

Aus der
Medizinischen Universitätsklinik Tübingen
Internistische Intensivstation 93

**Validierung DEGUM-Notfallsonografie-Ausbildung:
Welchen Informationsgewinn bringt eine DEGUM
Notfallsonographie durch einen Anfänger im Vergleich
zur klinischen Untersuchung?**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen**

**vorgelegt von
Schip, Katharina Irene Therese**

2020

Dekan: Professor Dr. B. Pichler

1. Berichterstatter: Privatdozentin Dr. N. Celebi

2. Berichterstatter: Professor Dr. P. Martus

Tag der Disputation: 09.10.2020

"Es ist nicht genug, zu wissen, man muss auch anwenden.

Es ist nicht genug, zu wollen, man muss auch tun."

Johann Wolfgang von Goethe (Werk: Wilhelm Meisters Wanderjahre)

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	7
Abbildungsverzeichnis	8
1. Einleitung	9
1.1 Geschichte der Sonografie	9
1.2 Entwicklung der Notfallsonografie	12
1.3 Professionalisierung der Sonografie – Entwicklung der DEGUM	15
1.4 Bedeutung der Sonografie in der Notfalldiagnostik	16
1.5 Ultraschallausbildung	17
1.5.1 Didaktik	17
1.5.2 Internetressourcen bei der Sonografie Ausbildung	19
1.5.3 Tutoren Programm in Tübingen	20
1.5.4 Notfallsonografie Ausbildung	21
1.6 Zusatzweiterbildung Klinische Akut- und Notfallmedizin	23
1.7 Fragestellung	24
2. Patienten und Methoden	25
2.1 Studiendesign	25
2.2 Schulung	25
2.3 Fachärzte	28
2.4 Dokumentierte Parameter	28
2.5 Ethische Standards	29
2.6 Methodik	30
2.6.1 Klinische Untersuchung	30
2.6.2 Sonografie	30
2.6.3 Kontrollsonografie	30
2.7 Apparativ-technische Ausrüstung	31
2.8 Studienassistenten	31
2.9 Auswertung und statistische Methoden	31
3. Ergebnisse	32
3.1 Patientenkollektiv	32
3.2 Sonografie-Anfänger	34
3.3 Auswertung des Erhebungsbogens	35
3.4 Vergleich klinische Untersuchung mit Notfallsonografie durch einen Anfänger	39

3.4.1 Anzahl der relevanten Pathologien	39
3.4.2 Relevante Organsysteme	42
3.4.3 Notfallsonografie versus klinische Untersuchung	44
3.4.4 Notfallsonografie korrigiert klinische Untersuchung	45
3.5 Diagnostischer und therapeutischer Zugewinn	45
3.6 Zusammenfassung der Hauptergebnisse	48
4. Diskussion	49
4.1 Vergleich klinische Untersuchung mit der Notfallsonografie durch einen Anfänger	49
4.2 Auswirkung auf Diagnose und Therapie	50
4.3 Limitation der Studie	52
4.3.1 Erfahrung des Untersuchers	52
4.3.2 Einfluss der Anamnese	53
4.3.3 Verwendete Ultraschallgeräte	55
4.4 Zusammenfassende Beurteilung	56
4.5 Ausblick	57
5. Zusammenfassung	58
6. Anhang	60
6.1 Patienteninformation	60
6.2 Einverständniserklärung	62
6.3 Fragebogen zur klinischen Untersuchung	63
6.4 Fragebogen zur Notfallsonografie	64
7. Literaturverzeichnis	66
8. Eigenständigkeitserklärung	75
9. Danksagung	76

Abkürzungsverzeichnis

AAA	Abdominales Aortenaneurysma
ÄAppO	Approbationsordnung für Ärzte
ACEP	American College of Emergency Physicians
ATLS	Advanced Trauma Life Support
CI	Compound Imaging
DEGUM	Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin
eFAST	extended Focused Abdominal Sonography for Trauma
FAST	Focused Abdominal Sonography for Trauma
GS	Goldstandard
INT	Intensivstation
KU	Klinische Untersuchung
LVEF	Linksventrikuläre Ejektionsfraktion
NAZ	Notaufnahme Zentrum
NFS	Notfallsonografie
NKLM	Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin
NNH	Nasennebenhöhlen
OSCE	Objective structured clinical examination
pFAST	prehospital Focused Abdominal Sonography for Trauma
THI	Tissue Harmonic Imaging
US	Ultraschall
ZVEI	Zentralverband für Elektrotechnik und Elektroindustrie e.V.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Demografische Daten des Patientenkollektivs

Tabelle 2: Sonografie-Anfänger

Tabelle 3: Krankheitsbilder mit fehlendem Untersuchungsergebnis

Tabelle 4: Häufigkeit der pathologischen Befunde

Tabelle 5: Detailanalyse aller detektierten Pathologien

Tabelle 6: Korrekte Diagnose durch Notfallsonografie im Vergleich zur klinischen Untersuchung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: „gun turret scanner“

Abbildung 2: ACEP 2008 Emergency US Guidelines Scope of Practice

Abbildung 3: Übersicht über Qualifikationsmöglichkeiten und Anforderungen

Abbildung 4: Altersverteilung der Patienten

Abbildung 5: Patientenabhängige Faktoren

Abbildung 6: Umgebungsabhängige Faktoren

Abbildung 7: Vergleich Diagnostik relevanter Pathologien

Abbildung 8: Ausschluss relevanter Pathologien

Abbildung 9: Korrigierte Diagnosen

Abbildung 10: Diagnostischer Mehrgewinn

Abbildung 11: Änderung der Therapie

Abbildung 12: Seitz. Thieme: Klinische Sonografie und sonografische Differenzial-
diagnose Bd. 1, Seite VI

1. Einleitung

1.1 Geschichte der Sonografie

Die Brüder Jacques und Pierre Curie entdeckten bereits 1880 bei polar gebauten Kristallen den piezoelektrischen Effekt und legten damit den entscheidenden Grundstein der Sonografie. Anfang des letzten Jahrhunderts kamen Physiker auf diese, zu dem Zeitpunkt unbeachtete, Entdeckung zurück (Frentzel-Beyme o. J.). Das Nutzen von Ultraschallwellen zur Sichtbarmachung von Objekten wurde daraufhin im ersten Weltkrieg von dem Franzosen Paul Langevin erfolgreich angewendet, um Unterseeboote zu orten (Roelandt 2000). Zu diesem Zeitpunkt war ein Gebrauch am Menschen undenkbar, da die Übertragung der Schallwellen mittels Quarzkristalle viel zu stark war.

1942 gelang dem Neurologen Karl Dussik die erste medizinische Anwendung von Schallwellen am menschlichen Großhirn (Dussik 1949). In enger Zusammenarbeit von Physikern und Ärzten konnte sich die Entwicklung der Sonografie in verschiedenen Fachrichtungen, vor allem während des Zweiten Weltkrieges, fortsetzen (Strunk H. et al. 2019)

Zunächst wurde das sogenannte Amplitude-Bildverfahren (A-Mode) angewandt: Je stärker der Reflex, desto höher die Amplitude.

Im Jahre 1954 erfolgte die erste zweidimensionale Darstellung. Der Patient saß hierfür in einem mit Wasser gefüllten Bomben-Abwurfschacht und die vertikal schwingende Schallquelle fuhr zirkulär um den Patienten (Compound Verfahren) (Strunk H. et al. 2019)

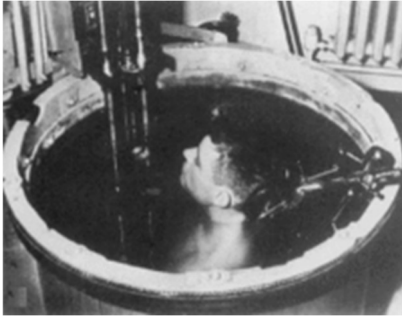


Abbildung 1: „gun turret scanner“

Wasserbehälter mit zirkulär rotierendem Schallkopf, der sich gleichzeitig automatisch in einem bestimmten Winkel hin und her bewegt (compound).

1957 gelang es dem Gynäkologen I. Donald einen Schallkopf zu konstruieren, den man direkt auf die Haut des Patienten aufsetzen konnte (Birnbaum u. Albrecht 2013).

In Folge wurde 1965 der B-Scan als Echtzeitverfahren entwickelt und zum ersten Mal in der Geschichte der Sonografie gelang es eine atem- und pulssynchrone Bewegung von Körpergewebe zu zeigen. Diese Entdeckung revolutionierte die Ultraschalldiagnostik (Zoller et al. 1994).

Der Dopplereffekt ermöglicht die Beurteilung der Blutstromgeschwindigkeit, was insbesondere in der Kardiologie und Angiologie breite Anwendung gefunden hat. Bei der Duplexsonografie werden B-Bild und Doppler-Sonografie kombiniert, so dass sich das Blutgefäß im Schnittbild darstellt und gleichzeitig die Strömungsgeschwindigkeit des Blutes gemessen werden kann. Weiterführend kann diese Ultraschallinformation farbkodiert werden, man nennt dies Farbdoppler-Sonografie (Koennecke et al. 1989). Durch diese technische Entwicklung können heute auch tiefer gelegene Gefäße aufgefunden werden und in der Echokardiografie Funktionsstörungen der Herzklappen sowie Defekte des Herzmuskels beurteilt werden (Landwehr et al. 1990).

Diese Geräte der nächsten Generation verhalfen zum gewaltigen Durchbruch der Sonografie und dem schlagartigen Einzug in viele Fachdisziplinen (Birnbaum u. Albrecht 2013). Durch leistungsstarke Computer kam es zur heutigen farbkodierten Darstellung. Mit der Entwicklung der Farbdopplersonografie 1982 wurden Sensitivität, räumliche und zeitliche

Auflösung der richtungskodierten Blutflussdarstellung in Echtzeit ständig verbessert. Die Farbdopplersonografie ist heute fester Bestandteil des klinischen Alltags und gehört damit zu den sonografischen Standardverfahren (Bolondi et al. 1998).

Die sensitivere Powerdopplersonografie kann die genauere Lokalisation von Durchblutungsstörungen und beispielsweise die Darstellung des Vorhandenseins einer inflammatorischen Vaskularisation zeigen. Damit sind typische Gefäßverläufe in Tumoren sensitiver darstellbar (Ohishi et al. 1998).

Eine weitere Steigerung der Sensitivität wurde durch die Kontrastmittel-Sonografie geschaffen. Die intravenöse Anwendung von Echokontrastmitteln wird unter anderem zum Ausschluss okkulten Lebermetastasen von Tumorpatienten genutzt, bei denen der native Ultraschall das Vorliegen von Metastasen nicht ausschließen konnte (Leen 1999).

Die aktuellen Empfehlungen (2015) der amerikanischen und europäischen kardiologischen Fachgesellschaften empfehlen die Bestimmung der linksventrikulären Ejektionsfraktion (LVEF) aus 2D oder bei guter Schallbarkeit auch aus 3D Darstellungen und bei reduzierter Schallbarkeit die Verbesserung der Konturerkennung mittels lungengängigem Kontrastmittel (Lang et al. 2015).

Die 3D-Sonografie ermöglicht zudem die exaktere Zielsetzung der Biopsienadel und die Speicherung unterstützt die gezielte Weiterbehandlung und Beurteilung der Tumorausdehnung (Qiu et al. 2014).

Der 4D-Ultraschall ist eine in Echtzeit auf dem Bildschirm dargestellte 3D-Sonografie. Sie wird beispielsweise in der Kardiologie zur transthorakalen und transösophagealen Echokardiographie eingesetzt. Ran Chen et al. haben gezeigt, dass mit Hilfe des 4D-Ultraschalls eine präzise Vermessung der linksventrikulären Ejektionsfraktion (LVEF) möglich ist (Chen et al. 2016).

In der Schwangerschaftsvorsorge findet sie Anwendung bei der Beobachtung des fetalen Gesichtsausdrucks, mit dem die neurologische Entwicklung des Feten und die fetale Gehirnfunktion besser voraussagen ist (Merz u. Pashaj 2015).

Seit wenigen Jahren stehen weitere Entwicklungen zur detaillierten Beurteilung der Struktur von parenchymatösen Organen und lokalisierten Läsionen mit

schärferen Konturen zur Verfügung. Durch das Empfangen von nur harmonischen Frequenzen und das Auslösen der einfachen Frequenzvibrationen können hochwertigere, wesentlich weniger verrauschte, zweidimensionale Bilder produziert werden. Tissue Harmonic Imaging (THI) und Compound Imaging (CI) sichern eine Verbesserung der Kontrastauflösung, aber auch der räumlichen Auflösung. Vor allem die Kombination beider Methoden steigert die Bildqualität bei der Halsweichteilbeurteilung, bei der muskulo-skelettalen Sonografie und bei uroonkologischen Fragestellungen (Bozzato et al. 2009) (Lin et al. 2002) (Heynemann et al. 2004).

Im Vergleich zu allen anderen bildgebenden Verfahren zeigt die Sonografie heute noch das größte Potential zur Weiterentwicklung. Vor allem die intraoperative (laparoskopische) Ultraschall Diagnostik und die navigierte Sonografie zur anatomischen Visualisierung lässt besondere Fortschritte erwarten (Wilhelm u. Feussner 2007). Die Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) steht daher in engem Kontakt mit dem Zentralverband für Elektrotechnik und Elektroindustrie e.V. (ZVEI) (Delorme u. Nürnberg 2009).

1.2 Entwicklung der Notfallsonografie

Die 1980er und 1990er Jahre stellen die bedeutendste Zeit in der Entwicklung der Notfallsonografie dar. In dieser Phase wurden die wichtigsten wissenschaftlichen Meilensteine gesetzt, die in der Beschreibung der Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST) gipfelten.

In den 80er Jahren konnte man zum ersten Mal in der deutschen Literatur über den Einsatz der Sonografie in der Notfallmedizin lesen. Der Ultraschall als initiale bildgebende Diagnostik wurde zur Detektion der intrathorakalen und intraabdominalen Blutung beim stumpfen Bauchtrauma empfohlen und unterstützte Entscheidungen zur operativen Intervention.

Zum damaligen Zeitpunkt galt die Notfallsonografie als bedeutende Erweiterung der Diagnostik in der Notfallversorgung.

Mitte der 90er Jahre wurden erste Kurse zur Ausbildung der fokussierten Sonografie an Notfallpatienten angeboten und es kam erstmals die Forderung auf,

dass die Ausbildung am Ultraschallgerät zur Grundausbildung eines Mediziners gehört und jedem Arzt in der Notfallversorgung jederzeit zur Verfügung stehen sollte (Rozycki 1995).

Kirkpatrick hat zum FAST-Konzept bereits 2002 eine Erweiterung auf Thorax und Herz, das Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma (eFAST), vorgeschlagen. Dieses wurde weltweit, jedoch führend in den USA, weiterentwickelt und zunehmend ausgeweitet (Kirkpatrick et al. 2004).

Hierbei wird neben den Abdominalorganen auch die Lunge des Traumapatienten untersucht, um einen Pneumothorax, einen Hämatothorax oder auch einen Pleuraerguss nachzuweisen, bevor sie sich klinisch bemerkbar machen.

Bereits 2004 zeigte Lichtenstein, dass die Detektion der wichtigsten Pathologien der Lunge beim ARDS (Acute respiratory distress syndrome) per Sonografie eine höhere Sensitivität und Spezifität gegenüber der klinischen und radiologischen Untersuchung hat. Ein Pleuraerguss kann Lichtenstein zufolge mit einer Treffsicherheit von 93 % sonografisch diagnostiziert werden (Lichtenstein et al. 2004).

Im Jahr 2008 veröffentlicht das American College of Emergency Physicians (ACEP) die überarbeitete Version einer ersten fächerübergreifenden Zusammenstellung der häufigsten Erkrankungsbilder in der Notfallsonografie (Michalke 2012).

