die Teile zwei und drei des Fragebogens mit den Kategorien „Tool 1“ und „Tool 2“ bilden dieselben Fragen in derselben Reihenfolge ab. Die Kategorien beinhalten jeweils sechs Fragen, wobei zwei der sechs Fragen Matrizen mit jeweils neun Items enthalten (vgl. Abbildung 14).

Bitte bewerten Sie ausschließlich das von Ihnen genutzte Tool, welches Sie in der Frage zuvor angegeben haben.

	Trifft zu	Trifft eher zu	Teils-Teils	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu	Keine Antwort
Die Benutzung des Tools ist selbsterklärend	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>				
Die Handhabung des Tools war einfach.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>				
Das Suchen und Finden von Strukturen fielen mit Hilfe des Tools leicht.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>				
Das Tool war beim Lernen sehr hilfreich.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>				
Das Tool ist eine gute Ergänzung zur Vorbereitung auf die schriftlichen Prüfungen.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>				
Das Tool ist eine sinnvolle Ergänzung im Studium/Modul	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>				
Der zeitliche Umfang des Tools ist für die Umsetzung ausreichend.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>				
Es gab eine gute inhaltliche Interaktion mit Kommilitonen (Mail, Videokonferenz)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>				
Es gab eine gute inhaltliche Interaktion mit Kommilitonen (WhatsApp, Facebook, Instagram)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>				

Abbildung 14: Erste Matrixfrage der Kategorie „Tool 1“ und „Tool 2“ mit neun zu bewertenden Items

Mittels einer Fünf-Punkt-Likert-Skala („trifft zu“ bis „trifft nicht zu“, vgl. Abbildung 14) sollen Aussagen zu Nutzung, Handhabung und Verwendung im Studium bewertet werden. Dies fällt unter die Kategorie Nutzungserfahrung.

Die zweite Matrixfrage dient der Bewertung des Kompetenzerwerbs durch die Nutzung des jeweiligen Tools. Diese Frage fällt in die Kategorien Wissenserweiterung/Erwerb von Wissen, klinischen Fähigkeiten und Nutzungserfahrung. Da es sich ebenfalls um eine Matrixfrage handelt, können die einzelnen Items jeweils einer der Kategorien zugeordnet werden.

Analog zur ersten Matrixfrage werden anhand einer Fünf-Punkt-Likert-Skala verschiedene Aussagen bewertet. Zur Kategorie „Wissenszuwachs“ zählen die Aussagen „Die Erweiterung meines Wissens fiel mir mit Hilfe des Tools leicht“ und „Ich fühle mich nach der Nutzung des Tools sicherer in der Bewertung von Schnittbildgebung“. Da die Bewertung von Schnittbildern eine klinische Fähigkeit ist (103), zählt die letzte Aussage auch zur Kategorie „klinische Fähigkeiten“.

Die Nutzererfahrung wird durch Aussagen wie: „Die gesuchten Strukturen waren einfach zu finden“, „Es findet eine sinnvolle Verknüpfung anatomischer und klinischer Inhalte statt“ sowie „Ich werde das Tool in Zukunft verwenden“ und „Ich werde das Tool weiterempfehlen“ abgefragt.

Die vierte Frage zielt konkret auf die Bewertung der Bedienbarkeit und der Einfachheit in der Anwendung des jeweiligen Tools für den Nutzer ab. Anhand einer Mehrfachauswahl-Frage können Attribute gewählt werden, die nach Meinung des Studierenden auf das Tool zutreffen. Dazu zählen einfache Anwendbarkeit, intuitive/selbsterklärende Nutzung, technische Probleme bei der Nutzung, einfach möglich, Annotationen zu schreiben/zu sehen und Nutzung der Fälle zur Prüfungsvorbereitung. Die Nutzungshäufigkeit wird durch eine Einfachauswahl abgefragt, die Zeiteinheiten liegen zwischen kleiner eine Stunde (selten) bis größer drei Stunden (sehr häufig). Da die Dauer der Bearbeitung aller Aufgaben von verschiedenen Faktoren wie aktueller Wissensstand, genutzten Hilfsmitteln und der Ausführlichkeit/Vollständigkeit der Bearbeitung abhängt, lassen sich keine direkten Rückschlüsse von der Dauer der Nutzung auf die Vollständigkeit der Bearbeitung ziehen. Abschließend soll dem Tool eine Schulnote im Sinne einer ganzen Note zwischen 1 und 6 gegeben werden (1 = sehr gut, 6 = ungenügend).

Tabelle 1: Fragenkategorien und Inhalte des Abschlussfragebogens für die Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer.

Kategorie	Anzahl der Items	Inhalt
Allgemeine Angaben	7	Angaben zu Alter, Geschlecht, Vorerfahrung mit Schnittbildgebung etc.
Tool 1	6	Kompetenzerwerb, Nutzungsverhalten, Bedienbarkeit, Interaktion, Bewertung des Tools
Tool 2	6	Kompetenzerwerb, Nutzungsverhalten, Bedienbarkeit, Interaktion, Bewertung des Tools
Vergleich Tool 1 und 2	5	Vergleich, Empfehlung, Gründe für Empfehlung

Die Fragengruppe zum ersten Tool wiederholt sich in identischem Wortlaut und gleicher Abfolge zum zweiten Tool, welches auch einzeln bewertet wird. Nachdem jedes Tool für sich genommen betrachtet wurde, wird der Studierende in der letzten Fragengruppe aufgefordert, die beiden Tools miteinander zu vergleichen, Empfehlungen auszusprechen und diese zu begründen. Diese Fragengruppe beinhaltet fünf Fragen: eine Matrix-Frage, eine Listenfrage, eine Freitextfrage und zwei Einfachauswahlfragen. Eine Einfachauswahl muss getroffen werden zur Frage, welches Tool der Studierende selbst nach Abschluss der Studie bevorzugt wählen und welches Tool er selbst als Ergänzung klinischer und vorklinischer Module in den Jahren eins bis drei (dem Studienteil bis zum Erwerb des Physikumsäquivalents) einsetzen würde. Die Antwortmöglichkeiten beinhalten aber auch, dass beide Tools gleichermaßen zum Einsatz kommen sollten oder gleichwertig sind.

Hier wurde in den Fragebogen eine Weiche eingebaut: Wählt der Studierende als Empfehlung für den Einsatz in den Jahren eins bis drei „beide in Kombination“, gelangt er direkt zur Frage nach der Interaktivität des Tools. Wird stattdessen ein Tool bevorzugt, öffnet sich eine weitere Frage, in der die Wahl begründet werden soll: Diese Begründung der Empfehlung erfolgt durch die Auswahl von fünf verschiedenen Gründen, die durch die Zahlen eins bis fünf priorisiert werden sollen (1 = höchste Priorität, 5 = niedrigste Priorität). Insgesamt werden acht mögliche Gründe angeboten: einfachere Bedienbarkeit, effektiveres Lernen, interaktiver, bessere Reproduzierbarkeit gefundener Strukturen, Möglichkeit zur Annotation, bessere Möglichkeit zur Wiederholung, effektiveres Finden von Strukturen und bessere Qualität der Präparate/Schnittbilder.

Auf die Möglichkeiten innerhalb des jeweiligen Tools wird in den Kapiteln 1.3 und 1.4 eingegangen. Um einen Vergleich der Bildqualität zu ermöglichen, wurden, wie in den

genannten Kapiteln beschrieben, für die Aufgaben der Kategorie „Anatomie“ in beiden Tools dieselben Bilder verwendet.

Erst danach gelangt der Studierende zur Frage nach der Interaktivität der Tools. Diese Frage zielt darauf ab, zu erkennen, welches Tool das Teilen von Bildern, Links und Lösungen mit Kommilitonen am einfachsten gestaltet. Diese Funktionen werden in den Kapiteln 1.3 und 1.4 näher erläutert.

Zum Abschluss des Fragebogens hat der Studierende die Möglichkeit, in einem Freitextfeld Anmerkungen, Verbesserungsvorschläge und Kritik anzubringen.

Um sicherzustellen, dass eine möglichst hohe Anzahl der Studienteilnehmer den Fragebogen ausfüllt, wurden folgende Punkte berücksichtigt: Bearbeitungsdauer, Verständlichkeit der Fragen, Verständlichkeit der Antworten und die Möglichkeit zur persönlichen Äußerung. Eine Übersicht zu den jeweiligen Fragenkategorien und -inhalten bietet Tabelle 1.

Die Bearbeitungsdauer des Fragebogens beläuft sich auf 5-10 Minuten.

2.9 Qualitative Interviews

Die qualitativen Interviews wurden als teilstrukturierte Interviews vorbereitet und durchgeführt. Zunächst wurde ein Leitfaden erstellt und die Interviewfragen an zwei PJ-Studierenden getestet.

Zielgruppe für die qualitativen Interviews waren in Anbetracht der Studienhypothese nur Studierende, die auch das Tool EasyRadiology® genutzt haben. Folglich kamen Studierende, die am ersten Durchlauf der Studie teilnahmen (Kohorte E, Sommersemester 2020), nicht in Frage. Der Grund hierfür liegt in der primären Zielsetzung der Studie, den Effekt der Nutzung von Sequenzen herauszufinden. Da, wie in Kapitel 2.2 beschrieben, das Tool EasyRadiology® erst ab dem zweiten Durchlauf der Studie eingesetzt wurde, konnten für die Interviews nur Studierende berücksichtigt werden, die EasyRadiology® nutzten.

Vor Beginn des Interviews wurde eine mündliche und schriftliche Einverständniserklärung eingeholt.

Die Interviews wurden mittels Audioaufzeichnung dokumentiert, um einen möglichen Informationsverlust gering zu halten (104). Zur Transkription der aufgezeichneten

Interviews wurde ExpressScribe® v11.00 genutzt. Die weitere Verarbeitung der transkribierten Inhalte fand mit Microsoft® Word v16.68 statt.

Insgesamt wurden vier qualitative Interviews durchgeführt, der zeitliche Aufwand je Interview belief sich auf circa 30 Minuten. Die erfassten Daten wurden anonym ausgewertet. Ein Nachteil für den weiteren Studienverlauf durch die Teilnahme an einem Interview entstand nicht.

Der Leitfaden enthielt offene Fragen zur Vergleichbarkeit der Tools EasyRadiology® und Smart Zoom®, zur Nutzungspräferenz inklusive Begründung, zur inhaltlichen Gestaltung der Vorbereitungskurse, zum fachlichen Zugewinn durch Nutzung der Tools und Zukunftsempfehlungen. Geschlossene Fragen wurden nicht in den Leitfaden aufgenommen, wurden im Verlauf der Interviews aber teilweise gestellt, um eine klare Aussage z.B. zur Reaktivierung von Vorwissen durch Toolnutzung zu erhalten.

Die Antworten der Interviewten wurden zur Auswertung sowohl induktiv als auch deduktiv kategorisiert in „Verbesserungsmöglichkeiten“, „Nutzungserlebnis“, „Wissenserwerb“ und „weitere Anwendungsoptionen“. Eine qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (105) wurde durchgeführt, eine Reliabilitätsprüfung fand nicht statt.

Nach Transkription wurde die aufgenommene Audiodatei gelöscht, anhand der Transkripte ist keine Zuordnung zu einer Person mehr möglich.

3 Ergebnisse

3.1 Erster Durchlauf

Für den ersten Durchlauf der Studie war zunächst das auf Abbildung 3 gezeigte Vorgehen geplant. Durch Entwicklungsverzögerungen des Tools EasyRadiology® konnte dieses zum damaligen Zeitpunkt (Frühjahr 2020) noch nicht eingesetzt werden. Entsprechend wurde das auf Abbildung 2 gezeigte Vorgehen gewählt. Die beschriebenen Ergebnisse im Kapitel 3.1 beziehen sich auf die erhobenen Daten der Kohorte E (Sommersemester 2020).

Bekanntermaßen kam es durch den Beginn (März 2020) der Pandemie durch das SARS-CoV-2 zu weltweiten Einschränkungen, so auch im universitären Betrieb der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Präsenzveranstaltungen wurden auf Online-Formate umgestellt, abgesagt oder durch die Aushändigung von Lehrmaterial ersetzt. Für die Durchführung der Studie bedeutete dies konkret, dass nur eine von vier Gruppen die Seminare, Wissensüberprüfung und Studienevaluation in Präsenz und unter Aufsicht durchführen konnte, für die verbliebenen drei Gruppen erfolgte dieser Prozess online.

Die Gesamtgruppenstärke der zu Beginn auf das Tool Pathozoom® randomisierten Studierenden belief sich auf 14, zwei Teilnehmende nahmen nicht an der Wissensüberprüfung teil, füllten aber den Abschlussfragenbogen aus. 12 Studierende nutzten initial das Tool Smart Zoom®.

42,4% der Studienteilnehmenden haben vor Beginn des Studiums eine Berufsausbildung absolviert.

Der Anteil der Studierenden mit mehr als zehn Stunden Vorerfahrung in der Bewertung von Schnittbildern betrug lediglich 11,5%. 34,6% hatten zum Zeitpunkt der Umfrage weniger als zehn Stunden Vorerfahrung, 53,8% der Studierenden machten hierzu keine Angaben.

76,9 % der Teilnehmenden waren weiblich, 23,1% männlich, keine divers. 73% der Teilnehmenden waren zwischen 18 und 29 Jahren alt, 11,5% zwischen 30 und 39 Jahren, 15,3% machten hierzu keine Angaben.

Einen detaillierten Überblick über die Gruppenmerkmale gibt Tabelle 2.

Tabelle 2: Merkmale der beiden Studiengruppen „Smart Zoom®“ und „Pathozoom®“ der Kohorte E für den ersten Studiendurchlauf im Sommersemester 2020.

	Gesamt (n=26)	Smart Zoom® (n=12)	Pathozoom® (n=14)
Weiblich n (%)	20 (76,9)	8 (66,6)	12 (85,7)
Männlich n (%)	6 (23,1)	4 (33,3)	2 (14,3)
Divers n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
vorherige Berufsausbildung n (%)	11 (42,4)	4 (33,3)	7 (50)
keine vorherige Berufsausbildung n (%)	15 (57,6)	8 (66,6)	7 (50)
Altersstruktur			
18-29 Jahre n (%)	19 (73)	10 (83,3)	9 (64,3)
30-39 Jahre n (%)	3 (11,5)	1 (8,3)	2 (14,3)
Keine Angaben	4 (15,3)	1 (8,3)	3 (21,4)
Vorerfahrung Beurteilung Schnittbildgebung			
< 1 Stunde n (%)	3 (11,5)	0 (0)	3 (21,4)
1-5 Stunden n (%)	4 (15,3)	3 (25)	1 (7,1)
5-10 Stunden n (%)	2 (7,6)	0 (0)	2 (14,3)
> 10 Stunden n (%)	3 (11,5)	1 (8,3)	2 (14,3)
Keine Angaben	14 (53,8)	8 (66,3)	6 (42,6)
Dropouts n (%)	2 (7,6)	0 (0)	2 (14,3)

3.1.1 Wissensüberprüfung

Nach der Nutzung des jeweiligen Tools absolvierten die Studierenden die Wissensüberprüfung (zehn Fragen Anatomie, fünf klinische Fragen). Die Studierenden, welche Pathozoom® als Erstes nutzten, erzielten ein mittleres Ergebnis von 77,9% ($\pm 9,2\%$) richtig beantworteten Fragen; die Studierenden, welche Smart Zoom® zuerst nutzten, beantworteten in Mittel 71,3% ($\pm 12,8\%$) der Fragen korrekt (vgl. Tabelle 3). Dies entspricht 10,7 ($\pm 1,9$) korrekt beantworteter Fragen für die Gruppe Smart Zoom® und 11,7 ($\pm 1,4$) für die Gruppe Pathozoom®.

In der Fragenkategorie Anatomie wurde von der Gruppe Pathozoom® im Mittel 7,3 ($\pm 1,93$) von 10 Fragen korrekt beantwortet, von der Gruppe „Smart Zoom®“ waren es 6,25 ($\pm 1,9$) Fragen.

Von fünf gestellten klinischen Fragen wurden 4,5 ($\pm 0,5$) von der Gruppe „Pathozoom®“ und 4,41 ($\pm 0,8$) Fragen von der Gruppe „Smart Zoom®“ durchschnittlich richtig beantwortet.

Die mittlere Anzahl der - je Kategorie - richtig beantworteten Fragen in Prozent findet sich in Tabelle 3.

Tabelle 3: Ergebnisse der Gruppen „Pathozoom®“ und „Smart Zoom®“ in Prozent in den beiden Fragenkategorien Anatomie und Klinische Fälle sowie das Gesamtergebnis. Die Mittelwerte sind in Prozent angegeben, in Klammern befindet sich die Standardabweichung.

	Gruppe Smart Zoom® (n=12)	Gruppe Pathozoom® (n=12)
Anatomiefragen % (SD)	62,5 (±19,1)	73,3 (± 13,0)
Klinische Fragen % (SD)	88,2 (±15,8)	90,0 (±10,4)
Gesamt % (SD)	71,3 (±12,8)	77,9 (±9,2)

Die Gruppe Pathozoom® erzielte über die ersten drei Studienjahre (Wintersemester 2016/17-Sommersemester 2019) in den für die Pilotstudie relevanten Fächern Gynäkologie und Anatomie ein mittleres Ergebnis von 84,6% richtig beantworteter Prüfungsfragen, die Gruppe Smart Zoom® beantwortete 80,3% der Fragen korrekt. Dieses Ergebnis korreliert mit dem Ergebnis der Wissensprüfung, in welcher die Gruppe Pathozoom® ebenfalls ein besseres Ergebnis erreichte (77,9% vs. 71,3%).

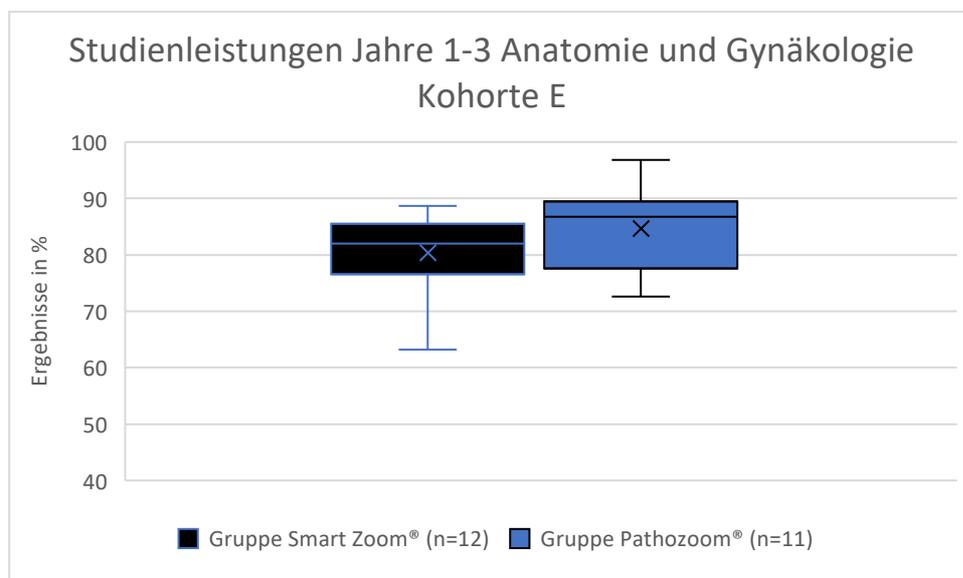


Abbildung 15: Boxplots der Gruppenergebnisse der beiden Studiengruppen Smart Zoom® und Pathozoom® in den ersten drei Studienjahren in den Fächern Anatomie und Gynäkologie. Anzahl der Studierenden Gruppe Smart Zoom® (n=12), Gruppe Pathozoom® (n=11)

Abbildung 15 und Tabelle 4 geben einen Überblick über die Studienleistungen der beiden Studiengruppen innerhalb der ersten drei Jahre (1.-6. Semester, Wintersemester 2016/17- Sommersemester 2019). In der Gruppe Pathozoom® konnten die Ergebnisse einer Person nicht zu Auswertung herangezogen werden, da die relevante Prüfungsleistung in einer anderen Kohorte zu einem späteren Zeitpunkt erbracht wurde.

Tabelle 4: Überblick über die erzielten Studienleistungen der beiden Gruppen Smart Zoom® und Pathozoom® in den für die Studie relevanten Fächern aus den Studienjahren eins bis drei. Die Mittelwerte sind in Prozent angegeben, in Klammern befindet sich die Standardabweichung.

