

Diplomarbeit

**Die Kompetenz von Studierenden der Humanmedizin
über die Grundlagen der Sonographie**

eingereicht von

Daniela Miely

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor(in) der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Universitätsklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin

unter der Anleitung von Univ.-Prof. Dr. med. univ. Gerhard Prause

Graz, 30.03.2019

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 30.03.2019

Daniela Miely eh

Vorwort & Danksagungen

Das Vorwort möchte ich all denjenigen widmen, die mich bei der Entwicklung und Verfassung meiner Diplomarbeit unterstützt und das Gelingen dieser Arbeit möglich gemacht haben.

An dieser Stelle richtet sich mein Dank im Besonderen an meinen Betreuer Gerhard Prause, der mich nicht nur bei sämtlichen Ideen und Vorhaben bestärkt und mich bei wichtigen Entscheidungen mit wertvollen Ratschlägen unterstützt hat, sondern mir auch große Freiheiten bei der Umsetzung sämtlicher Pläne eingeräumt hat.

In diesem Zusammenhang seien auch Mounir Khafaga und Elmar Janek genannt, die die fachliche Korrektur der theoretischen Evaluierung mit großer Sorgfalt übernommen haben. Die Firma Mides stellte an sämtlichen Tagen der praktischen Evaluierung ein Highend-Schallgerät als wichtigste materielle Ressource der Arbeit zur Verfügung. Für die unkomplizierte Zusammenarbeit und die großzügige Unterstützung möchte ich mich herzlich bedanken.

Zudem gilt mein Dank jenen Kollegen und Kolleginnen sowie langjährigen Freunden, die mich mit der Thematik meiner Arbeit überhaupt erst in Kontakt gebracht und mich während meines Studiums für die Sonographie und deren Lehre begeistert und motiviert haben. Diese Arbeit soll nun auch andere dazu bewegen, die Sonographie zu fördern und die Ultraschalllehre nicht nur in Graz, sondern an auch an anderen Standorten, weiterzuentwickeln.

Mein größtes Dankeschön gilt meiner gesamten Familie, die mich stets bei allen meinen Vorhaben sowie Ideen unterstützt und mir jederzeit bedingungslos mit Rat und Tat zur Seite steht. Vor allem danke ich meiner Mutter, die sich für die umfangreichen und mühevollen Korrekturarbeiten Zeit genommen hat. Im Besonderen bedanke ich mich zudem bei Peter, der stundenlang als Proband auf mehr oder weniger gemütlichen Liegen zugebracht hat, der die Entwicklung der Arbeit mit wertvollem Feedback, fachlicher Unterstützung und zahlreichen Ideen vorangetrieben hat und mich bis zum Abschluss der Arbeit für die Thematik und deren Relevanz motiviert hat.

Zusammenfassung

Einleitung: Zur Sicherstellung hochwertiger Patientenversorgung sowie in Anbetracht des expandierenden POCUS Einsatzes wird von Fachkreisen zunehmend die Implementierung der Sonographie in die prägraduellen Curricula medizinischer Universitäten gefordert. Aufgrund des derzeit variablen Stellenwertes einer Ultraschallausbildung ergibt sich die Notwendigkeit zur Determinierung von Kernkompetenzen, Etablierung nationaler Ultraschallcurricula sowie von Kompetenz-basierten, qualitätssichernden Assessments. Zur Identifizierung von Stärken und Schwächen wurde die aktuelle Situation zur Ultraschalllehre an der Medizinischen Universität Graz analysiert. Die Zielsetzung der Arbeit bestand in der Untersuchung von diesbezüglich vorhandenen Ausbildungsmöglichkeiten. Im Besonderen wurde der Einfluss der universitären Lehrveranstaltungen des Pflichtcurriculums sowie von Kursprogrammen der studentischen Peer-Teaching Initiative Sono4You Graz auf die theoretischen Kenntnisse und Fertigkeiten zur Sonographie ermittelt. Zudem wurden Wahlfächer, Zusatzausbildung und das Geschlecht als Nebeneinflussgrößen berücksichtigt.

Methode: Im Sommersemester 2017/18 nahmen 120 Humanmedizin-Studierende des klinischen Abschnittes an einem Online-Fragebogen zur Erhebung des Sonographie-spezifischen Wissensstandes teil. 63 Studierende des fünften und sechsten Studienjahres partizipierten an einer Evaluierung praktischer Ultraschall-bezogener Fähigkeiten, die mittels einer Checkliste in Anlehnung an ein OSCE erfolgte und sich an der OSAUS-Ratingskala orientierte. Die inhaltlichen Schwerpunkte umfassten die Abdomensonographie, den Notfallultraschall sowie die Echokardiografie. Informationen zu potenziellen Einflussfaktoren wurden anhand allgemeiner Fragebögen ermittelt.

Ergebnisse: Ein Einfluss von curricularen, obligatorischen Lehrveranstaltungen auf das Wissen oder die praktischen Fähigkeiten der Studierenden wurde nicht nachgewiesen. Ein Vergleich der in der praktischen Evaluierung erzielten Punktezahlen zwischen Studierenden mit und Studierenden ohne Absolvierung von Sono4You-Kursprogrammen zeigte bezüglich der Gesamtpunkte ($p_{\text{Gesamt}} < .001^*$) und sämtlicher Schwerpunktsetzungen ($p_{\text{Abdomen}} < .001^*$, $p_{\text{Notfall}} = .001^*$, $p_{\text{Echo}} = .019^*$) signifikante Unterschiede. Ein Einfluss auf den Wissensstand war nicht gegeben.

Diskussion: Die an der Medizinischen Universität Graz vermittelte, ins Pflichtcurriculum integrierte Ultraschallehre bedarf qualitätssichernder Änderungen, um eine hochwertige Ausbildung zur fokussierten Sonographie garantieren zu können. Neben zahlreichen weiteren Modalitäten kann eine Implementierung von Kursprogrammen der Peer-Teaching Initiative Sono4You zur Vermittlung praktischer Fähigkeiten empfohlen werden.

Schlagwörter: Ultraschallausbildung, Ultraschallehre, prägraduelle Curricula, POCUS, Peer-Teaching, Evaluierung

Abstract

Introduction: Considering the expanding use of POCUS as well as the aim to ensure high-quality patient care, the implementation of sonography in undergraduate curricula of medical universities is increasingly demanded by numerous expert associations. Due to the currently variable status of a sonographic education, the determination of core competencies, the establishment of national ultrasound curricula and competency-based, quality assuring assessments are regarded as being necessary. The present situation concerning ultrasound education at Medical University Graz were analyzed to determine its strengths and weaknesses. The objective of this study was to investigate the related available educational possibilities. It was especially aimed at identifying the influence of the university's compulsory curriculum as well as courses by the peer-teaching initiative Sono4You Graz on the theoretical knowledge and skills concerning sonography. Additionally, elective courses, further education and gender were observed.

Methods: In summer 2017/18, 120 medical students of the clinical period participated in an online questionnaire to survey ultrasound related knowledge. 63 fifth- and sixth-year students took part in a practical sonographic skills' assessment, which was designed like an OSCE-checklist and constructed according to the OSAUS. The content-related emphasis was on abdominal, emergency ultrasound and echocardiography. Information concerning potential influencing factors was gathered by use of general forms.

Results: There was no proof of the influence of the university's compulsory curriculum on students' knowledge and skills. The comparison between the scores of students with and students without any Sono4You-course attendance showed significant differences in the total points ($p < .001^*$) and all the included areas ($p_{\text{abdomen}} < .001^*$, $p_{\text{emergency}} = .001^*$, $p_{\text{echo}} = .019^*$) of the practical skills' assessment. There was no influence on students' knowledge.

Discussion: The teaching and training of ultrasound that is integrated in the compulsory curriculum and imparted by Medical University Graz requires great quality-assuring changes to be able to guarantee valuable education of focused sonography. In addition to further teaching modalities, it is strongly recommended to implement the course programs of the Peer-Teaching initiative Sono4You to teach practical skills.

Key words: ultrasound education, undergraduate curricula, POCUS, peer-teaching, assessment

Inhaltsverzeichnis

Vorwort & Danksagungen	I
Zusammenfassung.....	II
Abstract	IV
Glossar und Abkürzungen.....	VIII
Abbildungsverzeichnis	IX
Tabellenverzeichnis.....	XI
1 Einleitung	1
2 Material und Methoden.....	13
2.1 Evaluierung der theoretischen Kenntnisse.....	13
2.1.1. Vorgehen	13
2.1.2. Stichprobe.....	17
2.1.3. Instrumente.....	24
2.1.4. Statistische Auswertung.....	32
2.2. Evaluierung der praktischen Fähigkeiten	34
2.2.1. Vorgehen	34
2.2.2. Stichprobe.....	37
2.2.3. Instrumente.....	42
2.2.4. Statistische Auswertung.....	51
3. Ergebnisse	53
3.1. Theoretische Evaluierung	53
3.1.1. Studienfortschritt.....	53
3.1.2. Sono4You-Kurs.....	63
3.1.3. Geschlecht	65
3.1.4. Wahlfächer	69
3.1.5. Zusatzausbildung.....	71
3.2. Praktische Evaluierung.....	75
3.2.1. Studienfortschritt (5. & 6. Studienjahr).....	75
3.2.2. Sono4You-Kurse.....	79
3.2.3. Geschlecht	83
3.2.4. Wahlfächer	87
3.2.5. Zusatzausbildungen	91
3.3. Korrelationsanalyse	95
3.4. Anwendung der Cohen's Methode	96
4. Diskussion	100
4.1. Zusammenfassung	100

4.2.	<i>Diskussion Methoden</i>	103
4.3.	<i>Diskussion Ergebnisse</i>	107
4.4.	<i>Schlussfolgerungen</i>	114
5	<i>Literaturverzeichnis</i>	119
6.	<i>Anhang</i>	XIII

Glossar und Abkürzungen

DEGUM = Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin

EFSUMB = European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology

POCUS = Point of Care Ultrasound

OSAUS = Objective Structured Assessment of Ultrasound Skills

OSCE = Objective structured clinical examination

eFAST = Extended Focused assessment with sonography in trauma

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Häufigkeitsverteilung der Studienjahre (3. – 6. Jahr)	19
Abbildung 2 Häufigkeitsverteilung der Sono4You-Kurse nach Studienjahr & Schwerpunkt	20
Abbildung 3 Absolute Häufigkeiten der Kursschwerpunkte.....	21
Abbildung 4 Häufigkeitsverteilung Wahlfächer	21
Abbildung 5 Absolute Häufigkeiten der zusätzlichen, extracurricularen, Sonographie-spezifischen Fortbildungen.....	22
Abbildung 6 Absolute Häufigkeiten der von den Studierenden angestrebten Fachdisziplinen.....	23
Abbildung 7 Persönlicher Stellenwert des Ultraschalls innerhalb der Studierenden	23
Abbildung 8 Häufigkeitsverteilung der Sono4You-Kurse nach Studienjahr & Schwerpunkt	39
Abbildung 9 Absolute Häufigkeiten der Kursschwerpunkte.....	40
Abbildung 10 Häufigkeitsverteilung Wahlfächer	40
Abbildung 11 Absolute Häufigkeiten der zusätzlichen, extracurricularen, Sonographie-bezogenen Fortbildungen	41
Abbildung 12 Absolute Häufigkeiten der von den Studierenden angestrebten Fachdisziplinen.....	41
Abbildung 13 Stellenwert des Ultraschalls innerhalb der Studierenden	42
Abbildung 14 Box-Plots des Einflussfaktors "Studienfortschritt" (Gesamtpunkte, Basics, Notfall, Abdomen, Echo)	54
Abbildung 15 Box Plot Studienjahre (Basics).....	57
Abbildung 16 Box Plot Studienjahre (Notfall).....	58
Abbildung 17 Box Plot Studienjahre (Abdomen)	59
Abbildung 18 Box Plot Studienjahre (Echokardiografie)	61
Abbildung 19 Box Plot Studienjahre (Gesamtpunkte).....	63
Abbildung 20 Box -Plots des Einflussfaktors „Sono4You-Kurs“ (Gesamtpunkte, Basics, Notfall, Abdomen, Echo)	64
Abbildung 21 Box -Plots des Einflussfaktors „Geschlecht“ (Basics, Notfall, Echo).....	66
Abbildung 22 Box-Plots des korrigierten Einflussfaktors „Geschlecht“ (Gesamtpunkte, Abdomen).....	68

Abbildung 23 Box-Plots für den Einflussfaktor „Wahlfach-Absolvierung“ (Gesamtpunkte, Basics, Notfall, Abdomen, Echo)	70
Abbildung 24 Box-Plots für den Einflussfaktor „Korrigierte Zusatzausbildung“ (Gesamt, Basics, Notfall, Abdomen, Echo)	74
Abbildung 25 Box-Plots „Studienfortschritt (5. & 6. Jahr)“ Schwerpunkt-Klassifikation (Gesamt, Abdomen, Notfall, Echo)	77
Abbildung 26 Box-Plots „Studienfortschritt (5. & 6. Jahr)“ Skills-Klassifikation (Klinik, Basics, Technik, Bild, Strukturen)	78
Abbildung 27 Box-Plots „Sono4You-Kurs“ Schwerpunkt-Klassifikation (Gesamtpunkte, Abdomen, Notfall, Echo)	81
Abbildung 28 Box-Plots „Sono4You-Kurs“ Skills-Klassifikation (Klinik, Basics, Technik, Bild, Strukturen)	83
Abbildung 29 Box-Plots „Geschlecht“ Schwerpunkt-Klassifikation (Gesamt, Abdomen, Notfall, Echo)	86
Abbildung 30 Box-Plots „Geschlecht“ Skills-Klassifikation (Klinik, Basics, Technik, Bild, Strukturen)	87
Abbildung 31 Box-Plots „Wahlfächer“ Schwerpunkt-Klassifikation (Gesamt, Abdomen, Notfall, Echo)	89
Abbildung 32 Box-Plots „Wahlfächer“ Skills-Klassifikation (Klinik, Basics, Technik, Bild, Strukturen)	91
Abbildung 33 Box-Plots „Zusatzausbildung“ Schwerpunkt-Klassifikation (Gesamt, Abdomen, Notfall, Echo)	94
Abbildung 34 Box-Plots „Zusatzausbildung“ Skills-Klassifikation (Klinik, Basics, Technik, Bild, Strukturen)	95

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Inhalt der Pathologien-bezogenen Fragestellungen und assoziierte Lernziele....	26
Tabelle 2 Zuordnung der Fragestellungen zu Thematik, Basiskennntnis-/Pathologie-bezogener Aufgabe, Fragenart, den Standardschnitten und Milestones.....	28
Tabelle 3 Vereinfachter „Blueprint“ mit Kern-Problembereichen auf der vertikalen Achse und allgemeinen Kompetenzen auf der horizontalen Achse	45
Tabelle 4 Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Tests: Studienfortschritt	54
Tabelle 5 Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Tests: Studienfortschritt - Studienjahre	55
Tabelle 6 Induktive Statistik Theorie: Studienfortschritt – Studienjahre (Basics).....	56
Tabelle 7 Induktive Statistik Theorie: Studienfortschritt – Studienjahre (Notfall).....	58
Tabelle 8 Induktive Statistik Theorie: Studienfortschritt – Studienjahre (Abdomen).....	59
Tabelle 9 Induktive Statistik Theorie: Studienfortschritt – Studienjahre (Echo)	61
Tabelle 10 Induktive Statistik Theorie: Studienfortschritt – Studienjahre (Gesamtpunkte 1)	62
Tabelle 11 Induktive Statistik Theorie: Studienfortschritt – Studienjahre (Gesamtpunkte 2)	62
Tabelle 12 Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Tests: Sono4You-Kurs	65
Tabelle 13 Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Tests: Geschlecht.....	67
Tabelle 14 Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Tests: Geschlecht, korrigiert	68
Tabelle 15 Deskriptive Statistik, Shapiro-Wilk-Tests: Wahlfächer	71
Tabelle 16 Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Tests: Zusatzausbildung	72
Tabelle 17 Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Tests: Zusatzausbildung Korrekturfaktor.....	74
Tabelle 18 Deskriptive Statistik Praxis Schwerpunkte, Shapiro-Wilk-Tests: Studienfortschritt (5. & 6. Studienjahr).....	76
Tabelle 19 Deskriptive Statistik Praxis Skills, Shapiro-Wilk-Tests: Studienfortschritt (5. & 6. Studienjahr)	76
Tabelle 20 Deskriptive Statistik Praxis Schwerpunkte, Shapiro-Wilk-Tests: Sono4You-Kurs	79
Tabelle 21 Deskriptive Statistik Praxis Skills, Shapiro-Wilk-Tests: Sono4You-Kurs	80
Tabelle 22 Deskriptive Statistik Praxis Schwerpunkte, Shapiro-Wilk-Tests: Geschlecht ..	84
Tabelle 23 Deskriptive Statistik Praxis Skills, Shapiro-Wilk-Tests: Geschlecht.....	84

Tabelle 24 Deskriptive Statistik Praxis Schwerpunkte, Shapiro-Wilk-Tests: Wahlfächer .	88
Tabelle 25 Deskriptive Statistik Praxis Skills, Shapiro-Wilk-Tests: Wahlfächer	88
Tabelle 26 Deskriptive Statistik Praxis Schwerpunkte, Shapiro-Wilk-Tests: Zusatzausbildung	92
Tabelle 27 Deskriptive Statistik Praxis Skills, Shapiro-Wilk-Tests: Zusatzausbildung	92
Tabelle 28 Cohen's Methode Theorie Bestehensgrenzen & Verteilung „kompetente & nicht kompetente“ Studierende.....	97
Tabelle 29 Cohen's Methode Praxis: Bestehensgrenzen & Verteilung „kompetente“ & „nicht kompetente“ Studierende.....	98

1 Einleitung

Die Sonographie wird aufgrund ihrer Nicht-Invasivität, Portabilität sowie der relativ geringen Kosten schon seit langem als außergewöhnlich praktikable diagnostische Bildgebungsmodalität eingestuft. Diese entbehrt zudem die potenziellen Gefahren ionisierender Strahlung sowie die mit einer intravenösen Kontrastmittelgabe verbundenen Risiken. Der heutzutage ubiquitär verwendete Begriff des „Point-of-Care“ Ultraschalls bezeichnet dabei eine über die traditionelle Rolle in der radiologischen Fachdisziplin hinausgehende Anwendung der Sonographie. (1)

Folglich bezieht sich jene Bezeichnung auf den gezielten Einsatz im klinischen Setting zur Beantwortung medizinischer Fragestellungen.

Die fokussierte Anwendung der Sonographie erfuhr in den letzten zwei Jahrzehnten eine rasante Entwicklung, wobei eine weitere Verbreitung des Einsatzes innerhalb der zahlreichen medizinischen Fachdisziplinen und in verschiedensten Behandlungssituationen zu erwarten ist (2). Jene innerhalb kurzer Zeit stattfindende Expansion brachte der Untersuchungsmodalität mitunter Bezeichnungen wie „Stethoskop des 21. Jahrhunderts“ (3) oder „sonoscope“ (4) ein.

Durch den Aufschwung der fokussierten Sonographie wurde unter anderem deren Integration in die Curricula der Universitäten begünstigt und vorangetrieben (5).

Ein künftiger, universeller Einsatz der als Erweiterung der Sinne zu betrachtenden Technologie des Ultraschalls ist einerseits von einer einheitlichen, praktischen Ausbildung künftiger Mediziner und Medizinerinnen und andererseits von einer sich dadurch potenziell ergebenden Verbesserung der medizinischen Versorgung abhängig (6). Anhand der im Folgenden, in chronologischer Reihenfolge beschriebenen Studien ist ersichtlich, dass sich die Idee zur Implementierung der Sonographie ins Curriculum anfänglich vorwiegend an US-amerikanischen Universitäten ausbreitete und erst etwas verzögert auch im europäischen beziehungsweise deutschsprachigen Raum Einzug fand.

An der University of South Carolina wurde 2006 erstmalig eine sich über das gesamte Studium erstreckende, systematische Implementierung der Sonographie ins Curriculum eingeführt. Im Rahmen dessen wurde diese in der Präklinik als Lehrmittel zur

Verdeutlichung von Inhalten der Anatomie, Pathologie sowie Pathophysiologie eingesetzt. Im klinischen Abschnitt hingegen fand die Anwendung der Sonographie als bedeutendes diagnostisches Hilfsmittel zur Lösung spezifischer Fragestellungen statt. (7)

In der Folge etablierte sich die Idee eines Ultraschallcurriculums als realisierbare und erfolgreiche Möglichkeit zur Lehre einer fokussierten Sonographie an weiteren Universitäten (8,9). Unterstützt wurden jene Entwicklungen zudem durch die definitive Befürwortung einer sonographischen Ausbildung durch die Studierenden selbst (9). Die Integration von Ultraschallkursen ins Curriculum fand ebenso im deutschsprachigen Raum Einzug. Im Rahmen einer Pilotstudie der Medizinischen Fakultät Münster wurde eine sich an den DEGUM-Standards orientierende Ultraschallausbildung evaluiert (10). Die Ergebnisse bestätigten die Notwendigkeit, hohe Qualität sowie klinische Relevanz des Kurses und es konnte die Erforderlichkeit der curricularen Implementierung einer sonographischen Ausbildung aus den Ergebnissen gefolgert werden (10).

Das steigende Interesse der medizinischen Bildungsstätten an einer fundierten Ausbildung veranlasste zahlreiche Experten und Expertinnen auf dem Gebiet der Sonographie aktiv zu werden. Deren Zielsetzung bestand unter anderem in der Determinierung von zu vermittelnden standardisierten Kernkompetenzen der fokussierten Sonographie beziehungsweise in der Gestaltung eines Ultraschallcurriculums, das in die universitären Lehrpläne aufgenommen werden sollte.

Um die Frage „Was sollte ein Absolvent/eine Absolventin einer medizinischen Universität über die Sonographie wissen?“ zu beantworten, wurde 2014 beispielsweise der Vorschlag für ein nationales, in den USA geltendes Ultraschallcurriculum designet. Als größter Kritikpunkt diesbezüglich ist eine ausschließliche Partizipation radiologischer Fachkreise zu nennen.

Im Rahmen der Studie wird darauf hingewiesen, dass eine Implementierung von den vorhandenen Ressourcen sowie dem allgemeinen Platz im Lehrplan der verschiedenen Institutionen abhängig sein wird. (1)

In einem 2016 von der EFSUMB veröffentlichten Statement wird ebenso hervorgehoben, die Sonographie als einfach zugängliches Lehrmittel systematisch in die Curricula moderner Fakultäten zu integrieren. Dies sollte eine Akquirierung von theoretischem

Wissen sowie die Abhaltung von Hands-on-Einheiten, die sich an Evidenz-basierten Prinzipien orientieren, umfassen. Auf diese Weise werde die bestmögliche Versorgung von Patienten und Patientinnen durch korrekte Diagnosestellung und Therapiefindung ermöglicht. (11)

2016 wurden 90 im Rahmen eines Expertenkonsensus definierte „POCUS Milestones“ veröffentlicht, die von Humanmedizin-Studierenden in den USA bis zum Abschluss der universitären Ausbildung erzielt werden sollten (12). Als primärer Kritikpunkt ist die Determinierung der ursprünglichen 205 auszuwählenden Meilensteine zu nennen, die von zwei zuvor veröffentlichten Artikeln übernommen wurden. Im ersten inkludierten Artikel erfolgte die Formulierung der Kernkompetenzen ausschließlich durch radiologische Fachkreise (1). Die im zweiten Artikel geforderten Kerninhalte einer Ultraschallausbildung wurden ausschließlich von Experten und Expertinnen der „Emergency Medicine“ definiert (13). Als weiterer Kritikpunkt ist auf eine relativ unausgeglichene Verteilung der inkludierten Fachdisziplinen hinzuweisen, da 23 von insgesamt 34 abstimmenden Rektoren der Notfallmedizin entstammten (12). Zudem wurden ausschließlich Rektoren von US-amerikanischen Universitäten miteinbezogen (12).

In einer 2015 veröffentlichten Studie wurde bereits hervorgehoben, dass der Stellenwert eines Ultraschallcurriculums an medizinischen Universitäten äußerst variabel und bis zu jenem Zeitpunkt noch nicht definiert worden sei (14).

In einem umfangreichen Review des vergangenen Jahres wurde die in der Literatur beschriebene prägraduelle POCUS-Ausbildung im Rahmen einer medizinischen Edukation untersucht. Dabei wurde der Schluss gezogen, dass eine nationale Etablierung standardisierter prägradueller POCUS Curricula mit spezifischen Zielsetzungen, „Milestones“ sowie Kompetenz-basierten Assessments bis dato fehlte. Diese sei jedoch erforderlich, um die Absolventen und Absolventinnen medizinischer Universitäten für die künftige Facharztausbildung mit jenen Fertigkeiten auszustatten, die für eine zuverlässige Anwendung der fokussierten Sonographie notwendig sind. (15)

Im Zuge dessen wird intuitiv die Frage aufgeworfen, ob sich ein national beziehungsweise europaweit standardisiertes Curriculum etablieren lässt, da sich die einzelnen Universitäten in Bezug auf deren Grundhaltung zum Stellenwert der Sonographie im Curriculum, den Ressourcen und dem verfügbaren zeitlichen Kontingent im Lehrplan stark unterscheiden.

Es kann angenommen werden, dass lediglich die Determinierung spezifischer Lernziele beziehungsweise Kernkompetenzen sinnvoll ist. Dabei sollte eine möglichst ausgeglichene Repräsentation sämtlicher Ultraschall-anwendender Fachdisziplinen sowie eine Grundlagen-bezogene Schwerpunktsetzung angestrebt werden.

Parallel zu den Überlegungen hinsichtlich der inhaltlichen Gestaltung einer curricularen Ultraschallausbildung wird die Frage der optimalen Methodik zur Lehre der Sonographie aufgeworfen. In der Literatur angeführte Modalitäten zur Unterrichtung umfassen eigens konzipierte E-Learning Systeme sowie komplementierende Web-basierte Module, die beispielsweise Video-Tutorials und Fallsimulationen enthalten (16–18). Didaktische, von Experten und Expertinnen gehaltene Vorlesungen werden häufig herangezogen, um den Studierenden einen theoretischen Einstieg in das jeweilige Themengebiet zu bieten (16,18–20). Einen bedeutenden Beitrag innerhalb vieler sonographischer Ausbildungsprogramme leisten praktische Hands-on Sessions, die in der Regel von Spezialisten und Spezialistinnen supervidiert und an Peers, Live-Modellen oder „bedside“ durchgeführt werden (16,18–20). Darüber hinaus werden zum Teil Simulationsprogramme und Phantome zum Training der jeweiligen sonographischen Untersuchungstechniken und der Interpretationsfähigkeiten pathologischer Befunde eingeführt (16,18). In vielen Studien wird die Bedeutung einer Lehre im Kleingruppen-Format, im Besonderen im Rahmen der praktischen Einheiten oder von Falldiskussionen, hervorgehoben (16,18,20). Da regelmäßige Praxis und reichliche Erfahrung zur Erlangung von Routine in der Anwendung der Sonographie notwendig sind, wird in der Literatur auf komplementierende Praxiseinheiten in autodidaktischer Form hingewiesen, im Rahmen derer die Studierenden frei üben können (16).

Die Integration von Ultraschallausbildungsprogrammen inklusive der in der Literatur vorgeschlagenen Modalitäten zur Vermittlung stellt die Universitäten allerdings vor die große Herausforderung, ausreichend finanzielle und vor allem personelle Ressourcen zur Verfügung zu stellen. Im Rahmen einer sonographischen Edukation steht eine praktische Anwendung im Vordergrund. Die Abhaltung von demzufolge zu implementierenden Hands-on Sessions im Kleingruppenformat erfordert die Bereitstellung von Schallgeräten, geeigneter Räumlichkeiten sowie im Besonderen sowohl didaktisch, technisch als auch fachlich ausgebildeter Instruktoeren und Instruktorinnen.

Mehrere prägraduelle Ausbildungsprogramme bestärken die Einbindung von Peers in die Curricula, um ein geringes Verhältnis zwischen den Auszubildenden und den Ausbildern zu erzielen, das Konzept Peer-Teaching zu fördern und zudem Kosten einzusparen (15). Der Begriff Peer-Teaching bezeichnet in diesem Zusammenhang eine Unterrichtung durch bereits fortgeschrittene, meist höhersemestrige Studierende. Eine auf diese Weise geschaffene Lehre auf Augenhöhe führt zur Entstehung eines kollegialen Lernklimas. Die entstehenden Unkosten bei Entlohnung von noch im Studium stehendem Personal können zudem geringgehalten werden. Ein Benefit ergibt sich auch auf Seiten der instruierenden Studierenden, da diese durch die lehrende Tätigkeit sowohl Wissen als auch Skills festigen und vertiefen. Dieses Konzept erfordert allerdings eine adäquate fachliche sowie didaktische Ausbildung der Tutoren und Tutorinnen, um eine sonographische Lehre auf möglichst hohem Niveau zu garantieren.

In einer bereits 2009 veröffentlichten Studie wurde die von studentischen Tutoren und Tutorinnen abgehaltene Lehre zur Vermittlung technisch anspruchsvoller Ultraschalluntersuchungen im Vergleich zur Lehre durch erfahrenes Personal als gleichwertig beurteilt (21). Zudem konnte gezeigt werden, dass sich die Kombination aus minimal gehaltenem Training der Peers und der Bereitstellung von Materialien zur autodidaktischen Weiterbildung als erfolgreich für eine hochwertige Wissensvermittlung herausstellte (21).

Ebenso konnte in einer 2012 publizierten Studie des deutschsprachigen Raums dargestellt werden, dass im Rahmen eines eigens erstellten Trainingsprogramms ausgebildete Peers verglichen mit Spezialisten und Spezialistinnen in der Unterrichtung Sonographiebezogener Anatomie als gleichsam effektiv zu bewerten waren (22).

In einer Studie des Jahres 2014 empfanden Studierende die lehrenden Kompetenzen der ausbildenden Peers in Relation zu Lehrkörpern der jeweiligen Fachbereiche auf dem Gebiet der Abdomen-, Notfall-, muskuloskelettalen, pulmonalen, vaskulären sowie kardialen Sonographie als gleichwertig (23).

Studierenden der Humanmedizin an der Medizinischen Universität Graz stehen verschiedene Möglichkeiten einer Akquirierung theoretischer Kenntnisse sowie praktischer Fertigkeiten auf dem Gebiet der fokussierten Sonographie zur Verfügung. Von Seiten der Universität werden primär die im Pflichtcurriculum enthaltenen Lehrveranstaltungen mit

Ultraschallschwerpunkt sowie zusätzlich elektive Lehrveranstaltungen mit praktischem oder theoretischem Sonographie-Schwerpunkt angeboten.

Da eine österreichweit standardisierte Ultraschallausbildung beziehungsweise einheitliche Curricula im prägraduellen, universitären Ausbildungsstadium bis dato nicht etabliert wurden, orientiert sich die in Graz vermittelte Ultraschalllehre an den 2017 im Lernzielkatalog des klinischen Abschnitts ausformulierten, Sonographie-bezogenen Lernzielen (24).

Im Vergleich zu bereits beschriebenen Inhalten einer Ultraschallausbildung oder eines Curriculums (1,7–9,11–13) wurden von Seiten der Medizinischen Universität Graz lediglich grob gefasste Überbegriffe zur Determinierung der zu erlangenden Lernziele gewählt. Bei Zuweisung der „Lerntiefe 2“ sollte die jeweilige Fertigkeit selbstständig, korrekt und als routinemäßige Tätigkeit in der Praxis ausgeführt werden können (24). Die zugeordnete „Lerntiefe 1“ weist darauf hin, dass eine Anwendung der Skills mithilfe von Instruktionen möglich sein soll und die Studierenden theoretisches Wissen diesbezüglich aufweisen (24).

Als Lernziele wurden einerseits Teilbereiche der Sonographie („Echokardiogramm“, „Ultraschall - Standardschnitte der Abdomen-Sonographie“, „Notfall-Sonographie“) sowie andererseits allgemeine Grundlagen („Vor- und Nachteile von Ultraschalluntersuchungen im Vergleich zu anderen bildgebenden Verfahren“, „Ultraschalluntersuchungen/technische Parameter [Bildentstehung, Dopplereffekt, Schallköpfe]“) implementiert. Diese sollten bis zum Abschluss des fünften Studienjahres erlangt werden. Für deren Vermittlung wurden mindestens ein bis maximal zwei verschiedene Institute beauftragt (Anästhesiologie und Intensivmedizin, Radiologie, Innere Medizin [Echokardiografie], Orthopädie und Traumatologie). Eine Verpflichtung zur Abhaltung von vorwiegend praktischen Übungseinheiten mit Hands-on Sessions ist dem Katalog nicht zu entnehmen. (24)

Die von den jeweiligen Instituten meist eigenständig organisierten Wahlfächer widmen sich den Themen der Neurosonografie, der Ultraschalluntersuchung im Fachgebiet der Inneren Medizin, der Echokardiografie, der Ultraschallanatomie der Extremitäten, der pädiatrischen Sonografie und rezent auch der Ultraschalldiagnostik in der Rheumatologie. Sowohl der zeitliche Rahmen und die Teilnehmeranzahlen als auch eine vermehrt theoretische oder praktische Schwerpunktsetzung der Veranstaltungen variieren erheblich.

Weitere Möglichkeiten zur Akquirierung von Wissen oder Fertigkeiten bieten sich den Studierenden im Rahmen von Famulaturen, Tertialen des (Klinisch) Praktischen Jahres, extrauniversitären Kursangeboten mit sonographischem Schwerpunkt, diversen Workshops oder Kongressen. In diesem Zusammenhang ist außerdem ein potenzielles Selbststudium zu erwähnen, das beispielsweise im Grazer Clinical Skills Center durch eine Bereitstellung von Schallgeräten ermöglicht wird.

Einen bedeutenden Beitrag zur Vermittlung von Ultraschalllehre in Graz leistet die derzeit aus 40 freiwilligen Studierenden bestehende Peer-Teaching Initiative Sono4You Graz. Im Rahmen von während des Studienjahres abgehaltenen Kursen wird den Studierenden ein praktischer Einstieg in die Sonographie ermöglicht.

Diese umfassen in der Regel drei Einheiten zu je zwei Stunden. Durch eine Abhaltung in Kleingruppen bestehend aus fünf Personen werden ausgiebige Hands-on Zeiten garantiert. Zwei Kurstutoren beziehungsweise Kurstutorinnen ermöglichen eine individuelle Betreuung der Teilnehmer und Teilnehmerinnen. Die durch das Peer-Teaching bedingte Lehre „von Studierenden für Studierende“ soll eine kollegiale und lernfreudige Atmosphäre schaffen. Mithilfe unterschiedlicher Lehrmittel und Medien kann zudem eine didaktisch hochwertige Vermittlung der jeweiligen Kursinhalte erzielt werden. Die durchwegs in hohem Maße positiven Rückmeldungen in den Kursevaluierungen verdeutlichen eine Befürwortung und Begeisterung. Die Zufriedenheit der Studierenden wird zudem durch eine große Nachfrage zum Ausdruck gebracht. Die Zahl der Anmeldungen für die jeweiligen Kursprogramme liegt stets weit über den zur Verfügung stehenden Plätzen.

Derzeit werden Abdomen-, Echokardiografie-, Notfall- sowie Gefäßsonographie-Kurse angeboten. Darüber hinaus wird eine einmal jährlich stattfindende, sich über mehrere Tage erstreckende „Summerschool“ zum Thema Notfallsonographie für mehr als 60 interessierte Grazer Studierende organisiert. Diesbezüglich ist auf die internationale Ausstrahlung der implementierten Vorträge und Vernetzung mit anderen Peer-Teaching Initiativen, im Besonderen im deutschsprachigen Raum, hinzuweisen.

Die Weitergabe von Ressourcen und Lehrmitteln, wie zum Beispiel Themen-spezifischer Skripte, bildet ebenso einen wichtigen Bestandteil des Aufgabengebietes von Sono4You Graz. Um das künftige Weiterbestehen der Initiative zu garantieren, findet die regelmäßige Ausbildung von Ultraschall-affinem Nachwuchs gemäß einem eigens erstellten

Curriculum (25) statt. Im Rahmen dessen werden die Tutoren und Tutorinnen in theoretischer, praktischer und didaktischer Hinsicht geschult. Sono4You Graz wird von der Medizinischen Universität Graz unterstützt, agiert jedoch als eigenständige und unabhängige Organisation.

Wie bereits ausgeführt, stehen den Humanmedizin-Studierenden in Graz eine Reihe unterschiedlicher Möglichkeiten zur Akquirierung sonographischer Kenntnisse und Fertigkeiten zur Verfügung. Zu nennen sind in diesem Kontext die Lehrveranstaltungen des Pflichtcurriculums, universitär angebotene Wahlfächer, diverse extracurriculare Zusatzausbildungen sowie eine Absolvierung von Kursprogrammen der studentischen Peer-Teaching Initiative Sono4You Graz.

Gemäß den Ergebnissen einer ausführlichen Literaturrecherche wurden an den österreichischen Universitäten und somit auch in Graz bis dato keine Studien, die den Einfluss der vorhandenen Ausbildungsmöglichkeiten sowohl auf die Skills als auch das Wissen der Studierenden zur Sonographie untersuchen, durchgeführt.

Bei Einführung eines neuen Ausbildungsprogramms oder Curriculums an einer Universität findet in der Regel eine Evaluierung der jeweilig implementierten Methoden statt, um eine Aussage bezüglich des Erfolges und der Effektivität treffen zu können. Hingegen stellt die Evaluierung von bereits vorhandenen Ausbildungsmöglichkeiten an den Universitäten eine Seltenheit dar. In regelmäßigen Abständen stattfindende Analysen der Unterrichtsmethoden bilden jedoch einen unabhkömmlichen, bedeutenden Teil der Qualitätssicherung in der universitären Lehre. Auf diese Weise können die Modalitäten entsprechend adaptiert und folglich eine hochwertige Lehre sichergestellt werden.

Aus der bis dato fehlenden Untersuchung der Ausbildungsmöglichkeiten als Einflussfaktoren auf die sonographischen Kenntnisse und Fertigkeiten von Grazer Humanmedizin-Studierenden ergibt sich die Forschungslücke zur Durchführung der Studie.

Der theoretische Wissensstand sowie die sonographischen Fertigkeiten der Grazer Studierenden stellen somit die Zielgrößen dar. Deren Erhebung soll mithilfe eines theoretischen Fragebogens sowie einer praktischen Evaluierung erfolgen. Diese sollen eigens gemäß den Anforderungen der Studie erstellt werden, um explizit den Gegebenheiten an der Medizinischen Universität Graz zu entsprechen. Dabei sollen

zusätzlich in der Literatur empfohlene Strategien zur Erzielung von Validität, Reliabilität und Objektivität als Hauptgütekriterien einer Testung Anwendung finden.

Zur Erstellung einer die Skills beurteilenden Assessment-Methode soll die im Rahmen eines internationalen und interdisziplinären Expertenkonsensus erstellte allgemeine OSAUS-Ratingskala (26) herangezogen werden. Eine inhaltliche Orientierung soll anhand der von den jeweiligen Fachgesellschaften definierten Standardschnitte einer sonographischen Untersuchung (27–29) stattfinden. Die Konstruktion des Bewertungssystems soll darüber hinaus in Anlehnung an das Format einer OSCE erfolgen. Bei Erstellung des Fragebogens zur Ermittlung des theoretischen Wissensstandes sollen die bereits genannten 90 POCUS Milestones (12) einer prägraduellen Ultraschallausbildung integriert werden.

Die Zielsetzung der Arbeit besteht in der Untersuchung von Faktoren, denen ein potenzieller Einfluss auf die bereits definierten Zielgrößen zugeschrieben wird. Als zu analysierende Faktoren sind die vier bereits besprochenen sonographischen Ausbildungsmöglichkeiten der Grazer Studierenden zu nennen.

Bei den primär zu untersuchenden, direkten Einflussgrößen handelt es sich einerseits um die universitär vermittelte Ultraschalllehre in Graz sowie andererseits um die Absolvierung von Kursprogrammen der Peer-Teaching Initiative Sono4You. Von diesen beiden Faktoren kann angenommen werden, den größten Stellenwert im Zuge der Akquirierung von Sonographie-spezifischem Wissen und Skills einzunehmen.

Zudem sollen das Geschlecht, die Teilnahme an elektiven, universitären Lehrveranstaltungen sowie die Absolvierung extracurricularer Zusatzausbildungen als begleitende Einflussfaktoren im Rahmen der Untersuchung analysiert werden.

Das Design der Studie orientiert sich am Prinzip einer Beobachtungsstudie, die prospektiv durchgeführt wird. Zunächst soll eine Erhebung der beiden Zielgrößen innerhalb einer repräsentativen Stichprobe von Studierenden stattfinden. Im Anschluss gilt es, jene Stichprobe hinsichtlich einer in der Vergangenheit stattgehabten „Intervention“ anhand der bereits angeführten, suspeziierten Einflussfaktoren zu untersuchen. Als Beispiel kann die Intervention mittels eines Sono4You-Kursprogramms genannt werden.

Die Erhebung der zu untersuchenden Einflussfaktoren soll anhand eines eigens konzipierten Fragebogens stattfinden. Die beiden Zielgrößen sollen jeweils unabhängig voneinander untersucht werden. Im Rahmen einer Korrelationsanalyse soll allerdings ein

Zusammenhang zwischen den beiden Zielgrößen überprüft werden. Die Datenauswertung zur Akquirierung der Ergebnisse soll mittels statistischer Berechnungen erfolgen.

Folgende Fragestellungen sollen anhand der gewählten Methoden beantwortet werden:

Zielgröße „theoretische Kenntnisse“

- Weisen höhersemestrige Studierende im Vergleich zu Studierenden mit geringerem Studienfortschritt einen höheren theoretischen Wissensstand zur Sonographie auf?
- Weisen Studierende mit bereits absolviertem/n Sono4You-Kurs/en im Vergleich zu Studierenden ohne Kursteilnahme einen höheren theoretischen Wissensstand zur Sonographie auf?
- Weisen Studierende mit bereits absolviertem/n Wahlfach/Wahlfächern im Vergleich zu Studierenden ohne Teilnahme an elektiven, universitären Lehrveranstaltungen einen höheren theoretischen Wissensstand zur Sonographie auf?
- Weisen Studierende nach Absolvierung diverser extracurricularer Zusatzausbildungen im Vergleich zu Studierenden ohne Zusatzausbildungen einen höheren theoretischen Wissensstand zur Sonographie auf?
- Gibt es in Bezug auf den theoretischen Wissensstand zur Sonographie einen Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Studierenden?

Zielgröße „praktische Fertigkeiten“

- Weisen Studierende im (Klinisch) Praktischen Jahr im Vergleich zu Studierenden des fünften Studienjahres bessere praktische Fertigkeiten in der Anwendung der Sonographie auf?
- Weisen Studierende mit bereits absolviertem/n Sono4You-Kurs/en im Vergleich zu Studierenden ohne Kursteilnahme bessere praktische Fertigkeiten in der Anwendung der Sonographie auf?
- Weisen Studierende mit bereits absolviertem/n Wahlfach/Wahlfächern im Vergleich zu Studierenden ohne Teilnahme an elektiven, universitären Lehrveranstaltungen bessere praktische Fähigkeiten in der Anwendung der Sonographie auf?
- Weisen Studierende nach Absolvierung diverser extracurricularer Zusatzausbildungen im Vergleich zu Studierenden ohne Zusatzausbildungen bessere praktische Fertigkeiten in der Anwendung der Sonographie auf?

- Gibt es bezüglich der praktischen Fertigkeiten in der Anwendung der Sonographie einen Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Studierenden?

Korrelation:

- Gibt es einen direkten linearen Zusammenhang zwischen den theoretischen Kenntnissen und den praktischen Fähigkeiten der Studierenden?

Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über den Aufbau der Arbeit gegeben werden. Sowohl im Rahmen der Kapitel „Material und Methoden“ als auch „Ergebnisse“ wird eine Differenzierung zwischen der Evaluierung der theoretischen Kenntnisse und der praktischen Fähigkeiten vorgenommen.

Im Kapitel „Material und Methoden“ wird primär das allgemeine Vorgehen beschrieben, das unter anderem die Form, den allgemeinen Kontext und den Ablauf der Datensammlung sowie die Methode der Anonymisierung umfasst. Des Weiteren wird im Zuge dessen auf den Fragebogen zur Erhebung potenzieller Einflussfaktoren eingegangen. Im Anschluss ist eine Definition der Grundgesamtheit sowie eine detaillierte Beschreibung der Stichprobe zu finden.

Ein beträchtlicher Teil des Kapitels wird von der Darstellung der verwendeten Instrumente zur Ermittlung der beiden Zielgrößen eingenommen. Dabei werden im Besonderen die angewandten Methoden zur Erzielung von Validität, Reliabilität und Objektivität bei der Konstruktion der Evaluierungen sowie die Festlegung einer Bestehensgrenze hervorgehoben. Den Abschluss des Kapitels bildet eine Ausführung der angewandten statistischen Methoden.

Im Kapitel „Ergebnisse“ wird eine Einteilung anhand der zu analysierenden Einflussfaktoren vorgenommen. Dies erfolgt jeweils getrennt für die beiden definierten Zielgrößen. Neben einer standardmäßigen Klassifikation gemäß den Teilbereichen der Sonographie findet sich im Rahmen der Auswertung der praktischen Evaluierung eine weitere Einteilung anhand der Skills.

Im Kapitel „Diskussion“ ist eine kurze Zusammenfassung der gesamten Arbeit, eine Stellungnahme zu auf die Methoden und Ergebnisse bezogenen Stärken und Schwächen sowie eine ausführliche Erörterung der erhaltenen Ergebnisse zu finden. Die in der

Einleitung formulierten Fragestellungen der Studie werden in der Diskussion anhand der generierten Ergebnisse jeweils einzeln beantwortet. Im Anschluss werden die Ergebnisse in Relation zu den in der Literatur gefundenen Erkenntnissen gesetzt und deren Relevanz für weitere Forschung hervorgehoben. Im Besonderen soll die Bedeutung der nachgewiesenen Effekte für die Grazer Ultraschallehre verdeutlicht und notwendige Konsequenzen aufgrund der sich ergebenden Schlussfolgerungen diskutiert werden.

2 *Material und Methoden*

2.1 *Evaluierung der theoretischen Kenntnisse*

Wie bereits eingangs determiniert, bestand die Zielsetzung der Arbeit in der Untersuchung des Einflusses von vorhandenen Ultraschall-spezifischen Ausbildungsmöglichkeiten an der Medizinischen Universität Graz auf die genannten Zielgrößen. Im Folgenden wird auf die Erhebung des theoretischen Wissensstandes als Zielgröße eingegangen.

