

# **Diplomarbeit**

## **Flipped-Classroom Gefäßsonographie Entwicklung und Evaluierung zweier Kursmodelle für Studierende**

eingereicht von

**Tanja Gubo**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktorin der gesamten Heilkunde  
(Dr. med. univ.)**

an der

**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt am

**Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Dokumentation**

unter der Anleitung von

Univ.-Prof. Dr.med.univ. Josef Smolle

Graz, 10.07.2019

*Eidesstattliche Erklärung*

*Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.*

*Graz, am 10.07.2019*

*Gubo Tanja eh*

## Danksagungen

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Menschen bedanken, die mich bei der Erstellung meiner Diplomarbeit begleitet und unterstützt haben.

Insbesondere möchte ich mich bei meinem Betreuer Herr Univ. Prof. Dr. Josef Smolle bedanken, der mich bei der Erstellung dieser Arbeit begleitet hat. Vielen Dank für die ausgezeichnete Betreuung und Unterstützung, die zahlreichen hilfreichen Tipps und die immer sehr zeitnahen, motivierenden Rückmeldungen.

Einen besonderen Dank möchte ich an meine Studienkollegin und Freundin Daniela richten, einerseits für die Mithilfe zur Konzeption des Gefäßkurses und andererseits für die Unterstützung während der gesamten Studienzeit. Ohne dich wäre das Studium nur halb so lustig gewesen.

Bedanken möchte ich mich auch bei meinem Freund David für die Unterstützung im Rahmen des Projekts, aber auch dafür, dass du in stressigen Zeiten immer ein offenes Ohr für mich hattest, mich aufgebaut und motiviert hast.

Ich möchte mich bei dem Team von Sono4You Graz bedanken, das die im Rahmen dieser Diplomarbeit konzipierten Kurse ehrenamtlich durchgeführt hat und auch in Zukunft weiterhin kostenlos für Studierende anbieten wird.

Außerdem möchte ich mich bei all meinen FreundInnen und StudienkollegInnen bedanken, die meine Studienzeit zu etwas ganz Besonderem gemacht haben.

Zu guter Letzt, möchte ich mich herzlich bei meinen Eltern bedanken, die mir das Studium der Humanmedizin überhaupt erst ermöglicht haben.

## **Zusammenfassung**

### **Einleitung**

Die farbkodierte Duplexsonographie stellt eine Untersuchungsmethode dar, die in nahezu jedem Fachgebiet der Humanmedizin Anwendung findet. Daher ist das Erlernen dieser Untersuchungsmodalität für Studierende relevant, unabhängig von der späteren Spezialisierung. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Flipped-Classroom Kurs für Gefäßsonographie mit einem reinen Präsenzkurs verglichen. Durch die individuelle Vorbereitung der TeilnehmerInnen anhand einer zur Verfügung gestellten E-Learning-Plattform kann somit die Präsenzzeit effizienter genutzt werden. Dies ermöglicht kürzere Präsenzzeiten mit einem geringeren Aufwand vor allem personeller Ressourcen. Ziel der Untersuchung ist es, herauszufinden, ob die TeilnehmerInnen eines Flipped-Classroom Kurses ähnlich gute Ergebnisse erreichen können wie die TeilnehmerInnen der Vergleichsgruppe, welche einen klassischen Präsenzkurs absolvieren.

### **Methoden**

Insgesamt absolvierten 37 TeilnehmerInnen den Gefäßsonographiekurs, wobei 18 TeilnehmerInnen den Flipped-Classroom Kurs besuchten und 19 TeilnehmerInnen den Präsenzkurs. Es erfolgte eine theoretische Evaluierung mit einem Fragebogen von 32 Fragen vor und nach dem Kurs. Auch die praktischen Fertigkeiten der Studierenden wurden am Ende der letzten Einheit anhand der Darstellung der Arteria carotis communis mithilfe einer Videoaufzeichnung und einer Checkliste beurteilt.

### **Resultate**

Beide Gruppen konnten im theoretischen Test nach der Absolvierung des Kurses signifikant mehr Punkte erreichen als vor der Absolvierung des Kurses. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen der Präsenzgruppe und der Flipped-Classroom Gruppe in Bezug auf den Wissensgewinn gezeigt werden. Der Mittelwert des Wissenszuwachses der Präsenzgruppe liegt bei 7.53 Punkten und der Flipped-Classroom Gruppe bei 5.56 Punkten. Auch bei den Ergebnissen der praktischen Evaluierung zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Kursformaten.

### **Diskussion**

Es konnte kein signifikanter Unterschied der theoretischen und praktischen Ergebnisse zwischen den Vergleichsgruppen gezeigt werden. Daraus lässt sich schließen, dass Flipped-Classroom-Kursformate eingesetzt werden können, um Sonographielehre effizient zu gestalten.

## **Abstract**

### **Objective**

Color-coded duplex sonography is an examination technique that is used in almost every medical specialty. Therefore, learning this modality is relevant for students, regardless of their later career choice. The objective of this thesis is to compare two different types of vascular sonography courses: a flipped classroom and a traditional classroom setting. While the traditional classroom only included face-to-face teaching, the flipped classroom partly consisted in self-study on an e-learning platform covering the theoretical content. This allows for shorter face-to-face lectures, thus reducing the necessary resources such as staff and equipment. The aim of the study is to find out if the participants in a flipped classroom course can achieve results similar to those of the participants in the comparison group who attend a traditional classroom course.

### **Methods**

A total of 37 participants completed the vascular sonography course, with 18 participants attending the flipped classroom course and 19 participants attending the traditional classroom course. Their theoretical knowledge gained was evaluated using a questionnaire of 32 questions before and after the course. The practical skills were assessed based on the students performance in an ultrasound exam of the common carotid artery, which was recorded on video and analysed with a checklist.

### **Results**

Both groups performed significantly better in the theoretical test after completing the course compared to before the course. The mean increase of points was 7.53 points in the traditional classroom group and 5.56 points in the flipped classroom group, showing that there was no significant difference between the two groups in terms of knowledge gain. The skills evaluation also showed no significant difference between the two groups.

### **Discussion**

Based on the results, the two course formats can be considered equally effective. Accordingly, flipped classroom course formats can be used to make sonography lessons more efficient.

# Inhaltsverzeichnis

<b>DANKSAGUNGEN</b> .....	<b>III</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>V</b>
<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>VI</b>
<b>GLOSSAR UND ABKÜRZUNGEN</b> .....	<b>VIII</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>IX</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>X</b>
<b>ANHANGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>XI</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
1.1 HINTERGRUND .....	1
1.2 GEFÄßSONOGRAPHIE UND IHRE ANWENDUNGEN .....	1
1.3 VERMITTLUNG VON GEFÄßSONOGRAPHIE .....	3
1.4 DER PEER-TEACHING PROJEKT SONO4YOU GRAZ .....	3
1.5 LEHRMODELL „FLIPPED-CLASSROOM“ .....	4
1.6 MOBILE LEARNING/MICROLEARNING .....	5
1.7 ZIELE DER ARBEIT .....	5
<b>2 MATERIAL UND METHODEN</b> .....	<b>7</b>
2.1 KONZEPTION DES KURSES .....	7
2.2 AUSBILDUNG DER TUTORINNEN .....	10
2.3 AUSWAHL DER TEILNEHMERINNEN .....	12
2.4 EINGESETZTE MEDIEN UND HILFSMITTEL .....	13
2.4.1 <i>Didaktische Hilfsmittel in den Präsenzeinheiten</i> .....	13
2.4.2 <i>Eingesetzte Hilfsmittel im Flipped-Classroom Kurs</i> .....	15
2.5 UNTERSCHIEDE ZWISCHEN FLIPPED-CLASSROOM- UND PRÄSENZKURS .....	17
2.6 METHODEN DER EVALUIERUNG .....	18
2.6.1 <i>Evaluierung der praktischen Anwendung diagnostischen Ultraschalls</i> .....	18
2.6.2 <i>Gewählte Herangehensweise und Begründung</i> .....	19
<b>3 ERGEBNISSE</b> .....	<b>26</b>
3.1 DEMOGRAPHISCHE DATEN .....	26
3.2 THEORETISCHE EVALUIERUNG .....	27
3.2.1 <i>Einzelergebnisse der theoretischen Evaluierung</i> .....	33
3.3 PRAKTISCHE EVALUIERUNG .....	38
3.4 ZUSAMMENHANG DER ERGEBNISSE MIT ALTER UND STUDIENFORTSCHRITT .....	43
3.5 KURSEVALUIERUNG AUS SICHT DER TEILNEHMERINNEN .....	44

<b>4</b>	<b>DISKUSSION .....</b>	<b>49</b>
4.1	HAUPTERGEBNISSE .....	49
4.2	METHODEN .....	49
4.3	ERGEBNISSE .....	51
4.4	LIMITATIONEN .....	53
4.5	SCHLUSSFOLGERUNG.....	54
<b>5</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>56</b>
	<b>ANHANG .....</b>	<b>59</b>

## **Glossar und Abkürzungen**

FKDS	Farbkodierte Duplexsonographie
ACC	Arteria carotis communis
ACI	Arteria carotis interna
ACE	Arteria carotis externa
PW-Doppler	Pulsed Wave Doppler
CW-Doppler	Continuous Wave Doppler
PR	Präsenzzeitkurs
FC	Flipped-Classroom Kurs
PRF	Pulsrepetitionfrequenz
PSV	Peak Systolic Velocity
EDV	End Diastolic Velocity

## Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: ZEITAUFTeilUNG DER BEIDEN KURSFORMATE (ZEITANGABEN IN MINUTEN).....	8
ABBILDUNG 2: BOXPLOT DER ERREICHTEN PUNKTE DER BEIDEN GRUPPEN IM VERGLEICH .....	28
ABBILDUNG 3: PUNKTEANZAHL DER FC GRUPPE VOR UND NACH DEM KURS .....	30
ABBILDUNG 4: PUNKTEANZAHL DER PR GRUPPE VOR UND NACH DEM KURS .....	31
ABBILDUNG 5: VERGLEICH DER EINZELERGEBNISSE DES THEORETISCHEN TESTS DER PR-GRUPPE UND DER FC-GRUPPE .....	37
ABBILDUNG 6: PRAKTISCHE EVALUIERUNG UNTERTEILT IN FC-GRUPPE UND PR-GRUPPE .....	42
ABBILDUNG 7: KURSEVALUIERUNG AUS SICHT DER TEILNEHMERINNEN .....	46
ABBILDUNG 8: PRÄFERENZ DES KURSFORMATS DER TEILNEHMERINNEN.....	47
ABBILDUNG 9: EVALUIERUNG DER E-LEARNING EINHEITEN .....	48

## **Tabellenverzeichnis**

TABELLE 1: MITTELWERTE UND STANDARDABWEICHUNGEN DER ERREICHTEN PUNKTE DER FLIPPED- CLASSROOM GRUPPE UND DER PRÄSENZGRUPPE IM VERGLEICH .....	28
TABELLE 2: UNTERSCHIED DES WISSENSGEWINNES BEIDER GRUPPEN .....	32
TABELLE 3: VERGLEICH DER PRAKTISCHEN ERGEBNISSE ZWISCHEN DEN BEIDEN GRUPPEN .....	39

# Anhangsverzeichnis

ANHANG TABELLEN .....	59
<i>Anhang Tab.1</i> .....	59
<i>Anhang Tab.2</i> .....	59
<i>Anhang Tab.3</i> .....	59
<i>Anhang Tab.4</i> .....	60
<i>Anhang Tab.5</i> .....	61
<i>Anhang Tab.6</i> .....	61
ANHANG E-LEARNING .....	62
ANHANG CURRICULA.....	62
<i>Anhang Curriculum Flipped-Classroom</i> .....	63
<i>Anhang Curriculum Präsenzkurs</i> .....	67
<i>Anhang Lernziele</i> .....	71
ANHANG EVALUIERUNG .....	72
<i>Anhang Pretest/Posttest</i> .....	72
<i>Anhang Evaluierung Kurs</i> .....	79
<i>Anhang Evaluierung E-Learning</i> .....	83
ANHANG TABELLE BILDOPTIMIERUNG.....	84
ANHANG BILDER.....	85
<i>Anhang Bildersammlung Laserschallkopf</i> .....	85

# 1 Einleitung

## 1.1 Hintergrund

Die Sonographie gewinnt bereits seit Jahrzehnten an Bedeutung: Eine im Juni 2019 durchgeführte Suche auf PubMed nach dem Suchbegriff „Ultrasound OR Sonography NOT Therapeutic Ultrasound“ ergibt für das Jahr 1996 25.086 Treffer, für das Jahr 2006 bereits 38.143 Ergebnisse und das Jahr 2016 73.602 Resultate. Einige AutorInnen sehen mobile Ultraschallgeräte, auch als „Sonoscope“ bezeichnet, als das Stethoskop der Zukunft. Es soll als zusätzliche Hilfe zur klinischen Untersuchung eingesetzt werden, so wie es derzeit mit dem Stethoskop der Fall ist (1, 2, 3).

Umso bedeutender wird in naher Zukunft eine umfangreiche Ultraschallausbildung sein, welche bereits im Rahmen des Studiums durchgeführt wird. Beispielhaft für diese Entwicklung ist die University of South Carolina, an welcher die Sonographie seit dem Jahr 2006 Teil des Pflichtcurriculums ist. Sonographie begleitet die Studierenden bereits ab dem ersten Studienjahr in der Anatomie und Physiologie bis zum letzten Jahr, wo auch komplexere Themen behandelt werden (4).

## 1.2 Gefäßsonographie und ihre Anwendungen

Die Gefäßsonographie umfasst die Darstellung von Gefäßen und die Anwendung der Farbkodierten Dopplersonographie (FKDS), sowie des Power Dopplers und des Spektraldopplers zur Darstellung und Messung von Bewegung innerhalb von Gefäßen. Im weiteren Sinne wird der Begriff FKDS auch für alle zuvor genannten Untersuchungstechniken verwendet. Mithilfe des Farbdopplers können Blutflüsse detektiert und mit Orts- und Richtungsinformation dargestellt werden, während der Power Doppler die sensitivste Methode zur Detektion von Flüssen darstellt, aber keine Richtungsinformationen liefern kann. Der Spektraldoppler ermöglicht die Ableitung von Flussmustern über eine Zeitspanne und kann in den Continuous Wave Doppler (CW-Doppler) und in den Pulsed Wave Doppler (PW-Doppler) eingeteilt werden. Ersterer stellt alle Geschwindigkeiten entlang einer Linie dar und ermöglicht die Messung der Höchstgeschwindigkeit, der zweite misst die Geschwindigkeiten innerhalb eines definierten Messfensters. Alle genannten Untersuchungsmethoden machen sich den Doppler-Effekt, der die zeitliche Stauchung oder Dehnung eines

Signals bei Veränderungen des Abstands zwischen einem Sender und einem Empfänger beschreibt, zunutze.

Sonographie wird besonders in den Gebieten der Neurologie und Angiologie häufig zur Gefäßdiagnostik eingesetzt, beispielsweise zur Darstellung der Halsgefäße auf der Suche nach Stenosen und deren Schweregradbeurteilung sowie zur Darstellung von Plaques zur Abschätzung des kardiovaskulären Risikos. Die Detektion von Aneurysmen oder Dissektionen speziell der abdominalen Aorta ist ebenfalls eine Domäne der Sonographie. Im venösen System wird die FKDS auch häufig zur Diagnose einer Beinvenenthrombose verwendet, aber auch mögliche Veränderungen der Lebervenen, der Vena portae oder der Vena lienalis sowie mögliche Umgehungskreisläufe bei portalem Hypertonus stellen eine Indikation zur Durchführung der FKDS dar. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit ist die Darstellung der Nierenarterien zum Ausschluss einer Nierenarterienstenose. Artefakte des Farbdopplers, wie beispielsweise das Twinkling Artefakt, können unter anderem auch bei der Darstellung von kleinen Nierensteinen hilfreich sein (5). Auch in der Geburtshilfe wird die Dopplersonographie eingesetzt. Im Speziellen bei Hochrisikoschwangerschaften wird FKDS angewandt, um mögliche schwere perinatale Verläufe frühzeitig abzuwenden (6). Auch zur Untersuchung des fetalen Wachstums wird die Dopplersonographie angewandt (7). Es besteht die Möglichkeit, mit der Duplexsonographie Herzfehler bereits pränatal zu erkennen (8). In der Kardiologie werden die Doppler-Verfahren häufig für die Diagnostik von Klappenvitien angewandt. Ergänzt durch speziellere Verfahren wie den Gewebedoppler dient sie auch zur Einschätzung der systolischen und diastolischen Funktion (9).

Auch in der Anästhesie, Notfall- und Intensivmedizin hat die FKDS ihren Stellenwert in der Etablierung peripherer venöser und arterieller Zugänge bei schwierigen Verhältnissen, aber auch bei zentralvenösen Zugängen.

Somit kann die Aussage getroffen werden, dass die FKDS bei einer Vielzahl von Fächern, sowohl im niedergelassenen als auch im klinischen Bereich eine große Bedeutung hat.

### 1.3 Vermittlung von Gefäßsonographie

An der Medizinischen Universität Graz ist die FKDS laut der Studienplanversion 17 nicht im Pflichtcurriculum enthalten (10). Es werden jedoch Wahlfächer angeboten, die dieses Thema behandeln. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit bestand das Angebot aus dem Wahlfach „Neurological Skills: Neurosonographie - Freies Wahlfach“ als Seminar mit praktischem Aspekt mit maximal 12 TeilnehmerInnen und dem Wahlfach „Anwendung moderner sonographischer Methoden in der Kinderradiologie (inkl. Doppler-, 3D-, kontrastmittelgestützte Sonographie, harmonic imaging und extended view) - Freies Wahlfach“ als Vorlesung mit maximal 20 TeilnehmerInnen pro Semester.

An der Heinrich-Heine-Universität in Düsseldorf werden unter der Leitung von Matthias Hofer zwei verschiedene FKDS-Kurse abgehalten (11). Es gibt die Möglichkeit, einen dreitägigen Intensivkurs für externe Studierende und ÄrztInnen oder einen zehnwöchigen Kurs für interne Studierende mit ungefähr 90 Minuten Unterricht pro Woche zu besuchen. Die Kurse umfassen die Anwendung der FKDS in verschiedenen Organsystemen und werden in kurze Live-Demonstrationen, in die praktische Anwendung in Kleingruppen am Ultraschallgerät und die anschließende Besprechung häufiger Pathologien anhand von Fallbeispielen gegliedert. TeilnehmerInnen haben auch die Möglichkeit, sich anhand von Zeichenübungen die einzelnen Flussprofile einzuprägen. Zum Abschluss des Kurses wird eine OSCE-Prüfung zur Erfassung der theoretischen und praktischen Kenntnisse, die sich je nach Kurs etwas unterscheiden, durchgeführt.

### 1.4 Der Peer-Teaching Projekt Sono4You Graz

Sono4You Graz ist ein Peer-Teaching Projekt, welches im Jahr 2013 von einer Gruppe engagierter Studierender ins Leben gerufen wurde. Das Ziel des Projekts ist es, anderen Studierenden, vorwiegend in Kursen, die in Kleingruppen von jeweils fünf TeilnehmerInnen und zwei TutorInnen abgehalten werden, die Grundlagen der Sonographie näher zu bringen und ihnen vor allem praktische Fertigkeiten auf diesem Gebiet zu vermitteln. Das Projekt umfasst zum Zeitpunkt, an dem diese Arbeit verfasst wurde, rund 40 aktive TutorInnen, die pro Studienjahr unentgeltlich für rund 400 StudienkollegInnen Ultraschallkurse anbieten. Die Ausbildung der TutorInnen erfolgt nach einem von Sono4You Graz entwickelten und fachlich

vidierten Curriculum. Das derzeitige Kursangebot umfasst die Themen Abdomensonographie, fokussierte Notfallsonographie und Echokardiographie. Im Rahmen dieser Arbeit wurde zusätzlich Gefäßsonographie in das Kursangebot aufgenommen. Darüber hinaus wird einmal pro Jahr, für rund 60 Studierende vor Ort und weitere via Videokonferenz, eine Summer School zum Thema Notfallsonographie angeboten. Hier haben die Studierenden zusätzlich zu den praktischen Einheiten auch die Möglichkeit, Vorträge von internationalen ExpertInnen auf diesem Gebiet zu besuchen.

Alle Kurse werden kostenlos angeboten und können prinzipiell von allen Studierenden der Medizinischen Universität Graz in ihrer Freizeit besucht werden. Da das Kursangebot aufgrund der personellen und räumlichen Situation limitiert ist, kann der großen Nachfrage jedoch bei Weitem nicht entsprochen werden.

Das innerhalb der Initiative etablierte Modell des Peer-Teachings gewinnt im Bereich der Sonographielehre zunehmend an Beliebtheit, die Effektivität wurde auch in einigen Studien untersucht: So zeigten Garcia-Casasola et al. (2016), dass Studierende, die einen Kurs der Basics in Abdomensonographie von im Studium weiter fortgeschrittenen Studierenden erhalten haben, sehr gute Ergebnisse nach Absolvierung des Kurses erzielen konnten (12). Eine weitere Studie zum Thema Peer-Teaching im Bereich der Echokardiographie zeigte sehr ähnliche Ergebnisse (13). Auch die EFSUMB, die europäische Dachgesellschaft der Fachgesellschaften für diagnostischen Ultraschall in der Medizin, empfiehlt den Einsatz studentischer TutorInnen vor allem zur Anleitung der praktischen Fertigkeiten (14).

Auch an der Heinrich-Heine-Universität in Düsseldorf werden studentische TutorInnen eingesetzt, nicht nur im Bereich der Sonographie, sondern auch in zusätzlichen Fachgebieten. Hier durchlaufen die TutorInnen ein vierstufiges Ausbildungskonzept, um später sowohl Sonographie- als auch Endoskopie-Kurse und Kurse zur CT-Bildinterpretation in Kleingruppen abhalten zu können (15).

## 1.5 Lehrmodell „Flipped-Classroom“

Unter Flipped-Classroom wird eine Unterrichtsmethode verstanden, bei der sich die KursteilnehmerInnen die Inhalte primär zu Hause aneignen sollen, um während des darauffolgenden Präsenzunterrichts eine Wiederholung und Vertiefung zu ermöglichen. Die zeitliche Abfolge ist, im Gegensatz zur herkömmlichen

Herangehensweise, vertauscht. Ein großer Vorteil dieser Lehrmethode ist, dass die TeilnehmerInnen in ihrem eigenen Tempo lernen können, die Inhalte typischerweise jederzeit wieder abrufbar sind und wiederholt werden können. Im Unterricht selbst bleibt somit mehr Zeit, das Gelernte zu besprechen und zu vertiefen sowie mögliche Wissenslücken zu detektieren und zu schließen.

Die zunehmend vielfältigen Möglichkeiten, Inhalte auch mit einfachen Mitteln und relativ geringem Aufwand multimedial aufzubereiten und über das Internet für Studierende zur Verfügung zu stellen, bieten für dieses Lehrmodell viel Potenzial. Eine Studie von Morgan et al. zeigte die Anwendung des Flipped-Classroom Modells im Fachgebiet der Gynäkologie. Die Studierenden bekamen vor der ersten Einheit vier kurze Videos zur Verfügung gestellt und eine Diskussion von Fällen auf einer Online-Plattform. Die Zufriedenheit der Studierenden mit diesem Kursformat war sehr hoch und es gab bei der Prüfung zu den Themen des Kurses keinen signifikanten Unterschied zur traditionellen Unterrichtsmethode (16).

## 1.6 Mobile Learning/Microlearning

Da heutzutage nahezu flächendeckend und rund um die Uhr auf diversen Geräten Zugang zum Internet vorhanden ist, spielt die Aufbereitung von Lehrinhalten für die Darstellung auf verschiedenen Geräten wie Smartphones und Tablets eine immer größere Rolle. Die Studierenden können somit auch beispielsweise während einer Busfahrt die Zeit nützen und sich die Inhalte aneignen.

Das „Mobile Learning“ bietet die Möglichkeit, Inhalte in kurzen Sequenzen (Microlearning) sehr interaktiv aufzubauen und kann so den TeilnehmerInnen das Einprägen und das Verständnis komplexer Zusammenhänge wesentlich erleichtern, wie beispielsweise durch Videos, Quiz, Graphiken und kurze Textabschnitte. Es bietet zusätzlich den Vorteil, nach Unterbrechungen beim Lernen jederzeit wieder ohne großen Aufwand an der Stelle fortzusetzen, an der die Lerneinheit unterbrochen wurde.

## 1.7 Ziele der Arbeit

Im Rahmen dieser Arbeit soll ein Kurs für Studierende der Humanmedizin entwickelt werden, in welchem die Grundlagen der FKDS zur Gefäßdiagnostik vermittelt werden. Neben den Inhalten und den Rahmenbedingungen des Kurses sollen auch

didaktische Herangehensweisen sowie die Ausbildung der TutorInnen, welche die Präsenzeinheiten der Kurse abhalten, festgelegt werden.