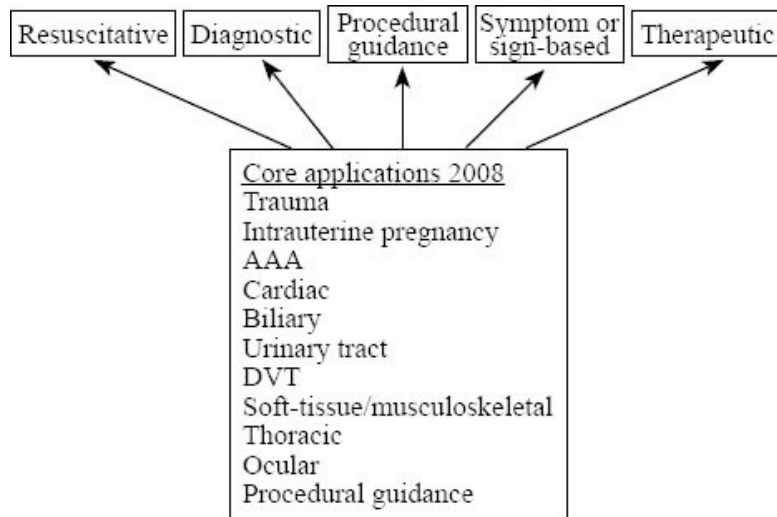


Abbildung 2: ACEP 2008 Emergency US Guidelines Scope of Practice

Kategorisierung der verschiedenen Ultraschallverfahren in spezifische klinische Einheiten, die für die Notfallmedizin relevant sind.

Mit der Entwicklung mobiler Ultraschallgeräte wurde die Anwendung der Sonografie am Unfallort möglich. Die präklinisch fokussierte Sonografie beim verunfallten Patienten („prehospital focused abdominal sonography for trauma“, P-FAST) ermöglichte in den letzten Jahren die Diagnostik relevanter Abdominaltrauma durch den Rettungsdienst und die Luftrettung und führte dementsprechend zur Optimierung des präklinischen Managements. P-FAST gilt als fehlerarme Methode zur sicheren Diagnostik von freier intraperitonealer Flüssigkeit am Unfallort (Walcher et al. 2002).

In der Notaufnahme hilft die Sonografie heute bei wichtigen strategischen Entscheidungen zur weiterführenden Diagnostik, Miteinbindung von Spezialabteilungen sowie stationärer oder ambulanter Weiterbehandlung.

1.3 Professionalisierung der Sonografie – Entwicklung der DEGUM

Die deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) ist eine der bedeutendsten Ultraschallverbände der Welt mit Vereinssitz in Hamburg und hat derzeit mehr als 10.000 Mitglieder. Sie wurde im Jahr 1977 gegründet und ist Mitglied der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Zu den Tätigkeiten der DEGUM gehören die Interessenvertretung der Ärzte, Anwender und Hersteller von Ultraschallgeräten, sowie deren wissenschaftlicher und praktischer Erfahrungsaustausch. Des Weiteren unterstützt sie Forschungsvorhaben und bietet eine Vielzahl von Fortbildungen, unter anderem eine dreistufige Zertifizierung (Jecker 2019b).

Die DEGUM definiert die Notfallsonografie als „eine strukturiert durchgeführte symptomorientierte Sonografie am Notfallpatienten, die unabhängig vom Ort sowie problem- oder patientenorientiert ist, d.h. organ-, regionen- und fach- oder funktionsübergreifend“ (Osterwalder et al. 2019).

Ausgehend von den Fragestellungen beim Notfallpatienten arbeitet die DEGUM seit dem Dreiländertreffen in Davos am 27.09.2008 an einem Ausbildungskonzept für Notfallsonografie. Diese Basisausbildung soll möglichst vielen jungen Kolleginnen und Kollegen den Einstieg in die Versorgung von Notfallpatienten erleichtern. Aufwand und Nutzen sollen dabei in vertretbarem Verhältnis zueinanderstehen.

Um die Weiterbildung in Ultraschallverfahren stetig zu verbessern und zu regeln, wurde 2011 die Ultraschall-Akademie gegründet. Diese Tochtergesellschaft organisiert Symposien, Workshops, Ultraschall- und Fortbildungskurse (Jecker 2019b).

Ferner ist die DEGUM bemüht, interessierten Medizinstudenten bereits während des Studiums die diagnostischen Möglichkeiten des Ultraschalls nahezubringen. Dafür bietet die DEGUM an wenigen Kliniken (Bsp. Mannheim, Garmisch-Partenkirchen, Heidelberg) studentische Ultraschallkurse an, die mit einem DEGUM-Logo zertifiziert sind (Jecker 2019a).

Während des Dreiländertreffens in Innsbruck 2014 gründete eine interdisziplinäre Gemeinschaft von Studenten die Arbeitsgruppe „Studierende in

der DEGUM“, um auf die erheblichen Unterschiede der Ultraschallausbildung bezüglich Zeitumfang und Inhalten während des Studiums aufmerksam zu machen. Die Arbeitsgruppe hat sich zum Ziel gemacht, dass jeder Studierende die Möglichkeit hat eine grundlegende Ausbildung im Bereich des Ultraschalls zu erhalten. Dabei soll vor allem die praktische Anwendung im Vordergrund stehen (Deutscher Ärzteverlag GmbH u. Ärzteblatt 2017).

1.4 Bedeutung der Sonografie in der Notfalldiagnostik

Seit 2002 gehört die präklinische fokussierte Sonografie („prehospital focused abdominal sonography for trauma“, P-FAST) bei der Deutschen Rettungsflugwacht, sowie beim bodengebundenen Rettungsdienst (in Darmstadt und Frankfurt am Main) zum festen Algorithmus bei der Versorgung von Notfallpatienten und hat sich als valide diagnostische Untersuchung bewährt. (Walcher F, Patrovic T, Neri L, Heegaard W, et al. 2008).

Sie ermöglicht über wenige sonografische Anlotungspunkte die Beurteilung von Abdominalorganen, Thorax, Trachea und Lunge. Insbesondere die präklinische und primär klinische Versorgung des Thoraxtraumas stellt für den Notarzt eine anspruchsvolle Aufgabe dar. Beim Polytrauma sind Thoraxverletzungen zusammen mit den schweren Verletzungen der Extremitäten und dem Schädel-Hirn-Trauma die häufigsten relevanten Diagnosen. Ein schweres Thoraxtrauma liegt bei bis zu 45 % der Mehrfachverletzungen vor und endet auffallend häufig in einer bedeutsamen respiratorischen Insuffizienz (31 %) oder einem Kreislaufversagen (26 %) und ist bei 25 % die posttraumatische Todesursache. Folglich ist eine frühzeitige Erkennung und Einschätzung eines (Spannungs-) Pneumothorax, Hämatothorax, oder eines Pleuraergusses die führende Aufgabe des Notarztes am Unfallort, sowie des erstversorgenden Arztes in der Klinik (Schmitz et al. 2007). Die Sonografie sollte in der Präklinik und zeitkritischen Szenarien in Notaufnahmen oder Intensivstationen bettseitig jederzeit verfügbar sein (Ruessler et al. 2009). Voraussetzung ist, dass der Notarzt und der erstversorgende Arzt in der Klinik über die diagnostischen Mittel, Kenntnisse und Erfahrungen verfügt.

Die steigenden Patientenzahlen in deutschen Notaufnahmen erfordern zudem eine zeitnahe Diagnosestellung und folglich eine zeitnahe Therapieeinleitung (Tang et al. 2010). Die Notfallsonografie in den ersten 24 Stunden verkürzt durch frühzeitigen Ausschluss relevanter Differenzialdiagnosen die Verweildauer der Patienten und ermöglicht bereits in der Notaufnahme die Entscheidung für eine ambulante Behandlung zu treffen (Schuler et al. 2012). Des Weiteren können Patienten schneller nach erforderlicher chirurgischer oder nicht-chirurgischer Intervention triagiert werden, was die Zahl der unnötigen Computertomographie-Untersuchungen reduziert (Stengel et al. 2015). Aus diesem Grund ist es essentiell, dass junge Ärzte eine fundierte Ausbildung in der Sonografie erhalten, bevor sie mit Notfallpatienten in Kontakt kommen.

1.5 Ultraschallausbildung

1.5.1 Didaktik

Der Nationale Kompetenzbasierte Lernzielkatalog Medizin (NKLM) formulierte 2015 ein Kerncurriculum, das in Zeiten des rasanten Wissenszuwachses eine Überfrachtung mit Weiterbildungsinhalten während des Studiums verhindert und die Kompetenzen fokussiert, die einem bestmöglichen Übergang von Studium in Beruf dienen.

Die Novellierung der Ärztlichen Approbationsordnung (ÄAppO) im Jahre 2002 verfolgte auch das Ziel, Studenten frühzeitig mit den ärztlichen Kompetenzen im Bereich der praktischen Fähigkeiten vertraut zu machen (Kruppa et al. 2009).

Entsprechend der quantitativen und qualitativen Weiterentwicklung der Sonografie hat sich die Indikationsstellung vervielfältigt. Daher wurde es erforderlich, die Richtlinien der KBV (Kassenärztliche Bundesvereinigung) anzupassen und die sonografische Qualifikation in der Weiterbildung noch stärker zu verankern (§4 der Ultraschallvereinbarung). Zur Qualifizierung der Ultraschalldiagnostik gibt es die Möglichkeit, im Rahmen der Facharztausbildung sowie außerhalb der Facharztweiterbildung an Ultraschallkursen teilzunehmen oder durch eine ständige bzw. begleitende Tätigkeit in der Sonografie die Anforderungen zu erfüllen (Abbildung 3) (Schmidt u. Görg 2015a).

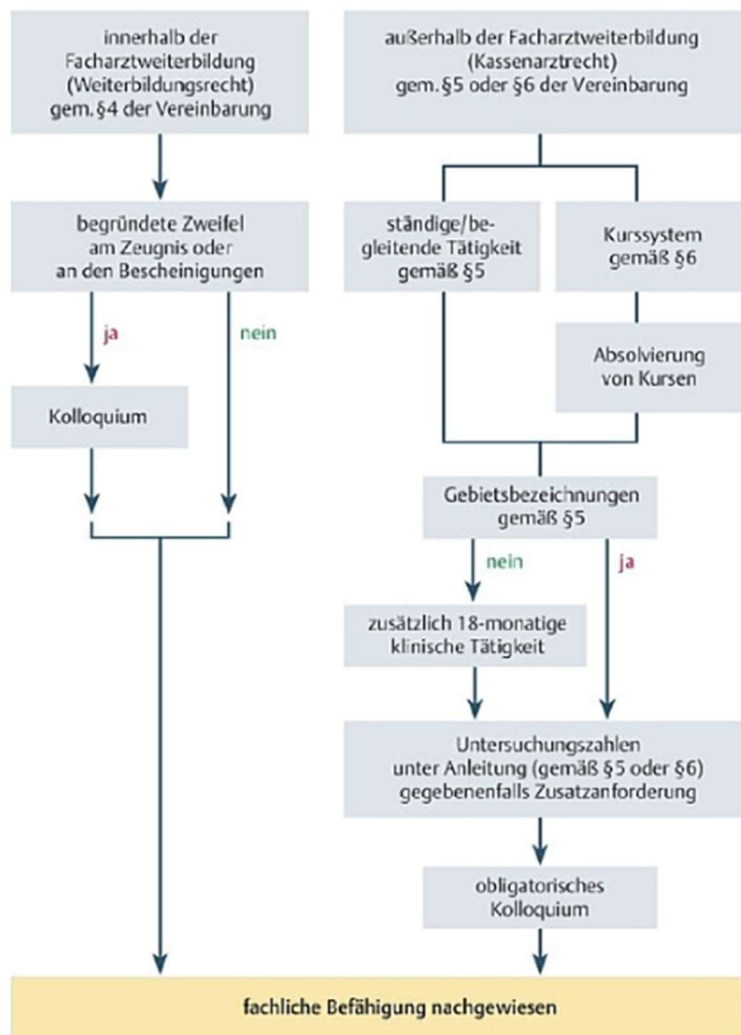


Abbildung 3: Übersicht über Qualifikationsmöglichkeiten und Anforderungen (Schmidt u. Görg 2015b)

Möglichkeiten zur Qualifizierung für die Ultraschalldiagnostik auch außerhalb der Facharztweiterbildung.

Die Sonografie hat sich in fast allen medizinischen Fachbereichen als wesentlicher Teil der Diagnostik weiterentwickelt. Aus diesem Grund sind es heute zum großen Teil jüngere Assistenzärzte/-innen, die systematisch in die Ultraschalldiagnostik eingeführt werden wollen.

Hinsichtlich der aktuellen Novellierung der (Muster-) Weiterbildungsordnung für Ärzte forderten Experten der DEGUM deshalb auf einer Pressekonferenz in Berlin klare Qualitätsrichtlinien für die Ultraschalldiagnostik.

1.5.2 Internetressourcen bei der Sonografie Ausbildung

Die heutigen Studenten wachsen mit einem hohen multimedialen Bezug auf. Die von ihnen genutzten Kommunikationswege, wie Social Networking, Podcasts, Blogs, Wikis, YouTube, Twitter und Skype sind schneller, spontaner und unabhängig von Zeit und Ort. Diese neuen webbasierten Informations- und Kommunikationswege werden von Studierenden, Lehrenden und Patienten gleichermaßen genutzt und haben positive Auswirkungen auf das Lernverhalten der Studierenden (Hollinderbaumer et al. 2013) (Choi-Lundberg et al. 2016). Das Internet und Social Media sind heute die moderne Form für selbstbestimmtes Lernen und binden die Studenten aktiv in ihren Wissenserwerb ein. Die Lernenden fühlen sich durch das neue mediale Lernen besser angesprochen, welches oft den persönlichen Kontakt zum Lehrenden ersetzt (Barry et al. 2016) (Chu et al. 2013).

Die Studie von D. Hempel zeigt, dass der E-Learning Ansatz bei den Studenten zu einem gleichwertigen Wissenserwerb führt, wie der althergebrachte Klassenunterricht mit Nachbereitung, und somit auch eine realisierbare Methode für Ultraschallkurse ist (Hempel et al. 2016).

Die minimierte Lehrzeit für die theoretisch technischen Grundlagen der Ultraschallbildverfahren im Curriculum des Medizinstudiums führen dazu, dass sich viele Studenten die Basiskenntnisse im Eigenstudium aneignen. Die essentiellen detaillierten Kenntnisse über spezielle Darstellungstechniken oder auftretende Bildartefakte könnten mit geeigneten E-Learning Ressourcen vermittelt werden. Hierfür hat die Medizinische Universität Wien mit Hilfe einer geeigneten Software ein E-Learning Programm geschaffen, welches interaktiv Wissen über die medizinischen und physikalischen Grundlagen zum Entstehen einzelner Artefakte in Animation, Bild und Ton in Deutsch und Englisch vermittelt.

Ein Multiple-Choice Quiz dient anschließend dem Lernenden als eigene Überprüfung des angeeigneten Wissens (Kollmann et al. 2015).

Vor allem bei Ultraschallkursen bevorzugen Ärzte und Studenten interaktive Lehrmethoden und Blended Learning (Rohrig et al. 2014). Diese moderne

Lernform steht für die sinnvolle Integration von E-Learning, Rollenspielen, praktischen Übungen und persönlichen Wissensaustausch in den traditionellen Frontalunterricht. Durch die Kombination unterschiedlicher Medien und Lernmethoden kann man Studenten unabhängig von Zeit und Ort eine qualitativ hochwertige Bildung ermöglichen (Sauter A. u. Sauter W. 2002). Dennoch sollte die Interaktion zwischen Studierenden und Ausbilder im Mittelpunkt stehen und der soziale Aspekt einer Face-to-Face-Kommunikation nicht aufgegeben werden (Westerlaken et al. 2019).