Die Absolvierung von Sono4You-Kursen, die Teilnahme an Wahlfächern, diverse Zusatzausbildungen sowie das Geschlecht konnten direkt erhoben werden. Der Einfluss von curricularen Lehrveranstaltungen wurde indirekt anhand des Parameters „Studienfortschritt“ erhoben. Dieser stellte eine adäquate Repräsentation des im Verlauf der Studienjahre kontinuierlich stattfindenden Wissenszuwachses durch die universitäre Ausbildung dar. Durch einen zwischen den einzelnen Studienjahren erfolgenden Vergleich des theoretischen Know-hows sollten die Ultraschall-bezogenen Lehrveranstaltungen des Pflichtcurriculums angemessen widergespiegelt werden.

Die von Seiten der Universität determinierten Lernziele des klinischen Abschnitts legten den inhaltlichen Fokus der Wissensermittlung fest. Daraus resultierte eine Kategorisierung in die Schwerpunkte „Abdomensonographie“, „Notfall-Ultraschall“, „Echokardiografie“ sowie „Basics“.

2.1.1. *Vorgehen*

Form der Datensammlung

Aufgrund der Forderung, eine möglichst große Zahl an Studierenden zu erreichen, stellte ein eigens für den Zweck der Datenerhebung konstruierter Online-Fragebogen die Methode der Wahl dar. In *Abschnitt 2.1.3.* werden sowohl der Aufbau als auch die Inhalte des Fragebogens ausführlich erläutert.

Fragebogen zur Erhebung potenzieller Einflussfaktoren

Zur Erhebung relevanter Informationen bezüglich der Einflussfaktoren wurde ein allgemeiner, standardisierter Fragebogen erstellt. Dieser wurde einerseits in den theoretischen Online-Fragebogen integriert. Andererseits wurden die Studierenden vor

Beginn jeder praktischen Evaluierung zum handschriftlichen Ausfüllen des Fragebogens aufgefordert.

Bei den bezüglich des Studienfortschrittes auszufüllenden Informationen handelte es sich um die jeweilig aktuellen Studiensemester. Ein Punkt galt der Ermittlung des Geschlechtes. Wurde von den Studierenden eine bisherige Teilnahme an Sono4You-Kursprogrammen genannt, sollten der jeweilige Schwerpunkt des Programms (Abdomen, eFAST, Notfall, Echo, Summerschool), das Semester sowie das zugehörige Studienjahr des Absolvierungszeitpunktes angegeben werden. Von Interesse war ebenso eine potenzielle Absolvierung von Wahlfächern, wobei den Studierenden eine aktuelle Auswahl von elektiven Lehrveranstaltungen mit Ultraschall-Schwerpunkt dargelegt wurde. Folgende Zusatzausbildungen konnten von den Studierenden ausgewählt werden: Kurs(e) mit Sonographie-Schwerpunkt, Selbststudium (zum Beispiel im Clinical Skills Center), Famulaturen, das (Klinisch) Praktische Jahr sowie die Tätigkeit als aktiver/ehemaliger Tutor oder aktive/ehemalige Tutorin bei Sono4You Graz. Für die Angabe der Zusatzausbildungen und Wahlfächer bestand die Möglichkeit, auch eigene, nicht bereits vorgeschlagene Angaben zu machen.

Ein Punkt galt der Angabe des persönlichen Stellenwerts der Sonographie in Bezug auf die spätere klinische Tätigkeit, um die persönliche Meinung der Studierenden miteinzubeziehen. Zusätzlich war die Möglichkeit zur Angabe von maximal zwei künftig angestrebten Fachdisziplinen gegeben. Auf diese Weise sollte ein ausgeglichenes Interesse der Studierenden an den jeweiligen Fachdisziplinen der Medizin und folglich auch der Sonographie überprüft werden.

Allgemeiner Kontext der Datenerhebung

Die Erstellung des Online-Fragebogens erfolgte mittels Google Forms. Dieser enthielt sowohl den allgemeinen Fragebogen bezüglich der Einflussfaktoren als auch die Fragestellungen der theoretischen Evaluierung.

Die Erhebung des Wissensstandes fand parallel zur Ermittlung der praktischen Fähigkeiten im Sommersemester des Studienjahres 2017/18 statt. Die Möglichkeit zur Teilnahme war auf einen Zeitraum von einigen Wochen beschränkt, wobei den Studierenden keine offizielle Deadline gesetzt wurde.

In den jeweiligen Jahrgangsgruppen einer der Mehrheit der Studierenden zugänglichen Online-Plattform wurde ein Link mit direkter Vernetzung zum Online-Fragebogen veröffentlicht. Die Teilnahme erfolgte ausschließlich auf freiwilliger Basis. Ein vollständiges Ausfüllen und Absenden der Evaluierung wurden als offizielles Einverständnis seitens der teilnehmenden Studierenden gewertet.

Die Nutzung einer weit verbreiteten Online-Plattform wurde präferiert, da eine direkte Aufforderung zur Teilnahme mittels persönlicher Mail-Benachrichtigung aufgrund von Datenschutzrichtlinien nicht möglich war. Allerdings wurde einer vergleichsweise geringen Anzahl an potenziell für eine Evaluierung in Frage kommenden Studierenden dadurch die Möglichkeit zur Teilnahme verwehrt. Ein bedeutender Vorteil der Online-Variante ergab sich durch die zeitliche und örtliche Flexibilität. Mittels Google Forms konnte eine Beantwortung der Fragestellungen jederzeit und an jedem Ort stattfinden, jegliches Gerät mit Internetzugang herangezogen werden und die Durchführung unter Umständen sogar abgebrochen und zu einem anderen Zeitpunkt fortgesetzt werden.

Mithilfe eines prägnant formulierten, ebenso online gestellten Textes wurden die Studierenden der entsprechenden Zielgruppen zur Teilnahme am Online-Fragebogen motiviert und über die Inhalte, Hintergründe und Zielsetzungen der Diplomarbeit informiert. In jeder Jahrgangsgruppe wurde der gleiche Beitrag veröffentlicht. Es wurde betont, dass die Erhebung der Daten in anonymisierter Form stattfinden sollte. Zudem wurde darauf hingewiesen, dass nach dem endgültigen Absenden der Antworten die Möglichkeit zur Einsicht in die persönlich erzielten Punkteanzahlen bestand. Ebenso wurde der Zugang zu sämtlichen ausgewählten und den jeweils zugehörigen richtigen Antworten bereitgestellt. Sämtliche Fragestellungen wurden mit Erklärungen versehen, die die als richtig bewerteten Antworten begründen und somit nachvollziehbar machen sollten. Daraus ergab sich für die teilnehmenden Personen zusätzlich ein Lerneffekt, wodurch die Teilnahmebereitschaft am Fragebogen gesteigert werden sollte.

Der Beitrag informierte die teilnehmenden Studierenden bereits im Voraus über die zu erwartende Dauer der Evaluierung, die mit 15 bis 20 Minuten bemessen wurde. Diese Schätzung orientierte sich am durchschnittlich errechneten Zeitraum, den drei Testpersonen zum vollständigen Ausfüllen benötigt hatten. Die Maximaldauer von 20 Minuten überließ den Studierenden pro Fragestellung eine halbe Minute zur Ermittlung

der Lösung. Es war anzunehmen, dass mit Zunahme der aufzubringenden Zeit sowohl die allgemeine Teilnahmebereitschaft unter den Studierenden sinken als auch die Anzahl begonnener, jedoch nicht vollendeter Fragebögen zunehmen würde.

Google Forms bot den Vorteil, fehlende Informationen beziehungsweise unvollständige Angaben durch Kennzeichnung sämtlicher relevanter Felder als Pflichtfelder zu verhindern. Ein Versenden der Antworten war nur nach Beantwortung jeder einzelnen Fragestellung möglich. Demzufolge konnte ein Fehlen einzelner Antworten und somit von für die Auswertung essentiellen Daten vollständig verhindert werden. Hingegen zeichnete sich der Nachteil ab, dass die allgemeinen Informationen bezüglich der Einflussfaktoren von drei Personen aufgrund technischer Schwierigkeiten nicht auffindbar waren. Dies hatte eine vollständige Exklusion jener drei Studierenden in der Datenauswertung zur Folge.

Anonymisierung

Zur Wahrung des Datenschutzes wurden sämtliche im Rahmen der theoretischen und praktischen Evaluierung sowie des allgemeinen Fragebogens erhobenen Daten in anonymisierter Form aufgenommen. Eine Zuordnung der jeweilig angegebenen Daten und der erzielten Ergebnisse zu einzelnen Personen war in keinem Fall möglich.

Zum Zweck der Anonymisierung wurden alle teilnehmenden Studierenden zur Erstellung eines jeweils einzigartigen, sechsstelligen „Codes“ aufgefordert. Dieser bestand aus den beiden Ziffern des Geburtsmonats, den Ziffern der Hausnummer und den beiden Anfangsbuchstaben des Geburtsortes, wobei zur Veranschaulichung ein Beispiel zur Verfügung gestellt wurde. Durch die Verwendung bestimmter Buchstaben und Zahlen aus persönlichen Daten konnte der „Code“ jederzeit von den Studierenden reproduziert werden.

Für den potenziellen Fall einer auf die theoretische Evaluierung folgenden Teilnahme an der praktischen Evaluierung wurden die Studierenden erneut zur Angabe des persönlichen „Codes“ aufgefordert, mit dem der auszufüllende praktische Evaluierungsbogen gekennzeichnet wurde. Für den Fall einer auf die praktische Evaluierung folgenden, potenziellen Teilnahme am Online-Fragebogen fand erneut die Eingabe des bereits erstellten, persönlichen „Codes“ im Google Forms Dokument statt. Dieser entsprach somit dem jeweiligen Code auf dem praktischen Evaluierungsbogen sowie dem handschriftlich

ausgefüllten allgemeinen Fragebogen. Die Methodik ermöglichte eine zweifelsfreie Zuordnung der Daten des allgemeinen Fragebogens sowie der Daten der praktischen und/oder theoretischen Evaluierung zu jenem Code. Zudem war ein Ausfüllen des allgemeinen Fragebogens für eine an beiden Erhebungen teilnehmende Person lediglich einmal – entweder im Zug der theoretischen oder der praktischen Evaluierung – erforderlich.

Eine Ausnahme bildete die während des ersten Abhaltungszeitraumes praktisch evaluierte Studierendenstichprobe, da diese noch vor Veröffentlichung des Online-Fragebogens stattfand und die Methode der Codeerstellung zu jenem Zeitpunkt noch nicht eingesetzt wurde. Statt des sechsstelligen Codes erhielten die Studierenden eine dreistellige, randomisiert zugewiesene Nummer. Im Falle einer nachfolgenden Teilnahme am Online-Fragebogen wurden jene Personen separat angesprochen und zur Eingabe der bereits erhaltenen Nummer aufgefordert. Auf diese Weise konnte ebenso eine Verknüpfung zwischen den Ergebnissen beider Evaluierungen, den Daten des allgemeinen Fragebogens und der zugewiesenen Nummer erfolgen.

Eine nachfolgend durchgeführte Korrelationsanalyse bezüglich der beiden Zielgrößen machte die Zuordnung der im Online-Fragebogen erzielten Punktzahlen zu den Ergebnissen der praktischen Evaluierung erforderlich. Dies wird in *Abschnitt 2.2.4.* näher beleuchtet.

2.1.2. Stichprobe

Definition der Grundgesamtheit

Die Definition der Grundgesamtheit umfasste Humanmedizin-Studierende an der Medizinischen Universität Graz, die sich bereits im klinischen Abschnitt des Studiums befanden. Demzufolge wurden Studierende des dritten, vierten, fünften sowie sechsten Studienjahres in die Zielgruppe eingeschlossen. Frauen und Männer wurden gleichermaßen in die Datenerhebung einbezogen.

Studierende des ersten und zweiten Studienjahres wurden exkludiert, da eine „Intervention“ im Besonderen durch die primär zu untersuchenden Einflussfaktoren in der Regel erst ab dem klinischen Abschnitt anzunehmen war. Ultraschall-bezogene Lehrveranstaltungen des Pflichtcurriculums werden regulär ab dem dritten Studienjahr

abgehalten, wodurch erst ab dem klinischen Abschnitt von einer stetigen Akquirierung sonographischer Kenntnisse sowie praktischer Fähigkeiten ausgegangen werden konnte. In gleicher Weise wird eine Teilnahme an Sono4You-Kursprogrammen von Seiten der Initiative erst ab dem klinischen Abschnitt empfohlen. An dieser Stelle ist zu betonen, dass Studierende des letzten Studienabschnittes und folglich des sechsten Studienjahres in die Datenerhebung miteinbezogen wurden. Dadurch konnte zusätzlich der Einfluss des (Klinisch) Praktischen Jahres auf den Wissensstand ermittelt werden.

Stichprobengröße

Da die Teilnahme am Online-Fragebogen ausschließlich auf freiwilliger Basis erfolgte, konnte vorweg keine präzise Aussage bezüglich der Anzahl an teilnehmenden Studierenden gemacht werden. Die Bereitwilligkeit zur Teilnahme musste als nicht oder nur in sehr eingeschränkter Form beeinflussbare Variable betrachtet werden. Von Seiten der Medizinischen Universität Graz konnte keine Auskunft zur Anzahl der Studierenden, die sich im Sommersemester 2017/18 in den jeweilig inkludierten Studienjahren befanden, gegeben werden. Folglich konnte auch die Anzahl der in der Grundgesamtheit enthaltenen Studierenden lediglich grob abgeschätzt werden. Die Determinierung einer Mindestanzahl an Studierenden wurde aus eben genannten Gründen unterlassen.

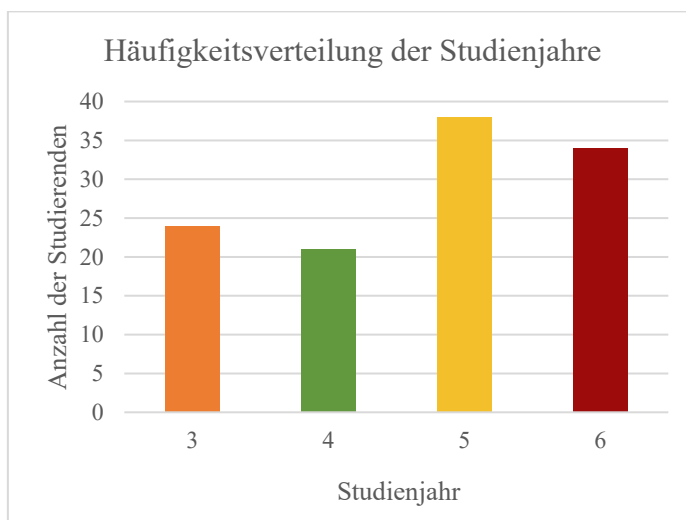
Abschließend konnte eine Anzahl von 120 Studierenden, die den Online-Fragebogen absolviert hatten, verzeichnet werden. Wie in *Abschnitt 2.1.1.* erläutert, mussten drei Studierende ausgeschlossen werden. Somit konnten die lückenlosen Daten von 117 Studierenden, die die Eingangskriterien erfüllten, für die statistische Analyse herangezogen werden.

Beschreibung der Stichprobe

Die 117 Studierenden teilten sich auf 56 männliche Teilnehmer (48 %) und 61 weibliche Teilnehmerinnen (52 %) auf. Die Differenzierung der Stichprobe beschränkte sich primär auf eine Zuordnung von 45 Studierenden (38 %) des dritten und vierten Studienjahres zu einer Subgruppe mit niedrigem Studienfortschritt sowie von 72 Studierenden (62 %) des fünften und sechsten Studienjahres zu einer im Studium fortgeschrittenen Subgruppe.

Anhand der graphisch dargestellten Verteilung der Studienjahre in *Abbildung 1* ist ersichtlich, dass die höchste Teilnahmebereitschaft unter den höhersemestrigen Studierenden zu finden war. Das sechste Jahr umfasste insgesamt 34 teilnehmende Personen (29 %). Mit insgesamt 38 teilnehmenden Personen (33 %) war die höchste Teilnahmebereitschaft dem fünften Jahr zuzuschreiben. Geringere Anzahlen an teilnehmenden Studierenden wiesen das vierte Studienjahr mit 21 Studierenden (18 %) und das dritte Studienjahr mit 24 Studierenden (20 %) auf. Somit ergab sich ein geringes Ungleichgewicht zwischen den Teilnehmeranzahlen der einzelnen Studienjahre.

Abbildung 1 Häufigkeitsverteilung der Studienjahre (3. – 6. Jahr)



Im Rahmen der Erhebung potenzieller Einflussfaktoren gaben 73 Studierende (62 %) an, mindestens ein Kursprogramm der Peer-Teaching Initiative Sono4You absolviert zu haben. Hingegen verneinte die Minderheit von 44 Studierenden (38 %) eine bisherige Kursteilnahme.

30 Studierende (41 %) führten an, an einem einzigen Kurs oder ausschließlich der jährlichen Summerschool teilgenommen zu haben. Eine Gesamtanzahl von zwei verschiedenen Kursprogrammen wurde von 28 Studierenden (38 %) genannt. Lediglich 15 Personen (21 %) nahmen bisher an drei oder vier Kursprogrammen teil.

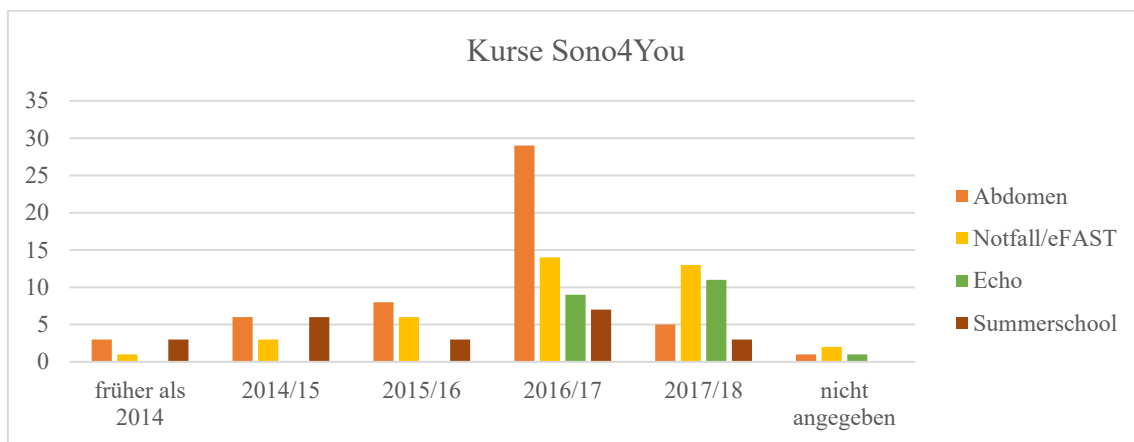
In *Abbildung 2* sollen die Häufigkeitsverteilungen der unterschiedlichen, angebotenen Kursschwerpunkte (Abdomen, Notfall/eFAST, Echokardiografie, Summerschool) pro Studienjahr graphisch veranschaulicht werden. Die diesbezüglich führende Position nahm das Studienjahr 2016/17 ein, das den größten Anteil an Sono4You-Kursteilnahmen

innerhalb der Stichprobe aufwies. Die absolute Häufigkeit an Kursteilnahmen fiel in den anderen Studienjahren hingegen deutlich niedriger aus. Die vergleichsweise geringen Kurszahlen des Studienjahres 2017/18 waren im Zeitpunkt der Datenerhebung während des noch laufenden Sommersemesters zu begründen. Folglich handelte es sich noch nicht um die endgültigen Zahlen des Studienjahres 2017/18.

Die weitaus geringeren Kurszahlen im Jahre 2015/16 und den vorhergehenden Jahren konnten durch das quantitativ geringere Sono4You-Kursangebot zu jenem Zeitpunkt sowie anhand einer von Seiten der Initiative ab dem klinischen Abschnitt empfohlenen Kursteilnahme erklärt werden. Bei Beachtung der Empfehlung wäre eine Kursteilnahme für Personen des vierten Studienjahres somit erst ab dem Studienjahr 2016/17 möglich gewesen. Für Personen des dritten Studienjahres bestand die Empfehlung zur Absolvierung eines ersten Kurses erst ab dem Studienjahr 2017/18.

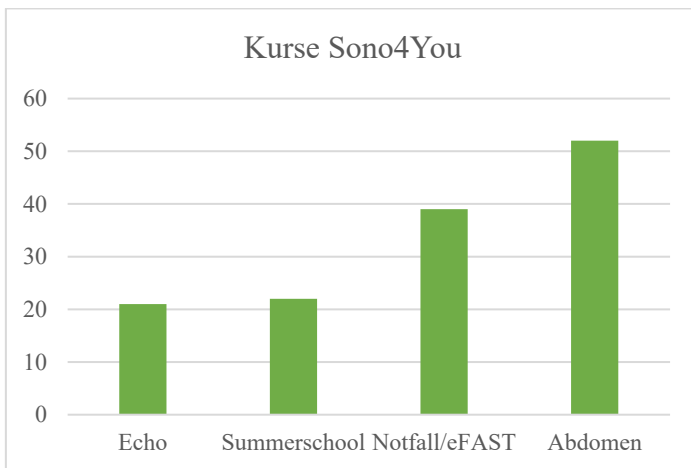
Echokardiografie-Kurse wurden erst kürzlich in das reguläre Kursangebot aufgenommen, weshalb jene Kurse erst ab dem Studienjahr 2016/17 aufscheinen.

Abbildung 2 Häufigkeitsverteilung der Sono4You-Kurse nach Studienjahr & Schwerpunkt



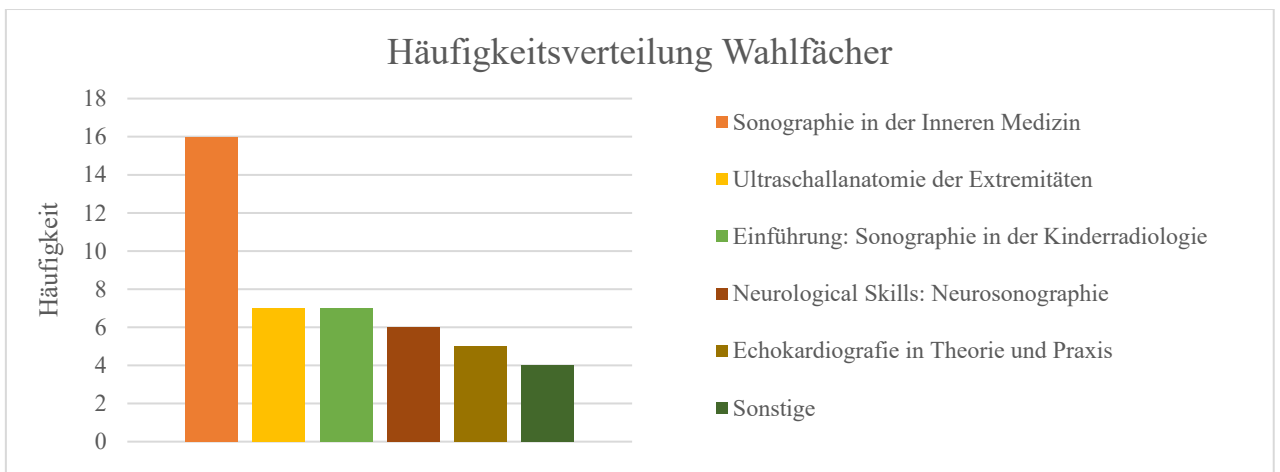
Wie in *Abbildung 3* dargestellt, handelte es sich beim Schwerpunkt der Abdomensonographie um die am häufigsten angegebene Kursabsolvierung. An den folgenden beiden Stellen waren die Notfall-/eFAST-Kurse und die Summerschool zu finden, wobei diese zum Schwerpunkt „Notfall“ zusammenzufassen sind. Dadurch zeigte sich der Notfallultraschall als häufigster durch Sono4You vermittelter Themenschwerpunkt.

Abbildung 3 Absolute Häufigkeiten der Kursschwerpunkte



Innerhalb der Stichprobe gaben 34 Studierende (29 %) an, mindestens eine elektive Lehrveranstaltung mit Sonographie-Bezug besucht zu haben, wohingegen eine bisherige universitäre Wahlfachabsolvierung von insgesamt 83 Studierenden (71 %) verneint wurde. *Abbildung 4* zeigt die Verteilung der von den Studierenden absolvierten Sonographie-spezifischen Wahlfächern. Am häufigsten wurde die Lehrveranstaltung „Sonographie in der Inneren Medizin“ von den teilnehmenden Personen angeführt.

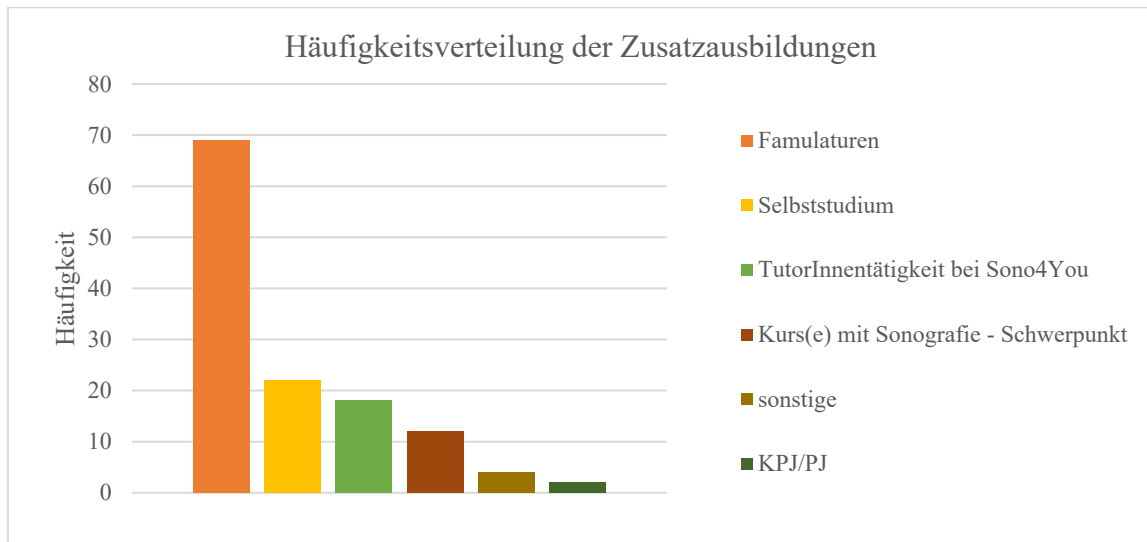
Abbildung 4 Häufigkeitsverteilung Wahlfächer



Eine zusätzliche, extracurriculare Sonographie-bezogene Fortbildung wurde von 84 Studierenden (72 %) angegeben, wohingegen diese von 33 Studierenden (28 %) verneint wurde. *Abbildung 5* stellt die absoluten Häufigkeiten der von den Studierenden genannten Zusatzausbildungen dar. Diese zeigte einen Gipfel beim Zugewinn theoretischer und/oder praktischer Kenntnisse im Rahmen von Famulaturen. Dies wurde von 69 der

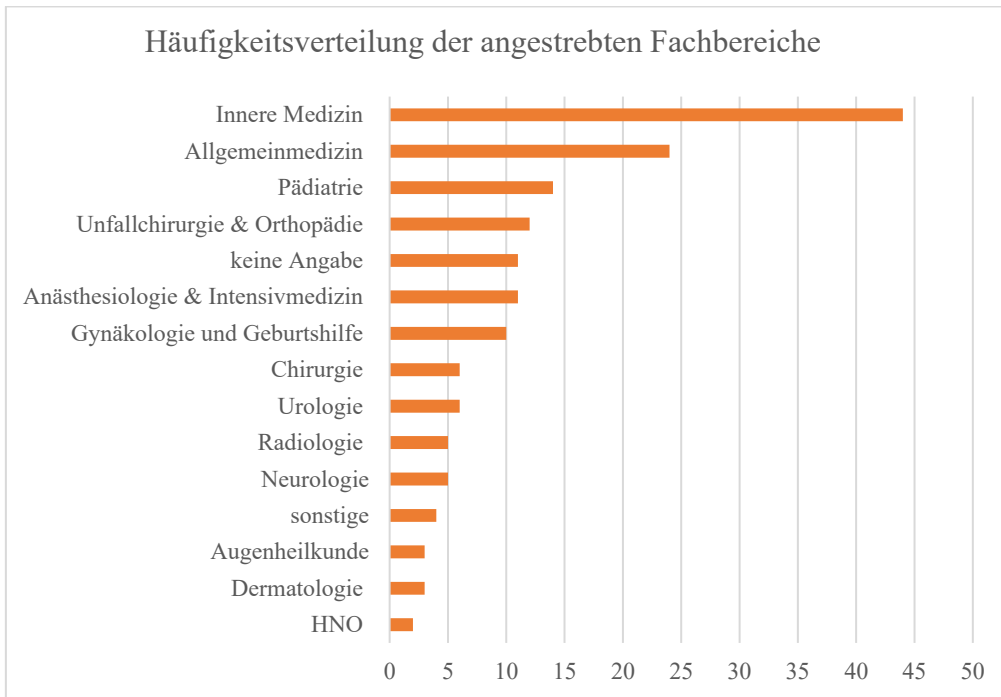
117 Studierenden angeführt. In diesem Kontext ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei 18 teilnehmenden Personen um ehemalige oder aktive Tutoren und Tutorinnen der Peer-Teaching Initiative Sono4You handelte.

Abbildung 5 Absolute Häufigkeiten der zusätzlichen, extracurricularen, Sonographie-spezifischen Fortbildungen



In *Abbildung 6* sind die absoluten Häufigkeiten der von den Studierenden angegebenen, künftig angestrebten Fachbereiche dargestellt. Dabei wurde eine maximale Anzahl von zwei Angaben vorgeschrieben. Ersichtlich ist, dass die Fachdisziplin der Inneren Medizin inklusive ihrer Spezialisierungen, gefolgt von einer allgemeinmedizinischen und pädiatrischen Ausbildung als Weiterbildungspräferenzen am häufigsten angegeben wurden.

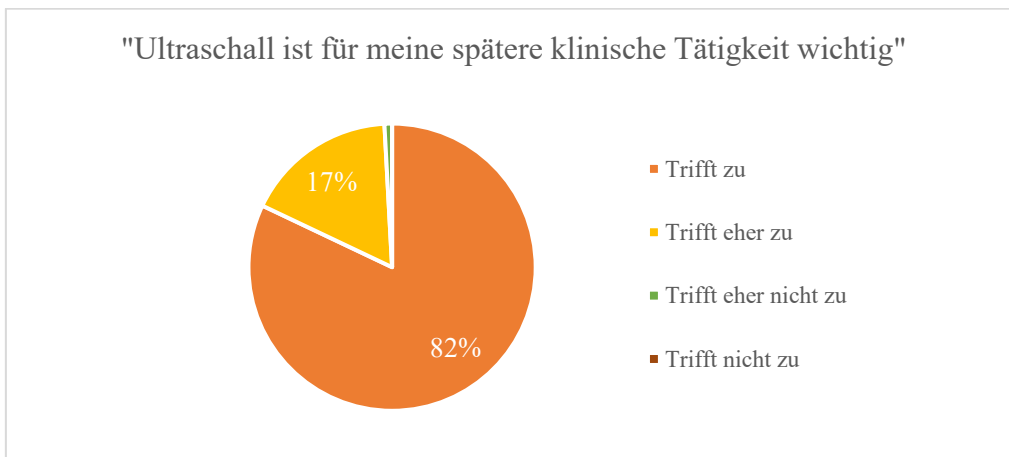
Abbildung 6 Absolute Häufigkeiten der von den Studierenden angestrebten Fachdisziplinen



Der allgemeine Fragebogen diente darüber hinaus der Erhebung des persönlichen Stellenwertes der Sonographie in Bezug auf die künftige klinische Tätigkeit.

96 Studierende (82 %) gaben als „zutreffend“ an, dass sie den Ultraschall im Rahmen einer späteren Berufsausübung als wichtig erachten würden.

Abbildung 7 Persönlicher Stellenwert des Ultraschalls innerhalb der Studierenden



2.1.3. Instrumente

Erstellung einer theoretischen Evaluierung

Wie bereits eingangs erwähnt, wurden in der Literatur empfohlene Strategien zur Erzielung von für eine Testung erforderliche Gütekriterien im Rahmen der Konstruktion des theoretischen Fragebogens angewandt.

Zu den Hauptgütekriterien zählen Reliabilität, Validität sowie Objektivität. Die notwendige Unabhängigkeit von der untersuchenden Person wird als Objektivität bezeichnet. Reliabilität stellt den Grad der Genauigkeit in der Messung einer bestimmten Merkmalsausprägung dar. Validität soll als Gültigkeit garantieren, dass ein Test misst, was er auch messen soll. (30)

Strategien zur Erzielung von Validität, Reliabilität und Objektivität

Um den validen Einsatz eines Tests garantieren zu können, muss zunächst Evidenz gesammelt werden, dass der Inhalt des jeweiligen Tests auch tatsächlich das zu messen vorgegebene Wissensgebiet repräsentiert (31). Das theoretische Wissen der Humanmedizin-Studierenden in Bezug auf die Sonographie stellte die im Rahmen der theoretischen Evaluierung zu erfassende Zielgröße und folglich den Inhalt der Fragestellungen dar. Eine grundlegende Voraussetzung, um valide Aussagen bezüglich des Wissensstandes treffen zu können, bestand demzufolge in einer repräsentativen Auswahl an Aufgabenstellungen innerhalb der Ultraschall-Thematik. Zur Erfüllung der Forderungen fand eine inhaltliche Orientierung an den eigens formulierten, Sonographie-bezogenen Lernzielen der Medizinischen Universität Graz statt. Diese sind im 2017 veröffentlichten Lernzielkatalog zu finden und bieten einen allgemeinen Überblick über die Ausbildungsinhalte des Studiums sowie Möglichkeiten zur Überprüfung curricularer Inhalte (24).

Zusätzlich fand eine inhaltliche Einarbeitung der POCUS Meilensteine (12) in die Fragestellungen und somit auch die Berücksichtigung internationaler, Experten-getragener Auffassungen zu den Kernkompetenzen einer Ultraschalllehre statt. Auf diese Weise konnte die Erstellung von bezüglich des studentischen Wissensumfangs adäquater Aufgabenstellungen garantiert werden.

Als Strategien zur Vermeidung einer Reduktion der Testvalidität werden in der Literatur eine ausgeglichene Repräsentation der verschiedenen Domänen, die Erstellung von insgesamt mindestens 30 Fragestellungen, die Wahl bedeutender, für die zukünftige Ausbildung wichtiger Inhalte sowie auf Kompetenzanwendung, Verständnis und problemlösendes Denken abzielende Aufgabenstellungen genannt (30).

Anhand der Erstellung von insgesamt 40 zu lösenden Problemstellungen konnte eine ausreichende Anzahl an Items garantiert werden. Bei den in die theoretische Evaluierung integrierten Schwerpunktsetzungen (Abdomen-, Notfallsonographie, Echokardiografie) handelte es sich um drei im klinischen Alltag häufig eingesetzte Ultraschalluntersuchungen. Demzufolge war ebenso das Kriterium einer Relevanz im künftigen Alltag als Mediziner oder Medizinerin eindeutig gegeben. Darüber hinaus wurden die bereits mehrfach erwähnten POCUS Milestones, die von einem Expertenkonsensus als für eine prägraduelle Ultraschallausbildung relevante Kompetenzen eingestuft wurden, als Richtlinien herangezogen (12).

Zur Vermeidung einer Über- oder Unterrepräsentation bestimmter Domänen wurden sämtliche Fragenthemen in der Folge den Standardschnitten der insgesamt drei implementierten Untersuchungen zugeordnet. Jeder standardmäßig in der Klinik angewandte Schnitt wurde zumindest im Rahmen einer Aufgabenstellung eingeschlossen. Als maximale Anzahl einer Verwendung der Standardschnitte wurden drei Fragestellungen definiert. Diese Richtlinie wurde auch Untersuchungs-übergreifend eingesetzt. Daher waren manche Standardschnitte aufgrund der bereits stattgefundenen maximalen Verwendung nur innerhalb der Fragestellungen von einer der Schwerpunktsetzungen zu finden, obwohl sie mehreren Teilbereichen zuordenbar gewesen wären.

Eine Gewichtung der einzelnen Schwerpunktsetzungen erfolgte einerseits gemäß den im Lernzielkatalog ersichtlichen Lerntiefen und andererseits entsprechend der Anzahl von innerhalb der Untersuchungen enthaltenen Standardschnitten. Der Abdomensonographie wurden 42 % (17 Fragen) der gesamten Aufgabenstellungen zugeordnet, da diese zusätzlich zur Zuordnung der Lerntiefe 2 insgesamt zehn Standardschnitte enthält. Trotz der zugewiesenen Lerntiefe von 2 erhielt die Notfall-Sonographie 18 % (sieben Fragen), da die standardmäßige eFAST-Untersuchung lediglich fünf Schallfenster zählt. An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass die Thematik des 2-Punkt-Kompressionsultraschalls im

Rahmen einer Aufgabenstellung integriert wurde. Dieser ist allerdings der erweiterten Notfall-sonographischen Untersuchung zuzuordnen.

Lediglich vier Fragen (10 %) waren ausschließlich dem Basics-Thema und keiner der Untersuchungstechniken zuzurechnen. Basics-Aspekte und Grundlagen-bezogene Aufgabenstellungen wurden jedoch häufig innerhalb der drei Schwerpunktsetzungen inkludiert. Aufgrund des verhältnismäßig großen Umfangs und der Komplexität der Untersuchungsmethode erhielt die Echokardiografie 30 % (zwölf Fragen) innerhalb des Fragebogens. Im Lernzielkatalog war dieser lediglich die Lerntiefe 1 zugewiesen worden. Wie bereits beschrieben, sind die Integration von Kompetenzanwendung sowie problemlösendem Denken innerhalb der Fragestellungen für den validen Einsatz einer Testung unabkömmlich (30). Darüber hinaus sollten vor allem auf Verständnis und logisches Denken abzielende Items konstruiert werden. In diesem Kontext wird in der Literatur auf ein auf höhere kognitive Kompetenzen abzielendes Anspruchsniveau hingewiesen (32). Es ergab sich daraus, dass eine ausschließliche, die Validität bedrohende Prüfung von auswendig gelerntem Fakten- sowie Detailwissen gezielt zu vermeiden war.

Um sämtliche genannten Forderungen zu erfüllen, wurden zum einen Aufgabenstellungen mit möglichst hohem Praxisbezug konstruiert. Zum anderen wurde auf eine vorwiegende Integration von Grundlagen- sowie Basiswissen geachtet. 31 Fragestellungen (78 %) konnten primär dem Grundlagen-Wissen zugeordnet werden, wohingegen lediglich neun Problemstellungen (22 %) vermehrt auf die Kenntnis wichtiger, im Ultraschall diagnostizierbarer Pathologien ausgerichtet waren. In *Tabelle 1* werden jene Pathologien-bezogenen Fragestellungen mit den jeweils assoziierten Lernzielen, die eine Implementierung gerechtfertigten, dargestellt.

Tabelle 1 Inhalt der Pathologien-bezogenen Fragestellungen und assoziierte Lernziele

<i>Frage</i>	<i>Frageninhalt</i>	<i>Lernziel</i>
6	Perikarderguss	„Herzbeutelamponade“
7	freie Flüssigkeit	„Notfall-Sonographie“, „Polytrauma und assoziierte Verletzungen“, „Abdominaltrauma“
10	Spannungspneumothorax	„Spannungspneumothorax“
11	TVT	„Venenthrombose, tiefe Leitvenen“
17	Gallenblasenwandverdickung	„Cholezystitis, akut“, „Portaler Hochdruck [...]“

18	Cholestase/Gallensteine	„Choledocholithiasis“,
20	Cholestase	„Choledocholithiasis“
35	D-Sign	„Pulmonalarterienembolie“
36	Aortenklappensklerose	Aortenstenose

Die Sonographie geht als real-time Diagnostikum mit der Notwendigkeit zur Beurteilung von Bildern und Videosequenzen parallel zur manuellen Untersuchungsdurchführung einher. Im klinischen Alltag erfolgt eine potenzielle Diagnosestellung aus der richtigen, unmittelbaren Interpretation von während der Untersuchung akquirierten Bildern. Dies erfordert die praktische Anwendung von zuvor erlangtem Wissen. Als Problemlösung kann die anschließende Entscheidung zur Einleitung einer adäquaten Therapie verstanden werden. Durch die Integration von Bildern und Videosequenzen in den Fragebogen wurde ein starker Praxisbezug hergestellt. Auf diese Weise wurden eine direkte Anwendung von während des Studiums erlernten Kompetenzen sowie ein eigenständiges Beurteilen von Gegebenheiten gefordert. Im endgültigen Fragebogen fanden sich 19 Fragestellungen (48 %), die sich auf 13 statische Sonographie-Bilder und sechs dynamische Videosequenzen aufteilten.

Zusätzlich zu den bereits dargestellten Strategien zum validen Einsatz einer Testung wird in der Literatur auf die Formulierung einer eindeutig richtigen Antwort sowie ein in sich abgeschlossenes inhaltliches Konstrukt innerhalb einer Fragestellung hingewiesen (32). Daher wurde ein binäres Antwortsystem gewählt. Im Rahmen dessen mussten die 40 Fragestellungen mit „zutreffend“ oder „nichtzutreffend“ beurteilt werden. Demzufolge handelte es sich bei den beiden Antwortmöglichkeiten um zwei gegensätzliche und einander somit ausschließende Aussagen. Da die 40 Fragestellungen die Bewertung von jeweils einer einzigen Aussage zum Gegenstand hatten, konnte auch ein inhaltlich abgeschlossenes Konstrukt pro Problemstellung garantiert werden. Jene beiden Kriterien sind vor allem bei der Konstruktion von Aufgabenstellungen im Multiple-Choice Format zu beachten.

Eine übersichtliche Aufstellung der Frageninhalte findet sich in *Tabelle 2*. Dieser sind die den jeweiligen Fragestellungen zugeordneten Ultraschalluntersuchungen (Basics, Abdomen, Notfall, Echokardiografie), Standardschnitte und originalen POCUS Milestones sowie die Art der Frage (Bild, Video, Text) zu entnehmen. Zudem ist ersichtlich, ob

vorwiegend Basiskennnisse oder Pathologien-bezogenes Wissen zur Beantwortung erforderlich waren.

Tabelle 2 Zuordnung der Fragestellungen zu Thematik, Basiskennntnis-/Pathologie-bezogener Aufgabe, Fragenart, den Standardschnitten und Milestones

<i>Frage</i>	<i>Thema</i>	<i>Basiskennntnis</i>	<i>Pathologie</i>	<i>Milestone</i>	<i>Art</i>	<i>Schnitt</i>
1	B	Bildorientierung		Transducer orientation on patient	B	n.a.
2	B	Bildorientierung		Transducer orientation on patient	B	n.a.
3	B	Morphologie		Hyperechoic	T	n.a.
4	B	Morphologie		Anechoic/Isoechoic	T	n.a.
5	N	Pathophysiologie		Pericardial effusion	T	subxiphoidal
6	N		Perikard-erguss	Pericardial effusion	T	subxiphoidal
7	N		freie Flüssigkeit	peritoneal free fluid assessment, bladder	V	UB längs
8	N	Anatomie		peritoneal free fluid assessment	T	UB längs/quer
9	N	Anatomie/ Morphologie		peritoneal free fluid assessment, liver, kidney(s)	B	rechte Flanke
10	N		Spannungs-pneumothorax	Lung Sliding (M-Mode)/(B-Mode), Pneumothorax (M-Mode)/(B-Mode), M-Mode	T	Pleura, Pleuraspalt
11	N		TVT	Deep vein thrombosis assessment (lack of compressibility and/or clot visualization)	T	2 Punkt-Kompressions-US
12	A	Morphologie		Liver, Kidney(s), Isoechoic	B	rechte Flanke
13	A	Anatomie/ Strukturen		Kidney(s)	B	linke Flanke (Niere)
14	A	Anatomie/ Strukturen		Liver, Diaphragm	T	rechte Flanke
15	A	Morphologie		Anechoic	T	n.a.
16	A	Strukturen		Liver, Anechoic, Hyperechoic	B	Leber (Subkostal-schnitt)
17	A		Verdickung Gallenblasen-wand	Gallbladder	T	Gallenblase
18	A		Cholestase/ Gallensteine	Gallbladder, Cholelithiasis	T	Gallenblase
19	A	Anatomie		Liver	T	Leber (Subkostal-schnitt)

20	A		Cholestase	Cholelithiasis	B	CPC (Schulter-Nabel-Schnitt)
21	A	Technik/ Strukturen		Color Doppler	T	CPC (Schulter-Nabel-Schnitt)
22	A	Anatomie/ Strukturen		n.a.	T	OB quer
23	A	Anatomie/ Praxis		Spleen, Kidney(s), Rib Shadows	T	linke Flanke
24	A	Anatomie/ Strukturen		n.a.	T	OB quer
25	A	Physiologie/ Strukturen		Differentiation of vein versus artery, Abdominal aorta, Inferior vena cava	T	OB quer
26	A	Anatomie/ Strukturen		Differentiation of vein versus artery, Abdominal aorta, Inferior vena cava	T	OB längs/ große Gefäße
27	A	Anatomie/ Strukturen		n.a.	B	OB längs/ große Gefäße
28	A	Anatomie/ Strukturen		n.a.	B	OB längs/ große Gefäße
29	E	Bildeinstellung		Parasternal long-axis view	B	PSLX
30	E	Bildeinstellung		Apical 4-chamber view	V	4CV (5CV)
31	E	Anatomie/ Strukturen		Identification of valves, Parasternal short-axis view	B	PSSX (Mitral)
32	E	Anatomie/ Strukturen		Identification of heart chambers, Parasternal short-axis view	B	PSSX (Aortic)
33	E	Anatomie/ Strukturen		Identification of valves, Identification of chambers, Parasternal short-axis view	B	PSSX (Aortic)
34	E	Bildeinstellung		Parasternal short-axis view	V	PSSX
35	E		D-Sign	n.a.	V	PSSX (Mitral)
36	E	Morphologie	Aortenklappen- sklerose	n.a.	V	PSSX (Aortic)
37	E	Technik/ Bildeinstellung		Parasternal short axis, Color Doppler	V	PSSX (Mitral)
38	E	Bildeinstellung		Parasternal long-axis view	T	PSLX
39	E	Bildeinstellung		Apical 4-chamber view	T	4CV
40	E	Bildeinstellung		Parasternal short-axis view	T	PSSX (Papillar)

Anmerkungen. B = Basics. N = Notfall. A = Abdomen. E = Echokardiografie. n.a. = nicht anwendbar. B = Bild. T = Text. V = Videosequenz. UB = Unterbauch. US = Ultraschall. CPC = (Hepato)CholedochusPortaeCava (Schulter-Nabel-Schnitt). OB = Oberbauch. PSLX = Parasternal long axis. 4CV = 4 Chamber View. 5CV = 5 Chamber View. PSSX = Parasternal Short Axis.