	Gruppe Smart Zoom® (n=12)	Gruppe Pathozoom® (n=11)
Anatomiefragen % (SD)	79,1 (±9,8)	86,5 (±7,9)
Klinische Fragen % (SD)	80,7 (±8,9)	84,1 (±8,6)
Gesamt % (SD)	80,3 (±7,1)	84,6(±7,3)

Nicht nur korreliert das Gesamtergebnis der Wissensüberprüfung mit den erbrachten Studienleistungen der beiden Gruppen, auch zeigt sich in den beiden Unterkategorien ein jeweils vergleichbares Ergebnis. So ist die Differenz zwischen den beiden Gruppen sowohl in den vorangegangenen Studienleistungen als auch in der Wissensüberprüfung im Bereich Anatomie größer als im Bereich Klinik.

3.1.2 Kenntniserwerb

In Bezug auf Kenntniserwerb, Handhabung der Tools und die dem jeweiligen Tool vergebene Gesamtnote konnten keine wesentlichen Unterschiede festgestellt werden. Anhand einer Fünf-Punkt-Likert-Skala bewerteten die Studierenden die in Abbildung 16 gezeigten Items von: *stimme überhaupt nicht zu* (1) bis *stimme voll zu* (5).

Kein Unterschied fand sich in der angegebenen Sicherheit zur Bewertung radiologischer Schnittbildgebung (Pathozoom® 3,8 vs. Smart Zoom® 3,9). In den Freitextbemerkungen der Abschlussumfrage wurde jedoch von der Gruppe Smart Zoom® gehäuft eine nicht ausreichende Bildqualität bemängelt, was auf einen möglichen Einfluss auf die Angaben bezüglich der Nutzungszufriedenheit hinweist.

Bei den Items „Besseres Verständnis klinischer Zusammenhänge“ (Pathozoom® 3,9 vs. 3,9 Smart Zoom®), „erleichterte Verknüpfung von klinischen und anatomischen Inhalten“ (Pathozoom® 4,4 vs. 4,3 Smart Zoom®) und „Erweiterung radiologischer Kenntnisse“ (Pathozoom® 4,2 vs. 3,9 Smart Zoom®) waren keine Differenzen von mehr als 0,3 Punkten auf der Fünf-Punkt-Likert-Skala festzustellen. Auf der Abbildung 16 finden sich die Mittelwerte der jeweiligen Kategorien.

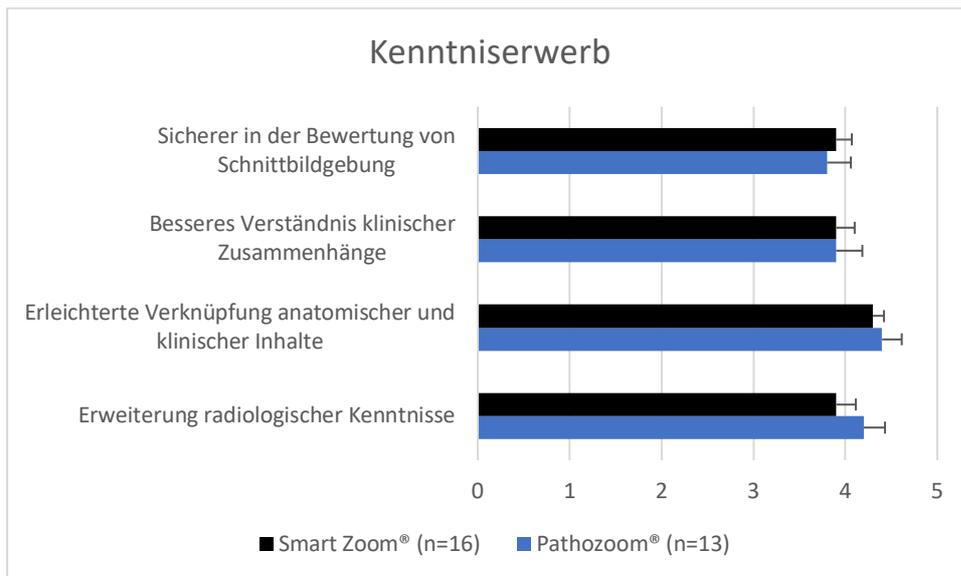


Abbildung 16: Einschätzung der Studierenden der Kohorte E (Sommersemester 2020) bezüglich des Kenntniserwerbs durch Nutzung des jeweiligen Tools. Die Einschätzung wurde anhand einer Fünf-Punkt-Likert-Skala vorgenommen (1=stimme überhaupt nicht zu, 5= stimme voll zu). Die Punktwerte sind angegeben als Mittelwert \pm Standardfehler des Mittelwertes. Anzahl der Rückmeldungen: Smart Zoom® (n=16), Pathozoom® (n=13).

Für beide Tools wurde im Hinblick auf den Bereich Kenntniserwerb durch die Studierenden exakt dieselbe Durchschnittsnote vergeben, gemittelt eine 2,2. Die Bewertung wurde anhand eines klassischen Schulnotenvergabesystems von 1 (sehr gut) bis 6 (ungenügend) in ganzen Noten vorgenommen.

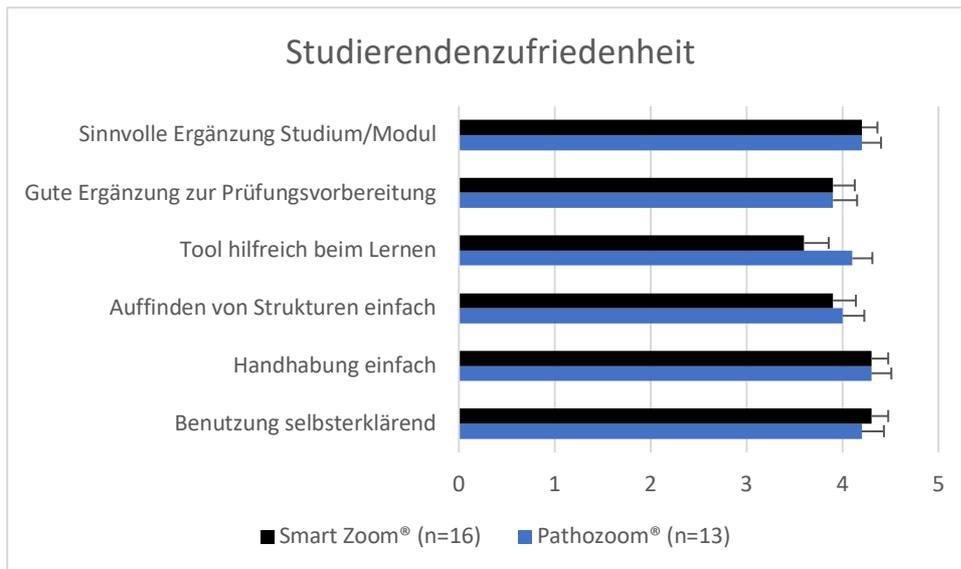


Abbildung 17: Einschätzung der Studierenden der Kohorte E (Sommersemester 2020) bezüglich der Nutzungszufriedenheit des jeweiligen Tools. Die Einschätzung wurde anhand einer Fünf-Punkt-Likert-Skala vorgenommen (1=stimme überhaupt nicht zu, 5= stimme voll zu). Die Punktwerte sind angegeben als Mittelwert \pm Standardfehler des Mittelwertes. Anzahl der Rückmeldungen: Smart Zoom® (n=16), Pathozoom® (n=13).

Zudem bewerten die Studierenden ihre Zufriedenheit mit den Tools.

Insgesamt zeigen sich nur unwesentliche Unterschiede zwischen den beiden Tools in der Bewertung durch die Studierenden (vgl. Abbildung 17). Beide Tools werden als eine sinnvolle Ergänzung während des Studiums erachtet ohne klare Präferenz eines der beiden Tools.

3.1.3 Feedback und Verbesserungsansätze

Im Wesentlichen diente der erste Durchlauf der Studie dazu, das Studiendesign zu testen und Feedback zu sammeln, um das Studiendesign und das nachfolgende Kursformat zu verbessern.

Rückmeldung wurde unter anderem in folgenden Bereichen eingeholt:

- Verbesserungen im Bereich der Bildqualität für die Kurse erforderlich
- Verkürzung des Abschlussfragebogens (vgl. Kapitel 2.8)
- Eine Testung vor sowie nach Nutzung der Tools wurde als hilfreich angesehen, um eine Verbesserung der persönlichen Leistung zu erkennen

Diese Kritikpunkte wurden bei der Planung der weiteren Durchläufe berücksichtigt und eine entsprechende Anpassung des Studiendesigns vorgenommen (vgl. hierzu Kapitel 2.2, Abbildung 3).

Gekürzt wurde der Abschlussfragebogen um die Fragen nach inhaltlicher Interaktion über Mail oder soziale Medien und nach der Nutzung anderer Lehrmaterialien.

Gründe hierfür sind die zum Studienzeitpunkt noch nicht vorhandenen Möglichkeiten der Gruppenannotationen und sowie die Einsicht in Annotationen anderer Studierender.

3.2 Durchführung des zweiten und dritten Durchlaufs der Pilotstudie

3.2.1 Allgemeine Angaben zu den Kohorten F und G

Alle Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer, die den Abschlussfragebogen ausfüllten (n=17), befanden sich im Alter zwischen 18 und 34 Jahren; wesentliche Altersunterschiede zwischen den Gruppen Smart Zoom® alleine und Smart Zoom® mit EasyRadiology® bestanden nicht. Eine Übersicht über die Merkmale der beiden Studiengruppen liefert Tabelle 5.

Tabelle 5: Merkmale der beiden Studiengruppen „Smart Zoom® mit EasyRadiology®“ und „Smart Zoom® alleine“ bestehend sowohl aus Studierenden der Kohorte F (Sommersemester 2021) sowie G (Wintersemester 2021/2022). Auf Grund der geringen Fallzahl wird keine weitere Unterteilung der Studiengruppen zu den jeweiligen Kohorten vorgenommen.

	Gesamt (n=17)	Smart Zoom® mit EasyRadiology® (n=10)	Smart Zoom® alleine (n=7)
Weiblich n (%)	12 (70,6)	7 (70)	5 (71,4)
Männlich n (%)	5 (29,4)	3 (30)	2 (28,6)
Divers n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Keine Angaben	0 (0)	0 (0)	0 (0)
vorherige Berufsausbildung n (%)	8 (47,1)	7 (70)	1 (14,3)
keine vorherige Berufsausbildung n (%)	9 (52,9)	3 (30)	6 (85,7)
Altersstruktur			
18-24 Jahre n (%)	6 (35,3)	3 (30)	3 (42,9)
25-34 Jahre n (%)	8 (47,1)	7 (70)	1 (14,3)
Keine Angaben	3 (17,6)	0 (0)	3 (42,9)
Vorerfahrung Beurteilung Schnittbildgebung			
Keine Vorerfahrung	2 (13,3)	1 (12,5)	1 (14,3)
< 1 Stunde n (%)	1 (6,6)	0 (0)	1 (14,3)

1-5 Stunden n (%)	4 (26,6)	2 (25)	2 (28,6)
5-10 Stunden n (%)	3 (20)	2 (25)	1 (14,3)
> zehn Stunden n (%)	5 (33,3)	3 (37,5)	2 (28,6)
Keine Angaben	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Dropouts n	4		

70,6% der Teilnehmenden waren weiblich, 29,4% männlich.

33,3% der Studierenden gaben an, mehr als zehn Stunden Vorerfahrung in der Beurteilung radiologischer Schnittbildgebung zu haben, darunter befanden sich ausschließlich Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer mit vorangegangener Berufsausbildung. 4 Studierende, die sich zur Teilnahme an der Studie gemeldet hatten, sagten vor Beginn der Studie ihre Teilnahme wieder ab.

3.2.2 Kenntniserwerb subjektiv, Handhabung der Tools und Nutzung zur Seminarvorbereitung

Mittels Fünf-Punkt-Likert-Skala (1= stimme gar nicht zu, 2 = stimme eher nicht zu, 3 =teils-teils, 4=stimme eher zu, 5= stimme voll zu) konnten die Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer, die in Abbildung 18 gezeigten Items zum eigenen Kenntniserwerb durch die Nutzung der Tools bewerten.

Besonders in Bezug auf die Erweiterung der radiologischen Kenntnisse war ein Unterschied von mehr als einem Punkt auf der Likert-Skala festzustellen (4,78 EasyRadiology® in Kombination mit Smart Zoom® vs. 3,63 Smart Zoom® alleine). Auch für das Verständnis klinisch-anatomischer Zusammenhänge (4,57 EasyRadiology® in Kombination mit Smart Zoom® vs. 3,73 Smart Zoom® alleine), die Erweiterung anatomischer Kenntnisse (4,78 EasyRadiology® in Kombination mit Smart Zoom® vs. 3,8 Smart Zoom® alleine) und die Sicherheit in der Bewertung radiologischer Schnittbildgebung (4,28 EasyRadiology® in Kombination mit Smart Zoom® vs. 3,18 Smart Zoom® alleine) überwogen die Vorteile der kombinierten Nutzung von EasyRadiology® in Kombination mit Smart Zoom® im Vergleich zur alleinigen Nutzung von Smart Zoom®.

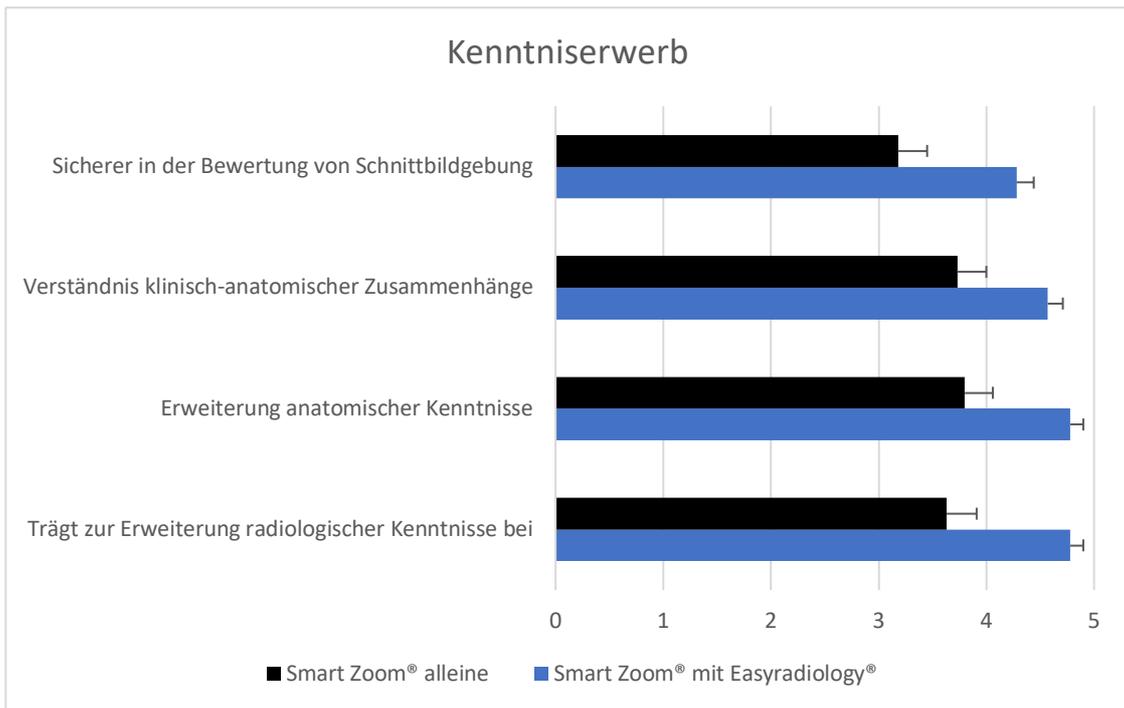


Abbildung 18: Einschätzung der Studierenden bezüglich des Kenntniserwerbs durch Nutzung des jeweiligen Tools. Die Einschätzung wurde anhand einer Fünf-Punkt-Likert-Skala vorgenommen (1=stimme überhaupt nicht zu, 5= stimme voll zu). Die Punktwerte sind angegeben als Mittelwert \pm Standardfehler des Mittelwertes. Anzahl der Rückmeldungen: Smart Zoom® allein (n=11), EasyRadiology® in Kombination mit Smart Zoom® (n=14).

Die von Kalludi et al. (74) beschriebene Komplexität, erforderliche Lernkurve und Zeit, insbesondere im Umgang mit digitalen Lerntools, wurden durch die Studierenden teilweise bestätigt. Der Umgang mit dem bereits bekannten Tool Smart Zoom® fiel den Studierenden leichter; Das Tool EasyRadiology® erscheint den Studierenden etwas komplexer in der Nutzung (vgl. Abbildung 19).

So erscheint das Tool Smart Zoom® den Studierenden selbsterklärender (4,4 vs. 4,0); Annotationen können in Smart Zoom® leichter hinzugefügt werden (4,25 vs. 3,2).

Die Handhabung hingegen ist in beiden Tools einfach möglich (4,38 EasyRadiology in Kombination mit Smart Zoom vs. 4,5 Smart Zoom alleine).

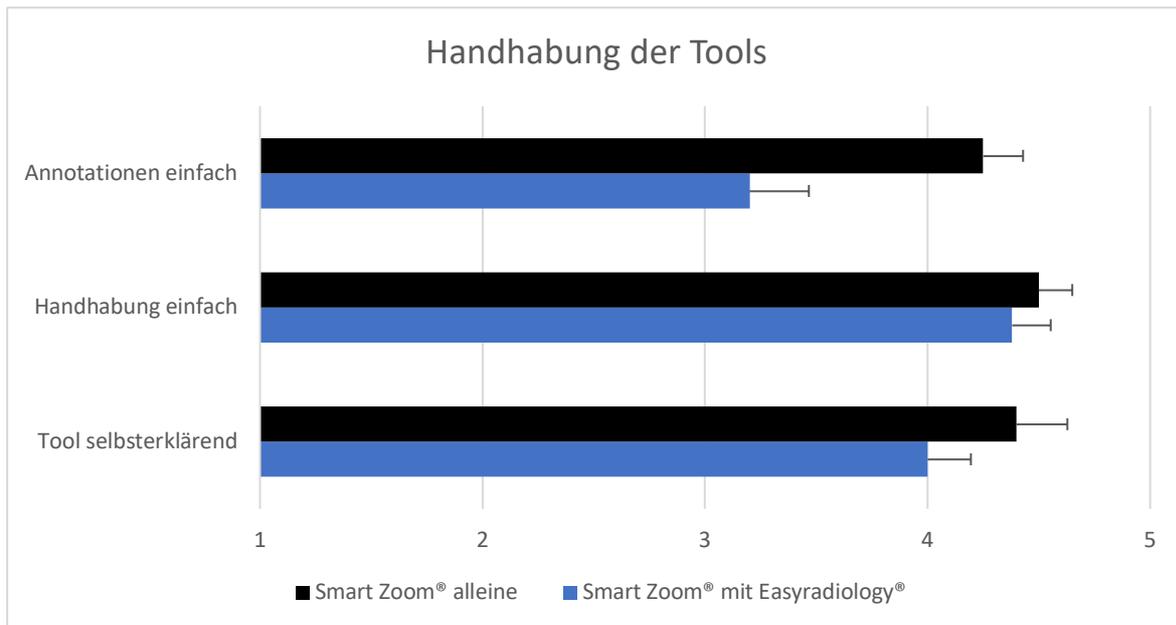


Abbildung 19: Einschätzung der Studierenden bezüglich der Handhabung des jeweiligen Tools. Die Einschätzung wurde anhand einer Fünf-Punkt-Likert-Skala vorgenommen (1=stimme überhaupt nicht zu, 5= stimme voll zu). Die Punktwerte sind angegeben als Mittelwert \pm Standardfehler des Mittelwertes. Anzahl der Rückmeldungen: Smart Zoom® alleine (n=12), EasyRadiology® in Kombination mit Smart Zoom® (n=14).

Zuletzt wurden die Studierenden gebeten, die Tools in Bezug auf die Nutzung z.B. zur Vor- und Nachbereitung anderer Seminare, von Prüfungen und auf die Ergänzung im Studium zu bewerten. Auch hier wurde die Kombination aus Smart Zoom® und EasyRadiology® durchgehend besser bewertet als die alleinige Nutzung von Smart Zoom® (vgl. Abbildung 20).