Generell ist E-Learning eine effektive Methode, die Grundlagen der Sonografie zu vermitteln und hat das Potential, Wissen für eine große Masse zugänglich zu machen (Cuca et al. 2013).

1.5.3 Tutoren Programm in Tübingen

Die frühe praktische Ausbildung von Medizinstudenten in der Sonografie wird an der Medizinischen Fakultät Tübingen durch ein Tutorenprogramm erfolgreich gesichert.

Das Tutorenkonzept ist Teil des universitätsübergreifenden Kompetenzzentrum für Hochschuldidaktik in der Medizin Baden-Württemberg, welches 2010 an der Medizinischen Fakultät Tübingen gegründet wurde. In enger Kooperation mit den Medizinischen Fakultäten Freiburg, Ulm, Heidelberg und Mannheim wird dadurch die Qualität der Lehre stetig gefördert.

Im Rahmen dessen ist 2011 das Interdisziplinäre Skills Lab der Medizinischen Fakultät Tübingen entstanden.

19 Fachbereiche trainieren mit Medizinstudenten ab dem 1. Semester relevante praktische Fähigkeiten. Von der Blutabnahme oder der Reanimation bis zur Sonografie können über 150 praktische Fähigkeiten in Rollenspielen oder komplexen Simulationsszenarien trainiert werden.

Studenten aus höheren Semestern werden hierfür von Fachärzten geschult und geben ihr Wissen durch intensive Betreuung an jüngere Kommilitonen weiter.

Die Effektivität des praktischen Trainings durch studentische Tutoren zeigt bei den Kommilitonen einen erheblichen Wissenszugewinn und hohe Akzeptanz (Celebi et al. 2012).

1.5.4 Notfallsonografie Ausbildung

Im Jahr 2000 veröffentlichte Salen ein erstes Konzept zur Ausbildung in FAST. Notfallsonografie-Ausbilder fordern, dass die Schulung in FAST auf 3 Säulen aufgebaut sein sollte: Theorie, Praxis und Anwendung.

Die Theorie umfasst einen 4-8 stündigen Kurs, der bedarfsgerecht angepasst ist. Im praktischen Teil der Ausbildung werden 20 bis 50 supervidierte Sonografien gefordert, die sowohl an Gesunden als auch an Patienten mit Pathologien erfolgen. Durch regelmäßige Anwendung und Supervision entsteht Sicherheit mit dem Gerät und der Interpretation (Salen et al. 2000).

Der fortschreitende Einsatz der Notfallsonografie forderte jedoch ein standardisiertes Ausbildungskonzept zur Schulung der P-FAST, welche 2003 von der Arbeitsgemeinschaft Notfallsonografie in Frankfurt/Main entwickelt wurde und seitdem als Eintageskurs angeboten wird (Walcher et al.). Dieser Eintageskurs ist für Studenten und junge Assistenzärzte zeitlich gut realisierbar, jedoch die anschließende geforderte supervidierte Praxis schwer in den Alltag zu integrieren.

Deshalb werden didaktisch geschulte Ausbilder für Sonografiekurse mit qualitativ hochwertigen Kurskonzepten gefordert.

Die DEGUM reagiert 2008 mit einem länderübergreifenden Ausbildungskonzept für Notfallsonografie.

Dafür definierte der Arbeitskreis Notfallsonografie allgemeine Richtlinien:

- Die Basisausbildung Notfallsonografie dauert mind. 18 Kursstunden à 45 Minuten zzgl. Pausen
- Der Kurs sollte an mehreren Tagen stattfinden
- Der Anteil praktischer Übungen beträgt mind. 50 Prozent
- Die Zertifizierung darf nur über die DEGUM erfolgen
- Verantwortlich für den wissenschaftlichen Inhalt ist ein DEGUM-Kursleiter, der während des Kurses anwesend ist
- Kurze Präsentationen in den jeweiligen Themen, à maximal 20 Min.
- Blended learning sollte entwickelt werden und Berücksichtigung finden
- Für die DEGUM- Zertifizierung Notfallsonografie ist neben dem Nachweis der vollständigen Teilnahme die dokumentierte Durchführung von insgesamt 200 supervidierten Untersuchungen erforderlich.

Diese sollten wie folgt verteilt sein:

- 20 E-FAST Lunge / Abdomen (davon mind. 5 mit pathologischem Befund)
- 20 Gallenblase /-wege (davon mind. 5 mit pathologischem Befund)
- 20 Niere / Blase (davon mind. 5 mit pathologischem Befund)
- 20 Abdominale Aorta (davon mind. 5 mit pathologischem Befund)
- 20 Kompressionssonografien Beinvenen (davon mind. 5 mit pathologischem Befund)
- 20 US-geführte Punktionen
- 80 fokussierte Echokardiographien (davon mind. 20 mit pathologischem Befund) (DEGUM).

1.6 Zusatzweiterbildung Klinische Akut- und Notfallmedizin

Im Mai 2018 stimmten die Delegierten beim Deutschen Ärztetag für die Einführung einer neuen Zusatzweiterbildung ‚Klinische Akut- und Notfallmedizin‘. Infolge wurde am 15.11.2019 vom Vorstand der Bundesärztekammer eine neue (Muster-) Weiterbildungsordnung verabschiedet (Gries et al. 2018).

Diese definiert die Zusatzweiterbildung wie folgt:

„Die Zusatz-Weiterbildung Klinische Akut- und Notfallmedizin umfasst in Ergänzung zu einer Facharztkompetenz die Erstdiagnostik und Initialtherapie von Notfall- und Akutpatienten im Krankenhaus sowie die Indikationsstellung und Koordination der weiterführenden fachspezifischen Behandlung in interdisziplinärer Zusammenarbeit“ (Bundesärztekammer).

Die Inhalte der Zusatzweiterbildung orientieren sich am Europäischen Curriculum für Notfallmedizin der Europäischen Gesellschaft für Notfallmedizin. Voraussetzung für die Zusatzbezeichnung ‚Klinische Akut- und Notfallmedizin‘ ist die vorliegende Facharztweiterbildung in einem der großen Fächer mit unmittelbarer Patientenversorgung, eine sechsmonatige Tätigkeit auf einer Intensivstation, ein 80 Stunden Kurs in allgemeiner und spezieller Notfallbehandlung sowie 24 Monate Klinische Akut- und Notfallmedizin in einer interdisziplinären Notfallaufnahme (Bundesärztekammer). Die Landesärztekammern können den Inhalt der Weiterbildungsordnung modifizieren, eine einheitliche Regelung ist aus Sicht der Bundesärztekammer jedoch wünschenswert.

Die zeitgerechte medizinische Versorgung von Notfallpatienten gewinnt zunehmend an Bedeutung und ist eine große Herausforderung für das Gesundheitswesen (Busch et al. 2018).

Die Zusatzweiterbildung als interdisziplinäre Basis hat das Potenzial, den in den Notaufnahmen tätigen Ärzten Kenntnisse, Kompetenzen und Fähigkeiten zu vermitteln, die die Abläufe und Strukturen in deutschen Krankenhäusern optimieren (Schaffartzik 2018).

1.7 Fragestellung

Viele Medizinstudenten fühlen sich nach dem Praktischen Jahr nicht angemessen auf den Beginn ihrer ärztlichen Tätigkeit vorbereitet.

Laut der Studie von Ochsmann et al. haben 65,8 % der jungen Ärzte Schwierigkeiten in ihren praktischen Fähigkeiten. Besonders weibliche Absolventen sehen hier Defizite (Ochsmann et al. 2011).

Viele junge Ärzte werden in Deutschland jedoch noch vor ihrer Sonografie-Ausbildung mit der Behandlung von Notfallpatienten konfrontiert (Bey et al. 2008).

Die Notfallsonografie-Ausbildung der DEGUM soll möglichst vielen Assistenzärztinnen und Assistenzärzten ein qualitativ hochwertiges Fundament schaffen, so dass mit vertretbarem Aufwand der bestmögliche Nutzen für die Behandlung von Notfallpatienten entsteht (DEGUM).

Ist es sinnvoll, dass junge Assistenzärzte zu Beginn ihrer ärztlichen Tätigkeit eine Ausbildung in Notfallsonografie erhalten, so dass Patient und Arzt davon profitieren?

Steht der notwendige Aufwand der frühzeitigen Sonografie-Ausbildung in Relation zum Wissenszugewinn, oder überwiegt die Hemmung bei ungeübten Assistenzärzten?

In dieser Studie soll überprüft werden, ob in Sonografie ungeübte Assistenzärzte durch die Notfallsonografie-Ausbildung der DEGUM im Vergleich zur klinischen Untersuchung diagnostische Zusatzinformationen gewinnen, die zu veränderten Diagnosen oder Therapien bei Notfallpatienten führen.

2. Patienten und Methoden

2.1 Studiendesign

Für diese prospektive und ausbildungsbezogene Beobachtungsstudie sind die entstandenen Daten durch Dokumentationsbögen erhoben und evaluiert worden. Der Zeitraum der Datenerhebung erstreckte sich von Februar 2012 bis Dezember 2012.

Zur Datenerhebung sonografierten 21 geschulte Assistenzärzte in ihrem regulären Dienst 80 Notfallpatienten anhand der DEGUM Notfallsonografie-Ausbildung.

Nach der routinemäßigen klinischen Untersuchung erfolgte zusätzlich eine Notfallsonografie durch den diensthabenden Assistenzarzt.

Innerhalb von 24 Stunden wurden die Befunde durch einen Fach- und/oder Oberarzt überprüft.

2.2 Schulung

Für die Studie wurden Assistenzärzte aus den 5 großen Internistischen Abteilungen (Gastroenterologie/Hepatologie/Infektiologie/Geriatrie, Hämatologie/Onkologie/Rheumatologie, Kardiologie/Angiologie, Diabetologie/Endokrinologie/Nephrologie und Medizinische Onkologie/Pneumologie) der Universitätsklinik Tübingen in den von der DEGUM definierten Kursinhalten der Notfallsonografie-Ausbildung geschult.

Via E-Mail wurden alle Weiterbildungsassistenten der Medizinischen Notaufnahme sowie der Medizinischen Intensivstation angeschrieben und über die geplante Studie informiert. Voraussetzung für die Teilnahme an der Studie war, dass die Weiterbildungsassistenten noch keine Sonografierotation innerhalb der Klinik begonnen und noch keine anderweitigen Sonografiekurse besucht hatten. Zudem mussten sie sich zum dem Zeitpunkt der Datenerhebung in der Ausbildungsrotation in der Internistischen Notaufnahme oder auf der Internistischen Intensivstation befinden.

Als Instruktoren arbeiteten Fach- und Oberärzte, die in der Sonografie und vor allem in der Notfallsonografie ausgebildet und erfahren waren. Das Instruktor-Teilnehmer-Verhältnis lag bei 1:2, um eine adäquate, praxisorientierte und intensive Ausbildung zu ermöglichen.

Es konnten 3 Schulungstermine angeboten werden, so dass jeder die Möglichkeit hatte, an der Notfallsonografie-Ausbildung im Rahmen der Studie teilzunehmen. Die Teilnahme an der Studie ist für alle Ärzte freiwillig und wurde durch ihre Unterschrift bestätigt. Die Schulung konnte am Interdisziplinären Ausbildungszentrum DocLab stattfinden. Das DocLab stellt die Ausbildung der praktischen Fertigkeiten der Tübinger Medizinstudenten sicher und verfügt u.a. über vier Accuson X300 Sonografiegeräte der Firma Siemens in speziell konzipierten Räumlichkeiten.

Inhalte der Basisausbildung Notfallsonografie:

Grundlagen

- System- und Schallkopftechnologie
- B-Bild-Sonografie

E-FAST

- Pneumothorax, Hämatothorax
- Hämoperitoneum
- Abdominelle freie Flüssigkeit

Fokussierte Abdomensonografie

- Abdominales Aortenaneurysma
- Gallenwege und -blase
- Nieren, ableitende Harnwege und Harnblase

Fokussierte Gefäßsonografie

- Kompressionssonografie bei tiefer Venenthrombose in der Inguina und Poplitea

Fokussierte Echokardiografie

- Sonoanatomie und funktionelle Anatomie des Herzens
- Globale systolische Funktion
- Rechtsherzbelastung
- Dynamischer Volumenstatus incl. VCI (DEGUM)

Anwendung/Praktische Einheiten

- Bilddokumentation
- Befunddokumentation
- Üben an Sono-Models (Studenten)
- Schulungsvideos
- Ultraschallgeführte Punktionen (freiwillig)

Die Assistenzärzte erhielten zum Abschluss des Kurses ein 26-seitiges Kursskript, das die wesentlichen Kursinhalte zusammenfasste.

Nach Abschluss der Basisausbildung absolvierten die Assistenzärzte die vorgeschriebenen Übungs-Sonografien unter Supervision durch einen Facharzt während ihres regulären Einsatzes auf der Intensivstation oder der Notaufnahme.

2.3 Fachärzte

Für die Kontroll-Sonografie (Goldstandard) wurden 10 Fachärzte mit entsprechendem Ausbildungsgrad ausgewählt, die bereits einschlägige Erfahrung in der sonografischen Diagnostik besitzen. Drei der Fachärzte waren während der Datenerhebung in der Funktion des Oberarztes auf der Internistischen Intensivstation oder der Internistischen Notaufnahme tätig. Zudem waren drei der Fachärzte für die DEGUM-Notfallsonografie-Schulung der Assistenzärzte zu Beginn der Studie mitverantwortlich.

Nach der klinischen Untersuchung und der Sonografie durch einen Assistenzarzt war es ihre Aufgabe, den Patienten ebenfalls nach den Inhalten der DEGUM-Notfallsonografie zu sonografieren und die Ergebnisse auf einem Erhebungsbogen zu dokumentieren.

Die Fach-/Oberärzte wurden von den Studienassistenten zu gegebener Zeit informiert, um eine Goldstandard-Sonografie innerhalb der festgelegten Zeit zu gewährleisten.

2.4 Dokumentierte Parameter

Auf den von uns entwickelten Dokumentationsbögen wurden die Ergebnisse der Sonografie sowie der klinischen Untersuchung festgehalten.

Um die zentrale Tendenz der sonografierenden Ärzte bei der Dokumentation auszuschließen, enthielt der Bogen ‚ja‘, ‚eher ja‘, ‚eher nein‘ und ‚nein‘ als Ankreuzmöglichkeit. Des Weiteren wurden die patientenabhängigen Faktoren (Geschlecht, Ernährungszustand, Vor-Operationen am Bauch, nüchtern, sonstige Hindernisse) sowie die umgebungsabhängigen Faktoren (Liege, Raum, Licht, etc.) dokumentiert. Neue Aspekte hinsichtlich zusätzlich indizierter Untersuchungen, Diagnose und/oder Therapie wurden ebenfalls auf dem Erhebungsbogen erfragt und konnten frei beantwortet werden.

Alle Untersuchungsergebnisse wurden auf pseudonymisierten Dokumentationsbögen dokumentiert.

2.5 Ethische Standards

Alle Studienteilnehmer wurden über Ablauf, Nutzen, Risiken, Datenschutz und Zweck der Studie informiert. Nach einem eingehenden Aufklärungsgespräch wurde den Patienten eine Patienteninformation (siehe Anhang 6.1) ausgehändigt und die Möglichkeit für Rückfragen gegeben. Falls keine Rückfragen bestanden, bestätigten die Patienten mit ihrer Unterschrift auf der Einverständniserklärung (siehe Anhang 6.2), dass sie die Informationen verstanden hatten und freiwillig an der Studie teilnehmen. Ein Rücktritt war jederzeit ohne Angabe von Gründen möglich.

Bei Ablehnung der Teilnahme wurde eine Notfallsonografie ohne Studiendokumentation durchgeführt.