Es werden zwei Kursmodelle konzipiert, wobei eines davon als Flipped-Classroom Kurs durchgeführt werden soll. Besonderes Augenmerk liegt bei dieser Gruppe auch auf dem Einsatz von Angeboten, welche „Mobile Learning“ ermöglichen. Das zweite Kursformat stellt einen Präsenzkurs im klassischen Sinne dar und wird ihm Rahmen dieser Arbeit dem Flipped-Classroom Kursformat gegenübergestellt. Es stellt sich die Frage, ob diese Gruppe gleich oder ähnlich gute Ergebnisse in Bezug auf theoretische und praktische Kenntnisse erreichen kann wie die Vergleichsgruppe mit einem Präsenzkurs, obwohl es zwischen den beiden Kursformaten deutliche Unterschiede bei den notwendigen personellen und räumlichen Ressourcen geben wird, da im Präsenzkurs die TutorInnen die theoretischen Inhalte mit den teilnehmenden Studierenden besprechen. Im Rahmen der Arbeit soll auch evaluiert werden, welches Kursformat die teilnehmenden Studierenden selbst bevorzugen. Da verschiedene Lerntypen existieren, ist es auch bedeutend, für möglichst alle TeilnehmerInnen einen idealen Lehrzugang zu bieten. Ein weiteres Ziel dieser Arbeit ist es, festzustellen, wie sinnvoll die Durchführung eines Basiskurses in der FKDS für Studierende ist, da es sich um eine Fertigkeit handelt, die sowohl breites Grundlagenwissen als auch praktische Übung voraussetzt. Im Rahmen der Arbeit soll evaluiert werden, ob nach dem Kurs signifikante theoretische Wissenszugewinne festzustellen sind und wie gut die Praxisanwendung der TeilnehmerInnen nach dem Kurs ist. Außerdem soll eine persönliche Einschätzung des fachlichen Wissens und der praktischen Fertigkeiten der teilnehmenden Studierenden erhoben werden.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Konzeption des Kurses

Der Grundgedanke zur Erstellung dieses Kurses war es, den Studierenden die Anwendung der Dopplersonographie so näher zu bringen, dass sie die vielen Möglichkeiten der Anwendung kennen lernen und Grundlagen und Prinzipien sowie Einschränkungen verstehen, damit sie die Dopplersonographie in ihrem späteren klinischen Alltag bei verschiedenen Indikationen anwenden können, auch wenn speziell diese Indikation gar nicht Teil des Kurses ist. Da die FKDS in nahezu allen klinischen Fächern eine Rolle spielt, wird fast jede/jeder TeilnehmerIn wieder mit diesem Thema konfrontiert sein und sollte imstande sein, ihr/sein im Kurs erworbenes Vorwissen auf die jeweiligen Anwendungsmöglichkeiten zu übertragen. Mit der Sonographie der extrakraniellen, hirnversorgenden Gefäße wird darüber hinaus eine häufig eingesetzte und bedeutende Anwendungsmöglichkeit der FKDS vertiefend behandelt.

Sowohl der Flipped-Classroom Kurs als auch der Präsenzkurs umfassen inhaltlich exakt die gleichen Themen. Der Unterschied liegt in der Anzahl der Unterrichtseinheiten, die durch studentische TutorInnen betreut werden. Die Präsenzgruppe hat insgesamt drei Termine, wobei die erste Einheit mit 120 Minuten kürzer ist als die zweite und dritte Einheit mit jeweils 150 Minuten. Hier wird die Theorie besprochen und anschließend gleich praktisch angewandt. Die Flipped-Classroom Gruppe hat nur zwei Einheiten mit TutorInnen, die jeweils 150 Minuten umfassen. Die theoretischen Einheiten sollen sich die TeilnehmerInnen zu Hause vor der ersten Einheit mit 70 Minuten und vor der zweiten Einheit mit 50 Minuten im Selbststudium mit Hilfe des E-Learnings aneignen. Die Praxiszeit direkt am Gerät ist bei beiden Kursformaten ident und umfasst 300 Minuten. Die Abbildung 1 zeigt die Stundenaufteilung der beiden Kursformate im Vergleich. Die detaillierten Curricula mit Zeitangaben und Inhaltsangaben sind im Anhang zu finden (siehe Anhang Curricula).

Da das Ziel dieses Kurses die Vermittlung von Grundlagen ist, wird in allen Einheiten besonderer Wert auf die Basiskompetenzen, wie die korrekte Schallkopfhaltung, gelegt. Die Studierenden sollen sich eine möglichst entspannte und keine verkrampfte Schallkopfhaltung angewöhnen. Dazu gehört, den Schallkopf möglichst weit unten zu halten, um eine bessere Steuerbarkeit zu

gewährleisten. Der Arm sollte bei der Patientin/ dem Patienten abgelegt werden, da dies sonst bereits nach wenigen Minuten in einer verkrampften Haltung enden kann. Um ein Abrutschen des Schallkopfes zu verhindern, werden die TeilnehmerInnen angeleitet, zumindest mit dem kleinen Finger Patientenkontakt zu halten.

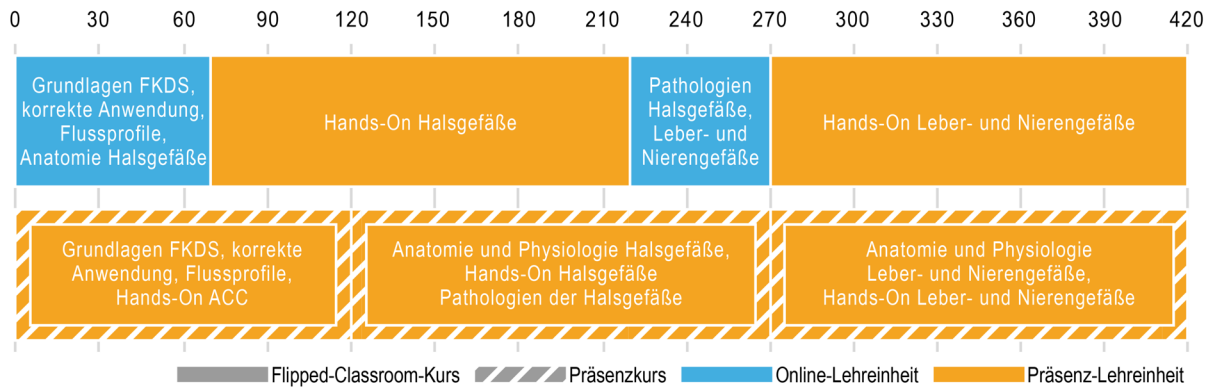


Abbildung 1: Zeitaufteilung der beiden Kursformate (Zeitangaben in Minuten)

Zu Beginn des Kurses liegt der Fokus auf den physikalischen Grundlagen der Dopplersonographie, welche die Basis für die korrekte Anwendung sind. Auch die physikalischen Hintergründe sonographischer Artefakte, wie beispielsweise Aliasing, stellen eine wichtige Voraussetzung dar, da diese einerseits die Einschränkungen der FKDS abbilden, ihr Auftreten im Laufe der Untersuchung aber auch wichtige diagnostische Hinweise geben kann.

Da im Rahmen der FKDS eine größere Anzahl von verschiedenen Funktionen des Ultraschallgeräts benötigt wird, werden diese gemeinsam mit den jeweiligen Bedienelementen am Gerät im Kurs behandelt. Anhand einer strukturierten Liste werden alle relevanten Einstellungsschritte und die korrekte Reihenfolge derselben mit den Studierenden besprochen. Die Liste wird in Folge auch später bei der praktischen Anwendung von den TeilnehmerInnen als Hilfsmittel verwendet und ist im Anhang zu finden (siehe Anhang Tabelle Bildoptimierung).

Auch die Terminologie der Gefäßsonographie, mithilfe derer Flussprofile beschrieben werden können, wird in der ersten Einheit besprochen.

Als Einstieg in die Praxis bekommen die TeilnehmerInnen die Aufgabe die Arteria carotis communis (ACC) darzustellen. Diese stellt zu Beginn aufgrund der anatomischen Gegebenheiten einen leichten Einstieg dar. Da sie sehr oberflächlich

liegt und kaum anatomische Variationen aufweist, sollte dieses Gefäß bei allen ProbandInnen schnell gefunden werden können. Anhand dieses Gefäßes sollen die TeilnehmerInnen die physikalischen Hintergründe in der Praxis anwenden, die richtigen Knöpfe zur Bedienung des Ultraschallgeräts finden und das abgeleitete Flussprofil mit den korrekten Bezeichnungen beschreiben. In Folge werden typische pathologische Flussprofile und deren pathophysiologische Grundlagen besprochen, um den Studierenden den Unterschied zwischen physiologischen und pathologischen Befunden zu verdeutlichen.

Als nächsten Schritt sollen die TeilnehmerInnen die Arteria carotis interna (ACI) und die Arteria carotis externa (ACE) darstellen und ein Flussprofil davon ableiten. Der Schwierigkeitsgrad dieser Aufgabe ist bereits deutlich höher, da die Bifurkation oft aus anatomischen Gegebenheiten sehr weit cranial liegt und eine gewisse Geschicklichkeit gefragt ist, um diese darzustellen. Die Studierenden sollen hier auch die Bedeutung der korrekten Lagerung der Probandin/des Probanden begreifen, da diese einen großen Einfluss auf die Darstellbarkeit der Gefäße haben kann. Den Studierenden soll es am Ende dieses Abschnitts möglich sein, die beiden Gefäße anhand der anatomischen Lage, ihres Flussmusters im Farbdoppler und ihres abgeleiteten Flussprofils sicher zu unterscheiden. Um die klinische Anwendbarkeit zu verdeutlichen, werden auch hier wieder die wichtigsten Pathologien besprochen.

Um eine komplette Untersuchung der vorderen und auch der hinteren Strombahn durchzuführen, wird als letztes Gefäß die Arteria vertebralis dargestellt und auch in dieser ein Flussprofil abgeleitet.

Als nächste Gefäßregion wurde die Leber mit der Vena portae und den Lebervenen gewählt. Da als Voraussetzung für die Teilnahme am Kurs ein bereits absolvierter Abdomensonographiekurs festgelegt wurde, sollte die Darstellung dieser beiden Gefäße für die TeilnehmerInnen eine Wiederholung sein und ihnen somit keine größeren Schwierigkeiten bereiten. Die Darstellung der Vena portae und die Interpretation des abgeleiteten Flussprofils haben Bedeutung bei der Diagnostik des portalen Hypertonus. Nach Absolvierung des Kurses sollten die TeilnehmerInnen die wichtigsten Kriterien zur Diagnose eines portalen Hypertonus kennen und diese auch praktisch erheben können.

Die Darstellung der Lebervenen und ihres Flussprofils soll vor allem zu Übungszwecken dienen, da es aufgrund des geringeren Durchmessers etwas

schwieriger ist, ein gut interpretierbares Flussprofil abzuleiten. Da der Fluss in den Lebervenen stark kardial moduliert wird, bietet sich die Möglichkeit, die Physiologie der Herzaktion zu wiederholen. Anhand der Flusskurve können die einzelnen Herzphasen identifiziert werden und den Studierenden soll es möglich sein, die Veränderungen des Flussprofils bei Pathologien, wie beispielsweise einer Rechtsherzinsuffizienz, herzuleiten.

Bei Schwierigkeiten der Darstellbarkeit dieser Gefäße sollen die Studierenden den ProbandInnen Anweisungen zur Atmung geben, um so die Bedingungen für die sonographische Darstellung zu verbessern.

Als letzter Inhalt des Kurses wurde die Darstellung der Nierengefäße und die Ableitung ihrer Flussprofile gewählt. Um einen idealen Winkel für die Ableitung eines Flussprofils zu erhalten, muss ein besonderes Schallfenster am lateralen Rand des rechten Musculus rectus abdominis gewählt werden. Da diese Region oft von Darmgasen überlagert ist, stellt dies eine besondere Herausforderung dar. Hier ist bereits Geschicklichkeit gefragt, da meist sehr feine Bewegungen notwendig sind, um den Gefäßabgang darzustellen. Gerade dies ist für AnfängerInnen in vielen Fällen eine große Herausforderung. Zusätzlich müssen die TeilnehmerInnen über ein anatomisches Grundverständnis verfügen, um die gesuchte Struktur auch am Ultraschallbild identifizieren zu können. Eine indirekte Methode zur Identifizierung einer Nierenarterienstenose durch Messung an den Interlobararterien wird ebenfalls vorgestellt, um den Studierenden auch diese Anwendungsmöglichkeit der Gefäßsonographie näher zu bringen, die auch bei der Feststellung einer Transplantatabstoßung nach einer Nierentransplantation Bedeutung hat. Generell stellt diese Untersuchungsmethode in der klinischen Praxis noch keine Routineuntersuchung dar, aber es soll für die Studierenden einerseits eine Herausforderung darstellen, ihnen aber auch vermitteln, dass sie auch von kleineren oder anatomisch schwerer zugänglichen Gefäßen Flussprofile ableiten können.

## 2.2 Ausbildung der TutorInnen

Es erfolgte die Ausbildung von zwölf studentischen TutorInnen in den Grundlagen der Gefäßsonographie in Hals-, Leber-, Nieren- und weiteren Abdominalgefäßen. Die erfolgte Ausbildung hatte eine Dauer von 6.5 Stunden Präsenzzeit in

Kleingruppen von jeweils vier auszubildenden studentischen TutorInnen und zwei AusbilderInnen. So konnte ein schneller Lerneffekt, vor allem in der praktischen Bedienung des Ultraschallgeräts und der Darstellung von Gefäßen und deren Ableitung von Flussprofilen gewährleistet werden.

Die erste Einheit dauerte 120 Minuten und umfasste die theoretischen Grundlagen des Farbdopplers, CW- und PW-Dopplers, Grundbegriffe der Gefäßsonographie, Interpretation von physiologischen und pathologischen Flussprofilen, sowie die Darstellung und korrekte schrittweise Optimierung des Bildes der ACC. Die zweite Einheit hatte eine Dauer von 135 Minuten und setzte inhaltlich den Schwerpunkt auf die Halsgefäße ACC, ACI, ACE und Arteria vertebralis. Zusätzlich zu den physiologischen Verhältnissen wurden auch Pathologien besprochen, sowie die klinische Anwendung dieser Untersuchungsmethode.

In der dritten Einheit, die ebenfalls eine Dauer von 135 Minuten hatte, lag der Schwerpunkt auf Leber- und Nierengefäßen. Auch hier wurden neben den physiologischen Verhältnissen die Pathologien und die klinische Relevanz besprochen.

Insgesamt ergab sich bei jeder Gruppe eine Hands-on Zeit von ungefähr 250 Minuten pro vier TeilnehmerInnen, das entspricht pro TutorIn einer Zeit am Ultraschallgerät von etwas mehr als einer Stunde.

Zuzüglich dieser 6.5 Stunden erfolgte ein theoretisches Selbststudium und eine individuelle praktische Übungszeit durch die ausgebildeten TutorInnen selbst. Für die auszubildenden TutorInnen wurden Skripten zu den Basics des Farbdopplers und zur Sonographie der Hals-, Nieren- und Abdominalgefäße erstellt, um die wichtigsten Informationen zusammenzufassen und eigenständige Wiederholung und Vertiefung zu ermöglichen. Ebenfalls zur Verfügung gestellt wurde eine Power-Point Präsentation mit übersichtlichen Slides, welche jederzeit von den TutorInnen einsehbar ist und in leicht abgeänderter Form auch für die Verwendung innerhalb der Kurse gedacht ist.

Schwerpunktmäßig wurde in der Ausbildung auch die fachspezifische Sonographiedidaktik besprochen, um möglichst gute Voraussetzungen für eine optimale Wissensvermittlung an die KursteilnehmerInnen zu schaffen. Eine Studie von Hofer, Schiebel, Hartwig und Mödder (2002) demonstriert den Stellenwert einer guten didaktischen Ausbildung der Lehrenden. Hier wurden TutorInnen in einem fünfstufigem Trainingsprogramm mit fachlichen und didaktischen Inhalten einer

Kontrollgruppe ohne didaktische Schulung, aber mit deutlich längerer Berufserfahrung gegenübergestellt. Es zeigte sich ein hochsignifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen, die Kontrollgruppe erzielte deutlich schlechtere Ergebnisse als die TutorInnen mit absolviertem Didaktiktraining (17). Grundvoraussetzung zur Teilnahme an der TutorInnenausbildung für Gefäßsonographie war zumindest die Absolvierung einer definierten, mindestens 15-stündigen Grundausbildung in der Sonographie des Abdomens. Auch hier wird zuzüglich zum Kurs nochmals die praktische Übungszeit und theoretisches Selbststudium in Eigeninitiative vorausgesetzt. Mehrere der teilnehmenden TutorInnen hatten vor Beginn der Ausbildung Abdomensonographiekurse, zertifiziert durch die Österreichische Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (ÖGUM), besucht, sowie ebenso durch die ÖGUM zertifizierte Kurse für Notfallsonographie. Zusätzlich hatten einige TutorInnen die Prüfung zum ÖGUM StudentInnentutor absolviert (18).

### 2.3 Auswahl der TeilnehmerInnen

Da die FKDS sowohl in der Theorie als auch in der Praxis ein komplexes Kapitel der Sonographie darstellt, wurde der Kurs als Aufbaukurs konzipiert. Der Besuch eines Abdomensonographiekurses wurde vorausgesetzt, um zu gewährleisten, dass die Studierenden bereits Grundkenntnisse der Sonographie vorweisen können. Dieser Grundkurs umfasst dreimal zwei Stunden in einer Kleingruppe von jeweils fünf Studierenden und zwei TutorInnen. Lernziele dieses Kurses sind das Kennenlernen des Gerätes und dessen Funktionen, der Erwerb physikalischen Hintergrundwissens, die Einstellung der korrekten Bildorientierung, die selbstständige Bildoptimierung, die Darstellung und Benennung relevanter anatomischer Strukturen des Abdomens, der Erwerb von Kenntnissen über die physiologische Abbildung von Organen und Strukturen sowie die korrekte Schallkopfhaltung und -führung (19, 20).

Weitere Voraussetzungen sind anatomische Kenntnisse der Hals- und Nierengefäße, sowie die Physiologie dieser Gefäße und allgemeine Strömungslehre. Diese Kenntnisse werden im Rahmen der Pflichtlehre des ersten, zweiten und dritten Semesters des Studiums der Humanmedizin an der Medizinischen Universität Graz vermittelt (10).

Generell gab es bei der Platzvergabe keine strikte Grenze des Studienfortschrittes, es wurde aber auf der Website von Sono4You Graz darauf hingewiesen, dass die Absolvierung eines Kurses vor dem dritten Semester nicht als sinnvoll angesehen wird, da die anatomischen und physiologischen Grundkenntnisse noch nicht ausreichend vorhanden sind. Aus diesem Grund kann davon ausgegangen werden, dass die Studierenden sich erst ab dem vierten Semester für einen Kurs anmelden und daran teilnehmen.

Die TeilnehmerInnen konnten sich zwei Tage lang in Gruppen von jeweils fünf Studierenden über ein Online-Formular anmelden und zwei Wunschtermine angeben. Bei diesen Wunschterminen handelt es sich vorerst nur um die Starttermine, alle weiteren Einheiten wurden gemeinsam mit den unterrichtenden TutorInnen in der ersten Einheit vereinbart. Den TeilnehmerInnen war zu diesem Zeitpunkt noch nicht bekannt, welches Kursformat an welchem Starttermin angeboten wird. Nach Ende der Anmeldung wurden die Plätze nach dem Zufallsprinzip an die angemeldeten Gruppen vergeben. Die ersten vier Kurse wurden als Präsenzzeitkurse, die weiteren vier Kurse als Flipped-Classroom Kurse abgehalten.

Für die insgesamt acht angebotenen Kurse haben sich 30 Gruppen zu je fünf Studierenden beworben, für 22 Gruppen konnte in diesem Semester kein Kurs angeboten werden. Insgesamt konnten 37 Studierende an den Kursen teilnehmen, drei Studierende waren kurzfristig krankheitsbedingt ausgefallen. Von diesen 37 TeilnehmerInnen haben 19 den Präsenzzeitkurs absolviert und 18 den Flipped-Classroom Kurs.

## 2.4 Eingesetzte Medien und Hilfsmittel

### 2.4.1 Didaktische Hilfsmittel in den Präsenzeinheiten

- Ultraschallgerät

Ein zentraler Teil der Kurse ist ein Ultraschallgerät mit Konvex- und Linearschallkopf, um sowohl oberflächliche als auch tiefer liegende Gefäße darstellen zu können. In den Kursen wurde ein Siemens Acuson CV70 mit einem Alter von rund zwölf Jahren verwendet. Da es gerade unerfahrenen TeilnehmerInnen erfahrungsgemäß schwerfällt, kleinere Strukturen einzustellen und zu erkennen, wäre ein neueres Gerät mit einer verbesserten

Software und höherer Rechenleistung möglicherweise vorteilhaft. Die Basisanforderungen werden aber auch von diesem Gerät erfüllt, oftmals müssen jedoch gewisse Einstellungen genauer angepasst werden, damit die Rechenleistung des Geräts für eine flüssige Darstellung ausreichend ist.

Ein grundlegendes Prinzip in den Kursen von Sono4You Graz ist es, die Bedienung des Ultraschallgerätes und die Führung des Schallkopfes den Studierenden zu überlassen. Die Aufgabe der TutorInnen besteht darin, die TeilnehmerInnen mit Erklärungen, Gesten oder anderen Hilfsmitteln anzuleiten. Die Hypothese dahinter ist, dass die möglichst selbständige Durchführung der Ultraschalluntersuchung die bestmögliche Vorbereitung auf die spätere Anwendung im Klinikalltag darstellt.

- Slides

Die Vermittlung der theoretischen Kursinhalte wurde mit in Microsoft Power Point erstellten Slides unterstützt, ebenso wurden diese auch in den Flipped-Classroom Kursen zur Wiederholung der Inhalte der E-Learning-Einheiten eingesetzt.

- Anatomie-App „Visible Body“

Gerade anatomische Zusammenhänge sind ohne ausreichendes Bildmaterial oft schwierig zu vermitteln. Die Applikation „Visible Body“ ermöglicht auf verschiedenen Touch-Geräten (iPad, iPhone, Android-Tablets) die dreidimensionale Visualisierung der relevanten anatomischen Strukturen und deren Zusammenhänge mit anderen Strukturen (21). Es besteht die Möglichkeit, bestimmte Strukturen für die bessere Erkennbarkeit hervorzuheben oder für eine übersichtlichere Darstellung ganz verschwinden zu lassen. Außerdem besteht die Möglichkeit, die relevante Anatomie bestimmter Sonographie-Standschnitte einzustellen und diese abzuspeichern. So sind sie in jedem Kurs schnell abrufbar und der Einsatz der Applikation verursacht keinen zeitlichen Mehraufwand.

- Whiteboard

Mithilfe eines handelsüblichen Whiteboards und Markern in verschiedenen Farben können grafische Darstellungen zur besseren Vermittlung der

theoretischen Inhalte visualisiert werden. Um die anatomischen Zusammenhänge und die relevante sonographische Anatomie noch besser im Gedächtnis zu behalten, besteht für die TeilnehmerInnen die Möglichkeit, bestimmte Schnitte zur Wiederholung aufzuzeichnen.

- Gedruckte Liste zur Bildoptimierung

Alle teilnehmenden Studierenden erhalten eine Liste mit insgesamt 14 Schritten zur Bildoptimierung im Rahmen der Darstellung eines Gefäßes im B-Bild, mit Farbdoppler und mit Spektraldoppler zur Ableitung eines Flussprofils. Diese Liste soll es den TeilnehmerInnen erleichtern, sich die richtige Abfolge der einzelnen Schritte einzuprägen. Die Erfahrung aus den Kursen zeigt, dass es von den Studierenden für den Lernerfolg der gesamten Gruppe als besonders hilfreich empfunden wurde, wenn eine andere/ein anderer TeilnehmerIn der/dem Studierenden, die/der gerade die Ultraschalluntersuchung durchführt, die einzelnen Schritte laut vorliest und diese/diesen anleitet.

- Laserschallkopf und Luftballon

Es erfolgt der Einsatz eines linearen Laserpointers in Form eines Schallkopfes gemeinsam mit einem transparenten Luftballon, um die verschiedenen Möglichkeiten der Darstellung eines Gefäßes in der Schnittbildgebung intuitiv zu visualisieren. Eine Sammlung an Bildern zum besseren Verständnis ist im Anhang zu finden (siehe Anhang Bildersammlung Laserschallkopf).