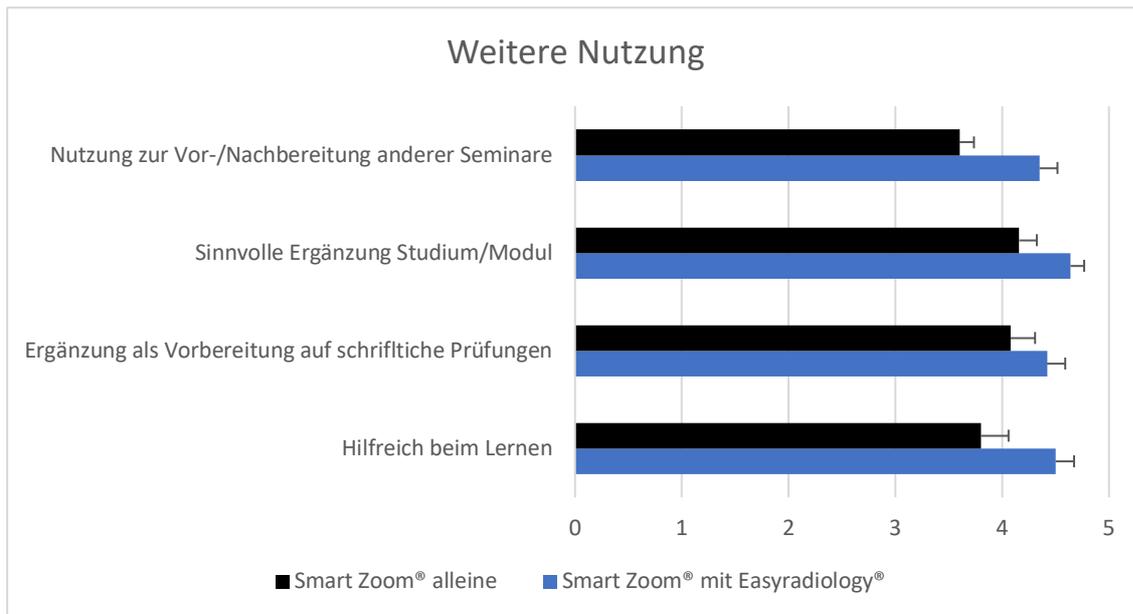


Abbildung 20: Einschätzung der Studierenden bezüglich weiterer Nutzungsoptionen des jeweiligen Tools. Die Einschätzung wurde anhand einer Fünf-Punkt-Likert-Skala vorgenommen (1=stimme überhaupt nicht zu, 5= stimme voll zu). Die Punktwerte sind angegeben als Mittelwert \pm Standardfehler des Mittelwertes. Anzahl der Rückmeldungen: Smart Zoom® alleine (n=12), EasyRadiology® in Kombination mit Smart Zoom® (n=14).

Mehr als 90% der Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer halten die Kombination aus EasyRadiology und Smart Zoom® für eine sinnvolle Modulergänzung und würden die Tools auch als Vorbereitung auf schriftliche Prüfungen nutzen. Ebenso stimmen 90% der Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer der Aussage zu, dass sie die Kombination aus EasyRadiology® und Smart Zoom® auch zur Vorbereitung anderer Seminare nutzen würden. Alle Studierenden stimmten der Aussage voll oder eher zu, dass sie die Kombination aus EasyRadiology® und Smart Zoom® zur Vor- und Nachbereitung während klinischer Blockpraktika nutzen würden, gäbe es ein entsprechendes Angebot.

Bei den für die Tools vergebenen Gesamtnoten schneidet die Kombination aus beiden Tools deutlich besser ab als Smart Zoom® alleine (1,6 vs. 2,4).

Letztlich konnten jeder Studierende und jede Studierende sowohl der Kohorte F als auch der Kohorte G die Tools nutzen und Feedback geben. Genutzt wurde die Möglichkeit zum Feedback allerdings nur von Studierenden, die auch an der Studie teilnahmen.

3.2.3 Kenntniserwerb objektiv

Vor und nach Nutzung des ersten Tools führten die Studierenden einen Multiple Choice Test mit insgesamt 20 radiologischen Bildfragen durch. Zehn der Fragen bezogen sich auf radiologische Anatomie, zehn auf klinische Fälle.

Die Gruppe der Studierenden, welche die Kombination aus Smart Zoom® und EasyRadiology® nutzte, erzielte im Pretest ein mittleres Ergebnis von 64,5% ($\pm 18,2$) richtiger Antworten, die Gruppe Smart Zoom® alleine kam auf 71,5% ($\pm 21,6$). Im Posttest verbesserten sich beide Gruppen: Die Gruppe, welche die Kombination aus Smart Zoom® und EasyRadiology® nutzte, erzielte ein mittleres Ergebnis von 73% ($\pm 14,6$) richtig beantworteter Fragen, die Gruppe, die nur Smart Zoom® nutzte, kam auf 80% ($\pm 12,6$) richtiger Antworten.

Betrachtet man die richtig beantworteten Fragen je Kategorie (Anatomie und klinische Fälle), ist ein größerer Zuwachs an richtig gegebenen Antworten im Bereich Anatomie zu verzeichnen (Verbesserung um 15,7% durch die Kombination aus Smart Zoom® und EasyRadiology®, 11,6% durch Smart Zoom®, vgl. Tabelle 6).

Tabelle 6: Ergebnisse der Gruppen „Smart Zoom® mit EasyRadiology®“ und „Smart Zoom® alleine“ in Prozent in den beiden Fragenkategorien Anatomie und Klinische Fälle sowie das Gesamtergebnis. Die Mittelwerte sind in Prozent angegeben, in Klammern befindet sich die Standardabweichung.

	Pretest		Posttest	
	Smart Zoom® mit EasyRadiology® (n=10)	Smart Zoom® alleine (n=6)	Smart Zoom® mit EasyRadiology® (n=10)	Smart Zoom® alleine (n=6)
Anatomiefragen % (SD)	71 ($\pm 18,5$)	76,7 ($\pm 13,7$)	86 ($\pm 13,5$)	88,3 ($\pm 9,8$)
Klinische Fragen % (SD)	58 ($\pm 20,4$)	66,7 ($\pm 16,3$)	60 ($\pm 22,6$)	71,7 ($\pm 22,3$)
Gesamt % (SD)	64,5 ($\pm 18,2$)	71,5 ($\pm 21,6$)	73 ($\pm 14,6$)	80 ($\pm 12,6$)

Verglichen mit den Studienleistungen der beiden Gruppen aus dem vorklinischen Teil des Studiums in den für die Untersuchung relevanten Fächern (Anatomie, Chirurgie, Gynäkologie) fanden sich folgende Ergebnisse:

Die Gruppe, welche nur Smart Zoom® nutzte, erzielte ein Gesamtgruppenergebnis von im Mittel 84,8% ($\pm 6,9$); die Gruppe, welche die Kombination der Tools nutzte, kam in den vorangegangenen Studienjahren auf ein mittleres Ergebnis von 84,2% ($\pm 10,2$) richtig beantworteter Prüfungsfragen in den Fächern Anatomie und Chirurgie.

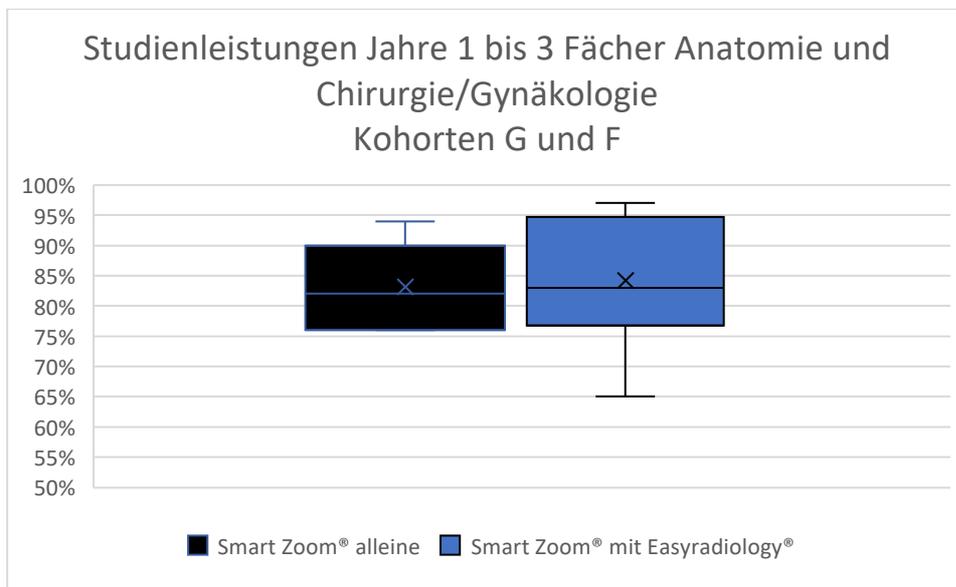


Abbildung 21: Boxplot der Gesamtergebnisse der beiden Studiengruppen „Smart Zoom® alleine“ und „Smart Zoom® mit EasyRadiology®“ aus den vorklinischen Jahren 1-3 in den Fächern Anatomie und Viszeralchirurgie/Gynäkologie (kombiniert). Im Mittel erreichte die Gruppe „Smart Zoom® alleine“ ein Ergebnis von 84,8% korrekt beantworteter Prüfungsfragen, die Gruppe „Smart Zoom® mit EasyRadiology®“ 84,2%.

Betrachtet man nun die richtig beantworteten Fragen der jeweiligen Fächer einzeln, zeigten sich auch hier keine wesentlichen Unterschiede:

Im Fachbereich Anatomie beantwortete die Gruppe Smart Zoom® alleine im Mittel 82,2% ($\pm 7,8$) der gestellten Fragen richtig, in den klinischen Fächern Chirurgie und Gynäkologie waren es sogar 95,5% ($\pm 8,7$).

Im Vergleich dazu wurden von der Gruppe Smart Zoom® mit EasyRadiology® im Fragenbereich Anatomie im Mittel 83,2% ($\pm 10,5$) der Fragen korrekt beantwortet, in den klinischen Fächern 90,4% ($\pm 16,6$). Eine Gegenüberstellung bietet Tabelle 7.

Bei nahezu identischen Vorleistungen beider Gruppen in den ersten drei Jahren des Studiums zeigten sich in den Gesamtergebnissen des Pre- und Posttests hingegen Leistungsunterschiede von 7% (Pretest 64,5% vs. 71,5%) und 7% (Posttest 73% vs. 80%) zu Gunsten der Gruppe Smart Zoom® alleine (vgl. Tabelle 6).

Tabelle 7: Vorleistungen der beiden Gruppen in den für die Studie relevanten Fächern Anatomie und Viszeralchirurgie/Gynäkologie (zusammengefasst unter „Klinische Fragen“) in den Studienjahren eins bis drei. Die Mittelwerte sind in Prozent angegeben, in Klammern befindet sich die Standardabweichung.

	Gruppe Smart Zoom® alleine (n=7)	Gruppe Smart Zoom® mit EasyRadiology® (n=10)
Anatomiefragen % (SD)	82,2 (±7,8)	83,2 (±10,5)
Klinische Fragen % (SD)	95,5 (±8,7)	90,4 (±16,6)
Gesamt % (SD)	84,8 (±6,9)	84,2 (±10,2)

3.3 Weitere Nutzung

Studierenden im Praktischen Jahr (PJ) wurde ebenso wie Studierenden im vierten Ausbildungsjahr die Möglichkeit gegeben, während ihres Pflicht-Tertials Chirurgie die Online-Kurse zur Vor- und Nachbereitung klinischer Inhalte zu nutzen. Hierfür wurden die bestehenden Kurse für das vierte Studienjahr gebündelt und über eine separate Landingpage bereitgestellt. Eine Überprüfung im Sinne eines Pre- oder Posttests fand nicht statt. Studierende, die das Angebot wahrnahmen, konnten an einem qualitativen Interview (vgl. Kapitel 3.4) partizipieren, um Feedback zur Nutzung zu geben. Insgesamt nutzte ein Studierender die Möglichkeit, ein qualitatives Interview durchzuführen. Die Kurse wurden von fünf PJ-Studierenden während ihres Chirurgie-Tertials genutzt.

3.4 Qualitative Interviews

Vier Studierende wurden mittels semistrukturierter Interviews zur Nutzung von Smart Zoom® und EasyRadiology® befragt. Alle vier Studierenden waren männlich. Die Befragung fand in einem maximalen zeitlichen Abstand von drei Monaten zur letzten Toolnutzung oder zur Studiendurchführung statt.

Die Antworten der Interviewten wurden zur Auswertung sowohl induktiv als auch deduktiv kategorisiert in „Verbesserungsmöglichkeiten“, „Nutzungserlebnis“, „Wissenserwerb“ und „weitere Anwendungsoptionen“.

In der Kategorie „Verbesserungsmöglichkeiten“ wurde von allen Studierenden Bezug genommen auf die fehlende Funktion des direkten Feedbacks im Sinne einer ROI-Annotation mit konsekutivem Feedback, ob die gesetzte Annotation richtig gewählt wurde. Hier wurde bemängelt, dass eine solche Überprüfung erst auf einer Folgefolie/einem Folgebild möglich war.

„Eigene Annotationen in EasyRadiology wären cool. ROI-Annotationen und ein direktes Feedback, ob meine Annotation richtig ist, wären super. Das Gleiche fände ich auch für die Standbilder bei Smart Zoom gut.“

Ein Studierender nahm in diesem Kontext Bezug auf eine Verbesserung der Interaktivität, da unmittelbares Feedback zu genauerer Problembetrachtung und -lösung führen könne. Die gegebenen Fälle wurden als angemessen für den aktuellen Wissensstand empfunden, eine Erweiterung der Fälle mit zusätzlichen Informationen und weiteren Aufgaben wurde von zwei Studierenden als sinnvoll erachtet.

„Vielleicht kann man die Fälle noch mehr ausweiten. Die Fälle waren nicht zu komplex. Der Inhalt war meinem Wissensstand angemessen. Wenn es dann noch weitergehen würde, würde mir das vielleicht noch mehr bringen.“

Ein Studierender schlug vor, das Tool EasyRadiology® schon im zweiten Jahr des Studiums zu implementieren, da hier bereits ein gewisses anatomisches Grundwissen zur Verfügung sei, was einem die Beurteilung von radiologischen Sequenzen erleichtere. Außerdem beginnen im dritten Semester des Studiengangs

Humanmedizin die klinisch-radiologischen Seminare, was ebenfalls ein guter Anknüpfungspunkt zur Implementierung von EasyRadiology® sei.

„Ich glaube, im zweiten Jahre hätte ich mir das auch schon gewünscht. Im ersten Jahr braucht man noch die Basics. Da ist das noch zu früh. Aber im zweiten Jahr hat man schon ein gewisses Grundwissen. Und im zweiten Jahr wird ja auch viel Anatomie wiederholt und die radiologischen Seminare starten. Da wäre ein guter Zeitpunkt, das einzusetzen.“

Als ein weiterer Kritikpunkt wurde die fehlende Möglichkeit der Vollbilddarstellung ohne störende Elemente an den Seiten genannt. Hierdurch sei eine „realistischere“ Darstellung ähnlich einer radiologischen Untersuchung in der Klinik möglich.

Das Nutzungserlebnis wurde von allen Interviewten als intuitiv und einfach empfunden. Als besonders positiv wurde die Möglichkeit auf der Plattform EasyRadiology® hervorgehoben, alle drei Ebenen parallel zu betrachten und bei der Durchsicht einer Ebene eine mitlaufende Höhenlinie auf den beiden anderen Ebenen zu sehen. Dies ermögliche eine leichtere Orientierung, insbesondere „das Umdenken von der axialen in die coronare Ebene“ sei zwei Studierenden dadurch leichter gefallen.

Ein Studierender beschrieb, dass die Nutzung von EasyRadiology® nicht zu einem besseren Verständnis anatomischer Strukturen bei ihm geführt habe, dafür wurde jedoch nicht die mangelnde Qualität der Sequenzen oder des Tools verantwortlich gemacht, sondern ein bereits vorhandenes breites radiologisches Vorwissen durch eine radiologisch-technische Assistentenausbildung.

Bezüglich des Punktes Wissenserwerb erwähnten alle Studierenden den positiven Einfluss von EasyRadiology® auf das dreidimensionale Vorstellungsvermögen und auf das bessere Verständnis anatomischer Lagebeziehungen von Strukturen zueinander.

„Das Tool ergibt für mich in der Anatomie super viel Sinn. Es wird ja viel darüber gesprochen, dass man wissen soll, wie die Strukturen zueinander liegen. Und wenn

*man da nur 2D-Bilder-Standbilder hat, da ist das viel schwieriger sich zu überlegen,
wie ist das Ganze dreidimensional.“*

Auch die vorgefertigten Annotationen wurden als hilfreich zur Überprüfung des eigenen Wissens empfunden, da schnell die eigene Vermutung zu einer Struktur verifiziert oder falsifiziert werden konnte. Gerade im Vergleich zu einem Standbild wie bei Smart Zoom® wurde der bessere Überblick und die Möglichkeit der Bilderdurchsicht bei EasyRadiology® hervorgehoben.

*„Wenn man alle Ebenen öffnet und sich die Strukturen in Ruhe anschaut, dann
brennen sich die Verläufe richtig ein. Dann kann man das wirklich richtig gut
verstehen, wie Strukturen verlaufen und zueinander liegen.“*

Auch das Durcharbeiten der Sequenzen im eigenen Tempo ohne zeitliche Limitation wurde ebenso hervorgehoben wie das Wählen eines einfachen oder erschwerten Niveaus zur Strukturerkennung durch An- oder Abschalten der Annotationen.

Weitere Anwendungsoptionen wie frühere Nutzung (Jahr 2, 3) und Gebrauch im PJ zur Vorbereitung auf die klinischen Tertiale wurden genannt und gewünscht.

Einen Überblick über die Hauptkategorien und von Studierenden benannten Subkategorien gibt Tabelle 8.

Tabelle 8: Vier Hauptkategorien und die jeweils zugeordneten Unterkategorien, welche von den Studierenden in den qualitativen Interviews benannt wurden.

Hauptkategorie	Unterkategorie	Anzahl der Nennungen
1. Kategorie Verbesserungsmöglichkeiten	ROI-Annotationen	4
	Unmittelbares Feedback nach Annotation/Anklicken	3
	Vollbildmodus, Wegklappbarkeit von Seitenleisten	2
	Fälle erweitern	1
2. Kategorie Nutzungserlebnis	Einfach, intuitiv	3
	Spaß/Freude an Sequenzbearbeitung	4
	Gute Übersicht in drei Ebenen	3
	Bearbeitung im eigenen Tempo	4
3. Kategorie Wissenserwerb	Besseres Verständnis von Verläufen und Lagebeziehungen anatomischer Strukturen	2
	Falllernen praxisnah	2
	Reaktivierung von Wissen	2
	Mehr Grundwissen nach Bearbeitung	2
4. Kategorie weitere Nutzungsmöglichkeiten	Vorbereitung klinischer Praktika, PJ	2
	Anatomiepraktika Jahr 2	3
	Interdisziplinäre Seminare Jahr 2	2

Die drei Studierenden, die die Tools zur Seminarvorbereitung nutzten, fühlten sich gut vorbereitet. Durch alle vier Studierenden wurde die Empfehlung zur Sequenznutzung als Seminarvorbereitung ausgesprochen.

„Als Vorbereitung war das super. Das war sehr passend für die Seminare und dem Vorwissen angemessen.“

4 Diskussion

Zunächst stellt sich die Frage, ob die ursprüngliche Zielsetzung der Studie, die Implementierung digitaler Lerntools zur Erweiterung des anatomischen und klinischen Wissens und zur Vorbereitung klinischer Seminare im vierten Studienjahr erfolgreich war.

Hierzu müssen zunächst einige Limitationen der Pilotstudie betrachtet werden:

Da es sich um eine rein deskriptive Auswertung der erhobenen Daten handelt, können etwaig vorhandene Effekte nur angenommen werden.

Die kurzfristige Umstellung auf ein zunächst nicht zur Verwendung geplantes Tool (Pathozoom®) führte zu inhaltlichen und organisatorischen Unwägbarkeiten, die im Verlauf eine Anpassung des Studiendesigns nach sich zog. Konkret war initial geplant, drei Modalitäten miteinander zu vergleichen. Hierzu sollten der virtuelle Seziertisch Anatomage (106), das am UMCG in Groningen entwickelte Enatom (ein virtueller Sektionsraum, der mit einem Browser verwendet werden kann) (107) und das in dieser Studie verwendete EasyRadiology® herangezogen werden. Da sich zum geplanten Studienbeginn Enatom noch im Aufbau befand und sich die Anschaffung eines Anatomage verzögerte, mussten entsprechend kurzfristig umdisponiert werden.