Bei bewusstseins eingeschränkten Patienten oder anderen Gründen, die eine Aufklärung vorab verhinderten, wurde die Aufklärung nachgeholt bzw. bei Verweigerung wurden die Daten vernichtet.

Die Studie wurde durch die Ethik-Kommission an der Medizinischen Fakultät der Eberhard-Karls-Universität und am Universitätsklinikum Tübingen begutachtet und genehmigt (Projektnummer 671/2011B01).

Die klinischen sowie sonografischen Untersuchungsergebnisse wurden auf speziellen, anonymisierten Bögen dokumentiert.

Eine zufällig ermittelte Patienten-Fallnummer wurde ausschließlich auf den Fragebögen vermerkt und nur eine Kodierliste konnte den Fallnummern die Patienten zuordnen. Diese Kodierliste wurde in der Medizinischen Klinik in einem abgeschlossenen Raum verwahrt.

2.6 Methodik

2.6.1 Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung wurde den diensthabenden Assistenzärzten selbst überlassen und erfolgte nach der etablierten Methode, d.h. durch Inspektion, Palpation und Auskultation. Bei der klinischen Einschätzung der systolischen Funktion und der Herzdimension wurde die Anamnese gelegentlich miteinbezogen.

Nur bei Zustimmung des Patienten wurde diese lediglich durch einzelne Untersuchungen ergänzt, falls dies aufgrund des Arbeitsaufkommens möglich war.

Auf einem von uns entwickelten Fragebogen (siehe Anhang 6.3) wurden die Befunde der klinischen Untersuchung festgehalten.

2.6.2 Sonografie

Unmittelbar nach der klinischen Untersuchung erfolgte die Notfallsonografie durch den diensthabenden Assistenzarzt, der zuvor die klinische Untersuchung durchgeführt und dokumentiert hatte.

Die Befunde der Sonografie, sowie dadurch bedingte Änderungen in der Diagnose, der Therapie oder weiterführenden Untersuchungen wurden ebenfalls auf einem Bogen (siehe Anhang 6.4) festgehalten.

2.6.3 Kontrollsonografie

Nach der Durchführung der Notfallsonografie durch den Assistenzarzt, wurde innerhalb von 24 Stunden die Notfallsonografie durch einen geübten Fach- und/oder Oberarzt wiederholt.

Bestand abseits der Datenerhebung eine Indikation zur weiterführenden sonografischen Untersuchung, die der Radiologischen Klinik zugeteilt sind, so wurde deren Ergebnis ggf. übernommen oder ergänzt.

Als Kriterien für eine gesicherte Diagnose galten:

- Übereinstimmung der Sonografie mit der Kontrollsonografie
- Übereinstimmung mit einem anderen bildgebenden Verfahren (CT, MRT)

Im Folgenden wird der Goldstandard durch einen geübten Fach- oder Oberarzt bzw. die erweiterte bildgebende Diagnostik durch die Radiologische Klinik als relevanter Befund definiert.

2.7 Apparativ-technische Ausrüstung

Die Untersuchungen wurden an zwei, dem derzeitigen Standard entsprechenden, Ultraschallgeräten durchgeführt.

Im September 2012 kam es bei dem Gerät der Intensivstation zu einem Gerätedefekt, so dass es gegen das ältere Ersatzgerät ausgetauscht werden musste. Eine Dokumentation, mit welchem Gerät untersucht wurde, ist nicht erfolgt.

2.8 Studienassistenten

Die Studie wurde von zwei Doktoranden der Medizin begleitet und überwacht. Die Studenten Paul Schubert und Katharina Schipp koordinierten die Bereitstellung eines Sonografiegerätes, das Ausfüllen der Fragebögen durch den Sonografen, sowie die Aufklärung des Patienten. Aufgrund dieser Organisation kam es zu keiner Verzögerung in der Notfallversorgung der Patienten.

2.9 Auswertung und statistische Methoden

Die anhand der Befragung mittels Fragebögen gewonnenen Daten, wurden mit Hilfe des Statistikprogramms JMP 10.0 (SAS Institute Inc.) in einer Datenbank erfasst und analysiert. Die graphische Darstellung erfolgte mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft-Excel.

3. Ergebnisse

3.1 Patientenkollektiv

Die eingeschlossenen Personen stellten sich als Notfallpatienten im Zentralbereich Notaufnahme (NAZ) der Medizinischen Klinik vor oder wurden von extern bzw. intern auf die internistische Intensivstation (INT) der Medizinischen Klinik verlegt. Sowohl die Assistenzärzte als auch die Fach-/ Oberärzte verfügten bei einigen Patienten über Vorinformationen zu Anamnese, Krankengeschichte und/oder Vorerkrankungen.

Die Übergabe durch den einweisenden Arzt oder den Rettungsdienst spiegelte den Klinikalltag wider.

Das Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen Patienten war annähernd ausgeglichen. In der Notaufnahme wurde die Notfallsonografie häufiger angewendet als auf der Intensivstation.

	Geschlecht			Aufnahme	
	k. A.	Männlich	Weiblich	INT	NAZ
Anzahl Patienten	5	39	36	33	47
Summe		80		80	

Tabelle 1: Demografische Daten des Patientenkollektivs

Bei dem Patientenkollektiv handelte es sich um volljährige Patienten, die entweder auf der Intensivstation (INT) oder in der Notaufnahme (NAZ) aufgenommen wurden und die über Beschwerden im Brust-/ Bauchraum klagten. k.A. steht für „keine Angaben“.

Eingeschlossen wurden nur volljährige, geschäftsfähige Patienten, die über neu aufgetretene Beschwerden im Brust- und/oder Bauchbereich klagten und alle intensivpflichtigen Patienten. Das Patientenkollektiv war zwischen 20 und 89 Jahre alt.

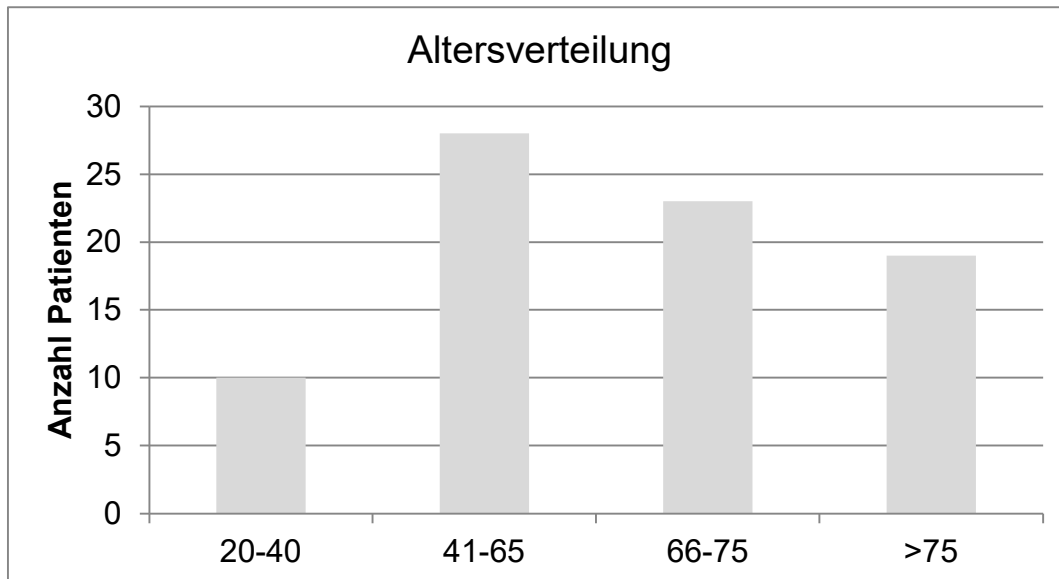


Abbildung 4: Altersverteilung der Patienten

Altersverteilung der in die Studie eingeschlossenen Patienten.

Zudem wurden alle Patienten im Voraus über die Studie aufgeklärt und willigten durch ihre Unterschrift der Teilnahme an der Studie zu.

Den Patienten entstanden durch die Teilnahme kein Nachteil und ihr Wohlergehen war dem Interesse der Wissenschaft vorrangig.

3.2 Sonografie-Anfänger

Die geschulten Assistenzärzte befanden sich zum Zeitpunkt der Datenerhebung im Rahmen ihrer Rotation auf der Internistischen Intensivstation oder in der Notaufnahme der Medizinischen Klinik. Ein Assistenzarzt wechselte während dieser Zeit von der Notaufnahme auf die Intensivstation.

Alle 19 Assistenzärzte in der Fachweiterbildung Innere Medizin wurden von den Leitenden Oberärzten angewiesen, bei jedem neueintreffenden Notfallpatienten eine Notfallsonografie durchzuführen. Leider wurde diese nicht bei allen Patienten auf dem Fragebogen der Studie dokumentiert, so dass bei 6 Ärzten nur einzelne Notfallsonografien in die Studie eingeschlossen werden konnten. Dies lag am zeitweise hohen Arbeitsaufkommen sowie an Nachtschicht und Urlaubszeit der Assistenzärzte.

	NAZ	INT	INT/NAZ
Assistenzärzte	10	8	1

Tabelle 2: Sonografie-Anfänger

Einsatzgebiet der Assistenzärzte INT = Intensivstation oder NAZ = Notaufnahme Zentrum bzw. INT/NAZ = beides

3.3 Auswertung des Erhebungsbogens

Die Daten beziehen sich in folgender Auswertung immer auf die 80 Patienten, die in die Studie eingeschlossen werden konnten.

Aufgrund der 80 eingeschlossenen Patienten und 12 untersuchten Pathologien folgten 960 Ankreuzmöglichkeiten. In 21 % dieser Fälle wurden keine Angaben gemacht und bei 1 % wurde von den Assistenzärzten ‚nicht beurteilbar‘ auf dem Fragebogen vermerkt.

Krankheitsbild	Keine Angaben	Nicht beurteilbar
Pleuraerguss	3	0
Pneumothorax	11	0
Perikarderguss	8	1
Systolische Funktion	27	0
Rechtsherzbelastung	25	0
Herzdimension	27	0
Volumenstatus	10	2
Freie Flüssigkeit im Abdomen	6	0
Abdominales Aortenaneurysma	10	4
Gallensteine	12	4
Blasenstatus	9	1
TVT	51	1
Prozentangaben	21%	1%

Tabelle 3: Krankheitsbilder mit fehlendem Untersuchungsergebnis

Anzahl der Untersuchungen, die bei einer Notfallsonografie ausgelassen wurden. Prozentangaben zeigen das Verhältnis zur Gesamtanzahl der Untersuchungen (960).

TVT: Tiefe Beinvenen-Thrombose

Bei 51 Patienten (64 %) wurden bei der Frage nach einer TVT keine Angaben gemacht. Zudem wurde bei 32 % der Notfallpatienten auf die Echokardiografie verzichtet. Die Untersuchungsschritte des FAST Protokolls wurden am häufigsten durchgeführt, gefolgt vom E-FAST Protokoll mit zusätzlicher Kontrolle auf das Vorliegen eines Pneumothorax. Nicht beurteilbar erschien das Abdominale Aortenaneurysma für die Assistenzärzte bei 4 Patienten und bei 3 dieser Patienten wurde Meteorismus als Grund angegeben. Die Suche nach Gallensteinen wurde ebenfalls bei 4 Patienten als nicht beurteilbar vermerkt. Die Begründung dafür war Meteorismus, Vor-Operationen und Adipositas.

Die durchschnittliche Dauer der sonografischen Untersuchung durch den Anfänger betrug 10 Minuten, beim geübten Facharzt hingegen 8,5 Minuten. Das Maximum lag bei den Assistenzärzten bei 25 Minuten und bei den Fachärzten bei 20 Minuten.

Anhand des Fragebogens wurde festgehalten, wie häufig die individuellen Schallbedingungen der Patienten eingeschränkt waren und zu Zeitverzögerung führten.

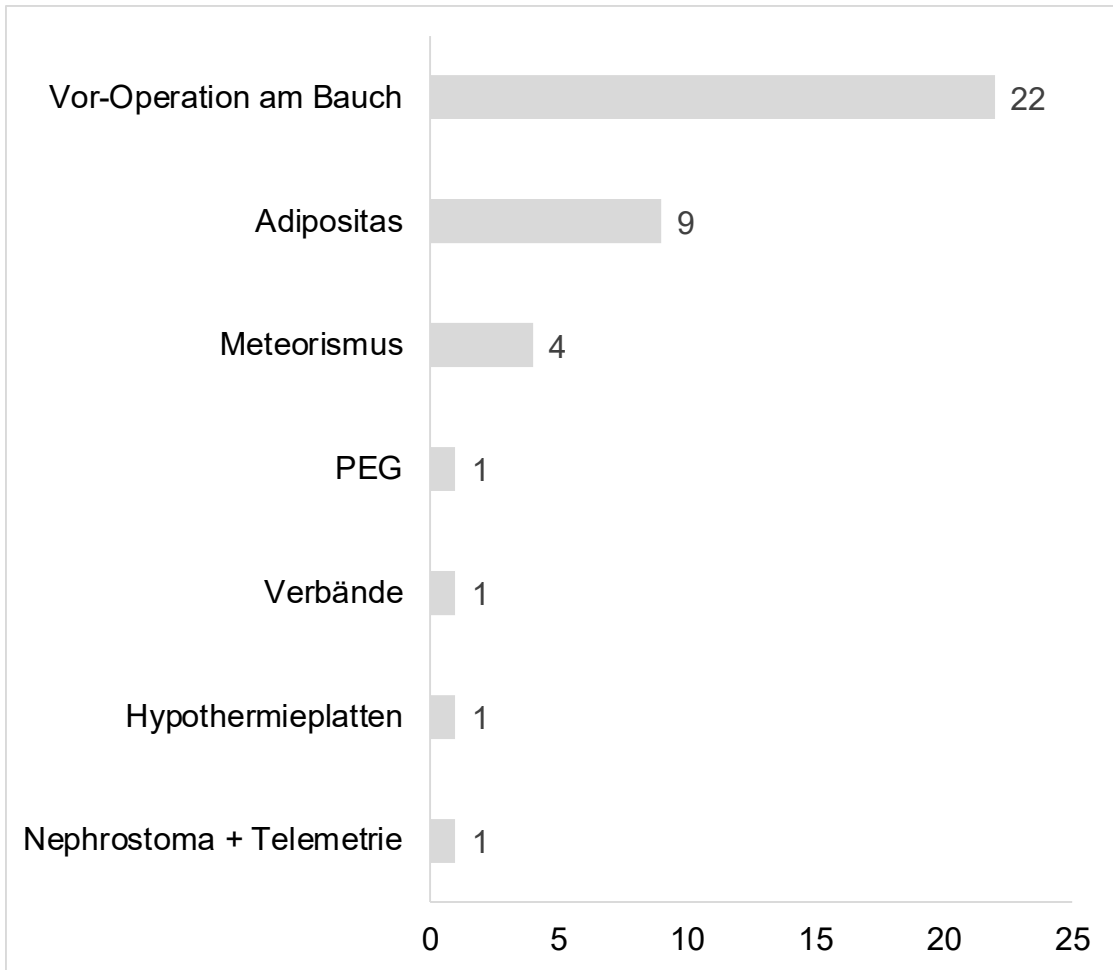


Abbildung 5: Patientenabhängige Faktoren

Angaben der Assistenzärzte über patientenabhängige Faktoren, die zur Einschränkung der Notfallsonografie führten.

Dies ergab, dass bei knapp 50 % der Studienteilnehmer patientenabhängige Faktoren die Sonografie erschwerte. Davon hatte die Mehrzahl Vor-Operationen am Bauch, gefolgt von 9 Patienten mit Adipositas und 4 Patienten mit Meteorismus. Sonstige Hindernisse waren Verbände, eine PEG, Hypothermieplatten und ein Nephrostoma.