#### 2.4.2 Eingesetzte Hilfsmittel im Flipped-Classroom Kurs

Zusätzlich zu den in Kapitel 2.4.1 genannten Hilfsmitteln wurden im Flipped-Classroom Kurs die E-Learning Einheiten zur Wissensvermittlung verwendet.

- „Articulate Rise“

Die Web-Applikation wird zur Erstellung von universell einsetzbaren E-Learning Einheiten herangezogen (22). Neben Texten, Grafiken, Fotos und Videos können auch verschiedene interaktive Elemente erstellt und in den Kurs integriert werden. Die Darstellung der erstellten Inhalte wird

abhängig von der jeweiligen Bildschirmgröße auf jedem Gerät (Smartphone, Tablet, Computer) optimiert, sodass eine sinnvolle Nutzung auch auf kleineren Geräten möglich ist.

- Kurze verständliche Textabschnitte  
Durch klar gegliederte Texte mit ergänzenden Darstellungen und Grafiken soll das Verständnis für die Studierenden erleichtert werden.
- Grafiken und Bilder  
Die theoretischen Inhalte können vor allem bei komplexeren Zusammenhängen mit Grafiken und Bildern unterstützt werden. Ebenso wird auch die Möglichkeit genutzt, einfache Animationen einzuspielen. Zusätzlich können interaktive Grafiken eingefügt werden, die die Studierenden auffordern, sich aktiv in den Online-Kurs einzubringen und nicht nur passiv die Informationen aufzunehmen.
- Video zur praktischen Durchführung der Bildoptimierung  
In einem rund zweiminütigen Video werden die wichtigsten Punkte zur strukturierten Bildoptimierung demonstriert. Es handelt sich um eine Bild-in-Bild Darstellung, in welcher zusätzlich zum Ultraschallbild auch die Bedienungsfläche des Ultraschallgeräts gezeigt wird und die jeweiligen Schritte in Text eingeblendet werden. Im Video wird dasselbe Ultraschallgerät verwendet wie in den Kursen – dies soll den TeilnehmerInnen die technische Bedienung des Ultraschallgeräts so einfach wie möglich machen.
- Knowledge-Fox Microlearning  
Durch den gezielten Einsatz des Microlearning-Systems Knowledge-Fox soll bereits erworbenes Wissen wiederholt und somit gefestigt werden. Über ein Quiz mit zwei Lektionen und 44 Fragen, die sich mit den Inhalten des Kurses beschäftigen, können Studierende entweder selbstständig spielerisch lernen oder mit ihrem Wissen gegeneinander antreten.

## 2.5 Unterschiede zwischen Flipped-Classroom- und Präsenzkurs

Obwohl in den beiden Kursformaten die selben Inhalte behandelt werden, gibt es zwischen ihnen doch bedeutende Differenzen: Ein wesentlicher Unterschied ist die Präsenzzeit – bei dem Präsenzkurs sind es bei gleichem Inhalt zwei Stunden mehr als bei dem Flipped-Classroom Kurs. Die Zeit am Ultraschallgerät ist jedoch bei beiden Gruppen exakt gleich und entspricht 300 Minuten.

Der Unterschied besteht in der Aufbereitung der theoretischen Inhalte. Die Flipped-Classroom Gruppe soll sich den theoretischen Teil des Kurses zu Hause mittels aufbereitetem E-Learning selbst aneignen, während der Präsenzgruppe die Informationen von den TutorInnen direkt im Kurs vermittelt werden sollen.

Die TeilnehmerInnen der Flipped-Classroom Gruppe haben somit mehr Freiheiten, wann, wo und wie lange sie die einzelnen Lektionen studieren. Es besteht hier die Möglichkeit, dass jede/jeder TeilnehmerIn sich die Inhalte in einem für sie/ihn passenden Tempo aneignen kann. Die Kursinhalte können so oft wie notwendig aufgerufen und wiederholt werden.

In der Präsenzgruppe ist die Vermittlung der theoretischen Inhalte stark von den TutorInnen und den TeilnehmerInnen abhängig. Bei TeilnehmerInnen mit geringem Vorwissen oder langsamen Lernfortschritt besteht die Möglichkeit, die Kursinhalte zu reduzieren und nicht alle Teile des Curriculums zu behandeln, dies wirkt sich aber naturgemäß auch auf das Wissensniveau nach dem Kurs aus. Es besteht nicht die Möglichkeit, die Kurszeit entsprechend anzupassen, um auch mit diesen Gruppen alle Lernziele zu erreichen.

Speziell in der Präsenzgruppe besteht natürlich die Gefahr, dass in inhomogenen Gruppen schwächere TeilnehmerInnen überfordert und wissensstärkere TeilnehmerInnen unterfordert werden. Eine Maßnahme, um dem entgegenzuwirken, ist, dass in den Kursen durchgehend zwei TutorInnen zur Verfügung stehen, die jede/jeden TeilnehmerIn mit zusätzlichen Erklärungen von ihrem/seinem persönlichen Wissenstand abholen sollen. Die detaillierte Darstellung der einzelnen Curricula findet sich im Anhang (siehe Anhang Curricula).

## 2.6 Methoden der Evaluierung

### 2.6.1 Evaluierung der praktischen Anwendung diagnostischen Ultraschalls

Die Schwierigkeiten der objektiven Erhebung persönlicher Fertigkeiten in der Nutzung von diagnostischem Ultraschall wurden laut einer Übersichtsarbeit von Seitz (2012) bereits 1980 thematisiert. In weiterer Folge kritisiert er vor allem die fehlende Qualitätssicherung in der Klinik (23).

Jang, Ruggeri, Dyne und Kaji zeigen in einer Studie, dass auch die Anzahl der durchgeführten Untersuchungen kein sinnvolles Maß für die Kompetenz der Untersucherin/des Untersuchers darstellt (24).

Um die Qualität einer Ausbildung für Sonographie zu bewerten, erscheint es grundsätzlich als sinnvoll, die Fertigkeiten in einer der realen Anwendung möglichst nahekommenden Situation zu evaluieren. Da eine Erhebung im klinischen Setting mit der Ultraschallanwendung an PatientInnen und einem folgenden Vergleich mit einem Goldstandard im Rahmen dieser Arbeit nicht praktikabel war, wurde versucht, anhand verschiedener, validierter Scoringsysteme eine geeignete Methode zur Evaluierung der praktischen Fertigkeiten zu finden.

Tolsgaard et al. (2013) entwickelten in einem dreiphasigen Prozess zur Konsensfindung nach der Delphi-Methode mit 60 eingeladenen ExpertInnen eine Skala mit dem Namen „Objective Structured Assessment of Ultrasound Skills“ (OSAUS). Die ExpertInnen hatten dabei die Möglichkeit, über relevante Elemente zur Beurteilung der Ultraschallfähigkeiten mit einem Scoringsystem von 1-5 abzustimmen, wobei 1 „nicht relevant“ bedeutet, 3 „relevant, aber nicht essentiell“ und 5 „essentiell“. Das ExpertInnengremium konnte sich auf sieben Teilbereiche einigen, welche bewertet werden sollten: Indikation für die Untersuchung, praktisches Wissen zur Ultraschallausstattung, Optimierung des Ultraschallbildes, systematische Untersuchung, Interpretation der Ultraschallbilder, Dokumentation der Untersuchung und das Treffen medizinischer Entscheidungen auf Basis des erhobenen Befunds (25).

Eine Studie von Todsén et al. (2015) testete die Zuverlässigkeit dieser Evaluierungsmethode. Hier wurden die Fähigkeiten von AnfängerInnen, Fortgeschrittenen und ExpertInnen in der Sonographie verglichen: Alle 24 TeilnehmerInnen führten eine Ultraschalluntersuchung an vier chirurgischen PatientInnen durch und wurden nach dem OSAUS beurteilt. Es gab einen

signifikanten Unterschied im Endergebnis zwischen den drei Gruppen, die AutorInnen empfehlen daher diese Form der Evaluierung für die Ausbildung und Zertifizierung von UltraschallanwenderInnen (26).

### 2.6.2 Gewählte Herangehensweise und Begründung

Es wurde, um alle Aspekte der Ultraschallanwendung und Interpretation der akquirierten Bilder und Flussprofile zu evaluieren, sowohl eine Erhebung des theoretischen Wissenstandes als auch der praktischen Fähigkeiten und Fertigkeiten der TeilnehmerInnen durchgeführt. Die theoretischen Kenntnisse wurden vor dem Kurs (Pretest) und nach dem Kurs (Posttest) mit einem Fragebogen von 32 Fragen evaluiert. Die Fragen waren vor und nach dem Kurs ident, um Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu schaffen.

Alle TeilnehmerInnen wurden vor Kursbeginn anonymisiert und erhielten eine zufällige dreistellige Kennzahl, welche sowohl für die theoretische, als auch für die praktische Evaluierung angegeben werden musste, um einen Vergleich zu ermöglichen.

Um eine Verfälschung der Ergebnisse durch unterschiedliche Vorkenntnisse der Gefäßsonographie und ihrer Grundlagen auszuschließen, wurde der Wissenstand der TeilnehmerInnen mithilfe des Pretests evaluiert. Somit ist es möglich, den Wissenszugewinn jeder einzelnen Teilnehmerin/jedes einzelnen Teilnehmers zu beurteilen. Die Fragen der theoretischen Evaluierung wurden mittels Google Forms zu einem Online-Fragebogen kombiniert. Der Fragebogen wurde in sieben Abschnitte gegliedert: Im ersten Abschnitt wurden demographische Daten, wie Alter, Geschlecht, Schallerfahrung, Studienfortschritt und die Kennzahl zur Vergleichbarkeit abgefragt. Die Abschnitte zwei bis sieben umfassten die theoretischen Fragen zum Thema Gefäßsonographie, wobei jeder Abschnitt einen anderen Teilbereich umfasste. Die Teilbereiche gliederten sich in physikalische Grundlagen, Flussprofile-Basics, Halsgefäße, Lebergefäße, Nierengefäße und Flussprofile. Es gab insgesamt 32 Aussagen, die entweder mit „die Aussage ist richtig“ oder mit „die Aussage ist falsch“ beantwortet werden mussten. Der gesamte Test befindet sich im Anhang und kann dort eingesehen werden (siehe Anhang Pretest/Posttest). Richtige Antworten wurden mit einem Punkt bewertet, falsche Antworten mit null Punkten. Alle TeilnehmerInnen erhielten den Link zum Online-Fragebogen vor der ersten Einheit per E-Mail und der Pretest wurde von allen

Studierenden vollständig ausgefüllt. Erst nach Absolvierung des Pretests erhielten die TeilnehmerInnen der Flipped-Classroom Gruppe die Zugangsdaten zu den E-Learning Einheiten, die ebenfalls als Link per E-Mail verschickt wurden.

Der Posttest beinhaltete exakt die gleichen 32 theoretischen Fragen zu den sechs Teilbereichen. Zusätzlich zu den Fragen umfasste ein weiterer Abschnitt eine allgemeine Evaluierung des Kurses aus Sicht der TeilnehmerInnen. In diesem wurden Fragen zu den Kategorien Kursinhalte, Selbsteinschätzung der gelernten Fähigkeiten, Betreuung durch die TutorInnen und Räumlichkeiten gestellt. Diese Fragen konnten mit den Antwortmöglichkeiten „Trifft völlig zu“, „Trifft eher zu“, „Trifft eher nicht zu“ und „Trifft nicht zu“ beantwortet werden. Zusätzlich gab es noch ein Antwortfenster mit der offenen Frage nach Verbesserungsvorschlägen, aber auch die Möglichkeit, positive Erfahrungen mitzuteilen.

Da die TeilnehmerInnen nicht selbst wählen durften, ob sie den Präsenzkurs oder den Flipped-Classroom Kurs besuchen wollen, wurde auch abgefragt, welches der beiden Kursformate sie präferiert hätten. Der komplette Posttest ist ebenfalls im Anhang zu finden (siehe Anhang Pretest/Posttest). Die Evaluierung der Flipped-Classroom Gruppe enthielt einen zusätzlichen Abschnitt. Dieser Teil beinhaltete Fragen zum Aufbau und Inhalt der E-Learning Unterlagen sowie zum Quiz Knowledge-Fox. Auch die Evaluierung der E-Learning Einheiten ist im Anhang einsehbar (siehe Anhang Evaluierung E-Learning). Der Posttest wurden am Ende der letzten Einheit von allen teilnehmenden Studierenden ausgefüllt.

Die praktische Evaluierung fand ebenfalls in der letzten Einheit im Anschluss an den Posttest statt. Da es organisatorisch kaum möglich war, die praktische Evaluierung auch vor der ersten Einheit durchzuführen, gibt es hier keine Vergleichswerte. Da die FKDS jedoch im Rahmen des Pflichtcurriculums kaum bis gar nicht behandelt wurde kann davon ausgegangen werden, dass die Studierenden bis zum Kurs nur wenig oder keine praktische Erfahrung in diesem Bereich sammeln konnten. Im Pretest wurde abgefragt, wie viele Stunden Schallerfahrung die Studierenden zu Beginn des Kurses hatten. Diese lagen bei den TeilnehmerInnen beider Gruppen zwischen 2 Stunden und maximal 40 Stunden und ergaben einen Mittelwert von 14.65 Stunden und eine Standardabweichung von 8.84. Die TeilnehmerInnen der Flipped-Classroom Gruppe hatten im Durchschnitt 13.17 Stunden Erfahrung am Ultraschallgerät (SD = 8.52), die Präsenzgruppe durchschnittlich 16.05 Stunden (SD = 8.90).

Aufgabe der TeilnehmerInnen war es, die ACC darzustellen, alle Schritte zur Bildoptimierung im B-Bild, mit dem Farbdoppler und Spektraldoppler durchzuführen und ein für sie zufriedenstellendes Flussprofil abzuleiten. Sie erhielten kurz vor Beginn der Evaluierung einen Text mit der Aufgabenstellung. Der genaue Wortlaut war: „Stelle die Arteria carotis communis sowohl im B-Bild, als auch im Farbdoppler und PW-Doppler dar und optimiere die jeweiligen Einstellungen.“

Da aus personellen Gründen nicht immer die/der gleiche ProbandIn für die Evaluierung zur Verfügung stand, fiel die Wahl auf die ACC. Diese ist aufgrund der anatomischen Gegebenheiten bei nahezu jeder Person leicht aufzufinden, ihre sonographische Darstellung ist auch bei unterschiedlichen ProbandInnen annähernd gleich schwierig durchzuführen. Die gesamte praktische Evaluierung wurde mit einem Video dokumentiert und erst im Anschluss nach einer Checkliste beurteilt. Das Handling der Bedienungsoberfläche des Ultraschallgeräts und das Schallkopfhandling der TeilnehmerInnen direkt am Schallmodell wurden gefilmt und gemeinsam mit dem Videosignal des Ultraschallgeräts mittels der Videomischsoftware Open Broadcasting Studio aufgezeichnet.

Die Checkliste orientiert sich an den unter anderem von Matthias Hofer (27) und Klaus Dirks (28) beschriebenen Schritten zur Bildoptimierung. Diese Tabelle wurde auch in den Kursen in einer abgewandelten Form verwendet (siehe Anhang Tabelle Bildoptimierung).

Zur Beurteilung der einzelnen Punkte gab es je nach Frage verschiedene Kriterien:

1. Die/Der TeilnehmerIn verändert die Einstellung – Resultat ist korrekt
2. Die/Der TeilnehmerIn verändert die Einstellung – Resultat ist inkorrekt
3. Die/Der TeilnehmerIn verändert die Einstellung nicht – war zuvor schon korrekt dargestellt
4. Die/Der TeilnehmerIn verändert die Einstellung nicht – ist inkorrekt dargestellt

Zusätzlich wurden auch bestimmte Fragestellungen mit „Ja“ oder „Nein“ beurteilt.

Als zentrale Endpunkte wurden drei Fragestellungen ausgewählt, die letztendlich die entscheidenden Kriterien dafür sind, ob die Untersuchung von den TeilnehmerInnen so durchgeführt wurde, dass die Ergebnisse im klinischen Kontext verwertbar wären. Die einzelnen Schritte der Optimierung, welche als Nebenkriterien analysiert wurden, können Hinweise darauf geben, in welchem Teil des Untersuchungsprozesses den TeilnehmerInnen Fehler passiert sind, wenn der jeweilige Endpunkt nicht erreicht werden konnte.

Als erster Endpunkt wurde die Beurteilung im B-Bild gewählt:

- Hat der/die TeilnehmerIn das Flussprofil aus der ACC abgeleitet?
- Wurde das Sample Volume in der Gefäßmitte platziert?
- Ist das Gefäß klar zur Umgebung abgrenzbar?
- Kommt es zu Überlagerungen durch umgebende Strukturen?

Der zweite Endpunkt umfasst die grob visuelle Beurteilung des abgeleiteten Flussprofils:

- Ist es anhand des Flussmusters der ACC zuzuordnen?
- Ist die Time to Peak beurteilbar?
- Liegt ein freies spektrales Fenster vor?

Der dritte Endpunkt umfasst die Durchführbarkeit von Messungen an dem abgeleiteten Flussprofil:

- Können die Time to Peak, die Maximalgeschwindigkeit, die enddiastolische Geschwindigkeit gemessen werden?
- Ist die Flusskurve abgeschnitten?
- Liegt ein Winkel unter 60 Grad vor?

Diese drei Endpunkte wurden für alle Studierenden mit „Ja“ (entspricht einer korrekten Durchführung bzw. Verwertbarkeit des Ergebnisses) oder mit „Nein“ bewertet.

Die Nebenkriterien orientieren sich stark an der erstellten Tabelle (siehe Anhang Tabelle Bildoptimierung).

Die Kriterien lauten:

- Wurde der richtige Schallkopf verwendet?  
Zur Verfügung standen den TeilnehmerInnen ein Linearschallkopf, ein Abdomenschallkopf und ein Echoschallkopf, als korrekte Wahl für die Untersuchung der ACC wurde der Linearschallkopf gewertet.
- Liegt eine korrekte Schallkopfhaltung vor?  
Bewertet wurde, ob der Schallkopf im basalen (patientennahen) Bereich gehalten wurde, ob Kontakt zum Patienten hergestellt wurde (beispielsweise mit dem kleinen Finger) und ob eine entspannte Haltung des Arms zu erkennen war.
- Wurde der Schallkopf für die Ableitung des Flussprofils im Längsschnitt aufgesetzt?  
Mit diesem Punkt wird überprüft, ob die TeilnehmerInnen das untersuchte

- Gefäß wie für das korrekte Ableiten eines Flussprofils notwendig im Längsschnitt dargestellt haben.
- Wurde der Schallkopf schräg zum Gefäßverlauf aufgesetzt?  
Um einen Winkel unter 60 Grad zu erreichen und somit Messungen zu ermöglichen, soll der Schallkopf von den Studierenden aktiv durch Ausübung von etwas mehr Druck auf einer Seite schräg zum Gefäßverlauf eingestellt werden.
  - Wurde die ACC korrekt dargestellt?  
Hier wurde bewertet, ob das richtige Gefäß (ACC) im B-Bild dargestellt wurde.
  - Wurde die Eindringtiefe korrekt optimiert?  
Da durch eine möglichst geringe Eindringtiefe die Darstellung verbessert werden kann, sollten die Studierenden die Eindringtiefe so wählen, dass nur das zu untersuchende Gefäß im Bild ist und keine tieferliegenden Strukturen zu sehen sind.
  - Wurde der B-Bild-Gain korrekt optimiert?  
Mit dieser Einstellung kann die für die Darstellung notwendige Rechenleistung des Ultraschallgerätes reduziert werden, daher sollte hier ein möglichst geringer B-Bild-Gain gewählt werden, die einzelnen Strukturen sollten aber noch erkennbar sein.
  - Wurde der Fokus in die Gefäßmitte gesetzt?  
Da die Strukturen im Bereich des Fokus mit der höchsten Auflösung dargestellt werden, sollte dieser in diesem Fall in die Gefäßmitte gelegt werden.
  - Wurde der Farbdoppler verwendet?  
Hier wurde beurteilt, ob die TeilnehmerInnen imstande waren, das Bedienelement zum Aktivieren des Farbdopplers zu finden und zu betätigen.
  - Wurde das Beam-Steering korrekt eingestellt?  
Um einen möglichst guten Winkel zu erhalten, müssen die TeilnehmerInnen das Beam-Steering so verstellen, dass sich der Winkel zur Durchführung von Messungen verbessert.
  - Wurde die Pulsrepetitionsfrequenz (PRF) richtig eingestellt?  
Um die richtige Flussgeschwindigkeit zu messen, sollte von den

- Studierenden die PRF korrekt eingestellt werden. Ziel ist es, dass kein Aliasing mehr auftritt und erst dann das Flussprofil abgeleitet wird.
- Wurde der Farbgain korrekt eingestellt?  
Der Farbgain muss korrekt eingestellt werden, da die Darstellung sonst mit einem turbulenten Fluss verwechselt werden kann. Der Farbgain soll so eingestellt werden, dass das Gefäß bis zur Gefäßwand mit Farbe gefüllt ist, aber außerhalb des Gefäßes sollte keine Farbe zu sehen sein.
  - Wurde zuerst die PRF und dann erst der Farbgain korrekt eingestellt?  
Sollte zuerst der Farbgain eingestellt werden und erst danach die PRF, so muss nochmals der Farbgain nachadjustiert werden, da er sonst nicht sicher korrekt eingestellt ist.
  - Wurde der PW-Doppler verwendet?  
Bei dieser Fragestellung wird, ähnlich wie bei der Frage nach der Verwendung des Farbdopplers, die Kompetenz in der Bedienung des Ultraschallgeräts abgefragt. Die Studierenden sollten in der Lage sein den PW-Doppler zu finden und zu aktivieren.
  - Wurde die korrekte Größe des Sample-Volume gewählt?  
Um ein Flussprofil mit möglichst freiem spektralen Fenster abzuleiten, sollte ein passendes Sample-Volume mit einer Größe von  $\frac{1}{3}$  bis maximal  $\frac{1}{2}$  des Gefäßdurchmessers gewählt werden, um langsame Strömungen am Gefäßrand nicht zu detektieren.
  - Wurde die Winkelkorrektur richtig eingestellt?  
Damit die gemessene Maximalgeschwindigkeit auch verwertbar ist, muss die Winkelkorrektur im Gefäßverlauf eingestellt werden.
  - Wurde die Nulllinie korrekt verschoben?  
Ziel ist es, das abgeleitete Flussprofil so zu modifizieren, dass die Kurve nicht abgeschnitten ist.
  - Wurde die Kurve gestaucht oder gespreizt?  
Ähnlich wie bei der Verschiebung der Nulllinie soll auch hier die Kurve nicht abgeschnitten sein, aber es soll die Darstellung der Flusskurve so gewählt werden, dass möglichst die gesamte zur Verfügung stehende Ausdehnung auf der y-Achse ausgenutzt wird.
  - Wurde der PW-Gain korrekt eingestellt?  
Die Studierenden sollen einen passenden PW-Gain wählen, sodass die

Kurve gut sichtbar ist, aber kein Hintergrundrauschen auftritt, welches die Messgenauigkeit beeinflussen könnte.

- Konnte ein Winkel unter 60 Grad erreicht werden?

Ziel wäre es, ein Flussprofil mit einem Winkel unter 60 Grad abzuleiten, da sonst der relative Messfehler zu groß wird und die gemessenen Geschwindigkeiten nicht verwertbar sind.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Demographische Daten

#### Geschlechterverteilung

Von den insgesamt 37 Studierenden haben 13 Frauen und 24 Männer an den Kursen teilgenommen. Somit waren insgesamt fast zwei Drittel aller Studierenden Männer und nur ein Drittel Frauen. Die Verteilung der Geschlechter in den beiden Kursformaten gestaltete sich relativ gleichmäßig. In der Flipped-Classroom Gruppe waren 7 Frauen, das entspricht einem Prozentsatz von 38.9 % innerhalb dieser Gruppe, die restlichen 61.1 % waren Männer, die mit einer Anzahl von 11 Studierenden in dieser Gruppe vertreten waren. In der Präsenzgruppe haben 6 Frauen den Kurs absolviert, das entspricht einem Anteil von 31.6 %, und 13 Männer, die 68.4 % innerhalb dieser Gruppe ausmachten (siehe Anhang Tab.1).

#### Alter

Die Altersverteilung aller 37 teilnehmenden Studierenden lag zwischen 21 Jahren und 27 Jahren. Das ergibt ein durchschnittliches Alter von 23.73 Jahren ( $SD = 1.31$ ) in Bezug auf alle TeilnehmerInnen. In der Flipped-Classroom Gruppe lag der Altersmittelwert bei 23.39 Jahren ( $SD = 1.54$ ) und in der Präsenzgruppe etwas höher mit 24.05 Jahren ( $SD = 0.97$ ). Zur Evaluierung eines signifikanten Unterschiedes zwischen den beiden Gruppen in der Altersverteilung wurde ein T-Test bei unabhängigen Stichproben durchgeführt. Bei Varianzungleichheit ergab sich kein signifikanter Unterschied ( $t(35) = -1.578, p = .124$ ) in der Altersverteilung zwischen den beiden Gruppen (siehe Anhang Tab.2).