Eine entscheidende Säule des in Kapitel 1 beschriebenen flipped classroom-Konzepts ist die Wiederholung und strukturierte Aufarbeitung der vorbereiteten Inhalte gemeinsam mit den Dozierenden. Im Fall der klinischen Seminare wurden die in Kapitel 2.3 beschriebenen Inhalte aufbereitet, in Abhängigkeit vom jeweiligen Dozierenden aber nicht immer mit den durch die Studierenden zur Vorbereitung genutzten CT- und MRT-Sequenzen. Dies stellt insofern einen verbesserungswürdigen Punkt dar, als dass keine oder eine nur teilweise Überprüfung und erneute inhaltliche Kontextualisierung der vom Studierenden anhand der Sequenzen vorbereiteten Inhalte durch die Dozierenden stattfanden.

Dies kann z.B. durch bessere Absprachen im Vorfeld vermieden werden.

Jedoch führten in diesem Zusammenhang kurzfristige Raum- oder Dozierendenänderung sowie weitere pandemiebedingte Unwägbarkeiten zu organisatorischen Schwierigkeiten.

Als konkretes Beispiel kann hier die unterschiedliche Zuständigkeit verschiedener Abteilungen unterschiedlicher Krankenhäuser zur Bereitstellung von Dozierenden genannt werden.

So war ein Teil der Dozierenden im Vorfeld mit den Tools vertraut gemacht worden, um diese in den Seminaren zu nutzen. Kurzfristige Änderungen terminlicher und personeller Natur hatten hier zur Folge, dass die Tools in den Seminaren nicht eingebunden wurden. Entsprechend wurden CT-, MRT- und Sonographiesequenzen nur teilweise oder gar nicht besprochen.

Ein weiteres, so nicht erwartetes Problem zeigte sich in der Akquise von Studierenden zur Studienteilnahme. Für den ersten Durchlauf der Kohorte E gelang dies problemlos, so nahmen bei einer Kohortenstärke von 40 Studierenden 26 Studierende an der Studie teil, dies entspricht einem Anteil von 65%.

Für den zweiten Durchlauf, der insgesamt zwei Kohorten (F und G) umfasste, konnte lediglich ein Anteil von 21,3% zur Studienteilnahme bewegt werden.

Hierfür sind mehrere Faktoren in Betracht zu ziehen: Die pandemiebedingte Umstellung der Lehre auf Onlineformate führte zu organisatorischen, inhaltlichen und technischen Problemen, praxisbezogene Inhalte waren deutlich erschwert zu vermitteln.

Viele Studierende berichteten von Unsicherheit bezüglich der Lehrplanung. Die Akquise Studierender zur Studienteilnahme war nicht mehr, wie beim ersten Durchlauf, vor Ort und durch persönliche Projektvorstellung möglich, sondern lediglich durch Online-Präsentation und per Mail. Hierzu wurden verschiedene Informationstermine im Anschluss an Online-Pflichtveranstaltungen auf der Universitätsplattform Stud.IP angekündigt und angeboten. Gleichzeitig wurden die Studierenden der jeweiligen Kohorte über die Pilotstudie sowie die Informationstermine per E-Mail in Kenntnis gesetzt. Bei geringer Resonanz war die Folge, dass nur wenige Studierende an der Studie teilnahmen.

Ein weiterer, relevanter Aspekt ist eine ausführliche Einführung zur Nutzung der Tools (75).

Diese Instruktionen sollten möglichst umfassend über die technische und praktische Nutzung der Tools aufklären und Rückfragen der Studierende beantworten. Im

Rahmen der Pilotstudie wurden während der Informationsveranstaltung zur Studie die Tools sowie deren Nutzungsmöglichkeiten anhand von Beispielen vorgestellt. Hier fand eine direkte und persönliche „Student-Teacher-Instruction“ statt, diese war jedoch auf die Veranstaltung begrenzt. Bei Aufkommen von Unklarheiten und Problemen während der eigenständigen Nutzung der Tools bestand wegen der Corona-Pandemie nur die Möglichkeit zur Problemlösung per Mail.

Prämisse zur Identifikation gleicher Strukturen in unterschiedlichen Ebenen in der CT ist ein gutes räumliches Vorstellungsvermögen; dies allerdings begünstigt Studierende mit ohnehin gutem räumlichen Vorstellungsvermögen (41, 76)

Dieser Aspekt spielt auch in der Pilotstudie eine Rolle, wurde aber nicht explizit abgefragt oder untersucht. Ähnlich dem TMS (Test für Medizinische Studiengänge) oder EMS (Eignungstest für das Medizinstudium) wäre die Untersuchung des räumlichen Vorstellungsvermögens mittels Schlauchfiguren möglich (108), jedoch aufwendig. Für Folgeuntersuchungen wäre die Integration von Schlauchfiguren z.B. in den Prätest sinnvoll.

Im Kontext der gynäkologischen Seminare und Vorbereitung auf klinische Einsätze sind anatomische Grundkenntnisse insbesondere bei körperlicher Untersuchung relevant. So stellt die vaginale Untersuchung für viele Studierenden eine herausfordernde und unangenehme Situation dar (109). Da anatomische Kenntnisse als Grundlage vieler klinischer Untersuchungen dienen, kann ein genaues Grundlagenwissen zu mehr Sicherheit und Selbstbewusstsein in klinischen Untersuchungssituationen beitragen (110, 111). Studierende gaben eine Verbesserung ihrer anatomischen Kenntnisse durch die Toolnutzung an, inwieweit sich dies auf die Sicherheit bei der Durchführung klinischer Untersuchungen übertragen lässt, bleibt in dieser Studie offen. Ein solcher möglicher Effekt sollte in nachfolgenden Untersuchungen abgefragt werden.

Die Ergebnisse der Pilotstudie zeigen zum einen ein mögliches Defizit an Integration von radiologischer Schnittbildgebung im Bereich der Lehre der Jahre eins bis drei bei zum anderen vorhandenem Wunsch der Studierenden, hier ein zusätzliches Angebot zu schaffen.

Es ergab sich zudem ein deutlicher Unterschied zwischen der Kohorte E und den Kohorten F und G (Vorerfahrung größer zehn Stunden in der Beurteilung von Schnittbildgebung 33,3% (G und F) vs. 11,5% (E)). Eine mögliche Erklärung dieser Beobachtung kann der stetige Umbau des bestehenden Curriculums sein, sodass in nachfolgenden oder vorangegangenen Kohorten unterschiedliche thematische Schwerpunkte durch Dozierende gesetzt wurden.

Ein Mangel an Integration von radiologischer Schnittbildgebung in der medizinischen Lehre ist insofern ein relevanter Aspekt, da verschiedene Autoren Vorteile von webbasierten Lernmethoden bezüglich der Interpretation radiologischer Bildgebung beschreiben als auch (72, 73). Auch wird hier deutlich, dass in der Implementierung von radiologischen Tools zum selbstgesteuerten Lernen viel ungenutztes Potential liegt.

Die Ergebnisse der Pilotstudie sind insofern kongruent mit der Literatur, dass Studierende die Toolnutzung als sinnvolle Ergänzung im Studium und als Möglichkeit sehen, die eigenen anatomischen und radiologischen Kenntnisse zu erweitern, sich sicherer in der Bewertung von Schnittbildern fühlen und das Bearbeiten von klinischen Fällen als praxisnah und motivierend empfinden (68, 69, 70, 71).

Dies spiegelt sich in der insgesamt guten Bewertung beider Tools wider und bestätigt die beschriebene hohe Akzeptanz digitaler Tools unter Studierenden.

Durch die Pilotstudie konnte gezeigt werden, dass durch die beiden Tools EasyRadiology® und Smart Zoom® eine einfache und kostengünstige Möglichkeit vorhanden ist, E-Learning Tools in die klinisch-anatomische Lehre zu integrieren.

Die Ergebnisse der Pilotstudie müssen im Kontext eines Modellstudiengangs betrachtet werden, der stetigen modularen, inhaltlichen und strukturellen Änderungen unterworfen ist. Nicht zuletzt die steigende Anzahl an Medizinstudierenden an der Universität Oldenburg hat einen entscheidenden Einfluss auf die Struktur der klinischen Lehre, sodass die Durchführung klinischer Seminare mit nur zehn Studierenden in Zukunft aus organisatorischen Gründen und in Anbetracht von knappen personellen und finanziellen Ressourcen fragwürdig erscheint sowie zukünftig in dieser Form nicht mehr durchführbar sein wird. Aktuell bietet die Universität Oldenburg 120 Studienplätze im Modellstudiengang Medizin an.

Gerade hier bieten komplementäre, webbasierte Angebote eine ressourcenschonende und effiziente Möglichkeit, klinische, radiologische und anatomische Inhalte jedem Studierenden näher zu bringen und ein individuelles Lernkonzept bei eigenem Zeitmanagement zu ermöglichen.

In der Literatur beschriebene Nachteile bei zunehmender Bildschirmzeit Müdigkeit, Langeweile und Kopfschmerz (77) wurden nicht erfasst, stellen jedoch potenzielle Hemmnisse dar. Zwar werden bei der Tool-Nutzung am Tablet oder am Computer weniger negative Auswirkungen beschrieben als bei der Nutzung von z.B. Augmented Reality- oder Virtual Reality-Brillen (112), sollten jedoch bei der Implementierung digitaler Tools jeglicher Art nicht vernachlässigt werden und in nachfolgenden Untersuchungen abgefragt werden.

Für die Nutzung von E-Learning-Tools ist auch ein zu berücksichtigender Faktor der des Serious Gaming in der medizinischen Ausbildung. Ein Serious Game wird nicht zu Unterhaltungszwecken, sondern zur Vermittlung von bestimmten Fähigkeiten oder von Wissen entwickelt (113). Eine Umsetzung von Gaming-Aspekten fand während der Pilotstudie nicht statt, wurde jedoch von mehreren Studierenden in den qualitativen Interviews als wünschenswert erachtet. Inwieweit Gameelemente mit der aktuellen Software umgesetzt werden und wie diese konkret aussehen könnten, scheint ein sinnvolles Untersuchungsfeld und ein guter zukünftiger Anknüpfungspunkt an die Pilotstudie klinisch-anatomisches digitales Trainingsmodul zu sein.

Es kann konstatiert werden, dass durch die Toolnutzung eine subjektive und objektive Verbesserung der radiologisch-anatomischen und klinischen Kenntnisse erzielt wurde und Toolnutzung von den Studierenden durchweg positiv bewertet wurde. Zudem bieten sich viele weitere Implementierungsmöglichkeiten sowohl im vorklinischen als auch im klinischen Teil des Studiums an.

Auf Grundlage der positiven Rückmeldungen wurde das Tool EasyRadiology® in einem klinisch-anatomisch-radiologischem interdisziplinärem Seminar im Modul 2.3 erstmalig für die Kohorte J (Beginn Wintersemester 2021/2022) zur Verfügung gestellt. Im Anschluss konnten die Studierenden die Veranstaltungen anhand einer Likert-Skala als auch mit Freitexteingaben bewerten.

Das hier gegebene Feedback war ebenfalls äußerst positiv. Der Freitextkommentar eines Studierenden/einer Studierenden zum Abschnitt „Das fand ich gut“ lautete:

„CTs und MRTs in Sequenzen und mehreren Bildern anzuschauen, ist meiner Meinung nach UNBEDINGT WICHTIG für das Verständnis von Anatomie und Radiologie. Auf einem Einzelschnitt kann man nur wenig erkennen, sich die Strukturen nicht räumlich vorstellen und das entspricht ja auch nicht der tatsächlichen Klinik, auf die wir im Studium ja vorbereitet werden sollen. Das Tool MUSS bleiben!!!“

Auf die Frage „Folgendes hätte ich mir gewünscht, um die Lernziele (noch besser) zu erreichen“ schrieb ein Studierender/eine Studierende:

„Mehr CTs und MRTs in Sequenzen“

Letztlich ergab sich in dieser Evaluation ein ähnliches Bild wie jenes, welches durch die qualitativen Interviews entstand. Dies ist ein weiteres Indiz dafür, dass durch die Implementierung von CT- und MRT-Sequenzen viel ungenutztes Potential erschlossen werden kann. Im Kontext der Digitalisierung der medizinischen Lehre während der Covid-19-Pandemie passen die Ergebnisse der Pilotstudie zu den von anderen Autoren beschriebenen Beobachtungen, dass die virtuelle Lehre eine dauerhafte Perspektive und hohe Akzeptanz hat (114, 115). Die positiven Rückmeldungen sowohl in den Fragebögen als auch in den qualitativen Interviews decken sich mit den Ergebnissen neuerer Publikationen, die sich mit der Akzeptanz, der Einstellung und dem Nutzungsverhalten von Studierenden bezüglich Online-Lehre und Online-Tools während der Covid-19-Pandemie befassten (116, 117).

5 Konklusion

Trotz der in Kapitel 4 beschriebenen Limitationen der Pilotstudie stellt sie einen Baustein dar, mit welchem die klinisch-anatomische Lehre durchaus sinnvoll in Zukunft erweitert werden kann. Weitere Untersuchungen bezüglich potenzieller „Nebenwirkungen“ von vermehrter Bildschirmarbeit bezüglich der Bearbeitung radiologischer Sequenzen erscheinen ebenso hilfreich wie die Optimierung der Tools zur Nutzung in der präklinischen Ausbildung.

Da sich durch den Beginn der Corona-Pandemie auch an der Universität Oldenburg einige Anpassungen im Curriculum ergaben und sich geplante Anschaffungen verzögerten, wurden das ursprüngliche Studiendesign und die zu untersuchenden Lernwerkzeuge an die Gegebenheiten angepasst. Inzwischen bietet die Universität Medizinstudierenden die Möglichkeit, einen Anatomage in freien Lernzeiten tutorbegleitet zu nutzen. Entsprechend sinnvoll erscheint es, das ursprüngliche Studienkonzept in Zukunft umzusetzen.

Eine Option zur weiteren Integration der Tools Smart Zoom® und EasyRadiology® in bereits bestehende klinische Lehrangebote ist der in Kapitel 1.4 beschriebene Basiskurs Sonographie im klinischen Trainingszentrum, welcher von Studierenden im fünften und sechsten Studienjahr absolviert werden kann.

Die Kombination der Tools EasyRadiology® und Smart Zoom® bietet hier gute Möglichkeiten, Kursinhalte aktiv mit bewegtem Bildmaterial und klinischen Fällen aufzubereiten und eine Synergie zwischen Präsenz- und Onlinelehre zu schaffen. Ähnliches gilt für den in Kapitel 3.4 beschriebenen Wunsch von Studierenden, die Tools bereits während des überwiegend präklinischen Teils des Studiums zu nutzen.

Aktuell erfolgt eine Implementierung von EasyRadiology® in die Plattform Smart Zoom®; dies wird die Nutzung sowohl für Studierende als auch für Lehrende in der vorklinischen und klinischen Lehre deutlich vereinfachen und dem Aspekt der einfachen Zugänglichkeit Rechnung tragen.

Sicherlich wird es in Zukunft interessant sein, diese Lehrmöglichkeiten tiefer zu explorieren und deren Nutzen für die Anatomielehre detaillierter zu untersuchen.

Konkret kommen die Implementierung von vollständigen CT- und MRT-Sequenzen zur Vor- und Nachbereitung der radiologisch-anatomischen Seminare im zweiten Studienjahr sowie studienbegleitend im praktischen Jahr zur klinischen Fallbearbeitung in Frage.

Durch die Studie konnte gezeigt werden, dass eine Implementierung radiologisch-anatomischer sowie klinischer Inhalte durch E-Learning-Tools kostengünstig und anwenderfreundlich gelingen kann. Inwiefern eine Erweiterung der anatomischen Lehre um Augmented oder Virtual Reality-Modalitäten für den Modellstudiengang Humanmedizin in Frage kommt, werden aktuelle und zukünftige Untersuchungen zeigen. So wurde in einer Studie der Universitätsklinik für Viszeralchirurgie, welche auf dem Gebiet der virtual und Augmented Reality Forschung renommiert ist (118, 119), erforscht, ob virtuelle Lebermodelle echter Patientinnen und Patienten zum Erlernen der komplexen segmentalen Leberanatomie und dem Erkennen von Pathologika der klassischen MRT-Schnittbildgebung überlegen sind.

Die Pilotstudie sollte im Kontext der mannigfaltigen medizinischen Lehrforschung der Universität Oldenburg betrachtet werden. So wird ebenfalls im vierten Studienjahr ein neuartiges Seminar implementiert und evaluiert, durch welches Studierende mittels 3D Augmented Reality Modellen und verschiedenen radiologischen Bildgebungen (CT, MRT, Röntgen) anatomisches Basiswissen wiederholen und medizinische Fälle bearbeiten, um sich auf den klinischen Einsatz im Fach Orthopädie vorzubereiten.

Ein weiterer Ansatz zur Verbesserung der anatomischen Lehre im Modellstudiengang Medizin, aber auch in den Studiengängen Physik-Technik-Medizin, Sportwissenschaften und Medizinischer Informatik, stellt die Etablierung eines „Zirkeltrainings Anatomie“ im ersten Studienjahr (Modellstudiengang Humanmedizin) dar. Fünf Stationen: anatomische Modelle, Anatomie in vivo, virtueller 3D-Seziertisch, digitales Anatomielerntool und augmented reality (AR)-Lernplattform stellen die Bandbreite praktisch-problemorientierter anatomischer Lehre dar. Im Rahmen dieses Projektes sollen sowohl die Infrastruktur für die Station 5, AR-Lernplattform, an der Universität Oldenburg, in der Lehre, etabliert werden als auch Lerneinheiten für die Studierenden der unterschiedlichen Fächer für jede Station entwickelt werden.

Die Pilotstudie ist entsprechend im Kontext der klinischen Lehrforschung, insbesondere der oben beschriebenen Projekte, im Modellstudiengang Humanmedizin zu sehen und kann als Baustein dienen, die Lehre für Studierende ansprechender, motivierender, praxisnäher und vor allem ergiebiger und nachhaltiger zu gestalten. So konnte auf Grund der Erfahrungen dieser Pilotstudie die Integration der Tools in das Curriculum des Studiengangs Humanmedizin erfolgreich gelingen. Die Tools werden aktuell auch in den Studienjahren zwei und drei mit realen Patientenfällen genutzt, die Kooperation wurde um mehrere Kliniken erweitert, so beteiligen sich aktuell neben den an der Studie beteiligten Kliniken zusätzlich die Universitätsklinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde des Evangelischen Krankenhauses Oldenburg sowie die Universitätsklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie am Aufbau einer Bilder-Datenbank und an der Integration dieser in die vorklinische und klinische Lehre.

6 Zusammenfassung

In der Ausbildung von Medizinstudierenden nimmt die Verwendung von E-Learning-Formaten zu und gewinnt bei gleichzeitiger Abnahme der Präsenzlehre zunehmend an Bedeutung. In dieser Pilotstudie im Medizinstudiengang der Universität Oldenburg soll untersucht werden, ob die vertikale Integration anatomischer Lehre in Form von Online-Tools in den klinischen Teil der Ausbildung anatomisches Vorwissen fördert und das Lernen klinischer Inhalte erleichtert. Durch Kontextualisierung makroskopischer Anatomie mit klinischen Themengebieten der Gynäkologie und Viszeralchirurgie mit Hilfe der interaktiven Tools EasyRadiology® und Smart Zoom® sollen Studierende zur aktiven Vorbereitung auf Seminare motiviert werden.

Mit einer zweiarmligen randomisierten Pilotstudie im Parallelgruppendesign erfolgte die Implementierung digitaler Tools in die klinische Lehre des Jahres vier im Modellstudiengang Humanmedizin. Die Erfassung von quantitativem und qualitativem Lernerfolg, Studierendenzufriedenheit und Nutzererfahrung mit den digitalen Tools erfolgte mit einem je 20 Bildfragen umfassenden Pre- und Posttest, mit Hilfe eines Onlinefragebogens sowie mittels qualitativer Interviews. Probanden waren Studierende des Modellstudiengangs Humanmedizin der Kohorten E, F und G (der Buchstabe bezieht sich auf den jeweiligen Jahrgang des Modellstudiengangs Humanmedizin, beginnend im Jahr 2012 mit Kohorte A).

Es ergab sich eine deutliche Präferenz der Studierenden für das Tool EasyRadiology® und damit für die Nutzung vollständiger CT- und MRT-Sequenzen anstatt der üblichen zweidimensionalen Standbilder. Die Ergebnisse der Pre- und Posttests wiesen keinen wesentlichen Unterschied zwischen den Tools auf. Für die zukünftige Nutzung in der präklinischen und klinischen Lehre bietet besonders die Kombination beider Tools aber klare Vorteile.

Einschränkend zu berücksichtigen sind eine geringe Fallzahl sowie notwendige Anpassungen des Studiendesigns während der Studie.