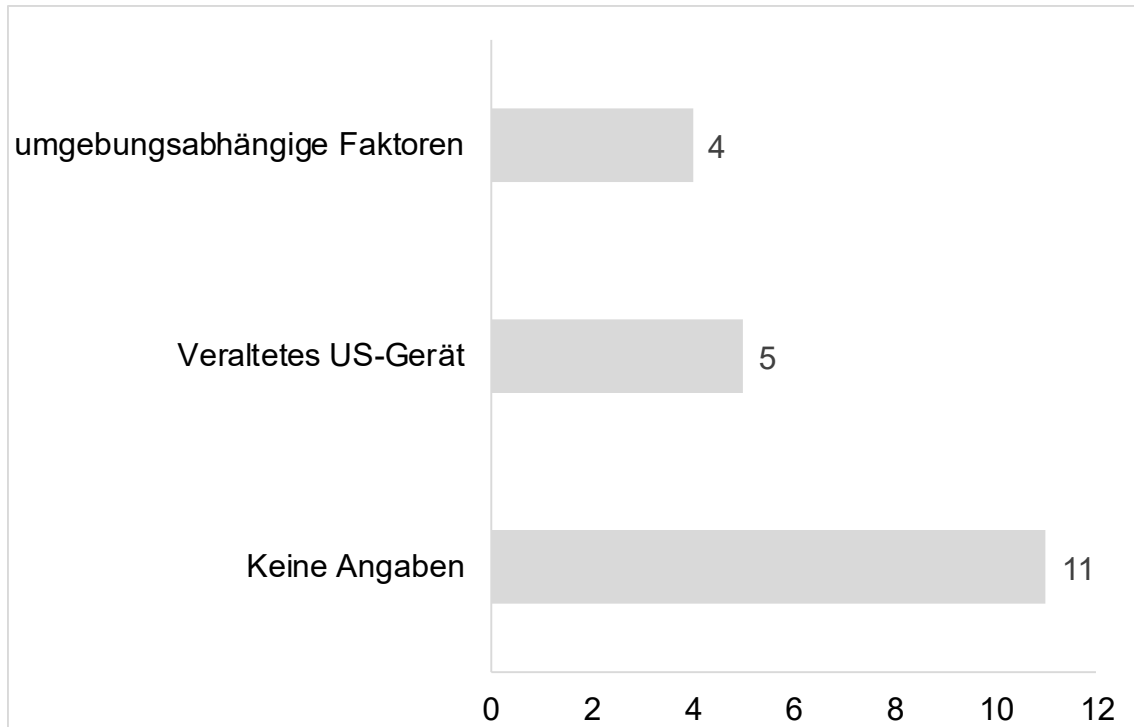


Abbildung 6: Umgebungsabhängige Faktoren

Angaben der Assistenzärzte über umgebungsabhängige Hindernisse der Sonografie, wie Licht, Raum, oder Liege sowie das veraltete Ultraschallgerät.

Die umgebungsabhängigen Faktoren wie Licht oder Lagerungsmöglichkeit des Patienten waren nur bei 5 % eingeschränkt.

Bei 5 Patienten machten die Assistenzärzte einen Vermerk, dass das Ersatzgerät der älteren Generation Grund für die erschwerte Schallbarkeit war. Des Weiteren wurden bei 11 Patienten keine Angaben gemacht.

3.4 Vergleich klinische Untersuchung mit Notfallsonografie durch einen Anfänger

3.4.1 Anzahl der relevanten Pathologien

Die klinische Einschätzung der Patienten durch die Assistenzärzte wird in der folgenden Tabelle gezeigt.

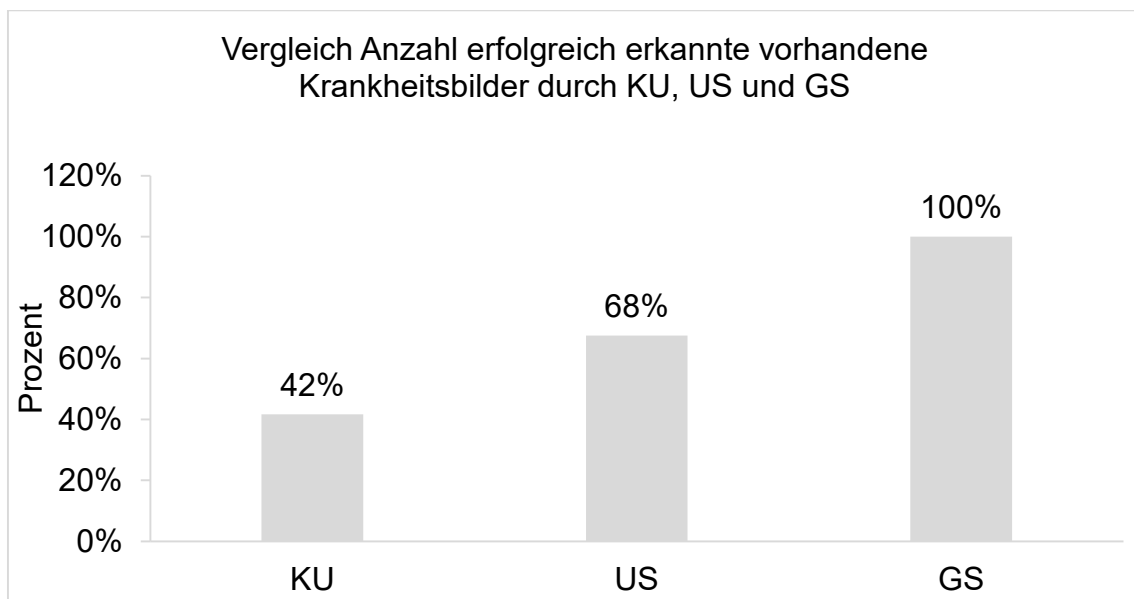


Abbildung 7: Vergleich Diagnostik relevanter Pathologien

Anzahl der erfolgreich erkannten Pathologien durch die klinische Untersuchung der Assistenzärzte (KU), den Ultraschall der Assistenzärzte (US) und den Goldstandard durch die erfahrenen Fachärzte (GS).

Von allen 120 relevanten Befunden wurden 42 % durch die klinische Untersuchung und 68 % durch die Notfallsonografie erkannt. Damit war die Treffsicherheit bei der Sonografie um 26 Prozentpunkte höher als bei der klinischen Untersuchung.

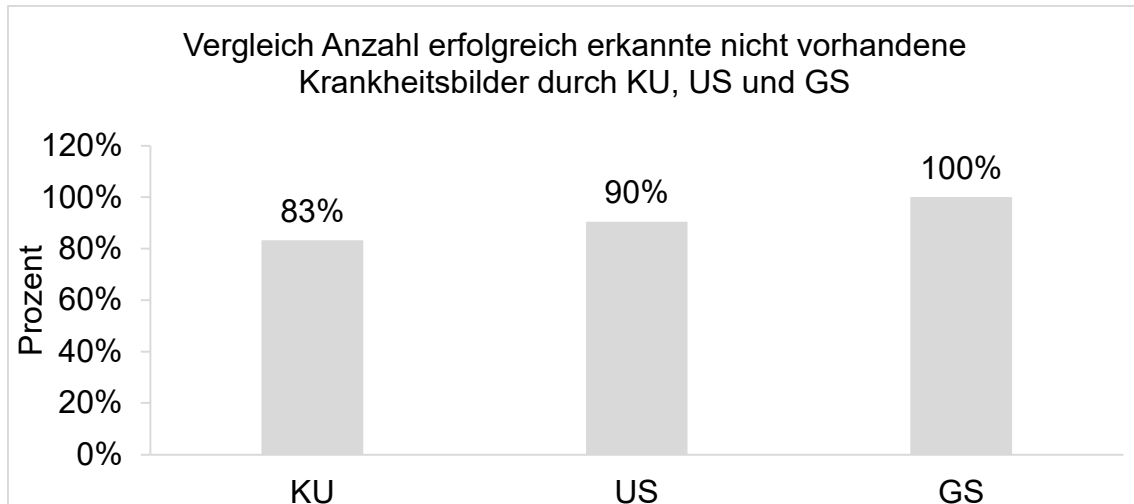


Abbildung 8: Ausschluss relevanter Pathologien

Anzahl der erfolgreich ausgeschlossenen Pathologien durch die klinische Untersuchung (KU), den Ultraschall (US) und den Goldstandard (GS)

Beim Ausschluss relevanter Pathologien war die Sonografie ebenfalls um 7 Prozentpunkte überlegen.

	Anzahl pathol. Befunde	von Anfänger erkannt	% Anteil
Blasenstatus	35	27	77 %
Volumenstatus	29	19	66 %
Pleuraerguss	15	10	67 %
Gallensteine	9	8	89 %
Freie Flüssigkeit	8	5	63 %
Systolische Funktion	8	4	50 %
Rechtsherzbelastung	7	3	43 %
Herzdimension	5	3	60 %
Perikarderguss	2	1	50 %
TVT	2	1	50 %
Pneumothorax	0	0	0 %
AAA	0	0	0 %
Gesamt	120	81	68 %

Tabelle 4: Häufigkeit der pathologischen Befunde

Anzahl der pathologischen Befunde in hierarchischer Reihenfolge und prozentualer Angabe, wie sicher diese von den Anfängern erkannt wurde.

TVT: Tiefe Beinvenen-Thrombose, AAA: Abdominales Aortenaneurysma.

Anmerkung: eine leere und eine prall gefüllte Harnblase wurden als pathologisch gewertet.

3.4.2 Relevante Organsysteme

	Körperl. Unters.	falsch positiv	% Anteil	Notfall-sonog.	falsch positiv	% Anteil	Beide
Pleuraerguss	8	1	13 %	13	3	23 %	6
Pneumothorax	1	1	100 %	0	0	0 %	0
Perikarderguss	0	0	0 %	1	0	0 %	0
Systolische Funktion	11	8	73 %	8	4	50 %	3
Rechtsherzbelastung	6	3	50 %	5	2	40 %	2
Herzdimension	4	3	75 %	8	5	63 %	1
Volumenstatus	23	11	48 %	26	7	27 %	8
Freie Flüssigkeit	5	1	20 %	6	1	17 %	4
Aortenaneurysma	0	0	0 %	0	0	0 %	0
Gallensteine	6	2	33 %	10	2	20 %	4
Blasenstatus	21	6	29 %	32	5	16 %	13
TVT	3	2	67 %	2	1	50 %	1
Gesamt	88	38	43 %	111	30	27 %	42

Tabelle 5: Detailanalyse aller detektierten Pathologien

Anzahl der Pathologien, die durch die körperliche Untersuchung und die Notfallsonografie diagnostiziert wurden mit Anteil der falsch-positiven Ergebnisse.

Beide: Pathologie wurde durch körperliche Untersuchung und Notfallsonografie gleichermaßen erkannt. TVT: Tiefe Beinvenen-Thrombose

88 Pathologien wurden durch die körperliche Untersuchung erkannt, wovon jedoch 38 Pathologien (43 %) falsch-positiv waren. Die systolische Funktion und die Herzdimension hat neben dem Pneumothorax und der TVT den höchsten Anteil an falsch-positiven Ergebnissen. Hingegen hat der Pleuraerguss die niedrigste falsch-positiv Rate von diagnostizierten Pathologien.

Bei der Notfallsonografie waren von 111 detektierten Pathologien 30 Ergebnisse (27 %) falsch-positiv. Hier sind ebenfalls Herzdimension und systolische Funktion Vorreiter der falsch-positiv Rate.

42 Pathologien, d.h. 35 % aller Pathologien wurden sowohl durch die körperliche Untersuchung als auch durch die Sonografie richtig erkannt.

Vorrangig wurde durch die Sonografie der Blasenstatus, der exsikierte oder gestaute Volumenstatus und der Pleuraerguss detektiert, gefolgt von Gallensteinen, einer eingeschränkten oder hochgradig eingeschränkten systolischen Funktion und der Herzdilatation.

3.4.3 Notfallsonografie versus klinische Untersuchung

Die folgende Tabelle zeigt die Anzahl der richtigen Diagnosen durch die Notfallsonografie gegenüber der klinischen Untersuchung. Im Durchschnitt lag die korrekte Diagnose mittels Ultraschall um 10 Prozentpunkte höher als durch die klinische Untersuchung. Vor allem beim Volumenstatus, dem Blasenstatus und der systolischen Funktion war die Notfallsonografie deutlich überlegen.

	n	KU korrekt	US korrekt	Differenz
Pleuraerguss	78	86 %	88 %	3 %
Pneumothorax	56	91 %	98 %	7 %
Perikarderguss	68	87 %	97 %	10 %
Systolische Funktion	49	65 %	82 %	16 %
Rechtsherzbelastung	50	78 %	86 %	8 %
Herzdimension	49	71 %	86 %	14 %
Volumenstatus	64	53 %	72 %	19 %
Freie Flüssigkeit	74	91 %	95 %	4 %
AAA	69	84 %	91 %	7 %
Gallensteine	65	75 %	85 %	9 %
Blasenstatus	72	58 %	81 %	22 %
TVT	34	68 %	71 %	3 %
Durchschnitt		76 %	86 %	10 %

Tabelle 6: Korrekte Diagnose durch Notfallsonografie im Vergleich zur klinischen Untersuchung

n: Anzahl der durchgeführten Untersuchungen

Prozentuale Angabe der korrekten Diagnose anhand der klinischen Untersuchung (KU) im Vergleich zur Notfallsonografie (US) mit zugehöriger Differenz.

AAA: Abdominales Aortenaneurysma, TVT: Tiefe Beinvenen-Thrombose.

3.4.4 Notfallsonografie korrigiert klinische Untersuchung

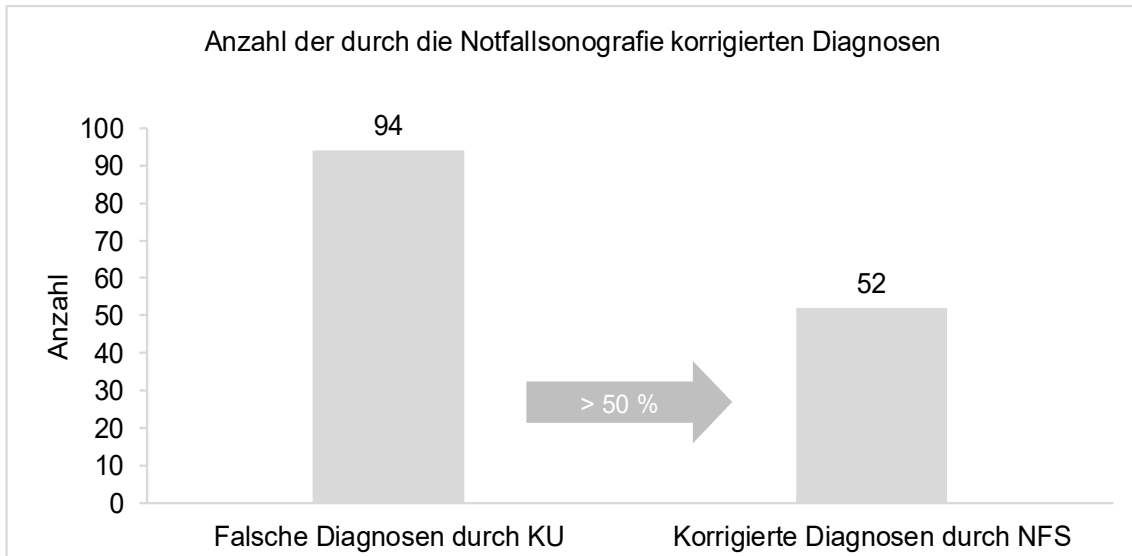


Abbildung 9: Korrigierte Diagnosen

55 % der falsch diagnostizierten Befunde der klinischen Untersuchung konnten die Assistenzärzte mit der Notfallsonografie selbstständig korrigieren.