#### Studienfortschritt

Die insgesamt 37 TeilnehmerInnen befanden sich zwischen dem 6. Semester und dem 10. Semester. Der Mittelwert lag bei 9.08, die Standardabweichung bei 1.38. In der Flipped-Classroom Gruppe lag der Mittelwert bei 8.11 und die Standardabweichung bei 1.45. In der Präsenzgruppe waren alle KursteilnehmerInnen aus dem 10. Semester. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Levene-Test zur Überprüfung der Varianzgleichheit ( $p < .001$ ) und anschließend mit dem T-Test bei unabhängigen Stichproben. Somit besteht ein

signifikanter Unterschied ( $t(17) = -5.52, p < .001$ ) zwischen den beiden Gruppen in Bezug auf das derzeit absolvierte Semester (siehe Anhang Tab.2).

### 3.2 Theoretische Evaluierung

#### Hauptfragestellung

- Gibt es einen signifikanten Wissenszuwachs sowohl in der Flipped-Classroom Gruppe als auch in der Präsenzgruppe? Kann die Flipped-Classroom Gruppe ähnlich gute Ergebnisse wie die Präsenzgruppe in Bezug auf den theoretischen Wissensgewinn erreichen?

Die statistische Auswertung des Wissenszuwachses der theoretischen Evaluierung beider Gruppen erfolgte mittels T-Test bei gepaarten Stichproben. Der mögliche Gesamtscore des Pre- und Posttestes lag bei insgesamt 32 Punkten. Der Mittelwert aller TeilnehmerInnen ( $n = 37$ ) liegt bei 17.54 Punkten ( $SD = 2.79$ ) im Pretest und bei 24.11 Punkten ( $SD = 3.60$ ) im Posttest. Im Durchschnitt zeigt sich ein Zuwachs von 6.57 Punkten ( $SD = 4.21$ ). In Tabelle 1 sind die detaillierten Ergebnisse der beiden Vergleichsgruppen ersichtlich.

Es ergibt sich ein signifikanter ( $t(36) = -9.49, p < .001$ ) Unterschied des Wissensstandes in Bezug auf den Gesamtscore vor dem Kurs und nach dem Kurs (siehe Anhang Tab.3). Die insgesamt 18 TeilnehmerInnen der Flipped-Classroom Gruppe erreichten im Durchschnitt 17.28 Punkten ( $SD = 2.89$ ) vor dem Kurs und 22.83 Punkten ( $SD = 3.60$ ) nach dem Kurs. Dies stellt einen Wissenszuwachs von 5.56 Punkten ( $SD = 4.84$ ) dar. Auch hier konnte im T-Test bei gepaarten Stichproben ein signifikanter ( $t(17) = -4.86, p < .001$ ) Unterschied zwischen dem Ergebnis des Pretests und des Posttests gezeigt werden (siehe Anhang Tab.3).

In der Abbildung 2 sind die erreichten Punkte beider Kursformate in Form eines Boxplot grafisch dargestellt. Für die einzelnen Gruppen befindet sich jeweils auf der linken Seite die durchschnittliche Punkteanzahl des Pretests und auf der rechten Seite die durchschnittliche Punkteanzahl des Posttests.

Tabelle 1

Mittelwerte und Standardabweichungen der erreichten Punkte der Flipped-Classroom Gruppe und der Präsenzgruppe im Vergleich

		N	M	SD
Pretest	FC	18	17.28	2.89
	PR	19	17.79	2.74
	Gesamt	37	17.54	2.79
Posttest	FC	18	22.83	3.60
	PR	19	25.32	3.23
	Gesamt	37	24.11	3.60
Wissensgewinn	FC	18	5.56	4.84
	PR	19	7.53	3.36
	Gesamt	37	6.57	4.21

Anmerkung. N = Anzahl der Studierenden, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung, FC = Flipped-Classroom Gruppe, PR = Präsenzgruppe

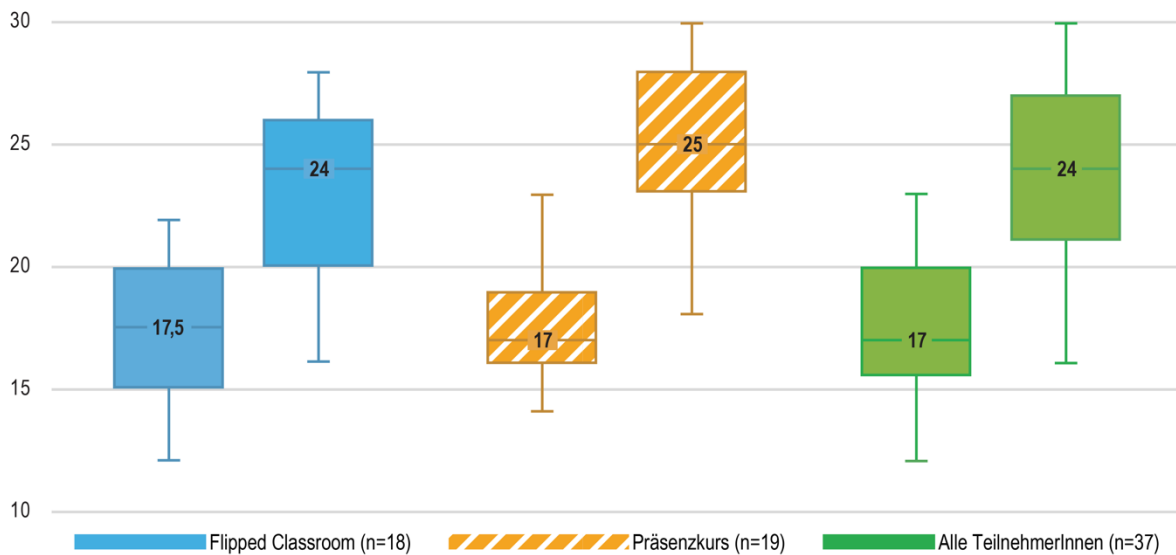


Abbildung 2: Boxplot der erreichten Punkte der beiden Gruppen im Vergleich

Die nachfolgende Abbildung 3 zeigt den erreichten Gesamtscore aller 18 TeilnehmerInnen der Flipped-Classroom Gruppe des Pretests und des Posttests im Vergleich. Anhand des Diagrammes ist erkennbar, dass fast alle Studierenden einen Zuwachs an Wissen erreichen konnten. Nur drei TeilnehmerInnen erreichten die exakt idente Anzahl an richtig beantworteten Fragen vor und nach dem Kurs und eine/ein TeilnehmerIn erreichte nach dem Kurs einen geringeren Gesamtscore als vor dem Kurs. Zusätzlich ist zum Vergleich der Mittelwert aller 37 TeilnehmerInnen abgebildet und der Mittelwert der insgesamt 18 TeilnehmerInnen des Flipped-Classroom Kurses. Ähnliche Ergebnisse zeigten sich auch in der Präsenzgruppe. Die insgesamt 19 TeilnehmerInnen der Präsenzgruppe erreichten einen Mittelwert von 17.79 Punkten (SD = 2.74) im Pretest und 25.32 Punkten (SD = 3.23) im Posttest. Der Wissensgewinn liegt hier im Durchschnitt etwas höher als in der Flipped-Classroom Gruppe bei 7.53 Punkten (SD = 3.36). Auch hier konnte ein signifikanter ( $t(18) = -9.77, p < .001$ ) Unterschied zwischen den Ergebnissen vor dem Kurs und nach dem Kurs mittels T-Test bei gepaarten Stichproben festgestellt werden (siehe Anhang Tab.3).

Ähnlich der Flipped-Classroom Gruppe folgt die Abbildung 4 aller TeilnehmerInnen der Präsenzgruppe. Es werden erneut die erreichten Gesamtpunkte jeder Teilnehmerin und jeden Teilnehmers des Pretestes dem Posttest gegenübergestellt. Auch hier zeigt sich bei fast allen Studierenden ein Wissenszuwachs, bei nur einer/einem TeilnehmerIn konnten nach dem Kurs exakt gleich viele Punkte erreicht werden als vor dem Kurs. Eine Verschlechterung nach Absolvierung des Kurses liegt bei dieser Gruppe bei keiner/keinem der TeilnehmerInnen vor.

Im Vergleich sind die Mittelwerte aller 19 Studierenden der Präsenzgruppe und aller 37 Studierenden jeweils vor und nach dem Kurs aufgezeichnet.

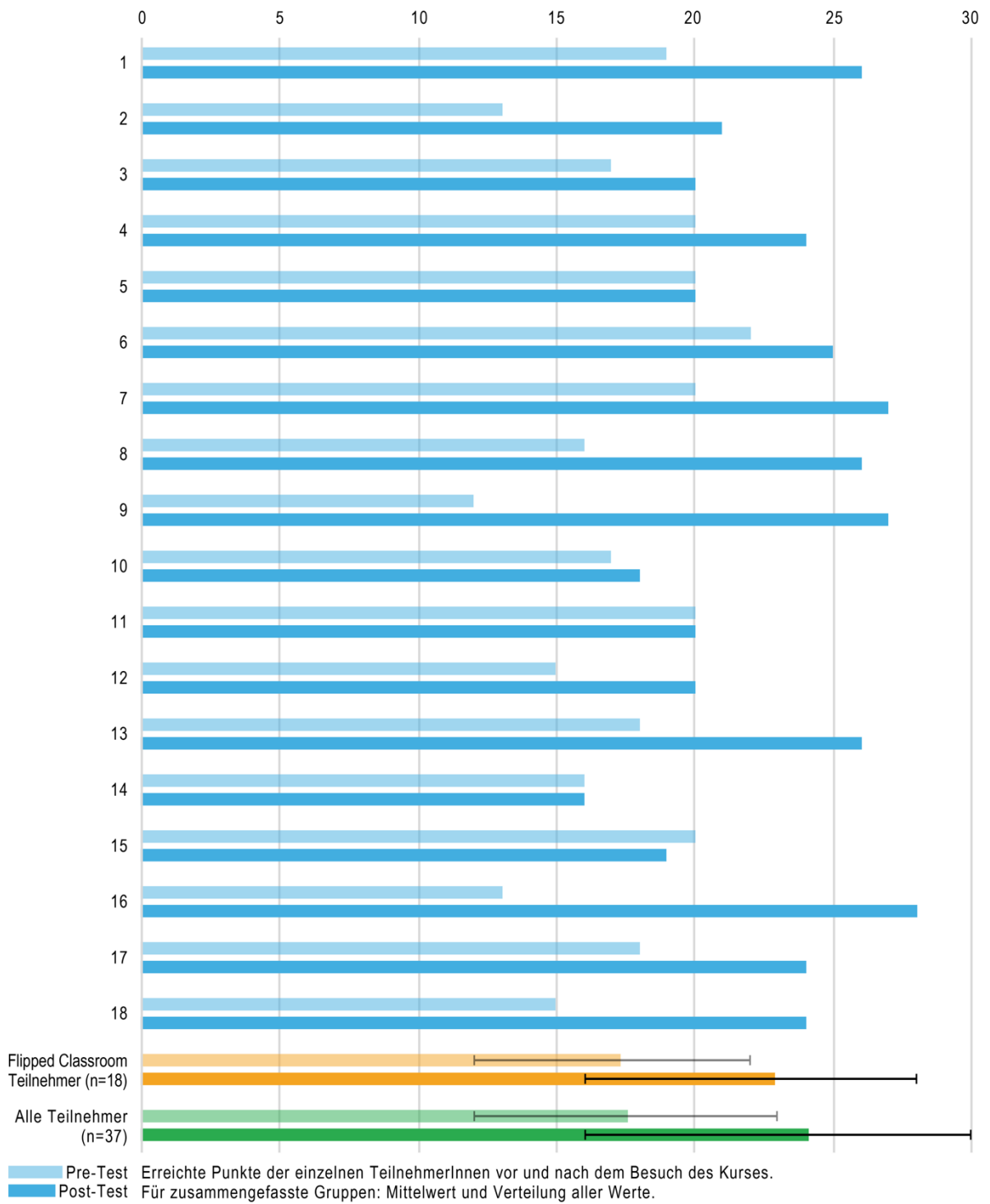


Abbildung 3: Punkteanzahl der FC Gruppe vor und nach dem Kurs

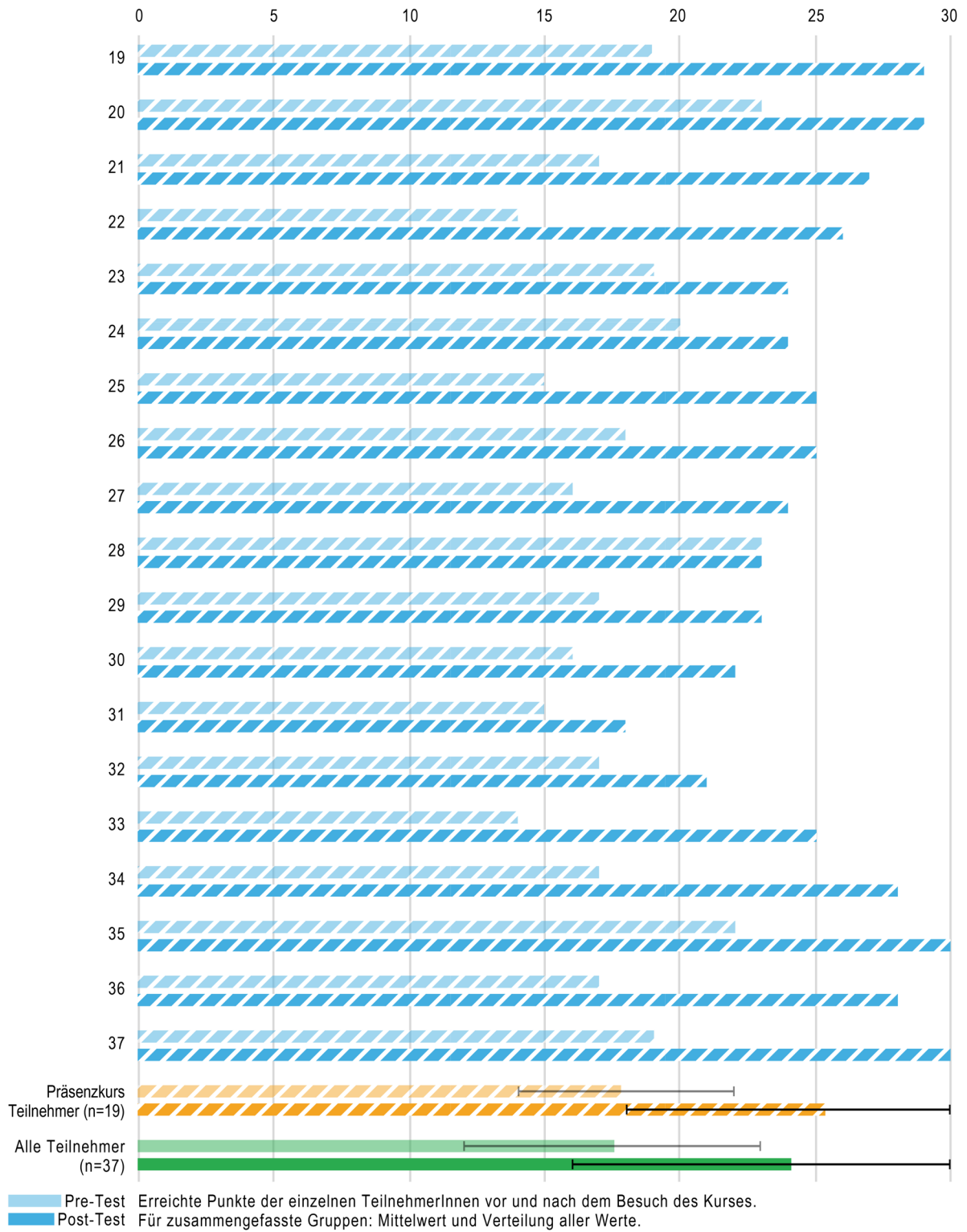


Abbildung 4: Punkteanzahl der PR Gruppe vor und nach dem Kurs

Zur Feststellung eines allfälligen Unterschieds des Wissensgewinnes zwischen den beiden Kursformaten wurde eine statistische Auswertung mittels T-Test bei unabhängigen Stichproben durchgeführt. Diese ist in Tabelle 2 ersichtlich.

Die Tabelle 1 zeigt nochmals den durchschnittlichen Unterschied des Wissenszuwachses der Flipped-Classroom Gruppe von 5.56 Punkten (SD = 4.84) und der Präsenzgruppe von 7.53 Punkten (SD = 3.35). Es gibt demzufolge keinen signifikanten ( $t(35) = -1.45, p = .16$ ) Unterschied in der theoretischen Evaluierung in Bezug auf Wissenszugewinn zwischen den beiden Gruppen (siehe Anhang Tab.3). Somit lässt sich statistisch keine Überlegenheit eines der beiden Formate gegenüber dem anderen nachweisen.

Tabelle 2

Unterschied des Wissensgewinnes beider Gruppen

	Levene Test		T-Test		
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)
Gesamtscore Posttest-Pretest	2.09	.16	-1.45	35	.16

#### Auswertung Pretest

Der Gesamtscore des Pretestes aller 37 TeilnehmerInnen ergab einen minimalen Wert von 12 Punkten und einen maximalen Wert von 23 Punkten. Der Mittelwert liegt bei 17.54 Punkten, die Standardabweichung bei 2.79.

In der Flipped-Classroom Gruppe ergab sich ein Mittelwert von 17.28 Punkten (SD = 2.89), in der Präsenzgruppe ein Mittelwert von 17.79 Punkten (SD = 2.74) (siehe Anhang Tab.4). Somit gibt es keinen signifikanten Unterschied ( $t(35) = .553, p = .58$ ) des Pretest Ergebnisses zwischen den beiden Gruppen. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Levene-Test und anschließendem T-Test bei unabhängigen Stichproben.

## Auswertung Posttest

Der Gesamtscore des Posttestes ergab für alle 37 Studierenden einen Mittelwert von 24.11 Punkten, die minimal erreichte Punkteanzahl lag bei 16 Punkten, die maximale Punkteanzahl bei 30 Punkten bei einer Standardabweichung von 3.6 Punkten.

Die Flipped-Classroom Gruppe erreichte einen Mittelwert von 22.83 Punkten (SD = 3.60), die Präsenzgruppe einen Mittelwert von 25.32 Punkten (SD = 3.23) (siehe Anhang Tab.4). In der statistischen Auswertung ergab dies einen signifikanten Unterschied ( $t(35) = -2.21, p = .035$ ) des Gesamtergebnisses im Posttest zwischen den beiden Gruppen. Die Auswertung erfolgte erneut mittels Levene-Tests und T-Test bei unabhängigen Stichproben.

### 3.2.1 Einzelergebnisse der theoretischen Evaluierung

Die theoretische Prüfung wurde in insgesamt sechs Teilbereiche gegliedert (physikalische Grundlagen, Flussprofile-Basics, Halsgefäße, Lebergefäße, Nierengefäße und Flussprofile).

Die maximale Punkteanzahl in den Teilbereichen physikalische Grundlagen und Flussprofile-Basics lag bei fünf Punkten, der Teilbereich Halsgefäße umfasste maximal sechs Punkte, die Bereiche Nierengefäße und Lebergefäße jeweils maximal vier Punkte und im Bereich Flussprofile konnten maximal acht Punkte erreicht werden. Im Anhang sind alle Detailergebnisse und auch die Gesamtergebnisse ersichtlich (siehe Anhang Tab.4).

#### - Physikalische Grundlagen

In der Kategorie physikalische Grundlagen lag bei dem Pretest der Mittelwert der erreichten Punkteanzahl in der Flipped-Classroom Gruppe bei 2.67 Punkten (SD = 0.91) und in der Präsenzgruppe bei 2.47 Punkten (SD = 0.84). Insgesamt lag der Mittelwert beider Gruppen bei 2.57 Punkten (SD = 0.867).

Im Teilbereich physikalische Grundlagen des Posttestes ergab sich ein Mittelwert von 4 Punkten (SD = 1.03) in der Flipped-Classroom Gruppe und von 4.42 Punkten (SD = 0.86) in der Präsenzgruppe. Im Durchschnitt erreichten die beiden Gruppen eine Punkteanzahl von 4.11 (SD = 0.936). Insgesamt bestand in diesem Teilbereich die Möglichkeit, maximal fünf Punkte zu erreichen (siehe Anhang Tab.4).

Die statistische Aussage wurde mit dem Levene-Test und einem anschließendem T-Test bei unabhängigen Stichproben getroffen. In den nachfolgenden Teilbereichen wurde die statistische Berechnung ebenfalls anhand dieser beiden Tests durchgeführt. Bei dieser Fragestellung gab es somit weder bei den Ergebnissen des Pretests ( $t(35) = .671, p = .506$ ), noch des Posttests ( $t(35) = .678, p = .502$ ) einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen.

Der Wissenszuwachs im Bereich physikalische Grundlagen zeigte sich in der Flipped-Classroom Gruppe signifikant ( $t(17) = -5.55, p < .001$ ), in der Präsenzgruppe ebenfalls signifikant ( $t(18) = -7.64, p < .001$ ). Die statistische Auswertung dieser Fragestellung erfolgte mittels T-Test bei gepaarten Stichproben und wurde auch in den folgenden Teilbereichen mit dieser Testung durchgeführt.

#### - Basics Flussprofile

Der zweite Teilbereich umfasste fünf Fragen zu den Basics der Flussprofile. Die Flipped-Classroom Gruppe konnte bei dem Pretest im Durchschnitt 2.33 Punkte erreichen (SD = 1.085), die Präsenzgruppe erreichte im Vergleich 2.74 Punkte (SD = 0.933). Insgesamt ergab das einen Mittelwert beider Gruppen von 2.54 Punkten (SD = 1.016). Nach Absolvierung des Kurses konnten die TeilnehmerInnen der Flipped-Classroom Gruppe im Durchschnitt 3.17 Punkte erzielen (SD = 1.2) und die Präsenzgruppe 3.58 Punkte (SD = 1.121), insgesamt ergab dies einen Mittelwert von 3.38 Punkten (SD = 1.163) (siehe Anhang Tab.4). Somit gab es zwischen den beiden Gruppen keinen signifikanten Unterschied in der erreichten Punkteanzahl, weder bei dem Pretest ( $t(35) = -1.215, p = .233$ ) noch bei dem Posttest ( $t(35) = -1.08, p = .287$ ).

Die Ergebnisse in Bezug auf Wissensgewinn ergaben keinen signifikanten Unterschied in der Flipped-Classroom Gruppe ( $t(17) = -2.012, p = .060$ ), in der Präsenzgruppe zeigte sich ein signifikanter ( $t(18) = -2.819, p = .011$ ) Unterschied.

#### - Halsgefäße

Im Teilbereich Halsgefäße konnten maximal sechs Punkte erreicht werden. Der Mittelwert der Flipped-Classroom Gruppe im Pretest ergab 4.22 Punkte (SD = 0.808), in der Präsenzgruppe 3.68 Punkte (SD = 1.212). Insgesamt

erreichten alle TeilnehmerInnen gemeinsam einen Durchschnittswert von 3.92 Punkten (SD = 1.064).

Im Posttest zeigte sich die Flipped-Classroom Gruppe mit durchschnittlich 4.82 Punkten (SD = 0.707) etwas schlechter als die Präsenzgruppe mit 5.42 Punkten (SD = 0.769). Alle 37 TeilnehmerInnen erreichten gemeinsam einen Mittelwert von 5.14 Punkten (SD = 0.787) (siehe Anhang Tab.4).

Zwischen den beiden Gruppen gibt es keinen signifikanten ( $t(35) = 1.734, p = .092$ ) Unterschied der erreichten Punkte im Pretest. Im Posttest zeigte sich ein signifikanter ( $t(35) = -2.417, p = .021$ ) Unterschied zwischen den beiden Gruppen, die TeilnehmerInnen der Präsenzgruppe erreichten im Posttest ein signifikant besseres Ergebnis.

Der Wissenszuwachs in dem Teilbereich Halsgefäße zeigte sich sowohl in der Flipped-Classroom Gruppe signifikant ( $t(17) = -2.170, p = .045$ ) als auch in der Präsenzgruppe ( $t(18) = -4.925, p < .001$ )

#### - Lebergefäße

Im Teilbereich Lebergefäße konnten maximal vier Punkte erreicht werden. Die TeilnehmerInnen der Flipped-Classroom Gruppe erzielten im Durchschnitt vor Absolvierung des Kurses 1.94 Punkte (SD = 0.54), die TeilnehmerInnen der Präsenzgruppe 2.11 Punkte (SD = 0.66). Es ergibt sich über beide Gruppen ein Durchschnitt von 2.03 Punkten (SD = 0.60). Im Posttest zeigten die TeilnehmerInnen der Flipped-Classroom Gruppe eine durchschnittliche Punkteanzahl von 2.40 Punkten (SD = 0.61), die Präsenzgruppe von 2.80 Punkten (SD = 0.86). Insgesamt erreichten alle TeilnehmerInnen gemeinsam einen Mittelwert von 2.60 Punkten (SD = 0.76) (siehe Anhang Tab.4). Zwischen den beiden Gruppen zeigte sich weder im Pretest ( $t(35) = -0.811, p = .423$ ) noch im Posttest ( $t(35) = -1.63, p = .111$ ) ein signifikanter Unterschied der erreichten Punkte.