Es fanden sich weitere Einsatzbereiche wie die Implementierung in frühe Semester sowie ergänzend im Bereich des Praktischen Jahres oder während klinischer Praktika, welche von Studierenden gewünscht und teilweise umgesetzt wurden.

6.1 Summary

In education of medical students, the use of e-learning formats increases and gains more importance with decreasing time allocated to lectures.

This pilot study in the model study course human medicine at the university Oldenburg will investigate if vertical integration of anatomy teaching in form of online tools during the clinical part of the studies helps foster foreknowledge and alleviates learning clinical content.

Through contextualizing gross anatomy with clinical issues in gynecology and visceral surgery with the use of the interactive tools EasyRadiology® and Smart Zoom® students shall be motivated to actively prepare clinical seminars in year four.

By means of a two-armed, randomized pilot study the implementation of digital tools in the clinical teaching in year four of the model study course human medicine took place during the summer semesters 2020, 2021 and winter semester 2021/2022. Outcomes like quantitative and qualitative learning success, satisfaction and user experience with the tools were measured through a 20-question pre- and posttest, a questionnaire at the end of the study and qualitative interviews. Test subjects were year four students of the model study course human medicine in cohorts e, f and g (the letters stand for the alphabetical number of the cohort, starting in 2012 with the first study course human medicine, cohort a).

A clear subjective preference towards the tool EasyRadiology® and therefore the use of full CT and MRI sequences instead of conventional two-dimensional fixed images became evident. Results in pre- and posttest showed no substantial differences between the use of either tool. For future use in preclinical and clinical education the combination of both tools offers promising advantages.

To be considered critically in this study is a small sample size and an adaptation of study design during the study.

Further use cases like the tool implementation in early semesters, during clinical internships or during the clinical year six should be explored in future and were favored by study participants.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die zum Gelingen dieser Arbeit und der Durchführung der Studie beigetragen haben.

Zuerst gilt mein Dank PD Dr. Veysel Ödemis, der meine Arbeit betreut, die finanziellen Mittel zur Durchführung der Studie einwarb und mir allzeit mit konstruktiver Kritik und kreativen Vorschlägen zur Seite stand.

Ich bedanke mich bei PD Dr. Amr Soliman, der mich bei der Beschaffung des Bildmaterials und der Strukturierung der Studie unterstützte.

Ebenfalls gilt mein Dank allen Studierenden, in an der Studie und an den Interviews teilgenommen haben, ohne die diese Arbeit nicht hätte entstehen können.

Für die organisatorische Hilfe bei kurzfristigen Raumwechseln oder Termine für Online-Veranstaltungen sowie der Datenbereitstellung danke ich Carolin König und Anne Dehlfing.

Meinem Vater Klaus-Peter Schönfeld danke ich für das mehrfache Korrekturlesen der Arbeit.

Felix Schönfeld

7 Literaturverzeichnis

1. WHO. Statement on the fifteenth meeting of the IHR (2005) Emergency Committee on the COVID-19 pandemic 2023 [cited 2023 31.05.]. Available from: [https://www.who.int/news/item/05-05-2023-statement-on-the-fifteenth-meeting-of-the-international-health-regulations-\(2005\)-emergency-committee-regarding-the-coronavirus-disease-\(covid-19\)-pandemic](https://www.who.int/news/item/05-05-2023-statement-on-the-fifteenth-meeting-of-the-international-health-regulations-(2005)-emergency-committee-regarding-the-coronavirus-disease-(covid-19)-pandemic).
2. WHO. Coronavirus disease (COVID-19) pandemic 2023 [cited 2023 31.05.]. Available from: <https://www.who.int/europe/emergencies/situations/covid-19>.
3. Steiner T, Jünger J, Schmidt J, Bardenheuer H, Kirschfink M, Kadmon M, et al. HEICUMED: Heidelberger Curriculum Medicinale – Ein modularer Reformstudiengang zur Umsetzung der neue Approbationsordnung. *Med Ausbildung*. 2003(20): 87–91.
4. Michaelsen L RB. Drawing conclusions from the team-learning literature in health-sciences education: a commentary. *Teaching and Learning in Medicine*. 2005(17 (1)):85-8.
5. McLean SF. Case-Based Learning and its Application in Medical and Health-Care Fields: A Review of Worldwide Literature. *J Med Educ Curric Dev* 2016.
6. Skelin S, Huwendiek S, Nikendei S, Dieter P, Kirschfink M, Bosse HM. Der gute POL-Tutor – sein oder nicht sein: Lehrfilme für Tutoren. *Z Evid Forbild Qual Gesundheitswesen (ZEFQ)*. 2008(102):634–41.
7. Michaelsen L, Richards B. Drawing conclusions from the team-learning literature in health-sciences education: a commentary. *Teach Learn Med*. 2005;17(1):85-8.
8. Persike M., J-D. F. Lernen mit digitalen Medien aus Studierendenperspektive. *Hochschulforum Digitalisierung* 2016.
9. Schulmeister R. Gibt es eine Net Generation? *Erweiterte Version* 3, 1-168. 2009.
10. Howard SK, Ma J, . YJ. Student rules: exploring patterns of students' computer-efficacy and engagement with digital technologies in learning. *Comput Educ*. 2016(101):29–42.
11. Margaryan A, Littlejohn A, G V. Are digital natives a myth or reality? University students' use of digital technologies. *Comput Educ* 2011(56 (2)):429–40.
12. Arnold P, Kilian L, Thillosen A, G Z. *Handbuch E-Learning: Lehren und Lernen mit digitalen Medien*. Bertelsmann, Bielefeld 2015;4. Aufl. .
13. Tolks D, Schäfer C, Raupach T, Kruse L, Sarikas A, Gerhardt-Szép S, et al. An Introduction to the Inverted/Flipped Classroom Model in Education and Advanced Training in Medicine and in the Healthcare Professions. *GMS J Med Educ*. 2016;33(3):Doc46.
14. Kuhn S, S. F, D. T. Digitale Lehr- und Lernangebote in der medizinischen Ausbildung Schon am Ziel oder noch am Anfang? *Bundesgesundheitsblatt* 2017(61):201-9.
15. Anderson L, Krathwohl D, Airasian Pea. *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of bloom's taxonomy of educational objectives* 2000;2. Aufl. Allyn & Bacon, Boston.
16. Drake RL, McBride JM, Lachman N, Pawlina W. Medical education in the anatomical sciences: the winds of change continue to blow. *Anat Sci Educ*. 2009;2(6):253-9.
17. Davis CR, Bates AS, Ellis H, AM R. Human anatomy: let the students tell us how to teach. *Anat Sci Educ*. 2014(7):262–72.
18. Cuddy M, Swanson D, Drake R, Pawlina W. Changes in anatomy instruction and USMLE performance: empirical evidence on the absence of a relationship. *Anat Sci Educ*. 2013(6):3–10.
19. Aziz M, McKenzie J, Wilson J, Cowie R, Ayeni S, Dunn B. The human cadaver in the age of biomedical informatics. *Anat Rec*. 2002(269):20 –32.
20. Lignitz E, Madea B, Preuß-Wössner J. *Komplikationen durch anatomische Unkenntnis*. Rechtsmedizin. 2015.

21. Ellis H. Medico-legal litigation and its links with surgical anatomy. *Surgery (Oxford)*. 2002;20:i-ii.
22. Goodwin H. Litigation and surgical practice in the UK. *Br J Surg*. 2000;87:977–9.
23. Fasel J, Morel P, Gailloud P. A survival strategy for anatomy. *Lancet* 2005;365:754.
24. Lippert H. Medizinstudium: Sind Präparierübungen an der Leiche noch zeitgemäß? *Deutsches Aerzteblatt* 2012(109):35-6.
25. McLachlan J, Regan De Bere S. How we teach anatomy without cadavers. *The Clinical Teacher*. 2004;1(2):49-52.
26. Irby D, Cooke M, O'Brien B. Calls for reform of medical education by the Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching: 1910 and 2010. *Acad Med*. 2010(85):220-7.
27. Khalil M, Paas F, Johnson T, Su Y, Payer A. Effects of instructional strategies using cross sections on the recognition of anatomical structures in correlated CT and MR images. *Anat Sci Educ*. 2008(1):75–83.
28. Patel KM, Moxham BJ. Attitudes of professional anatomists to curricular change. *Clin Anat*. 2006;19(2):132-41.
29. Verhoeven B, Verwijnen G, Scherpbier A, van der Vleuten C. Growth of medical knowledge. *Med Educ*. 2002(36):711–7.
30. Heylings D. Anatomy 1999–2000: The curriculum, who teaches it and how? *Med Educ*. 2002(36):702-10.
31. Halou H, Chalkias A, Mystrioti D, Iacovidou N, Vasileiou P, Xanthos T. Evaluation of the willingness for cadaveric donation in Greece: A population-based study. *Anat Sci Educ*. 2013(6):48-55.
32. Bahner D, Goldman E, Way D, Royall N, Liu Y. The state of ultrasound education in US medical schools: results of a national survey. *Acad Med*. 2014(89):1681–6.
33. May H, Cohen H, Medlej B, Kornreich L, Peled N, HersHKovitz I. Computed tomography-enhanced anatomy course using enterprise visualization. *Anat Sci Educ*. 2013(6):332–41.
34. Miles K. Diagnostic imaging in undergraduate medical education: an expanding role. *Clin Radiol*. 2005(60):742–5.
35. McNiesh L, Madewell J, Allman R. Cadaver radiography in the teaching of gross anatomy. *Radiology*. 1983(148):73–4.
36. Bartholmai B, Wiesmann K, Barlow J, Fisher D, Regnier T, Warnke E, et al. Radiology education in the anatomy lab: Interactive 3D CT images. *Clin Anat*. 2007(20):714.
37. Sugand K, Abrahams P, Khurana A. The anatomy of anatomy: A review for its modernization. *Anat Sci Educ*. 2010(3):83–93.
38. Slon V, HersHKovitz I, May H. The value of cadaver CT scans in gross anatomy laboratory. *Anat Sci Educ*. 2014(7):80-2.
39. Pandey P, Zimitat C. Medical students' learning of anatomy: memorisation, understanding and visualisation. *Med Educ*. 2011(41):7-14.
40. McLachlan J, Bligh J, Bradley P, Searle J. Teaching anatomy without cadavers. *Med Educ* 2004(38):418-24.
41. Lufler R, Zumwalt A, Romney C, Hoagland T. Incorporating radiology into medical gross anatomy: does the use of cadaver CT scans improve students' academic performance in anatomy. *Anat Sci Educ*. 2010(3):56-63.
42. Bohl M, Francois W, Gest T. Self-guided clinical cases for medical students based on postmortem CT scans of cadavers. *Clin Anat*. 2010(24):655–63.
43. Murakami T, Tajika Y, Ueno Hea. An integrated teaching method of gross anatomy and computed tomography radiology. *Anat Sci Educ*. 2014(7):438–49.
44. Paech D, Giesel F, Unterhinninghofen R, Schlemmer H, Kuner T, Doll S. Cadaver-specific CT scans visualized at the dissection table combined with virtual dissection tables improve learning performance in general gross anatomy. *Eur Radiol*. 2017(27):2153–60.

45. Radiologienetz D. Deutsche Radiologie in Zahlen [cited 2023 10.03.]. Available from: <https://www.radiologie.de/deutsche-radiologie-zahlen/>.
46. Afaq A, McCall J. Improving undergraduate education in radiology. *Acad Radiol.* 2002(9):221-3.
47. Drake R. Anatomy in a changing medical curriculum. *Anat Rec.* 1998(253):28-31.
48. Gunderman R, Siddiqui A, Heitkamp Dea. The vital role of radiology in the medical school curriculum. *Am J Roentgenol* 2003(181:1428).
49. Kourdioukova E, Valcke M, Derese Aea. Analysis of radiology education in undergraduate medical doctors training in Europe. *Eur J Radiol.* 2011(78):309-18.
50. Samuel S, Shaffer K. Profile of medical student teaching in radiology: teaching methods, staff participation, and rewards. *Acad Radiol.* 2000(7):868-74.
51. Rangineni S. Effects of Covid-19 on medical student stress levels and coping mechanisms; implications for individuals in stressful environments. 2021.
52. Vasil'ev Y, Dydykin S, Kashtanov A, Molotok E, Lyakisheva A, Kytko O, et al. A comparative analysis of lecturers' satisfaction with Anatomage and Pirogov virtual dissection tables during clinical and topographic anatomy courses in Russian universities. *Anat Sci Educ.* 2022;16(2):196-208.
53. Alasmari W. Medical Students' Feedback of Applying the Virtual Dissection Table (Anatomage) in Learning Anatomy: A Cross-sectional Descriptive Study. *Adv Med Educ Pract.* 2021;12(11):1303-7.
54. Van Nuland S, Rogers K. The Skeletons in Our Closet: E-Learning Tools and What Happens When One Side Does Not Fit All. *Wiley Online Library.* 2017;10(6):570-88.
55. Pinto A, Brunese L, Pinto F, Acampora C, Romano L. E-learning and education in radiology. *Eur J Radiol.* 2011;78(3):368–71.
56. Worm B. Learning from simple ebooks, online cases or classroom teaching when acquiring complex knowledge. A randomized controlled trial in respiratory physiology and pulmonology. *PLoS One* 2013;9(8):e73336.
57. Ruiz J, Mintzer M, Leipzig R. The impact of E-learning in medical education. *Acad Med.* 2006;81(3):207–12.
58. De Gagne J, Park H, Hall K, Woodward A, Yamane S, Kim S. Microlearning in health professions education: scoping review. *JMIR Med Educ* 2019;5(2):e13997.
59. Johnson E, Charchanti A, Troupis T. Modernization of an anatomy class: From conceptualization to implementation. A case for integrated multimodal-multidisciplinary teaching. *Anat Sci Educ.* 2012;5(6):354-66.
60. Wijesooriya N, Mishra V, Brand P, Rubin B. COVID-19 and telehealth, education, and research adaptations. *Paediatr Respir Rev.* 2020;35:38– 42.
61. Chertoff J, Zarzour J, Morgan D, Lewis P, Canon C, Harvey J. The early influence and effects of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic on resident education and adaptations. *J Am Coll Radiol.* 2020;17(10):1322–8.
62. Shail M. Using micro-learning on mobile applications to increase knowledge retention and work performance: a review of literature. *Cureus.* 2019;11(8):e5307.
63. Thistlethwaite J, Davies D, Ekeocha S, Kidd J, MacDougall C, Matthews P, et al. The effectiveness of case-based learning in health professional education. A BEME systematic review: BEME Guide No. 23. *Med Teach* 2012;34(6).
64. Greenhalgh T. Computer assisted learning in undergraduate medical education. *BMJ.* 2001;322(7277):40–4.
65. Oldenburg HU. Humanmedizin - Staatsexamen [cited 2023 07.06.]. Available from: <https://uol.de/studiengang/humanmedizin-staatsexamen-551>.
66. Aerzteblatt. Unimedizin Oldenburg: Wissenschafts-ministerium kündigt Finanzierungslösung an 2020 [cited 2023 03.05.]. Available from:

<https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/114748/Unimedizin-Oldenburg-Wissenschaftsministerium-kuendigt-Finanzierungsloesung-an>.

67. Handelskammer OI-u. Zukunft der Universitätsmedizin in Oldenburg 2022 [cited 2023 03.05.]. Available from: <https://www.ihk.de/oldenburg/service/ueber-uns/leitbild-positionen/oldenburger-erklaerung-5636502>.
68. Peska D, Lewis K. Uniform instruction using web-based, asynchronous technology in a geographically distributed clinical clerkship: analysis of osteopathic medical student participation and satisfaction J Am Osteopath Assoc. 2010;110(3):135–42.
69. Tam M, Hart A, Williams S, Heylings D, Leinster S. Is learning anatomy aided by computer-aided learning? A review of the literature. Med Teach. 2009;31(9):e393-e6.
70. Hu A, Wilson T, Ladak H, Haase P, Doyle P, Fung K. Evaluation of a three-dimensional computer model of the larynx: voicing a new direction. J otolaryngeal head neck surgery. 2010;39(3):315-22.
71. Hu A, Shewokis P, Ting K, Fung K. Motivation in somputer-assisted instruction. Laryngoscope. 2016;126(6):S5-S13.
72. Maleck M, Fischer M, Kammer B, Zeiler C, Mangel E, Schenk F, et al. Do computers teach better? A media comparison study for case-based teaching in radiology. Radiographics. 2001;21(4):1025–32.
73. Li C, Rajamohan A, Acharya P, Liu C. Virtual read-out: radiology education for the 21st century during the COVID-19 pandemic. Acad Radiol 2020;27(6):872–81.
74. Kalludi S, Punja D, Rao R, Dhar M. Is video podcast supplementation as a learning aid beneficial to dental students? . J Clin Diagn Res 2015;9(12):Cc04–Cc7.
75. Attardi S, Choi S, Barnett J, Rogers K. Mixed methods student evaluation of an onkline systemic human anatomy course with laboratory. Anat Sci Educ. 2016;9(3):272-85.
76. Lufler R, Zumwalt A, Romney C, Hoagland T. Effect of visual-spatial ability on medical students' performance in a gross anatomy course. Anat Sci Educ. 2012;5(1):3-9.
77. Abou Hashish E, Baatiah N, Bashaweeh A, Kattan A. The online learning experience and reported headaches associated with screen exposure time among Saudi health sciences students during the COVID-19 pandemic. BMC Med Educ. 2022;22(1):226.
78. Moro C, McLean M. Supporting Students' Transition to University and Problem-Based Learning. Medical Science Educator. 2017;27(2).
79. Brucker I. Didaktik, was ist das eigentlich? <https://brucker-solutions.de/>: Brucker Solutions; [cited 2023 09.05.2023]. Available from: <https://brucker-solutions.de/didaktik-ist-das-eigentlich/>.
80. Reich K. Methodenpool [cited 2023 21.04.]. Available from: <http://methodenpool.uni-koeln.de>.
81. Oldenburg U. Basiskurs Sonographie 2023 [cited 2023 11.03.]. Available from: <https://uol.de/klinisches-trainingszentrum/kursangebot/basiskurs-sonografie>.
82. Prideaux D. Integrated learning. In: Dent JA HR, editor. A practical guide for medical teachers. 3rd ed. . Philadelphia, PA: Elsevier; 2009. p. 181-6.
83. Wijnen-Meijer M, ten Cate O, van der Schaaf M, Borleffs J. Vertical integration in medical school: effect on the transition to postgraduate training. Med Educ. 2010;44(3):272-9.
84. Smart In Media A. Pathozoom 2016—2023 [cited 2022 02.08.]. Available from: <https://www.pathozoom.com/>.
85. Oldenburg U. Modulverzeichnis 2023 [cited 2023 31.05]. Available from: <https://elearning.uni-oldenburg.de/dispatch.php/search/angebot/studiengang/9a4a1492fef8207355bd1bc6299ce9d0?trail%5Bindex%5D%5Bname%5D=Studienangebot+von+A+bis+Z&trail%5Bindex%5D%5Bactn%5D=index&trail%5BFach%5D%5Bid%5D=x000107&>

<trail%5BFach%5D%5Badd%5D%5BAbschluss%5D=x00000000000000000000000000000000&trail%5BFach%5D%5Bactn%5D=detail>.