NFS: Notfallsonografie

Bei der klinischen Untersuchung wurde in 94 Fällen die Diagnose falsch-negativ oder falsch-positiv eingeschätzt. In 52 (55 %) dieser Fälle führte die anschließende Notfallsonografie zur richtigen Diagnose.

3.5 Diagnostischer und therapeutischer Zugewinn

Die beiden folgenden Grafiken veranschaulichen den diagnostischen und therapeutischen Zugewinn der DEGUM-Notfallsonografie.

Bei 17 Patienten (21 %) führte die Notfallsonografie zu einem diagnostischen Mehrgewinn oder es wurde eine weitere Diagnose ergänzt.

Die Diagnose einer Pneumonie wurde bei 3 Patienten mit Hilfe der Sonografie bestätigt oder zusätzlich diagnostiziert. Bei 2 Patienten wurde zusätzlich ein Harnverhalt festgestellt.

Des Weiteren konnten eine Lungenembolie und ein Lungenödem ausgeschlossen werden.

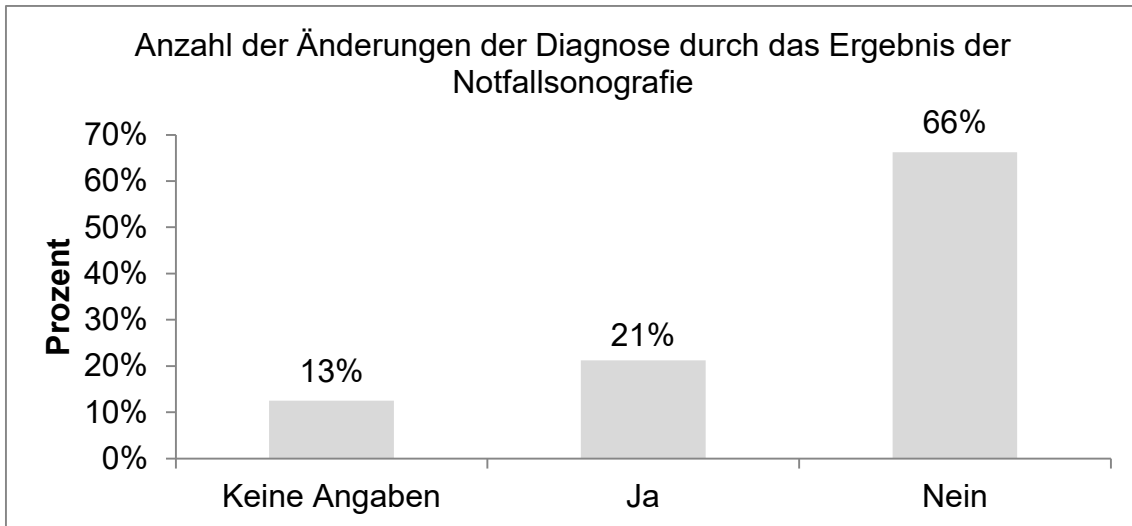


Abbildung 10: Diagnostischer Mehrgewinn

Anzahl der Patienten, bei denen die Notfallsonografie zu einem diagnostischen Mehrgewinn führte, d.h. zusätzlich indizierte Untersuchungen folgten oder weitere Diagnosen wurde ergänzt.

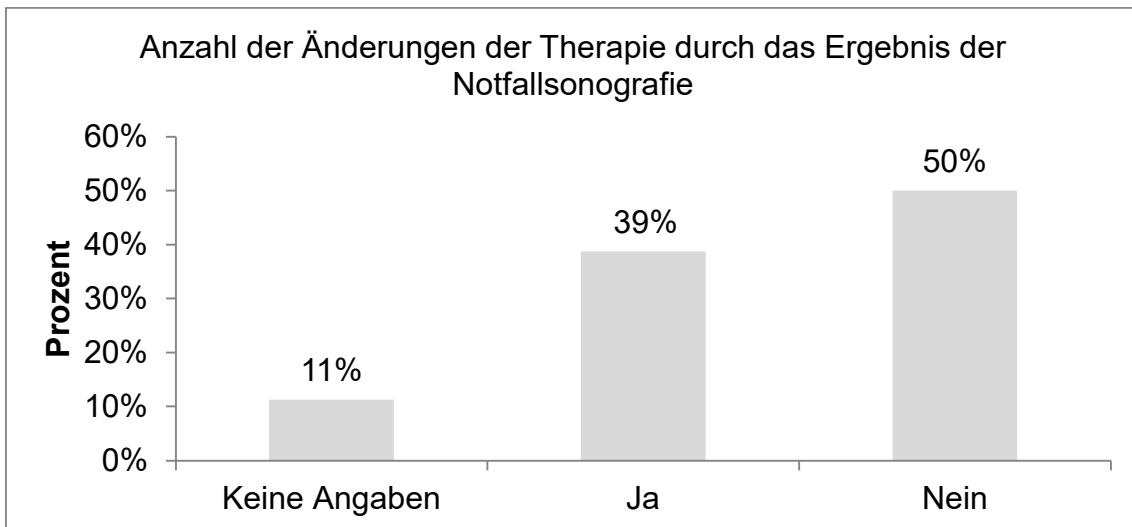


Abbildung 11: Änderung der Therapie

Anzahl der Patienten, bei denen aufgrund der Notfallsonografie die Therapie geändert oder ergänzt wurde.

Zu einer Änderung bzw. Erweiterung der Therapie kam es bei 31 Patienten (39 %) infolge der Notfallsonografie. Die Assistenzärzte entschieden sich daraufhin bei 19 % der Notfallpatienten für eine Punktion der Pleura oder der Aszites. Eine Volumengabe war auf Grund der Notfallsonografie bei 23 % der Patienten akut indiziert.

Aus den insgesamt 47 untersuchten Patienten in der Notaufnahme konnten aufgrund der sonografischen Absicherung 6 Patienten (13 %) unmittelbar wieder nach Hause entlassen werden.

3.6 Zusammenfassung der Hauptergebnisse

Im Zeitraum der Datenerhebung wurden 80 Patienten von den zuvor geschulten Assistenzärzten klinisch untersucht und anschließend sonografiert. Im Durchschnitt lag die korrekte Diagnose mittels Ultraschall um 10 Prozentpunkte höher als durch die klinische Untersuchung.

Vor allem beim Volumenstatus (Differenz 19 %), dem Blasenstatus (Differenz 22 %) und der systolischen Funktion (Differenz 16 %) war die Notfallsonografie deutlich überlegen.

Des Weiteren führte die Notfallsonografie bei 17 Patienten (21 %) zu einem diagnostischen Mehrgewinn mit Erweiterung der Diagnose, neuer bisher unbekannter Pathologie, oder es gab die Indikation für weitere Diagnostik, bspw. MRT, CT, Endoskopische Sonografie.

Zu einer Änderung bzw. Erweiterung der Therapie kam es bei 31 Patienten (39 %) infolge der Notfallsonografie. Von großer Bedeutung war der Volumenstatus mit dem frühzeitigen Erkennen einer Exsikkose oder Stauung.

In der Notaufnahme konnten 6 Patienten (13 %) aufgrund der Notfallsonografie wieder nach Hause entlassen werden.

Die Studie fokussierte sich auf 12 Krankheitsbilder, so dass 960 Untersuchungen durchgeführt wurden. Davon wurden 120 Diagnosen als pathologisch eingeschätzt. 42 % dieser Pathologien konnten durch die klinische Untersuchung und 68 % durch die Notfallsonografie erkannt werden.

Bei der primären körperlichen Untersuchung wurde in 94 Fällen eine falsch-negative oder falsch-positive Diagnose dokumentiert. 52 dieser Fälle, d.h. 55 % wurden durch die anschließende Notfallsonografie richtig erkannt und somit korrigiert.

4. Diskussion

4.1 Vergleich klinische Untersuchung mit der Notfallsonografie durch einen Anfänger

Insgesamt konnten die Assistenzärzte 68 % der vorhandenen Pathologien mit Hilfe der Notfallsonografie diagnostizieren und lag somit 26 Prozentpunkte über der klinischen Untersuchung.

Vor allem beim Volumenstatus und der systolischen Funktion überzeugte die Sonografie durch mehr als 15 % Übereinstimmungen mit dem Goldstandard im Vergleich zu der klinischen Untersuchung. Dabei ist die kardiale Einschätzung bei Notfallpatienten ein besonders wichtiger Faktor, da kardiovaskuläre Erkrankungen die häufigste Diagnose in Notaufnahmen ist (Dormann et al. 2010).

In der Studie wurde die systolische Funktion bei 65 % der Patienten mit der klinischen Untersuchung richtig erkannt und bei 82 % mit Hilfe der Sonografie. Bei der Herzdimension lag das Verhältnis bei 71 % klinische Untersuchung zu 86 % Sonografie.

Bei der Detektion einer Rechtsherzbelastung war die Sonografie nur minimal überlegen, 78 % zu 86 %.

Die Studie von Mehta, Jacobson et al. zeigte ebenfalls die Überlegenheit des Ultraschalls bei kardiovaskulären Erkrankungen sowie eine Kosteneinsparung durch Reduzierung der Folgeuntersuchungen.

Bei 142 Patienten mit auffälligem EKG wurde mit Hilfe der klinischen Untersuchung und der Sonografie nach der Ursache gesucht. Bei 47 % konnte die ursächliche Pathologie mit der klinischen Untersuchung festgestellt werden, wohingegen mittels Sonografie bei 82 % der Patienten die richtige Pathologie erkannt werden konnte (Mehta et al. 2014).

Im Vergleich zu unserer Studie, wurde bei Mehta et al. die Sonografie am Herzen nur bei Patienten durchgeführt, die zuvor ein auffälliges EKG zeigten. Durch diese Selektion wird die Überlegenheit der Sonografie noch deutlicher.

Die Studie von Stokke et al. kommt zu vergleichbaren Ergebnissen und zeigt ebenfalls die Überlegenheit der Notfallsonografie bei dem Erkennen von wichtigen kardiologischen Krankheitsbildern (Stokke et al. 2014). Für diese Studie wurden 21 Medizinstudenten über 4 Stunden in der fokussierten Sonografie des Herzens geschult und anschließend beobachtet, inwieweit sie bei der Diagnostik von Klappenfehlern gegenüber der Auskultation überlegen ist.

Insbesondere bei der Detektion der Mitralinsuffizienz konnte die Sonografie überzeugen (Sensitivität: Auskultation 29 % versus Sonografie 69 %).

Des Weiteren sind die Beobachtungen von Mandavia et al. ein wichtiger Vergleich (Mandavia et al. 2000).

In dieser Studie wurden 18 Assistenzärzte während einem 8-stündigen Theorie-Kurs mit anschließenden praktischen Übungen über 8 Stunden in der Notfallsonografie ausgebildet.

Die jungen Ärzte setzten die erworbenen Fertigkeiten mit hoher Genauigkeit um und erreichten eine Sensitivität von 92,4 % und eine Spezifität von 96,1 %.

Die Vergleichsstudien kamen ebenfalls zu dem Schluss, dass die Notfallsonografie einem Berufsanfänger mit einem vertretbaren Aufwand Zusatzinformationen zur körperlichen Untersuchung liefern kann.

Dieser Nutzen ist bereits nach einer kurzen Schulung erkennbar.

Damit hat die Notfallsonografie das Potential, die Krankenversorgung in Notaufnahmen und auf Intensivstationen in vielerlei Hinsicht zu unterstützen.

4.2 Auswirkung auf Diagnose und Therapie

Bei 17 Patienten (21 %) konnte mit Hilfe der Notfallsonografie die Verdachtsdiagnose bestätigt werden, oder die Notfallsonografie führte zu einer zusätzlichen Diagnose.

Vor allem war die Notfallsonografie bei den Krankheitsbildern der Lunge sehr hilfreich und führte zu einigen Zufallsbefunden. So konnten die jungen Assistenzärzte beispielsweise die Pneumonie diagnostizieren oder ein Lungenödem ausschließen.

Die Studie von Lichtenstein et. al. zeigt diesen zusätzlichen Nutzen der Sonografie bei Patienten mit respiratorischer Insuffizienz (Lichtenstein u. Mezière 2008). Die Krankheitsbilder Asthma /COPD, Lungenödem, Lungenembolie, Pneumothorax und Pneumonie konnten mit einer Sensitivität von über 80 % und einer Spezifität von über 95 % diagnostiziert werden.

Die Beurteilung der Lunge mit Hilfe des Ultraschalls führte in unserer Studie zu einem wichtigen diagnostischen Mehrgewinn und wird auch in Zukunft einen höheren Stellenwert in der Notfalldiagnostik einnehmen (Volpicelli 2014).

Die zusätzlich erkannten Pathologien waren Zufallsbefunde, die frühzeitig erkannt werden konnten und zu Änderungen im weiteren Vorgehen führten. So konnte festgehalten werden, dass bei 39 % der Patienten die Notfallsonografie Auswirkungen auf die Therapie hatte.

Bereits die PRIMUS Studie validierte einen frühen Ultraschall (innerhalb von 24 Stunden) als diagnostische Methode, die stationäre Aufnahmen vermeiden bzw. ambulante Behandlungen ermöglichen kann.

Schuler et. al schlussfolgern, dass eine frühe Diagnose und Therapieeinleitung die Verweildauer erheblich verkürzen kann.

Die Optimierung ökonomischer und versorgungslogistischer Prozesse ist mittlerweile einer der wichtigsten Aspekte in der klinischen Versorgung von Notfallpatienten (Schuler et al. 2012).

4.3 Limitation der Studie

4.3.1 Erfahrung des Untersuchers

Die Qualität der Ultraschalluntersuchung wird maßgebend durch die Erfahrung des Untersuchers beeinflusst und ist von subjektiven Einflüssen abhängig. Ein wesentlicher Aspekt ist, dass im Gegensatz zu anderen bildgebenden Verfahren, die sonographischen Befunde nicht immer reproduzierbar aufgezeichnet werden können. Es ist anzunehmen, dass sich bei unerfahrenen Untersuchern mehr Fehler in der Durchführung und der Interpretation einschleichen, so dass die sonografische Diagnose je nach Untersucher variieren kann.

Diesbezüglich existiert wegweisende Literatur (Heese et al., 2006; Baker et al., 1999; Loch et al., 1985; Amer et al., 2002; Cengiz et al., 2014; Sorokin et al., 2015).

In der Dissertationsschrift von Paul Schubert werden die Ergebnisse der Sonografie-Anfänger mit dem Goldstandard-Anwendern verglichen und zeigen eine Übereinstimmung von 91,7 %. Mit der weiteren definitiven bildgebenden Diagnostik erreichten die Assistenzärzte eine Übereinstimmung von 93 %. Dies ist ein Hinweis dafür, dass die Notfallsonografie, nach einem nur 8-stündigen Einsteigerkurs entsprechend den Inhalten der DEGUM, ein vergleichsweise genaues Diagnostikum darstellt (Schubert 2016).

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass von 960 Untersuchungsgängen in nur 22 % keine Angaben gemacht wurden, d.h. die Assistenzärzte konnten keinen Befund erheben.

Bei 65 % der eingeschlossenen Patienten wurden patientenabhängige Faktoren genannt, welche die Sonografie am Notfallpatienten erschwerten. Vor allem Adipositas und Meteorismus waren ein Hindernis.

Häufig wurden einzelne Fragestellungen ausgelassen, was den zeitlichen Druck in einer Notfallsituation vermuten lässt.

Im Rahmen des Zeitmanagements haben sich die jungen Ärzte zunächst auf die akut lebensbedrohlichen Fragestellungen konzentriert.

Auffallend war auch die erhöhte zeitliche Beanspruchung bei patienten-abhängigen Einschränkungen der Sonografie.