Der Wissensgewinn zeigte sich in diesem Teilbereich in der Flipped-Classroom Gruppe als nicht signifikant ( $t(17) = -1.917, p = .072$ ), jedoch ist ein Trend in diese Richtung erkennbar. In der Präsenzgruppe konnte in Bezug auf den Wissensgewinn ein signifikantes Ergebnis ( $t(18) = -2.822, p = .011$ ) erreicht werden.

#### - Nierengefäße

Dieser Teilbereich umfasste vier Fragen zu den Nierengefäßen. Die Flipped-Classroom Gruppe erreichte vor dem Kurs einen Mittelwert von 2.11 Punkten (SD = 0.90), die Präsenzgruppe von 2.42 Punkten (SD = 1.17). Die beiden Gruppen gemeinsam erreichten damit einen Mittelwert von 2.27 Punkten (SD = 1.05).

Der Posttest fiel mit 2.33 Punkten (SD = 0.91) in der Flipped-Classroom Gruppe etwas schlechter aus als in der Vergleichsgruppe. Diese erreichten einen Mittelwert von 3.11 Punkten (SD = 0.74). Insgesamt ergibt sich für alle TeilnehmerInnen ein Durchschnittswert von 2.73 Punkten (SD = 0.90) (siehe Anhang Tab.4).

Es zeigt sich kein signifikanter ( $t(35) = -0.900, p = .375$ ) Unterschied zwischen den beiden Gruppen in Bezug auf das Ergebnis des Pretestes, aber die Präsenzgruppe erzielte beim Posttest ein signifikant ( $t(35) = -2.847, p = .007$ ) besseres Ergebnis im Teilbereich Nierengefäße als die Flipped-Classroom Gruppe.

Der Wissensgewinn zeigte sich in der Flipped-Classroom Gruppe nicht signifikant ( $t(17) = -0.72, p = .481$ ), allerdings konnte in der Präsenzgruppe ein signifikanter ( $t(18) = -2.167, p = .044$ ) Unterschied festgestellt werden.

#### - Flussprofile

Das Themengebiet Flussprofile umfasste acht Fragen, in denen abgeleitete Flussprofile dem richtigen Gefäß oder den richtigen Beschriftungen zugeordnet werden mussten.

Die Flipped-Classroom Gruppe erreichte im Pretest einen Mittelwert von 4 Punkten (SD = 1.65), die Präsenzgruppe erzielte durchschnittlich 4.42 Punkte (SD = 1.50). Somit erreichten alle TeilnehmerInnen gemeinsam einen Mittelwert von 4.22 Punkten (SD = 1.57).

Der Posttest ergab in der Flipped-Classroom Gruppe einen Mittelwert von 6.11 Punkten (SD = 1.02) und in der Präsenzgruppe einen Wert von 6.21 Punkten (SD = 0.92). Insgesamt erreichten alle TeilnehmerInnen gemeinsam einen Mittelwert von 6.12 Punkten (SD = 0.96) (siehe Anhang Tab.4).

Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Resultaten der beiden Gruppen des Pretestes ( $t(35) = -0.814, p = .421$ ), als auch des Posttestes ( $t(35) = -0.312, p = .757$ ).

Sowohl in der Flipped-Classroom Gruppe ( $t(17) = -4.421, p < .001$ ), als auch in der Präsenzgruppe ( $t(18) = -4.456, p < .001$ ) konnten die TeilnehmerInnen einen

signifikanten Wissenszugewinn nach Absolvierung des Kurses erreichen. In Abbildung 5 sind die Ergebnisse der einzelnen Teilbereiche im Vergleich zwischen den beiden Gruppen grafisch gegenübergestellt.

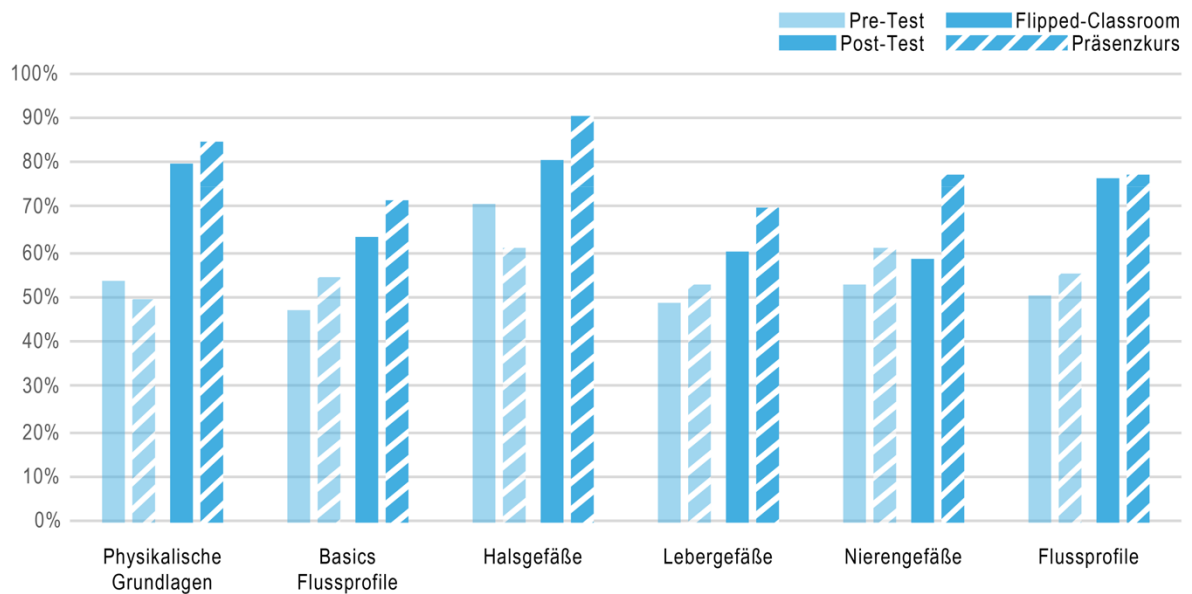


Abbildung 5: Vergleich der Einzelergebnisse des theoretischen Tests der PR-Gruppe und der FC-Gruppe

### 3.3 Praktische Evaluierung

Die Aufgabe aller TeilnehmerInnen lautete, die ACC dexter im B-Bild darzustellen, den Farb- und Spektraldoppler richtig einzustellen und ein Flussprofil von diesem Gefäß abzuleiten.

Zur Auswertung der praktischen Evaluierung wurden insgesamt 24 Kriterien beurteilt. Als primäre Endpunkte wurden drei Fragestellungen gewählt, da diese letztendlich die entscheidenden sind. In Tabelle 3 werden diese im Vergleich zwischen den beiden Gruppen dargestellt.

#### Hauptfragestellung

- Ist die Flipped-Classroom Gruppe als gleichwertig anzusehen in Bezug auf das Gesamtergebnis der praktischen Evaluierung oder gibt es einen signifikanten Unterschied dieser beiden Gruppen?

Der erste der drei Endpunkte ist die Beurteilung des dargestellten Gefäßes im B-Bild und das daraus abgeleitete Flussprofil. Kriterien hierfür waren: Handelt es sich um das richtige Gefäß? Ist es klar abgrenzbar? Gibt es Überlagerungen durch benachbarte Strukturen? Wurde das Flussprofil wirklich aus diesem Gefäß abgeleitet?

Generell war es allen TeilnehmerInnen, sowohl in der Flipped-Classroom Gruppe als auch in der Präsenzgruppe möglich, die ACC im Längsschnitt darzustellen.

Schwierigkeiten bereitete es manchen TeilnehmerInnen, im B-Bild das Flussprofil aus dem richtigen Gefäß abzuleiten, da wiederholt versehentlich Vena jugularis oder Arteria vertebralis dargestellt wurden. Eine weitere Schwierigkeit lag darin, dass das Gefäß durch Strukturen in der Umgebung überlagert wurde und das Flussprofil nicht rein aus dem gewünschten Gefäß abgeleitet werden konnte. Bei einigen Studierenden war die Schallkopfführung zu unruhig, als Folge dessen verschwand das Gefäß immer wieder aus dem Bild und es konnte kein Flussprofil direkt aus dem Gefäß abgeleitet werden.

Insgesamt konnten somit 89.2 % der Studierenden, das entspricht 33 TeilnehmerInnen, diese Aufgabe erfüllen, 10.8 %, das sind vier TeilnehmerInnen, gelang es letztendlich nicht.

Im Gruppenvergleich gelang es 94.4 % der TeilnehmerInnen (17 Studierende) der Flipped-Classroom Gruppe und 84.2 % (16 Studierende) in der Präsenzgruppe.

Zwischen den beiden Gruppen gab es keinen signifikanten ( $p = .60$ ) Unterschied im Resultat dieser Fragestellung. Die Auswertung erfolgte nach dem exakten Test nach Fisher.

Tabelle 3

Vergleich der praktischen Ergebnisse zwischen den beiden Gruppen

			Ja	Nein	N
Wurde das Flussprofil im B-Bild von ACC abgeleitet?	FC	Anzahl	17	1	18
		Prozent	94.4%	5.6%	100%
	PR	Anzahl	16	3	19
		Prozent	84.2%	15.3%	100%
Visuell: Ist es der ACC zuzuordnen?	FC	Anzahl	17	1	18
		Prozent	94.4%	5.6%	100%
	PR	Anzahl	16	3	19
		Prozent	84.2%	15.3%	100%
Sind Messungen möglich?	FC	Anzahl	4	14	18
		Prozent	22.2%	77.8%	100%
	PR	Anzahl	7	12	19
		Prozent	36.8%	63.2%	100%

*Anmerkung.* PR = Präsenzkurs, FC = Flipped-Classroom Kurs, N = Anzahl der Studierenden, ACC = Arteria carotis communis

Das zweite Hauptkriterium umfasst die visuelle Beurteilung des abgeleiteten Flussprofiles. Auch diese Fragestellung wurde in Unterpunkte gegliedert: Ist das abgeleitete Flussprofil anhand des Flussmusters wirklich der ACC zuzuordnen? Ist die Time to Peak beurteilbar? Gibt es ein freies spektrales Fenster?

Auch hier konnten wieder 89.2 % der TeilnehmerInnen (33 Studierende) die Aufgabe erfüllen, 10.8 % (vier TeilnehmerInnen) konnten kein Flussprofil ableiten, welches eindeutig der ACC zuzuordnen war.

Es zeigte sich ein identes Ergebnis mit der vorhergehenden Fragestellung: Die Flipped-Classroom Gruppe konnte zu 94.4 % (17 Studierende) die Aufgabe erfüllen, die Präsenzgruppe zu 84.2 % (16 Studierende).

Es ergab sich somit kein signifikanter ( $p = .60$ ) Unterschied zwischen den beiden Gruppen, die statistische Auswertung erfolgte nach dem exakten Test nach Fisher. Als dritter Endpunkt wurde die Durchführbarkeit von Messungen am abgeleiteten Flussprofil gewählt. Voraussetzungen hierfür sind ein Winkel unter 60 Grad, sowie ein richtig skaliertes Flussprofil mit einer adäquat gewählten Position der Nulllinie zur Messung der Maximalgeschwindigkeit (PSV = Peak Systolic Velocity), der enddiastolischen Flussgeschwindigkeit (EDV = End Diastolic Velocity) und der Time to Peak.

Diese Aufgabe konnten nur 29.7 % der TeilnehmerInnen (11 Studierende) erfüllen, bei 70.3 % der abgeleiteten Flussprofile (26 Studierende) waren keine validen Messungen möglich. In dieser Fragestellung konnten die TeilnehmerInnen der Präsenzgruppe etwas bessere Ergebnisse erzielen. Ihnen gelang es zu 36.8 % (7 TeilnehmerInnen) ein Flussprofil abzuleiten, in dem valide Messungen möglich sind, aber nur 22.2 % der TeilnehmerInnen (4 Studierende) der Flipped-Classroom Gruppe konnten dies erreichen.

Es konnte kein signifikanter ( $p = .476$ ) Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden. Die Auswertung erfolgte erneut nach dem exakten Test nach Fisher. Zu dem dritten Endpunkt ist zu ergänzen, dass es lediglich 37.8 % aller TeilnehmerInnen möglich war, einen Winkel unter 60 Grad einzustellen. Dies ist allerdings eines der Kriterien, um die Durchführbarkeit von Messungen zu gewährleisten. Bei 62.2 % der TeilnehmerInnen konnten diese allein aufgrund des Winkels nicht durchgeführt werden.

Der Vergleich der beiden Gruppen in den drei Endpunkten ist gemeinsam mit allen anderen Kriterien in einer grafischen Darstellung in Abbildung 6 sehen.

In diesem Kapitel sollen ergänzend Nebenkriterien näher besprochen werden, bei welchen sich unerwartete Ergebnisse oder große Unterschiede zwischen den beiden Gruppen zeigten.

Zur korrekten Durchführung der Untersuchung gelang es allen TeilnehmerInnen den richtigen Schallkopf zu verwenden, in diesem Fall einen Linearschallkopf. Zur Auswahl standen ein Abdomenschallkopf, ein Echoschallkopf und ein Linearschallkopf.

Die Schallkopfhaltung war ebenfalls bei allen teilnehmenden Studierenden korrekt, das Auffinden der richtigen Schallkopfposition im Längsschnitt zur Darstellung der

ACC gelang ebenso allen. Somit war die Darstellung der ACC dexter im B-Bild bei allen TeilnehmerInnen korrekt.

Ein signifikanter Unterschied ( $p = .045$ ) zeigte sich zwischen den beiden Gruppen in der Schallkopfhaltung in Bezug auf den Gefäßverlauf. Ziel ist es, das Gefäß möglichst schräg einzustellen, um einen besseren Winkel für die Doppleraanwendungen zu erreichen. Hier konnten die TeilnehmerInnen der Flipped-Classroom Gruppe eindeutig ein besseres Ergebnis erreichen, 77.8% gelang es den Schallkopf schräg zum Gefäßverlauf zu halten, in der Präsenzgruppe konnten dieses Kriterium nur 42.1% der TeilnehmerInnen erfüllen.

Die statistische Auswertung erfolgte nach dem exakten Test nach Fisher.

Alle TeilnehmerInnen konnten die Farbdopplerfunktion am Ultraschallgerät aktivieren und verwendeten auch den richtigen Spektraldoppler, in diesem Fall den PW-Doppler.

Als Grundvoraussetzung zur Verwertung der Messergebnisse eines Flussprofils muss der Winkel unter 60 Grad sein. Dies gelang nur 37.8 % der Studierenden, 62.2 % konnten nur einen Winkel größer als 60 Grad einstellen, somit wären am abgeleiteten Flussprofil durchgeführte Messungen nicht aussagekräftig.

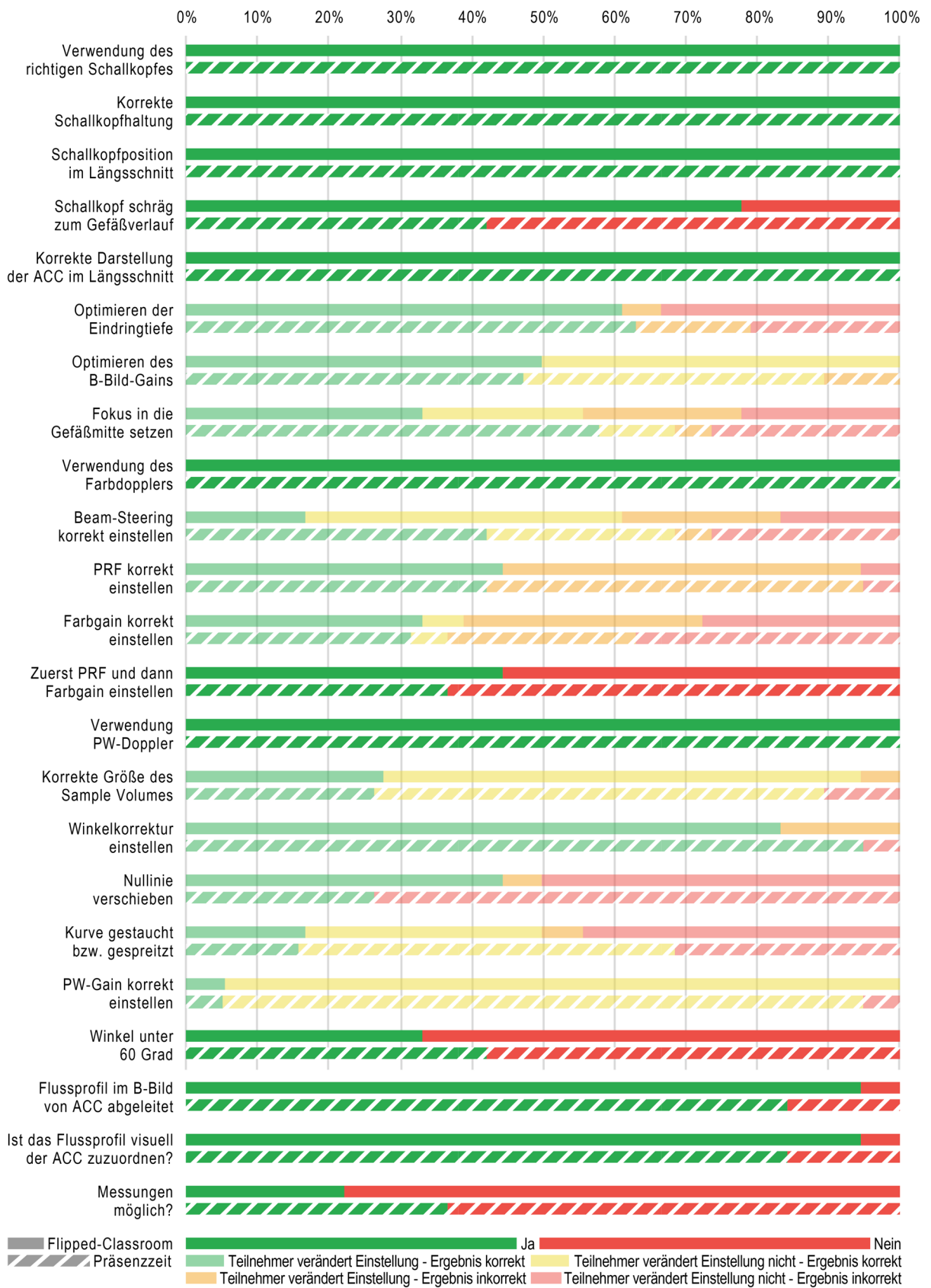


Abbildung 6: Praktische Evaluierung unterteilt in FC-Gruppe und PR-Gruppe

### 3.4 Zusammenhang der Ergebnisse mit Alter und Studienfortschritt

- Gibt es einen Zusammenhang zwischen Studienfortschritt und dem Wissensgewinn in der theoretischen Evaluierung?

Zur statistischen Auswertung dieser Fragestellung wurde ein Korrelationstest nach Spearman durchgeführt (siehe Anhang Tab.5).

In Bezug auf den Studienfortschritt und dem Ergebnis des theoretischen Posttestes, ohne Berücksichtigung des Vorwissens, zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang ( $r_s(37) = .383, p = .02$ ) Das bedeutet, dass Studierende in einem fortgeschrittenem Semester einen höheren Score erreichten als StudienkollegInnen in einem niedrigeren Semester. Da der Posttest alleine aber keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Wissensgewinn innerhalb des Kurses schließen lässt, wird zur Evaluierung des Wissensgewinnes das Ergebnis des Posttestes in Relation zu dem Ergebnis des Pretestes gesetzt. Hier konnte kein signifikanter Zusammenhang ( $r_s(37) = .283, p = .09$ ) zwischen Semesterfortschritt und Wissenszugewinn gefunden werden. Somit ist der Wissenszugewinn in den Kursen sowohl für Studierende in einem höheren, als auch in einem niedrigeren Semester in ähnlichem Maße gegeben.

- Gibt es einen Zusammenhang zwischen Alter der TeilnehmerInnen und dem Wissensgewinn in der theoretischen Evaluierung?

Um einen Zusammenhang zwischen Alter und Wissensgewinn zu detektieren, wurde ebenfalls ein Korrelationstest nach Spearman durchgeführt (siehe Anhang Tab.6). Hierbei konnte kein signifikanter ( $r_s(37) = -.014, p = .94$ ) Zusammenhang zwischen Alter und Wissensgewinn gezeigt werden.

### 3.5 Kursevaluierung aus Sicht der TeilnehmerInnen

Die Rückmeldungen der teilnehmenden Studierenden waren insgesamt sehr positiv. Die Studierenden erhielten einen Fragenbogen mit insgesamt 21 Fragen, die mit den Antworten „Trifft zu“, „Trifft eher zu“, „Trifft eher nicht zu“ und „Trifft nicht zu“ zu beantworten waren.

Die TeilnehmerInnen der Flipped-Classroom Gruppe hatten zusätzlich die Möglichkeit, die Online-Inhalte zu evaluieren. Dieser Fragenbogen bestand aus fünf zusätzlichen Fragen.

Von den insgesamt 37 TeilnehmerInnen würden 36 den Kurs uneingeschränkt an KollegInnen weiterempfehlen, das ergibt einen Prozentsatz von 97.3. Nur eine/einer hat bei dieser Frage mit „Trifft eher zu“ geantwortet.

Die Frage, ob Ultraschall für ihre jeweilige spätere klinische Tätigkeit wichtig sein wird, haben 83.8 % mit „Trifft zu“, 13.5 % mit „Trifft eher zu“ und nur ein/e TeilnehmerIn mit „Trifft eher nicht zu“ beantwortet. Somit finden 36 von den insgesamt 37 TeilnehmerInnen Ultraschall für ihre spätere Tätigkeit im klinischen Alltag als Ärztin oder Arzt wichtig.

Es folgten vier Fragen zur Selbsteinschätzung der erworbenen Fähigkeiten im Kurs. Es fühlten sich 37.8 % der TeilnehmerInnen in der Lage, den Farbdoppler richtig anzuwenden, 62.2 % gaben als Antwort „Trifft eher zu“ an. Keine/Keiner der TeilnehmerInnen fühlte sich unsicher in der Anwendung des Farbdopplers.

Sehr ähnlich gestalteten sich die Antworten der Frage, ob sich die Studierenden in der Lage fühlen, ein Flussprofil richtig abzuleiten. Hier gaben 35.1 % „Trifft zu“ an, 62.2 % „Trifft eher zu“ und nur eine/ein TeilnehmerIn fühlte sich noch eher unsicher, ein Flussprofil richtig abzuleiten und wählte als Antwort „Trifft eher nicht zu“ aus.

Als für sie etwas schwieriger schätzten die TeilnehmerInnen die Interpretation des abgeleiteten Flussprofils ein: Hier fühlten sich nur 24.3 % sicher, 70.3 % gaben als Antwort „Trifft eher zu“ an, und jeweils ein/eine TeilnehmerIn gab „Trifft eher nicht zu“ und „Trifft nicht zu“ an.

Das Erkennen von pathologischen Flussmustern ergab etwas andere Antworten als in den Fragen zuvor. Das Erkennen von Pathologien ist allerdings kein Schwerpunkt dieses Kurses und wird auch nur am Rande gestreift. Dennoch fühlten sich 16.2 % sicher in der Erkennung von Pathologien, 56.8 % trauten sich dieses Wissen nicht mit Sicherheit zu, 24.3 % glaubten es eher nicht zu schaffen und nur eine/ein

TeilnehmerIn gab an, sich nicht in der Lage zu fühlen, auch pathologische Flussprofile zu erkennen.

Es folgten drei Fragen zur Anwendung im B-Bild, Farb- und Spektraldoppler in den Teilbereichen Halsgefäße, Lebergefäße und Nierengefäße. Hier fiel die Anwendung der FKDS den TeilnehmerInnen nach Selbsteinschätzung am leichtesten im Teilgebiet der Halsgefäße. 37.8 % gaben an, sich sicher zu sein, 56.8 % gaben als Antwort „Trifft eher zu“ an und nur zwei TeilnehmerInnen fühlten sich eher unsicher. Der Teilbereich der Lebergefäße ergab ein sehr ähnliches Ergebnis, wobei sich hier 32.4 % in der Anwendung sicher sind, 59.8 % etwas Unsicherheit angaben und 8.1 % sich die richtige Anwendung eher nicht zutrauten.