86. Keijsers CJ, Segers WS, de Wildt DJ, Brouwers JR, Keijsers L, Jansen PA. Implementation of the WHO-6-step method in the medical curriculum to improve pharmacology knowledge and pharmacotherapy skills. *Br J Clin Pharmacol*. 2015;79(6):896-906.
87. Carr SE, Carmody D. Outcomes of teaching medical students core skills for women's health: the pelvic examination educational program. *Am J Obstet Gynecol*. 2004;190(5):1382-7.
88. Heath C, Luff P, Svensson M. Technology and medical practice. *Sociol Health Illn*. 2003;25:75-96.
89. Rosset A, Heuberger J. OsiriX Viewer [cited 2023 12.03.]. Available from: <https://www.osirix-viewer.com>.
90. ILIAS. ILIAS The Open Source Learning Management System 2023 [cited 2023 05.06.]. Available from: <https://www.ilias.de>.
91. AG e. easyRadiology 2023 [cited 2023 28.10.]. Available from: <https://easyradiology.de>
92. Easyradiology. Demonstrationssequenz Lungenkarzinom [cited 2023 18.03.]. Available from: <https://www.easyradiology.net/view/dl6ht0bp-4bdvz2xd-bxr15zrv-pnz07b5m>.
93. Praktische Hinweise zur Durchführung der schriftlichen Prüfungen nach der Approbationsordnung für Ärzte [press release]. 2022.
94. Barr H, Freeth D, Hammick M, Koppel I, Reeves S. EVALUATIONS OF INTERPROFESSIONAL EDUCATION
A United Kingdom Review for Health and Social Care. The United Kingdom Centre for the Advancement of Interprofessional Education
with
The British Educational Research Association. 2000.
95. Durmaz A DA, Cakan E, Cakir S. Effect of Screen-Based Computer Simulation on Knowledge and Skill in Nursing Students' Learning of Preoperative and Postoperative Care Management: A Randomized Controlled Study. *Computers, Informatics, Nursing CIN*. 2012;30(4):196-203.
96. Keefe G WH. Using E-Learning to Enhance Nursing Students' Pain Management Education. *Nurse Education Today*. 2012;32(8):e66-72.
97. McConville SA LA. Using On-Line Video Clips to Enhance Self-Efficacy Toward Dealing With Difficult Situations Among Nursing Students. *Nurse Education Today*. 2006;26(3):200-8.
98. McCutcheon K, Lohan M, Traynor M, Martin D. A systematic review evaluating the impact of online or blended learning vs.. face-to-face learning of clinical skills in undergraduate nurse education. *Journal of Advanced Nursing*. 2015;71(2):255-70.
99. McMullan M JR, Lea S. The Effect of an Interactive E-Drug Calculations Package on Nursing Students' Drug Calculation Ability and Self-Efficacy. *International Journal of Medical Informatics*. 2011;80(6):421-30.
100. Lange S PM, Meissner K, Heß U, Hiemisch A. Die Entwicklung des Greifswalder Fragebogens zur Messung interprofessioneller Einstellungen. *GMS J Med Educ*. 2020;37(1).
101. Schwarz N OD. Asking questions about behavior: Cognition, communication, and questionnaire construction. *Am J Eval*. 2001;22(2):127-60.
102. Spain JS EL, Funder DC. Perspective on personality: The relative accuracy of self versus others for the prediction of emotion and behavior. *J Person*. 2000;68(5):837-67.

103. Mirsadraee S, Mankad K, McCoubrie P, Roberts T, Kessel D. Radiology curriculum for undergraduate medical studies; A consensus survey. *Clinical Radiology*. 2012;67(12):1155-61.
104. Gläser J, Laudel G. Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse: VS. Verlag für Sozialwissenschaften; 2010.
105. Mayring P. Qualitative content analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution. . Klagenfurt 2014.
106. Anatomage I. Anatomage [cited 2023 16.07.]. Available from: <https://anatomage.com/table-deutschland-2/>.
107. Georgiadis JR. Enatom 2020 [cited 2023 25.07.]. Available from: <https://enatom.com>.
108. Begabungsforschung IfT-u. Informationsbroschüre für den Testdurchgang im November 2023 2023 [cited 2023 16.07.]. Available from: https://www.tms-info.org/wp-content/uploads/informationsbroschuere_tms-1.pdf.
109. Bokken L, Rethans JJ, van Heurn L, Duvivier R, Scherpbier A, van der Vleuten C. Students' views on the use of real patients and simulated patients in undergraduate medical education. *Acad Med*. 2009;84(7):958-63.
110. Goldman EM, Wydo S, Green R, Huff S, Germaine P. A Pre-surgical Residency Refresher Course that Advances Students from the Cadaver Lab to the Surgical Suite. *Medical Science Educator*. 2018;28(1):227-34.
111. Morgan H, Marzano D, Lanham M, Stein T, Curran D, Hammoud M. Preparing medical students for obstetrics and gynecology milestone level one: a description of a pilot curriculum. *Med Educ Online*. 2014;19:25746.
112. Moro C, Štromberga Z, Raikos A, Stirling A. The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anatomical Sciences Education*. 2017;10(6):549-59.
113. Cook DA, Hatala R, Brydges R, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, et al. Technology-Enhanced Simulation for Health Professions Education. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*. 2011;306(9):978-88.
114. Elsayes KM, Marks RM, Kamel S, Towbin AJ, Kielar AZ, Patel P, et al. Online Liver Imaging Course; Pivoting to Transform Radiology Education During the SARS-CoV-2 Pandemic. *Acad Radiol*. 2021;28(1):119-27.
115. Mishra K, Boland MV, Woreta FA. Incorporating a virtual curriculum into ophthalmology education in the coronavirus disease-2019 era. *Curr Opin Ophthalmol*. 2020;31(5):380-5.
116. Olmes GL, Zimmermann JSM, Stotz L, Takacs FZ, Hamza A, Radosa MP, et al. Students' attitudes toward digital learning during the COVID-19 pandemic: a survey conducted following an online course in gynecology and obstetrics. *Arch Gynecol Obstet*. 2021;304(4):957-63.
117. Dost S, Hossain A, Shehab M, Abdelwahed A, Al-Nusair L. Perceptions of medical students towards online teaching during the COVID-19 pandemic: a national cross-sectional survey of 2721 UK medical students. *BMJ Open*. 2020;10(11):e042378.
118. Reinschluessel AV, Muender T, Salzmann D, Döring T, Malaka R, Weyhe D. Virtual Reality for Surgical Planning - Evaluation Based on Two Liver Tumor Resections. *Front Surg*. 2022;9:821060.
119. Weyhe D, Uslar V, Weyhe F, Kaluschke M, Zachmann G. Immersive Anatomy Atlas-Empirical Study Investigating the Usability of a Virtual Reality Environment as a Learning Tool for Anatomy. *Front Surg*. 2018;5:73.

Appendix

1. Abschlussfragebogen Kohorte E
2. Abschlussfragebogen Kohorte F und G
3. Pre-/Posttest



Herzlich Willkommen zum Abschlussfragebogen der Pilotstudie klinisch-radiologische Anatomie im Modul 4.4! Dies ist der letzte Teil der Studie. Bitte fülle den Fragebogen aus.

Teil A: Allgemeine Angaben

A1. Welcher Gruppe in Jahr 4 gehören Sie an?

E1

E2

E3

E4

A2. Wie alt sind Sie?

A3. Geschlecht

Männlich

Weiblich

Anderes

A4. Haben Sie eine Berufsausbildung? Wenn ja, welche?



A5. Haben Sie ein Studium absolviert, indem Sie anatomisches und klinisches Vorwissen erhalten haben? Wenn ja, welcher Studiengang?

A6. Haben Sie Vorerfahrung mit dem Beurteilen von Schnittbildern?

Keine Vorerfahrung

≤1h

1-5h

5-10h

≥10h

A7. Haben Sie schon an Studien teilgenommen, in denen verschiedene anatomische Verfahren erforscht wurden? Wenn ja, welche Studie (bitte Titel und Jahr)?

Teil B: Tool 1

B1. Bitte bewerten Sie zunächst das von Ihnen als erstes verwendete Tool. Dieses war

Easyzoom

Smartzoom



B2. Bitte bewerten Sie ausschließlich das von Ihnen genutzte Tool, welches Sie in der Frage zuvor angegeben haben.

	Trifft zu	Trifft eher zu	Teils-Teils	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Die Benutzung des Tools ist selbsterklärend	<input type="checkbox"/>				
Die Handhabung des Tools war einfach.	<input type="checkbox"/>				
Das Suchen und Finden von Strukturen fielen mit Hilfe des Tools leicht.	<input type="checkbox"/>				
Das Tool war beim Lernen sehr hilfreich.	<input type="checkbox"/>				
Das Tool ist eine gute Ergänzung zur Vorbereitung auf die schriftlichen Prüfungen.	<input type="checkbox"/>				
Das Tool ist eine sinnvolle Ergänzung im Studium/Modul	<input type="checkbox"/>				
Der zeitliche Umfang des Tools ist für die Umsetzung ausreichend.	<input type="checkbox"/>				
Es gab eine gute inhaltliche Interaktion mit Kommilitonen (Mail, Videokonferenz)	<input type="checkbox"/>				
Es gab eine gute inhaltliche Interaktion mit Kommilitonen (WhatsApp, Facebook, Instagram)	<input type="checkbox"/>				

B3. Kompetenzerwerb: Bitte bewerten Sie ausschließlich das von Ihnen genutzte Tool welches Sie als Erstes genutzt haben.

	Trifft zu	Trifft eher zu	Teils-Teils	Trifft eher nicht zu	Trifft nicht zu
Die Benutzung des Tools trägt zur Erweiterung der radiologischen Kenntnisse bei	<input type="checkbox"/>				
Die gesuchten Strukturen waren einfach zu finden	<input type="checkbox"/>				
Es findet eine sinnvolle Verknüpfung anatomischer und klinischer Inhalte statt	<input type="checkbox"/>				
Das Tool trägt zum besseren Verständnis klinischer Zusammenhänge bei	<input type="checkbox"/>				
Ich fühle mich nach der Nutzung des Tools sicherer in der Bewertung von Schnittbildgebung	<input type="checkbox"/>				
Die Erweiterung meines Wissens mit Hilfe des Tools fiel mir leicht	<input type="checkbox"/>				
Ich werde das Tool in Zukunft verwenden	<input type="checkbox"/>				
Ich werde das Tool weiterempfehlen	<input type="checkbox"/>				
Die Qualität der im Tool gesehenen Bilder ist ausreichend.	<input type="checkbox"/>				

B4. Wie bewerten Sie die Software zur Darstellung der Präparate/Schnittbilder? (Mehrfachauswahl möglich)

- Einfache Anwendbarkeit
- Intuitive/selbsterklärende Nutzung
- Nutzbarkeit ohne technische Probleme



Annotationen einfach möglich

Bilder und Fälle zum Lernen und zur Prüfungsvorbereitung genutzt

B5. Wie häufig haben Sie das Tool benutzt?

gar nicht

selten (<1h)

häufig (1-3h)

sehr häufig (>3h)

B6. Dem Tool gebe ich die Gesamtnote

sehr gut

gut

befriedigend

ausreichend

mangelhaft

ungenügend

Teil C: Tool 2

C1. Bitte bewerten Sie nun das von Ihnen als zweites verwendete Tool.

Dieses war

Easyzoom

Smartzoom



C2. Bitte bewerten Sie ausschließlich das von Ihnen genutzte Tool, welches Sie in der Frage zuvor angegeben haben.

	Trifft zu	Trifft eher zu	Teils-Teils	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Die Benutzung des Tools ist selbsterklärend	<input type="checkbox"/>				
Die Handhabung des Tools war einfach.	<input type="checkbox"/>				
Das Suchen und Finden von Strukturen fielen mit Hilfe des Tools leicht.	<input type="checkbox"/>				
Das Tool war beim Lernen sehr hilfreich.	<input type="checkbox"/>				
Das Tool ist eine gute Ergänzung zur Vorbereitung auf die schriftlichen Prüfungen.	<input type="checkbox"/>				
Das Tool ist eine sinnvolle Ergänzung im Studium/Modul	<input type="checkbox"/>				
Der zeitliche Umfang des Tools ist für die Umsetzung ausreichend.	<input type="checkbox"/>				
Es gab eine gute inhaltliche Interaktion mit Kommilitonen (Mail, Videokonferenz)	<input type="checkbox"/>				
Es gab eine gute inhaltliche Interaktion mit Kommilitonen (WhatsApp, Facebook, Instagram)	<input type="checkbox"/>				

C3. Kompetenzerwerb: Bitte bewerten Sie ausschließlich das von Ihnen genutzte Tool welches Sie als Zweites genutzt haben.

	Trifft zu	Trifft eher zu	Teils-Teils	Trifft eher nicht zu	Trifft nicht zu
Die Benutzung des Tools trägt zur Erweiterung der radiologischen Kenntnisse bei	<input type="checkbox"/>				
Die gesuchten Strukturen waren einfach zu finden	<input type="checkbox"/>				
Es findet eine sinnvolle Verknüpfung anatomischer und klinischer Inhalte statt	<input type="checkbox"/>				
Das Tool trägt zum besseren Verständnis klinischer Zusammenhänge bei	<input type="checkbox"/>				
Ich fühle mich nach der Nutzung des Tools sicherer in der Bewertung von Schnittbildgebung	<input type="checkbox"/>				
Die Erweiterung meines Wissens mit Hilfe des Tools fiel mir leicht	<input type="checkbox"/>				
Ich werde das Tool in Zukunft verwenden	<input type="checkbox"/>				
Ich werde das Tool weiterempfehlen	<input type="checkbox"/>				
Die Qualität der im Tool gesehenen Bilder ist ausreichend.	<input type="checkbox"/>				

C4. Wie bewerten Sie die Software zur Darstellung der Präparate/Schnittbilder des als zweites verwendeten Tools? (Mehrfachauswahl möglich)

Einfache Anwendbarkeit

Intuitive/selbsterklärende Nutzung



Nutzbarkeit ohne technische Probleme

Annotationen einfach möglich

Bilder und Fälle zum Lernen und zur Prüfungsvorbereitung genutzt

C5. Wie häufig haben Sie das Tool benutzt?

gar nicht

selten (<1h)

häufig (1-3h)

sehr häufig (>3h)

C6. Dem Tool gebe ich die Gesamtnote

sehr gut

gut

befriedigend

ausreichend

mangelhaft

ungenügend

Teil D: Vergleich Tool 1 und 2

D1. Welches Tool würden Sie in Zukunft (nach Abschluss der Studie) bevorzugen?

nur Easyzoom

nur Smartzoom

keine Präferenz/beide in etwa gleichwertig



D2. Welches Tool würden Sie für als Ergänzung vorklinischer und klinischer Module in den Jahren 1-3 selbst wählen?

Easyzoom

Smartzoom

Beide in Kombination

D3. Nennen Sie bitte 5 Gründe für Ihre Empfehlung und geben Sie gemäß ihrer Priorität der Auswahl die Nummern 1-5 (1=höchste Priorität, 5=niedrigste Priorität).Einfachere Bedienbarkeit

Auswahl 1-5

D4. Nennen Sie bitte 5 Gründe für Ihre Empfehlung und geben Sie gemäß ihrer Priorität der Auswahl die Nummern 1-5 (1=höchste Priorität, 5=niedrigste Priorität).Effektiveres Lernen

Auswahl 1-5

D5. Nennen Sie bitte 5 Gründe für Ihre Empfehlung und geben Sie gemäß ihrer Priorität der Auswahl die Nummern 1-5 (1=höchste Priorität, 5=niedrigste Priorität).Interaktiver

Auswahl 1-5

D6. Nennen Sie bitte 5 Gründe für Ihre Empfehlung und geben Sie gemäß ihrer Priorität der Auswahl die Nummern 1-5 (1=höchste Priorität, 5=niedrigste Priorität).Bessere Reproduzierbarkeit gefundener Strukturen

Auswahl 1-5

D7. Nennen Sie bitte 5 Gründe für Ihre Empfehlung und geben Sie gemäß ihrer Priorität der Auswahl die Nummern 1-5 (1=höchste Priorität, 5=niedrigste Priorität).Möglichkeit zur Annotation

Auswahl 1-5

D8. Nennen Sie bitte 5 Gründe für Ihre Empfehlung und geben Sie gemäß ihrer Priorität der Auswahl die Nummern 1-5 (1=höchste Priorität, 5=niedrigste Priorität).Bessere Möglichkeit zur Wiederholung

Auswahl 1-5

D9. Nennen Sie bitte 5 Gründe für Ihre Empfehlung und geben Sie gemäß ihrer Priorität der Auswahl die Nummern 1-5 (1=höchste Priorität, 5=niedrigste Priorität).Effektiveres Finden von Strukturen

Auswahl 1-5

D10. Nennen Sie bitte 5 Gründe für Ihre Empfehlung und geben Sie gemäß ihrer Priorität der Auswahl die Nummern 1-5 (1=höchste Priorität, 5=niedrigste Priorität).Bessere Qualität der Präparate/Schnittbilder

Auswahl 1-5



D11. Welches Tool ist interaktiver in der Zusammenarbeit mit Kommilitonen (z.B. mit Blick auf die Corona-Zeit)?

Easyzoom

Smartzoom

keine Präferenz/beide in etwa gleichwertig

D12. Nennen Sie bitte die Lernmaterialien, die Sie für das Bearbeiten der Aufgaben verwendet haben und geben Sie ihrer Priorität mit der Auswahl die Nummern 1-6 an (1=am häufigsten, 6=am seltensten)Anatomischen Lehrbücher/Atlanten

Auswahl 1-6

D13. Nennen Sie bitte die Lernmaterialien, die Sie für das Bearbeiten der Aufgaben verwendet haben und geben Sie ihrer Priorität mit der Auswahl die Nummern 1-6 an (1=am häufigsten, 6=am seltensten)Klinische Lehrbücher

Auswahl 1-6

D14. Nennen Sie bitte die Lernmaterialien, die Sie für das Bearbeiten der Aufgaben verwendet haben und geben Sie ihrer Priorität mit der Auswahl die Nummern 1-6 an (1=am häufigsten, 6=am seltensten)Amboss

Auswahl 1-6

D15. Nennen Sie bitte die Lernmaterialien, die Sie für das Bearbeiten der Aufgaben verwendet haben und geben Sie ihrer Priorität mit der Auswahl die Nummern 1-6 an (1=am häufigsten, 6=am seltensten)Online Webpages

Auswahl 1-6

D16. Nennen Sie bitte die Lernmaterialien, die Sie für das Bearbeiten der Aufgaben verwendet haben und geben Sie ihrer Priorität mit der Auswahl die Nummern 1-6 an (1=am häufigsten, 6=am seltensten)Easyzoom (Hilfeannotationen in Easyzoom)

Auswahl 1-6

D17. Nennen Sie bitte die Lernmaterialien, die Sie für das Bearbeiten der Aufgaben verwendet haben und geben Sie ihrer Priorität mit der Auswahl die Nummern 1-6 an (1=am häufigsten, 6=am seltensten)Smartzoom (Hilfefolien und Key-Points)

Auswahl 1-6



D18. Freitextfeld für Anmerkungen:

Vielen Dank für Deine Teilnahme an unserer Pilotstudie und Dein Feedback!



Liebe Studierende!

Herzlich Willkommen zum Abschlussfragebogen der Pilotstudie klinisch-anatomisches Trainingsmodul im Modul 4.2! Dies ist der letzte Teil der Studie. Bitte füllt den Fragebogen vollständig aus.

Teil A: Allgemeine Angaben

A1. Ich habe Pre- und Posttest der Studie klinisch-anatomisches Trainingsmodul im Modul 4.2 absolviert

Ja

Nein

A2. Welchen Kurs haben Sie als erstes genutzt?

Smartzoom mit Sequenzen

Smartzoom ohne Sequenzen

A3. Wie alt sind Sie?

<18

18-24

25-34

>34

A4. Geschlecht

Männlich

Weiblich

Divers

A5. Haben Sie eine Berufsausbildung? Wenn ja, welche?



A6. Haben Sie ein Studium absolviert, indem Sie anatomisches und klinisches Vorwissen erhalten haben? Wenn ja, welcher Studiengang?

A7. Haben Sie Vorerfahrung mit dem Beurteilen von Schnittbildern?

Keine Vorerfahrung

≤1h Vorerfahrung

1-5h Vorerfahrung

5-10h Vorerfahrung

≥10h Vorerfahrung

A8. Haben Sie schon an Studien teilgenommen, in denen verschiedene anatomische Verfahren erforscht wurden? Wenn ja, welche Studie (bitte Titel und Jahr)?

Teil B: Seminarteilnahme

B1. An den Fallseminaren am 27.10. und 2.11. Allgemein- und Viszeralchirurgie

habe ich teilgenommen

habe ich nur am Fallseminar I (27.10.) teilgenommen

habe ich nur am Fallseminar II (2.11.) teilgenommen

habe ich nicht teilgenommen



B2. Vorbereitung auf die Seminare

	Ja	Nein
Ich habe Smartzoom mit Sequenzen als Seminarvorbereitung genutzt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich habe Smartzoom ohne Sequenzen als Seminarvorbereitung genutzt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

B3. Wie sind Sie bei der Bearbeitung der Fallfragen vorgegangen?

Ich habe mir erst eigene Gedanken gemacht und die Aufgabe bearbeitet, dann die Lösung angesehen	<input type="checkbox"/>
Ich bin direkt zur Lösung gegangen	<input type="checkbox"/>

B4. Wie sind Sie bei der Bearbeitung der Easyradiology-Sequenzen vorgegangen?

Ich habe mir die Annotationen direkt angesehen.	<input type="checkbox"/>
Ich habe die Strukturen zunächst verfolgt und mir überlegt, um welche Struktur es sich handelt. Anschließend habe ich die Lösung angesehen	<input type="checkbox"/>

Teil C: Smartzoom mit Easyradiology-Sequenzen

C1. Bitte bewerten Sie im Folgenden ausschließlich Smartzoom mit Easyradiology-Sequenzen.