Zur Verbesserung der Reliabilität wird als wesentliche Methode die Wahl einer ausreichend großen Anzahl an klar und eindeutig formulierten Fragestellungen empfohlen (33). Die Umsetzung jener Forderung wurde bereits im Zusammenhang mit der Erzielung von Validität beschrieben und kann als erfüllt betrachtet werden. Items können als reliabel bezeichnet werden, sofern keine versteckten Lösungshinweise gegeben werden, eindeutige und sprachlich einfache Ausdrucksweisen verwendet werden und die Komplexität beziehungsweise der Schwierigkeitsgrad an die jeweilige zu testende Gruppe angepasst ist (32). Im Rahmen der Erstellung sowie des nachfolgend beschriebenen Korrekturprozesses wurden jene Kriterien eingehend berücksichtigt.

Sämtliche Fragestellungen sollten zudem ausführlich von Experten und Expertinnen überarbeitet werden (33). Die Überprüfung der Fragestellungen auf fachliche Korrektheit erfolgte in einem dreistufigen Prozess. In einem primären Schritt wurden die Aufgabenstellungen anhand entsprechender Fachliteratur berichtigt, wozu die Lehrbücher „Duale Reihe Sonografie“ (34), „Basics Sonographie“ (35) und „Kursbuch Ultraschall, Nach den Richtlinien der DEGUM und der KBV“ (36) herangezogen wurden. Dies wird offiziell zur Absicherung fachlich korrekter Prüfungsfragen empfohlen (32).

In einem zweiten Schritt fand eine Überarbeitung der Fragestellungen durch einen Tutor sowie eine Tutorin der Peer-Teaching Initiative Sono4You Graz statt, die sich durch langjährige Erfahrung, Absolvierung von fachspezifischen Fortbildungen sowie durch Zertifizierungen als „ÖGUM-StudentInnentutor“ und „ÖGUM-StudentInnentutorin“ auszeichneten.

Erst im dritten und letzten Schritt wurden Ärzte des jeweiligen Fachgebietes zu Rate gezogen, um die jeweiligen Fragestellungen einer umfassenden Prüfung zu unterziehen und potenziell erforderliche Korrekturen vorzunehmen. Dr. Mounir Khafaga, Facharzt für Kardiologie, vidierte sämtliche Fragestellungen zur Echokardiografie. Dr.med.univ. Elmar Janek, Assistenzarzt an der Neuroradiologie, Vaskulären und Interventionellen Radiologie des Universitätsklinikums, übernahm die fachliche Kontrolle aller Fragestellungen bezüglich der Themen Sono-Basics, Abdomen- und Notfallsonographie. Erforderliche Adaptationen wurden im Rahmen eines gemeinsamen Entscheidungsprozesses und nach mehreren Mailkorrespondenzen sowie persönlichen Treffen vorgenommen. Eine abschließende Freigabe fand durch Ao.Univ.-Prof. Dr.med.univ. Gerhard Prause statt.

Prüfungen mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten ist eine die klassischen schriftlichen Prüfungen übertreffende Objektivität zuzuschreiben, da sich das ermittelte Ergebnis von den korrigierenden Personen mehrheitlich durch Unabhängigkeit auszeichnet beziehungsweise in häufigen Fällen auch als automatisierter Prozess abläuft (37). Sämtliche Korrekturen und Auswertungen wurden automatisch durch das Programm Google Forms vorgenommen. Im Zuge der Auswertung auftretende Fehler sowie eine potenzielle Beeinflussung der Ergebnisse wurden demnach gänzlich verhindert.

Wahl eines binären Antwortsystems

Binäre Antwortsysteme bieten eine einfache und direkte Möglichkeit, wesentliche durch eine Ausbildung vermittelte Inhalte zu messen und liefern im Vergleich zu den meisten anderen Item-Formaten effizienter Informationen in Bezug auf die Erfolge einer Ausbildung (31). Zudem können „True-False-Items“ ein Grundlagen-bezogenes Verständnis sowie die Fähigkeiten zum Einsatz desselben zur Problemlösung überprüfen (31). Ein binäres Antwortsystem wurde aufgrund einer als gleichwertig zu betrachtenden Darstellung im Vergleich zu anderen Prüfungsformaten verwendet.

Angewandte Methoden zur Bestimmung einer Bestehensgrenze

Zu Beginn ist darauf hinzuweisen, dass jegliche Methoden zur Determinierung einer Bestehensgrenze beziehungsweise Bewertung von Prüfungsergebnissen prinzipiell als willkürlich zu werten sind (38). Dennoch ist die Festlegung einer Differenzierungsgrenze zwischen „kompetenten“ und „nicht-kompetenten“ Studierenden als im Rahmen einer Testerstellung erforderliche Maßnahme zu betrachten. Zur Ermittlung einer Bestehensgrenze für die Erhebung der theoretischen Sonographie-bezogenen Kenntnisse wurde Cohen's Methode herangezogen (39). Eine ausführliche Erklärung des Beurteilungsmodus und eine Erläuterung der Vorteile gegenüber anderen Methoden werden in *Abschnitt 2.2.3.* des Methodenteils der praktischen Evaluierung näher beschrieben.

Trotz einer bisherigen Erprobung der Cohen's Methode im Rahmen von OSCEs wurde diese versuchsweise auch für den Online-Fragebogen herangezogen. Als Referenzwert konnte entweder die höchste erreichte Punkteanzahl oder die 95 % Perzentile innerhalb der Studierendenstichprobe verwendet werden. Jeweils 60 % der beiden ermittelten Werte

wurden dabei als potenzielle Bestehensgrenze zur Unterscheidung zwischen „kompetenten“ und „nicht-kompetenten“ Studierenden definiert.

Für die Schwerpunktsetzung Basics handelte es sich bei beiden Werten um die maximale Punktzahl von vier Punkten, durch die sich eine 60 % Bestehensgrenze von drei Punkten ergab. Dies traf ebenso für den Teilbereich Notfall zu. Bei maximal sieben erreichbaren Punkten ergab sich die Bestehensgrenze von fünf Punkten. Für den Teilbereich Abdomen deckte sich die höchste von den Studierenden erzielte Punktzahl mit dem Maximum von 17 Punkten, wodurch eine 60 % Bestehensgrenze von elf Punkten errechnet wurde. Hingegen betrug die 95 %-Perzentile 16 Punkte. Folglich wurde eine Bestehensgrenze von zehn Punkten ermittelt. Im Teilbereich „Echokardiografie“ deckte sich die höchste erreichte Punktzahl mit der Maximalanzahl von zwölf Punkten, wodurch sich eine 60 % Bestehensgrenze von acht Punkten ergab. Die 95 %-Perzentile lag bei elf Punkten, was eine Bestehensgrenze von sieben Punkten zur Folge hatte.

Die maximale Gesamtpunktzahl belief sich auf insgesamt 40 Punkte, die von einem oder einer Studierenden erzielt wurde. Daraus ergab sich eine 60 % Bestehensgrenze von 24 Punkten. Hierbei ergab sich der größte Unterschied zwischen dem maximal erreichten Score und der 95 %-Perzentile, die mit 35 Punkten berechnet wurde. Die zugehörige 60 % Bestehensgrenze lag bei 21 Punkten.

2.1.4. Statistische Auswertung

Für die statistische Auswertung erfolgte die Differenzierung in eine Stichprobe mit Studierenden, die den zu analysierenden Einflussfaktor aufwiesen, sowie eine Stichprobe von Studierenden, die jenen Faktor entbehrten. Eine Ausnahme bildete der Parameter „Studienfortschritt“. Diesbezüglich fand neben einer groben Unterteilung in „fortgeschrittene“ Studierende und Studierenden mit „niedrigem“ Fortschritt zusätzlich eine Differenzierung in vier Subgruppen statt, die das dritte bis sechste Studienjahr repräsentierten und jeweils miteinander verglichen wurden.

Die statistischen Berechnungen erfolgten mithilfe des Programms IBM SPSS Statistics 25. Primär wurden die Mittelwerte, Standardabweichungen, Mediane sowie die Ober- und Untergrenzen der 95 %-Konfidenzintervalle als Maßzahlen der deskriptiven Statistik für

die einzelnen Subgruppen berechnet. Diese werden in Tabellen aufgelistet und sind überwiegend dem Anhang und teilweise dem Kapitel Ergebnisse zu entnehmen.

Zunächst fand die Anwendung von Shapiro-Wilk-Tests statt, um die jeweiligen Stichproben auf das Vorhandensein von Normalverteilungen zu überprüfen. Zudem wurden graphische Darstellungen der jeweiligen Stichprobenverteilungen zur Bestätigung der erhaltenen Ergebnisse herangezogen. Bei Erhalt nicht-signifikanter Ergebnisse wurde die Durchführung eines Levene-Tests zur Überprüfung einer bestehenden Varianzhomogenität veranlasst. Gelang jener Nachweis, wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben für einen Subgruppenvergleich durchgeführt. Bei nachgewiesener Varianzheterogenität fand die Anwendung eines t-Tests für unabhängige Stichproben unter Welch-Korrektur statt. Waren die Voraussetzungen zur parametrischen Testung aufgrund signifikanter Ergebnisse im Shapiro-Wilk-Test nicht gegeben, wurde die Anwendung von U-Tests nach Mann und Whitney als Form der nicht-parametrischen Testung erforderlich.

Für sämtliche statistische Testungen (Shapiro-Wilk-Test, Levene-Test, t-Test für unabhängige Stichproben, Welch-Test, U-Test nach Mann und Whitney) wurde ein Signifikanzniveau von $\alpha = .050$ gewählt. Auf dessen wiederholte Angabe wird im Kapitel Ergebnisse verzichtet.

Die statistische Untersuchung der Einflussfaktoren fand einerseits einzeln für die definierten Kategorien Abdomen, Notfall und Echokardiografie sowie andererseits für die Gesamtpunkte statt.

Bei Erhalt statistisch signifikanter Ergebnisse fand zudem die Berechnung der jeweils zugehörigen Effektgrößen zur anschaulichen Quantifizierung eines Unterschiedes zwischen zwei Subgruppen statt.

2.2. *Evaluierung der praktischen Fähigkeiten*

Wie bereits eingangs determiniert, stellte die Zielsetzung der Arbeit zudem die Untersuchung des Einflusses von an der Medizinischen Universität Graz vorhandenen, Ultraschall-bezogenen Ausbildungsmöglichkeiten auf Zielgröße der praktischen Fähigkeiten Grazer Humanmedizin-Studierender dar. Im Folgenden wird die Methodik zur Ermittlung jener Sonographie-bezogener Fertigkeiten näher erläutert.

Als potenziell auf die Skills Einfluss nehmende Faktoren wurden erneut die Absolvierung von Kurs-Programmen der Peer-Teaching Initiative Sono4You, das Geschlecht und die Teilnahme an elektiven Lehrveranstaltungen sowie an extracurricularen Fortbildungen erhoben. Ein Unterschied zur theoretischen Evaluierung ergab sich in der schwerpunktmäßigen Analyse des (Klinisch) Praktischen Jahres als Einflussfaktor. Des Weiteren wurde auf eine Untersuchung des Einflusses von verpflichtenden, Sonographie-spezifischen Lehrveranstaltungen verzichtet, da praktische Unterrichtseinheiten nur in sehr geringer Zahl im Grazer Pflichtcurriculum implementiert sind. Der Parameter „Studienfortschritt“ eignete sich lediglich im Rahmen der theoretischen Evaluierung zur Beurteilung eines anhand der universitären Ultraschalllehre kontinuierlichen Wissenszuwachses. Von einem stetigen Zugewinn an sonographischen Fertigkeiten kann in diesem Kontext jedoch nicht ausgegangen werden.

Anhand der Lernziele des klinischen Abschnitts erfolgt die bereits bekannte Kategorisierung in die Teilbereiche „Abdomen-Sonographie“, „Notfall-Ultraschall“ sowie „Echokardiografie“. Der inhaltliche Fokus wurde folglich auf die praktische Anwendung der drei genannten Schwerpunkte gelegt.

2.2.1. *Vorgehen*

Form der Datensammlung

Zur Erhebung der praktischen Fertigkeiten wurde eine Evaluierung anhand eines eigens für den Zweck der Datenerhebung erstellten Scoring-Systems gewählt. Dieses orientierte sich an den Lernzielen der Medizinischen Universität Graz und wurde nach dem Prinzip einer OSCE-Station gestaltet. Darüber hinaus diente die von einem multidisziplinären Expertenkonsensus erstellte Ratingskala OSAUS (26) als Richtlinie zur Erstellung eines

die sonographischen Fertigkeiten bewertenden Systems. Dessen Aufbau und Inhalte werden in *Abschnitt 2.2.3.* detailliert beschrieben.

Allgemeiner Kontext der Datenerhebung

Die Datenerhebung fand im Rahmen von Lehrveranstaltungen statt, deren Teilnahme für sämtliche Studierende eines vordefinierten Studienjahres verpflichtend war. Pflichtveranstaltungen, die während des Sommersemesters 2017/18 abgehalten wurden, eine Mindestteilnehmeranzahl von 30 Personen sowie ein Mindestmaß von 17 Unterrichtseinheiten aufwiesen, kamen als Rahmen für die praktische Evaluierung in Frage. Der zeitliche Umfang wurde durch die Zeitdauer zur Durchführung einer einzelnen praktischen Evaluierung, die sich auf etwa 25 bis 30 Minuten belief, vorgegeben. Eine weitere Bedingung stellte die in *Abschnitt 2.2.2.* noch ausführlich beschriebene, ausschließliche Inklusion von Studierenden des fünften und sechsten Studienjahres dar. Zudem musste die Durchführung der Datenerhebung parallel zu den abgehaltenen Unterrichtseinheiten von den jeweiligen Vortragenden im Vorfeld genehmigt werden.

Die an die Lehrveranstaltung gestellten Bedingungen wurden vom Track „Notfallmedizin“ erfüllt. Dieser wird in regelmäßigen Abständen begleitend zum (Klinisch) Praktischen Jahr und somit im Verlauf des sechsten Studienjahres abgehalten. Als Abhaltungszeitraum des Tracks wurde der 16. bis 19. April des Sommersemesters 2018 gewählt. Insgesamt waren 54 Studierende zum gewählten Termin angemeldet. Die insgesamt 17 Unterrichtseinheiten verteilten sich auf vier Tage.

Ebenso wurden die notwendigen Voraussetzungen von der Praxiswoche des Moduls „Schmerz und Extremsituation“ erfüllt. Jenes Modul wird im Verlauf des fünften Studienjahres während drei verschiedener Zeitslots angeboten. Als Abhaltungstermine von in Frage kommenden Lehrveranstaltungen des Moduls wurden der 7., 8. und 14. Mai des Sommersemesters 2018 gewählt. Insgesamt waren 103 Studierende zu einer verpflichtenden Teilnahme angemeldet. Rechnerisch ergaben sich 30 Unterrichtseinheiten, die auf besagte drei Tage aufgeteilt waren.

Zur Abhaltung der praktischen Evaluierungen wurden weitgehend abgeschlossene Räumlichkeiten gewählt, die in unmittelbarer Nähe zum Veranstaltungsort der entsprechenden Lehrveranstaltungen lokalisiert waren. Ausreichend Platz zum Aufbau der

erforderlichen Instrumente der Datenerhebung sowie eine ruhige, vom universitären Betrieb abgegrenzte Umgebung wurden als Bedingungen an die Örtlichkeiten gestellt.

Ablauf der Datenerhebung

Um eine repräsentative Stichprobe zu erhalten und einen potenziellen Selektionsbias möglichst gering zu halten, sollte die Auswahl der teilnehmenden Personen nach dem Zufallsprinzip erfolgen. Der erste Student beziehungsweise die erste Studentin innerhalb einer Unterrichtsgruppe wurde durch die räumlich vorgegebene, unmittelbare Nähe zur Tür des Veranstaltungsortes gewählt. Bei allen weiteren teilnehmenden Studierenden handelte es sich um den Sitznachbar beziehungsweise die Sitznachbarin der jeweils vorangegangenen Person. Aufgrund der zufälligen Anordnung der Studierenden im Raum und der sich daraus ergebenden Auswahl konnte von einer Stichprobe, die sich aus zufällig ausgewählten Personen zusammensetzte, gesprochen werden.

Da die Teilnahme ausschließlich auf freiwilliger Basis erfolgen sollte, konnte diese von den Studierenden verweigert und auch während der Evaluierung jederzeit abgebrochen werden. Die Arbeit wurde für jede Gruppe kurz vorgestellt und die Rolle der Studierenden als Teilnehmer und Teilnehmerinnen der Studie in ausreichendem Maße beschrieben.

Vor Beginn der jeweiligen Evaluierungsdurchführung wurden die Studierenden gebeten, den allgemeinen Fragebogen zur Erhebung potenzieller Einflussfaktoren auszufüllen. Aufgrund der identischen Inhalte wird an dieser Stelle auf die in *Abschnitt 2.1.1.* niedergeschriebenen Erläuterungen verwiesen. Ein bedeutsamer Unterschied bestand in der handschriftlichen Beantwortung der Fragestellungen mittels Papier-Fragebögen und Stiften. Zum Teil resultierte daraus ein auf bestimmte Unterpunkte bezogenes, unsorgfältiges Ausfüllen von Seiten der Studierenden und hatte eine unvollständige Angabe von manchen Daten zur Folge. Fehlende Informationen wurden als „keine Angabe“ kategorisiert“ und konnten in der Auswertung ohne Schwierigkeiten berücksichtigt werden. Bezüglich des Bewertungsbogens konnte ein Fehlen von Werten vollständig vermieden werden.

Zusätzlich wurde von den Studierenden und einem Probanden, der sich als Schallmodell zur Verfügung stellte, das handschriftliche Einverständnis gegeben, sowohl einer

Teilnahme an der Diplomarbeit als auch einer potenziellen Publikation der Daten in anonymisierter Form zuzustimmen.

Zudem wurde jede einzelne teilnehmende Person eingehend darauf aufmerksam gemacht, nach Möglichkeit ebenso den Online-Fragebogen zu absolvieren.

Der Integration von unmittelbar im Rahmen einer OSCE erfolgendem Feedback wird das Potenzial zugeschrieben, wertvolle Lernerfahrung zu vermitteln, verschiedene Aspekte klinischer Kompetenzen zu verbessern und einen beruhigenden Effekt auf die angespannte Situation einer Prüfung auszuüben (40). Daher fand im Anschluss an jede praktische Evaluierung eine persönliche Besprechung mit den teilnehmenden Studierenden inklusive der Weitergabe von konstruktivem Feedback statt. Die Schwerpunktsetzung jener differenzierten retrospektiven Reflexion konnte von den Studierenden nach eigenem Ermessen gewählt werden. Auf diese Weise sollte ein positiver Lerneffekt auf Seiten der Studierenden vermittelt und die Teilnahmebereitschaft gesteigert werden.

Anonymisierung

Für die Methodik der Anonymisierung wird an dieser Stelle auf die detaillierten Erläuterungen in *Abschnitt 2.1.1.* verwiesen. Im Rahmen der praktischen Evaluierung wurden sowohl die Bewertungsbögen als auch die allgemeinen Fragebögen mit den jeweiligen Codes versehen. Während des ersten Evaluierungszeitraums erhielten die Studierenden eine randomisiert zugeteilte, dreistellige Nummer. Im zweiten Zeitraum hingegen war das System der Erstellung eines personalisierten, sechsstelligen Codes bereits eingeführt worden.

2.2.2. Stichprobe

Definition der Grundgesamtheit

Die Definition der Grundgesamtheit umfasste Humanmedizin-Studierende an der Medizinischen Universität Graz, die sich bereits am Ende ihrer universitären Ausbildung befanden. Durch den Einschluss von Studierenden des fünften und sechsten Jahres konnten ausreichende „Interventionen“ durch die zu untersuchenden Einflussfaktoren angenommen werden. Ein Vergleich zwischen den beiden letzten Studienjahren ermöglichte zudem die Analyse des Stellenwertes bezüglich des (Klinisch) Praktischen Jahres auf die praktischen Fertigkeiten. Frauen und Männer wurden gleichermaßen in die Datenerhebung einbezogen.

Stichprobengröße

Wie bereits in *Abschnitt 2.1.2.* erwähnt, kann von Seiten der Medizinischen Universität Graz keine Auskunft über die genaue Anzahl der Studierenden innerhalb eines bestimmten Studienjahres gegeben werden. Daher konnte die Anzahl der in der Grundgesamtheit enthaltenen Personen lediglich abgeschätzt werden. Auf exakte statistische Methoden zur Bestimmung einer erforderlichen Mindeststichprobenanzahl musste folglich verzichtet werden. Zudem konnte im Vorfeld keine Aussage bezüglich der Teilnahmebereitschaft innerhalb der Studierenden gemacht werden.

Abschließend wurden 32 Studierende des fünften sowie 31 Studierende des sechsten Studienjahres evaluiert. Die gesamte Stichprobenanzahl von 63 Studierenden konnte eindeutig als repräsentative Anzahl betrachtet werden, um Aussagen bezüglich der definierten Grundgesamtheit zu treffen. Ein vollständiger Ausschluss von teilnehmenden Personen wurde im Zuge der Datenauswertung nicht notwendig.

Beschreibung der Stichprobe

Die 63 teilnehmenden Personen teilten sich auf 43 männliche (68 %) und 20 weibliche (32 %) Studierende auf, wodurch sich ein Ungleichgewicht zu Gunsten des männlichen Geschlechts ergab. Es konnten 31 Teilnahmen (51 %) aus dem fünften Studienjahr sowie 32 Teilnahmen (49 %) aus dem sechsten Studienjahr verzeichnet werden.

33 Personen (52 %) führten die Absolvierung eines Sono4You-Kursprogramms oder mehrerer Kursprogramme an, wohingegen 30 Personen (48 %) eine bisherige Teilnahme verneinten. In *Abbildung 8* werden die Häufigkeitsverteilungen der verschiedenen angebotenen Kursschwerpunkte (Abdomen, Notfall/eFAST, Echokardiografie, Summerschool) pro Studienjahr graphisch veranschaulicht. Das Studienjahr 2016/17 nahm in Bezug auf die angegebenen Kursteilnahmen die führende Position ein. Es ist ersichtlich, dass die absoluten Häufigkeiten an Kursen in den anderen Studienjahren bedeutend niedriger ausfielen.

Ein deutlicher Unterschied zwischen den Kurszahlen zeigte sich bei Vergleich der Studienjahre 2016/17 und 2017/18. Dieser war größtenteils auf den Zeitpunkt der

Datenerhebung während des noch laufenden Sommersemesters 2017/18 zurückzuführen. Ein Anstieg jener Zahl war somit anzunehmen. Eine Erklärungsmöglichkeit der für 2015/16 sowie die Vorjahre erhobenen geringeren Kursteilnahmen bieten einerseits das quantitativ geringere Kursangebot zu jenen Zeitpunkten. Andererseits wird von Seiten der Initiative eine Empfehlung zur Kursabsolvierung ab dem klinischen Abschnitt ausgesprochen. Bei Beachtung der Empfehlung wäre eine früheste Anmeldung für das fünfte Jahr beispielsweise somit erst ab Wintersemester 2015/16 möglich gewesen. Da die Aufnahme von Echokardiografie-Kursen ins reguläre Sono4You-Angebot erst kürzlich erfolgte, erscheint jener Schwerpunkt erst ab dem Studienjahr 2016/17. Im Vergleich zur Datenerhebung der theoretischen Evaluierung fehlten nähere zeitliche Angaben zur Kursabsolvierung deutlich häufiger.

Abbildung 8 Häufigkeitsverteilung der Sono4You-Kurse nach Studienjahr & Schwerpunkt

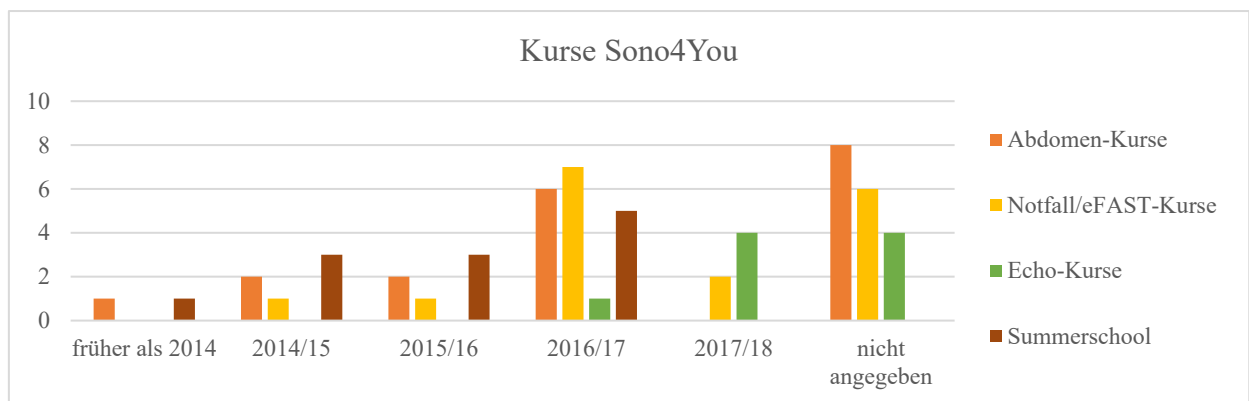
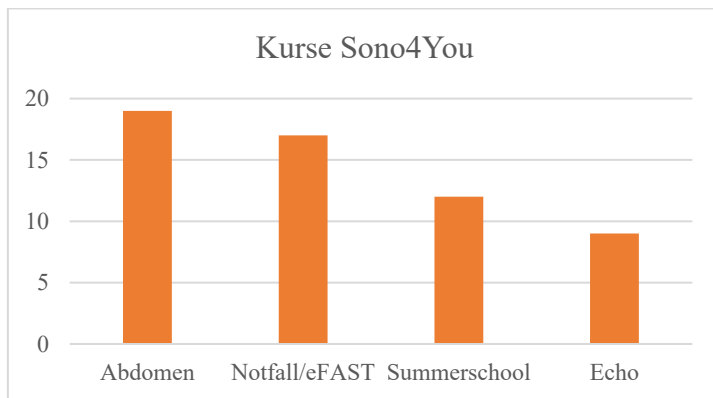


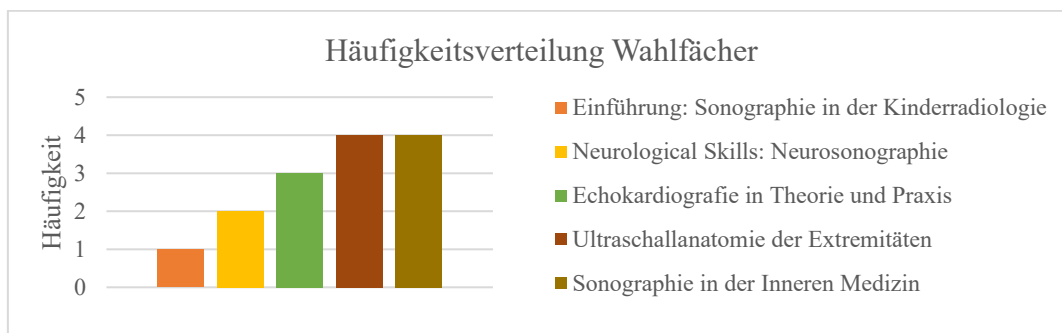
Abbildung 9 soll die Schwerpunkte der von den Personen innerhalb der Stichprobe absolvierten Sono4You-Kursprogramme veranschaulichen, wobei die Abdomensonographie in der Graphik als häufigstes Kursprogramm dargestellt wird. Thematisch sind die Summerschool sowie die Notfall-/eFAST-Kurse zum Schwerpunkt des Notfallultraschalls zusammenzufassen. Dadurch zeigte sich dieser als häufigster im Rahmen von Kursen vermittelter thematischer Schwerpunkt.

Abbildung 9 Absolute Häufigkeiten der Kursschwerpunkte



Innerhalb der Stichprobe gaben zwölf Studierende (19 %) an, mindestens eine elektive, Ultraschall-bezogene Lehrveranstaltung an der Universität absolviert zu haben. Der überwiegende Anteil von 51 Personen (81 %) verneinte die bisherige Teilnahme an einem Wahlfach. In *Abbildung 10* wird die Verteilung der absoluten Häufigkeiten von absolvierten Wahlfächern mit Ultraschall-Schwerpunkt dargestellt.

Abbildung 10 Häufigkeitsverteilung Wahlfächer



Innerhalb der Stichprobe nannten 39 Studierende (62 %) die Absolvierung einer zusätzlichen, extracurricularen Fortbildung mit Sonographie-Schwerpunkt, wohingegen 24 Studierende (38 %) eine solche verneinten. In *Abbildung 11* werden die absoluten Häufigkeiten der angeführten Zusatzausbildungen dargestellt. Es zeigte sich ein Gipfel bei der Skills- Aneignung im Rahmen von Famulaturen. 31 der insgesamt 63 Studierenden gaben hierbei einen Zugewinn Ultraschall-bezogener Fertigkeiten an.

Abbildung 11 Absolute Häufigkeiten der zusätzlichen, extracurricularen, Sonographie-bezogenen Fortbildungen

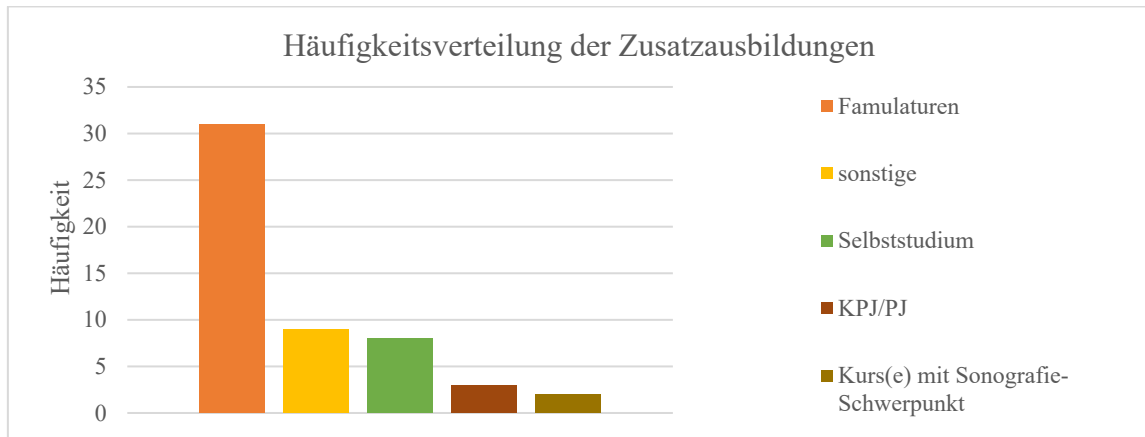
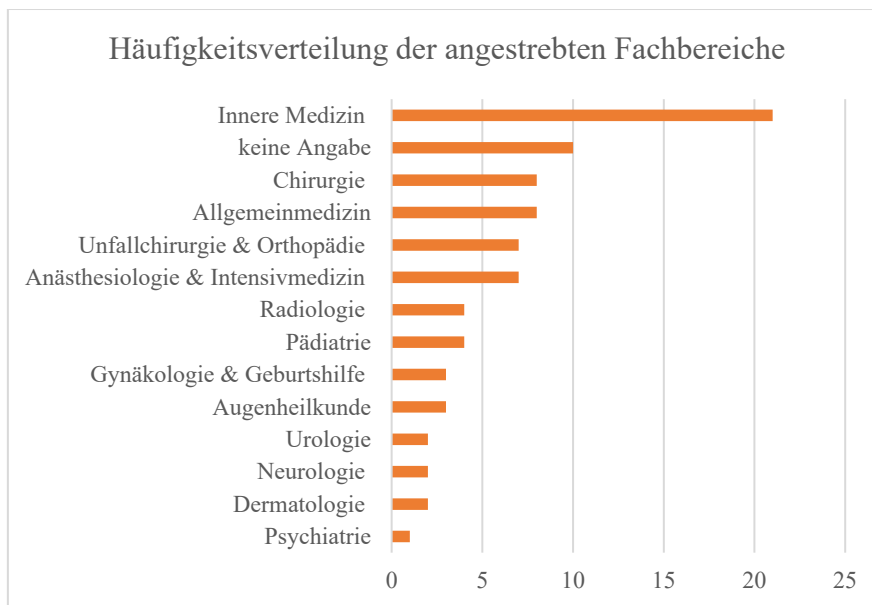


Abbildung 12 veranschaulicht die von den teilnehmenden Personen künftig angestrebten Fachbereiche. Diesbezüglich wurden maximal zwei Angaben vorgeschrieben. Das Fachgebiet der Inneren Medizin inklusive ihrer Spezialisierungen, gefolgt von einer allgemeinmedizinischen und chirurgischen Weiterbildung wurden am häufigsten gewählt. 16 % der Studierenden konnten allerdings noch keine Aussage bezüglich eines persönlichen beruflichen Weiterbildungswunsches machen.

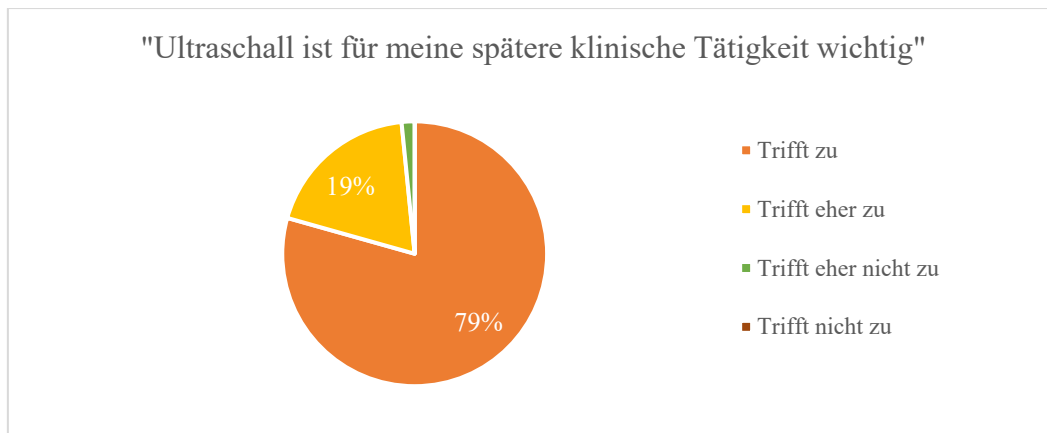
Abbildung 12 Absolute Häufigkeiten der von den Studierenden angestrebten Fachdisziplinen



Darüber hinaus wurde der persönliche Stellenwert der Sonographie in Bezug auf die künftige klinische Tätigkeit innerhalb der teilnehmenden Studierenden erhoben. Eine

graphische Darstellung findet sich in *Abbildung 13*. 79 % gaben als „zutreffend“ an, dass sie den Ultraschall im Rahmen einer späteren Berufsausübung als wichtig erachteten.

Abbildung 13 Stellenwert des Ultraschalls innerhalb der Studierenden



2.2.3. Instrumente

Erstellung eines Bewertungssystems

Da eine Beurteilung von Sonographie-bezogenen Fertigkeiten erfolgen sollte, wurde der Fokus auf die direkte Anwendung des diagnostischen Tools gelegt. Gemäß der Medizinischen Universität Graz bietet der Prüfungsrahmen einer OSCE die Möglichkeit, sowohl Handlungskompetenzen als auch praktische Fähigkeiten im Sinne der Durchführung einer Untersuchungstechnik zu beurteilen (41). Daraus ergab sich die Gestaltung der theoretischen Evaluierung in Form von einzelnen OSCE-Prüfungsstationen. Gemäß der Lernpyramide von Miller besteht ein Charakteristikum der OSCE darin, die „Performance“ beziehungsweise das „Shows how“ von Studierenden erheben zu können (42). Dadurch wird eine gleichzeitige Beurteilung von zugrundeliegendem theoretischem Wissen, der Umsetzung von akquirierten Kenntnissen sowie der praktischen Anwendung der Fertigkeit möglich (42). Zudem hat sich die OSCE als Tool von hoher Reliabilität und Validität zur Beurteilung von Praxis-bezogenen, in der klinischen Routine angewandten Fertigkeiten erwiesen (43). Die bereits genannten Vorteile, die einer OSCE gemäß Literaturrecherche zugeordnet werden, stellten zudem ausschlaggebende Gesichtspunkte im Rahmen der Entscheidung, die OSCE als Prüfungsrahmen zu wählen, dar.

Erzielung von Validität: Konstruktion eines „Blueprints“

Zur Maximierung der Qualität und der sich daraus ergebenden Validität einer OSCE wird in der Literatur empfohlen, in einem ersten Schritt die von den Prüfungskandidaten und Prüfungskandidatinnen zu bewältigenden Problembereiche zu identifizieren. In einem zweiten Schritt sollen die darin enthaltenen spezifischen Aufgabenstellungen definiert werden. Im dritten und letzten Schritt wird schließlich die Erstellung eines „Blueprints“ vorgenommen. (44)

Als Problembereiche werden die inhaltlichen Schwerpunktsetzungen „Abdomensonographie“, „Notfall-Ultraschall“ sowie „Echokardiografie“ verstanden. Bei deren Auswahl und der nachfolgenden Erstellung eines „Blueprints“ erfolge eine strenge Orientierung an den Lernzielen der Medizinischen Universität Graz. Diese bieten einen Überblick über die Ausbildungsinhalte und Schwerpunkte des Curriculums (24).

Ein OSCE-„Blueprint“ wird aus einer Achse, auf der die Kern-Problemstellungen aufgetragen werden, sowie einer zweiten Achse, die sich aus den jeweilig geforderten allgemeinen Kompetenzen zusammensetzt, aufgebaut (45). Auf die Achse der jeweiligen Kern-Problembereiche wurden folglich die drei genannten curricularen Lernziele als Schwerpunktsetzungen aufgetragen.

Festlegung der „Blueprint“-Kompetenzen anhand des OSAUS

Die Formulierung von grundlegenden Kompetenzen, deren Anwendungen innerhalb der einzelnen Problemstellungen überprüft werden sollten, erfolgte durch Orientierung an den im Rahmen eines Expertenkonsensus erarbeiteten Inhalten des OSAUS. Einerseits sollten allgemein gehaltene Kompetenzen innerhalb der Problembereiche überprüft werden. Andererseits war es notwendig, spezifische, für eine praktische Anwendung der Sonographie erforderliche Qualifikationen zu definieren und somit präzisere Formulierungen zu wählen.

Bei der OSAUS-Ratingskala handelt es sich um ein System zur Bewertung der Ultraschall-Skills von im klinischen Alltag tätigen Ärzten und Ärztinnen. Zu den empfohlenen Schlüsselementen zählen die Indikationsstellung zur Untersuchungsdurchführung, Handhabung des Ultraschall-Equipments (Auswahl der Sonde, Verwendung von Gel), technische Bildoptimierung (Tiefe, Gain), ein systematisches Vorgehen gemäß Guidelines

und die Interpretation vorgefundener Befunde (26). Die beiden Elemente Dokumentation sowie medizinische Entscheidungsfindung wurden aufgrund fehlender Relevanz im Rahmen eines Bewertungssystems von Studierenden exkludiert (26). Sämtliche genannten Items können generalisiert zum Assessment verschiedenster Ultraschalluntersuchungen eingesetzt werden und eignen sich dadurch als in ein OSCE-„Blueprint“ zu implementierende allgemeine Kompetenzen.

Primär fand eine Adaption der adäquat erscheinenden OSAUS-Schlüsselemente statt. Als erste Kompetenz sollte das Verständnis der Studierenden bezüglich des klinischen Kontextes („Klinik“) mithilfe von Fallbeispielen überprüft werden. Diese dienten zudem als kurze Einleitung und verdeutlichten die klinische Relevanz der im Folgenden einzustellenden Ultraschallschnitte. Als zweite Kompetenz wurde eine Bewertung der technischen Bildoptimierung durch Gain- und Tiefenanpassung („Technik“) in die Checkliste aufgenommen. Die dritte Grundlagen-prüfende Kompetenz („Sono-Basics“) umfasste die Wahl des für die jeweilige Untersuchung adäquaten Schallkopfes, eine Utilisation von Gel, die richtige Orientierung der Ultraschallsonde, eine passende Patientenlagerung sowie eine vollständige Durchmusterung der Organe in zwei Ebenen. Unter die vierte Kompetenz der adäquaten Bildeinstellung („Bildeinstellung“) fielen einerseits die korrekte Position des Schallkopfes am Körper des Probanden sowie andererseits die nach gewissen Richtlinien erfolgende Schnittbildeinstellung und Beurteilung gemäß spezifischen Kriterien. Auf diese Kriterien wird im Abschnitt „*Wahl von Ultraschallschnitten*“ näher eingegangen. Als fünfte Kompetenz wurde ein anatomisches beziehungsweise radiologisches Grundverständnis gefordert. Im Besonderen wurde das Erkennen und Identifizieren von Strukturen des Abdomen-Ultraschalls und des Herzens sowie von für die Notfallsonographie relevanten Räumen bewertet („Strukturen“). Die anhand des OSAUS ermittelten und adaptierten allgemeinen Kompetenzen im Rahmen der Durchführung einer sonographischen Untersuchung („Klinik“, „Basics“, „Technik“, „Strukturen“, „Bildeinstellung“) wurden somit als zweite „Blueprint“-Achse herangezogen. In *Tabelle 3* ist der vereinfacht dargestellte „Blueprint“ der praktischen Evaluierung ersichtlich. Sämtliche grundlegende Kompetenzen waren auf alle drei Kern-Problembereiche anwendbar. Eine Ausnahme bildete der Schwerpunkt Echokardiografie, da auf die Verwendung von Fallbeispielen aufgrund eingeschränkter Applikabilität verzichtet wurde.

Tabelle 3 Vereinfachter „Blueprint“ mit Kern-Problembereichen auf der vertikalen Achse und allgemeinen Kompetenzen auf der horizontalen Achse

	<i>Klinischer Kontext</i>	<i>Technische Bildoptimierung</i>	<i>Grundlagen („Sono-Basics“)</i>	<i>Einstellung des Bildes</i>	<i>Erkennen & Identifizieren von Strukturen</i>
Abdomen-Sonographie	✓	✓	✓	✓	✓
Notfall-Ultraschall	✓	✓	✓	✓	✓
Echo-kardiografie		✓	✓	✓	✓

Wahl eines binären Antwortsystems

Sorgfältig strukturierte und standardisierte Checklisten stellen eine grundlegende Bedingung bei Verwendung des OSCE-Prüfungssystems dar (46). Diese dienen der präzisen Determinierung von an die Fertigkeiten der Studierenden gestellten Erwartungen sowie der Erzielung hoher Objektivität in Bezug auf Interpretation und Auswertung einer abgelegten Prüfung (46). Die Literatursuche legte die Verwendung von Checklisten mit binärem Antwortsystem (zum Beispiel „zutreffend“/„nichtzutreffend“) oder Globalem Rating als bewährtes Beurteilungssystem einer OSCE offen (47,48). Eine generell auszusprechende Überlegenheit eines Systems konnte in den Studien allerdings nicht nachgewiesen werden (49–51).

Aufgrund des binären Antwortsystems bei Einsatz einer Checkliste erschien sich eine geringere Subjektivität im Hinblick auf die Beurteilung der praktischen Fähigkeiten zu ergeben. Dies wurde zudem durch Formulierung zweier konträrer, in ihrer Bedeutung entgegengesetzter Antwortmöglichkeiten, die zu eindeutigen Entscheidungen zwangen, unterstützt. Da die Studierenden lediglich mit „Anforderungen werden erfüllt“ oder „Anforderungen werden nicht erfüllt“ beurteilt werden konnten, war die Entscheidung zur Bewertung der Performance pro Item in sehr kurzem Zeitraum möglich. Im Vergleich zu fünfstufigen Antwortsystemen des Globalen Ratings fielen die Beobachtungs- sowie Bedenkzeit geringer aus. Daraus ergab sich des Weiteren eine höhere Anzahl an zu bewertenden Items, die in das Scoring-System integriert werden konnten.

Wahl von Ultraschallschnitten

Innerhalb der Schwerpunktsetzungen wurden jeweils zwei Standard-Ultraschallschnitte zur Beurteilung herangezogen. Dadurch wurde eine ausgeglichene Repräsentation aller drei integrierten Ultraschalluntersuchungen erzielt. Zur Standardisierung und Objektivierung der Beurteilung wurden pro Item präzise Kriterien zur Vergabe der Bewertung „Anforderungen werden erfüllt“ definiert. Ebenso fand die Formulierung exakter Richtlinien zur Vergabe der Bewertung „Anforderungen werden nicht erfüllt“ statt.

Zur Definition jener Kriterien wurden die von der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (2017) vertretenen Standardschnitte der Abdomensonographie (27), die vom American Institute of Ultrasound in Medicine (2014) herausgegebenen Schnitte der FAST-Untersuchung (28) und die von der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie (2009) beschriebenen Standardschnitte der Echokardiographie (29) herangezogen. Im Zuge der Einführung für die teilnehmenden Studierenden wurde betont, dass es sich bei den einzustellenden Ultraschallschnitten um die von den jeweiligen Fachgesellschaften herausgegebenen Standardschnitte handelte. Deren Bezeichnungen wurden zudem vor Beginn der jeweiligen Anwendung explizit von der prüfenden Person ausgesprochen.

Den Richtlinien der Fachgesellschaften wurde die jeweilig adäquate Bildeinstellung bezüglich der Standardschnitte entnommen. Daraus ergaben sich folglich auch sämtliche darzustellenden Strukturen sowie die passende Position des Schallkopfes am Simulationspatienten. Des Weiteren entstammten die Vorgabe zur richtigen Schallkopfwahl, zur vollständigen Durchmusterung der Organe in zwei Ebenen sowie zur richtigen Orientierung der Ultraschallsonde den Guidelines der Fachkreise. Zu nennen sind in diesem Kontext auch die Berücksichtigung der Patientenlagerung für die Herzschnitte und die Notwendigkeit zur Adaptation technischer Einstellungen (Gain, Tiefe).