Der Zeitaufwand für eine Notfallsonografie lag bei den Anfängern bei 10,5 Minuten und bei erfahrenen Fachärzten bei 8 Minuten. Insgesamt verkürzte sich die Untersuchungsdauer beider Untersucher im Verlauf der Datenerhebung mit gefestigter Routine. Die Notfallsituation, in der die Assistenzärzte sonografierten, kann je nach vorliegenden Umständen jedoch schlechtere Untersuchungsbedingungen oder erhöhte Stresssituationen bieten. Die mittlere Gesamtuntersuchungszeit sollte jedoch die Implementierung der Notfallsonografie in den klinischen Ablauf von Notaufnahmen und Intensivstationen zulassen, da ein erheblicher Nutzen einem geringen Aufwand gegenübersteht. Für weiterführende Forschung wäre es demzufolge sinnvoll, zu überprüfen, inwieweit der steigende Ausbildungsgrad die benötigte Zeit sowie die Rate der Fehlbefunde in der Akutsituation beeinflusst.

4.3.2 Einfluss der Anamnese

Eine sichere Anamnese sowie die körperliche Untersuchung sind Grundlage für eine verlässliche Diagnosestellung mittels Ultraschall.

Fraglich ist, inwieweit die primäre klinische Untersuchung und die Anamnese die Notfallsonografie in unserer Studie beeinflusst.

Einerseits liefert die Anamnese wichtige Zusatzinformationen und kann die Aufmerksamkeit in die richtige Richtung lenken, andererseits könnten unerwartete Befunde übersehen werden.

Oestmann et al. beschreibt dieses Phänomen als „Tunnel Vision“. Hierbei kommt es zu einer erhöhten Falschpositivrate infolge einer Fixierung auf die Anamnese (Oestmann 2002).

Die medizinische Vorgeschichte ist für die Sonografie nicht immer zwingend notwendig, da speziell die Abdomensonografie mit häufigen Zufallsbefunden in Zusammenhang steht (Görg et al. 2014). Hingegen erhöhen Vorinformationen und die Bewertung aller Befunde im klinischen Kontext die diagnostische Treffsicherheit. Um diese Divergenz zu lösen, wurde in der Studie von Oestmann et al. verlangt, zunächst ohne Vorkenntnisse die Befunde der

bildgebenden Diagnostik zu sichten und dann, mit Wissen der klinischen Angaben, alle Befunde in der Gesamtheit zu betrachten und zu bewerten. Besonders erfolgreich ist Ultraschall nach der Meinung von Seitz, Schuler und Rettenmaier dann, wenn er als ‚Klinische Sonografie‘ angewendet wird, das heißt als integraler Bestandteil einer Diagnostik gesehen wird, die das gesamte klinische Bild einer Patientin bzw. eines Patienten berücksichtigt und Vorbefunde einbezieht (Seitz et al. 2007).

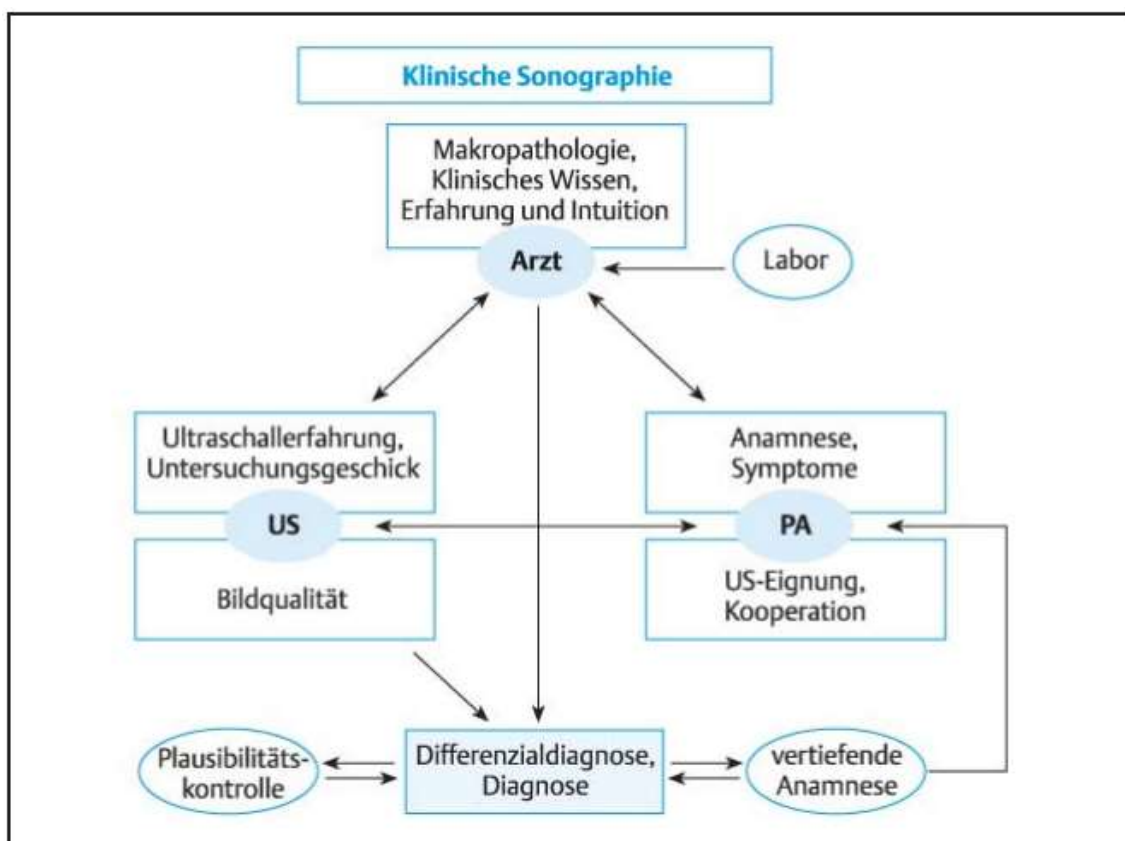


Abbildung 12: Seitz. Thieme: Klinische Sonografie und sonografische Differentialdiagnose Bd. 1, Seite VI

Die Sonografie als integraler Bestandteil der klinischen Untersuchung und Diagnostik durch einen differentialdiagnostisch erfahrenen Arzt.

4.3.3 Verwendete Ultraschallgeräte

Im Zeitraum der Datenerhebung musste ein Ultraschallgerät wegen eines Defektes gegen ein älteres Gerät ausgetauscht werden. Ältere Geräte sind für eine bettseitige Notfallsonografie weniger gut geeignet, da der Transport der oftmals größeren Geräte schwer und zeitaufwendig ist und man vereinzelt Beeinträchtigungen in der Bildqualität hinnehmen muss. Zudem haben diverse Ultraschallgeräte geringe Unterschiede in der Bedienung. Diese Aspekte könnten die jungen Sonografeure verunsichert haben.

Zukünftig wird die fortschreitende Digitalisierung der Medizin auch die Sonografiegeräte verändern (Ärztezeitung 2019a).

So gibt es bereits eine Ultraschallsonde, die app-basiert an ein mobiles Endgerät angeschlossen werden kann. Diese USB-Ultraschall-Sonde in Kombination mit einer kostenlosen App ermöglicht es Notfallmedizinerern noch vor Ort wichtige Fragestellungen zu beantworten. Zudem kann dieses System Ärzte bei Hausbesuchen oder bei Sportveranstaltungen für eine erste Einschätzung unterstützen (Ärztezeitung 2019b).

4.4 Zusammenfassende Beurteilung

Die Auswertung der Daten zeigt den Mehrwert der Notfallsonografie im klinischen Alltag und den hohen Stellenwert in der sicheren Diagnostik durch junge Ärzte. Die Assistenzärzte konnten nach einer kurzen und intensiven Schulung das Erlernte umsetzen und daraus profitieren. Die bettseitige und vergleichsweise kostengünstige Diagnosestellung mit Hilfe der Notfallsonografie kann die Strahlenbelastung für Patienten und Personal senken. Der diagnostische Mehrgewinn sowie der Nutzen bei der Therapieentscheidung stützen die Bedeutung einer frühzeitigen Sonografie.

Auf Grund der Notfallsonografie kann es zur Abwendung unnötiger Folgeuntersuchungen kommen und die stationäre Verweildauer kann durch frühzeitige Einleitung der richtigen Therapie möglicherweise verkürzt werden.

In Zeiten des Ärztemangels könnte dies ein Einsparungspotential darstellen.

Ferner hat der frühzeitige Beginn einer gezielten Therapie eine mögliche Bedeutung für den Krankheitsverlauf bzw. die Genesung des Patienten.

Resultierend aus den Ergebnissen im Vergleich zur aktuellen Literatur, ergeben sich Hinweise und Empfehlungen für eine zertifizierte Ultraschallausbildung für junge Ärzte, spätestens mit Beginn der Berufstätigkeit.

4.5 Ausblick

Aus den Ergebnissen dieser Studie ist zu folgern, dass die weitere Verbreitung, Anwendung und Schulung der Notfallsonografie - vor allem für junge Ärzte - ein wichtiges Ziel darstellen.

Es stellt sich nicht die Frage, ob eine qualifizierte Ultraschallausbildung im klinischen Abschnitt vermittelt werden kann, denn dies wurde bereits in einer Vielzahl von Studien belegt (Hofer et al. 2000; Arger et al. 2005; Afonso et al. 2010; Heinzow et al. 2013).

Die Universität Tübingen hat beispielsweise mit der Einführung studentischer Tutoren/innen ein effektives Mittel zur Ausbildung während des klinischen Abschnitts erfolgreich implementiert (Celebi et al. 2012).

Dieses Modell der Ultraschallausbildung könnte man auch in die Facharzt-ausbildung übertragen, so dass approbierte Ärzte weiterhin die Möglichkeit haben ihre Fertigkeiten am Sonografiegerät zu verbessern.

Weiterführende Studien könnten sich zukünftig darauf fokussieren, wann und wie man die Ultraschallausbildung ins Curriculum integrieren und jungen Ärzten während der Facharztausbildung eine stetige Weiterbildung in der Notfallsonografie ermöglichen kann.

Des Weiteren sollte die Didaktik der unterschiedlichen Ausbildungskonzepte im Rahmen weiterführender Studien objektiviert und verifiziert werden.

Heutzutage stehen moderne e-Learning-Programme sowie Simulatoren den üblichen Theorie/Praxis-Kursen gegenüber. Dieses neue mediale Lernen könnte personalsparend und flexibel einsetzbar sein.

Zudem soll die deutschlandweite Einführung der Zusatzweiterbildung ‚Klinische Akut- und Notfallmedizin‘ in den nächsten Jahren zu einer Verbesserung der Qualifizierung der in den Notaufnahmen tätigen Ärzten beitragen, so dass mit einer Qualitätssteigerung der Ausbildung für junge Ärzte, vor allem auch der ultraschallspezifischen Kenntnisse, zu rechnen ist.

5. Zusammenfassung

Die Notfallsonografie hat in Notaufnahmen und auf Intensivstationen einen hohen Stellenwert in der Diagnostik eingenommen. Junge Ärzte starten jedoch häufig ohne nötiges Basiswissen der Sonografie in den Klinikalltag und sind frühzeitig mit Notfallpatienten konfrontiert. In einer prospektiven Beobachtungsstudie sollte evaluiert werden, ob junge Mediziner von einer kompakten Schulung in Notfallsonografie profitieren und einen Nutzen in Diagnostik und Beurteilung von Notfallpatienten haben.

Dafür wurden 21 Assistenzärzte nach den Vorgaben der DEGUM in Notfallsonographie geschult und anschließend ihre Ergebnisse der klinischen Untersuchung mit der Sonografie am Notfallpatienten verglichen.

In der Folge konnten durch die klinische Untersuchung 42 % und durch die Notfallsonografie 68 % der Pathologien erkannt werden. Die korrekte Diagnose lag mittels Ultraschall durchschnittlich 10 Prozentpunkte höher als durch die klinische Untersuchung. Zudem führte die Notfallsonografie bei 21 % zu einem diagnostischen Zugewinn. Eine Änderung der Therapie war bei insgesamt 39 % der Patienten die Folge. In der Notaufnahme konnte bei 13 % der eingeschlossenen Patienten aufgrund der Notfallsonografie eine Entlassung veranlasst werden.

Die Ergebnisse dieser Arbeit geben Hinweise darauf, dass die Sonografie am Notfallpatienten mit Hilfe der DEGUM-Notfallsonografie-Ausbildung so weit erlernbar ist, dass sie Assistenzärzte bei Entscheidungen zu Diagnostik und Therapie im klinischen Alltag unterstützt.

Die Notfallsonografie als bildgebendes Verfahren mit hervorragenden diagnostischen Fähigkeiten ist kosteneffektiv, schnell verfügbar, beliebig wiederholbar und ohne Strahlenbelastung für Patienten und Personal.

Die Entwicklung der Notfallsonografie kann als wichtiger Baustein in der Behandlung von Notfallpatienten angesehen werden und hat das Potential ökonomische und medizinische Prozesse zu optimieren.

Der beobachtete Kompetenzzuwachs der Assistenzärzte bestätigt, dass die frühzeitige Ausbildung in der Notfallsonografie ein guter Ansatz zur Verbesserung der Versorgung von Notfallpatienten darstellt und somit die

Vermittlung ultraschallspezifischer Kenntnisse bereits im Medizinstudium anzustreben ist.

6. Anhang

6.1 Patienteninformation



PATIENTENINFORMATION zur Durchführung einer klinischen Studie mit volljährigen einwilligungsfähigen Patienten

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

wir möchten Sie bitten, an der nachfolgend beschriebenen klinischen Studie teilzunehmen.

Ihre Teilnahme ist freiwillig und Sie werden in diese Studie nur dann einbezogen, wenn Sie dazu schriftlich Ihre Einwilligung erklären. Sofern Sie nicht an der klinischen Studie teilnehmen oder später aus ihr ausscheiden möchten, entstehen Ihnen daraus keine Nachteile.

1. Warum wird diese Studie durchgeführt?

Wir möchten untersuchen, ob eine kurze Ultraschalluntersuchung bei Notfallpatienten einen Zusatznutzen zur normalen körperlichen Untersuchung bringt. Dazu untersuchen Sie 2 Ärzte der Notaufnahme nach einem Verfahren, das von der Fachgesellschaft für Ultraschall (DEGUM: Deutsche Gesellschaft für Ultraschallmedizin) entwickelt wurde.

Das Ziel unserer Studie ist es, zu zeigen

- inwieweit die Befunde der Ultraschalluntersuchungen der beiden Ärzte übereinstimmen
- ob die Ultraschalluntersuchung einen Zusatznutzen zu der üblichen körperlichen Untersuchung durch den behandelnden Arzt erbringt.

2. Wie ist der Ablauf der Studie und was muss ich bei Teilnahme beachten?

Zwei Ärzte werden Sie ca. 5-10 Minuten mit unserem regulären Ultraschallgerät der Notaufnahme im Brust- und Bauchbereich untersuchen.

Diese Studie erfordert nur Ihre einmalige Teilnahme und verlängert Ihre Verweildauer in der Notaufnahme nicht.

3. Welchen persönlichen Nutzen habe ich von der Teilnahme an der Studie?

Neben einer sorgfältigen körperlichen Untersuchung, werden Sie zusätzlich mit unserem Ultraschallgerät untersucht. Wir erwarten uns, dass durch diese Untersuchung zusätzliche Befunde entdeckt werden, die bei einer üblichen körperlichen Untersuchung verborgen geblieben wären.

Wenn bei der Ultraschalluntersuchung krankhafte Befunde erhoben werden, die nicht mit ihren Beschwerden in Zusammenhang stehen, werden Sie darüber informiert und – sofern erforderlich – eine weitergehende Abklärung und Behandlung eingeleitet

4. Welche Risiken sind mit der Teilnahme an der Studie verbunden?

Ultraschall hat keine bekannten Nebenwirkungen und wird auch bei ungeborenen Babys eingesetzt.