Für die Studierenden war der Bereich der Nierengefäße nach ihrer Selbsteinschätzung der schwierigste Teil. Hier gaben 27 % an, sich gar nicht in Lage zu fühlen, das Gefäß im B-Bild einzustellen und den Farb- und Spektraldoppler korrekt anzuwenden. 40.5 % glaubten diese Aufgabe eher nicht zu schaffen, 24.3 % waren sich in der Anwendung eher unsicher und nur 8.1 % waren sich sicher.

Die Abbildung 7 zeigt die Antworten der Kursevaluierung aus Sicht der TeilnehmerInnen der beiden Gruppen im Vergleich. Die gemusterten Balken entsprechen den TeilnehmerInnen der Flipped-Classroom Gruppe, die einfärbigen Balken den TeilnehmerInnen des Präsenzkurses.

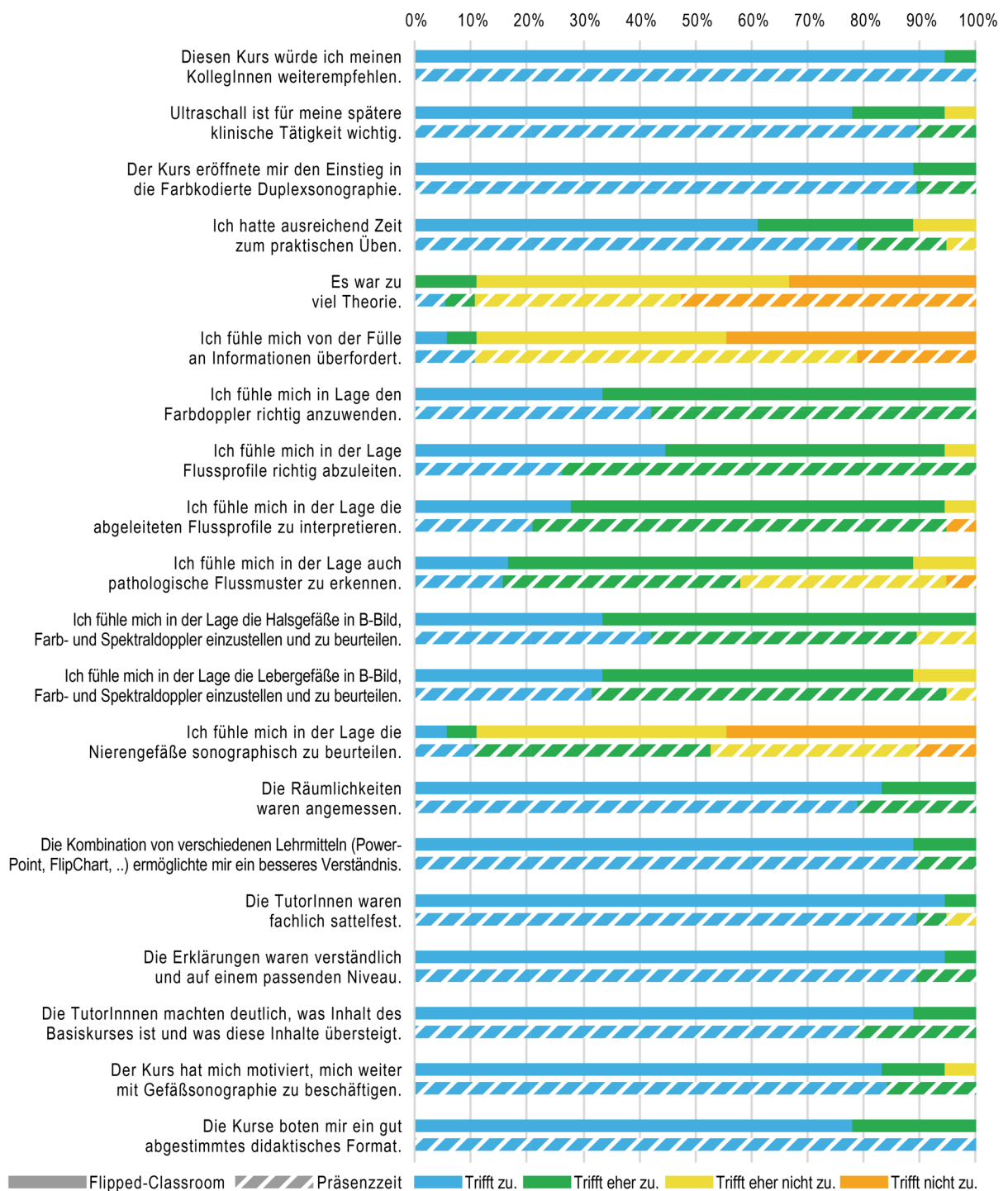


Abbildung 7: Kursevaluierung aus Sicht der TeilnehmerInnen

Als letzte Frage wurde die Präferenz der Studierenden nach dem Kursformat abgefragt. Hier gaben 62.2 % aller TeilnehmerInnen an, den Flipped-Classroom Kurs dem Präsenzkurs vorzuziehen. Die anderen 37.8 % hätten bei freier Wahl den Präsenzkurs gewählt.

Alle KursteilnehmerInnen des Flipped-Classroom Kurses hätten auch dieses Kursformat gewählt, wenn sie sich für eines entscheiden hätten müssen. Von den 19 TeilnehmerInnen des Präsenzkurses hätten hingegen fünf den Flipped-Classroom Kurs bevorzugt, die verbleibenden 14 TeilnehmerInnen hätten auch bei Wahlmöglichkeit lieber den Präsenzkurs absolviert. In Abbildung 8 sind die Ergebnisse grafisch dargestellt.

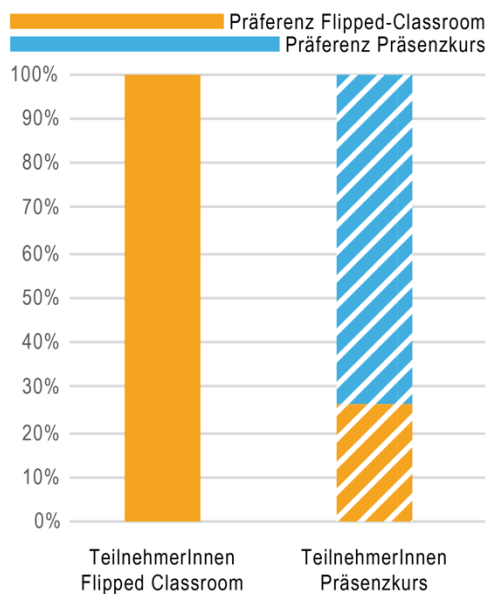


Abbildung 8: Präferenz des Kursformates der TeilnehmerInnen

Die TeilnehmerInnen der Flipped-Classroom Gruppe erhielten zusätzlich fünf Fragen zur Evaluierung der Online-Inhalte.

Die Online-Inhalte wurden von 72.2 % der Studierenden vor den jeweiligen Einheiten vollständig abgearbeitet, die restlichen 27.8 % haben sich nur Teile davon angesehen. 88.9 % gaben an, dass die Online-Einheiten verständlich aufgebaut waren und auf die Kursinhalte genau abgestimmt waren. 11.1 % fanden dies nicht immer zutreffend.

Das Online-Quiz Knowledge Fox wurde von 72.2 % der TeilnehmerInnen genützt, 22.2% gaben an, nicht alle Teile absolviert zu haben und nur 5.6 %, das entspricht einer/einem TeilnehmerIn, haben das Quiz gar nicht genützt.

Die Länge der Online-Einheiten wurde von 38.9 % als passend angesehen, 38.9 % fanden sie eher passend, 11.1 % haben sie als eher zu lange empfunden und die

verbleibenden 11.1 % fanden sie eindeutig zu lange. Die Auswertung der Evaluierung der Online-Einheiten ist in Abbildung 9 dargestellt.

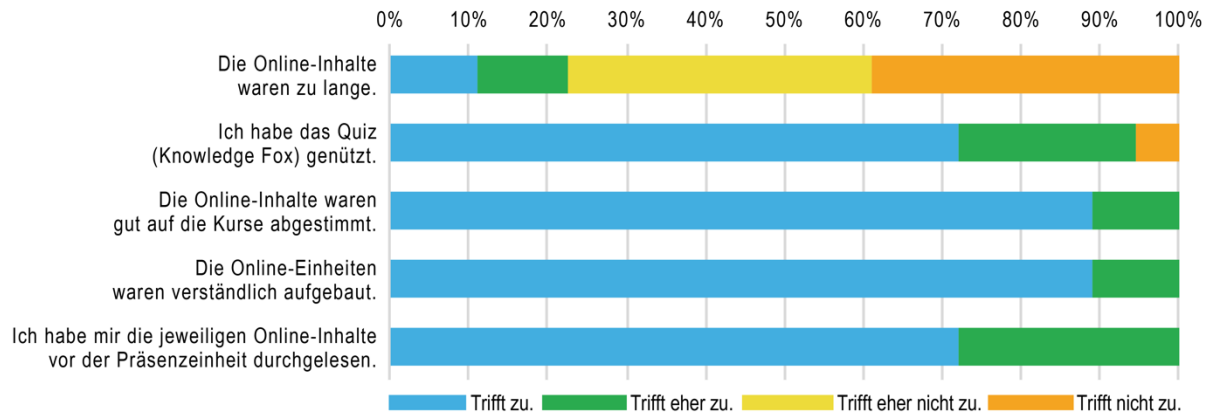


Abbildung 9: Evaluierung der E-Learning Einheiten

## 4 Diskussion

### 4.1 Hauptergebnisse

Da es für Studierende der Humanmedizin an der Medizinischen Universität Graz und nach dem Wissensstand der Autorin auch an den anderen österreichischen Universitäten keinen vergleichbaren Kurs für FKDS mit Fokus auf Verständnis der Grundprinzipien und interdisziplinäre Anwendungsmöglichkeiten gibt, diese Untersuchungsmethode jedoch laufend an Bedeutung gewinnt, wurde dies zum Anlass genommen, einen Kurs zu konzipieren.

In dieser Arbeit konnte ein signifikanter Wissenszuwachs nach Absolvierung des Kurses bei beiden Gruppen festgestellt werden, nahezu jede/jeder TeilnehmerIn konnte nach dem Kurs eine höhere Punkteanzahl bei dem theoretischen Test erreichen als vor dem Kurs. Im Bereich der praktischen Fertigkeiten konnte gezeigt werden, dass fast alle TeilnehmerInnen nach dem Kurs imstande waren, ein Flussprofil eines bestimmten Gefäßes abzuleiten und mehr als ein Drittel der TeilnehmerInnen war außerdem imstande, klinisch verwertbare Bilder zu erzeugen, was über den ursprünglich vorgesehenen Rahmen des Kurses hinausgeht.

Es konnte gezeigt werden, dass die TeilnehmerInnen eines Flipped-Classroom Kurses ähnlich gute Ergebnisse erreichen können wie TeilnehmerInnen eines klassischen Präsenzkurses. Sowohl in der theoretischen als auch in der praktischen Evaluierung konnte bei den Hauptfragestellungen kein signifikanter Unterschied zwischen den KursteilnehmerInnen der Flipped-Classroom Gruppe und der Präsenzgruppe gezeigt werden.

### 4.2 Methoden

Im Rahmen dieser Arbeit wurden alle Kurse von studentischen TutorInnen abgehalten. Der große Vorteil von studentischen TutorInnen liegt in der Lehre auf Augenhöhe, TeilnehmerInnen trauen sich viel eher nachzufragen. Natürlich weisen sie nicht die gleiche Expertise auf wie eine/ein SpezialistIn, aber die studentischen TutorInnen sollen als PraxisanleiterInnen gesehen werden und nicht als ExpertInnen in diesem Fachbereich (29).

Der Ablauf der theoretischen Evaluierung gestaltete sich vor und nach dem Kurs etwas unterschiedlich. Die Grundbedingungen für den Posttest waren bei den Studierenden beider Gruppen gleich. Alle TeilnehmerInnen erhielten am Ende des

Kurses den Online Fragebogen mit insgesamt 32 Fragen, den sie unter Aufsicht beantworten mussten. Der Pretest hingegen wurde von den Studierenden vor der ersten Einheit zu Hause ausgefüllt. Eine Überprüfung direkt vor der ersten Kurseinheit war nicht möglich, da die Flipped-Classroom Gruppe zu diesem Zeitpunkt sich bereits das theoretische Wissen der ersten Einheit angeeignet hatte. Um gleiche Evaluierungsbedingungen für beide Gruppen zu schaffen, wurden die Fragen von allen TeilnehmerInnen zu Hause (und bei der FC-Gruppe vor der Zusendung des Zugangs zum E-Learning) beantwortet. Hier konnte natürlich nicht überprüft werden, ob die Studierenden zur Beantwortung der Fragen Hilfsmittel verwendet haben. Da die Studierenden anonymisiert wurden und es weder ein Leistungsnachweis, noch für die positive Absolvierung des Kurses notwendig war, kann aber davon ausgegangen werden, dass die Studierenden die Fragen nur mit ihrem eigenen Wissen ohne Zuhilfenahme von Hilfsmitteln ausgefüllt haben.

Für die praktische Evaluierung galten für alle TeilnehmerInnen die gleichen Bedingungen, einziger Unterschied war die/der ProbandIn, an der/dem die Untersuchungen durchgeführt wurden. Da es organisatorisch nicht möglich war, immer die gleiche Probandin/den gleichen Probanden zu organisieren, mussten die TeilnehmerInnen die praktische Aufgabe an unterschiedlichen ProbandInnen durchführen. Da die anatomische Lage und Morphologie der ACC aber wenig variiert, darf für die Darstellung des Gefäßes und die Ableitung eines Flussprofils von einem ähnlichen Schwierigkeitsgrad ausgegangen werden. Für alle Studierenden waren die Rahmenbedingungen gleich. Es wurde im Rahmen der praktischen Evaluierung das Ultraschallgerät, welches bereits im Kurs verwendet wurde, genutzt. Alle TeilnehmerInnen hatten zuvor im Kurs die Möglichkeit, die ACC darzustellen und ein Flussprofil abzuleiten. Durch eine Videoaufnahme der durchgeführten Untersuchung konnte die spätere Auswertung nachvollziehbar und exakter durchgeführt werden. Anhand einer Checkliste wurden nach Ende des letzten Kurses alle Untersuchungsvideos von der Autorin beurteilt. Als Einschränkung muss hier erwähnt werden, dass die Autorin bei der Beurteilung über die Gruppenzugehörigkeit der TeilnehmerInnen informiert war.

Es wurde in dieser Arbeit keine Evaluierung der praktischen Fertigkeiten vor Absolvierung des Kurses durchgeführt. Um den tatsächlichen Gewinn der praktischen Fertigkeiten zu evaluieren, wäre einen Vergleichswert vor dem Kurs nötig. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass die Studierenden aufgrund

des geringen Ausbildungsangebots kaum praktische Fertigkeiten in der FKDS aufweisen. So konnte nur ein Vergleich der beiden Gruppen in Bezug auf praktische Fertigkeiten veranlasst werden, hier gab es keinen signifikanten Unterschied.

Aus Sicht der TeilnehmerInnen hätten sich mehr als die Hälfte den Flipped-Classroom Kurs gewünscht, wenn sie bei der Anmeldung die Wahl gehabt hätten. Jede/Jeder der TeilnehmerInnen der Flipped-Classroom Gruppe hätte sich erneut dieses Kursformat gewünscht. Auch hier ist eine Präferenz der Studierenden zu erkennen. Leider wurde im Rahmen dieser Arbeit die Begründung der Studierenden für die Entscheidung für dieses Kursformat nicht evaluiert. In informellen Gesprächen mit den TeilnehmerInnen nach Absolvierung des Kurses wurde als Begründung die Möglichkeit der individuellen zeitlichen Einteilung der Absolvierung der theoretischen Inhalte genannt.

### 4.3 Ergebnisse

Zur Evaluierung der theoretischen Kenntnisse wurde der Test in verschiedene Teilbereiche untergliedert. Vorteil dieser Methode ist es, Themen, die für die Studierenden besondere Herausforderungen darstellen, herausfiltern zu können. In diesem Fall konnte gezeigt werden, dass einige Studierende mit dem Thema Nierengefäße Schwierigkeiten hatten. Der Wissenszuwachs zeigte sich nur in der Präsenzgruppe signifikant, in der Flipped-Classroom Gruppe nicht. Grund dafür könnten eine schlechtere Aufbereitung der Lehrinhalte im E-Learning sein, beispielsweise unverständliche Formulierungen und Grafiken.

Bei den Nierengefäßen handelt es sich allerdings auch um den letzten theoretischen Inhalt der Lehrveranstaltung. Bei fachlich schwächeren Gruppen mit langsamerem Lernfortschritt bleibt dadurch möglicherweise weniger Zeit zur Verfügung, um die Inhalte genau zu besprechen und zu üben. Die Lernmotivation könnte gegen Ende des Semesters ebenfalls abnehmen und könnte, da alle Flipped-Classroom Kurse nach den Präsenzkursen stattfanden, ebenfalls ein Faktor sein.

Da insgesamt zehn TutorInnen mit naturgemäß unterschiedlichem Hintergrundwissen und zumindest teilweise verschiedener didaktischer Herangehensweise in unterschiedlichen Konstellationen unterrichtet haben, kann auch hier ein Einfluss auf die Ergebnisse nicht ausgeschlossen werden. Die

Ausbildung dient als Basis für alle TutorInnen. Für die Aneignung zusätzlichen Wissens, sowie auch für die Gestaltung der Kurse generell sind die TutorInnen aber selbst verantwortlich.

Im Rahmen der Auswertung zeigte sich ein Genderaspekt. Auffällig ist, dass die Geschlechteraufteilung der Studierenden sehr unausgeglichen war. Während an der Medizinischen Universität Graz mehr als die Hälfte der Studierenden weiblich ist, waren zwei Drittel aller KursteilnehmerInnen Männer und nur ein Drittel Frauen. Es wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht evaluiert, was der Grund für diese Geschlechteraufteilung sein könnte. Es zeigte sich bei den Ergebnissen, dass Frauen tendenziell im Flipped-Classroom Kurs mehr Punkte im theoretischen Test erreichen konnten als Männer, Männer hingegen profitieren dafür im Präsenzkurs eher stärker. Es konnte allerdings keine Signifikanz dieses Zusammenhanges gezeigt werden. Um diese Fragestellung genauer aufzuarbeiten und diesen Zusammenhang zu bestätigen oder zu widerlegen, wären weitere Arbeiten mit einer größeren Anzahl an TeilnehmerInnen notwendig.

Bezüglich des Studienfortschrittes gab es ebenfalls eine Inhomogenität. In der Präsenzgruppe waren alle TeilnehmerInnen im 10. Semester, in der Flipped-Classroom Gruppe befanden sich die TeilnehmerInnen zwischen dem 6. und dem 10. Semester und der Median liegt bei dem 8. Semester. Im Rahmen der Evaluierung konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Wissensgewinn und Studienfortschritt gezeigt werden. Bei zukünftigen Arbeiten sollte jedoch auf eine gleichmäßige Verteilung des Studienfortschrittes geachtet werden, da ein Einfluss nicht ausgeschlossen ist.

Ziel dieses Kurses ist es, dass die Studierenden nach Kursabschluss in der Lage sind, die Strukturen richtig zu identifizieren, ein Flussprofil des gewünschten Gefäßes abzuleiten und das abgeleitete Flussprofil zu interpretieren. Bei der praktischen Evaluierung konnte bis auf eine/einen TeilnehmerIn jede/jeder ein Flussprofil aus der ACC ableiten. Leider gelang es mehr als zwei Drittel der TeilnehmerInnen nicht, ein klinisch verwertbares Flussprofil abzuleiten. Hauptursache für dieses Problem war die Winkelthematik, da 62 % der Studierenden keinen Winkel unter 60 Grad einstellen konnten und somit das Flussprofil als klinisch nicht verwertbar gilt. Als Konsequenz hieraus wurden die unterrichtenden TutorInnen darauf hingewiesen, diesen Punkt bei zukünftigen Kursen speziell zu betonen, da möglicherweise bei den bereits absolvierten Kursen

die Wichtigkeit für die Verwertbarkeit der Flussprofile nicht ausreichend verdeutlicht wurde. Ein weiterer Grund könnte eine zu geringe Zeit der einzelnen TeilnehmerInnen am Ultraschallgerät sein, um praktische Fertigkeiten zu erwerben, wie diese Aufgabenstellung besser gelingen kann. Die klinische Verwertbarkeit des abgeleiteten Flussprofils ist aber als optionales Ziel dieses Kurses zu sehen, da es sich um einen Basiskurs der FKDS handelt. Den Kenntnissen über die richtigen Grundeinstellungen des Gerätes und die Anwendungsmöglichkeiten aber auch die Limitation der FKDS soll in diesem Kurs auch in Zukunft die größte Bedeutung beigemessen werden.

Im theoretischen Teil konnten einige TeilnehmerInnen nach der Absolvierung des Kurses nicht mehr Punkte erreichen als vor dem Kurs. Eine/ein TeilnehmerIn hatte leider nach dem Kurs sogar einen Punkt weniger als zuvor. Es stellt sich daher die Frage, wie Wissenslücken einzelner TeilnehmerInnen im Kurs detektiert werden können, ohne bereits im Kurs eine Prüfungssituation zu erzeugen. Eine mögliche Herangehensweise, um das Einprägen von Lehrinhalten zu verbessern, ist, die Hauptinformation mehrmals im Kurs zu wiederholen. Um eine Prüfungssituation zu vermeiden, können Fragen zur Wiederholung der Inhalte an die gesamte Gruppe gestellt werden.

#### 4.4 Limitationen

Eine Limitation dieser Arbeit stellt die Aussagekraft in der Beantwortung genauerer Fragestellungen aufgrund der geringen TeilnehmerInnenzahl dar. Um aussagekräftigere Ergebnisse, beispielsweise zu den Teilbereichen der theoretischen Evaluierung oder zu Unterschieden der Ergebnisse in Bezug auf das Geschlecht zu erhalten, müsste diese Art der Kursevaluierung weitergeführt werden, damit größere Fallzahlen erreicht werden können.

Es konnte gezeigt werden, dass die Studierenden nach dem Kurs Fragen zur Theorie der Gefäßsonographie besser beantworten können und grundsätzlich imstande sind, eine praktische Untersuchung größtenteils korrekt durchzuführen. Es kann aber an dieser Stelle keine endgültige Aussage darüber getroffen werden, ob Studierende, die im Laufe ihres Studiums einen Sonographiekurs absolviert haben, in ihrer späteren klinischen Tätigkeit daraus Profit schlagen können und in der Diagnostik treffsicherer, schneller und effizienter sind. Eine solche

Untersuchung wäre natürlich von besonderem Interesse, würde den Rahmen dieser Arbeit aber um ein Vielfaches überschreiten. Es sollte nicht vergessen werden, dass es in diesem Rahmen nicht Ziel des Kurses sein kann, nach Absolvierung sonographische Untersuchungen auf Niveau einer Fachärztin/eines Facharztes durchzuführen. Für die Autorin wesentlich bedeutender ist die Vermittlung der grundsätzlichen Bedienung eines Ultraschallgeräts und der verschiedenen Möglichkeiten der Ultraschallanwendungen. Diese Grundkenntnisse sollen Studierenden ermöglichen, in ihrer späteren klinischen Tätigkeit darauf aufzubauen und keine Angst davor zu haben, Ultraschall in der Diagnostik einzusetzen.

#### 4.5 Schlussfolgerung

Da die Anwendungsmöglichkeiten der Gefäßsonographie inklusive der FKDS so weitreichend sind, war es das Ziel, ein Kursformat zu entwickeln, in welchem die TeilnehmerInnen in kompakter Form Grundfertigkeiten erlernen können, um ihnen ein vielseitiges Werkzeug für die diagnostische Anwendung mitzugeben. Die Rückmeldungen der teilnehmenden Studierenden waren durchwegs positiv und ermutigten zur Weiterführung und Weiterentwicklung des Kurses.

Da abzusehen ist, dass diagnostischer Ultraschall in den kommenden Jahren weiter an Bedeutung gewinnen wird, dürfte auch die Ausbildung in diesem Bereich immer wichtiger werden. Da die Vermittlung praktischer Fertigkeiten einen großen personellen und somit auch finanziellen Aufwand bedeuten, bieten sich hier Flipped-Classroom Kurse als sehr effiziente Lösung an. Natürlich beansprucht die initiale Erstellung der Online-Inhalte anfangs mehr Zeit, aber wenn diese erstmals erstellt sind, können sie prinzipiell innerhalb eines gesamten Sprachraums in universitären und außeruniversitären Bildungseinrichtungen genutzt werden. Problematisch ist hier, dass derzeit viele Universitäten ihre eigenen Lernunterlagen haben und diese auch nur den eigenen Studierenden zur Verfügung stellen (30).