Überschneidungen zwischen den Schnitten der einzelnen Teilbereiche wurden vollständig vermieden. Schnitte zur Darstellung von Organen im kleinen Becken wurden aufgrund nicht zu gewährleistender standardisierter Bedingungen aufgrund der sich regelmäßig füllenden und entleerenden Harnblase exkludiert. Des Weiteren wurde angestrebt, den Schallkopf für die einzelnen Schnitte an unterschiedlichen Positionen aufsetzen zu müssen und somit möglichst viele Organe in die praktische Evaluierung zu inkludieren.

Bei den standardisierten Schnitten der Abdomensonographie handelte es sich um die rechte Flanke, der 15 Items zugeschrieben wurden, sowie den die Aorta abdominalis darstellenden Oberbauch-Längsschnitt, dem elf Items zugewiesen wurden. Als Echokardiografie-Schnitte wurden die parasternal lange Achse mit zehn Items sowie der apikale Vierkammerblick mit zwölf Items integriert. Bezüglich der eFAST-Untersuchung wurden die linke Flanke mit sieben Items sowie der subxiphoidale Blick mit fünf zugewiesenen Items ausgewählt.

Zusammenfassend erhielt die Abdomensonographie 26 Items, die eFAST-Untersuchung zwölf Items und die Echokardiografie 22 Items. Das Scoring-System enthielt schlussendlich 60 Items, die mithilfe eines binären Antwortsystems beurteilt wurden. Die Vergabe von „Anforderungen wurden erfüllt“ wurde mit einem Punkt, die Bewertung mit „Anforderungen wurde nicht erfüllt“ hingegen mit keinem Punkt versehen. Jene 60 Items konnten einerseits den sechs integrierten Standardschnitten beziehungsweise den drei Kern-Problembereichen zugeordnet werden. Darüber hinaus war eine Klassifikation anhand der fünf allgemeinen Kompetenzen möglich. Diese sind als wesentliche Skills im Rahmen der Durchführung einer sonographischen Untersuchung zu verstehen.

Erzielung von Reliabilität

Ein auf die Reliabilität potenziell Einfluss nehmender Faktor stellt im Besonderen die Anzahl der in der OSCE beinhalteten Prüfungsstationen dar (43). Die drei Ultraschalluntersuchungen der praktischen Evaluierung wurden jedoch lediglich als einzelne, in eine OSCE zu implementierende Prüfungsstationen gehandhabt. Somit war jener Parameter zur Erhöhung der Reliabilität nicht anwendbar.

Als Empfehlung bezüglich der für eine Station festzulegenden Dauer fanden sich ebenso stark variierende Angaben in der Literatur, wobei der Zeitrahmen und die Anzahl der Stationen in den meisten Studien miteinander verknüpft waren. Für die Durchführung einer Anamnese und körperlichen Untersuchung im Rahmen einer einzelnen Prüfungsstation sollte eine Zeitdauer von 15 Minuten berechnet werden (52). Die Dauer für eine singuläre OSCE-Station an der Medizinischen Universität Graz miteinbeziehend wurde für eine einzelne Sonographie-bezogene Problemstellung ein Zeitrahmen von etwa neun Minuten kalkuliert.

Erzielung von Objektivität

Eine grundlegende Bedingung einer OSCE besteht in der Schaffung vergleichbarer Rahmenbedingungen, um höchstmögliche Objektivität zu erreichen (41). Strategien zur Verwirklichung jener Forderung stellten die Verwendung gleichwertiger Räumlichkeiten, die permanente Nutzung desselben Sonographie-Gerätes und der Einsatz einer einzigen beurteilenden Person sowie eines einzigen Simulationspatienten dar. Dieser befand sich zudem zu jedem Zeitpunkt der Evaluierungsdurchführung in nüchternem Zustand, um einheitliche Untersuchungsbedingungen für die teilnehmenden Studierenden zu schaffen.

Als die Studierenden bewertende Person wurde eine zertifizierte ÖGUM-StudentInnentutorin mit langjähriger Kurserfahrung eingesetzt. Zur Wahrung des in der Medizin bewährten

„4-Augen-Prinzips“ handelte es sich beim Probanden ebenso um einen ÖGUM-zertifizierten Sonographie-Tutor, mit dem im Anschluss Rücksprache bezüglich der erfolgten Bewertung gehalten wurde. Auf diese Weise wurde eine Fehleinschätzung weitgehend verhindert. Darüber hinaus fand eine normierte Einführung der Studierenden vor Beginn der Evaluierung statt. Diese umfasste einen kurzen Überblick über die Inhalte sowie Erklärungen bezüglich der gestellten Anforderungen und der benötigten technischen Einstellungen und Knöpfe am Gerät.

Materialien

Auf die Anforderungen geeigneter Räumlichkeiten wurde bereits in *Abschnitt 2.2.1.* eingegangen. Zumindest eine bewertende Person sowie ein Proband als Schallmodell sind als notwendige personelle Ressourcen zu nennen. Aufgrund der implementierten Echokardiografie-Schnitte ist der Einsatz männlicher Schallmodells zu empfehlen. Es ergibt sich, dass das eigens erstellte Scoring-System, der allgemeine Fragebogen sowie die Einverständniserklärung als Materialien benötigt wurden. Darüber hinaus wurde im Vorfeld für eine Patientenliege, ausreichend Ultraschallgel sowie Reinigungstücher gesorgt.

Als essentielle Anforderungen an das ebenso benötigte Ultraschallgerät wurde eine Ausstattung mit Linear-, Echo- sowie Konvexschallköpfen mit der Möglichkeit zum gleichzeitigen Anschluss aller drei Köpfe definiert. Auf diese Weise konnte eine

suggestive Schallkopfausstattung verhindert werden. Darüber hinaus wurde das Vorhandensein eines portablen Gerätes aufgrund der regelmäßig wechselnden Lokalisationen der Lehrveranstaltungen großer Bedeutung zugemessen. Bei dem von der Firma Mides als Leihgabe zur Verfügung gestellten Ultraschallgerät handelte es sich um das High-End Gerät Samsung UGEO HM70A. Dieses konnte die geforderten Bedingungen vollständig erfüllen.

Angewandte Methoden zur Ermittlung einer Bestehensgrenze

Die Ermittlung der Bestehensgrenze einer OSCE zur Differenzierung zwischen qualifizierten und nicht-qualifizierten Studierenden wird anhand von Standard Settings bestimmt (43). Im Wesentlichen kann zwischen zwei Methoden bezüglich der Festlegung eines Standard Settings gewählt werden: Die Literatur unterscheidet zwischen einer Kriteriums-orientierten Methode, im Rahmen derer eine Beurteilung in Abhängigkeit eines definierten absoluten und inhaltsbezogenen Leistungsstandards erfolgt (31), sowie einer Norm-orientierten Methode, wobei eine Beurteilung in Relation zu den Ergebnissen einer ausgewählten Referenzgruppe vollzogen wird (53).

Kriteriums-orientierte Methoden mit einem vordefinierten Cut-Off weisen eine große Variabilität der Misserfolgsquote auf. Norm-orientierte Methoden hingegen zeigen eine große Variabilität bezüglich der Cut-Off Grenzen. Als Alternative kann „Cohen’s Methode“ herangezogen werden. Die als konstanter Faktor geltende Leistung des besten Studenten oder der besten Studentin wird hierbei zur Festlegung eines Referenzpunktes herangezogen. Als mögliche Optionen zur Determinierung eines Referenzwertes stehen einerseits der höchste innerhalb der geprüften Studierendengruppe erreichte Score und andererseits die 95 %-Perzentile innerhalb jener Stichprobe zur Verfügung. Als potenzielle Mindest-Bestehensgrenze zur Einstufung der studentischen Performance als „kompetent“ beziehungsweise „nicht-kompetent“ werden jeweils 60 % der beiden ermittelten Werte definiert. (39)

Cohen’s Methode kombiniert die Vorteile der beiden Standard Setting. Daher wurde diese Methode zur Ermittlung einer Bestehensgrenze für die praktische Evaluierung angewendet. Für den Schwerpunkt der Abdomensonographie handelte es sich sowohl bei der erreichten

Höchstpunkteanzahl als auch der 95 %-Perzentile um die Anzahl von 23 Punkten, wodurch sich eine 60 % Bestehensgrenze von 14 Punkten ergab.

Der oder die beste Studierende erreichte im Teilbereich Notfallultraschall eine dem Maximum entsprechende Gesamtanzahl von zwölf Punkten. Dies ergab eine 60 % Bestehensgrenze von acht Punkten. Hingegen betrug die 95 %-Perzentile elf Punkte. Daraus wurde eine 60 % Bestehensgrenze von sieben Punkten ermittelt.

Im Teilbereich Echokardiografie konnte der oder die beste Studierende die Maximalanzahl von 22 Punkten erreichen, wodurch sich eine 60 % Bestehensgrenze von 14 Punkten ergab. Hierbei ergab sich der größte Unterschied zwischen dem maximal erreichten Score und der 95 %-Perzentile. Diese lag bei 18 Punkten und zeigte eine 60 % Bestehensgrenze von elf Punkten.

Zwei Studierende erzielten eine Gesamtpunkteanzahl von 52 Punkten, die sich mit der 95 %-Perzentile innerhalb der Stichprobe deckten. Die 60 % Bestehensgrenze wurde somit bei 32 Gesamtpunkten festgelegt.

Es ergab sich schließlich die Überlegung, statt des oder der „besten Studierenden“ beziehungsweise des 95 %-Perzentils die Leistung von Assistenzärzten und Assistenzärztinnen als Referenzwert heranzuziehen. Diese sollten dabei den entsprechenden Fachdisziplinen entstammen. Es war davon auszugehen, dass in der Facharztausbildung stehendes Personal bereits fundierte, fachbezogene Fertigkeiten auf dem Gebiet der Sonographie akquirieren konnte. Zudem konnte ein regelmäßiger und folglich routinierter Einsatz jener den Untersuchungsschwerpunkten zuzuordnenden Skills im klinischen Alltag angenommen werden.

Vier sich in der Facharztausbildung für Kardiologie befindende Ärzte und Ärztinnen an der Medizinischen Universität Graz stellten sich für die Durchführung der beiden im praktischen Evaluierungssystem enthaltenen Echokardiografie-Schnitte zur Verfügung. Zur praktischen Anwendung der Abdomen- und eFAST-Ultraschallschnitte fanden sich vier Assistenzärzte der Gastroenterologie und Hepatologie sowie zwei dem Radiologischen Institut zugehörige Assistenzärzte. Deren Beurteilung der praktischen Fähigkeiten fand ebenso mittels des erstellten Scoring-Systems und unter den gleichen definierten Rahmenbedingungen statt. Die einzige Ausnahme bildete die Verwendung des auf den jeweiligen Stationen und Ambulanzen zur Verfügung stehenden Schallgerätes.

Zur Ermittlung des Referenzwertes und der sich daraus ergebenden 60 % Bestehensgrenze wurde das arithmetische Mittel der von den Ärzten und Ärztinnen in den jeweiligen Teilbereichen erzielten Punkteanzahlen herangezogen. Gastroenterologen und Radiologen erreichten im Teilbereich Abdomen im Durchschnitt 25 Punkte, wodurch sich eine 60 % Bestehensgrenze von 15 Punkten ergab. Im Teilbereich Notfall konnten die sechs teilnehmenden Ärzte im Durchschnitt zehn Punkte erzielen, weshalb eine 60 % Bestehensgrenze von sechs Punkten berechnet wurde. Kardiologen und Kardiologinnen konnten die Maximalanzahl von 22 Punkten erlangen. Die 60 % Bestehensgrenze lag somit bei 14 Punkten.

2.2.4. Statistische Auswertung

Für jeden einzelnen zu untersuchenden Einflussfaktor erfolgte eine Differenzierung der gesamten Stichprobe in zwei im Anschluss zu vergleichende Subgruppen. An dieser Stelle wird auf *Abschnitt 2.1.4.* verwiesen, da das Vorgehen der statistischen Datenauswertung der im Rahmen der theoretischen Evaluierung angewandten Methodik glich.

Einerseits fand die statistische Untersuchung der Einflussfaktoren jeweils differenziert für die definierten Kern-Problemstellungen/Teilbereiche Abdomen, Notfall und Echokardiografie sowie für die Gesamtpunkte statt. Die zugehörigen statistischen Auswertungen in Bezug auf die drei Kern-Problemstellungen sowie die Gesamtpunkte wurden der „Schwerpunkt-Klassifikation“ zugeordnet. Andererseits wurde der suspizierte Einfluss der verschiedenen Ausbildungsmöglichkeiten jeweils differenziert für die einzelnen allgemeinen Kompetenzen der Skills-Klassifikation/alternativen Klassifikation analysiert. Die „Skills-Klassifikation“ umfasste die jeweils zugehörigen statistischen Berechnungen der Kompetenzen Basics, Technik, Bildeinstellung, Klinik und Strukturen.

Korrelation

Wie bereits in *Abschnitt 2.1.1.* erwähnt, bestand die Möglichkeit die im Rahmen der theoretischen Evaluierung erhobenen Daten einer bestimmten Person zweifelsfrei den im Zuge der praktischen Evaluierung ermittelten Daten jener Person zuzuordnen. Dies war aufgrund der zugeteilten Nummern beziehungsweise der erstellten Codes möglich. Insgesamt 21 Studierende des fünften und sechsten Studienjahres nahmen an beiden Datenerhebungen teil. Folglich konnte mittels statistischer Methoden ein potenzieller

linearer Zusammenhang zwischen dem Wissen sowie den Skills der Studierenden untersucht werden. Dies erfolgte graphisch anhand der Erstellung von Punktwolken und Regressionsgeraden sowie rechnerisch mithilfe einer Korrelationsanalyse nach Spearman.

3. *Ergebnisse*

3.1. *Theoretische Evaluierung*

3.1.1. *Studienfortschritt*

3.1.1.1. *Studienfortschritt (niedrig/fortgeschritten)*

Im Folgenden wurde getestet, ob in den Teilbereichen sowie den Gesamtpunkten ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Punkteanzahlen von Studierenden in „fortgeschrittenen“ Semestern ($n_1 = 72$) und Studierenden mit „niedrigem“ Studienfortschritt ($n_2 = 45$) bestand. Die Maßzahlen der deskriptiven Statistik sowie die Ergebnisse der Shapiro-Wilk-Tests für die einzelnen Subgruppenverteilungen sind in *Tabelle 4* ersichtlich.

Aufgrund der nicht erfüllten Voraussetzungen zur parametrischen Testung wurde die Anwendung von U-Tests nach Mann und Whitney erforderlich, um die Studierenden innerhalb der Teilbereiche Basics, Notfall und Echokardiografie zu vergleichen. Es zeigten sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den sich anhand des Merkmals „Studienfortschritt“ unterscheidenden Stichproben für die Schwerpunkte Basics ($U [72, 45] = 1433,00$, $z = -1,104$, $p = .270$), Notfall ($U [72, 45] = 1445,50$, $z = -.994$, $p = .320$) und Echokardiografie ($U [72, 45] = 1546,50$, $z = -.414$, $p = .679$). Aufgrund vorhandener Normalverteilungen bezüglich der Schwerpunktsetzung Abdomen und der Gesamtpunkte war die Anwendung von t-Tests für unabhängige Stichproben möglich. Im Levene-Test ergab sich keine Varianzhomogenität für die Gesamtpunkte ($F [115] = 8,85$, $p = .004$) und den Teilbereich Abdomen ($F [115] = 4,44$, $p = .037$). Die Ergebnisse der t-Tests mit Welch-Korrektur zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede in den Gesamtpunkten ($t [71,35] = -.33$, $p = .742$) sowie dem Teilbereich Abdomen ($t [73, 79] = .10$, $p = .922$). Mithilfe von Box-Whisker-Plots in *Abbildung 14* werden die statistisch nicht-signifikanten Unterschiede zwischen den Studierenden in „fortgeschrittenen“ Semestern und jenen mit „niedrigem“ Studienfortschritt graphisch dargestellt.

Abbildung 14 Box-Plots des Einflussfaktors "Studienfortschritt" (Gesamtpunkte, Basics, Notfall, Abdomen, Echo)

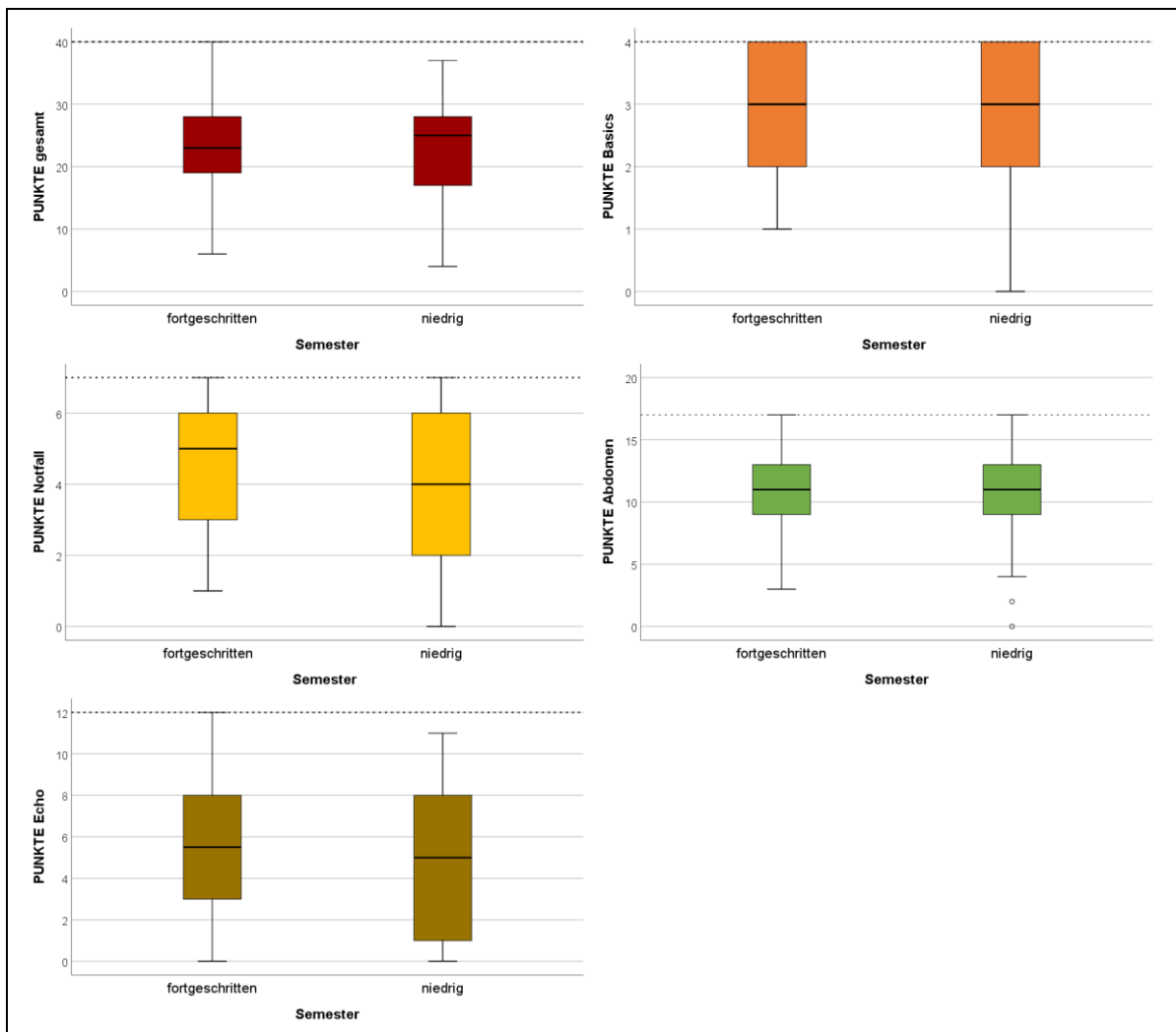


Tabelle 4 Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Tests: Studienfortschritt

Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Test
Studienfortschritt (fortgeschritten/niedrig)

	M	SD	Median	N	95% KI		W	p
					OG	UG		
Punkte Basics								
fortgeschritten ^a	2,92	.87	3,00	72	3,12	2,71	.86	<.001*
niedrig ^b	3,04	1,07	3,00	45	3,36	2,72	.82	<.001*
Punkte Notfall								
fortgeschritten ^a	4,35	1,60	5,00	72	4,72	3,97	.91	<.001*
niedrig ^b	3,91	2,05	4,00	45	4,53	3,29	.93	.011*
Punkte Echo								
fortgeschritten ^a	5,32	3,28	5,50	72	6,09	4,55	.96	.014*
niedrig ^b	5,04	3,62	5,00	45	6,13	3,96	.93	.007*

Punkte Abdomen								
fortgeschritten ^a	10,67	2,89	11,00	72	11,35	9,99	.97	.100
niedrig ^b	10,73	3,91	11,00	45	11,91	9,56	.96	.165
Gesamtpunkte								
fortgeschritten ^a	23,25	6,46	23,00	72	24,77	21,73	.99	.887
niedrig ^b	22,73	9,16	25,00	45	25,48	19,98	.96	.091

Anmerkungen. *M* = mean (Mittelwert). *SD* = standard deviation (Standardabweichung). *N* = Stichprobenumfang. *KI* = Konfidenzintervall. *OG* = Obergrenze. *UG* = Untergrenze. *W* = Shapiro-Wilk-*W*. *p* = *p*-Wert. ^a5. & 6. Studienjahr. ^b3. & 4. Studienjahr.

* *p* < .050

3.1.1.2. Studienfortschritt - Studienjahre

In einem zweiten Schritt zur Untersuchung des Studienfortschrittes als Einflussparameter wurden die Studierenden in Subgruppen des dritten ($n_1 = 24$), vierten ($n_2 = 21$), fünften ($n_3 = 38$) und sechsten ($n_4 = 34$) Jahres eingeteilt. Jedes einzelne Studienjahr wurde jeweils mit den anderen drei Studienjahren verglichen, wodurch sich pro Teilbereich insgesamt sechs Vergleichsgruppen ergaben. In *Tabelle 5* werden die Kennzahlen der deskriptiven Statistik sowie die Ergebnisse der Shapiro-Wilk-Tests diesbezüglich aufgelistet.

Tabelle 5 Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Tests: Studienfortschritt - Studienjahre

Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Test

Studienfortschritt – Studienjahre

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>N</i>	95% <i>KI</i>		<i>W</i>	<i>p</i>
					<i>OG</i>	<i>UG</i>		
Punkte Basics								
3.Jahr	3,08	1,02	3,00	24	3,51	2,65	.81	<.001*
4.Jahr	3,00	1,14	3,00	21	3,52	2,48	.82	.001*
5.Jahr	3,00	.84	3,00	38	3,28	2,72	.85	<.001*
6.Jahr	2,82	.90	3,00	34	3,14	2,51	.87	.001*
Punkte Notfall								
3.Jahr	3,71	2,05	3,50	24	4,58	2,84	.93	.082
4.Jahr	4,14	2,08	4,00	21	5,09	3,20	.92	.070
5.Jahr	4,24	1,76	4,50	38	4,82	3,66	.89	.001*
6.Jahr	4,47	1,42	5,00	34	4,97	3,98	.91	.006*
Punkte Abdomen								
3.Jahr	11,00	4,38	12,00	24	12,85	9,15	.93	.121
4.Jahr	10,43	3,37	11,00	21	11,96	8,89	.98	.885
5.Jahr	10,58	3,27	11,00	38	11,65	9,50	.96	.238
6.Jahr	10,76	2,44	11,00	34	11,62	9,91	.97	.434

Punkte Echo								
3.Jahr	4,79	3,86	4,50	24	6,42	3,16	.90	.017*
4.Jahr	5,33	3,41	6,00	21	6,89	3,78	.93	.019*
5.Jahr	6,26	3,50	7,00	38	7,41	5,11	.95	.308
6.Jahr	4,26	2,68	4,50	34	5,20	3,33	.96	.169
Gesamtpunkte								
3.Jahr	22,58	9,85	25,00	24	26,74	18,43	.94	.138
4.Jahr	22,90	8,54	23,00	21	26,79	19,02	.97	.717
5.Jahr	24,08	7,57	24,50	38	26,57	21,59	.99	.911
6.Jahr	22,32	4,89	23,00	34	24,03	20,62	.98	.804

Anmerkungen. *M* = mean (Mittelwert). *SD* = standard deviation (Standardabweichung). *N* = Stichprobenumfang. *KI* = Konfidenzintervall. *OG* = Obergrenze. *UG* = Untergrenze. *W* = Shapiro-Wilk-*W*.

p = *p*-Wert.

* *p* < .050

Teilbereich Basics

Die Stichprobenverteilungen aller vier Studienjahre stellten sich in den Ergebnissen der Shapiro-Wilk-Tests als nicht normalverteilt dar. Demzufolge wurde die Anwendung nicht-parametrischer Testungen erforderlich. Wie in *Tabelle 6* dargestellt, wurden anhand der U-Tests nach Mann und Whitney keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Punkteanzahlen der einzelnen Studienjahre im Teilbereich Basics nachgewiesen. In *Abbildung 15* werden die nicht-signifikanten Unterschiede zwischen den Punkteanzahlen der vier Studienjahre mithilfe von Box-Whisker-Plots graphisch veranschaulicht.

Tabelle 6 Induktive Statistik Theorie: Studienfortschritt – Studienjahre (Basics)

Induktive Statistik Theorie

Studienfortschritt - Studienjahre

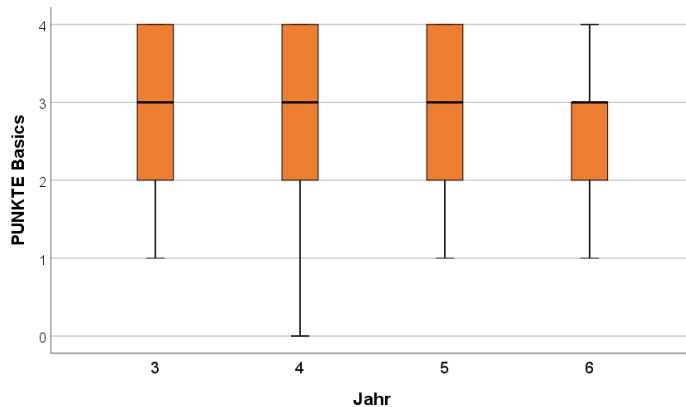
	Median	<i>N</i>	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>
Punkte Basics					
3.Jahr	3,00	24			
4.Jahr	3,00	21	245,50	-.157	.875
4.Jahr	3,00	21			
5.Jahr	3,00	38	374,50	-.410	.682
5.Jahr	3,00	38			
6.Jahr	3,00	34	583,00	-.753	.451
3.Jahr	3,00	24			
5.Jahr	3,00	38	418,00	-.580	.562

3.Jahr	3,00	24			
6.Jahr	3,00	34	337,00	-1,178	.239
4.Jahr	3,00	21			
6.Jahr	3,00	34	303,50	-.975	.330

Anmerkungen. N = Stichprobenumfang. U = Mann-Whitney- U . Z = Z -Wert. p = p -Wert.

* $p < .050$

Abbildung 15 Box Plot Studienjahre (Basics)



Teilbereich Notfall

In den Vergleichsgruppen „4.Jahr – 5.Jahr“, „5.Jahr – 6.Jahr“, „3.Jahr – 5.Jahr“, „3.Jahr – 6.Jahr“ und „4.Jahr – 6.Jahr“ wurde die Anwendung nicht-parametrischer Testungen in Form von U-Tests nach Mann und Whitney erforderlich, da sich diese nicht normalverteilt präsentierten. Die zugehörigen Ergebnisse sind in *Tabelle 7* ersichtlich. Im Teilbereich Notfall wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Punktezahlen der genannten Vergleichsgruppen dargelegt. In den normalverteilten Vergleichsgruppen „3.Jahr – 4.Jahr“ wurde die Entscheidung zur parametrischen Testung getroffen. Aufgrund der im Levene-Test nachgewiesenen Varianzhomogenität ($F [43] = .01, p = .937$) war die Anwendung eines t-Tests für unabhängige Stichproben möglich. Dieser zeigte keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Punktezahlen von Studierenden des dritten und vierten Jahres ($t [43] = -.70, p = .485$). In *Abbildung 16* werden die nicht-signifikanten Unterschiede zwischen den Punktezahlen der vier Studienjahre in Form von Box-Whisker-Plots graphisch dargestellt. Der sichtbare Trend steigender Punktezahlen mit Fortschreiten der Studienjahre und einem stetigen Anstieg der Mediane um 0,5 wurde statistisch nicht belegt.

Tabelle 7 Induktive Statistik Theorie: Studienfortschritt – Studienjahre (Notfall)

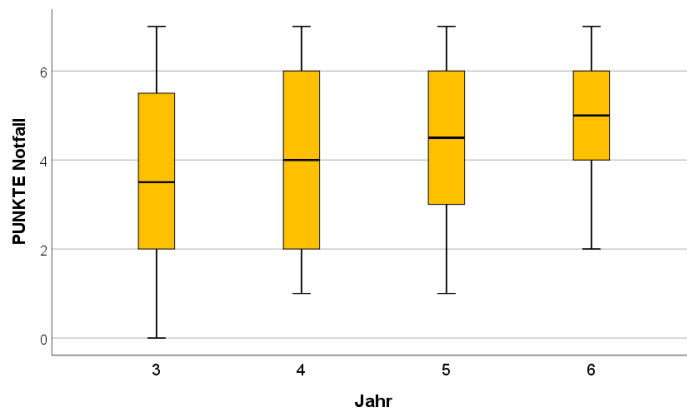
Induktive Statistik Theorie

Studienfortschritt - Studienjahre

	Median	N	U	Z	p
Punkte Notfall					
4.Jahr	4,00	21			
5.Jahr	4,50	38	394,50	-.072	.942
5.Jahr	4,50	38			
6.Jahr	5,00	34	615,50	-.352	.725
3.Jahr	3,50	24			
5.Jahr	4,50	38	391,00	-.955	.340
3.Jahr	3,50	24			
6.Jahr	5,00	34	328,50	-1,280	.201
4.Jahr	4,00	21			
6.Jahr	5,00	34	331,50	-.449	.653

Anmerkungen. N = Stichprobenumfang. U = Mann-Whitney-U. Z = Z-Wert. p = p-Wert.
* p < .050

Abbildung 16 Box Plot Studienjahre (Notfall)



Teilbereich Abdomen

Anhand der Shapiro-Wilk-Ergebnisse wurde für die Stichprobenverteilungen aller vier Studienjahre auf das Vorhandensein von Normalverteilungen geschlossen. Mittels Levene-Tests wurden die Stichprobenvarianzen auf Homogenität überprüft. Da sich diese für die Vergleichsgruppen „3.Jahr – 4.Jahr“, „4.Jahr – 5.Jahr“, „5.Jahr – 6.Jahr“, „3.Jahr – 5.Jahr“ und „4.Jahr – 6.Jahr“ bestätigte, war die Anwendung von t-Tests für unabhängige Stichproben möglich. Die Ergebnisse in *Tabelle 8* zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Punkteanzahlen der jeweiligen Studienjahre.

Die Vergleichsgruppe „3.Jahr – 6.Jahr“ wies im Levene-Test keine Varianzhomogenität auf ($F [56] = 8,36, p = .005^*$), weshalb eine t-Testung unter Anwendung der Welch-Korrektur erfolgte. Es ergab sich kein statistisch signifikanter Unterschied ($t [33,04] = .24, p = .813$) bei Vergleich der Subgruppen „3.Jahr“ und „6.Jahr“. Anhand von Box-Whisker-Plots in *Abbildung 17* werden die fehlenden signifikanten Unterschiede zwischen den Punkteverteilungen der einzelnen Studienjahre graphisch verdeutlicht.

Tabelle 8 Induktive Statistik Theorie: Studienfortschritt – Studienjahre (Abdomen)

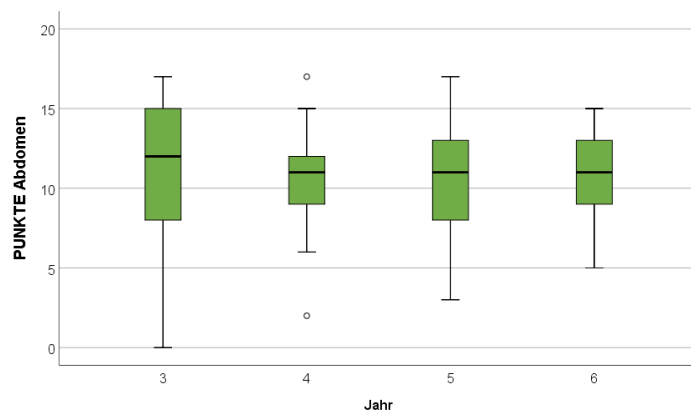
Induktive Statistik Theorie
Studienfortschritt – Studienjahre

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	<i>F</i>	<i>[df]</i>	<i>p_{Levene}</i>	<i>t[<i>df</i>]</i>	<i>p</i>
Punkte Abdomen								
3.Jahr	11,00	4,38	24	1,68	[43]	.202	.49	.630
4.Jahr	10,43	3,37	21					
4.Jahr	10,43	3,37	21	.00	[57]	.991	-.17	.868
5.Jahr	10,58	3,27	38					
5.Jahr	10,58	3,27	38	2,05	[70]	.157	-.27	.787
6.Jahr	10,76	2,44	34					
3.Jahr	11,00	4,38	24	2,52	[60]	.117	.43	.667
5.Jahr	10,58	3,27	38					
4.Jahr	10,43	3,37	21	1,58	[53]	.214	-.43	.670
6.Jahr	10,76	2,44	34					

Anmerkungen. *M* = mean (Mittelwert). *SD* = standard deviation (Standardabweichung). *N* = Stichprobenumfang. *F* = F-Wert. *df* = Freiheitsgrade. *p_{Levene}* = *p*-Wert im Levene-Test auf Varianzhomogenität. *t* = *t*-Wert. *p* = *p*-Wert.

* $p < .050$

Abbildung 17 Box Plot Studienjahre (Abdomen)



Teilbereich Echokardiografie

Die Stichprobenverteilungen „3.Jahr“ und „5.Jahr“ präsentierten sich als nicht-normalverteilt, wohingegen sich die Subgruppen „4.Jahr“ und „6.Jahr“ als normalverteilt darstellten. Folglich wurden U-Tests nach Mann und Whitney angewandt, um statistisch signifikante Unterschiede in den Vergleichsgruppen „3.Jahr – 4.Jahr“, „4.Jahr – 5.Jahr“, „5.Jahr – 6.Jahr“, „3.Jahr – 5.Jahr“, und „3.Jahr – 6.Jahr“ darzulegen. Die Ergebnisse finden sich in *Tabelle 9*. Die Ergebnisse der Subgruppenvergleiche „3.Jahr – 4.Jahr“, „4.Jahr – 5.Jahr“, „3.Jahr – 5.Jahr“ sowie „3.Jahr – 6.Jahr“ legten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den genannten Studienjahren dar.

In der Subgruppe „5.Jahr – 6.Jahr“ wurde ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Punkteanzahlen nachgewiesen. Es fand die Berechnung von für den U-Test spezifischen Effektstärken sowie eine anschließende Umrechnung in Cohen's d statt ($CP = .61$, $r = .25$, $d = .52$). Gemäß statistischer Literatur war auf einen großen Effekt zu schließen (54). Im Teilbereich „Echokardiografie“ erreichten die Studierenden des fünften Jahres im Vergleich zu Studierenden des sechsten Jahres somit signifikant höhere Punkteanzahlen.

Der Vergleich zwischen „4.Jahr“ und „6.Jahr“ erforderte die Durchführung parametrischer Testungen. Zunächst wurde das Vorhandensein einer Varianzhomogenität anhand eines Levene-Tests überprüft ($F [53] = .91$, $p = .344$). Das Ergebnis des anschließenden t-Tests für unabhängige Stichproben ($t [53] = 1,29$, $p = .201$) wies keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Subgruppen nach.

In *Abbildung 18* zeigen die Box-Whisker-Plots eine mit Fortschreiten der Studienjahre gleichzeitig steigende Tendenz des Medians, wobei die Subgruppe „6.Jahr“ eine Ausnahme darstellt. Allerdings erwies sich ausschließlich der Subgruppenvergleich zwischen „5.Jahr“ und „6.Jahr“ als statistisch signifikant.

Tabelle 9 Induktive Statistik Theorie: Studienfortschritt – Studienjahre (Echo)

Induktive Statistik Theorie

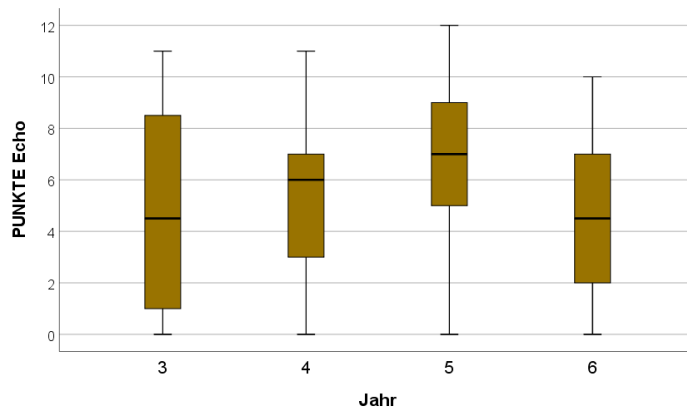
Studienfortschritt - Studienjahre

	Median	N	U	Z	p
Punkte Echo					
3.Jahr	4,50	24			
4.Jahr	6,00	21	228,00	-.549	.583
4.Jahr	6,00	21			
5.Jahr	7,00	38	330,00	-1,098	.272
5.Jahr	7,00	38			
6.Jahr	4,50	34	407,00	-2,710	.007*
3.Jahr	4,50	24			
5.Jahr	7,00	38	359,00	-1,409	.159
3.Jahr	4,50	24			
6.Jahr	4,50	34	376,00	-.508	.611

Anmerkungen. N = Stichprobenumfang. U = Mann-Whitney-U. Z = Z-Wert. p = p-Wert.

* $p < .050$

Abbildung 18 Box Plot Studienjahre (Echokardiografie)



Gesamtpunkte

Da sich sämtliche Subgruppen als normalverteilt präsentierten, fand die Anwendung von Levene-Tests statt. In den Subgruppen „3.Jahr – 4.Jahr“, „4.Jahr – 5.Jahr“ sowie „3.Jahr – 5.Jahr“ wurde auf eine Homogenität der Stichprobenvarianzen geschlossen. Die in *Tabelle 10* angeführten Ergebnisse der t-Tests für unabhängige Stichproben wiesen keine statistisch signifikanten Unterschiede in den Vergleichsgruppen nach. Da für die Subgruppen „5.Jahr – 6.Jahr“, „3.Jahr – 6.Jahr“ und „4.Jahr – 6.Jahr“ im Levene-Test auf Varianzheterogenität geschlossen wurde, fand die Anwendung von t-Tests mit Welch-

Korrektur statt. Die Ergebnisse können *Tabelle 11* entnommen werden, wobei sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den genannten Subgruppen zeigten. In *Abbildung 19* werden die fehlenden signifikanten Unterschiede zwischen den Gesamtpunkteanzahlen der vier Studienjahre anhand von Box-Whisker-Plots verdeutlicht.

Tabelle 10 Induktive Statistik Theorie: Studienfortschritt – Studienjahre (Gesamtpunkte 1)

*Induktive Statistik Theorie
Studienfortschritt – Studienjahre*

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	<i>F</i>	<i>[df]</i>	<i>p_{Levene}</i>	<i>t[<i>df</i>]</i>	<i>p</i>
Gesamtpunkte								
3.Jahr	22,58	9,85	24	1,11	[43]	.299	-.11	.908
4.Jahr	22,90	8,54	21					
4.Jahr	22,90	8,54	21	.29	[57]	.592	-.55	.588
5.Jahr	24,08	7,57	38					
3.Jahr	22,58	9,85	24	3,45	[60]	.068	-.67	.503
5.Jahr	24,08	7,57	38					

Anmerkungen. M = mean (Mittelwert). SD = standard deviation (Standardabweichung). N = Stichprobenumfang. F = F-Wert. df = Freiheitswerte. P_{Levene} = p-Wert im Levene-Test auf Varianzhomogenität. t = t-Wert p = p-Wert.

** p < .050*

Tabelle 11 Induktive Statistik Theorie: Studienfortschritt – Studienjahre (Gesamtpunkte 2)

*Induktive Statistik Theorie
Studienfortschritt – Studienjahre*

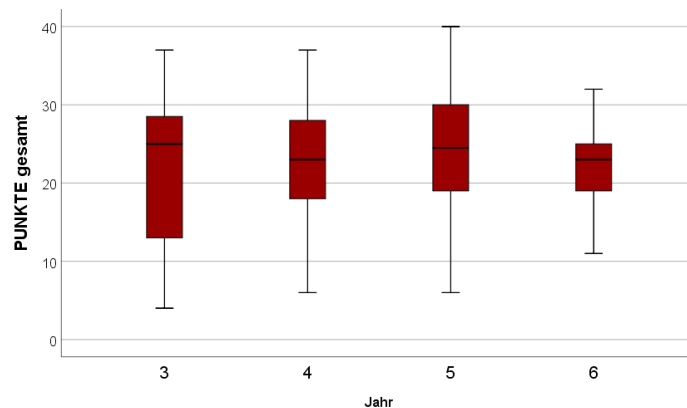
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	<i>F</i>	<i>[df]</i>	<i>p_{Levene}</i>	<i>t</i>	<i>[df]</i>	<i>p</i>
Gesamtpunkte									
5.Jahr	24,08	7,57	38	5,76	[70]	.019*	1,18	[63,98]	.242
6.Jahr	22,32	4,89	34						
3.Jahr	22,58	9,85	24	17,89	[56]	<.001*	.12	[31,05]	.906
6.Jahr	22,32	4,89	34						

4.Jahr	22,90	8,54	21	7,00	[53]	.011*	.28	[28,22]	.778
6.Jahr	22,32	4,89	34						

Anmerkungen. *M* = mean (Mittelwert). *SD* = standard deviation (Standardabweichung). *N* = Stichprobenumfang. *F* = F-Wert *df* = Freiheitsgrade. p_{Levene} = p-Wert im Levene-Test auf Varianzhomogenität. *t* = t-Wert *p* = p-Wert.

* $p < .050$

Abbildung 19 Box Plot Studienjahre (Gesamtpunkte)



3.1.2. Sono4You-Kurs

Es erfolgte die Differenzierung in eine Stichprobe ($n_1 = 73$) von Studierenden, die die Absolvierung eines Kursprogramms oder mehrerer Kursprogramme angegeben hatten, und eine Stichprobe ($n_2 = 44$) von Studierenden, die eine bisherige Teilnahme verneint hatten. Die Kennzahlen der deskriptiven Statistik sowie die Ergebnisse der Shapiro-Wilk-Tests sind in *Tabelle 12* ersichtlich. Im Folgenden wurde getestet, ob in den Teilbereichen sowie den Gesamtpunkten signifikante Unterschiede zwischen den Punkteanzahlen der Studierenden mit und jenen ohne absolviertem/n Sono4You-Kursprogramm/en nachzuweisen waren.

Da sich die Stichprobenverteilungen der Gesamtpunkte als normalverteilt präsentierten und die Ergebnisse des Levene-Tests ($F [115] = 12,81, p = .001^*$) auf Varianzheterogenität hinwiesen, wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben unter Welch-Korrektur angewandt. Es ergab sich kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Studierenden mit Kursabsolvierung und Studierenden ohne bisheriger Kursteilnahme ($t [65,12] = - .368, p = .714$).

Für die vier Teilbereiche wurde die Anwendung von U-Tests nach Mann und Whitney aufgrund nicht-vorhandener Normalverteilungen erforderlich. Für die Schwerpunkte Basics (U [73, 44] = 1401,50, $z = -1,212$, $p = .226$), Notfall (U [73, 44] = 1593,50, $z = -.071$, $p = .943$), Abdomen (U [73, 44] = 1564,50, $z = -.235$, $p = .814$) und Echokardiografie (U [73, 44] = 1554,00, $z = -.294$, $p = .769$) zeigten die Testergebnisse keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Punktzahlen der Studierenden mit und jenen ohne Sono4You-Kursabsolvierung/en.

In *Abbildung 20* werden die nicht-signifikanten Unterschiede zwischen den Punktezahlen der einzelnen Stichproben anhand von Box-Whisker-Plots graphisch verdeutlicht.