	Trifft zu	Trifft eher zu	Teils- Teils	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Die Benutzung des Tools ist selbsterklärend	<input type="checkbox"/>				
Die Handhabung des Tools war einfach.	<input type="checkbox"/>				
Das Markieren/Annotieren von Strukturen war einfach	<input type="checkbox"/>				
Das Tool war beim Lernen sehr hilfreich.	<input type="checkbox"/>				
Das Tool ist eine gute Ergänzung zur Vorbereitung auf die schriftlichen Prüfungen.	<input type="checkbox"/>				
Das Tool ist eine sinnvolle Ergänzung im Studium/Modul	<input type="checkbox"/>				
Der zeitliche Umfang des Tools ist angemessen.	<input type="checkbox"/>				
Ich würde das Tool in Zukunft auch für andere Seminarvor- und nachbereitungen nutzen	<input type="checkbox"/>				



C2. Kompetenzerwerb: Bitte bewerten Sie im Folgenden ausschließlich Smartzoom mit Easyradiology-Sequenzen.

	Trifft zu	Trifft eher zu	Teils-Teils	Trifft eher nicht zu	Trifft nicht zu
Die Benutzung des Tools trägt zur Erweiterung der radiologischen Kenntnisse bei	<input type="checkbox"/>				
Die Benutzung des Tools trägt zur Erweiterung der anatomischen Kenntnisse bei	<input type="checkbox"/>				
Die gesuchten Strukturen waren einfach zu finden	<input type="checkbox"/>				
Das Tool trägt zum besseren Verständnis klinisch-anatomischer Zusammenhänge bei	<input type="checkbox"/>				
Ich fühle mich nach der Nutzung des Tools sicherer in der Bewertung von Schnittbildgebung	<input type="checkbox"/>				

C3. Smartzoom mit Easyradiology-Sequenzen gebe ich die Gesamtnote

- sehr gut
- gut
- befriedigend
- ausreichend
- mangelhaft
- ungenügend



Teil D: Smartzoom ohne Easyradiology-Sequenzen

D1. Bitte bewerten Sie im Folgenden ausschließlich Smartzoom ohne Easyradiology-Sequenzen.

	Trifft zu	Trifft eher zu	Teils-Teils	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Die Benutzung des Tools ist selbsterklärend	<input type="checkbox"/>				
Die Handhabung des Tools war einfach.	<input type="checkbox"/>				
Das Markieren/Annotieren von Strukturen war einfach	<input type="checkbox"/>				
Das Tool war beim Lernen sehr hilfreich.	<input type="checkbox"/>				
Das Tool ist eine gute Ergänzung zur Vorbereitung auf die schriftlichen Prüfungen.	<input type="checkbox"/>				
Das Tool ist eine sinnvolle Ergänzung im Studium/Modul	<input type="checkbox"/>				
Der zeitliche Umfang des Tools ist angemessen.	<input type="checkbox"/>				
Ich würde das Tool in Zukunft auch für andere Seminarvor- und nachbereitungen nutzen	<input type="checkbox"/>				

D2. Kompetenzerwerb: Bitte bewerten Sie im Folgenden ausschließlich Smartzoom ohne Easyradiology-Sequenzen

	Trifft zu	Trifft eher zu	Teils-Teils	Trifft eher nicht zu	Trifft nicht zu
Die Benutzung des Tools trägt zur Erweiterung der radiologischen Kenntnisse bei	<input type="checkbox"/>				
Die Benutzung des Tools trägt zur Erweiterung der anatomischen Kenntnisse bei	<input type="checkbox"/>				
Die gesuchten Strukturen waren einfach zu finden	<input type="checkbox"/>				
Das Tool trägt zum besseren Verständnis klinisch-anatomischer Zusammenhänge bei	<input type="checkbox"/>				
Ich fühle mich nach der Nutzung des Tools sicherer in der Bewertung von Schnittbildgebung	<input type="checkbox"/>				



D3. Smartzoom ohne Easyradiology-Sequenzen gebe ich die Gesamtnote

- sehr gut
- gut
- befriedigend
- ausreichend
- mangelhaft
- ungenügend

Teil E: Bewertung

E1. Fälle mit radiologischen Sequenzen und Bildern würde ich zur Vor- und Nachbereitung während klinischer Blockpraktika nutzen

- Stimme voll zu
- Stimme eher zu
- Teils-Teils
- Stimme eher nicht zu
- Stimme nicht zu

E2. Bitte bewerten Sie folgende Aussagen:

	Stimme voll zu	Stimme eher zu	Teils-Teils	Stimme eher nicht zu	stimme nicht zu
Auf das erste Fallseminar (27.10.) habe ich mich durch die Nutzung des Tools gut vorbereitet gefühlt	<input type="checkbox"/>				
Auf das zweite Seminar (2.11.) habe ich mich durch die Nutzung des Tools gut vorbereitet gefühlt	<input type="checkbox"/>				
Dem ersten Fallseminar (27.10.) konnte ich auf Grund der Vorbereitung mit Smartzoom besser folgen	<input type="checkbox"/>				
Dem zweiten Fallseminar (2.11.) konnte ich auf Grund der Vorbereitung mit Smartzoom besser folgen	<input type="checkbox"/>				
Durch die Nutzung von Smartzoom mit Sequenzen konnte ich mein räumliches Vorstellungsvermögen des Thorax/Abdomens verbessern	<input type="checkbox"/>				
Durch die Nutzung von Smartzoom ohne Sequenzen konnte ich mein räumliches Vorstellungsvermögen des Thorax/Abdomens verbessern	<input type="checkbox"/>				



E3. Ich finde folgende Art der Seminarvorbereitung besser/hilfreicher:

Online-Tool mit Easyradiology-Sequenzen

Online-Tool ohne Easyradiology-Sequenzen

beide gleichwertig

E4. Ich habe Anmerkungen, Kritik, Verbesserungsvorschläge

Vielen Dank für Deine Teilnahme an unserer Pilotstudie und Dein Feedback!

Pretest Modul... Pretest Chirur... Fr...

In der mit dem Kreis markierten Stelle verlaufen.....

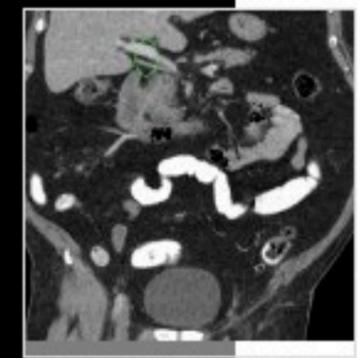
- die Vena lienalis, die A. gastrica dextra und die A. zystica
- die Vena portae, die A. hepatica propria und der Ductus choledochus
- die Vena mesenterica superior, die A. hepatica communis und die V. zystica
- der Ductus pankreaticus, die A. hepatica propria und die V. portae
- V. und A. lienalis, Ductus hepaticus

Merken & Weiter

Speichern & Weiter



Navigation controls: zoom in (+), zoom out (-), full screen (⌘), and a progress bar with refresh icons.



Pretest Modul... Pretest Chirur... Fr...

Auf dem Bild NICHT(!) zu sehen ist

- M. rectus abdominis
- Vesica urinaria
- Rectum mit Kontrastmittel gefüllt
- Uterus
- Os sacrum

Speichern & Zurück

Merken & Weiter

Speichern & Weiter



Eine 68-jährige Patientin klagt über starke linksseitige Unterbauchschmerzen und Fieber. Nach Anamnese und körperlicher Untersuchung wurde eine CT mit Kontrastmittel durchgeführt. Als Korrelat für die Beschwerden findet sich....

- freie intraabdominelle Luft
- stark entzündete Dünndarmschlingen, a.e. bei Gastroenteritis
- Divertikel im Colon sigmoideum
- kontrastmittelanreichernder Tumor im linken Oberbauch
- freie Flüssigkeit im Douglas-Raum





▸ Pretest Modul... ▸ Pretest Chirur... ▸ Fr...

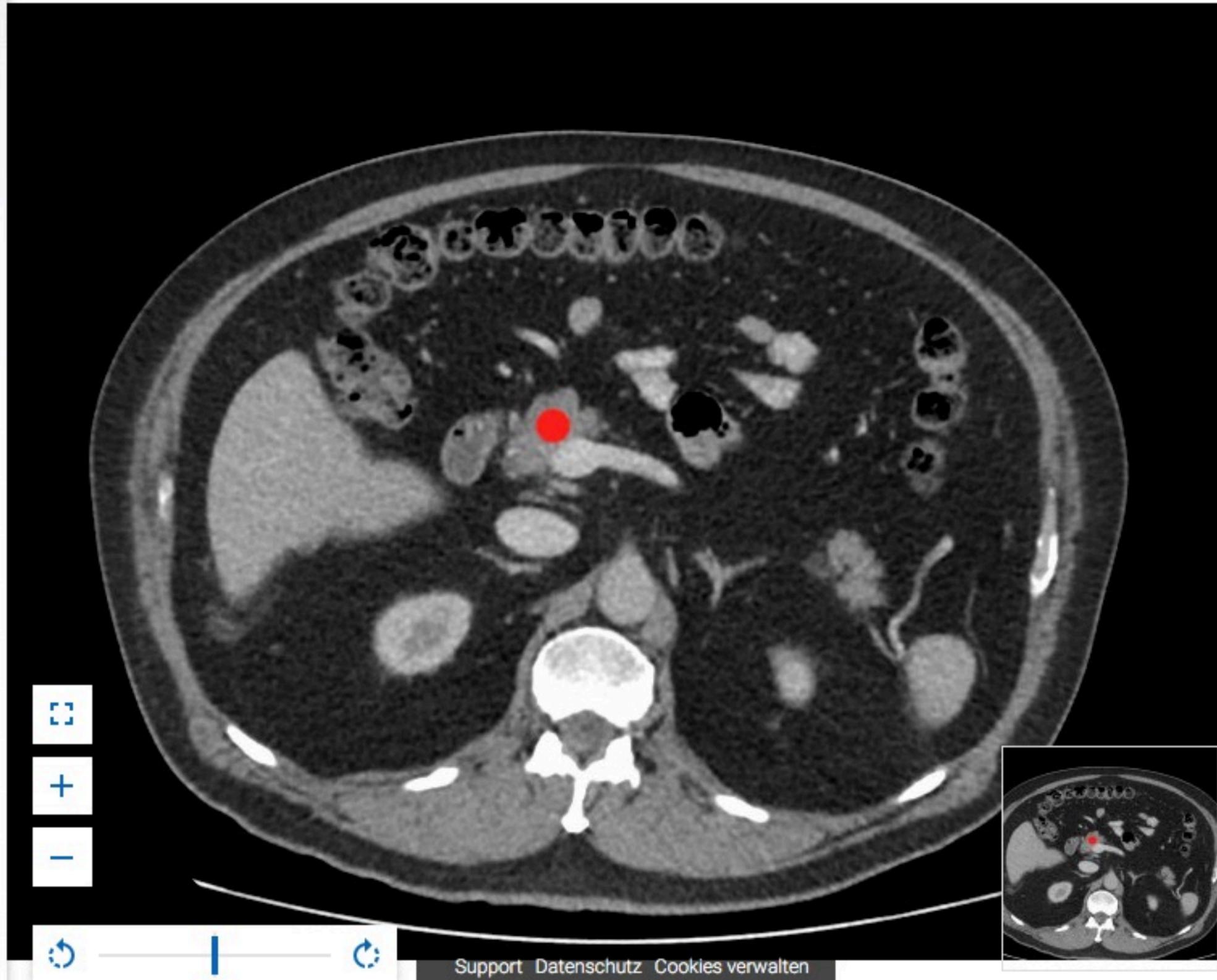
Bei der mit dem roten Punkt markierten Struktur handelt es sich am ehesten um....

- Aorta abdominalis
- Vena lienalis
- Duodenum
- Pankreaskopf
- Colon transversum

Speichern & Zurück

Merken & Weiter

Speichern & Weiter





▸ Pretest Modul... ▸ Pretest Chirur... ▸ Fr...

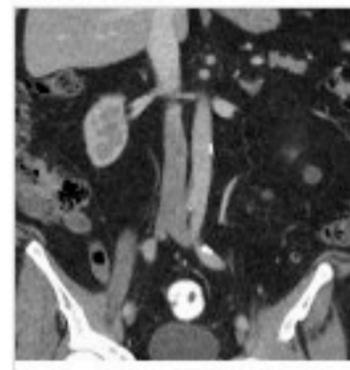
Ein 77-jähriger Patient mit Teerstuhl und Anämie präsentiert diesen CT-Befund. Es handelt sich am ehesten um....

- ein perforiertes Ulkus ventriculi
- tumoröse Raumforderung oberhalb der Blase
- V.a. Raumforderung im Colon ascendens
- einen unauffälligen Befund. Keine weitere Diagnostik erforderlich
- Sigmadivertikulitis mit Blutung

Speichern & Zurück

Merken & Weiter

Speichern & Weiter



Ein Patient mit Fieber, Bauchschmerzen und walzenförmiger Resistenz im linken Unterbauch präsentiert folgende Kontrastmittel-CT des Abdomens. Welche Therapie sollte am ehesten begonnen werden?

- Watch and wait
- Notfall-Koloskopie und stationäre Aufnahme
- Beginn einer iv. Antibiose mit Cefuroxim und Metronidazol, stationäre Aufnahme
- da freie Luft zu sehen ist, sollte sofort eine Hartmann-OP mit Anlage eines endständigen Kolostomas erfolgen
- Ambulante Überwachung, Beginn einer oralen Antibiose mit Clindamycin



Pretest Modul... Pretest Chirur... Fr...

Auf der CT-Aufnahme zu erkennen ist am ehesten...

- die linke A. renalis
- V. cava superior
- Colon ascendens mit Kontrastmittel
- Uterus
- Pankreaskopf

Speichern & Zurück

Merken & Weiter
Speichern & Weiter



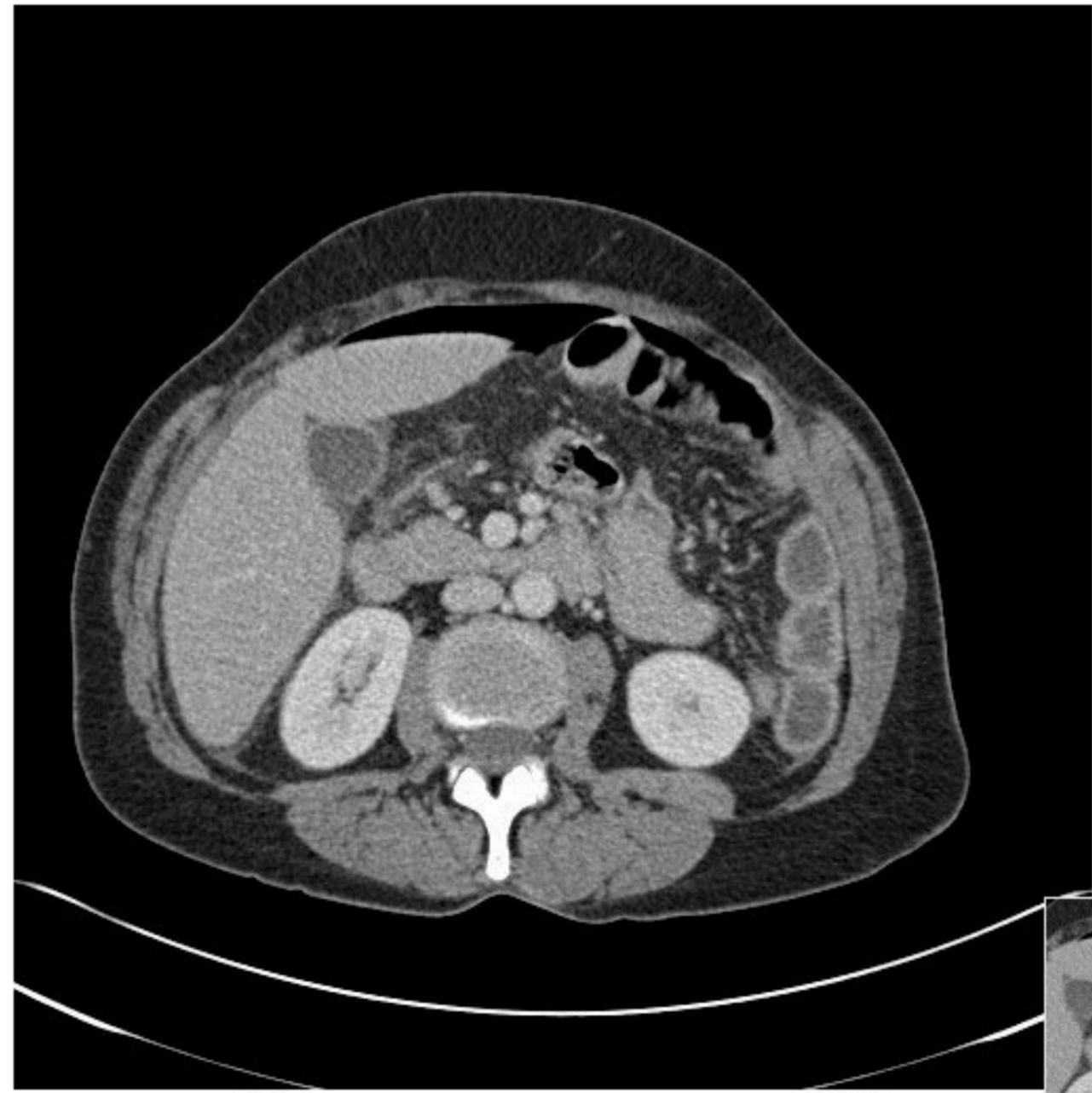
Pretest Modul... Pretest Chirur... Fr...

Anhand des axialen Schnitts durch den Oberbauch ist am ehesten welcher auffällige Befund zu erheben?

- Z.n. Cholezystektomie
- Arteriosklerose der Aorta abdominalis
- freie Luft
- Colitis
- keiner der genannten Befunde

Speichern & Zurück

Merken & Weiter
Speichern & Weiter



Pretest Modul... Pretest Chirur... Fr...

Welche Aussage zum Bild trifft am eheste zu?

- Die Vena lienalis dorsal des Pankreas ist in ihrem Verlauf gut zu erkennen
- Die Arteria lienalis dorsal des Pankreas ist in ihrem Verlauf gut zu erkennen
- Der obere Pol der linken Niere ist angeschnitten
- Die Gallenblase ist steinfrei
- keine der genannten Aussagen trifft zu

Speichern & Zurück

Merken & Weiter
Speichern & Weiter



Navigation icons: zoom in (+), zoom out (-), and full screen (⌘).

Progress bar and refresh icons.

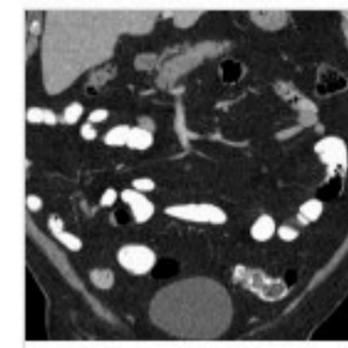
Pretest Modul... Pretest Chirur... Fr...

Für das distal des Pankreas verlaufende Gefäß trifft am ehesten welche Aussage zu?

- Es handelt sich um die V. mesenterica superior, sie drainiert in die Vena portae
- Es handelt sich um die A. mesenterica inferior, Äste sind u.a. die A. sigmoidea und die A. rectalis superior
- Es handelt sich um die Riolan-Anastomose
- Es handelt sich um die Vena portae
- keine der Aussagen trifft zu

Speichern & Zurück

Merken & Weiter
Speichern & Weiter



Navigation controls for the CT scan image, including zoom in (+), zoom out (-), and refresh (circular arrow) buttons.