Auch in dieser Arbeit konnte der personelle Aufwand des Flipped-Classroom Kurses um ein Drittel im Vergleich zum klassischen Präsenzkurs vermindert werden. Eine Studie von Morgan et al. (2015) zeigte ebenfalls mit einem Flipped-Classroom Kurs im Fachgebiet der Gynäkologie eine Reduktion von drei Unterrichtseinheiten bei ungefähr gleichbleibenden Ergebnissen in der Endprüfung (16).

Tang et al. (2017) beschäftigte sich ebenfalls mit dem Vergleich zwischen Flipped-Classroom Kursen und traditionellen Kursen in der Augenheilkunde. Hier konnten die TeilnehmerInnen im Endtestat sogar signifikant bessere Ergebnisse als die Präsenzgruppe liefern (31).

Es kann anhand der bisherigen Datenlage davon ausgegangen werden, dass sich mit Flipped-Classroom Kursen in vielen Themengebieten ähnlich gute Lernerfolge erzielen lassen wie im Präsenzunterricht. Im Bereich der diagnostischen Ultraschallanwendung, speziell auch der Gefäßsonographie und der FKDS, könnten sie in den nächsten Jahren die personal- und kostenintensive Implementation von Ultraschallkursen in die Curricula der Medizinischen Universitäten erleichtern und effizienter gestalten.

## 5 Literaturverzeichnis

1. Greenbaum LD. It is time for the sonoscope. *J Ultrasound Med.* 2003;321–2.
2. Gillman LM, Kirkpatrick AW. Portable bedside ultrasound: the visual stethoscope of the 21 st century. 2012.
3. Solomon SD, Saldana F. Point-of-Care Ultrasound in Medical Education - Stop Listening and Look. *N Engl J Med.* 2014;370(12):1081–3.
4. Hoppmann RA, Rao V V, Bell F, Poston MB, Howe DB, Riffle S, u. a. The evolution of an integrated ultrasound curriculum (iUSC) for medical students: 9-year experience. *Crit Ultrasound J.* 2015;7:18.
5. Schmidt BBG. 25 Farbkodierte Dopplersonographie. *Kursb Ultraschall.* 2014;(Isbn 9783131191052):310–8.
6. Alfirevic Z, Stampalija T, Dowswell T. Fetal and umbilical Doppler ultrasound in high-risk pregnancies. *Cochrane Database Syst Rev.* 13. Juni 2017;(6).
7. Uquillas KR, Grubbs BH, Prosper AE, Chmait RH, Grant EG, Walker DK. Doppler US in the Evaluation of Fetal Growth and Perinatal Health. *RadioGraphics.* 11. Oktober 2017;37(6):1831–8.
8. Szpera-Goździewicz A, Burchardt B, Musik M, Bręborowicz GH, Ropacka-Lesiak M. Prenatal and postnatal detection of congenital heart diseases. *Ginekol Pol.* 29. September 2017;88(9):515–6.
9. Boyd AC, Schiller NB, Thomas L. Principles of transthoracic echocardiographic evaluation. *Nat Rev Cardiol.* 2015;12(7):426–40.
10. Curriculum für das Diplomstudium Humanmedizin Version 17  
Curriculumweiterentwicklung 2013 [Internet]. 2018 [zitiert 23. April 2019].  
Verfügbar unter:  
[https://www.medunigraz.at/fileadmin/studieren/humanmedizin/pdf/studienplan\\_V17\\_01102018.pdf](https://www.medunigraz.at/fileadmin/studieren/humanmedizin/pdf/studienplan_V17_01102018.pdf)
11. Hofer M. Bereich Medizindidaktik des Studiendekanats [Internet]. [zitiert 23. April 2019]. Verfügbar unter: <http://www.medidak.de/>
12. Garcia-Casasola G, Sánchez FJG, Luordo D, Zapata DF, Frías MC, Garrido VV, u. a. Basic Abdominal Point-of-Care Ultrasound Training in the Undergraduate. *J Ultrasound Med.* 1. November 2016;35(11):2483–9.
13. Arias Felipe A, Doménech García J, Sánchez los Arcos I, Luordo D, García

- Sánchez FJ, Villanueva Martínez J, u. a. Enseñanza de las bases de la ecocardiografía en el pregrado: los estudiantes como mentores. *Rev Clin Esp.* 2017;217(5):245–51.
14. Cantisani V, Dietrich CF, Badea R, Dudea S, Prosch H, Cerezo E, u. a. EFSUMB Statement on Medical Student Education in Ultrasound [long version]. *Ultrasound Int open.* März 2016;2(1):E2-7.
  15. Hofer M., Schiebel B., Hartwig H-G., Garten A. MU. Innovative Kurskonzepte für Kleingruppenpraktika in bildgebenden Verfahren. *Dtsch Medizinische Wochenschrift.* 2000;717–23.
  16. Morgan H, Mclean K, Chapman C, Fitzgerald J, Yousuf A, Hammoud M. The flipped classroom for medical students. *Clin Teach.* 2015;12(3):155–60.
  17. Hofer M, Schiebel B, Hartwig H-G, Mödler U. Didaktiktraining für Ausbilder in Ultraschallkursen. *Ultraschall der Medizin.* 12. September 2002;23(04):267–73.
  18. Medizin Ö-ÖG für U in der. Ausbildung zum „StudentInnenmentor“ mit ÖGUM-Zertifikat [Internet]. 2017 [zitiert 23. April 2019]. Verfügbar unter: <http://www.oegum.at/ausbildung/studentinnen-tutor.html>
  19. Blum M, Kern M, Purkarthofer D, Schlecht F. Curriculum zur Tutorenausbildung [Internet]. 2017 [zitiert 26. Mai 2019]. Verfügbar unter: <http://graz.sono4you.at/portfolio/curriculum-tutorinnenausbildung/>
  20. Sono4You Graz [Internet]. [zitiert 30. Mai 2019]. Verfügbar unter: <http://graz.sono4you.at/kurse/>
  21. Bowditch A, Browditch M. Visible Body [Internet]. [zitiert 5. Mai 2019]. Verfügbar unter: <https://www.visiblebody.com/de/>
  22. Articulate Rise [Internet]. [zitiert 5. Mai 2019]. Verfügbar unter: <https://articulate.com/360/rise>
  23. Seitz K. Qualitätssicherung in der Ultraschalldiagnostik in Deutschland - eine unendliche Geschichte. *Ultraschall der Medizin.* 2012;33(6):517–9.
  24. Jang TB, Ruggeri W, Dyne P, Kaji AH. The learning curve of resident physicians using emergency ultrasonography for cholelithiasis and cholecystitis. *Acad Emerg Med.* 2010;17(11):1247–52.
  25. Tolsgaard MG, Ottesen B, Todsén T, Tabor A, Sorensen JL, Lorentzen T, u. a. International Multispecialty Consensus on How to Evaluate Ultrasound Competence: A Delphi Consensus Survey. *PLoS One.* 2013;8(2).

26. Todsén T, Tolsgaard MG, Olsen BH, Henriksen BM, Hillingsø JG, Konge L, u. a. Reliable and valid assessment of point-of-care ultrasonography. *Ann Surg.* 2015;261(2):309–15.
27. Hofer Matthias. FKDS-Trainer. 4. Düsseldorf: Didamed Verlag GmbH; 2013. 128 S.
28. Dirks K. Stuttgarter Ultraschallkurse [Internet]. Grundlagen Farbdoppler (Grundkurs). [zitiert 24. April 2019]. Verfügbar unter: <https://www.stuttgarter-sonokurse.de/app/download/5804795418/Grundlagen+Farbdoppler.pdf>
29. Hölker M, Breukelmann D. Vier Jahre Kursus „Ärztliche Basisfertigkeiten“: Ein Erfahrungsbericht.
30. Williams DE. The Future of Medical Education: Flipping the Classroom and Education Technology. *Ochsner J.* 2016;16(1):14–5.
31. Tang F, Chen C, Zhu Y, Zuo C, Zhong Y, Wang N, u. a. Comparison between flipped classroom and lecture-based classroom in ophthalmology clerkship. *Med Educ Online.* 2017;22(1).

## Anhang

### Anhang Tabellen

#### Anhang Tab.1

Geschlechterverteilung zwischen den beiden Gruppen

		Geschlecht		
		Männlich	weiblich	Gesamt
FC	Anzahl	11	7	18
	Prozent	61.1%	38.9%	100%
PR	Anzahl	13	6	19
	Prozent	68.4%	31.6%	100%
Gesamt	Anzahl	24	13	37
	Prozent	64.9%	35.1%	100%

Anmerkung. FC = Flipped-Classroom Gruppe, PR = Präsenzgruppe

#### Anhang Tab.2

Verteilung von Alter und Studienfortschritt zwischen den beiden Gruppen

	Levene-Test		T-Test		
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)
Alter	3.33	.077	-1.58	35	.12
Semester	22.33	.000	-5.52	17.0	.000

#### Anhang Tab.3

*T-Test bei gepaarten Stichproben, Wissensgewinn zwischen den Gruppen im Vergleich*

	N	T	df	Sig. (2-seitig)
FC	18	-4.87	17	.000
PR	19	-9.78	18	.000
Gesamt	37	-9.50	36	.000

Anmerkung. N = Anzahl der Studierenden, FC = Flipped-Classroom Gruppe, PR = Präsenzgruppe

#### Anhang Tab.4

Detailergebnisse des Pre- und Posttestes im Vergleich zwischen den beiden Gruppen

		Pretest			Posttest	
		N	M	SD	M	SD
Gesamtscore	Gesamt	37	17.54	2.79	24.11	3.60
	FC	18	17.28	2.89	22.83	3.60
	PR	19	17.79	2.74	25.32	3.23
Physikalische Grundlagen	Gesamt	37	2.57	.87	4.11	.94
	FC	18	2.67	.91	4.00	1.03
	PR	19	2.47	.84	4.21	.86
Basics Flussprofile	Gesamt	37	2.54	1.02	3.38	1.16
	FC	18	2.33	1.09	3.17	1.20
	PR	19	2.74	.93	3.58	1.12
Halsgefäße	Gesamt	37	3.92	1.06	5.14	.79
	FC	18	4.22	.81	4.83	.71
	PR	19	3.63	1.21	5.42	.77
Lebergefäße	Gesamt	37	2.03	.60	2.59	.76
	FC	18	1.94	.54	2.39	.61
	PR	19	2.11	.66	2.79	.86
Nierengefäße	Gesamt	37	2.27	1.05	2.73	.90
	FC	18	2.11	.90	2.33	.91
	PR	19	2.42	1.17	3.11	.74
Flussprofile	Gesamt	37	4.22	1.57	6.16	.96
	FC	18	4.00	1.65	6.11	1.02
	PR	19	4.42	1.50	6.21	.92

*Anmerkung.* FC = Flipped-Classroom Kurs, PR = Präsenzkurs, N = Anzahl der Studierenden, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

### Anhang Tab.5

Korrelation Gesamtscore/ Wissensgewinn in Bezug auf den Studienfortschritt

		Semester
Posttest Gesamtscore	Korrelationskoeffizient	.38
	Sig. (2-seitig)	.02
	N	37
Gesamtscore Posttest- Pretest	Korrelationskoeffizient	.28
	Sig. (2-seitig)	.09
	N	37

Anmerkung. N = Anzahl der Studierenden

### Anhang Tab.6

Korrelation Wissensgewinn in Bezug auf das Alter der TeilnehmerInnen


		Alter
Gesamtscore Posttest- Pretest	Korrelationskoeffizient	-.01
	Sig. (2-seitig)	.94
	N	37

Anmerkung. N = Anzahl der Studierenden

# Anhang E-Learning

Lektionen 2 von 12

## Schallgerät - Tasten

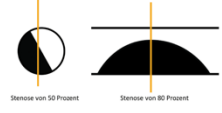


**Farbdoppler und Farbgain**

Durch Druck am C-Knopf aktivieren wir den Farbdoppler. Der Farbgain kann durch Drehen am C-Knopf verändert werden. Der Farbgain ist so zu wählen, dass das Gefäß vollständig mit Farbe ausgefüllt ist, aber kein Blooming entsteht. Zur Wiederholung: Als Blooming wird die Übersteuerung des Farbains bezeichnet und das umliegende Gewebe wird farbiodiert dargestellt.

Lektion 3 - Strömungslehre Teil 1

Die Tabelle soll zeigen, dass nicht nur das Flussprofil für den Stenosegrad entscheidend ist. Geringgradige Stenosen werden vor allem durch das B-Bild und den Farb-Doppler festgestellt.



Stenose von 50 Prozent      Stenose von 80 Prozent

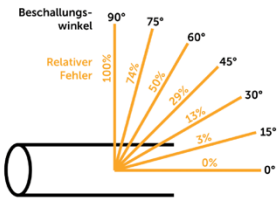
Um Stenosen richtig zu graduieren, muss das Gefäß immer in zwei Ebenen untersucht werden. In der Abbildung sieht man im Querschnitt eine Stenose von nur 50%, im Längsschnitt aber eine Stenose von 80%. In diesem Bereich ist die Sonographie der Angiographie

## Gefäß-Sonographie

0% FERTIG

- Physikalische Grundlagen
- Schallgerät - Tasten
- Strömungslehre Teil 1
- Strömungslehre Teil 2
- Strömungslehre Teil 3
- Untersuchung der Halsgefäße
- Quiz Teil 1
- Pathologien der Halsgefäße
- Untersuchung und Pathologien der Lebergefäße

Bessere Ergebnisse erzielen wir, je näher der Winkel an Null Grad ist, das heißt das Gefäß fließt senkrecht auf den Schallkopf zu oder davon weg.



Beschallungswinkel	Relativer Fehler
90°	100%
75°	79%
60°	50%
45°	29%
30°	15%
15°	3%
0°	0%

Im klinischen Alltag wird zumindest ein Winkel unter 60 Grad angestrebt. In der Abbildung zeigt sich aber auch da noch ein relativer Messfehler von 50 Prozent.

1 Ziel ist es, einen möglichst spitzen Beschallungswinkel einzustellen: Ideal wären 0 Grad.

## Dopplerverfahren

# Anhang Curricula

## Anhang Curriculum Flipped-Classroom

Inhalt	Zeit	Lernziel
Flipped Classroom #1 (70 min)		
Begrüßung, Überblick über Kursinhalte	5	
Was ist der Farb-, PW- und CW-Doppler im Ultraschall und wie funktioniert dieser? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Farbdoppler</li> <li>• PW und CW im Vergleich</li> <li>• Winkelproblematik bei Doppler</li> </ul>	15	1a, 1c
Korrekte Anwendung von Dopplersonographie <ul style="list-style-type: none"> <li>• Winkel</li> <li>• Winkelkorrektur</li> <li>• PRF</li> <li>• Sample volume</li> <li>• Beam Steering</li> <li>• Farbgain</li> <li>• Winkelkorrektur</li> <li>• Artefakte</li> </ul>	25	1a, 1c
Interpretation und Beschreibung von Flussprofilen <ul style="list-style-type: none"> <li>• physiologische Strömungsverhältnisse</li> <li>• Periphere und zentrale Flussprofile</li> <li>• TTP</li> <li>• PSV</li> <li>• spektrales Fenster</li> </ul>	10	3b, 3c
Beschreibung und Interpretation von pathologischen Flussprofilen <ul style="list-style-type: none"> <li>• intrastenotisches Flussprofil</li> <li>• poststenotisches Flussprofil</li> <li>• präokklusives Flussprofil</li> </ul>	10	
Anatomie und Physiologie der Halsgefäße	5	2a, 2b, 3b, 3c

<ul style="list-style-type: none"> <li>Anatomie</li> </ul>			
Wieso sind welche Flussprofile zu erwarten?			
Präsenzinheit #1 (150 min)			
Begrüßung, Überblick über Kursinhalte		5	
Arteria carotis communis	Hands-On	55	2a, 2b, 2c, 3b, 3c
<ul style="list-style-type: none"> <li>Korrekte Anwendung von Dopplersonographie</li> <li>Interpretation und Beschreibung von Flussprofilen</li> </ul>			
Halsgefäße	Hands-On	90	1b, 2a, 2b, 2c, 3a, 3c
<ul style="list-style-type: none"> <li>Herangehensweise beim Schallen <ul style="list-style-type: none"> <li>Wo wird der Schallkopf aufgesetzt?</li> <li>Orientierung am B-Bild</li> <li>Praktische Anwendung von Farb- und CW-Doppler</li> <li>Akquisition und Interpretation von Flussprofilen</li> <li>Messung der Intima-Media-Dicke</li> </ul> </li> <li>Darzustellende Strukturen <ul style="list-style-type: none"> <li>ACC</li> <li>ACI</li> <li>ACE</li> </ul> </li> </ul>			
Flipped Classroom #2 (50 min)			
Pathologien der Halsgefäße		20	3d, 4
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stenosen</li> <li>Verschluss</li> <li>Carotidissektion</li> <li>Plaques</li> <li>Intima-Media-Dicke</li> <li>therapeutische Konsequenzen</li> </ul>			
Anatomie und Physiologie der Lebergefäße		10	2a, 2b, 3b, 3c
<ul style="list-style-type: none"> <li>Anatomie</li> <li>Blutversorgung der Leber</li> </ul>			
Welche Flussprofile sind zu erwarten?			
Pathologien der Lebergefäße		5	3d, 4

<ul style="list-style-type: none"> <li>• portaler Hypertonus</li> <li>• Umgehungskreisläufe</li> <li>• Pfortaderthrombose</li> </ul>				
therapeutische Konsequenz				
Anatomie und Physiologie der Nierenarterien	5			2a, 2b, 3b, 3c
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anatomie</li> </ul>				
Welche Flussprofile sind zu erwarten?	10			3d, 4
Pathologien der Nierenarterien				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nierenarterienstenose mit Stenosekriterien</li> <li>• frühzeitige Erkennung von Abstoßungsreaktion eines Nierentransplantats anhand der RI Werte</li> <li>• therapeutische Konsequenz</li> </ul>				
Präsenzzeit #2 (150 min)				
Begrüßung, Überblick über Kursinhalte	5			
Halsgefäße Teil 2	30	Hands-On		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herangehensweise beim Schallen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wo wird der Schallkopf aufgesetzt?</li> <li>○ Orientierung am B-Bild</li> <li>○ Praktische Anwendung von Farb- und CW-Doppler</li> <li>○ Akquisition und Interpretation von Flussprofilen</li> </ul> </li> <li>• Darzustellende Strukturen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ A.vertebralis</li> </ul> </li> </ul>				
Lebergefäße	80	Hands-On		1b, 2a, 2b, 2c, 3a, 3c, 3d
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herangehensweise beim Schallen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wo wird der Schallkopf aufgesetzt?</li> <li>○ Orientierung am B-Bild (Unterscheidung Lebervenen und Portalgefäße)</li> <li>○ Praktische Anwendung von Farb- und CW-Doppler</li> <li>○ Akquisition und Interpretation von Flussprofilen</li> <li>○ Herzaktion anhand des Flussprofils einer Lebervene</li> </ul> </li> <li>• Darzustellende Strukturen</li> </ul>				

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ V.portae</li> <li>○ Lebervenen</li> </ul>				
<p>Wiederholung und offene Fragen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- für besonders engagierte Gruppen → siehe Bonus</li> </ul>	Hands-On	20		1b, 2a, 2b, 2c, 3a, 3c, 3d
Abschluss und Evaluierung		15		
Bonus für Tutoren und besonders engagierte Gruppen				
<p>Nierenarterien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herangehensweise beim Schallen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wo wird der Schallkopf aufgesetzt?</li> <li>○ spezielle Schwierigkeiten: Winkelproblematik, Schallfenster von lateral</li> <li>○ Alternative: RI Bestimmung an Interlobararterien</li> <li>○ Praktische Anwendung von Farb- und CW-Doppler</li> <li>○ Akquisition und Interpretation von Flussprofilen</li> </ul> </li> <li>• Darzustellende Strukturen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nierenarterien</li> <li>○ Interlobararterien</li> </ul> </li> </ul>	Hands-On	20		1b, 2a, 2b, 2c, 3a, 3c, 3d

## Anhang Curriculum Präsenzkurs

Inhalt	Zeit	Lernziel
<b>Erste Einheit (120 min)</b> Begrüßung, Überblick über Kursinhalte	5	
Was ist der Farb-, PW- und CW-Doppler im Ultraschall und wie funktioniert dieser? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Farbdoppler</li> <li>• PW und CW im Vergleich</li> <li>• Winkelproblematik bei Doppler</li> </ul>	15	1a, 1c
Korrekte Anwendung von Dopplersonographie <ul style="list-style-type: none"> <li>• Winkel</li> <li>• Sample volume</li> <li>• Beam Steering</li> <li>• PRF</li> <li>• Farbgain</li> <li>• Winkelkorrektur</li> <li>• Artefakte</li> </ul>	25	1a, 1c
Interpretation und Beschreibung von Flussprofilen <ul style="list-style-type: none"> <li>• physiologische Strömungsverhältnisse</li> <li>• Periphäre und zentrale Flussprofile</li> <li>• TTP</li> <li>• PSV</li> <li>• spektrales Fenster</li> </ul>	10	3b, 3c
Arteria carotis communis <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrekte Anwendung von Dopplersonographie</li> <li>• Interpretation und Beschreibung von Flussprofilen</li> </ul>	55	2a, 2b, 2c, 3b, 3c
Beschreibung und Interpretation von pathologischen Flussprofilen <ul style="list-style-type: none"> <li>• intrastenotisches Flussprofil</li> <li>• poststenotisches Flussprofil</li> <li>• präokklusives Flussprofil</li> </ul>	10	

<b>Zweite Einheit (150 min)</b>			
Begrüßung, Überblick über Kursinhalte		5	
Anatomie und Physiologie der Halsgefäße		5	3b, 3c
<ul style="list-style-type: none"> <li>Anatomie</li> <li>Wieso sind welche Flussprofile zu erwarten?</li> </ul>		20	3d, 4
Pathologien der Halsgefäße			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stenosen</li> <li>Verschluss</li> <li>Plaques</li> <li>Intima-Media-Dicke</li> <li>therapeutische Konsequenzen</li> </ul>			
Halsgefäße	Hands-On	120	1b, 2a, 2b, 2c, 3a, 3c
<ul style="list-style-type: none"> <li>Herangehensweise beim Schallen <ul style="list-style-type: none"> <li>Wo wird der Schallkopf aufgesetzt?</li> <li>Orientierung am B-Bild</li> <li>Praktische Anwendung von Farb- und CW-Doppler</li> <li>Akquisition und Interpretation von Flussprofilen</li> <li>Messung der Intima-Media-Dicke</li> </ul> </li> <li>Darzustellende Strukturen <ul style="list-style-type: none"> <li>ACC</li> <li>ACI</li> <li>ACE</li> <li>A. vertebralis</li> </ul> </li> </ul>			
<b>Dritte Einheit (150 min)</b>			
Begrüßung, Überblick über Kursinhalte		5	
Anatomie und Physiologie der Lebergefäße		10	3b, 3c
<ul style="list-style-type: none"> <li>Anatomie</li> <li>Blutversorgung der Leber</li> </ul>			
Welche Flussprofile sind zu erwarten?			
Pathologien der Lebergefäße		5	3d, 4
<ul style="list-style-type: none"> <li>portaler Hypertonus</li> </ul>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umgehungskreisläufe</li> <li>• Pfortaderthrombose</li> <li>• therapeutische Konsequenz</li> </ul>				
<b>Lebergefäße</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herangehensweise beim Schallen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wo wird der Schallkopf aufgesetzt?</li> <li>○ Orientierung am B-Bild (Unterscheidung Lebervenen und Portalgefäße)</li> <li>○ Praktische Anwendung von Farb- und CW-Doppler</li> <li>○ Akquisition und Interpretation von Flussprofilen</li> <li>○ Herzaktion anhand des Flussprofils einer Lebervene</li> </ul> </li> <li>• Darzustellende Strukturen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ V.portae</li> <li>○ Lebervenen</li> </ul> </li> </ul>	Hands-On	80	1b, 2a, 2b, 2c, 3a, 3c, 3d	
<b>Anatomie und Physiologie der Nierenarterien</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anatomie</li> </ul>		5	3b, 3c	
<b>Welche Flussprofile sind zu erwarten?</b>				
<b>Pathologien der Nierenarterien</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nierenarterienstenose mit Stenosekriterien</li> <li>• frühzeitige Erkennung von Abstoßungsreaktion eines Nierentransplantats anhand der RI Werte</li> <li>• therapeutische Konsequenz</li> </ul>		10	3d, 4	
<b>Wiederholung und offene Fragen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- für besonders engagierte Gruppen → siehe Bonus</li> </ul>	Hands-On	20	1b, 2a, 2b, 2c, 3a, 3c, 3d	
<b>Abschluss und Evaluierung</b>		15		
<b>Bonus für Tutoren und besonders engagierte Gruppen</b>				
<b>Nierenarterien</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herangehensweise beim Schallen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wo wird der Schallkopf aufgesetzt?</li> <li>○ spezielle Schwierigkeiten: Winkelproblematik, Schallfenster von lateral</li> </ul> </li> </ul>	Hands-On	20	1b, 2a, 2b, 2c, 3a, 3c, 3d	

<ul style="list-style-type: none"><li>○ Alternative: RI Bestimmung an Interlobararterien</li><li>○ Praktische Anwendung von Farb- und CW-Doppler</li><li>○ Akquisition und Interpretation von Flussprofilen</li><li>● Darzustellende Strukturen<ul style="list-style-type: none"><li>○ Nierenarterien</li><li>○ Interlobararterien</li></ul></li></ul>			
--	--	--	--

## **Anhang Lernziele**

### Lernziele Kurs Gefäßsonographie

- 1) Korrekte und präzise Anwendung von Farb-, CW- und PW-Doppler
  - a) Physikalische Grundlagen
  - b) Anwendungsmöglichkeiten und Indikationen für die Dopplersonographie
  - c) Artefakte, Pitfalls (Winkelproblematik!)
- 2) Darstellung und Identifikation relevanter Strukturen
  - a) im B-Bild
  - b) mit Doppler-Anwendung
  - c) Sichere und ruhige Schallkopfführung
- 3) Systematische Interpretation der akquirierten Bilder und Messungen
  - a) Interpretation von B-Bildern und Farbdoppler-Darstellungen und Erkennen von Pathologien
  - b) Verständnis der physiologischen Grundlagen von Flussprofilen
  - c) Unterscheidung verschiedener physiologischer Flussprofile
  - d) Erkennen von pathologischen Veränderungen der Flussprofile
- 4) Überblick über therapeutische Konsequenzen der Untersuchungsergebnisse

## **Anhang Evaluierung**

### **Anhang Pretest/Posttest**

#### Physikalische Grundlagen

1. Für die Flussbestimmung in Gefäßen verwenden wir hauptsächlich den CW-Doppler (continous wave).
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.
2. Um ein gutes Dopplersignal zu erhalten soll der Winkel zwischen dem Gefäß und der Achse des Schallkopfs möglichst nahe an 0 Grad sein.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.
3. „Blooming“ tritt bei Übersteuerung des Farbgain auf.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.
4. Mit einer hohen PRF (Pulsrepetitionfrequenz) können hohe Flussgeschwindigkeiten detektiert werden.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.
5. Aliasing kann durch Erhöhung der PRF (Pulsrepetitionfrequenz) vermindert werden.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.