Abbildung 20 Box -Plots des Einflussfaktors „Sono4You-Kurs“ (Gesamtpunkte, Basics, Notfall, Abdomen, Echo)

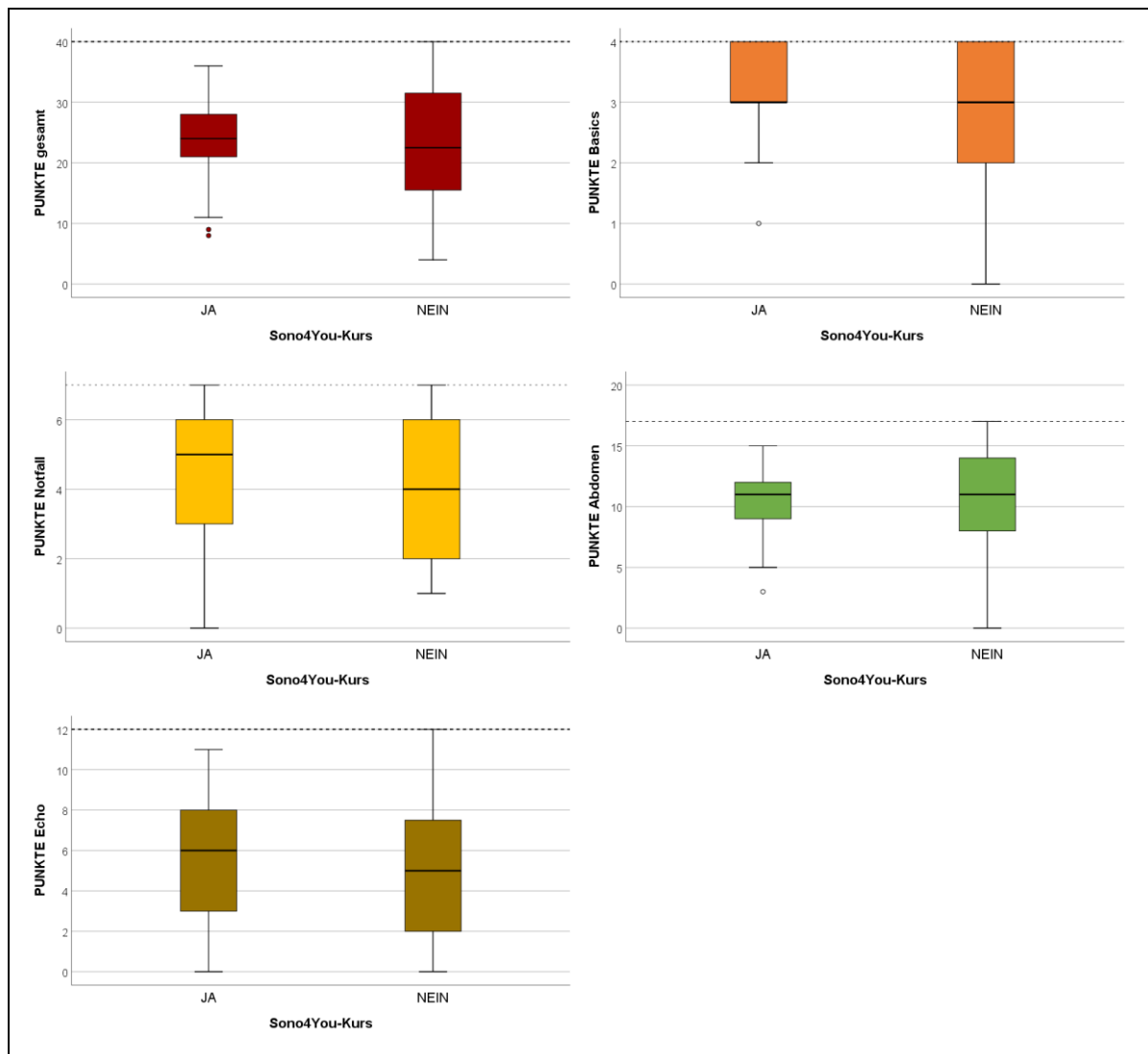


Tabelle 12 Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Tests: Sono4You-Kurs

Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Test

Sono4You-Kurs

	M	SD	Median	N	95% KI		W	p
					OG	UG		
Punkte Basics								
JA	3,08	.80	3,00	73	3,27	2,90	.83	<.001*
NEIN	2,77	1,14	3,00	44	3,12	2,43	.87	<.001*
Punkte Notfall								
JA	4,21	1,71	5,00	73	4,60	3,81	.92	<.001*
NEIN	4,14	1,95	4,00	44	4,73	3,54	.91	.002*
Punkte Abdomen								
JA	10,73	2,65	11,00	73	11,34	10,11	.96	.023*
NEIN	10,64	4,21	11,00	44	11,91	9,36	.97	.199
Punkte Echo								
JA	5,26	3,32	6,00	73	6,04	4,49	.93	.001*
NEIN	5,14	3,57	5,00	44	6,22	4,05	.95	.040*
Gesamtpunkte								
JA	23,27	6,18	24,00	73	24,72	21,83	.97	.134
NEIN	22,68	9,52	22,50	44	25,58	19,79	.97	.324

Anmerkungen: M = mean (Mittelwert). SD = standard deviation (Standardabweichung). N = Stichprobenumfang. KI = Konfidenzintervall. OG = Obergrenze. UG = Untergrenze. W = Shapiro-Wilk-W. p = p-Wert.

* p < .050

3.1.3. Geschlecht

Ebenso sollte ein Gender-spezifischer Einfluss auf die theoretischen Kenntnisse der Studierenden zur Sonographie untersucht werden. Es erfolgte die Differenzierung in eine Stichprobe mit weiblichen ($n_1 = 61$) sowie eine Stichprobe mit männlichen Studierenden ($n_2 = 56$). Die Kennzahlen der deskriptiven Statistik sowie die Ergebnisse der Shapiro-Wilk-Tests sind in *Tabelle 13* aufgelistet. Im Folgenden wurde die Hypothese überprüft, ob in den einzelnen Teilbereichen sowie den Gesamtpunkten statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Punkteanzahlen der männlichen und weiblichen Studierenden nachzuweisen waren.

Aufgrund nicht-vorhandener Normalverteilungen ergab sich die Erforderlichkeit zur Anwendung von U-Tests nach Mann und Whitney für sämtliche Teilbereiche sowie die Gesamtpunkte. Für die Teilbereiche Basics ($U [56,61] = 1554,50$, $z = -.940$, $p = .347$)

Notfall (U [56, 61] = 1354,50, z = - 1,960, p = .050) und Echokardiografie (U [56, 61] = 1560,50, z = - .808, p = .419] deuteten die Ergebnisse auf keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Punktezahlen der teilnehmenden Frauen und Männer hin.

Für die Gesamtpunkte (U [56, 61] = 1335,50, z = - 2,035, p = .042*) sowie den Bereich Abdomen (U [56, 61] = 1350,00, z = - 1,965, p = .049*) zeigten sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen den im Online-Fragebogen erreichten Punktezahlen der männlichen und weiblichen Studierenden. Gemäß den Ergebnissen wiesen männliche Teilnehmer insgesamt sowie dem besagten Bereich signifikant höhere Punktezahlen auf. Im Anschluss wurden die für den U-Test eigenständigen Effektstärken für die Gesamtpunkte (CP = .61, r = .19) sowie den Bereich Abdomen (CP = .60, r = .18) berechnet. Die Umrechnung in Cohen's d ergab für die Gesamtpunkte (d = .39) sowie den Teilbereich Abdomen (d = .37) jeweils einen mittlerer Effekt (54).

In *Abbildung 21* zeigen die Box-Whisker-Plots, dass die männlichen Teilnehmer in sämtlichen Teilbereichen tendenziell höhere Punktezahlen aufwiesen. Statistisch signifikante Unterschiede wurden für den Teilbereich Abdomen sowie die Gesamtpunkte berechnet.

Abbildung 21 Box -Plots des Einflussfaktors „Geschlecht“ (Basics, Notfall, Echo)

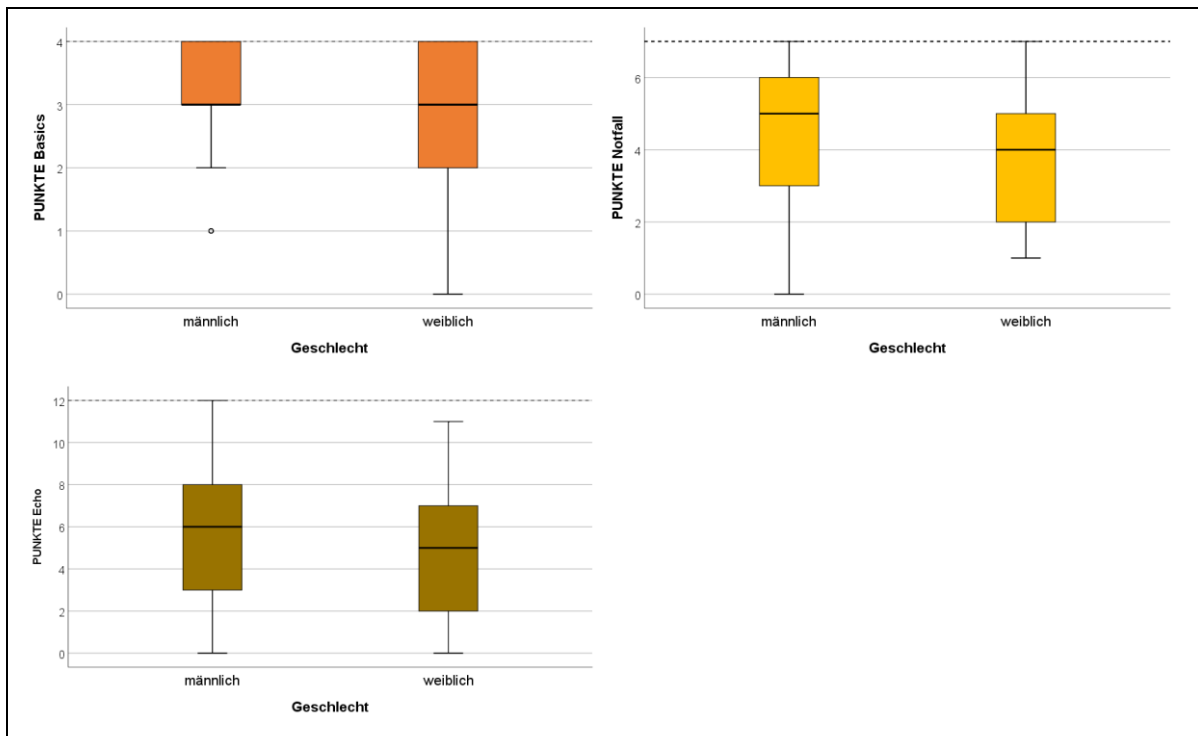


Tabelle 13 Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Tests: Geschlecht

Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Test

Geschlecht

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>N</i>	<i>95% KI</i>		<i>W</i>	<i>p</i>
					<i>OG</i>	<i>UG</i>		
Punkte Basics								
m	3,05	.90	3,00	56	26,46	22,11	.83	<.001*
w	2,89	.99	3,00	61	3,14	2,63	.86	<.001*
Punkte Notfall								
m	4,48	1,83	5,00	56	4,97	3,99	.90	<.001*
w	3,90	1,73	4,00	61	4,34	3,46	.93	.001*
Punkte Abdomen								
m	11,23	3,30	12,00	56	12,12	10,35	.96	.036*
w	10,20	3,25	11,00	61	11,03	9,36	.97	.105
Punkte Echo								
m	5,52	3,54	6,00	56	6,47	4,57	.95	.013*
w	4,93	3,27	5,00	61	5,77	4,10	.94	.003*
Gesamtpunkte								
m	24,29	8,11	24,50	56	26,46	22,11	.96	.048*
w	21,92	6,93	22,00	61	23,69	20,14	.99	.701

Anmerkungen: *M* = mean (Mittelwert). *SD* = standard deviation (Standardabweichung). *N* = Stichprobenumfang. *KI* = Konfidenzintervall. *OG* = Obergrenze. *UG* = Untergrenze. *W* = Shapiro-Wilk-*W*. *p* = *p*-Wert. *m* = männlich. *w* = weiblich.

* *p* < .050

Korrigierter Einflussfaktor des Geschlechtes

Im Verlauf der weiteren Untersuchungen stellte sich eine aktive oder ehemalige Sono4You-Tutorentätigkeit als Störvariable heraus. Deshalb wurden die Stichproben der teilnehmenden Frauen und Männer hinsichtlich der Häufigkeitsverteilung von Tutorentätigkeiten eingehend betrachtet. Es zeigte sich, dass innerhalb der weiblichen Studierenden 10 % und innerhalb der männlichen Studierenden 21 % der Personen eine aktive oder ehemalige Tutorentätigkeit angegeben hatten.

Aufgrund dieser ungleichen Verteilung mit vermehrt männlichen Sono4You-Tutoren wurde die Hypothese formuliert, dass die signifikant höheren Punkteanzahlen in der männlichen Subgruppe für die Gesamtpunkte sowie den Abdomen-Schwerpunkt auf die Störvariable der Tutorentätigkeit zurückzuführen waren. Daraus folgte die notwendige Exklusion sämtlicher Personen, die diese angegeben hatten. Die statistischen Berechnungen wurden gezielt für die Gesamtpunkte sowie den Bereich Abdomen

wiederholt, um eine ausschließlich auf den Störfaktor zurückzuführende statistische Signifikanz auszuschließen.

Die Kennzahlen der deskriptiven Statistik sind in *Tabelle 14* angeführt.

Mit Ausnahme der Verteilung „Gesamtpunkte – weiblich“ präsentierten sich sämtliche Subgruppen in den Ergebnissen des Shapiro-Wilk-Tests als nicht-normalverteilt. Die Ergebnisse der durchgeführten U-Tests nach Mann und Whitney wiesen keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Punkteanzahlen der männlichen und weiblichen Subgruppe für die Gesamtpunkte ($U [45, 54] = 1006,50, z = - 1,467, p = .142$) sowie den Schwerpunkt Abdomen ($U [45,54] = 1001,50, z = - 1,511, p = .131$) nach. Nach Elimination des Störfaktors einer Tutorentätigkeit zeigten sich somit keinerlei signifikante Unterschiede zwischen dem Wissen der weiblichen und männlichen Studierenden.

In *Abbildung 22* sind die Stichprobenverteilungen der um die Störgröße einer Tutorentätigkeit korrigierten weiblichen und männlichen Subgruppen ersichtlich. Der fehlende signifikante Unterschied wird nun auch graphisch anhand von Box-Whisker-Plots veranschaulicht.

Abbildung 22 Box-Plots des korrigierten Einflussfaktors „Geschlecht“ (Gesamtpunkte, Abdomen)

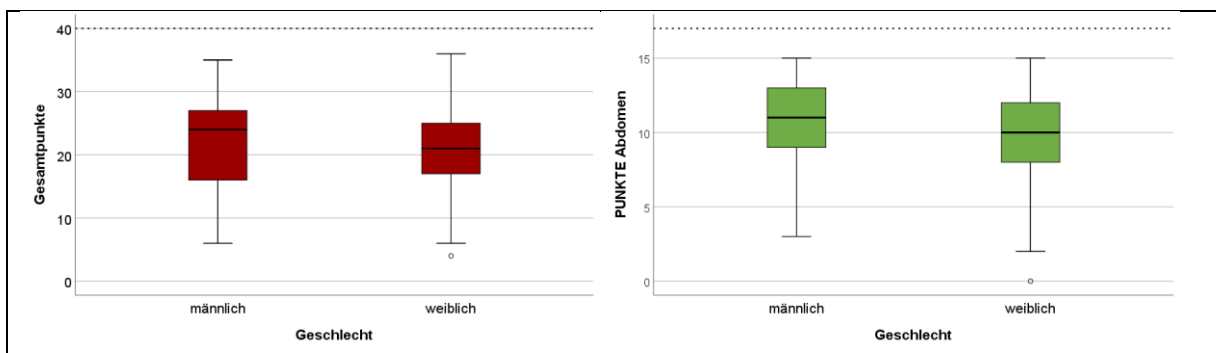


Tabelle 14 Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Tests: Geschlecht, korrigiert

Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Test

Geschlecht, Korrigiert

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>N</i>	<i>95% KI</i>		<i>W</i>	<i>p</i>
					<i>OG</i>	<i>UG</i>		
Punkte Abdomen								
m	10,40	3,08	11,00	45	11,32	9,48	.94	.026*
w	9,61	2,92	10,00	54	10,41	8,82	.94	.011*

		Gesamtpunkte						
m	22,22	7,38	24,00	45	24,44	20,00	.93	.013*
w	20,80	6,29	21,00	54	22,51	19,08	.99	.710

Anmerkungen: *M* = mean (Mittelwert). *SD* = standard deviation (Standardabweichung). *N* = Stichprobenumfang. *KI* = Konfidenzintervall. *OG* = Obergrenze. *UG* = Untergrenze. *W* = Shapiro-Wilk-W. *p* = *p*-Wert. *m* = männlich. *w* = weiblich.

* $p < .050$

3.1.4. Wahlfächer

Es erfolgte die Differenzierung in eine Stichprobe mit Studierenden ($n_1 = 34$), die die Absolvierung Sonographie-bezogener elektiver Lehrveranstaltungen angegeben hatten, und eine Stichprobe mit Studierenden ($n_2 = 83$), die diese verneint hatten. Die Kennzahlen der deskriptiven Statistik diesbezüglich sowie die Ergebnisse der Shapiro-Wilk-Tests sind in *Tabelle 15* dargestellt.

Aufgrund des fehlenden Nachweises von Normalverteilungen wurde die Anwendung von U-Tests nach Mann und Whitney für die Schwerpunktsetzungen Basics, Notfall und Echokardiografie erforderlich. Gemäß den Ergebnissen zeigten sich statistisch signifikante Unterschiede in den Teilbereichen Basics (U [34, 83] = 1012,50 $z = -2,520$, $p = .012^*$), Notfall (U [34, 83] = 887,00, $z = -3,197$, $p = .001^*$) sowie Echokardiografie (U [34, 83] = 1044,00, $z = -2,213$, $p = .027^*$). Folglich wiesen Studierende nach Absolvierung Ultraschall-spezifischer Wahlfächer im Vergleich zu Studierenden ohne bisherige Teilnahme signifikant höhere Punktezahlen im Online-Fragebogen auf. Es fand die Berechnung der für den U-Test eigenständigen Effektstärken für die Teilbereiche Basics (CP = .64, $r = .32$), Notfall (CP = .69, $r = .30$) und Echokardiografie (CP = .63, $r = .20$) statt. Bezüglich der Teilbereiche Basics ($d = .48$), Notfall ($d = .62$) sowie Echokardiografie ($d = .42$) zeigte sich nach Umrechnung in Cohen's d ein großer Effekt (54).

Für den Schwerpunkt Abdomen sowie die Gesamtpunkte zeigten sich die Subgruppen im Shapiro-Wilk-Test normalverteilt. Da sich das Vorhandensein von Varianzgleichheiten im Levene-Test für den Teilbereich Abdomen (F [115] = 1,15, $p = .286$) sowie die Gesamtpunkte (F [115] = .72, $p = .397$) bestätigte, war die Anwendung eines t-Tests für unabhängige Stichproben möglich. Für den Schwerpunkt Abdomen (t [115] = -1,84, $p = .069$) wurde kein statistisch signifikanter Unterschied dargelegt. Für die Gesamtpunkte (t [115] = -2,98, $p = .004^*$) ergab sich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen

den Punktezahlen der sich anhand des Merkmals „Wahlfächer“ unterscheidenden Studierendengruppen. Im Anschluss fand die Berechnung der zugehörigen Effektstärke Cohen's d ($d = .61$) statt, die auf einen großen Effekt hindeutete (54).

Die Box-Whisker-Plots in *Abbildung 23* zeigen graphisch, dass die Studierenden, die elektive Lehrveranstaltungen besucht hatten, in sämtlichen Teilbereichen vergleichsweise höhere Punktezahlen aufwiesen. Eine statistische Signifikanz in den Testungen wurde lediglich für den Teilbereich Abdomen nicht erbracht.

Abbildung 23 Box-Plots für den Einflussfaktor „Wahlfach-Absolvierung“ (Gesamtpunkte, Basics, Notfall, Abdomen, Echo)

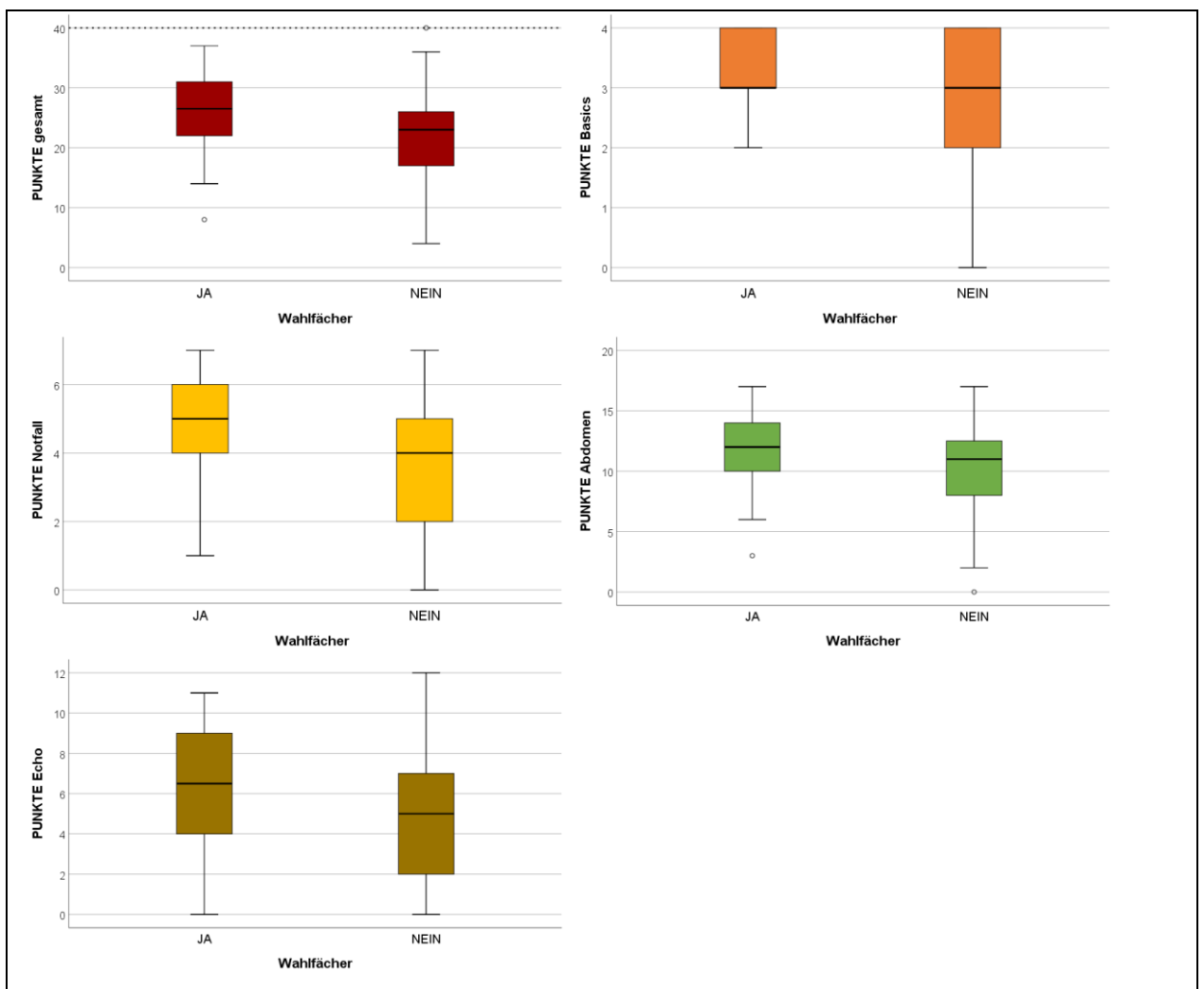


Tabelle 15 Deskriptive Statistik, Shapiro-Wilk-Tests: Wahlfächer

Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Test

Wahlfächer

	M	SD	Median	N	95% KI		W	p
					OG	UG		
Punkte Basics								
JA	3,32	.73	3,00	34	3,58	3,07	.77	<.001*
NEIN	2,82	.99	3,00	83	3,04	2,60	.87	<.001*
Punkte Notfall								
JA	5,00	1,52	5,00	34	5,53	4,47	.90	.004*
NEIN	3,84	1,80	4,00	83	4,24	3,45	.93	<.001*
Punkte Abdomen								
JA	11,56	2,99	12,00	34	12,60	10,52	.95	.154
NEIN	10,34	3,38	11,00	83	11,07	9,60	.98	.181
Punkte Echo								
JA	6,32	3,35	6,50	34	7,49	5,16	.94	.069
NEIN	4,76	3,34	5,00	83	5,49	4,03	.94	.001*
Gesamtpunkte								
JA	26,21	6,70	26,50	34	28,54	23,87	.97	.397
NEIN	21,76	7,58	23,00	83	23,41	20,10	.99	.720

Anmerkungen. M = mean (Mittelwert). SD = standard deviation (Standardabweichung). N = Stichprobenumfang. KI = Konfidenzintervall. OG = Obergrenze. UG = Untergrenze. W = Shapiro-Wilk-W. p = p-Wert.

* p < .050

3.1.5. Zusatzausbildung

Es erfolgte die Differenzierung in eine Stichprobe mit Studierenden (n₁ = 84), die eine Absolvierung von extracurricularen, zusätzlichen Ultraschallfortbildungen angegeben hatten, und eine Stichprobe mit Studierenden (n₁ = 33), die diese verneint hatten. Die Kennzahlen der deskriptiven Statistik sowie die Ergebnisse der Shapiro-Wilk-Tests sind in *Tabelle 16* dargestellt.

Lediglich die Subgruppe „Gesamtpunkte – JA“ präsentierte sich als normalverteilt. Somit war die Anwendung nicht-parametrischer Testungen in Form von U-Tests nach Mann und Whitney erforderlich. Die Testergebnisse zeigten statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Punkteanzahlen von Studierenden mit und jenen ohne bisherige Zusatzausbildung/en für die Schwerpunkte Basics (U [84, 33] = 1022,00, z = - 2,322, p = .020*), Notfall (U [84, 33] = 985,00, z = - 2,468, p = .014*), Abdomen (U [84, 33] = 882,50, z = - 3,067, p = .002*), Echokardiografie

(U [84, 33] = 1050,00, z = - 2,044, p = .041*) sowie die Gesamtpunkte (U [84, 33] = 931,50, z = - 2,756, p = .006*). Personen mit extracurricularen, Sonographie-bezogenen Weiterbildungen erzielten im Vergleich zu Studierenden ohne Zusatzausbildungen somit signifikant höhere Punkteanzahlen im Online-Fragebogen.

Im Anschluss erfolgte die Berechnung der für den U-Test eigenständigen Effektstärken sowie eine Umrechnung in Cohen's d für die Teilbereiche Basics (CP = .63, r = .21, d = .44), Notfall (CP = .64, r = .23, d = .47), Abdomen (CP = .68, r = .28, d = .59), Echokardiografie (CP = .62, r = .19, d = .39) und die Gesamtpunkte (CP = .66, r = .25, d = .53). Für die Teilbereiche Basics, Notfall, Abdomen und die Gesamtpunkte zeigten sich große Effekte (54). Für den Teilbereich Echokardiografie wurde ein mittlerer Effekt nachgewiesen (54).

Tabelle 16 Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Tests: Zusatzausbildung

Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Test
Zusatzausbildung

	M	SD	Median	N	95% KI		W	p
					OG	UG		
Punkte Basics								
JA	3,08	.93	3,00	84	3,29	2,88	.83	<.001*
NEIN	2,67	.92	3,00	33	2,99	2,34	.88	.001*
Punkte Notfall								
JA	4,44	1,73	5,00	84	4,82	4,06	.92	<.001*
NEIN	3,52	1,81	3,00	33	4,16	2,88	.93	.034*
Punkte Abdomen								
JA	11,27	3,22	12,00	84	11,97	10,57	.97	.037*
NEIN	9,21	3,08	10,00	33	10,30	8,12	.93	.034*
Punkte Echo								
JA	5,62	3,31	6,00	84	6,34	4,90	.96	.008*
NEIN	4,18	3,46	5,00	33	5,41	2,96	.89	.004*
Gesamtpunkte								
JA	24,42	7,39	24,00	84	26,02	22,81	.99	.590
NEIN	19,58	7,02	22,00	33	22,07	17,09	.91	.008*

Anmerkungen. M = mean (Mittelwert). SD = standard deviation (Standardabweichung). N = Stichprobenumfang. KI = Konfidenzintervall. OG = Obergrenze. UG = Untergrenze. W = Shapiro-Wilk-W. p = p-Wert.
* p < .050

Korrigierte Zusatzausbildung

18 Personen (21 %) innerhalb der Studierenden mit Absolvierung einer Zusatzausbildung gaben eine aktive oder ehemalige Tätigkeit als Tutor oder Tutorin der Peer-Teaching Initiative Sono4You an. Eine eingehende Betrachtung der Mittelwerte der jeweilig erreichten Punkteanzahlen in den Gesamtpunkten und allen Teilbereichen legte offen, dass diese im Falle einer Tutorentätigkeit deutlich über dem jeweiligen Durchschnitt der übrigen Studierenden innerhalb der Stichprobe lagen. Somit wurde angenommen, dass der Faktor einer aktiven oder ehemaligen Tutorentätigkeit den signifikanten Unterschied in sämtlichen Schwerpunktsetzungen bedingte. Daher wurde die Exklusion der Tutoren und Tutorinnen notwendig. Sämtliche statistischen Berechnungen wurden für die neu definierten Subgruppen in gleicher Weise durchgeführt. Die Kennzahlen der deskriptiven Statistik sowie die Ergebnisse der Shapiro-Wilk-Tests sind in *Tabelle 17* dargestellt.

Da sich lediglich die Subgruppe „Gesamtpunkte – JA“ als normalverteilt präsentierte, folgte die Anwendung von U-Tests nach Mann und Whitney. Für die Gesamtpunkte (U [66, 33] = 891, $z = -1,472$, $p = .141$) sowie die Teilbereiche Basics (U [66, 33] = 941,00, $z = -1,158$, $p = .247$), Abdomen (U [66, 33] = 864,00, $z = -1,682$, $p = .092$), Notfall (U [66, 33] = 862,00, $z = -1,712$, $p = .087$) sowie Echokardiografie (U [66, 33] = 928,50, $z = -1,198$, $p = .231$) wiesen die Testergebnisse keine statistisch signifikanten Unterschiede bei Vergleich der beiden Subgruppen nach. Studierende mit Zusatzausbildung erzielten somit keine signifikant höheren Punkteanzahlen.

Die Korrektur, die eine Reduktion um den Faktor der Sono4You-Tutorenschaft umfasste, legte dar, dass Zusatzausbildungen keinen Einfluss auf den Wissensstand zeigten. Die zuvor nachgewiesenen statistisch signifikanten Unterschiede waren somit ausschließlich auf die in der Stichprobe inbegriffenen Sono4You-Tutoren und Tutorinnen zurückzuführen. In *Abbildung 24* werden die nicht-signifikanten Unterschiede anhand von Box-Whisker-Plots graphisch veranschaulicht.

Abbildung 24 Box-Plots für den Einflussfaktor „Korrigierte Zusatzausbildung“ (Gesamt, Basics, Notfall, Abdomen, Echo)

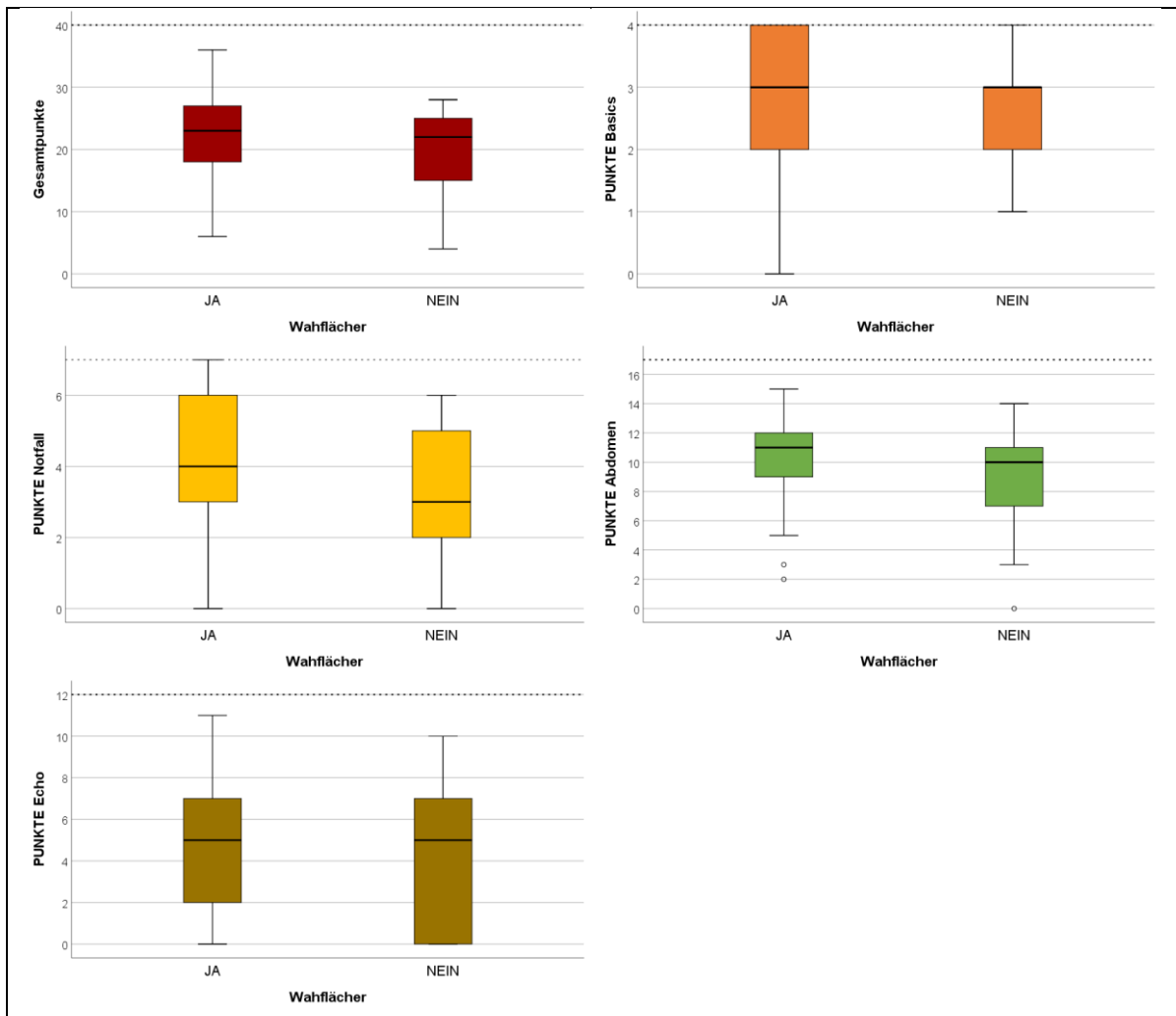


Tabelle 17 Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Tests: Zusatzausbildung Korrekturfaktor

Deskriptive Statistik Theorie, Shapiro-Wilk-Test
Zusatzausbildung Korrekturfaktor

	M	SD	Median	N	95% KI		W	p
					OG	UG		
Punkte Basics								
JA	2,86	.93	3,00	66	3,09	2,64	.86	<.001*
NEIN	2,67	.92	3,00	33	2,99	2,34	.88	.001*
Punkte Notfall								
JA	4,18	1,71	4,00	66	4,60	3,76	.92	<.001*
NEIN	3,52	1,81	3,00	33	4,16	2,88	.92	.018*
Punkte Abdomen								
JA	10,35	2,91	11,00	66	11,06	9,63	.96	.020*
NEIN	9,21	3,08	10,00	33	10,30	8,12	.93	.034*

Punkte Echo								
JA	4,98	3,06	5,00	66	5,74	4,23	.96	.025*
NEIN	4,18	3,46	5,00	33	5,41	2,96	.89	.004*
Gesamtpunkte								
JA	22,38	6,55	23,00	66	23,99	20,77	.99	.737
NEIN	19,58	7,02	22,00	33	22,07	17,09	.91	.008*

Anmerkungen. *M* = mean (Mittelwert). *SD* = standard deviation (Standardabweichung). *N* = Stichprobenumfang. *KI* = Konfidenzintervall. *OG* = Obergrenze. *UG* = Untergrenze. *W* = Shapiro-Wilk-*W*. *p* = *p*-Wert.
* *p* < .050

3.2. Praktische Evaluierung

In einem primären Schritt wurden die einzelnen thematischen Schwerpunkte der praktischen Evaluierung „Abdomen“, „Notfall“ und „Echokardiografie“ sowie die alle Schwerpunkte enthaltenden „Gesamtpunkte“ jeweils differenziert betrachtet. In einem sekundären Schritt wurde eine im Methodenteil bereits ausführlich beschriebene Skills-Klassifikation des Punktesystems gemäß den für eine praktische Anwendung der Sonographie erforderlichen allgemeinen Kompetenzen vorgenommen. Dabei wurden die Skills-Schwerpunkte „Klinik“, „Basics“, „Technik“, „Bildeinstellung“ und „Strukturen erkennen“ jeweils differenziert betrachtet. Die beiden beschriebenen Schritte wurden für jeden einzelnen zu analysierenden Einflussfaktor vorgenommen.

3.2.1. Studienfortschritt (5. & 6. Studienjahr)

Es erfolgte die Differenzierung in eine Stichprobe mit Studierenden des fünften ($n_1 = 31$) sowie des sechsten Studienjahres/(Klinisch) Praktischen Jahres ($n_2 = 32$). Folglich wurde getestet, ob zwischen den Punkteanzahlen der Studierenden des fünften und jenen des sechsten Studienjahres statistisch signifikante Unterschiede nachzuweisen waren und die klinischen Rotationen des letzten Studienabschnittes somit einen positiven Einfluss auf die praktische Anwendung der Sonographie ausübten. Die Kennzahlen der deskriptiven Statistik sowie die Ergebnisse der Shapiro-Wilk-Tests für die jeweiligen Stichprobenverteilungen sind *Tabelle 18* und *19* zu entnehmen.

Tabelle 18 Deskriptive Statistik Praxis Schwerpunkte, Shapiro-Wilk-Tests: Studienfortschritt (5. & 6. Studienjahr)

Deskriptive Statistik Praxis I, Shapiro-Wilk-Test

Studienfortschritt (5. & 6. Studienjahr)

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>N</i>	95% <i>KI</i>		<i>W</i>	<i>p</i>
					<i>OG</i>	<i>UG</i>		
Gesamtpunkte								
5.Jahr	27,78	10,96	26,00	32	31,73	23,83	.95	.121
6.Jahr	27,48	10,36	27,00	31	31,28	23,68	.99	.994
Punkte Abdomen								
5.Jahr	15,84	3,64	15,00	32	17,16	14,53	.95	.115
6.Jahr	15,26	4,35	15,00	31	16,85	13,66	.97	.441
Punkte Notfall								
5.Jahr	5,88	3,75	5,50	32	7,23	4,52	.90	.005*
6.Jahr	6,87	3,35	8,00	31	8,10	5,64	.86	.001*
Punkte Echo								
5.Jahr	6,06	7,20	2,50	32	8,66	3,47	.80	<.001*
6.Jahr	5,35	5,28	3,00	31	7,29	3,42	.87	.001*

Anmerkungen. *M* = mean (Mittelwert). *SD* = standard deviation (Standardabweichung). *N* = Stichprobenumfang. *KI* = Konfidenzintervall. *OG* = Obergrenze. *UG* = Untergrenze. *W* = Shapiro-Wilk-*W*. *p* = *p*-Wert.

* *p* < .050

Tabelle 19 Deskriptive Statistik Praxis Skills, Shapiro-Wilk-Tests: Studienfortschritt (5. & 6. Studienjahr)

Deskriptive Statistik Praxis II, Shapiro-Wilk-Test

Studienfortschritt (5. & 6. Studienjahr)

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>N</i>	95% <i>KI</i>		<i>W</i>	<i>p</i>
					<i>OG</i>	<i>UG</i>		
Punkte Klinik								
5.Jahr	3,47	.72	4,00	32	3,73	3,21	.71	<.001*
6.Jahr	3,52	.81	4,00	31	3,81	3,22	.65	<.001*
Punkte Basics								
5.Jahr	7,03	2,04	6,50	32	7,77	6,30	.91	.008*
6.Jahr	7,65	2,69	7,00	31	8,63	6,66	.94	.101
Punkte Technik								
5.Jahr	4,47	2,38	4,00	32	5,33	3,61	.89	.004*
6.Jahr	3,94	2,19	4,00	31	4,74	3,13	.95	.140
Punkte Bildeinstellungen								
5.Jahr	9,47	4,49	8,50	32	11,09	7,85	.94	.064
6.Jahr	9,13	4,06	9,00	31	10,62	7,64	.97	.586

Punkte Strukturen								
5. Jahr	3,34	2,91	3,00	32	4,39	2,29	.90	.007*
6. Jahr	3,26	2,35	3,00	31	4,12	2,40	.89	.004*

Anmerkungen. *M* = mean (Mittelwert). *SD* = standard deviation (Standardabweichung). *N* = Stichprobenumfang. *KI* = Konfidenzintervall. *OG* = Obergrenze. *UG* = Untergrenze. *W* = Shapiro-Wilk-W. *p* = *p*-Wert.

* $p < .050$

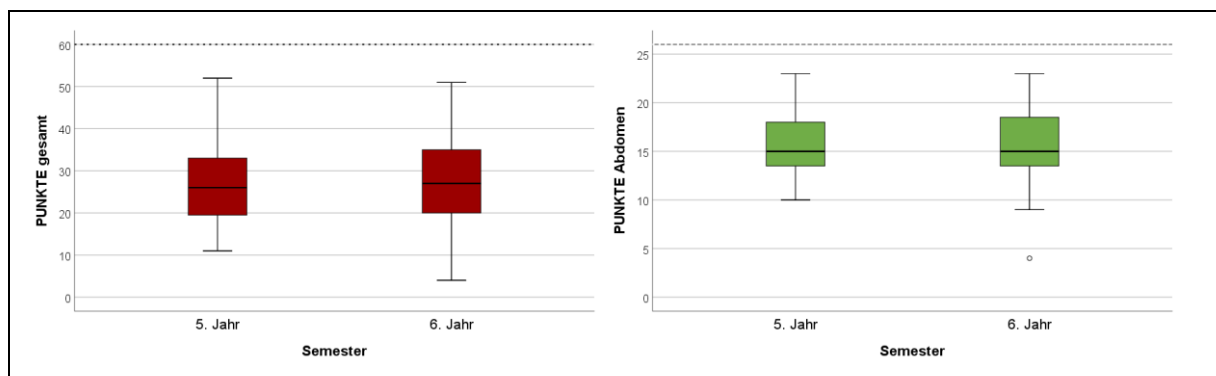
Schwerpunkt-Klassifikation

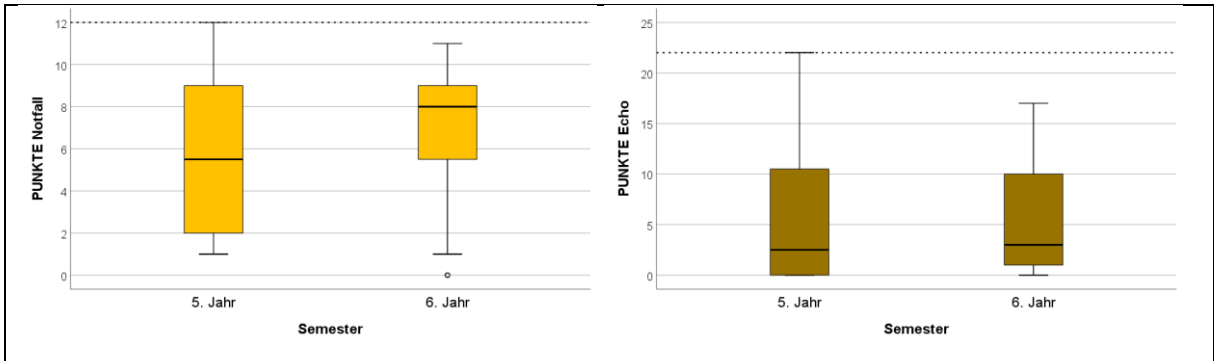
Aufgrund normalverteilter Subgruppen innerhalb des Schwerpunktes Abdomen ($F [61] = .66, p = .421$) sowie der Gesamtpunkte ($F [61] = .22, p = .639$) fand die Anwendung von Levene-Tests zum Nachweis von Varianzgleichheiten statt. Die Ergebnisse der durchgeführten t-Tests für unabhängige Stichproben ergaben keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Punkteanzahlen des fünften und sechsten Studienjahres für den Teilbereich Abdomen ($t [61] = .58, p = .564$) sowie die Gesamtpunkte ($t [61] = .11, p = .912$).

Die Teilbereiche Notfall und Echokardiografie präsentierten sich hingegen nicht-normalverteilt. Die U-Tests nach Mann und Whitney zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Punkteanzahlen von Studierenden des fünften und jenen des sechsten Jahres für die Teilbereiche Notfall ($U [32, 31] = 434,50, z = -.852, p = .394$) und Echokardiografie ($U [32,31] = 489,50, z = -.090, p = .928$).

Die Box-Whisker-Plots in *Abbildung 25* für die drei Teilbereiche sowie die Gesamtpunkte veranschaulichen die nicht-signifikanten Unterschiede zwischen den zu vergleichenden Subgruppen graphisch. Eine potenzielle, graphisch ersichtliche Überlegenheit des sechsten Studienjahres im Teilbereich Notfall wurde in den statistischen Testungen nicht belegt.

Abbildung 25 Box-Plots „Studienfortschritt (5. & 6. Jahr)“ Schwerpunkt-Klassifikation (Gesamt, Abdomen, Notfall, Echo)



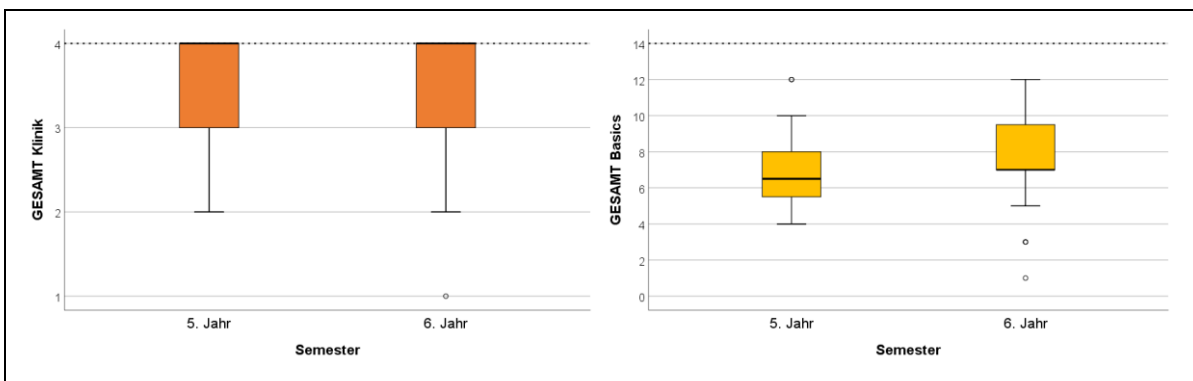


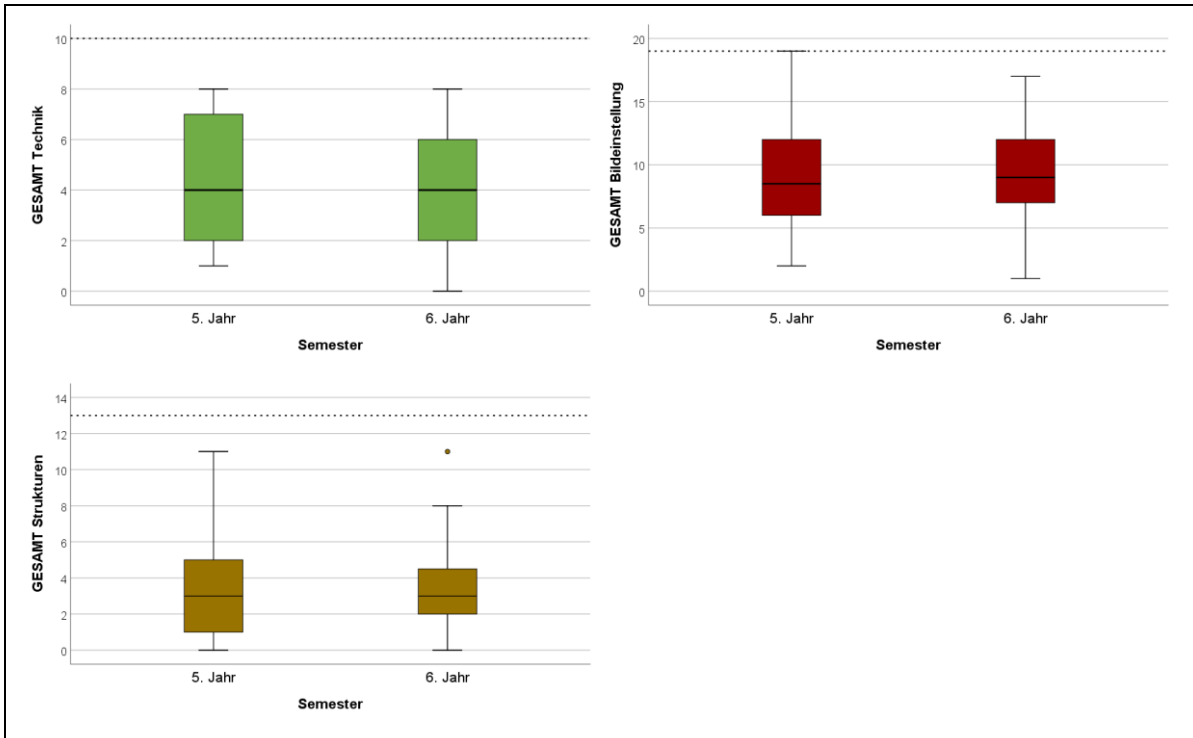
Skills-Klassifikation

Aufgrund fehlender Normalverteilungen war die Anwendung von U-Tests nach Mann und Whitney für die Teilbereiche Klinik, Basics, Technik und Strukturen erforderlich. Für die Schwerpunktsetzungen Klinik (U [32, 31] = 462,50, $z = - .539$, $p = .590$), Basics (U [32, 31] = 380,50, $z = - 1,605$, $p = .109$), Technik (U [32, 31] = 434,00, $z = - .860$, $p = .390$) und Strukturen (U [32, 31] = 478,50, $z = - .243$, $p = .808$) zeigten sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Punkteanzahlen der Studierenden des fünften und jenen des sechsten Jahres.