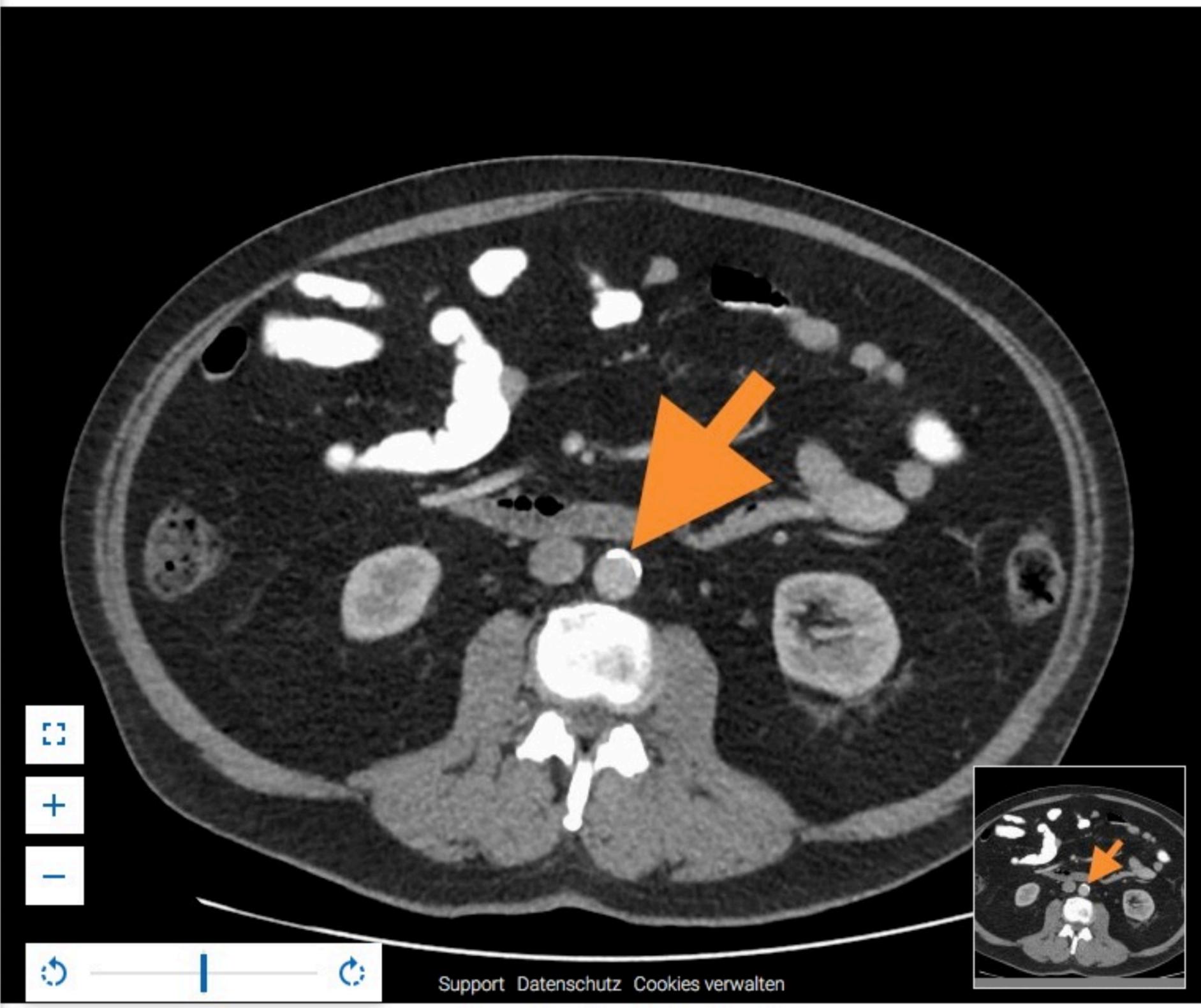
Pretest Modul... Pretest Chirur... Fr...

Der Pfeil zeigt am ehesten auf...

- arteriosklerotische Veränderungen der Aorta abdominalis
- Hyperdensität in der Vena cava inferior
- Dissektion der Aorta abdominalis
- Zisterne chyli
- Verkalkung des Pankreaskopfes

Speichern & Zurück

Merken & Weiter
Speichern & Weiter



Navigation controls for the CT scan, including zoom in (+), zoom out (-), and refresh icons.

Eine Patientin klagt über Dysphagie, Völlegefühl und Druck in der Herzgegend. Die körperliche Untersuchung ist unauffällig. EKG und Labor zeigen keine Auffälligkeiten. Auf Grund der Symptome und der CT kann welche Verdachtsdiagnose gestellt werden?

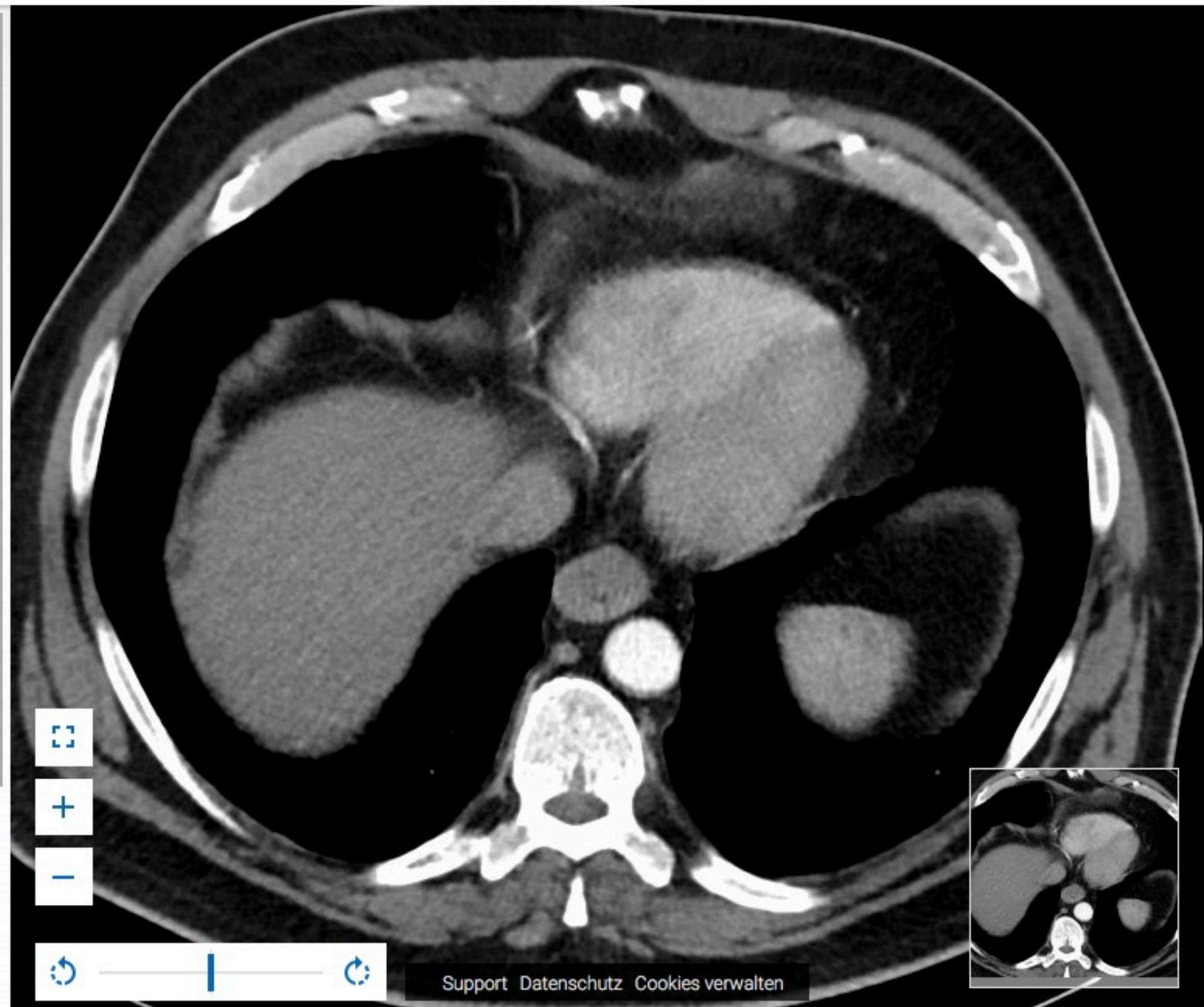
- Angina pectoris
- Magenkarzinom
- ausgeprägte Hiatushernie
- Striktur des distalen Ösophagus
- Leberzirrhose



Pretest Modul... Pretest Chirur... Fr...

Ein 55-jähriger Patient wurde wegen Rückenbeschwerden vom Orthopäden ins CT geschickt. Eine Ursache der Rückenbeschwerden wurde nicht gefunden, jedoch ein anderer auffälliger Befund. Um welchen handelt es sich am ehesten?

- Aortendissektion
- Wandverdickung des Ösophagus
- Ventrikelseptumdefekt
- Metastasenverdächtige Läsion der Leber
- um keinen der genannten



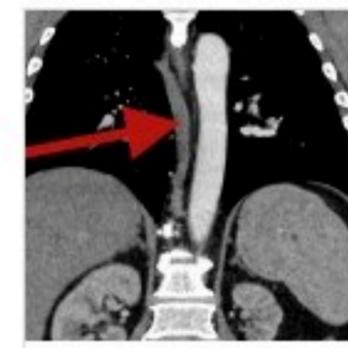
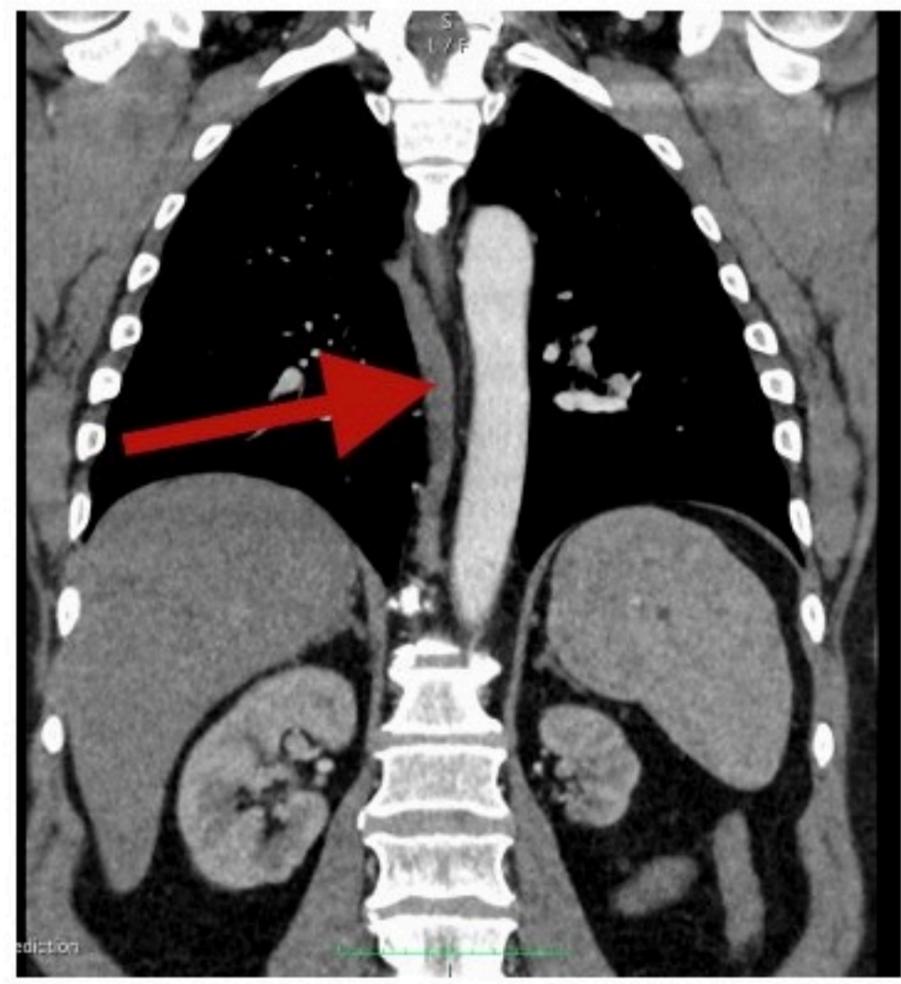
Oberbauchschmerzen insbesondere nach der Mahlzeitenaufnahme. In der körperlichen Untersuchung fallen ein positives Murphy-Zeichen und ein Sklerenikterus auf. Welche Aussage trifft am ehesten zu?

- Es finden sich mehrere Steine in der Gallenblase. Eine gGT- und Bilirubin-Erhöhung im Labor ist nicht zu erwarten.
- Das klinische Bild passt zu einem Steinabgang in den Ducutus choledochus. Eine Erhöhung des unkonjugierten Bilirubin ist zu erwarten.
- Das klinische Bild passt zu einem Steinabgang in den Ducutus choledochus mit Cholangitis. Es sollte mit einer Antibiose begonnen und eine Befundsanierung mittels ERCP angestrebt werden. Im Verlauf kann eine Cholezystektomie erfolgen.
- Die CT zeigt außer Steinen in der Gallenblase keine Auffälligkeiten. Die Patientin erhält Analgetika und kann nach Hause gehen.



Welche Rolle spielt die mit dem Pfeil markierte Struktur bei einem Patienten mit eine Ösophaguskarzinom im mittleren Drittel?

- Sie spielt keine Rolle, da sie nicht an den Ösophagus angeschlossen ist
- Es handelt sich um die Vena hemiazygos, über diese können sich Metastasen hämatogen in die Leber ausbreiten
- Es handelt sich um die Vena cava inferior. Lediglich in die Vena cava superior wird venöses Blut aus dem Ösophagus drainiert.
- Es handelt sich um die Vena azygos. Sie mündet in die Vena cava superior. Über diesen Weg können Metastasen des Karzinoms in die Lunge gelangen.
- keine Antwort trifft zu.



Navigation controls: zoom in (+), zoom out (-), refresh, and a progress bar.

Ein 80-jähriger Patient beklagt seit längerem ungewollten Gewichtsverlust und postprandiale Bauchschmerzen. Zum Ausschluss eines malignen Geschehens wurde eine CT des Abdomines durchgeführt. Was erklärt die Beschwerden am ehesten?

- Es sind mehrere Raumforderungen im Bereich des Rectum zu sehen, der Patient hat ein Rectum-Karzinom
- Die Aorta ist arteriosklerotisch verändert. Vermutlich sind auch die mesenterialgefäße pathologisch verändert. Die Beschwerden passen zu einer AVK viszeraler Gefäße.
- Pathologische Befunde können anhand dieses CT-Bildes nicht erhoben werden.
- Es liegt eine Fraktur des dritten Lendenwirbelkörpers vor. Diese erklären die Beschwerden des Patienten. Eine unfallchirurgische Vorstellung ist angezeigt.



Navigation controls for the CT scan image, including zoom in (+), zoom out (-), and refresh (circular arrow) buttons.



Ein 82-jähriger Mann berichtet über rektale Blutabgänge, Nachtschweiß und Gewichtsverlust. In der starren Rektoskopie findet sich ein Rectumkarzinom 15cm ab ano. Welche Aussage zu dem Bild trifft zu?

- Die CT des Beckens bestätigt den Verdacht auf ein Rectum-Karzinom
- Die MRT des Beckens bestätigt den Verdacht auf ein Rectum-Karzinom.
- Auf dem Bild sind keine Auffälligkeiten zu erkennen. Es handelt sich um die Aufnahmen eines anderen Patienten.
- Pulmonale Metastasen sind wahrscheinlicher als bei einem Rectum-Karzinom 4cm ab ano.
- Keine der Aussagen trifft zu



Ein chronisch alkoholkranker Patient mit AFP-Erhöhung im Labor erhält zum Ausschluss einer Malignität eine CT des Abdomens. Welche Befunde sind am ehesten zu erheben?

- Typisches Bild einer Leberzirrhose mit höckeriger Oberfläche. Nebenfundlich Gallensteine
- Typisches Bild einer Leberzirrhose mit höckeriger Oberfläche. Nebenfundlich Z.n. Cholezystektomie mit Clips.
- Bild einer Leberzirrhose und äthyltoxischen Pankreatitis. Gallenblase unauffällig
- Kein Anhalt für Malignität und auch sonst weitestgehend Normalbefund
- Massiv Aszites und portale Hypertension zu erkennen



 ▶ Pretest Modul... ▶ Pretest Chirur... ▶ Fr...

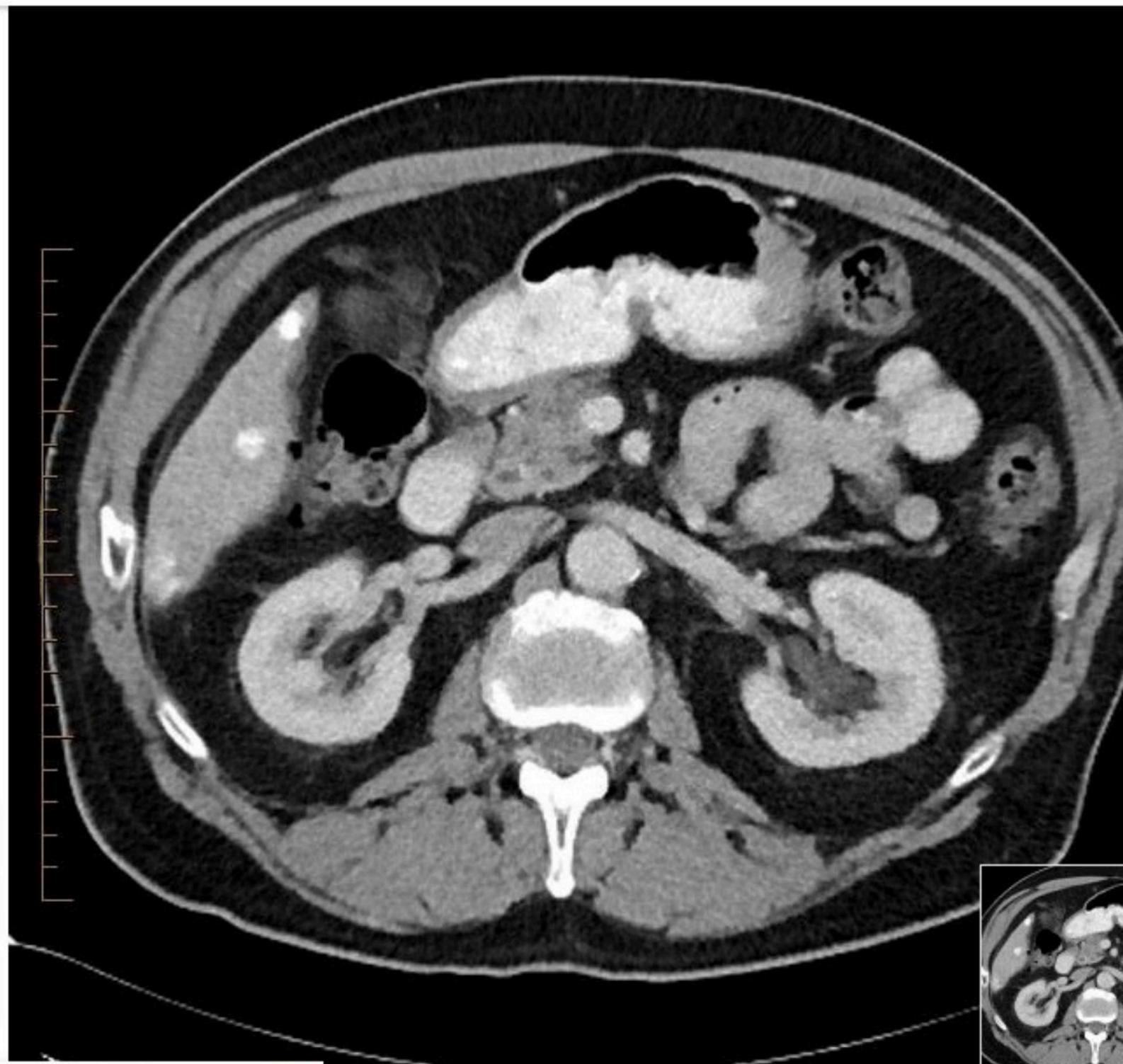
Welche Aussage zum Bild trifft am ehesten zu?

- Der coronare Schnitt ist auf Höhe des Milzhilus
- Auf dem axialen Schnitt ist das Pankreas in ganzer Länge zu erkennen
- In der Leber fallen hyperdense Läsionen auf
- In der Gallenblase sind mehrere hyperdense Konkremente
- Die Schnittebene liegt auf Höhe des Truncus coeliacus

Speichern & Zurück

Merken & Weiter

Speichern & Weiter



Einer 34-jährigen Patientin ist eine schmerzlose Schwellung am Hals aufgefallen. Es fällt ein inspiratorischer Stridor auf. In der CT ist dieser Befund zu sehen. Was trifft am ehesten zu?

- der linke Schilddrüsenlappen ist unauffällig, rechts massiv vergrößert und unscharf abzugrenzen.
- Der Stridor kommt durch die Verlegung der Trachea nach links zustande.
- Der Stridor lässt sich durch das Bild nicht erklären. Es kommt z.B. eine Trachealstenose weiter profimal oder distal in Betracht
- Der linke Schilddrüsenlappen ist deutlich vergrößert und komprimiert die Trachea
- Keine der Antworten trifft zu