#### Basics Flussprofile

1. Ein peripheres Flussprofil weist einen hohen diastolischen Fluss auf.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.
2. Typischerweise findet man prästenotisch eine Veränderung des Flussprofils.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.
3. Unter PSV versteht man die Maximalgeschwindigkeit einer Flusskurve.
  - a) Die Aussage ist richtig.

- b) Die Aussage ist falsch.
- 4. Das Sample Volume soll möglichst das gesamte Gefäß ausfüllen, um die richtige Flussgeschwindigkeit zu messen.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.
- 5. Eine verlängerte TTP deutet auf eine proximal gelegene Stenose hin.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.

### Halsgefäße

- 1. Die Arteria carotis interna zeigt unter physiologischen Bedingungen ein triphasisches Flussprofil.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.
- 2. Bei einer erhöhten Intima-Media-Dicke finden sich bei vielen PatientInnen auch Koronarplaques.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.
- 3. Zum Feststellen von Stenosen der A. Vertebralis ist die Sonographie der Angiographie überlegen.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.
- 4. Die A. carotis interna kann von der A. carotis externa durch die Kaliberstärke unterschieden werden.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.
- 5. In der Regel weist die A. carotis interna extrakraniell keine Abgänge auf.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.
- 6. Durch Kaugummi kauen kann sich das triphasische Flussprofil der A. carotis externa zu einem biphasischen Flussprofil verändern.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.

### Lebergefäße

1. Durch eine Rechtsherzinsuffizienz kommt es zur Veränderung des Flussprofils in den Lebervenen und die Pulsatilität nimmt zu.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.
2. Die Lebervenen werden im CPC-Schnitt (auch Schulter-Nabel-Schnitt genannt) aufgesucht.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.
3. Die V. portae zeigt ein bandförmiges Flussmuster.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.
4. Als sicheres Zeichen eines portalen Hypertonus gelten darstellbare Umgehungskreisläufe.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.

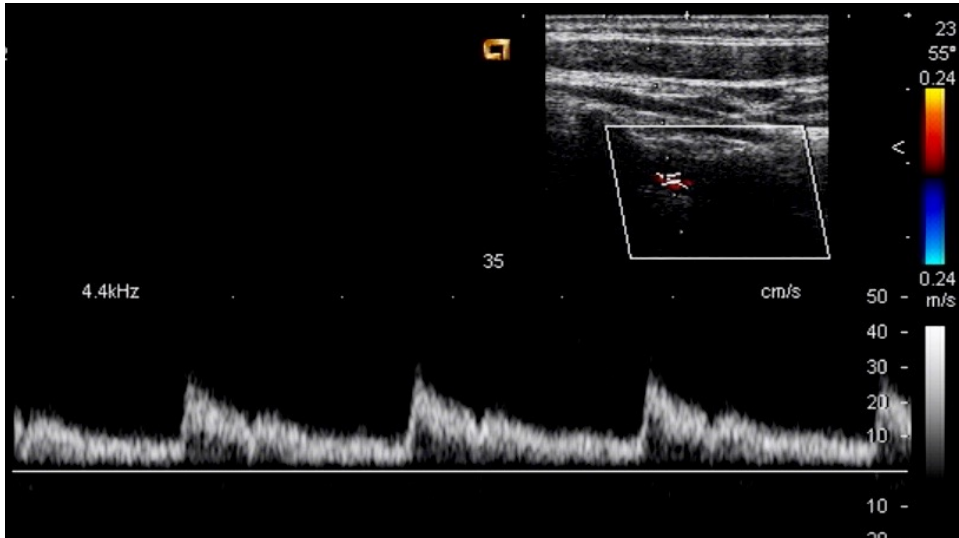
### Nierengefäße

1. Der Widerstandsindex kann zur Feststellung einer Abstoßung der Transplantatniere verwendet werden, noch bevor diese sich anders bemerkbar macht.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.
2. Nierenarterien haben im physiologischen Zustand eine längere TTP (Time to peak) als andere arterielle Gefäße.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.
3. Eine Nierenarterienstenose ist bereits ab einer Einengung von 30 % hämodynamisch relevant.
  - a) Die Aussage ist richtig.
  - b) Die Aussage ist falsch.
4. Der Widerstandsindex einer Interlobararterie steigt mit einer vorgeschalteten Stenose.
  - a) Die Aussage ist richtig.

b) Die Aussage ist falsch.

### Flussprofile

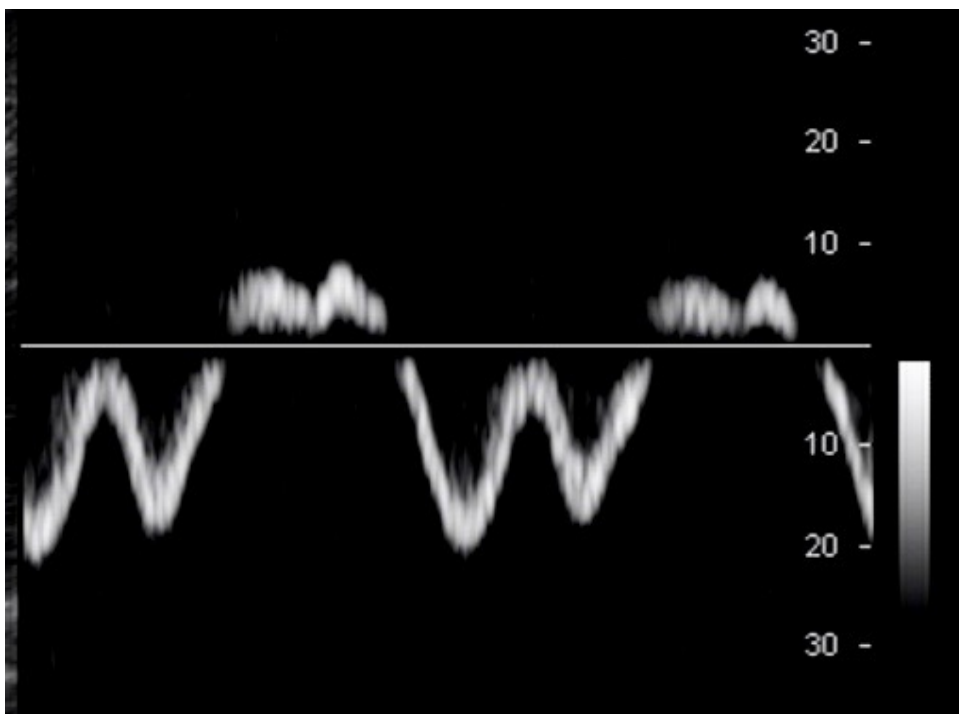
1. Es handelt sich hier um ein Flussprofil der V. portae.



a) Die Aussage ist richtig.

b) Die Aussage ist falsch.

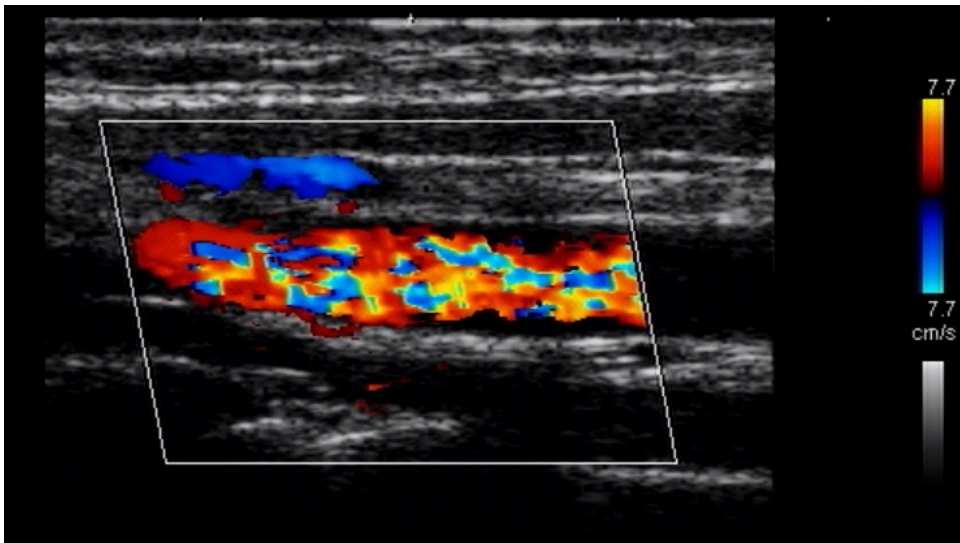
2. Es handelt sich bei diesem Flussprofil um eine Lebervene.



a) Die Aussage ist richtig.

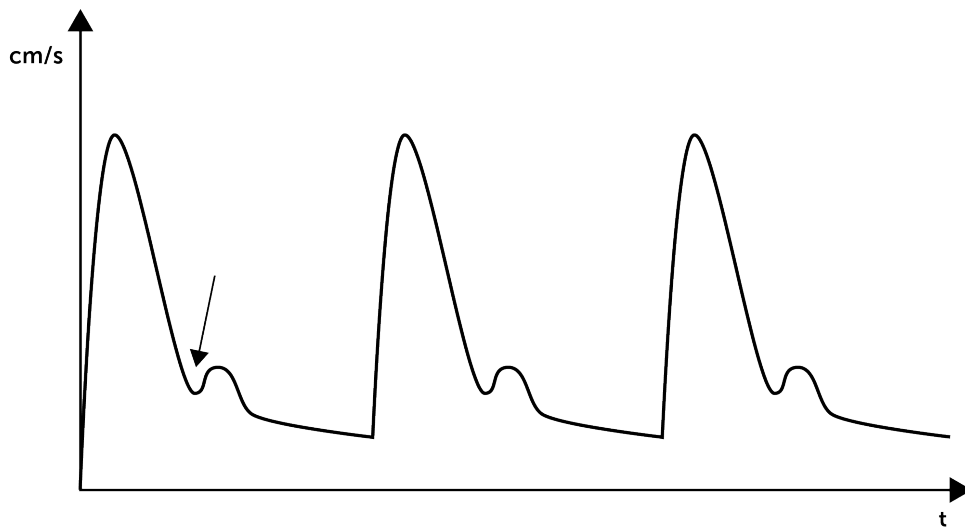
b) Die Aussage ist falsch.

3. In diesem Ultraschallbild sieht man das Artefakt „Blooming“.



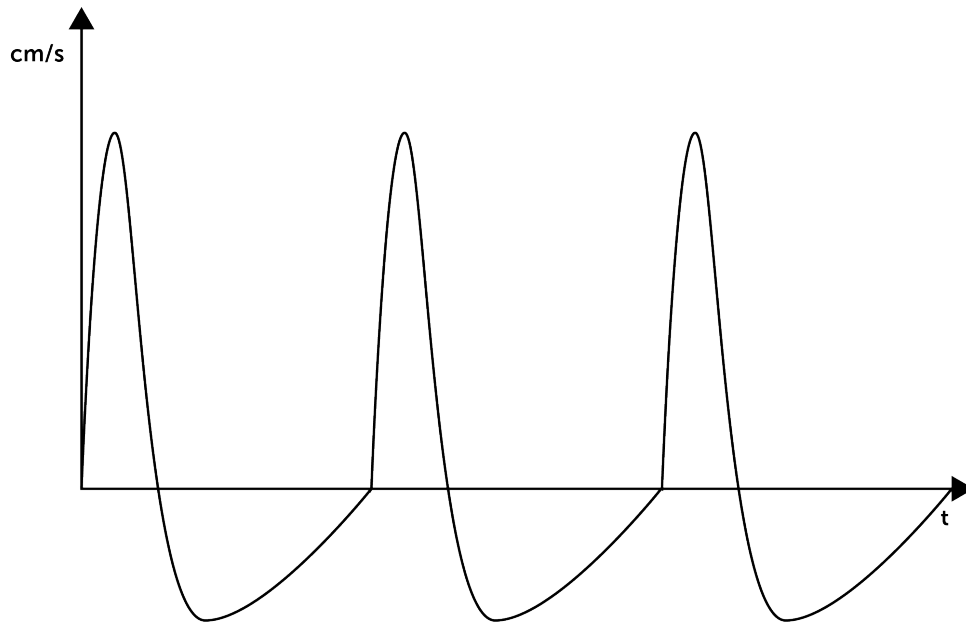
- a) Die Aussage ist richtig.
- b) Die Aussage ist falsch.

4. Die mit dem Pfeil gekennzeichnete Inzisierung tritt nur bei atherosklerotisch veränderten Gefäßen auf.



- a) Die Aussage ist richtig.
- b) Die Aussage ist falsch.

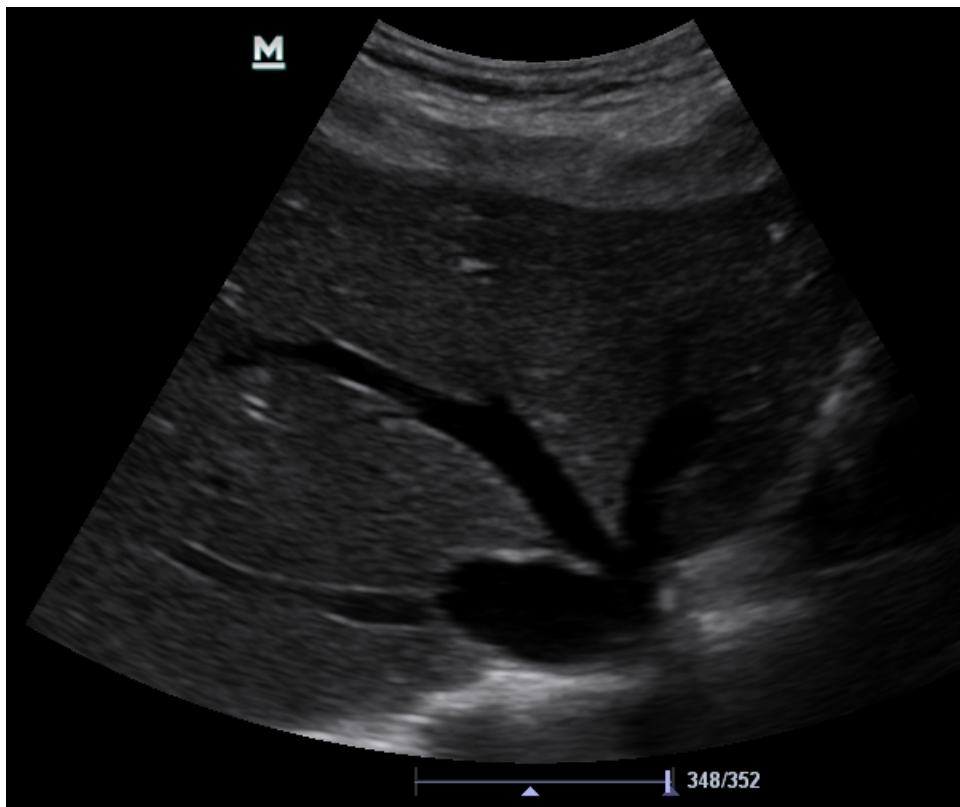
5. Die Darstellung zeigt ein präokklusives Flussprofil.



a) Die Aussage ist richtig.

b) Die Aussage ist falsch.

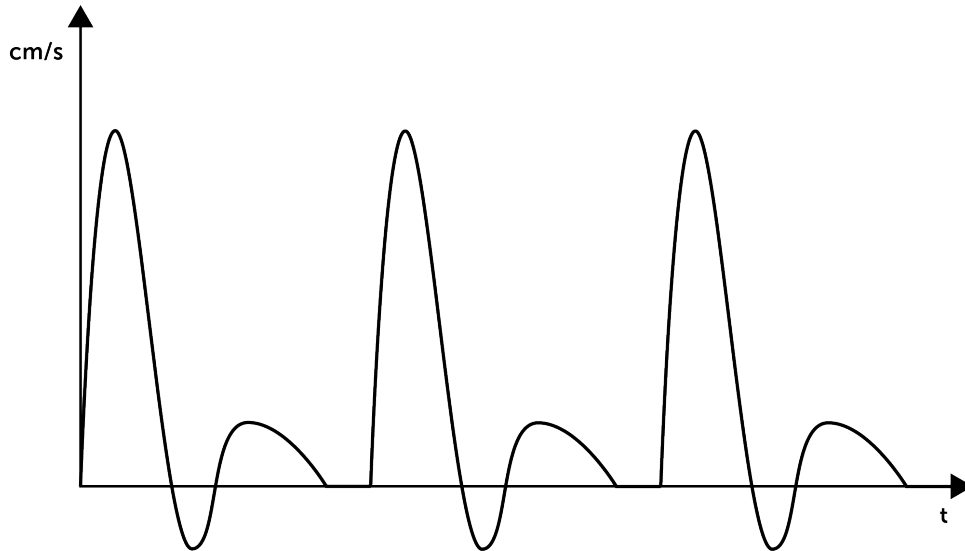
6. In diesem Bild zeigen sich die Lebervenen. Würde hier ein Farbdoppler verwendet werden, würden sich die Lebervenen rot darstellen. (bei normaler Einstellung des Farbdopplers am Gerät)



a) Die Aussage ist richtig.

b) Die Aussage ist falsch.

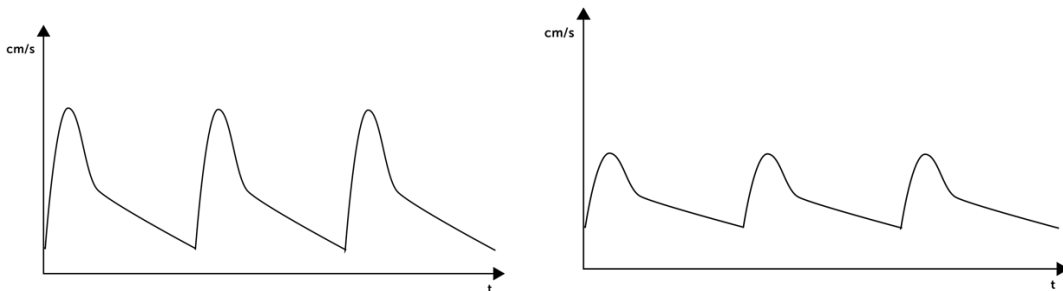
7. Bei diesem Flussprofil handelt es sich um ein biphasisches Flussprofil, so wie es in der A. carotis interna physiologisch ist.



a) Die Aussage ist richtig.

b) Die Aussage ist falsch.

8. Unter physiologischen Bedingungen zeigt bei gleicher Skalierung eher die linke Abbildung das Flussprofil einer Nierenarterie eines jungen Menschen.



a) Die Aussage ist richtig.

b) Die Aussage ist falsch.

## **Anhang Evaluierung Kurs**

### Evaluierung E-Learning

#### Allgemeines

Diesen Kurs würde ich meinen KollegInnen weiterempfehlen

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Ultraschall ist für meine spätere klinische Tätigkeit wichtig.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Der Kurs eröffnete mir den Einstieg in die Farbkodierte Duplexsonographie.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Ich hatte ausreichend Zeit zum praktischen Üben.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Es war zu viel Theorie .

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

#### Inhaltliches

Ich fühle mich von der Fülle an Informationen überfordert.

- Trifft zu
- Trifft eher zu

- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Ich fühle mich in Lage den Farbdoppler richtig anzuwenden.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Ich fühle mich in der Lage Flussprofile richtig abzuleiten.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Ich fühle mich in der Lage die abgeleiteten Flussprofile zu interpretieren.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Ich fühle mich in der Lage auch pathologische Flussmuster zu erkennen.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Ich fühle mich in der Lage die Halsgefäße in B-Bild, Farb- und Spektraldoppler einzustellen und zu beurteilen.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Ich fühle mich in der Lage die Lebergefäße in B-Bild, Farb- und Spektraldoppler einzustellen und zu beurteilen.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu

- Trifft nicht zu

Ich fühle mich in der Lage die Nierengefäße sonographisch zu beurteilen.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

### Räumlichkeiten und Ausstattung

Die Räumlichkeiten waren angemessen.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Die Kombination von verschiedenen Lehrmittel (Power-Point, FlipChart, ..) ermöglichte mir ein besseres Verständnis.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

### Betreuung

Die TutorInnen waren fachlich sattelfest.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Die Erklärungen waren verständlich und auf einem passenden Niveau.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Die TutorInnen machten deutlich, was Inhalt des Basiskurses ist und was diese Inhalte übersteigt.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

### Zusammenfassung und Ausblick

Der Kurs hat mich motiviert, mich weiter mit Gefäßsonographie zu beschäftigen.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Die Kurse haben ein gut abgestimmtes didaktisches Format.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Die Kurse boten mir ein gut abgestimmtes didaktisches Format.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Besonders gut gefallen hat mir:

Nicht so gut gefallen hat mir:

Verbesserungsvorschläge/Anregungen/Wünsche:

Wenn du die Wahl zwischen reinen Präsenzzeitkurs und Flipped-Classroom Kurs gehabt hättest, für welchen hättest du dich entschieden?

- Präsenzzeitkurs
- Flipped-Classroom Kurs

## **Anhang Evaluierung E-Learning**

### Evaluierung E-Learning

Ich habe mir die jeweiligen Online-Inhalte vor der Präsenzeinheit durchgelesen.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Die Online-Einheiten waren verständlich aufgebaut.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Die Online-Inhalte waren gut auf die Kurse abgestimmt.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Ich habe das Quiz (Knowledge Fox) genützt.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Die Online-Inhalte waren zu lange.

- Trifft zu
- Trifft eher zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft nicht zu

Besonders gut gefallen hat mir:

Nicht so gut gefallen hat mir:

Verbesserungsvorschläge/Anregungen/Wünsche:

## Anhang Tabelle Bildoptimierung

<b>B-Bild</b>	[2D] B-Bild-Gain: niedriges Niveau	[DEPTH] Bildtiefe anpassen
	Gefäß schräg einstellen	[FOCUS] Fokus in Gefäßmitte
<b>Farbdoppler</b>	[C] Farbdoppler aktivieren	[STEER] Beam Steering verwenden
	[SCALE] PRF anpassen	[C drehen] Farbgain anpassen
<b>PW-Doppler</b>	[D] PW-Doppler aktivieren	[GATE] Sample Volume anpassen
	[ANGLE] Winkel eingeben	[BASELINE] Nulllinie anpassen
	[SCALE] Vertikale Stauchung	[D drehen] PW-Gain anpassen

## Anhang Bilder

### Anhang Bildersammlung Laserschallkopf