Aufgrund des Vorhandenseins einer Normalverteilung sowie einer Varianzhomogenität im Levene-Test (F [61] = .53, $p = .468$) war die Anwendung eines t-Tests für unabhängige Stichproben für den Teilbereich Bildeinstellung möglich. Dieser zeigte ebenso keinen signifikanten Unterschied ($t [61] = .32$, $p = .754$) zwischen den Punkteanzahlen der beiden Studienjahre. Die Box-Whisker-Plots in *Abbildung 26* verdeutlichen die nicht-signifikanten Unterschiede zwischen den Punkteanzahlen der beiden letzten Studienjahre für die Teilbereiche der Skills-Klassifikation in graphischer Form.

Abbildung 26 Box-Plots „Studienfortschritt (5. & 6. Jahr)“ Skills-Klassifikation (Klinik, Basics, Technik, Bild, Strukturen)





3.2.2. Sono4You-Kurse

Es erfolgte die Differenzierung in eine Stichprobe mit Studierenden ($n_1 = 33$), die die bisherige Absolvierung eines Kursprogramms oder mehrerer Kursprogramme der Peer-Teaching Initiative angegeben hatten, sowie eine zweite Stichprobe von Studierenden ($n_2 = 30$), die eine bisherige Teilnahme verneint hatten. Es wurde getestet, ob in den beschriebenen Teilbereichen der Schwerpunkt- und Skills-Klassifikation sowie den Gesamtpunkten statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Punktezahlen der beiden Subgruppen zu ermitteln waren. Die Kennzahlen der deskriptiven Statistik sowie die Ergebnisse der Shapiro-Wilk-Tests sind in *Tabelle 20* und *21* aufgelistet.

Tabelle 20 Deskriptive Statistik Praxis Schwerpunkte, Shapiro-Wilk-Tests: Sono4You-Kurs

*Deskriptive Statistik Praxis I, Shapiro-Wilk-Test
Sono4You-Kurs*

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>N</i>	<i>95% KI</i>		<i>W</i>	<i>p</i>
					<i>OG</i>	<i>UG</i>		
Gesamtpunkte								
JA	32,42	10,05	31,00	33	35,99	28,86	.96	.333
NEIN	22,37	8,56	23,00	30	25,56	19,17	.98	.822

Punkte Abdomen								
JA	17,21	3,36	17,00	33	18,40	16,02	.95	.129
NEIN	13,73	3,86	14,00	30	15,17	12,29	.98	.827
Punkte Notfall								
JA	7,67	3,21	9,00	33	8,80	6,53	.85	<.001*
NEIN	4,93	3,43	5,00	30	6,22	3,65	.93	.060
Punkte Echo								
JA	7,55	7,24	4,00	33	10,11	4,98	.86	<.001*
NEIN	3,70	4,32	1,50	30	5,31	2,09	.82	<.001*

Anmerkungen. M = mean (Mittelwert). SD = standard deviation (Standardabweichung). N = Stichprobenumfang. KI = Konfidenzintervall. OG = Obergrenze. UG = Untergrenze. W = Shapiro-Wilk-W. p = p-Wert.

* p < .050

Tabelle 21 Deskriptive Statistik Praxis Skills, Shapiro-Wilk-Tests: Sono4You-Kurs

Deskriptive Statistik Praxis II, Shapiro-Wilk-Test

Sono4You-Kurs

	M	SD	Median	N	95% KI		W	p
					OG	UG		
Punkte Klinik								
JA	3,70	.59	4,00	33	3,90	3,49	.57	<.001*
NEIN	3,27	.87	3,50	30	3,59	2,94	.78	<.001*
Punkte Basics								
JA	8,42	2,21	9,00	33	9,21	7,64	.95	.150
NEIN	6,13	1,98	6,00	30	6,87	5,39	.96	.250
Punkte Technik								
JA	5,33	2,03	6,00	33	6,05	4,61	.91	.010*
NEIN	2,97	1,90	3,00	30	3,68	2,26	.88	.003*
Punkte Strukturen								
JA	4,21	2,83	4,00	33	5,21	3,21	.89	.002*
NEIN	2,30	2,00	2,00	30	3,05	1,55	.91	.012*
Punkte Bildeinstellung								
JA	10,76	4,28	9,00	33	12,28	9,24	.94	.062
NEIN	7,70	3,66	7,00	30	9,07	6,33	.98	.677

Anmerkungen. M = mean (Mittelwert). SD = standard deviation (Standardabweichung). N = Stichprobenumfang. KI = Konfidenzintervall. OG = Obergrenze. UG = Untergrenze. W = Shapiro-Wilk-W. p = p-Wert.

* p < .050

Schwerpunkt-Klassifikation

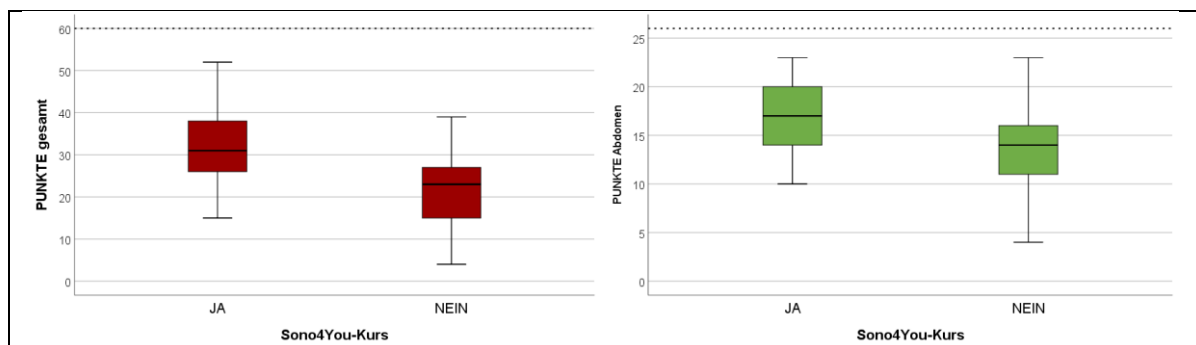
Aufgrund vorhandener Normalverteilungen wurden Levene-Tests für die Gesamtpunkte (F [61] = .64, p = .426) sowie den Schwerpunkt Abdomen (F [61] = .03,

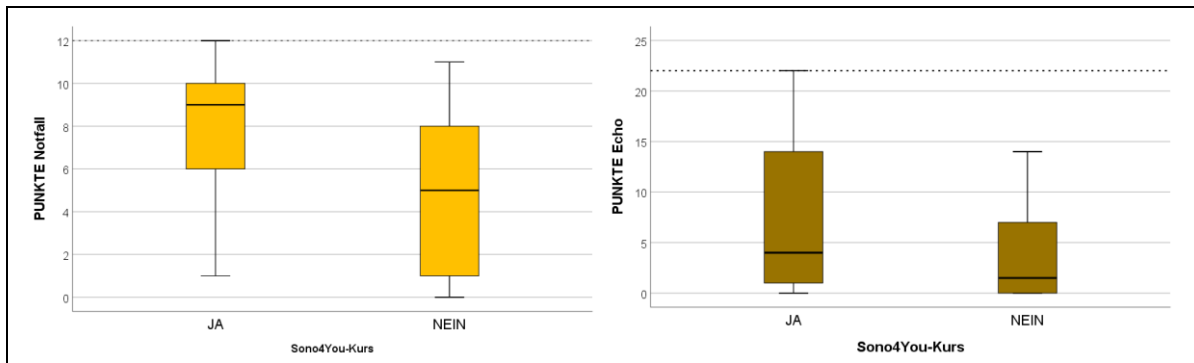
$p = .871$) durchgeführt. Die Ergebnisse der t-Tests für unabhängige Stichproben zeigten sowohl für die Gesamtpunkte ($t [61] = -4,25, p < .001^*$) als auch den Teilbereich Abdomen ($t [61] = -3,82, p < .001^*$) statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Punktezahlen von Studierenden mit und jenen ohne Teilnahme an Sono4You-Kursprogrammen. Die anschließende Berechnung der Effektstärke Cohen's d ergab sowohl für die Gesamtpunkte ($d = 1,07$) als auch den Teilbereich Abdomen ($d = .96$) große Effekte (54).

Aufgrund fehlender Normalverteilungen fand die Anwendung von U-Tests nach Mann und Whitney für die Teilbereiche Notfall ($U [33, 30] = 263,50, z = -3,209, p = .001^*$) und Echokardiografie ($U [33, 30] = 327,00, z = -2,337, p = .019^*$) statt. Erneut wurden statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Punktezahlen von Studierenden mit und jenen ohne bisherige Teilnahme an Kursen der Initiative Sono4You nachgewiesen. Nachfolgend wurden die für den U-Test eigenständigen Effektstärken berechnet und eine Umrechnung in Cohen's d vorgenommen, wobei sich für die Teilbereiche Notfall ($r = .40, CP = .73, d = .88$) und Echokardiografie ($r = .29, CP = .67, d = .62$) ebenso große Effekte darstellen ließen (54). Zusammenfassend erzielten Studierende, die ein/mehrere Kursprogramm/e der Peer-Teaching Initiative Sono4You absolviert hatten, insgesamt sowie in den drei Schwerpunkten der praktischen Evaluierung signifikant höhere Punktezahlen.

Die in *Abbildung 27* erstellten Box-Whisker-Plots veranschaulichen die statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Punktezahlen von Studierenden mit und jenen ohne absolvierte Sono4You-Kurse in Form von Graphiken. Dies ist sowohl für die Gesamtpunkte als auch die Teilbereiche ersichtlich.

Abbildung 27 Box-Plots „Sono4You-Kurs“ Schwerpunkt-Klassifikation (Gesamtpunkte, Abdomen, Notfall, Echo)





Skills-Klassifikation

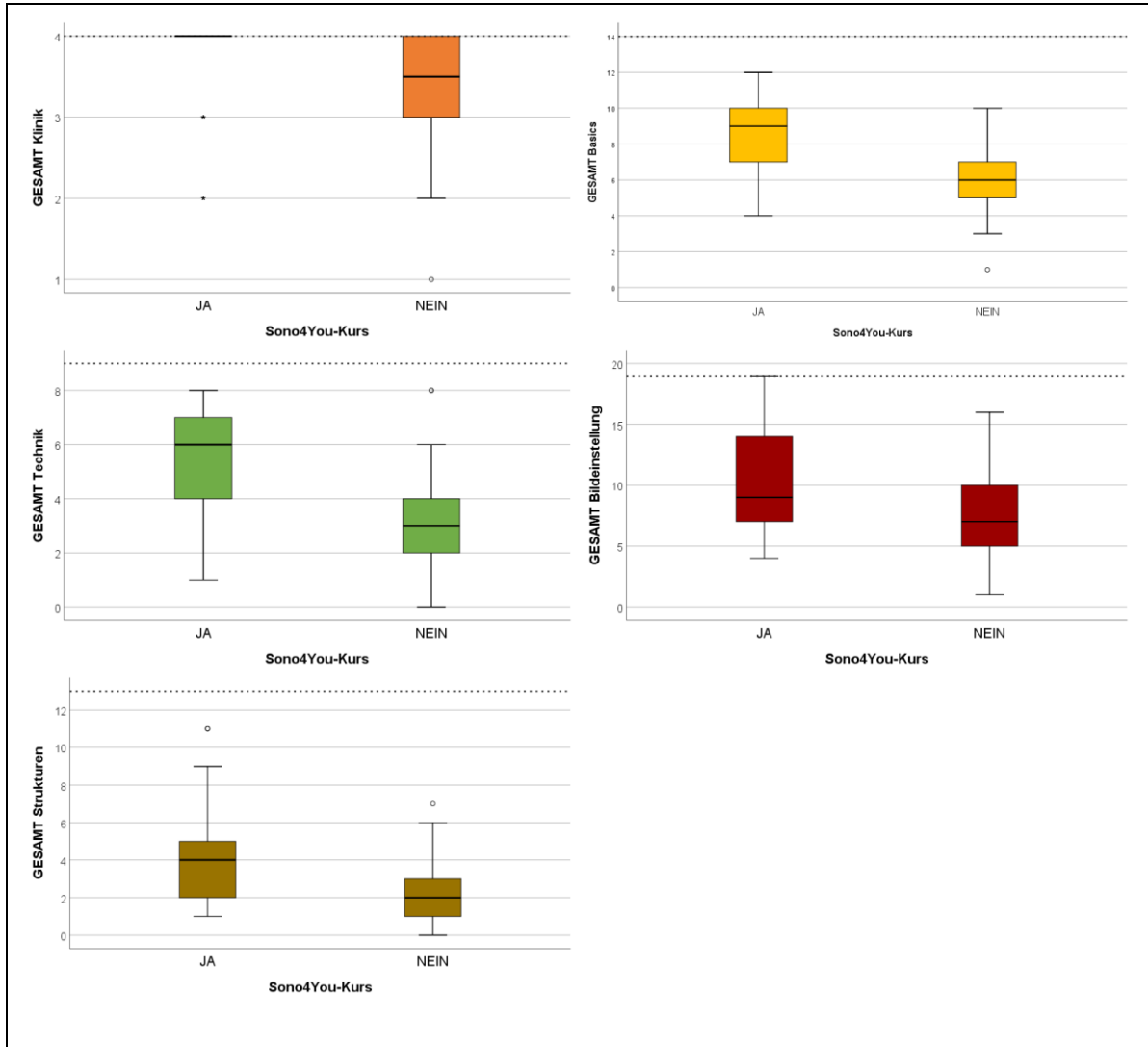
Für die nicht-normalverteilten Subgruppen der Kompetenzbereiche Klinik, Technik sowie Strukturen war die Anwendung von U-Tests nach Mann und Whitney erforderlich. Die Ergebnisse zeigten statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Punktezahlen von Studierenden mit und jenen ohne Sono4You-Kursteilnahme für die Kompetenzen Klinik (U [33, 30] = 357,50, $z = -2,216$, $p = .027^*$), Technik (U [33, 30] = 203,00, $z = -4,055$, $p < .001^*$) sowie Strukturen (U [33, 30] = 292,00, $z = -2,823$, $p = .005^*$). Des Weiteren fand die Berechnung von für den U-Test eigenständigen Effektgrößen und anschließende Umrechnung in die standardisierte Effektgröße Cohen's d für die Kompetenzen Klinik ($r = .28$, CP = .64, $d = .58$), Technik ($r = .51$, CP = .79, $d = 1,19$) und Strukturen ($r = .36$, CP = .71, $d = .76$) statt. Für alle drei Teilbereiche wurden große Effekte dargelegt (54).

Aufgrund nachgewiesener Normalverteilungen wurden Levene-Tests für die Teilbereiche Basics (F [61] = 1,58, $p = .214$) sowie Bildeinstellung (F [61] = 1,26, $p = .266$) durchgeführt. Nach Bestätigung der Varianzgleichheiten wurden t-Tests für unabhängige Stichproben angewandt. Die Ergebnisse zeigten für die Kompetenzen Basics (t [61] = -4,32, $p < .001^*$) und Bildeinstellung (t [61] = -3,03, $p = .004^*$) statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Punktezahlen der zu vergleichenden Subgruppen. Die Berechnung der standardisierten Effektgröße Cohen's d deutete sowohl für den Skills-Schwerpunkt Basics ($d = 1,09$) als auch Bildeinstellung ($d = .77$) auf große Effekte hin (54).

Zusammenfassend wiesen Studierende mit bereits absolviertem/n Sono4You-Kursprogramm/en im Vergleich zu Studierenden ohne bisherige Kursteilnahme signifikant höhere Punktezahlen in sämtlichen Kompetenzbereichen der praktischen Skills-Klassifikation auf. Die Box-Whisker-Plots in *Abbildung 28* veranschaulichen die in allen

Kompetenzbereichen der Skills-Klassifikation nachgewiesenen signifikanten Unterschiede zwischen den Stichproben graphisch.

Abbildung 28 Box-Plots „Sono4You-Kurs“ Skills-Klassifikation (Klinik, Basics, Technik, Bild, Strukturen)



3.2.3. Geschlecht

Zunächst erfolgte die Differenzierung in eine Stichprobe mit männlichen ($n_1 = 43$) sowie eine Stichprobe mit weiblichen Studierenden ($n_2 = 20$). Es wurde getestet, ob in den beschriebenen Schwerpunkten, den Gesamtpunkten und den Kompetenzbereichen statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Punktezahlen der weiblichen und männlichen Studierenden zu ermitteln waren. Die Kennzahlen der deskriptiven Statistik sowie die Ergebnisse der Shapiro-Wilk-Tests werden in *Tabelle 22* und *23* aufgelistet.

Tabelle 22 Deskriptive Statistik Praxis Schwerpunkte, Shapiro-Wilk-Tests: Geschlecht

Deskriptive Statistik Praxis I, Shapiro-Wilk-Test

Geschlecht

	M	SD	Median	N	95% KI		W	p
					OG	UG		
Gesamtpunkte								
m	28,79	11,35	28,00	43	32,28	25,30	.98	.798
w	25,15	8,44	24,00	20	29,10	21,20	.94	.273
Punkte Abdomen								
m	15,51	4,23	15,00	43	16,81	14,21	.97	.440
w	15,65	3,48	15,00	20	17,28	14,02	.93	.130
Punkte Notfall								
m	6,19	3,71	7,00	43	7,33	5,04	.91	.003*
w	6,75	3,29	8,00	20	8,29	5,21	.87	.012*
Punkte Echo								
m	7,09	6,71	6,00	43	9,16	5,03	.89	.001*
w	2,75	3,97	1,00	20	4,61	.89	.70	< .001*

Anmerkungen. m = männlich. w = weiblich. M = mean (Mittelwert). SD = standard deviation (Standardabweichung). N = Stichprobenumfang. KI = Konfidenzintervall. OG = Obergrenze. UG = Untergrenze. W = Shapiro-Wilk-W. p = p-Wert.

* p < .050

Tabelle 23 Deskriptive Statistik Praxis Skills, Shapiro-Wilk-Tests: Geschlecht

Deskriptive Statistik Praxis II, Shapiro-Wilk-Test

Geschlecht

	M	SD	Median	N	95% KI		W	p
					OG	UG		
Punkte Klinik								
m	3,47	.80	4,00	43	3,71	3,22	.70	< .001*
w	3,55	.69	4,00	20	3,87	3,23	.68	< .001*
Punkte Basics								
m	7,47	2,53	7,00	43	8,24	6,69	.97	.234
w	7,05	2,06	7,00	20	8,02	6,08	.95	.346
Punkte Technik								
m	4,47	2,44	4,00	43	5,22	3,71	.92	.007*
w	3,65	1,84	3,00	20	4,51	2,79	.86	.008*
Punkte Strukturen								
m	3,53	2,83	3,00	43	4,41	2,66	.90	.001*
w	2,80	2,12	2,00	20	3,79	1,81	.93	.181

Punkte Bildeinstellung								
m	9,86	4,85	9,00	43	11,27	8,45	.98	.519
w	8,10	3,24	7,50	20	9,62	6,58	.91	.052

Anmerkungen. *m* = männlich. *w* = weiblich. *M* = mean (Mittelwert). *SD* = standard deviation (Standardabweichung). *N* = Stichprobenumfang. *KI* = Konfidenzintervall. *OG* = Obergrenze. *UG* = Untergrenze. *W* = Shapiro-Wilk-W. *p* = *p*-Wert.

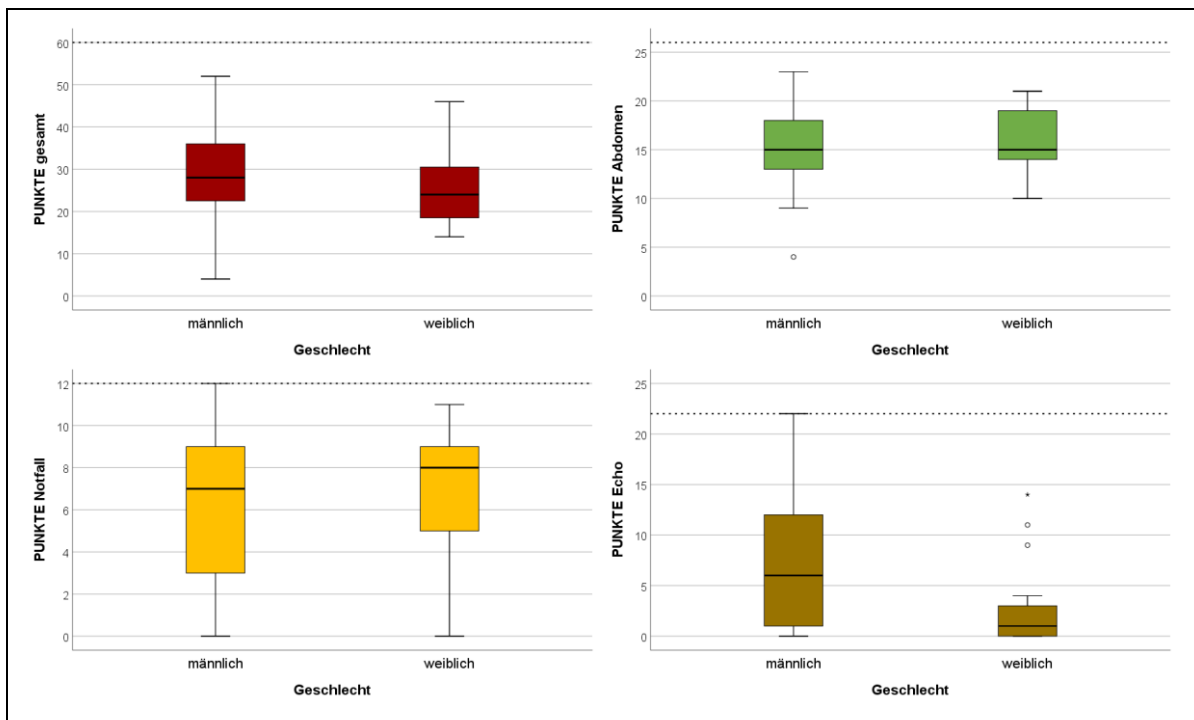
* $p < .050$

Schwerpunkt-Klassifikation

Aufgrund vorhandener Normalverteilungen wurden Levene-Tests für den Schwerpunkt Abdomen ($F [61] = .46, p = .503$) sowie die Gesamtpunkte ($F [61] = 1,51, p = .224$) durchgeführt. Die Ergebnisse der nachfolgend angewandten t-Tests für unabhängige Stichproben ergaben keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Punktezahlen der weiblichen und männlichen Studierenden für den Teilbereich Abdomen ($t [61] = -.13, p = .899$) sowie die Gesamtpunkte ($t [61] = 1,28, p = .206$). Aufgrund nicht-nachweisbarer Normalverteilungen wurden U-Tests nach Mann und Whitney für die Schwerpunkte Notfall und Echokardiografie angewandt. Für den Teilbereich Notfall ($U [43, 20] = 395,00, z = -.520, p = .603$) zeigte sich kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den in der praktischen Evaluierung erzielten Punktezahlen von Männern und Frauen. Hingegen wurde für den Schwerpunkt Echokardiografie ($U [43, 20] = 284,50, z = -2,172, p = .030^*$) nachgewiesen, dass Männer im Vergleich zu Frauen signifikant höhere Punktezahlen erzielten.

Folglich wurden die für den U-Test eigenständigen Effektgrößen ermittelt und eine Umrechnung in das standardisierte Effektmaß Cohen's *d* ($r = .27, CP = .67, d = .57$) vorgenommen, wobei ein großer Effekt abzuleiten war (54). Die Box-Whisker-Plots in *Abbildung 29* veranschaulichen die nicht-signifikanten Unterschiede zwischen den Punktezahlen der weiblichen Teilnehmerinnen und männlichen Teilnehmer für die Teilbereiche Abdomen und Notfall sowie die Gesamtpunkte. Der statistisch nachgewiesene signifikante Unterschied zwischen den von Frauen und Männern erzielten Punktezahlen für den Teilbereich Echokardiografie wird auch anhand der Graphiken erbracht.

Abbildung 29 Box-Plots „Geschlecht“ Schwerpunkt-Klassifikation (Gesamt, Abdomen, Notfall, Echo)



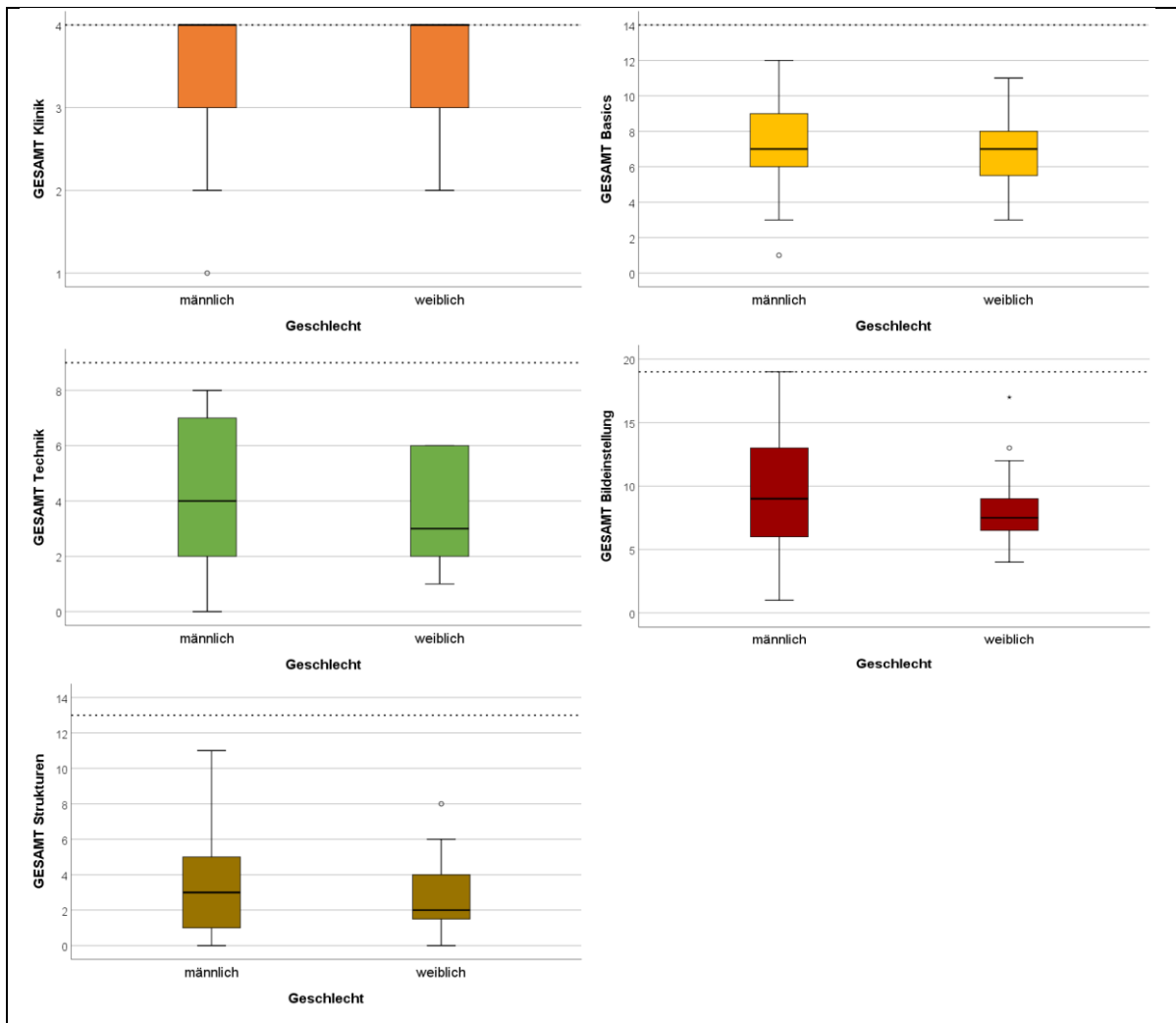
Skills-Klassifikation

Aufgrund nicht-vorhandener Normalverteilungen wurden U-Tests nach Mann und Whitney für die Teilbereiche Klinik, Technik sowie Strukturen erforderlich. Die Ergebnisse zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Punkteanzahlen der männlichen Teilnehmer und weiblichen Teilnehmerinnen für die Kompetenzen Klinik ($U [43, 20] = 414,50, z = -.268, p = .789$), Technik ($U [43, 20] = 342,50, z = -1,304, p = .192$) und Strukturen ($U [43, 20] = 376,50, z = -.798, p = .425$).

Aufgrund nachgewiesener Normalverteilungen wurden Levene-Tests für die Kompetenzen Basics und Bildeinstellung durchgeführt. Lediglich für den Schwerpunkt Basics ($F [61] = 1,28, p = .262$) zeigte sich eine Homogenität der Varianzen. Das Ergebnis des t-Tests ($t [61] = .64, p = .524$) ergab keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Punkteanzahlen der teilnehmenden Frauen und Männer. Für den Schwerpunkt Bildeinstellung ($F [61] = 4,67, p = .035^*$) wurde keine Varianzgleichheit nachgewiesen, weshalb die Anwendung eines t-Tests mit Welch-Korrektur erfolgte. Das Ergebnis ($F [50,78] = 1,75, p = .086$) zeigte ebenso keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den von Männern und Frauen erreichten Punkteanzahlen.

Die Box-Whisker-Plots in *Abbildung 30* veranschaulichen die nicht-signifikanten Unterschiede zwischen den zu vergleichenden Stichproben für die Kompetenzbereiche der Skills-Klassifikation in graphischer Form.

Abbildung 30 Box-Plots „Geschlecht“ Skills-Klassifikation (Klinik, Basics, Technik, Bild, Strukturen)



3.2.4. Wahlfächer

Es erfolgte die Differenzierung in eine Stichprobe ($n_1 = 12$) mit Personen, die die Teilnahme an mindestens einem Ultraschall-spezifischen Wahlfach an der Medizinischen Universität Graz angegeben hatten, sowie eine Stichprobe ($n_2 = 51$) mit Personen, die diese verneint hatten. Es wurde überprüft, ob statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Punktezahlen der Personen mit und jenen ohne bisherige Absolvierung von elektiven Lehrveranstaltungen nachzuweisen waren. Die Kennzahlen der deskriptiven Statistik sowie die Ergebnisse der Shapiro-Wilk-Tests können *Tabelle 24* und *25* entnommen werden.

Tabelle 24 Deskriptive Statistik Praxis Schwerpunkte, Shapiro-Wilk-Tests: Wahlfächer

Deskriptive Statistik Praxis I, Shapiro-Wilk-Test
Wahlfächer

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>N</i>	95% <i>KI</i>		<i>W</i>	<i>p</i>
					<i>OG</i>	<i>UG</i>		
Gesamtpunkte								
JA	26,42	9,09	25,50	12	32,19	20,64	.95	.571
NEIN	27,92	10,97	27,00	51	31,01	24,84	.98	.601
Punkte Abdomen								
JA	14,25	3,89	13,50	12	16,72	11,78	.89	.119
NEIN	15,86	3,98	16,00	51	16,98	14,74	.97	.152
Punkte Notfall								
JA	5,67	3,55	4,50	12	7,92	3,41	.91	.208
NEIN	6,53	3,59	8,00	51	7,54	5,52	.90	< .001*
Punkte Echo								
JA	6,50	5,62	5,50	12	10,07	2,93	.92	.293
NEIN	5,53	6,47	2,00	51	7,35	3,71	.82	< .001*

Anmerkungen. *M* = mean (Mittelwert). *SD* = standard deviation (Standardabweichung). *N* = Stichprobenumfang. *KI* = Konfidenzintervall. *OG* = Obergrenze. *UG* = Untergrenze. *W* = Shapiro-Wilk-*W*. *p* = *p*-Wert.

* *p* < .050

Tabelle 25 Deskriptive Statistik Praxis Skills, Shapiro-Wilk-Tests: Wahlfächer

Deskriptive Statistik Praxis II, Shapiro-Wilk-Test
Wahlfächer

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>N</i>	95% <i>KI</i>		<i>W</i>	<i>p</i>
					<i>OG</i>	<i>UG</i>		
Punkte Klinik								
JA	3,50	.67	4,00	12	3,93	3,07	.73	.002*
NEIN	3,49	.78	4,00	51	3,71	3,27	.68	< .001*
Punkte Basics								
JA	6,83	1,70	7,00	12	7,91	5,76	.87	.058
NEIN	7,45	2,52	7,00	51	8,16	6,74	.97	.220
Punkte Technik								
JA	3,75	2,34	3,00	12	5,24	2,26	.90	.139
NEIN	4,31	2,29	4,00	51	4,96	3,67	.94	.010*
Punkte Strukturen								
JA	3,08	2,23	2,00	12	4,50	1,66	.89	.110
NEIN	3,35	2,73	3,00	51	4,12	2,58	.90	< .001*

Punkte Bildeinstellung								
JA	9,25	4,37	9,50	12	12,03	6,47	.93	.411
NEIN	9,31	4,27	9,00	51	10,51	8,11	.96	.062

Anmerkungen. *M* = mean (Mittelwert). *SD* = standard deviation (Standardabweichung). *N* = Stichprobenumfang. *KI* = Konfidenzintervall. *OG* = Obergrenze. *UG* = Untergrenze. *W* = Shapiro-Wilk-W. *p* = *p*-Wert.

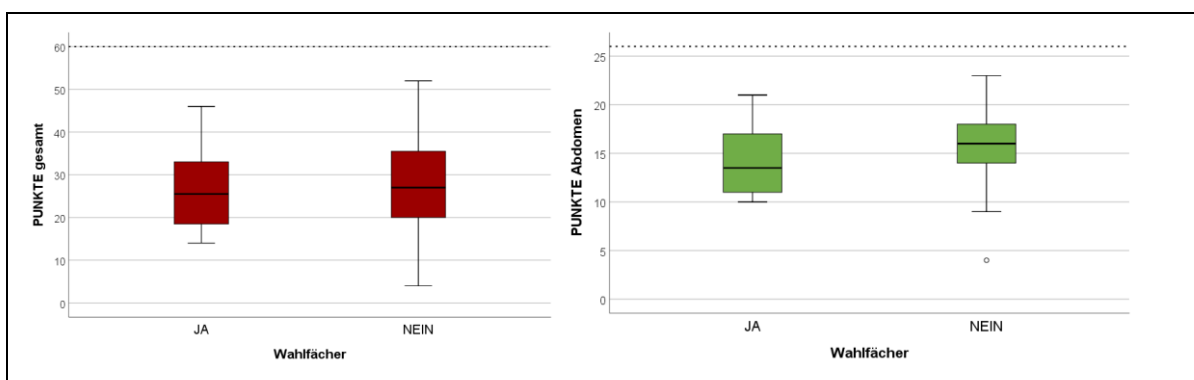
* $p < .050$

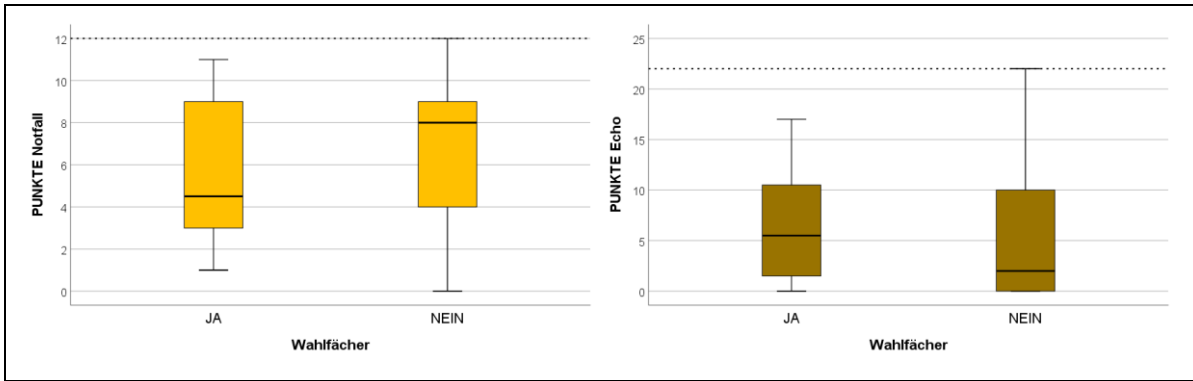
Schwerpunkt-Klassifikation

Aufgrund vorhandener Normalverteilungen wurden Levene-Tests für den Schwerpunkt Abdomen ($F [61] = .00, p = .955$) sowie die Gesamtpunkte ($F [61] = .55, p = .460$) zur Bestätigung einer Varianzhomogenität durchgeführt. Die Ergebnisse der nachfolgenden t-Tests für unabhängige Stichproben zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Punkteanzahlen von Studierenden mit und jenen ohne Teilnahme an Ultraschall-bezogenen Wahlfächern für den Teilbereich Abdomen ($t [61] = 1,27, p = .210$) sowie die Gesamtpunkte ($t [61] = .44, p = .661$).

Aufgrund nicht-vorhandener Normalverteilungen wurden U-Tests nach Mann und Whitney für die Teilbereiche Notfall und Echokardiografie erforderlich. Die Ergebnisse zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Punkteanzahlen der beiden Subgruppen in den Teilbereichen Notfall ($U [12, 51] = 268,50, z = -.661, p = .509$) und Echokardiografie ($U [12, 51] = 248,50, z = -1,018, p = .309$). Die Box-Whisker-Plots in *Abbildung 31* stellen die in den statistischen Testungen nicht-signifikanten Unterschiede graphisch dar.

Abbildung 31 Box-Plots „Wahlfächer“ Schwerpunkt-Klassifikation (Gesamt, Abdomen, Notfall, Echo)



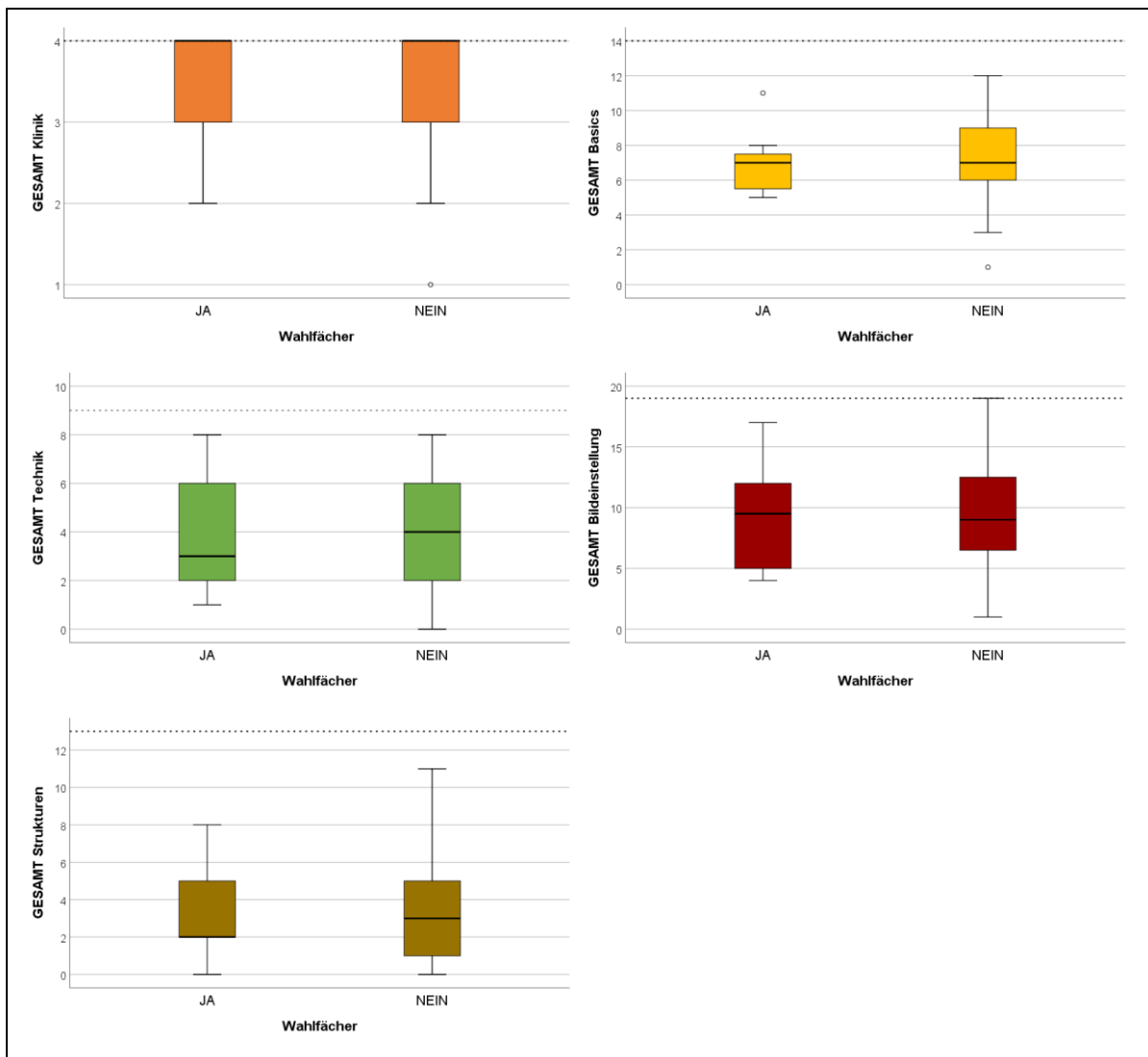


Skills-Klassifikation

Aufgrund nachgewiesener Normalverteilungen fand die Durchführung von Levene-Tests für die Schwerpunkte Basics ($F [61] = 3,34, p = .072$) und Bildeinstellung ($F [61] = .06, p = .807$) statt. Der jeweilige Nachweis einer Varianzhomogenität ermöglichte die Anwendung von t-Tests für unabhängige Stichproben. Die Ergebnisse zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den sich bezüglich des Merkmals „Wahlfächer“ unterscheidenden Subgruppen in den Kompetenzen Basics ($t [61] = .81, p = .424$) sowie Bildeinstellung ($t [61] = .05, p = .963$).

Aufgrund nicht-vorhandener Normalverteilungen wurden für die Kompetenzen Klinik, Technik sowie Strukturen U-Tests nach Mann und Whitney eingesetzt. Diese ergaben keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Punktezahlen von Studierenden mit und jenen ohne bisherige Wahlfächerabsolvierung für die Bereiche Klinik ($U [12, 51] = 295,50, z = -.215, p = .830$), Technik ($U [12, 51] = 257,00, z = -.866, p = .387$) sowie Strukturen ($U [12, 51] = 298,00, z = -.141, p = .887$). Die Box-Whisker-Plots in *Abbildung 32* veranschaulichen die nicht-signifikanten Unterschiede zwischen den Punktezahlen von Studierenden mit und jenen ohne Teilnahme an elektiven Lehrveranstaltungen. Der graphische Subgruppenvergleich erfolgte eigens für jeden Kompetenzbereich der Skills-Klassifikation.

Abbildung 32 Box-Plots „Wahlfächer“ Skills-Klassifikation (Klinik, Basics, Technik, Bild, Strukturen)



3.2.5. Zusatzausbildungen

Es erfolgte die Differenzierung in eine Stichprobe mit Studierenden ($n_1 = 39$), die eine Art von Zusatzausbildung angegeben hatten, sowie eine Stichprobe von Studierenden ($n_2 = 24$), die eine extrauniversitäre Ultraschall-bezogene Weiterbildung verneint hatten. Folglich wurde getestet, ob zwischen den Punkteanzahlen von Personen mit und jenen ohne Zusatzausbildung statistisch signifikante Unterschiede nachzuweisen waren. Die Kennzahlen der deskriptiven Statistik sowie die Ergebnisse der Shapiro-Wilk-Tests sind in *Tabelle 26* und *27* aufgelistet.

Tabelle 26 Deskriptive Statistik Praxis Schwerpunkte, Shapiro-Wilk-Tests: Zusatzausbildung

Deskriptive Statistik Praxis I, Shapiro-Wilk-Test

Zusatzausbildung

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>N</i>	95% <i>KI</i>		<i>W</i>	<i>p</i>
					<i>OG</i>	<i>UG</i>		
Gesamtpunkte								
JA	29,23	10,15	28,00	39	32,52	25,94	.98	.741
NEIN	25,04	10,98	24,00	24	29,68	20,40	.97	.706
Punkte Abdomen								
JA	15,97	3,34	15,00	39	17,06	14,89	.95	.082
NEIN	14,88	4,85	14,00	24	16,92	12,83	.94	.204
Punkte Notfall								
JA	6,92	3,36	8,00	39	8,01	5,83	.90	.002*
NEIN	5,46	3,78	5,50	24	7,05	3,86	.91	.040*
Punkte Echo								
JA	6,33	6,58	3,00	39	8,46	4,20	.85	< .001*
NEIN	4,71	5,78	2,00	24	7,15	2,27	.80	< .001*

Anmerkungen. *M* = mean (Mittelwert). *SD* = standard deviation (Standardabweichung). *N* = Stichprobenumfang. *KI* = Konfidenzintervall. *OG* = Obergrenze. *UG* = Untergrenze. *W* = Shapiro-Wilk-*W*. *p* = *p*-Wert.

* *p* < .050

Tabelle 27 Deskriptive Statistik Praxis Skills, Shapiro-Wilk-Tests: Zusatzausbildung

Deskriptive Statistik Praxis II, Shapiro-Wilk-Test

Zusatzausbildung

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Median</i>	<i>N</i>	95% <i>KI</i>		<i>W</i>	<i>p</i>
					<i>OG</i>	<i>UG</i>		
Punkte Klinik								
JA	3,54	.76	4,00	39	3,78	3,29	.66	< .001*
NEIN	3,42	.78	4,00	24	3,74	3,09	.72	< .001*
Punkte Basics								
JA	7,64	2,33	7,00	39	8,40	6,88	.96	.134
NEIN	6,83	2,43	7,00	24	7,86	5,81	.95	.333
Punkte Technik								
JA	4,49	2,15	4,00	39	5,18	3,79	.93	.020*
NEIN	3,75	2,47	3,00	24	4,79	2,71	.92	.054
Punkte Strukturen								
JA	3,56	2,79	3,00	39	4,47	2,66	.90	.002*
NEIN	2,88	2,35	3,00	24	3,87	1,88	.90	.024*

Punkte Bildeinstellung								
JA	10,00	4,07	9,00	39	11,32	8,68	.95	.102
NEIN	8,17	4,39	8,00	24	10,02	6,31	.95	.310

Anmerkungen. *M* = mean (Mittelwert). *SD* = standard deviation (Standardabweichung). *N* = Stichprobenumfang. *KI* = Konfidenzintervall. *OG* = Obergrenze. *UG* = Untergrenze. *W* = Shapiro-Wilk-*W*. *p* = *p*-Wert.

* *p* < .050

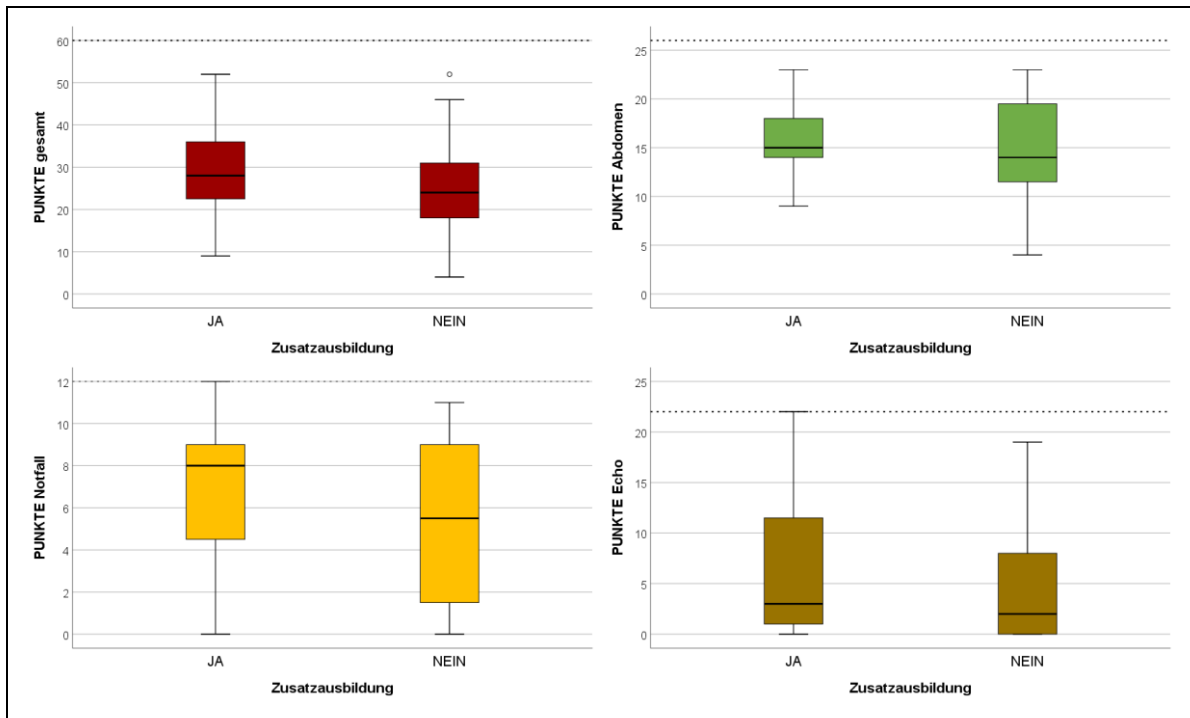
Schwerpunkt-Klassifikation

Aufgrund vorhandener Normalverteilungen wurden Levene-Tests zur Überprüfung einer Varianzhomogenität für die Gesamtpunkte sowie den Teilbereich Abdomen erforderlich. Diese bestätigte sich für die Gesamtpunkte ($F [61] = 05, p = .831$). Der anschließende t-Test für unabhängige Stichproben ($t [61] = - 1,54, p = .128$) zeigte keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den zu vergleichenden Subgruppen. Aufgrund der Varianzheterogenität für den Teilbereich Abdomen ($F [61] = 7,17, p = .010^*$) erfolgte ein t-Test mit Welch-Korrektur. Dieser ergab ebenso keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den sich bezüglich des Merkmals „Wahlfach“ unterscheidenden Stichproben ($t [36,54] = - .98, p = .335$).

Aufgrund nicht-vorhandener Normalverteilungen fand die Anwendung von U-Tests nach Mann und Whitney für die Teilbereiche Notfall sowie Echokardiografie statt. Die Ergebnisse zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Studierenden mit und jenen ohne extracurriculare, Ultraschall-bezogene Weiterbildungen für die Teilbereiche Notfall ($U [39, 24] = 370,50, z = - 1,390, p = .165$) sowie Echokardiografie ($U [39, 24] = 393,50, z = - 1,066, p = .286$).

Die Box-Whisker-Plots in *Abbildung 32* stellen die nicht-signifikanten Unterschiede zwischen den zu vergleichenden Stichprobenverteilungen der Schwerpunkt-Klassifikation graphisch dar.

Abbildung 33 Box-Plots „Zusatzausbildung“ Schwerpunkt-Klassifikation (Gesamt, Abdomen, Notfall, Echo)



Skills-Klassifikation

Aufgrund vorhandener Normalverteilungen erfolgte die Anwendung von Levene-Tests für die Kompetenzbereiche Basics ($F [61] = .52, p = .472$) sowie Bildeinstellung ($F [61] = .06, p = .801$). Diese bestätigten die erforderlichen Gleichheiten der Varianzen. Die nachfolgenden t-Tests für unabhängige Stichproben zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Punktezahlen der Stichprobe mit und jener ohne zusätzliche extracurriculare Ausbildung für die Skills-Schwerpunkte Basics ($t [61] = -1,31, p = .194$) sowie Bildeinstellung ($t [61] = -1,69, p = .097$).

Da sich die anhand des Merkmals „Zusatzausbildung“ unterscheidenden Stichproben der Kompetenzbereiche Klinik, Technik sowie Strukturen als nicht-normalverteilt präsentierten, wurde die Anwendung von U-Tests nach Mann und Whitney erforderlich.

Die Berechnungen ergaben keine statistisch signifikanten Unterschiede für die

Teilbereiche Klinik ($U [39, 24] = 425,00, z = -.713, p = .476$),

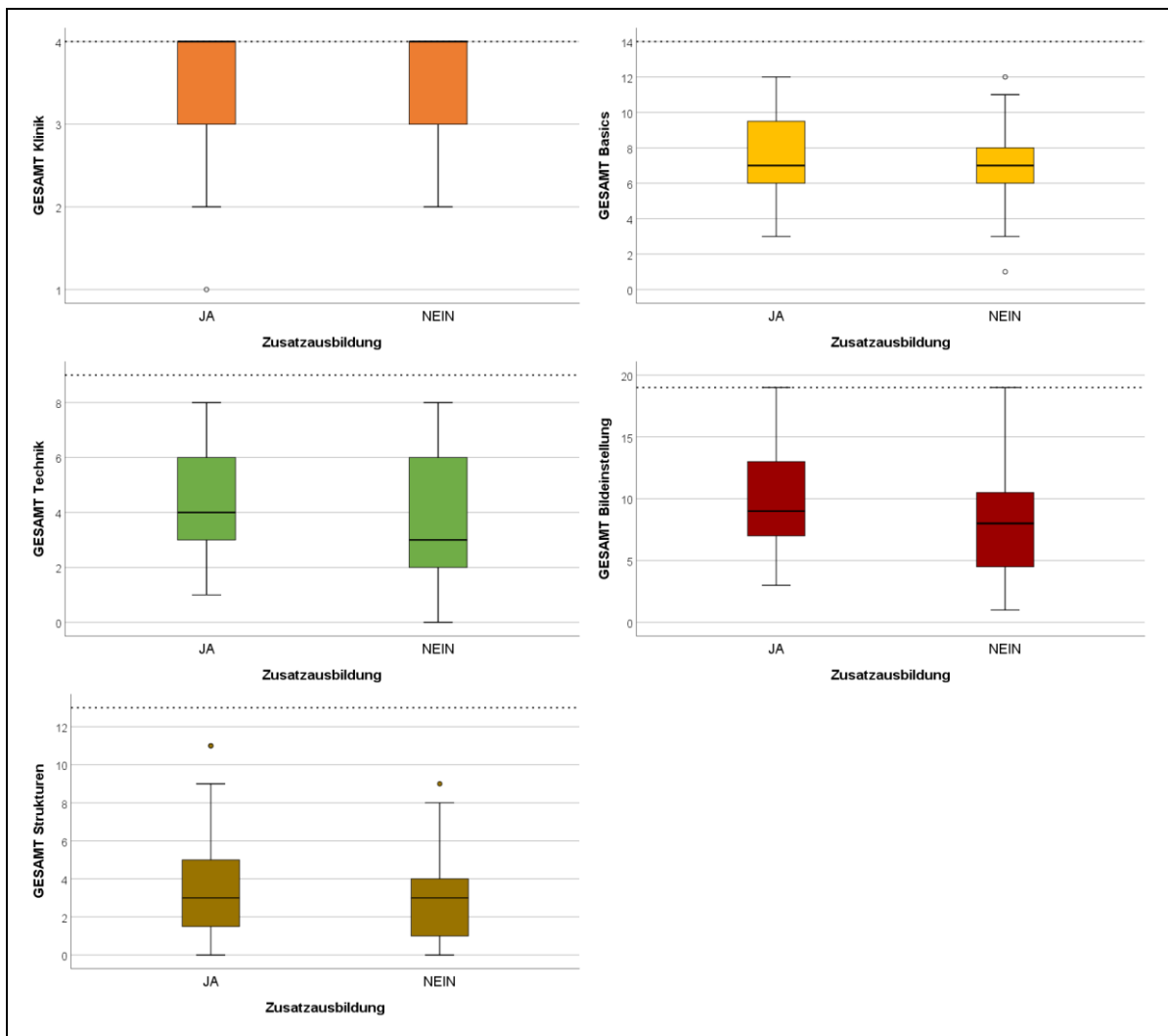
Technik ($U [39, 24] = 375,50, z = -1,321, p = .186$) und Strukturen ($U [39, 24] = 406,50,$

$z = -.880, p = .379$).

Die Box-Whisker-Plots in *Abbildung 33* veranschaulichen die nicht-signifikanten

Unterschiede zwischen den Punktezahlen der beiden verglichenen Subgruppen für die Kompetenzbereiche der Skills-Klassifikation graphisch.

Abbildung 34 Box-Plots „Zusatzausbildung“ Skills-Klassifikation (Klinik, Basics, Technik, Bild, Strukturen)



3.3. Korrelationsanalyse

Im Rahmen der statistischen Analyse wurde des Weiteren ein potenzieller Zusammenhang zwischen den im Rahmen der praktischen Evaluierung erzielten Punktezahlen („praktische Fähigkeiten“) einerseits und den im Online-Fragebogen erreichten Punktezahlen („theoretische Kenntnisse“) andererseits untersucht. Dies erfolgte jeweils getrennt für die einzelnen Teilbereiche sowie für die gesamten Punktezahlen. Anhand von erstellten Punktwolken für die drei Schwerpunkte sowie die Gesamtpunkte wurde auf nicht-vorhandene lineare Zusammenhänge zwischen den beiden Zielgrößen geschlossen. Somit wurden gewisse Voraussetzungen zur Durchführung von Korrelationsanalysen nach Pearson nicht erfüllt. Zudem stellten sich die Verteilungen der Teilbereiche Notfall sowie Echokardiografie als nicht-normalverteilt dar.

In der Folge fanden Korrelationsanalysen nach Spearman statt. Für die Teilbereiche Abdomen ($r_s [21] = .11, p = .634$), Notfall ($r_s [21] = .31, p = .177$) und Echokardiografie ($r_s [21] = .37, p = .199$) sowie die Gesamtpunkte ($r_s [21] = .30, p = .192$) zeigten sich keine statistisch signifikanten Korrelationen zwischen den Punkteanzahlen der praktischen Evaluierung einerseits und der theoretischen Evaluierung andererseits. Dies wurde auch anhand der graphischen Darstellung bestätigt.

3.4. Anwendung der Cohen's Methode

Theoretische Evaluierung

Wie in *Tabelle 28* dargestellt, wurde Cohen's Methode zur im Rahmen von Testungen erforderlichen Differenzierung zwischen „kompetenten“ und „nicht kompetenten“ Studierenden angewandt. Dies erfolgte sowohl für die Gesamtpunkte als auch sämtliche Teilbereiche des theoretischen Fragebogens. Diesbezüglich wurden einerseits die 95 %-Perzentilen und andererseits die Punkteanzahlen des oder der besten Studierenden als Referenzwerte zur Determinierung der Bestehensgrenze herangezogen.

Bezüglich der Gesamtpunkte sowie der drei Schwerpunktsetzungen Basics, Notfall und Abdomen lag der prozentuelle Anteil von „nicht kompetenten“ Studierenden für beide Methoden zwischen 30 % und 49 %. Der mit 70 % größte Anteil an „kompetenten“ Studierenden war dem Teilbereich Basics zuzuordnen.

Ein erheblicher Unterschied zwischen den beiden herangezogenen Methoden zeigte sich für die Gesamtpunkte. Die Bestehensgrenze anhand des 95 %-Perzentils klassifizierte 68 % der Studierenden als „kompetent“, wohingegen mittels der Methode der oder des besten Studierenden lediglich 51 % als „kompetent“ einzuordnen waren. Auffallend zeigte sich zudem der Teilbereich Echokardiografie, da je nach Methode lediglich 28 % beziehungsweise 39 % der Studierenden als „kompetent“ zu beurteilen waren.

Tabelle 28 Cohen's Methode Theorie Bestehensgrenzen & Verteilung „kompetente & nicht kompetente“ Studierende

Cohen's Methode Theorie – mögliche Bestehensgrenzen

Differenzierung zwischen „kompetenten“ und „nicht kompetenten“ Studierenden

	<i>Maximum</i>	<i>95 %-Perzentil (60 %)</i>	<i>beste(r) Student(in) (60 %)</i>
<i>Basics</i>		3	3
kompetent	4	70 %	70 %
nicht kompetent		30 %	30 %
<i>Notfall</i>		5	5
kompetent	7	51 %	51 %
nicht kompetent		49 %	49 %
<i>Abdomen</i>		10	11
kompetent	17	65 %	57 %
nicht kompetent		35 %	43 %
<i>Echo</i>		7	8
kompetent	12	39 %	28 %
nicht kompetent		61 %	72 %
<i>Gesamtpunkte</i>		21	24
kompetent	40	68 %	51 %
nicht kompetent		32 %	49 %

Praktische Evaluierung

In Tabelle 29 wird die Anwendung der Cohen's Methode zur Unterscheidung zwischen „kompetenten“ und „nicht kompetenten“ Studierenden auf die einzelnen Schwerpunktsetzungen sowie die Gesamtpunkte der praktischen Evaluierung angewandt. Im Vergleich zur theoretischen Evaluierung wurden zusätzlich auch die durchschnittlichen Punkteanzahlen von Assistenzärzten und Assistenzärztinnen der jeweiligen Fachdisziplinen als Referenzwerte zur Ermittlung potenzieller Bestehensgrenzen herangezogen. Als Ausnahme diesbezüglich gelten die Gesamtpunkte, da für die einzelnen Schwerpunktsetzungen jeweils unterschiedliche Ärzte und Ärztinnen, die den zugehörigen Fachdisziplinen entstammten, evaluiert wurden.

Ein hoher Anteil „nicht kompetenter“ Studierender war einerseits dem Teilbereich Echokardiografie und andererseits den Gesamtpunkten zuzuschreiben. Lediglich 30 % der Studierenden erzielten ausreichende Punkteanzahlen, um als „kompetent“ in der Durchführung der implementierten sonographischen Untersuchungstechniken beurteilt zu werden. Vergleichbar mit den Ergebnissen der theoretischen Evaluierung schnitten die teilnehmenden Personen im Teilbereich Echokardiografie mit den insgesamt niedrigsten

Punkteanzahlen ab. Je nach angewandter Methode wären 75 % beziehungsweise 84 % der Studierenden in deren Anwendung als „nicht kompetent“ klassifiziert worden. Bezüglich der Echokardiografie wurden zudem die größten, sich auf die absoluten Punkteanzahlen beziehenden Unterschiede zwischen den beiden bereits erprobten Methoden der Ermittlung einer Bestehensgrenze gefunden. Bei Anwendung der 95 %-Perzentil-Methode lag die Differenzierungsgrenze bei elf Punkten, wohingegen diese anhand des oder der besten Studierenden bei 14 Punkten lag. Dies wirkte sich jedoch vergleichsweise gering auf die prozentuellen Anteile der Studierenden aus.

Die besten Ergebnisse wurden in der Schwerpunktsetzung Abdomensonographie erzielt. Bei Anwendung der in der Literatur bereits beschriebenen Methoden wären 75 % der Studierenden als „kompetent“ und lediglich ein Viertel als „nicht kompetent“ beurteilt worden. Hingegen würde die anhand von Assistenzärzten und -ärztinnen ermittelte Bestehensgrenze lediglich 57 % als „kompetent“ einstufen. Auffallend ist diesbezüglich, dass sich die jeweils zugehörigen Punkteanzahlen der ermittelten Bestehensgrenzen lediglich um einen Punkt unterschieden. Dies zeigte jedoch große Auswirkungen auf die prozentuellen Anteile im Rahmen der Differenzierung. Ebenso unerwartet, ergab sich für den Teilbereich Notfall bei Anwendung jener neuen Methode eine niedrigere Bestehensgrenze im Vergleich zu jenen beiden Differenzierungsgrenzen, die anhand der studentischen Leistungen errechnet wurden. Die prozentuellen Anteile der als „nicht kompetent“ eingestuften Studierenden variierten demnach zwischen 38 % und 49 %.

Tabelle 29 Cohen's Methode Praxis: Bestehensgrenzen & Verteilung „kompetente“ & „nicht kompetente“ Studierende

Cohen's Methode Praxis – mögliche Bestehensgrenzen

Differenzierung in „kompetente“ und „nicht kompetente“ Studierende

	<i>Maximum</i>	<i>95 %- Perzentil (60 %)</i>	<i>beste(r) Student(in) (60 %)</i>	<i>Assistenzärzte/- ärztinnen (60 %)</i>
<i>Abdomen</i>		14	14	15
kompetent	26	75 %	75 %	57 %
nicht kompetent		25 %	25 %	43 %
<i>Notfall</i>		7	8	6
kompetent	12	57 %	51 %	62 %
nicht kompetent		43 %	49 %	38 %

<i>Echo</i>		11	14	14
kompetent	22	25 %	16 %	16 %
nicht kompetent		75 %	84 %	84 %
<i>Gesamt</i>		32	32	
kompetent	60	30 %	30 %	
nicht kompetent		70 %	70 %	

4. *Diskussion*

4.1. *Zusammenfassung*

Die Zielsetzung der Arbeit bestand in einer möglichst umfassenden Untersuchung sämtlicher, an der Medizinischen Universität Graz zur Verfügung stehenden Ausbildungsmöglichkeiten zur Sonographie. Im Rahmen dessen wurde deren jeweiliger Einfluss auf die als Zielgrößen determinierten praktischen Fähigkeiten sowie theoretischen Kenntnisse der Humanmedizin-Studierenden ermittelt. Den Ergebnissen einer ausführlichen Literaturrecherche zufolge, handelte es sich um die erste Arbeit, die im Design einer prospektiv durchgeführten, analytischen Beobachtungsstudie sämtliche bereits vorhandenen Ultraschall-spezifischen Ausbildungsmöglichkeiten eines universitären Standortes hinsichtlich eines Effektes sowohl auf die Skills als auch den Wissensstand analysierte.

Primär wurde der Stellenwert universitärer Lehrveranstaltungen des Pflichtcurriculums sowie einer Absolvierung von Kursprogrammen der Peer-Teaching Initiative Sono4You in Bezug auf die zu erfassenden Zielgrößen ermittelt. Die Teilnahme an universitären Wahlfächern, eine potenzielle Absolvierung von Zusatzausbildungen sowie das Geschlecht fanden als Nebeneinflussgrößen ebenso Berücksichtigung. Zur Erhebung der Zielgrößen fand einerseits die Erstellung eines theoretischen Online-Fragebogens sowie die Konstruktion eines als Checkliste konzipierten Assessments praktischer, Sonographie-spezifischer Fertigkeiten statt. Den abschließenden Schritt bildete die Untersuchung eines direkten Zusammenhangs zwischen den theoretischen Kenntnissen und praktischen Fähigkeiten der Grazer Studierenden.

Mehrheitlich können in der Literatur Interventionsstudien gefunden werden, um neue Methoden zur Lehre der Sonographie, vertikale und horizontale Ultraschallcurricula sowie einzelne Lehrveranstaltungen und Ausbildungsmöglichkeiten anhand von Assessments der teilnehmenden Personen auf entsprechenden Erfolg zu überprüfen (7–10). Des Weiteren befassen sich vielzählige Studien mit dem „Peer-Teaching“-Prinzip, das bereits mehrfach als erfolgreiche Methode zur Vermittlung universitärer Lehre beschrieben wurde (21–23).

Ein Einfluss von im Rahmen des Pflichtcurriculums abgehaltenen Lehrveranstaltungen auf die theoretischen Kenntnisse sowie die praktischen Fähigkeiten der Studierenden konnte anhand dieser Arbeit nicht belegt werden. Es zeigte sich, dass sich sowohl der

Wissensstand als auch die Skills höhersemestriger Studierender nicht von Studierenden mit niedrigerem Studienfortschritt unterschieden. Da eine kontinuierlich im Verlauf der Studienjahre stattfindende Akquirierung von Wissen und Skills angenommen wurde, widersprachen die Ergebnisse den primär formulierten Hypothesen.

Gemäß den im Vorfeld aufgestellten Hypothesen konnte ein bedeutender Einfluss einer Absolvierung von Sono4You-Kursprogrammen auf die praktischen Fertigkeiten dargelegt werden. Der Effekt zeichnete sich sowohl in den drei Schwerpunktsetzungen als auch den fünf determinierten Skills-Kompetenzbereichen deutlich ab. Somit konnte der Beweis erbracht werden, dass die in Graz von studentischen Tutoren und Tutorinnen abgehaltenen Kursformate unterschiedlicher Schwerpunkte als erfolgreiche Methode zur Erlangung praktischer Fähigkeiten der Sonographie zu deklarieren sind. Ein Einfluss auf die theoretischen Kenntnisse konnte, den Erwartungen widersprechend, nicht erbracht werden. Jene Ergebnisse entsprechen den im Zuge einer ausführlichen Literaturrecherche gesammelten Daten. Auch in rezent veröffentlichten Studien wurde der Einsatz von Tutoren und Tutorinnen in der praktischen Unterrichtung der Sonographie als effektive Modalität hervorgehoben (21–23) und die hohe Wertigkeit von „Peer Teaching“-Modellen im Rahmen moderner Ultraschall-Curricula betont (15).

Der überwiegende Anteil an Ergebnissen zur Untersuchung der Nebeneinflussgrößen konnte keine bedeutenden Effekte auf die Skills und den Wissensstand offenlegen. Eine in diesem Kontext hervorzuhebende Ausnahme stellte die Absolvierung universitärer Wahlfächer dar. Diese zeigten in den Gesamtpunkten sowie den Teilbereichen Basics, Notfallultraschall und Echokardiografie signifikante Einflüsse auf den theoretischen Wissensstand der Studierenden. Zudem erzielten die männlichen Studierenden im Vergleich zu den weiblichen Studierenden signifikant höhere Punktezahlen in der Evaluierung der praktischen Fähigkeiten zur Echokardiografie. Diesbezüglich handelte es sich um den einzigen nachgewiesenen Gender-spezifischen Unterschied.

Im Rahmen der Datenauswertung gelang zudem die Identifikation einer bedeutenden Störvariable, die adäquat berücksichtigt und in der Folge eliminiert werden konnte. Die Ermittlung von Zusatzausbildungen umfasste unter anderem eine aktive oder ehemalige Sono4You-Tutorentätigkeit, die zu Verzerrungen der Ergebnisse führte. Im Besonderen war folglich die Nebeneinflussgröße der Zusatzausbildung betroffen.

Das Grundmotiv zur Verfassung der Arbeit stellte eine Erhebung des Ist-Zustandes in Bezug auf die theoretische und praktische Ultraschall-Ausbildung an der Medizinischen Universität Graz dar. Anhand einer eingehenden Analyse der aktuellen Situation wurden im Vorfeld formulierte Hypothesen zur Identifikation der Stärken und Schwächen des derzeitigen Systems überprüft. Die Hauptaussagen der Studie beziehen sich einerseits auf die zurzeit ins Pflichtcurriculum implementierte Ultraschalllehre und andererseits auf den Stellenwert der Peer-Teaching Initiative Sono4You in Bezug auf die Unterrichtung praktischer sonographischer Fähigkeiten an der Medizinischen Universität Graz.

Anhand der im Rahmen der Arbeit generierten Ergebnisse wurde ein fehlender Zuwachs an Sonographie-spezifischen Kenntnissen und Fertigkeiten mit Fortschreiten der Studienjahre gefolgert. Somit konnte der Schluss gezogen werden, dass die aktuell im Rahmen des Pflichtcurriculums abgehaltenen Lehrveranstaltungen der Medizinischen Universität Graz keinen Einfluss auf den theoretischen Wissensstand sowie die praktischen Fähigkeiten der Studierenden nehmen. Eine ebenso bedeutende Erkenntnis ergab sich anhand des aus den Ergebnissen abgeleiteten beträchtlichen Effektes einer Absolvierung von Sono4You-Kursprogrammen auf die praktischen Fähigkeiten der Studierenden. Diese besagt, dass eine Teilnahme an Kursprogrammen der studentischen Initiative Sono4You die erfolgreiche und zudem längerfristige Akquirierung von Sonographie-Skills zur Folge hat.

Die Arbeit bildet folglich einerseits die Grundlage zu weiterer Forschung auf dem Gebiet der Grazer Ultraschalllehre und verdeutlicht andererseits die Notwendigkeit zu Änderungen der von Seiten der Universität vermittelten Sonographie-Ausbildung beziehungsweise zur Etablierung eines neuen, sich an internationalen Standards orientierenden Systems.

Die Formulierung von Sonographie-spezifischen Lernzielen stellt bereits eine solide Grundlage diesbezüglich dar. Darüber hinaus scheint es ebenso erforderlich zu sein, die Methodik zur Erzielung jener Lernziele explizit zu determinieren sowie regelmäßige qualitätssichernde Maßnahmen anhand subjektiver Evaluierungen durch die Studierenden sowie objektiver Assessments von deren Fertigkeiten und Wissen durchzuführen.

4.2. *Diskussion Methoden*

Als bedeutende Stärke der Studie ist eine beträchtliche Anzahl an Studierenden in den jeweiligen Stichproben der Erhebungen hervorzuheben. Im Rahmen der praktischen Evaluierung wurden die Teilnahmen von 63 Studierenden aus dem fünften und sechsten Studienjahr verzeichnet. Die theoretische Evaluierung wurde von insgesamt 117 Studierenden, die vier verschiedenen Studienjahren zuzuordnen waren, absolviert.

Als Besonderheit ist die eingehende Betrachtung Gender-spezifischer Aspekte im Sinne einer Determinierung des Geschlechts als zu berücksichtigende Nebeneinflussgröße zu nennen. Zudem fand die 2010 erstmalig beschriebene Anwendung der Methode nach Cohen zur Ermittlung einer Bestehensgrenze für die praktische Evaluierung statt (39). Dieser wird die Kombination der Vorteile von beiden in der Regel eingesetzten, klassischen Standard Settings im Rahmen von OSCE-Prüfungsauswertungen zugeschrieben. Erstmals wurde diese auch zur Ermittlung der Bestehensgrenze im Rahmen des Theorie-bezogenen Online-Fragebogens herangezogen.

Bezüglich einer über diese Arbeit beziehungsweise über die Medizinische Universität Graz hinausgehende Verwendung des Online-Fragebogens sowie des Scorings-Systems ist eine quantitative Einschränkung der sich auf die Echokardiografie beziehenden Fragestellungen beziehungsweise Items/Schnitte in Erwägung zu ziehen. Der Echokardiografie wird, im internationalen Kontext betrachtet, eine in Relation zu anderen Schwerpunktsetzungen geringere Bedeutung in Bezug auf eine prägraduelle Ultraschall-Ausbildung zugeordnet. Diesbezüglich wird im Besonderen auf die POCUS Meilensteine verwiesen. Zusätzlich ist eine Implementierung anderer Schwerpunktsetzungen in Betracht zu ziehen.

Theoretische Evaluierung

Zur Ermittlung der theoretischen Kenntnisse fand die Konstruktion eines Online-Fragebogens mittels Google Forms statt. Zu betonende Stärken jenes der Zielgrößenerhebung dienenden Instruments bildeten die Elimination zufälliger Fehler anhand eines automatisiert stattfindenden Korrekturprozesses durch das verwendete Programm sowie die Möglichkeit zur Implementierung von Pflichtfeldern, um die Problematik fehlender Daten vollständig zu verhindern. Der Ausschreibung über eine Online-Plattform ist zudem die beträchtliche Teilnehmerzahl zuzuschreiben, da nahezu die

Gesamtheit der in der Zielgruppe inkludierten Studierenden unter Wahrung der Datenschutzrichtlinien angesprochen werden konnte. Des Weiteren ist die außerordentlich hohe Teilnahmebereitschaft auf die Bereitstellung der persönlichen Testergebnisse und die damit einhergehende Vermittlung von Feedback, eine hohe zeitliche und örtliche Flexibilität bei Absolvierung des Fragebogens sowie die akzeptable Dauer der Evaluierung zurückzuführen.

Die entscheidende Schwäche von Online-Fragebögen bildet die mangelnde Repräsentativität durch die Selbstselektion der Studierenden auf Basis einer freiwilligen Teilnahme. Zudem kann eine Zuhilfenahme unerlaubter Hilfsmittel nicht ausgeschlossen werden. Von den insgesamt 120 teilnehmenden Studierenden mussten drei Personen aufgrund nicht-auffindbarer Daten des allgemeinen Fragebogens von der Datenauswertung exkludiert werden. Dies konnte auf technische Probleme des verwendeten Programms zurückgeführt werden.

Im Rahmen der Testerstellung wurden in der Literatur empfohlenen Strategien zur Erzielung von Objektivität, Reliabilität und Validität eingehend berücksichtigt und praktisch umgesetzt. Im Besonderen ist in diesem Kontext eine inhaltliche Orientierung an den Sonographie-bezogenen Lernzielen der Medizinischen Universität Graz (24) sowie an den POCUS Milestones (12) einer prägraduellen Ultraschall-Ausbildung zu nennen. Darüber hinaus wurden die von den jeweiligen Fachgesellschaften definierten Standardschnitte sowie Guidelines der jeweilig integrierten schwerpunktmäßigen Untersuchungstechniken in die Fragenstellungen implementiert. Als bedeutender Schwachpunkt ist auf den fehlenden Einsatz objektiver statistischer Methoden zur Überprüfung von Reliabilität sowie Validität hinzuweisen.

Praktische Evaluierung

Zur Ermittlung der praktischen Fähigkeiten wurde ein spezifisch an die Lernziele des universitären Standortes Graz angepasstes Bewertungssystem im Checklisten-Format erstellt. Die Konstruktion eines adäquaten Instruments zur Zielgrößenerhebung fand in Anlehnung an eine OSCE-Prüfungsstation statt. Der Prüfungsrahmen einer OSCE gilt als reliables und valides Tool (43) zur Beurteilung der „Performance“ von Studierenden (42). Um die Implementierung bereits etablierter, im internationalen Kontext konzipierter Assessment-Methoden in Bezug auf die Anwendung der Sonographie zu garantieren,

orientierten sich die integrierten inhaltlichen Kompetenzen an den Items der OSAUS-Ratingskala (26).

Die Formulierung objektiver, eindeutig verfasster Beurteilungskriterien erfolgte gemäß den von den jeweiligen Fachgesellschaften vorgegebenen Guidelines. Zudem ist auf die Verwirklichung hoher Objektivität hinsichtlich der Prüfungsmodalitäten hinzuweisen. Diesbezüglich sei die Schaffung vergleichbarer Rahmenbedingungen der Evaluierungsdurchführung sowie die Anwendung des in der Medizin bewährten „Vier-Augen-Prinzips“ durch den Einsatz zweier, sich an der Bewertung beteiligender Personen genannt. Als primär prüfende Person wurde eine fachlich qualifizierte Person mit umfassender Kenntnis des Bewertungssystems eingesetzt. Sämtliche genannten Strategien dienten der Erzielung der drei Hauptgütekriterien in Bezug auf die Konstruktion hochwertiger Testinstrumenten und in weiterer Folge der allgemeinen Qualitätssicherung der Arbeit.

Als bedeutender Schwachpunkte bezüglich der Konstruktion eines die Zielgröße erhebenden Instruments muss in diesem Zusammenhang der fehlende Einsatz statistischer Berechnungen, um die Gütekriterien der Reliabilität und Validität zu quantifizieren, angeführt werden.

Als Stärke der Arbeit ist eine hohe Repräsentativität der Stichproben aufzulisten, die aus der zufälligen Auswahl sowie der hohen Anzahl an teilnehmenden Personen resultierte. Die beachtliche Teilnahmebereitschaft ist primär auf die Bereitstellung von Feedback in Form eines individualisierten Gesprächs im Anschluss an die einzelnen Evaluierungsdurchführungen zurückzuführen. Die retrospektive, differenzierte Reflexion der praktischen Evaluierung bedingte zudem eine Entspannung der Prüfungssituation sowie einen wertvollen Lerneffekt auf Seiten der Studierenden.

Durch die Auswahl der Studierenden gemäß dem Zufallsprinzip ergab sich im Rahmen der Aufteilung in die jeweiligen, sich anhand der Einflussfaktoren unterscheidenden Subgruppen eine zum Teil ungleichmäßige Aufteilung. Die Aussagekraft der statistischen Auswertungen wurde aufgrund dessen jedoch nicht beeinträchtigt.

Einen als geringgradig zu klassifizierenden Schwachpunkt bildete die handschriftliche Beantwortung des allgemeinen Fragebogens, da eine unvollständige Angabe mancher Daten nicht verhindert werden konnte. Da jenen Daten für die nachfolgende Auswertung

eine untergeordnete Bedeutung zugeordnet wurde, konnte eine Kategorisierung mittels „keine Angabe“ stattfinden.

Cohen's Methode zur Ermittlung einer Bestehensgrenze

Zur Ermittlung potenzieller Bestehensgrenzen der praktischen sowie der theoretischen Evaluierung und Komplettierung der Entwicklung neu konstruierter Beurteilungssysteme fand die Anwendung der „Cohen's Methode“ statt. Primär wurden die beiden bereits in der Literatur beschriebenen Methoden für die Ermittlung geeigneter Referenzwerte herangezogen. Die bezüglich der Schwerpunktsetzungen sowie der Gesamtpunkte jeweilig ermittelten Differenzierungsgrenzen zwischen „kompetenten“ und „nicht kompetenten“ Studierenden unterschieden sich je nach Berechnungsmethode nicht oder lediglich geringfügig. Tendenziell lagen die Bestehensgrenzen nach Anwendung der sich am oder an der besten Studierenden orientierenden Referenzwerte vergleichsweise höher. Aufgrund der sich somit ergebenden größeren Anzahl an als „nicht kompetent“ klassifizierten Studierenden stellt diese Herangehensweise eine im Vergleich zur 95 % Perzentil-Methode strengere Beurteilungsmethode dar.

Größer einzustufende Unterschiede zwischen der 95 % Perzentil-Methode und der Methode der oder des besten Studierenden zeigten sich im Rahmen der theoretischen Evaluierung sowohl für die Gesamtpunkte als auch den Teilbereich Echokardiografie. Die unterschiedlichen Bestehensgrenzen zeigten erhebliche Auswirkungen auf die prozentuelle Verteilung der „kompetenten“ und „nicht kompetenten“ Studierenden.

Trotz einer spezifischen Anwendung auf die praktische sowie theoretische Evaluierung konnte eine potenzielle Überlegenheit der jeweilig herangezogenen Methoden weder festgestellt noch definitiv ausgeschlossen werden. Eine explizit für eine Methode sprechende Empfehlung konnte folglich nicht erbracht werden. Bezogen auf diese Arbeit, stellte sich die Methode des oder der besten Studierenden als tendenziell strengeres Beurteilungskriterium dar.

Zudem wurde die Anwendung einer neuen Methode zur Ermittlung einer adäquaten Bestehensgrenze der praktischen Evaluierung im Zuge dieser Arbeit getestet. Zur Determinierung eines Referenzwertes wurden die im Durchschnitt von Assistenzärzten und

Assistenzärztinnen erzielten Punkteanzahlen herangezogen und mit den beiden herkömmlichen Methoden verglichen. Die folglich ermittelten Bestehensgrenzen lagen für die abdominelle Sonographie höher, für den Teilbereich Notfall niedriger und entsprachen bezüglich der Echokardiografie jener Grenze, die anhand der Methode des oder der besten Studierenden ermittelt wurde. Insgesamt ergaben sich somit keine erheblichen Unterschiede im Vergleich zu den beiden bereits in der Literatur beschriebenen Methoden. Die anhand der Leistung von Ärzten und Ärztinnen in Ausbildung ermittelten Grenzen zur Differenzierung zwischen „kompetenten“ und „nicht kompetenten“ Studierenden zeigten keine Überlegenheit gegenüber den herkömmlichen Referenzwertbestimmungen der „Cohen’s Methode“.

4.3. Diskussion Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Arbeit im Rahmen einer ausführlichen Beantwortung der einzelnen, eingangs formulierten Fragestellungen diskutiert und im Detail erläutert.

Weisen höhersemestrige Studierende im Vergleich zu Studierenden mit geringerem Studienfortschritt einen höheren theoretischen Wissensstand zur Sonographie auf?

In sämtlichen Schwerpunktsetzungen der theoretischen Evaluierung sowie insgesamt konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen höhersemestrigen Studierenden und Studierenden aus niedrigeren Semestern nachgewiesen werden. Kongruente Ergebnisse fanden sich ebenso im Rahmen von Vergleichen der einzelnen insgesamt vier teilnehmenden Studienjahre miteinander. Unter der Annahme eines kontinuierlichen Wissenszuwachs mit Fortschreiten der Studienjahre wurde der Einfluss universitärer Lehrveranstaltungen des Pflichtcurriculums auf die theoretischen Kenntnisse anhand des Parameters „Studienfortschritt“ untersucht. Die angenommene Hypothese, dass höhersemestrige Studierende in Relation zu Studierenden mit niedrigem Studienfortschritt einen höheren theoretischen Wissensstand aufwiesen, musste aufgrund der erhaltenen Ergebnisse verworfen werden. Es wurde der Schluss gezogen, dass verpflichtende, während des Studiums stattfindende Lehrveranstaltungen keinen Zuwachs an Sonographie-bezogenen Kenntnissen bedingen.

Als potenzielle Ursachen können eine zu geringe implementierte Anzahl, eine unzureichende Qualität oder ein fehlender nachhaltiger Effekt der Sonographie-vermittelnden Lehrveranstaltungen in Betracht gezogen werden. Für die Zukunft gilt es, im Rahmen weiterer Studien einer Klärung der Hintergründe und möglicher beeinflussender Faktoren nachzugehen. Diesbezüglich erhaltene Erkenntnisse sollen in weiterer Folge wertvolle Informationen bezüglich der erforderlichen, qualitätssichernden Adaptionen hinsichtlich der universitären Ultraschall-Ausbildung in Graz geben.

Durch den direkten Vergleich von Studierenden des fünften mit Studierenden des sechsten Jahres und anhand der fehlenden signifikanten Unterschiede wurde die Hypothese eines positiven Einfluss des (Klinisch) Praktischen Jahres auf den Wissensstand der Studierenden ebenso widerlegt. Für die Schwerpunktsetzung Echokardiografie zeigten sich allerdings primär unerwartete Ergebnisse. Studierende des fünften Jahres wiesen im Vergleich zu jenen des sechsten Jahres signifikant höhere Punkteanzahlen bezüglich der Fragestellungen zur Echokardiografie auf. Im Zuge dessen wurde die Frage aufgeworfen, ob die erhaltenen Ergebnisse auf den Einfluss anderer ebenso untersuchter Faktoren zurückzuführen waren. 32 % der Studierenden des fünften Jahres gaben eine Sono4You-Kursteilnahme mit Schwerpunkt Echokardiografie an, wohingegen dies auf lediglich 6 % der Studierenden im sechsten Jahr zutraf. Daraus ergab sich die Annahme, den höheren theoretischen Wissensstand von Studierenden des fünften Jahres auf einen prozentuell höheren Anteil an Themen-spezifischen Kursteilnahmen zurückzuführen. Widersprüchlich ist allerdings, dass Studierende nach Absolvierung von Sono4You-Kursen ungeachtet des Schwerpunktes im Teilbereich Echokardiografie keine signifikant höheren Punkteanzahlen im Fragebogen erzielen konnten. Auf eine Unterscheidung zwischen den jeweiligen Kursprogrammen wurde aufgrund der geringen, statistisch wenig aussagekräftigen Fallzahlen jedoch verzichtet.

Weisen Studierende im (Klinisch) Praktischen Jahr im Vergleich zu Studierenden des fünften Studienjahres bessere praktische Fertigkeiten in der Anwendung der Sonographie auf?

Ein Vergleich zwischen Studierenden des fünften Studienjahres und jenen des (Klinisch) Praktischen Jahres zeigte keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die praktischen Fähigkeiten. Dies galt der Untersuchung des Praktischen Jahres als Möglichkeit zur

praktischen Anwendung von zuvor erlerntem theoretischem Wissen und der Analyse eines auf die klinische Umgebung und direkte Patientennähe zurückzuführenden Zuwachses sonographischer Fertigkeiten.

Als potenzielle Ursachen dieser Ergebnisse kommen einerseits ein zu geringes theoretisches Wissen für eine praktische Umsetzung sowie andererseits nicht-vorhandene Möglichkeiten eines Trainings sonographischer Fertigkeiten im Rahmen der Praktika in Frage. Als Lösungsmöglichkeiten ergeben sich vor allem eine fundierte theoretische wie auch praktische Ultraschall-Ausbildung im Rahmen des Pflichtcurriculums der ersten fünf Studienjahre, um in der Folge Wissen und Fertigkeiten nicht erst erlernen, sondern lediglich ausbauen zu müssen. Des Weiteren sollte den Studierenden im Rahmen der praktischen Tertiare die Möglichkeit eingeräumt werden, fokussierte Sonographie im Besonderen auch „bedside“ betreiben zu können.

Weisen Studierende mit bereits absolviertem/n Sono4You-Kurs/en im Vergleich zu Studierenden ohne Kursteilnahme einen höheren theoretischen Wissensstand zur Sonographie bzw. bessere praktische Fertigkeiten in der Anwendung der Sonographie auf?

Der Vergleich der im Rahmen der theoretischen Evaluierung erzielten Punkteanzahlen zeigte keine Unterschiede zwischen Studierenden mit bereits absolviertem/n und Studierenden ohne bisherigem/n Sono4You-Kurs/en. Die Hypothese, dass die Absolvierung von Kursprogrammen der Peer-Teaching Initiative Sono4You einen nachhaltigen theoretischen Wissenszuwachs zur Folge hat, musste den Ergebnissen entsprechend somit verworfen werden.

Die Ergebnisse bezüglich des Einflusses einer Absolvierung von Kursprogrammen auf die praktischen Fähigkeiten verhielten sich gegensätzlich. Studierende, die bereits einen oder mehrere Sono4You-Kurs/e absolviert hatten, waren den Studierenden ohne bisherige Teilnahme sowohl bezüglich der Gesamtpunkteanzahl als auch in sämtlichen Schwerpunktsetzungen sowie allen Kompetenzbereichen der Skills-Klassifikation überlegen und erzielten signifikant höhere Punkteanzahlen. Die Berechnung der Effektstärken legte den größten Effekt für die Gesamtpunkte, gefolgt von den Teilbereichen Abdomen, Notfall und schließlich Echokardiografie, dar. Im Rahmen der Skills-Klassifikation zeigt sich der größte Einfluss der Kursprogramme auf die Kompetenzen „Technik“ und „Basics“, gefolgt von „Bildeinstellung“, „Strukturen“ und

letztlich „Klinik“. Somit bestätigte sich die Hypothese eines positiven Einflusses der durch studentische Tutoren und Tutorinnen abgehaltenen Ultraschalllehre auf die praktische Anwendung der Sonographie.

Jenes Resultat ist potenziell auf die im Vordergrund stehende praktische Schwerpunktsetzung im Rahmen der Kursprogramme zurückzuführen, während einer Vermittlung von Grundlagen überschreitendem, vorwiegend theoretischem Wissen nachrangige Bedeutung zugeordnet wird. Bei erstmaliger Anwendung der Sonographie liegt der Fokus für die Mehrheit der Studierenden auf der für die Schnitteinstellung erforderlichen Hand-Augen-Koordination, der räumlichen Orientierung am Patientenkörper und Bildschirm sowie der Integration von aus der Anatomie bekannten Bildern in die eigens produzierten Ultraschallbilder. Daraus resultiert in der Regel eine reduzierte Aufmerksamkeit sowie Aufnahmebereitschaft gegenüber dem von den Tutoren und Tutorinnen eingebrachten theoretischen Hintergrundwissen. Als potenzielle Ursache kann ebenso eine längerfristige Nachhaltigkeit praktischer, selbstständiger Anwendungen in Erwägung gezogen werden.

Gibt es in Bezug auf den theoretischen Wissensstand zur Sonographie bzw. bezüglich der praktischen Fertigkeiten in der Anwendung der Sonographie einen Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Studierenden?

Im Rahmen der Arbeit wurde eine zusammen mit den Zusatzausbildungen erhobene aktive oder ehemalige Tutorentätigkeit der Initiative Sono4You als Störvariable identifiziert. Anhand einer Exklusion der 18 ebenso an der theoretischen Evaluierung teilnehmenden Tutoren und Tutorinnen wurden Verzerrungen von zahlreichen Ergebnissen erfolgreich korrigiert. Da eine Konfundierung im Rahmen der Untersuchung Gender-spezifischer Unterschiede nicht auszuschließen war, wurde die statistische Auswertung unter Elimination des potenziellen Störfaktors einer Tutorentätigkeit wiederholt.

Die erhaltenen Ergebnisse legten keine Unterschiede zwischen den in der theoretischen Evaluierung erzielten Punktezahlen der Frauen und Männer dar. Ähnliche Ergebnisse wurden ebenso für die praktische Evaluierung generiert. Mit Ausnahme der Schwerpunktsetzung Echokardiografie zeigte der Vergleich zwischen den männlichen und

weiblichen Studierenden keine Überlegenheit eines Geschlechtes in der praktischen Anwendung der Sonographie.

Im Teilbereich Echokardiografie erzielten die männlichen Teilnehmer im Vergleich zu den teilnehmenden Frauen signifikant höhere Punkteanzahlen. Da es sich diesbezüglich um einen großen Effekt handelte, wurde eine umfassende Analyse durchgeführt, um im Besonderen den in diesem Kontext verzerrenden Einfluss der Absolvierung von Sono4You-Kursprogrammen auszuschließen. Notfallsonographie-, Echokardiografie-Kurse sowie die Summerschool enthalten die Behandlung von Herzschnitten. 92 % der Frauen und lediglich 75 % der Männer wiesen die Teilnahme an einem der genannten Kursmodelle auf, wodurch die ungleiche Verteilung relevanter Kurse auf die beiden Geschlechter keine Erklärungsmöglichkeit für die Überlegenheit männlicher Teilnehmer bot.

Die explizite Verteilung der Echokardiografie-Kurse zeigte, dass 40 % der Männer, die eine Teilnahme an Sono4You-Kursen aufwiesen, die Absolvierung eines Echokardiografie-Kurses angegeben hatten. Demgegenüber bejahte lediglich eine Frau von den insgesamt 13 Frauen, die bis dato einen Kurs besucht hatten, die bisherige Absolvierung eines Echokardiografie-Kurses.

Ob die signifikant höheren Echokardiografie-Punkteanzahlen der Männer auf Gender-Aspekte oder die prozentual deutlich höhere Anzahl an Themen-spezifischen Echokardiografie-Kursen innerhalb der männlichen Teilnehmer zurückzuführen waren, konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht zufriedenstellend geklärt werden.

Weisen Studierende mit bereits absolviertem/n Wahlfach/Wahlfächern im Vergleich zu Studierenden ohne Teilnahme an elektiven, universitären Lehrveranstaltungen einen höheren theoretischen Wissensstand zur Sonographie bzw. bessere praktische Fertigkeiten in der Anwendung der Sonographie auf?

Im Rahmen der Auswertung des Einflussfaktors „Wahlfächer“ wurde auf eine Korrektur zur Elimination der potenziellen Störvariable einer aktiven oder ehemaligen Tutorentätigkeit verzichtet, da sich die teilnehmenden Tutoren und Tutorinnen gleichmäßig auf die beiden Subgruppen aufteilten.

Im Rahmen der theoretischen Evaluierung erzielten Studierende mit bereits absolviertem/n Wahlfach/Wahlfächern in Bezug auf die Gesamtpunkteanzahl sowie in den Schwerpunktsetzungen Basics, Notfallsonografie und Echokardiografie signifikant höhere Punkteanzahlen. Im Teilbereich Abdomen konnte hingegen kein signifikanter Unterschied zwischen den Subgruppen nachgewiesen werden.

Anhand der Ergebnisse wurde gefolgert, dass der Teilnahme an elektiven Lehrveranstaltungen positive Effekte hinsichtlich einer Vermehrung des theoretischen Sonographie-bezogenen Wissensstandes in den Teilbereichen Basics, Notfall und Echokardiografie zuzuschreiben sind. Die genannten Effekte zeichneten sich ebenso in den Gesamtpunktezahlen ab.

Verzerrungen aufgrund von ebenso im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Einflussfaktoren wurden weitgehend ausgeschlossen, da diesbezüglich keine Auswirkungen auf die theoretischen Kenntnisse festgestellt wurden. Kumulative Effekte konnten allerdings nicht ausgeschlossen werden.

Primär wird angenommen, dass die signifikant höheren Punkteanzahlen bezüglich der Gesamtpunkte und der genannten Schwerpunktsetzungen auf eine erfolgreiche Vermittlung von theoretischem Wissen im Rahmen der Wahlfächer zurückzuführen sind.

Erklärungen für den nachgewiesenen Einfluss der Wahlfächer auf den spezifischen Teilbereich der Notfallsonografie können derzeit nicht geliefert werden, zumal keine elektiven Lehrveranstaltungen mit jenem Schwerpunkt angeboten werden. Bezüglich Echokardiografie wird hingegen ein Wahlfach offeriert. Eine Grundlagenvermittlung mit dementsprechend positiven Auswirkungen auf die Basics-Fragestellungen ist potenziell in sämtlichen Wahlfächern verankert. Aufgrund der positiven Ergebnisse ist von Seiten der Medizinischen Universität Graz die Integration von bestimmten elektiven Lehrveranstaltungen ins Pflichtcurriculum zu bedenken.

Im Rahmen der praktischen Evaluierung wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den Punkteanzahlen der Studierenden mit und jenen ohne bisherige Wahlfächerabsolvierung nachgewiesen. Wahlfächer zeigten somit keinen positiven Einfluss auf die Sonographie-bezogenen Skills der Studierenden. Eine potenzielle Erklärung ergibt sich durch die vorwiegend theoretische Wissensvermittlung zur Sonographie im Rahmen dieser. Durch die zufällige Auswahl an Studierenden war eine Vorhersage der Merkmalsausprägungen nicht möglich, weshalb lediglich zwölf Personen

eine relevante Wahlfächerabsolvierung aufwiesen. In weiterer Folge wäre die Inklusion einer größeren und somit repräsentativeren Anzahl an Studierenden in die Subgruppe der Wahlfächerteilnahme wünschenswert.

Weisen Studierende nach Absolvierung diverser extracurricularer Zusatzausbildungen im Vergleich zu Studierenden ohne Zusatzausbildungen einen höheren theoretischen Wissensstand zur Sonographie bzw. bessere praktische Fertigkeiten in der Anwendung der Sonographie auf?

Die Häufigkeitsverteilung der angegebenen Zusatzausbildungen legte offen, dass 18 Personen eine aktive oder ehemalige Sono4You-Tutorenschaft aufwiesen. Zur Eliminierung der Störvariable wurden sämtliche Personen mit jener Merkmalsausprägung exkludiert. Die anhand der korrigierten Daten erhaltenen Ergebnisse zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den im theoretischen Fragebogen erzielten Punktezahlen der beiden Subgruppen. Dies ließ den Schluss zu, dass der Gesamtheit der berücksichtigten Zusatzausbildungen kein Einfluss bezüglich einer Vermehrung des theoretischen Wissensstandes zuzuschreiben ist. Eine Ausnahme bildete die ebenso in diesem Kontext erhobene ehemalige oder aktive Tutorentätigkeit, die erhebliche, positive Auswirkungen auf die theoretischen Kenntnisse zur Folge hatte und somit im Rahmen sämtlicher Auswertungen eingehend berücksichtigt werden musste. Kongruente Ergebnisse wurden im Rahmen der praktischen Evaluierung offengelegt. In gleicher Weise zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Studierenden mit und jenen ohne relevante Zusatzausbildungen.

Gibt es einen direkten Zusammenhang zwischen den theoretischen Kenntnissen und den praktischen Fähigkeiten der Studierenden?

Die Überprüfung einer potenziell vorhandenen Korrelation zwischen den beiden Zielgrößen widerlegte das Vorhandensein eines direkten, linearen Zusammenhangs. Es war folglich nicht möglich, von den theoretischen Kenntnissen auf die praktischen Fähigkeiten der Studierenden zu schließen. Gemäß den Ergebnissen war dies auch in umgekehrter Weise nicht möglich.

Eine wichtige Schlussfolgerung diesbezüglich stellt somit die im Rahmen einer Ultraschallausbildung erforderliche Vermittlung von sowohl praktischen Fähigkeiten als

auch theoretischen Kenntnissen dar. Es wird nicht als sinnvoll erachtet, den Fokus der Ausbildung überwiegend auf die Theorie oder im entgegengesetzten Fall hauptsächlich auf die Praxis zu legen. Zudem ist es nicht möglich, die beiden Zielgrößen aufgrund des fehlenden Zusammenhangs als voneinander unabhängig zu betrachten und auf eine fehlende gegenseitige Beeinflussung zu schließen. Die Stichprobenanzahl von 21 Personen ist darüber hinaus als tendenziell gering zu betrachten, weshalb für künftige Studien zur Untersuchung einer Korrelation eine größere Studierendenzahl, die Teilnahmen an der praktischen sowie theoretischen Evaluierung aufweisen, gefordert wird.

4.4. Schlussfolgerungen

Als primäre Erkenntnis der Arbeit ist der nachweislich fehlende Einfluss curricularer, obligatorischer Lehrveranstaltungen auf die praktischen Fähigkeiten sowie den Theoriebezogenen Wissensstand der Grazer Studierenden zur Sonographie zu nennen. Die jeweiligen die Ergebnisse hervorrufenden Hintergründe und die insgesamt abzuleitenden Schlussfolgerungen sind aufgrund von deren Relevanz für weitere Forschung sowie aufgrund potenzieller Auswirkungen auf den Ist-Zustand allerdings als ebenso bedeutend zu betrachten.

Bereits diskutierte Kausalitätstheorien beziehen sich einerseits auf eine niedrige Quantität von Sonographie-spezifischen Lehrveranstaltungen und andererseits auf eine mangelhafte Qualität der implementierten Unterrichtseinheiten. In diesem Zusammenhang muss im Besonderen auf die Thematik der Nachhaltigkeit sowie die Notwendigkeit regelmäßiger Wiederholung im Rahmen des Lernprozesses verwiesen werden.

Unabhängig von den jeweilig ursächlichen Faktoren ergibt sich, dass die Grazer Ultraschalllehre in ihrer derzeitigen Form unvermeidlich umfassenden, qualitätssichernden Adaptationen der Lehrveranstaltungen beziehungsweise einer grundlegenden Neugestaltung der Ultraschall-Ausbildung bedarf. Jene im Rahmen der Arbeit generierten Erkenntnisse bezüglich der Sonographie-Ausbildung an der Medizinischen Universität Graz stimmen in mancher Hinsicht mit den anhand einer Literaturrecherche akquirierten Daten überein. Wie bereits eingangs erwähnt, betonte eine 2015 veröffentlichte Studie den bis dato äußerst variablen Stellenwert der Ultraschall-Curricula an medizinischen Universitäten (14).

Gemäß einem Statement der EFSUMB wird die bestmögliche Versorgung der Patienten und Patientinnen von einer systematischen Integration der Sonographie in die Curricula moderner Fakultäten abhängig gemacht, wobei diesbezüglich eine Verknüpfung von theoretischer Wissensvermittlung mit der Abhaltung praktischer Unterrichtseinheiten forciert werden sollte (11). Einem 2018 veröffentlichten Review zufolge sei die bis zu jenem Zeitpunkt fehlende Etablierung national standardisierter prägradueller POCUS Curricula mit Zielsetzungen, inhaltlichen Meilensteinen sowie Kompetenz-bezogenen Assessments für eine Vermittlung von Fertigkeiten zur fokussierten Sonographie erforderlich (15).

Die Determinierung spezifischer Ultraschall-bezogener Lernziele durch die Medizinische Universität Graz kann bereits als solide Grundlage zur Implementierung der Sonographie ins Pflichtcurriculum beurteilt werden. Dennoch ist bezüglich der Inhalte und Zielsetzungen eine umfassende, detaillierte Ausarbeitung notwendig, um eine qualitativ hochwertige Ultraschalllehre sicherstellen zu können. Vor allem muss festgelegt werden, wie die definierten Lernziele zu erreichen sind und wer als verantwortliche Institute und Lehrende für eine auf hohem Niveau stattfindende Umsetzung in Frage kommen. In diesem Kontext sei ebenso auf die Bedeutung regelmäßiger Kompetenz-basierter Assessments verwiesen, um ein Erreichen der jeweiligen vordefinierten Zielsetzungen zu überprüfen und in der Folge potenziell notwendige Änderungen vornehmen zu können. Die im Rahmen dieser Arbeit sorgfältig konstruierten Evaluierungen können als Instrumente zur Überprüfung der praktischen Fähigkeiten sowie des Wissensstandes entweder direkt übernommen oder als Vorlage herangezogen werden. Da die aktuellen Schwerpunkte auf der Vermittlung der Ultraschall-Basics, der Abdomen- und Notfallsonographie sowie der Echokardiografie liegen, ist zudem eine Erweiterung des Lernzielkatalogs um andere sonographische Untersuchungstechniken mit hohem Stellenwert im Rahmen einer ärztlichen Tätigkeit in Erwägung zu ziehen.

Der 2014 designte Vorschlag für ein innerhalb den USA normiertes Ultraschall-Curriculum versuchte bereits zu beantworten, was ein(e) medizinische(r) Absolvent/Absolventin über die Sonographie wissen soll (1). In gleicher Weise fand anhand der 2016 veröffentlichten POCUS Meilensteine eine Determinierung von Kernkompetenzen, die im Rahmen der prägradueller universitären Ausbildung erzielt werden sollen, statt (12). Trotz eingangs bereits erörterter Schwächen jener beiden Studien

können deren Kerninhalte als Richtlinien in die Entwicklung einer Ultraschall-Ausbildung oder im besten Fall eines vollständigen Ultraschall-Curriculums an der Medizinischen Universität Graz einfließen und entsprechend angepasst werden.

Trotz der sich ergebenden Schwierigkeiten in Zusammenhang mit einer nationalen Standardisierung der Ausbildung wird intuitiv die Frage aufgeworfen, ob im Rahmen der Etablierung eines Ultraschall-Curriculums andere universitäre Standorte, mit dem Ziel der Schaffung einer österreichweit normierten Ultraschall-Ausbildung, miteinbezogen werden müssen. Dies setzt allerdings die Erhebung eines Ist-Zustandes bezüglich der Ultraschalllehre an sämtlichen österreichischen Universitäten voraus. Als weiterhin bestehende Forschungslücke ergibt sich somit eine bis dato fehlende Untersuchung und qualitative Analyse der Sonographie-bezogenen Ausbildungsmöglichkeiten an den Standorten Linz, Salzburg, Wien und Innsbruck.

Der Nachweis, dass die Sonographie sowohl als Lehrmittel der Präklinik als auch in Form einer fokussierten Anwendung als diagnostisches Hilfsmittel erfolgreich in die Lehrpläne integriert werden konnte, wurde bereits von vielzähligen Universitäten in Europa sowie Amerika erbracht (7–10). In welcher Art und Weise dies in Graz beziehungsweise Österreich erfolgen kann, ist nach dem derzeitigen Kenntnisstand noch unbekannt und bedarf weiterer klärender Untersuchungen.

Je nach Verfügbarkeit der finanziellen und personellen Ressourcen steht eine Bandbreite unterschiedlicher Modalitäten hinsichtlich einer Vermittlung der Sonographie zur Auswahl. Die anhand einer Literaturrecherche ausgearbeiteten Vorschläge umfassen E-Learning-Systeme mit Video-Tutorials und Fallsimulationen (16–18), von Experten und Expertinnen gehaltene theoretische Vorlesungen (16,18–20) sowie Simulationsprogramme und Phantome (16,18). Praktischen Hands-on Sessions im Kleingruppenformat wird eine besondere Bedeutung im Rahmen von studentischen Ausbildungsprogrammen zugemessen (16,18–20). Eine von Spezialisten und Spezialistinnen durchgeführte Supervision jener praktischen Einheiten bedarf jedoch beträchtlicher personeller Ressourcen. Zudem wird explizit die Abhaltung in Gruppen von nur wenigen Studierenden hervorgehoben (16,18,20). Aus der anhand aktueller Literatur abzuleitenden erforderlichen Implementierung praktischer Lehrveranstaltungen mit entsprechend kleiner Teilnehmeranzahl ergibt sich eine sichtlich große Herausforderung für die Universitäten.

Eine Lösungsmöglichkeit zur genannten Problemstellung stellt die kosten- sowie personalsparende Einbindung studentischer Peers in die universitären Curricula dar. Der Einsatz von meist speziell ausgebildeten Studierenden als Lehrende wird von unterschiedlichen prägraduellen Ausbildungsprogrammen unterstützt (15). Trotz zahlreicher Vorteile des Konzepts „Peer-Teaching“ muss in Frage gestellt werden, ob eine auf hohem Niveau stattfindende Ultraschalllehre trotz geringer fachlicher Expertise und Erfahrung der unterrichtenden Personen garantiert werden kann. Dieser Thematik widmeten sich bereits vielzählige Studien, die eine durch Peers erfolgende Ultraschalllehre im Vergleich zur Unterrichtung durch erfahrenes Personal als gleichwertig beurteilten (21–23). Trotz der häufig geäußerten Forderungen einer speziellen fachlichen und didaktischen Ausbildung von Tutoren und Tutorinnen konnte in einer Studie bereits belegt werden, dass minimales Training in Kombination mit autodidaktischer Weiterbildung bereits als erfolgreiche Ausbildung für eine hochwertige Lehre zu klassifizieren ist (21).

Als zweite bedeutende Erkenntnis dieser Arbeit ist der positive Effekt einer Absolvierung von Kursprogrammen der in Graz lokalisierten Initiative Sono4You auf die praktischen Fähigkeiten der Studierenden hervorzuheben. Jener erhebliche Einfluss wurde in sämtlichen in die praktische Evaluierung integrierten Schwerpunktsetzungen und Kompetenzbereichen der anzuwendenden Skills gefunden. Demzufolge stimmen die im Rahmen der Studie akquirierten Ergebnisse mit den aktuellen in der Literatur zu findenden Daten bezüglich des Peer-Teaching Konzepts als effektive und erfolgreiche Modalität zur Vermittlung von Ultraschalllehre überein.

Eine direkte Integration der sorgfältig designten Kursprogramme oder der bereits ausgebildeten, erfahrenen Tutoren und Tutorinnen ins Pflichtcurriculum kann den Erfolg versprechenden Ergebnissen zufolge von Seiten der Medizinischen Universität Graz in Betracht gezogen werden. Zudem hat sich die Peer-Teaching Initiative Sono4You am Grazer Standort bereits angemessen etabliert und ein funktionierendes, sich an aktuellen Leitlinien der Fachgesellschaften orientierendes System zur Ausbildung von Tutoren und Tutorinnen sowie Studierenden auf dem Gebiet der fokussierten Sonographie entwickelt. Die außerordentliche Wertschätzung durch die Grazer Studierenden selbst wird anhand der großen Nachfrage nach Kursen verdeutlicht. Die Grundhaltung der Studierenden gegenüber einer prägraduellen Ausbildung in der Anwendung der fokussierten Sonographie spiegelt sich ebenso deutlich im Rahmen der Erhebung zum persönlichen

Stellenwert der Sonographie innerhalb der teilnehmenden Studierenden wieder. 82 % beziehungsweise 79 % gaben als „zutreffend“ an, den Ultraschall im Rahmen einer späteren Berufsausübung als wichtig zu erachten.

Die wichtigsten Erkenntnisse dieser Arbeit zusammenfassend, bedarf die an der Medizinischen Universität Graz vermittelte praktische sowie theoretische Ultraschalllehre des Pflichtcurriculums qualitätssichernder Änderungen. Eine Neugestaltung sollte sich dabei an von Fachkreisen determinierten Kernkompetenzen und Meilensteinen sowie an in der Literatur empfohlenen, adäquaten Modalitäten für eine prägraduelle Ausbildung der fokussierten Sonographie orientieren. Aufgrund nachweislich positiver Effekte auf die praktischen, Sonographie-bezogenen Fähigkeiten der Grazer Studierenden kann eine Implementierung von Kursprogrammen der studentischen Peer-Teaching Initiative Sono4You Graz empfohlen werden.

5 *Literaturverzeichnis*

1. Baltarowich OH, Di Salvo DN, Scoutt LM, Brown DL, Cox CW, DiPietro MA, et al. National ultrasound curriculum for medical students. *Ultrasound Q.* 2014;30:13–9.
2. Moore CL, Copel JA. Point-of-Care Ultrasonography. *N Engl J Med.* 2011;364(8):749–57.
3. Feilchenfeld Z, Kuper A, Whitehead C. Stethoscope of the 21st century: dominant discourses of ultrasound in medical education. *Med Educ.* 2018;52(12):1271–87.
4. Greenbaum LD. It is Time for the Sonoscope. *J Ultrasound Med.* 2003;22(4):321–2.
5. Lane N, Lahham S, Joseph L, Bahner DP, Fox JC. Ultrasound in medical education: listening to the echoes of the past to shape a vision for the future. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2015;41(5):461–7.
6. Solomon SD, Saldana F. Point-of-Care Ultrasound in Medical Education - Stop Listening and Look. *N Engl J Med.* 2014;370(12):1083–5.
7. Hoppmann RA, Rao V V., Poston MB, Howe DB, Hunt PS, Fowler SD, et al. An integrated ultrasound curriculum (iUSC) for medical students: 4-year experience. *Crit Ultrasound J.* 2011;3(1):1–12.
8. Bahner DP, Adkins E. J, Hughes D, Barrie M, Boulger CT, Royall NA. Integrated medical school ultrasound: development of an ultrasound vertical curriculum. *Crit Ultrasound J.* 2013;5(1):6.
9. Rao S, van Holsbeeck L, Musial JL, Bouffard JA, Bridge P, Jackson M, et al. A Pilot Study of comprehensive ultrasound education at the Wayne State University School of Medicine: a pioneer year review. *J Ultrasound Med.* 2008;27(5):745–9.
10. Heinzow HS, Friederichs H, Lenz P, Schmedt A, Becker JC, Hengst K, et al. Teaching ultrasound in a curricular course according to certified EFSUMB standards during undergraduate medical education: a prospective study. *BMC Med Educ.* 2013;13(1):84.
11. Cantisani V, Dietrich C, Badea R, Dudea S, Prosch H, Cerezo E, et al. EFSUMB statement on Medical Student Education in Ultrasound [long version]. *Ultrasound Int Open.* 2016;2(1):E2–7.
12. Dinh VA, Lakoff D, Hess J, Bahner DP, Hoppmann R, Blaivas M, et al. Medical student core clinical ultrasound milestones: A consensus among directors in the United States. *J Ultrasound Med.* 2016;35(2):421–34.

13. Lewiss RE, Tayal VS, Hoffmann B, Kendall J, Liteplo AS, Moak JH, et al. The core content of clinical ultrasonography fellowship training. *Acad Emerg Med*. 2014;21(4):456–61.
14. Konge L, Albrecht-Beste E, Bachmann Nielsen M. Ultrasound in Pre-Graduate Medical Education. *Ultraschall der Medizin - Eur J Ultrasound*. 2015;36(03):213–5.
15. Tarique U, Tang B, Singh M, Kulasegaram KM, Ailon J. Ultrasound curricula in undergraduate medical education: A scoping review. *J Ultrasound Med*. 2018;37(1):69–82.
16. Cawthorn TR, Nickel C, Reilly MO, Kafka H, Tam JW, Jackson LC, et al. Development and Evaluation of Methodologies for Teaching Focused Cardiac Ultrasound Skills to Medical Students. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014;27(3):302–9.
17. Cuca C, Scheiermann P, Hempel D, Via G, Seibel A, Barth M, et al. Assessment of a New E-Learning System on Thorax , Trachea and Lung Ultrasound. *Emerg Med Int*. 2013;2013.
18. Bernard S, Richardson C, Hamann CR, Lee S, Dinh VA. Head and Neck Ultrasound Education—A Multimodal Educational Approach in the Predoctoral Setting. *J Ultrasound Med*. 2015;34(8):1437–43.
19. Shokoohi H, Boniface K, Kaviany P, Armstrong P, Calabrese K, Pourmand A. An Experiential Learning Model Facilitates Learning of Bedside Ultrasound by Preclinical Medical Students. *J Surg Educ*. 2015;73(2):208–14.
20. Afonso N, Amponsah D, Yang J, Mendez J, Bridge P, Hays G, et al. Adding New Tools to the Black Bag — Introduction of Ultrasound into the Physical Diagnosis Course. 2010;25(11):1248–52.
21. Knobe M, Mu R, Sellei RM, Holschen M, Mooij SC. peer teaching in med school and beyond Peer teaching : a randomised controlled trial using student-teachers to teach musculoskeletal ultrasound. *Med Educ*. 2010;44(2):148–55.
22. Celebi N, Zwirner K, Lischner U, Bauder M, Ditthard K, Schürger S, et al. Student Tutors Are Able to Teach Basic Sonographic Anatomy Effectively – a Prospective Randomized Controlled Trial. *Ultraschall der Medizin - Eur J Ultrasound*. 2012;33(2):141–5.
23. Ahn JS, French AJ, Thiessen MEW, Kendall JL, Ahn JS, French AJ, et al. Training Peer Instructors for a Combined Ultrasound/Physical Exam Curriculum Training Peer Instructors for a Combined Ultrasound/Physical Exam Curriculum. *Teach Learn Med*. 2014;26(3):292–5.

24. Lang-Loidolt D, Müller Y, Zöbl M. Klinischer Lernzielkatalog der Medizinischen Universität Graz. 2nd ed. Graz: Medizinische Universität Graz; 2017. 212 p.
25. Blum M, Kern M, Purkarthofer D, Schlecht F. Curriculum zur Tutorenausbildung [Internet]. p. 10. Available from: <http://graz.sono4you.at/portfolio/curriculum-tutorinnenausbildung/?portorder=menu>
26. Tolsgaard MG, Todsén T, Sørensen JL, Ringsted C, Lorentzen T, Ottesen B, et al. International Multispecialty Consensus on How to Evaluate Ultrasound Competence: A Delphi Consensus Survey. *PLoS One*. 2013;8(2).
27. Stenzel M, Mutze S, Dahse H-P, Delorme S, Strunk H. Sonographie Standard-Abdomen - Empfehlungen der Sektion Radiologie der DEGUM [Internet]. 2007 [cited 2019 Jan 28]. Available from: https://www.degum.de/fileadmin/dokumente/sektionen/radiologie/AbdomenStandard_v13_A4.pdf
28. American Institute of Ultrasound in Medicine. AIUM practice guideline for the performance of the focused assessment with sonography for trauma (FAST) examination. *J Ultrasound Med*. 2014;33(11):2047–56.
29. Buck T, Breithardt O-A, Faber L, Fehske W, Flachskampf FA, Franke A, et al. Manual zur Indikation und Durchführung der Echokardiographie. *Clin Res Cardiol Suppl* [Internet]. 2009;4(S1):3–51. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s11789-009-0051-6>
30. Lienert GA, Raatz U. Testaufbau und Testanalyse, Grundlagen Psychologie. 6th ed. Weinheim: Beltz; 1998. 432 p.
31. Ebel RL, Frisbie DA. Essentials of Educational Measurement. 5th ed. Hall P, editor. Englewood Cliffs; 1991. 370 p.
32. Krebs R. Anleitung zur Herstellung von MC-Fragen und MC-Prüfungen für die ärztliche Ausbildung [Internet]. Bern: Universität Bern, Medizinische Fakultät, Institut für Medizinische Lehre; 2004 [cited 2019 Jan 28]. p. 30. Available from: www.iml.unibe.ch/attachment/7/download/mc_anleitung.pdf
33. Downing SM. Reliability: on the reproducibility of assessment data. *Med Educ*. 2004;38(9):1006–12.
34. Delorme S, Jenderka K-V, Debus J. Duale Reihe Sonografie. 3rd ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2012. 400 p.
35. Bahnholzer J, Bahnholzer P. BASICS Sonographie. 2nd ed. München: Elsevier, Urban & Fischer Verlag; 2015. 112 p.

36. Görg C, Schmidt G. Kursbuch Ultraschall: Nach den Richtlinien der DEGUM und der KBV. 6th ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2015. 592 p.
37. Hochschuldidaktik A - Z Multiple-Choice-Prüfungen [Internet]. Universität Zürich; [cited 2019 Jan 28]. p. 4. Available from: http://www.hochschuldidaktik.uzh.ch/dam/jcr:ffffff-9a08-8cca-0000-00002cfe461f/A_Z_Multiple-Choice.pdf
38. Downing SM, Haladyna TM. Validity threats: Overcoming interference with proposed interpretations of assessment data. *Med Educ.* 2004;38(3):327–33.
39. Cohen-Schotanus J, Van Der Vleuten CPM. A standard setting method with the best performing students as point of reference: Practical and affordable. *Med Teach.* 2010;32(2):154–60.
40. Hodder R V., Rivington RN, Calcutt LE, Hart IR. The effectiveness of immediate feedback during the Objective Structured Clinical Examination. *Med Educ.* 1989;23(2):184–8.
41. Was ist ein OSCE? [Internet]. Medizinische Universität Graz. [cited 2019 Jan 28]. Available from: <https://www.medunigraz.at/humanmedizin/osce-objective-structured-clinical-examination/was-ist-ein-osce/>
42. Miller G. The assessment of clinical skills/competence/performance. *Acad Med.* 1990;65(9):s63–7.
43. Nikendei C, Jünger J. OSCE - praktische Tipps zur Implementierung einer klinisch-praktischen Prüfung. *GMS Z Med Ausbild.* 2006;23(3):1–8.
44. Newble D. Techniques for measuring clinical competence: objective structured clinical examinations. *Med Educ.* 2004;38(2):199–203.
45. Davis MH. OSCE: The Dundee experience. *Med Teach.* 2003;25(3):255–61.
46. Jäger J, Köllner V, Graf N. Der OSCE (Objective Structured Clinical Examination) Allgemeinmedizin: Eine kompetente praktische Prüfung nach dem Blockpraktikum. *Z Allgemeinmed.* 2008;84(9):375–81.
47. Simon SR, Bui A, Day S, Berti D, Volkan K. The relationship between second-year medical students' OSCE scores and USMLE Step 2 scores. *J Eval Clin Pract.* 2007;13(6):901–5.
48. McIlroy JH, Hodges B, McNaughton N, Regehr G. The effect of candidates' perceptions of the evaluation method on reliability of checklist and global rating scores in an objective structured clinical examination. *Acad Med.* 2002;77(7):725–8.
49. Regehr G, MacRae H, Reznick RK, Szalay D. Comparing the psychometric

- properties of checklists and global rating scales for assessing performance on an OSCE-format examination. *Acad Med.* 1998;73(9):993–7.
50. Regehr G, Freeman R, Hodges B, Russell L. Assessing the generalizability of OSCE measures across content domains. *Acad Med.* 1999;74(12):1320–2.
 51. Hodges B, Regehr G, Hanson M, McNaughton N. Validation of an Objective Structured Clinical Examination in Psychiatry. *Acad Med.* 1998;73(8):910–2.
 52. Chambers KA, Boulet JR, Gary NE. The management of patient encounter time in a high-stakes assessment using standardized patients. *Med Educ.* 2000;34(10):813–7.
 53. Downing SM, Lieska NG, Raible MD. Establishing passing standards for classroom achievement tests in medical education: a comparative study of four methods. *Acad Med.* 2003;78(10):S85–7.
 54. Lipsey MW, Wilson David B. *Practical Meta-Analysis.* Sage Publications; 2001. 247 p.

6. Anhang

Anhang 1: Allgemeiner Fragebogen

Ich bin

- männlich weiblich

Ich befinde mich im _____ Semester.

Ich habe einen Kurs/mehrere Kurse von Sono4You belegt.

Die nachfolgende Zeile dient der Angabe des jeweiligen Semesters und Jahres (z.B. WS 2017/18).

- Notfall: _____
- eFAST: _____
- Echokardiografie: _____
- Abdomen: _____

Ich habe an einer Summerschool für Ultraschall teilgenommen.

- Nein
- 2017
- 2016
- 2015
- 2014

Ich habe Wahlfächer für Ultraschall an der Medizinischen Universität Graz belegt.

- Ultraschallanatomie der Extremitäten
- Einführung: Sonographie in der Kinderradiologie
- Neurological Skills: Neurosonographie
- Sonographie in der Inneren Medizin
- Echokardiografie in Theorie und Praxis
- Sonstige: _____

Ultraschall ist für meine spätere klinische Tätigkeit wichtig.

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

Folgende Fachdisziplinen ziehe ich in Betracht/strebe ich an:

- _____ (maximal zwei Angaben)
- Weiß ich noch nicht.

Ich habe außerhalb des Pflichtcurriculums/von Wahlfächern/Sono4You bereits praktische Erfahrung mit Ultraschall gemacht.

- Nein.
- Kurs(e) mit Sonografie-Schwerpunkt
 - Welche? _____
- Selbststudium (z.B. CSC)
- Famulaturen
- Aktive(r) TutorIn bei Sono4You Graz
- Ehemalig(r) TutorIn bei Sono4You Graz
- Sonstiges: _____

Für den Fall einer möglichen/bereits stattgefundenen Teilnahme an einer theoretischen Evaluierung ist eine eindeutige Zuordnung nötig. Schreib dein Geburtsmonat, deine Hausnummer sowie die beiden Anfangsbuchstaben deines Geburtsortes ins folgende Feld (Bsp.: Sepp S. hat im September Geburtstag, wurde in Graz geboren und wohnt am Auenbruggerplatz 15. Diese Kombination ergibt 0915gr):

Anhang 2: Scoring-System der praktischen Evaluierung

	0	1	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	RECHTE FLANKE
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Klinische Frage
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Schallkopf
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gel
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Orientierung
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lokalisation
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Einstellung kaudaler Leberrand
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Niere
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tiefe
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gain
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fächern
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Identifizieren Nierenbecken
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zwerchfellreflexion
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Querschnitt
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Orientierung
/15 Punkte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Durchfächern
			AORTA
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	klinische Frage
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Orientierung
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lokalisation
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Einstellung Aorta
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Truncus coeliacus
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Arteria mesenterica superior
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tiefe
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gain
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Identifizieren Truncus coeliacus
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Arteria mesenterica superior
/11 Punkte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pankreas

			PSLX
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Schallkopf
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Orientierung
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lokalisation
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Einstellung
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Apex nicht sichtbar
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mitralklappe
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aortenklappe
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tiefe
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gain
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Identifizieren
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aortenklappe
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Septum interventriculare
/10 Punkte			4 CV
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lagerung
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lokalisation
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Orientierung
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gain
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tiefe
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Einstellung
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	rechter & linker Ventrikel
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	linker & rechter Vorhof
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Septum & Klappen
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	kein Foreshortening
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	kein 5 CV/kein Sinus coronarius
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Identifizieren
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trikuspidalklappe
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	linker Vorhof
/12 Punkte			LINKE FLANKE
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Klinische Frage
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Orientierung
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lokalisation
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tiefe & Gain
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Flüssigkeit
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Recessus
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Koller
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	perisplenisch
/7 Punkte			SUBXIPHOIDAL
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Klinische Frage
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Orientierung
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lokalisation
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tiefe & Gain
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Flüssigkeit
/5 Punkte			GESAMT /60 Punkte

Anhang 3: Beurteilungskriterien der praktischen Evaluierung

Rechte Flanke

1. Klinische Fragestellung

Eine 30jährige Patientin wird von ihrem Hausarzt wegen Polyurie, beginnendem Fieber und rechtsseitigem Flankenschmerz zu Ihnen auf die Klinik überwiesen. Es besteht der Verdacht eines komplizierten Harnwegsinfektes. In welchem Schnitt der standardisierten Abdomenuntersuchung erwarten Sie eine pathologische Veränderung?

Antwort: Rechte Flanke

2. Verwendung des richtigen Schallkopfes

Antwort: Die/Der Studierende verwendet den Konvexschallkopf, wobei die Auswahl zwischen Konvex-, Linear- und Sektorschallkopf getroffen werden muss.

3. Utilisation von Gel

Antwort: Der/Die Studierende verwendet Gel zur Überwindung des Impedanzunterschieds.

4. Orientierung des Schallkopfes

Antwort: Die/Der Studierende stellt einen Längsschnitt mit richtiger Orientierung der Markierung/Nase nach kranial ein.

5. Lokalisation des Schallkopfes am Probanden

Antwort: Die/Der Studierende setzt den Schallkopf in der rechten Flanke auf.

6. Einstellung des Längsschnittes: Folgende Strukturen sollen für den Schnitt der rechten Flanke eingestellt sein:

- a. Kaudaler Leberrand
- b. Niere

7. Tiefe

Antwort: Die/Der Studierende stellt den Schnitt so ein, dass zumindest der M. psoas major am unteren Bildschirmrand sichtbar ist beziehungsweise die Tiefe maximal bis zur Wirbelsäule reicht.

8. Gain

Antwort: Der Gain ist optimal eingestellt.

9. Durchfächern

Antwort: Die/Der Studierende fächert die Niere im Längsschnitt durch, um keinerlei Pathologien zu übersehen.

10. Identifizieren/Aufsuchen anatomischer Strukturen: Die/Der Studierende ist in der Lage, die folgenden Strukturen zu identifizieren:

- a. Nierenbecken
- b. Zwerchfellreflexion

11. Einstellung des Querschnittes:

Antwort: Der/Die Studierende stellt im Anschluss den Querschnitt der rechten Flanke dar.

12. Orientierung des Schallkopfes:

Die Markierung/Nase des Schallkopfes zeigt nach dorsal.

13. Durchfächern:

Antwort: Der/Die Studierende fächert den Querschnitt der rechten Flanke durch, sodass sowohl der obere als auch der untere Pol der Niere zur Darstellung kommen.

Aorta

1. Klinische Fragestellung

Ein Ihnen wegen seiner arteriellen Hypertonie bereits bekannter Patient sucht Sie auf, weil er in der letzten Zeit an immer wiederkehrenden Rückenschmerzen leidet. Außerdem spürt er neuerdings irgendetwas pochen, das er rund um die Nabelgegend lokalisiert. Weil Sie wissen, dass er seit Jahren starker Raucher ist, beginnen Sie mit welchem Schnitt der standardisierten Abdomenuntersuchung zuerst?

Antwort: Aorta (Oberbauch). Um die Dauer der praktischen Evaluierung eines/einer Studierenden zu verkürzen, wird auf die Durchmusterung der Aorta im Querschnitt verzichtet und die Aorta lediglich im Längsschnitt dargestellt.

2. Orientierung des Schallkopfes

Antwort: Die Markierung (Nase) des Schallkopfes zeigt nach kranial.

3. Lokalisation des Schallkopfes am Probanden

Antwort: Der Schallkopf wird subxiphoidal in der Mittellinie positioniert und etwas anguliert (Schallstrahlen in Richtung der linken Probandenseite) beziehungsweise etwas links paramedian der Mittellinie positioniert, sodass die Aorta im Längsschnitt zur Darstellung kommt.

4. Einstellung des Längsschnittes: Folgende Strukturen sollen für eine Darstellung der Aorta im Oberbauch-Längsschnitt eingestellt werden:

- a. Aorta
- b. Truncus coeliacus
- c. Arteria mesenterica superior

5. Tiefe

Antwort: Der/Die Studierende stellt die Wirbelsäule beziehungsweise die Hinterwand der Aorta am unteren Bildschirmrand ein.

6. Gain

Antwort: Der Gain ist optimal eingestellt.

7. Identifizieren/Aufsuchen anatomischer Strukturen: Der/Die Studierende ist in der Lage folgende Strukturen zu identifizieren:

- a. Truncus coeliacus
- b. Arteria mesenterica superior
- c. Pankreas

Parasternal lange Achse

1. Verwendung des richtigen Schallkopfes

Antwort: Der/Die Studierende verwendet den Sektorschallkopf, wobei die Auswahl zwischen Linear-, Sektor- und Konvexschallkopf besteht.

2. Orientierung des Schallkopfes

Antwort: Die Markierung (Nase) des Schallkopfes zeigt in Richtung der rechten Schulter des Probanden.

3. Lokalisation des Schallkopfes am Probanden

Antwort: Der Schallkopf wird zwischen zweiten und viertem Interkostalraum der linken Patientenseite nahe des Sternalrandes aufgesetzt.

4. Einstellung des Schnittes

- a. Der Apex des linken Ventrikels soll nicht sichtbar sein („offener linker Ventrikel“)
- b. Aortenklappe
- c. Mitralklappe

5. Tiefe

Antwort: Der/Die Studierende stellt den Schnitt so ein, dass die Herzhinterwand beziehungsweise der Querschnitt der Aorta descendens am unteren Bildschirmrand eingestellt wird.

6. Gain

Antwort: Der Gain ist optimal eingestellt.

7. Identifizieren/Aufsuchen anatomischer Strukturen: Der/Die Studierende ist in der Lage, folgende Strukturen zu identifizieren:

- a. Septum interventriculare
- b. Aortenklappe

Vierkammerblick

1. Lagerung des Patienten

Antwort: Der Proband wird nach Aufforderung des Studierenden/der Studierenden auf die linke Körperseite gelagert. Die linke Hand wird unterhalb des Kopfes und die rechte Hand auf der Hüfte positioniert. Der Punkt wird auch vergeben, wenn der/die Studierende eine Darstellung in Rückenlage versucht und erst im Anschluss eine Lagerung anordnet.

2. Lokalisation

Antwort: Der Schallkopf wird im 5. – 6. ICR in der Mamillenlinie aufgesetzt und/oder der Herzspitzenstoß wird ertastet und der Schallkopf an selbiger Stelle aufgesetzt.

3. Orientierung des Schallkopfes

Antwort: Die Markierung (Nase) des Schallkopfes zeigt in Richtung 2 oder 3 Uhr. Zum Aufsuchen des richtigen Interkostalraumes beziehungsweise der richtigen Platzierung der Sonde am Probanden soll keine einheitliche Methode verlangt werden, da eine gute Bildeinstellung bereits die richtige Platzierung der Sonde widerspiegelt.

4. Gain

Antwort: Der Gain ist optimal eingestellt.

5. Tiefe

Antwort: Beide Vorhöfe sollen vollständig am unteren Bildschirmrand zur Darstellung kommen.

6. Beurteilung der richtigen Einstellung: Zur Darstellung des Vierkammerblicks sollen folgende Strukturen zur Darstellung kommen und die folgenden Richtlinien erfüllt werden:
 - a. linker und rechter Ventrikel
 - b. Linker und rechter Vorhof
 - c. Das Septum soll annähernd vertikal und die Atrioventrikularklappen annähernd horizontal zur Darstellung kommen.
 - d. Die Darstellung erfolgt von möglichst kaudal, sodass keine optische Verkürzung des Herzens stattfindet („kein Foreshortening“).
 - e. Es sollen weder die Aorta („Fünfte Kammer“) noch der Sinus coronarius mit der Schnittebene erfasst werden.

7. Identifizieren/Aufsuchen anatomischer Strukturen
 - a. Trikuspidalklappe
 - b. linker Vorhof

Linke Flanke

1. Klinische Fragestellung

Ein neunjähriger Junge kommt mit seiner besorgten Mutter zu Ihnen. Sie bemerken sogleich, dass er sich schützend den Bauch hält. Im Bereich unterhalb des linken Rippenbogens finden Sie ein etwa faustgroßes Hämatom. Die Mutter erzählt aufgeregt, dass ihr Sohn von einem Fußball getroffen wurde. Wo werden Sie die eFAST-Untersuchung, also extended FAST-Untersuchung, beginnen?

Antwort: linke Flanke

2. Orientierung des Schallkopfes

Antwort: Die Markierung (Nase) des Schallkopfes zeigt nach kranial beziehungsweise wird der Schallkopf in den Interkostalraum gedreht.

3. Lokalisation des Schallkopfes am Probanden

Antwort: Der Schallkopf wird im Bereich der linken Flanke aufgesetzt.

4. Adaptation der Geräteeinstellungen:

Antwort: Gain und Tiefe werden grob angepasst, sodass freie Flüssigkeiten identifiziert werden können.

5. „Identifikation von freier Flüssigkeit“: Wo könnten Sie freie Flüssigkeit erwarten?

- a. Recessus costodiaphragmaticus
- b. Koller-Pouch
- c. perisplenisch

Subxiphoidaler Schnitt

1. Klinische Fragestellung

Ein 40-jähriger Patient wird mit instabilen Kreislaufverhältnissen eingeliefert. Es besteht der dringende Verdacht auf einen akuten Perikarderguss infolge eines Thoraxtraumas. Welcher Schnitt der eFAST-Untersuchung wird in diesem Fall am ehesten freie Flüssigkeit zeigen und die Diagnose sichern?

Antwort: subxiphoidaler Schnitt (des Herzens)

2. Orientierung des Schallkopfes

Antwort: Die Markierung (Nase) des Schallkopfes zeigt bei Verwendung des Sektorschallkopfes zur linken Patientenseite und bei Verwendung des Konvexschallkopfes zur rechten Probandenseite.

3. Lokalisation des Schallkopfes am Probanden

Antwort: Der Schallkopf wird subxiphoidal oder rechts subcostal (wenige Zentimeter rechts von der Medianlinie des Probanden) aufgesetzt.

4. Adaptation der Geräteeinstellungen:

Antwort: Gain und Tiefe werden grob angepasst, sodass freie Flüssigkeiten identifiziert werden können.

5. „Identifikation von freier Flüssigkeit“: Wo könnten Sie freie Flüssigkeit erwarten?

Antwort: Freie Flüssigkeit kann im Herzbeutel (Perikardhöhle) zwischen viszeralem und parietalem Perikard gefunden werden.

Anhang 4: Online-Fragebogen (Link zum Google Forms Dokument)

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScrA62XiDpoesb2k1qzC5G_AB3aI2jYC2ZaOJbPEttF7Ajf8A/viewform?usp=sf_link