Diese Methode wird zur Diagnose und Verlaufskontrolle von Erkrankungen seit vielen Jahren ohne nachgewiesene Risiken eingesetzt.

5. Was geschieht mit meinen persönlichen Daten?

Während der klinischen Studie werden medizinische Befunde und persönliche Informationen von Ihnen erhoben und in Ihrer Krankenakte gespeichert. Die für die klinische Prüfung wichtigen Daten werden zusätzlich in pseudonymisierter Form gespeichert und ausgewertet.

Pseudonymisiert bedeutet, dass keine Angaben von Namen oder Initialen verwendet werden, sondern nur ein Nummerncode.

Die Daten sind gegen unbefugten Zugriff gesichert. Eine Entschlüsselung erfolgt nur unter den vom Gesetz vorgeschriebenen Voraussetzungen.

6. Was geschieht mit meinen Aufnahmen/ Befunden?

Alle Untersuchungsergebnisse werden auf speziellen, pseudonymisierten Formularen dokumentiert.

Alle Beteiligten unterliegen als Angehörige des Universitätsklinikums Tübingen der ärztlichen Schweigepflicht.

Wir danken Ihnen herzlichst, dass Sie durch Ihre Studienteilnahme eine Verbesserung des Diagnostikprozesses der Notaufnahme ermöglichen.

Prof. Dr. Reimer Riessen
Leitung Internistische Intensivstation

PD Dr. Peter Weyrich
Oberarzt Notaufnahme

Dr. Nora Celebi, MME
Lehrreferentin der Med. Klinik

6.2 Einverständniserklärung

EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG



.....
Name des Patienten in Druckbuchstaben

geb. am Teilnehmer-Nr.

Ich habe den Text der Patienteninformation gelesen und verstanden.
Mir ist bekannt, dass ich jederzeit und ohne Angabe von Gründen meine Einwilligung zur Teilnahme an der Studie zurückziehen kann, ohne dass mir daraus Nachteile für meine medizinische Behandlung entstehen.

**Ich erkläre mich bereit,
an der oben genannten klinischen Studie
freiwillig teilzunehmen.**

.....
Datum

.....
Unterschrift des **Patienten/ gesetzl. Betreuer**

Ein Exemplar der Patienteninformation habe ich erhalten.

6.3 Fragebogen zur klinischen Untersuchung

Studie: VDN



Fragebogen (klinische Untersuchung)

Untersucher (Arzt) Name: _____ Datum: _____

Uhrzeit: _____

Zufallsnummer Patient: _____

Freie Flüssigkeit im Bauchraum	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> eher ja	<input type="checkbox"/> eher nein	<input type="checkbox"/> nein		
Freie Flüssigkeit im Perikard	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> eher ja	<input type="checkbox"/> eher nein	<input type="checkbox"/> nein		
Pleuraerguss	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> eher ja	<input type="checkbox"/> eher nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> li	<input type="checkbox"/> re
Pneumothorax	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> eher ja	<input type="checkbox"/> eher nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> li	<input type="checkbox"/> re
Abdominales Aortenaneurysma	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> eher ja	<input type="checkbox"/> eher nein	<input type="checkbox"/> nein		
Gallensteine	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> eher ja	<input type="checkbox"/> eher nein	<input type="checkbox"/> nein		
Harnblase	<input type="checkbox"/> leer	<input type="checkbox"/> leicht gefüllt	<input type="checkbox"/> gefüllt	<input type="checkbox"/> prall		
TVT der Inguina und Poplitea	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> eher ja	<input type="checkbox"/> eher nein	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> li	<input type="checkbox"/> re
Globale systolische Funktion	<input type="checkbox"/> hyperdynam	<input type="checkbox"/> gut	<input type="checkbox"/> eingeschränkt	<input type="checkbox"/> hochgradig eingeschränkt		
Rechtsherzbelastung	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> eher ja	<input type="checkbox"/> eher nein	<input type="checkbox"/> nein		
Herzdimension	<input type="checkbox"/> normal	<input type="checkbox"/> leicht vergrößert	<input type="checkbox"/> vergrößert	<input type="checkbox"/> stark vergrößert		
Flüssigkeitsstatus	<input type="checkbox"/> überwässert	<input type="checkbox"/> normal	<input type="checkbox"/> exsikkiert			

Unterschrift Arzt: _____

6.4 Fragebogen zur Notfallsonografie

Studie :VDN



Fragebogen (Sonografie)

Untersucher (Arzt) Name: _____ Datum: _____

Uhrzeit: Start _____ Ende _____

Zufallsnummer Patient: _____

Freie Flüssigkeit im Bauchraum	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> eher ja	<input type="checkbox"/> eher nein	<input type="checkbox"/> nein
Freie Flüssigkeit im Perikard	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> eher ja	<input type="checkbox"/> eher nein	<input type="checkbox"/> nein
Pleuraerguss	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> eher ja	<input type="checkbox"/> eher nein	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Pneumothorax	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> eher ja	<input type="checkbox"/> eher nein	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Abdominales Aortenaneurysma	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> eher ja	<input type="checkbox"/> eher nein	<input type="checkbox"/> nein
Gallensteine	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> eher ja	<input type="checkbox"/> eher nein	<input type="checkbox"/> nein
Harnblase	<input type="checkbox"/> leer	<input type="checkbox"/> leicht gefüllt	<input type="checkbox"/> gefüllt	<input type="checkbox"/> prall
TVT der V.fem.com. und V.poplitea	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> eher ja	<input type="checkbox"/> eher nein	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> li <input type="checkbox"/> re
Globale systolische Funktion	<input type="checkbox"/> hyperdynam <input type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/> eingeschränkt
	<input type="checkbox"/> hochgradig eingeschränkt			
Rechtsherzbelastung	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> eher ja	<input type="checkbox"/> eher nein	<input type="checkbox"/> nein
Herzdimension	<input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> leicht vergrößert		<input type="checkbox"/> vergrößert	
	<input type="checkbox"/> stark vergrößert			
Dynamischer Volumenstatus	V. Cava: <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> gestaut <input type="checkbox"/> kollabiert			
Sonstige:				

7. Literaturverzeichnis

Ärztezeitung (2019a) Digitalisierung setzt die Akzente der Medica 2017. Stand: 14. November 2017. URL: <https://www.aerztezeitung.de/Kongresse/Digitalisierung-setzt-die-Akzente-der-Medica-2017-306111.html> (abgerufen am: 6. November 2019)

Ärztezeitung (2019b) Mobiles Ultraschall nur mit Sonde und App. Stand: 18. September 2017. URL: <https://www.aerztezeitung.de/Wirtschaft/Mobiles-Ultraschall-nur-mit-Sonde-und-App-299666.html> (abgerufen am: 8. November 2019)

Barry DS, Marzouk F, Chulak-Oglu K, Bennett D, Tierney P, O'Keeffe GW (2016) Anatomy education for the YouTube generation. *Anatomical sciences education* 9, 90–96

Bey TA, Hahn SA, Moecke H (2008) The current state of hospital-based emergency medicine in Germany. *International journal of emergency medicine* 1, 273–277

Birnbaum J, Albrecht R (2013) *Ultraschallgestützte Regionalanästhesie*. Springer Berlin Heidelberg

Bolondi L, Gaiani S, Gebel M (1998) Portohepatic vascular pathology and liver disease: diagnosis and monitoring. *European Journal of Ultrasound* 7, S41-S52

Bozzato A, Zenk J, Hertel V, Koch M, Loika A, Iro H (2009) Tissue Harmonic Imaging und Compound Imaging in der Kopf-Hals Diagnostik. *Ultraschall in Med* 30

Bundesärztekammer (Muster-)Weiterbildungsordnung 2018 in der Fassung vom 20.09.2019

Busch H-J, Schmid B, Michels G, Wolfrum S (2018) Strukturen der Akut- und Notfallmedizin : Was benötigen wir? *Medizinische Klinik, Intensivmedizin und Notfallmedizin* 113, 260–266

Celebi N, Zwirner K, Lischner U, Bauder M, Dittthard K, Schurger S, Riessen R, Engel C, Balletshofer B, Weyrich P (2012) Student tutors are able to teach basic sonographic anatomy effectively - a prospective randomized controlled trial. *Ultraschall in der Medizin* (Stuttgart, Germany : 1980) 33, 141–145

Chen R, Zhu M, Sahn DJ, Ashraf M (2016) Non-Invasive Evaluation of Heart Function with Four-Dimensional Echocardiography. *PloS one* 11

Choi-Lundberg DL, Low TF, Patman P, Turner P, Sinha SN (2016) Medical student preferences for self-directed study resources in gross anatomy. *Anatomical sciences education* 9, 150–160

Chu LF, Ngai LK, Young CA, Pearl RG, Macario A, Harrison TK (2013) Preparing Interns for Anesthesiology Residency Training: Development and Assessment of the Successful Transition to Anesthesia Residency Training (START) E-Learning Curriculum. *Journal of graduate medical education* 5, 125–129

Cuca C, Scheiermann P, Hempel D, Via G, Seibel A, Barth M, Hirche TO, Walcher F, Breitzkreutz R (2013) Assessment of a new e-learning system on thorax, trachea, and lung ultrasound. *Emergency medicine international* 2013, 145361

DEGUM Geschichte der diagnostischen Sonographie - DEGUM. URL: <http://www.degum.de/degum/historie-museum/geschichte-der-diagnostischen-sonographie.html> (abgerufen am: 6. März 2016)

DEGUM Mehrstufenkonzept & Zertifizierung - DEGUM. URL: <http://www.degum.de/arbeitskreise/notfallsonographie/mehrstufenkonzept-zertifizierung.html> (abgerufen am: 18. August 2015)

Delorme S, Nürnberg D (2009) Vorstandsarbeit - Gespräche mit dem Fachkreis Ultraschalldiagnostik des Zentralverbandes der Elektrotechnik und Elektronikindustrie (ZVEI). *Ultraschall in der Medizin* 30, 509

Deutscher Ärzteverlag GmbH, Ärzteblatt Deutsches (2017) Ultraschall. URL: <https://www.aerzteblatt.de/archiv/193534/Ultraschall> (abgerufen am: 11. November 2019)

Dormann H, Diesch K, Ganslandt T, Hahn EG (2010) Numerical parameters and quality indicators in a medical emergency department. *Deutsches Ärzteblatt international* 107, 261–267

Dussik KT (1949) Zum heutigen Stand der medizinischen Ultraschallforschung. *Wiener klinische Wochenschrift* 61, 246–248

Frentzel-Beyme B (o. J.) Geschichte des Museums. URL: <http://www.ultraschallmuseum.de/index.php?link=119> (abgerufen am: 11. November 2019)

Görg C, Kunsch S, Neesse A (2014) Zufallsbefunde in der Abdomensonographie. Charakteristika und klinische Interpretation. *Der Internist* 55, 998, 1000-2, 1004-6 passim

Gries A, Seekamp A, Wrede C, Dodt C (2018a) Zusatz-Weiterbildung Klinische Akut- und Notfallmedizin in Deutschland. *Der Anaesthesist* 67, 895–900

Gries A, Seekamp A, Wrede C, Dodt C (2018b) Zusatz-Weiterbildung Klinische Akut- und Notfallmedizin in Deutschland : Ein Konzept vor der bundesweiten Einführung! *Anaesthesist* 67, 895–900

Hempel D, Haunhorst S, Sinnathurai S, Seibel A, Recker F, Heringer F, Michels G, Breitzkreutz R (2016) Social media to supplement point-of-care ultrasound courses: the "sandwich e-learning" approach. A randomized trial. *Critical ultrasound journal* 8, 3

Heynemann H, Jenderka K-V, Zacharias M, Fornara P (2004) New techniques in uro-sonography. *Der Urologe. Ausg. A* 43, 1362–1370

Hollinderbaumer A, Hartz T, Uckert F (2013) Education 2.0 -- how has social media and Web 2.0 been integrated into medical education? A systematical literature review. GMS Zeitschrift für medizinische Ausbildung 30, Doc14

Jecker P (2019a) Studenten - DEGUM. Angebote für Studenten. URL: <https://www.degum.de/en/aktivitaeten/studenten.html> (abgerufen am: 11. November 2019)

Jecker P (2019b) Über die DEGUM - DEGUM. URL: <https://www.degum.de/degum/ueber-die-degum.html> (abgerufen am: 11. November 2019)

Kirkpatrick AW, Sirois M, Laupland KB, Liu D, Rowan K, Ball CG, Hameed SM, Brown R, Simons R, Dulchavsky SA, Hamilton DR, Nicolaou S (2004) Hand-held thoracic sonography for detecting post-traumatic pneumothoraces: the Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma (EFAST). The Journal of trauma 57, 288–295

Koennecke HC, Fobbe G, Hamed MM, Wolf KJ (1989) Diagnostik arterieller Gefässerkrankungen der unteren Extremitäten mit der farbkodierten Duplexsonographie. Fortschr Röntgenstr 151, 42–46

Kollmann C, Kögler V, Preusser R (2015) E-Learning Ressource zur Vermittlung von Wissen über Ultraschallartefakte. Ultraschall in Med 36

Kruppa E, Junger J, Nikendei C (2009) Innovative teaching and examination methods--taking stock at German medical faculties. Deutsche medizinische Wochenschrift (1946) 134, 371–372

Landwehr P, Tschammler A, Höhmann M (1990) Gefäßdiagnostik mit der farbkodierten Duplexsonographie. Deutsche medizinische Wochenschrift (1946) 115, 343–351

Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, Flachskampf FA, Foster E, Goldstein SA, Kuznetsova T, Lancellotti P, Muraru D, Picard MH, Rietzschel ER, Rudski L, Spencer KT, Tsang W, Voigt J-U (2015) Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography* 28, 1-39.e14

Leen E (1999) The detection of occult liver metastases of colorectal carcinoma. *Journal of hepato-biliary-pancreatic surgery* 6, 7–15

Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, Cluzel P, Grenier P, Rouby J-J (2004) Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology* 100, 9–15

Lichtenstein DA, Mezière GA (2008) Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure. The BLUE protocol. *Chest* 134, 117–125

Lin DC, Nazarian LN, O'Kane PL, McShane JM, Parker L, Merritt CRB (2002) Advantages of real-time spatial compound sonography of the musculoskeletal system versus conventional sonography. *AJR. American journal of roentgenology* 179, 1629–1631

Mandavia DP, Aragona J, Chan L, Chan D, Henderson SO (2000) Ultrasound Training for Emergency Physicians— A Prospective Study. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine* 7, 1008–1014

Mehta M, Jacobson T, Peters D, Le E, Chadderdon S, Allen AJ, Caughey AB, Kaul S (2014) Handheld ultrasound versus physical examination in patients referred for transthoracic echocardiography for a suspected cardiac condition. *JACC. Cardiovascular imaging* 7, 983–990

Merz E, Pashaj S (2015) Fetal Facial Expressions. Demonstration of the Smiling, the Sad and the Scowling Fetus with 4D-Ultrasound. *Ultraschall in Med* 36, 1–2

Michalke JA (2012) An overview of emergency ultrasound in the United States. *World J Emerg Med* 3, 85

Ochsmann EB, Zier U, Drexler H, Schmid K (2011) Well prepared for work? Junior doctors' self-assessment after medical education. *BMC medical education* 11, 99

Oestmann JW (2002) Die radiologische Fehldiagnose. Was wir nicht ändern können und was wir tun sollten. *Fortschr Röntgenstr* 174, 1355–1357

Ohishi H, Hirai T, Yamada R, Hirohashi S, Uchida H, Hashimoto H, Jibiki T, Takeuchi Y (1998) Three-dimensional power Doppler sonography of tumor vascularity. *Journal of ultrasound in medicine : official journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine* 17, 619–622

Osterwalder J, Mathis G, Nürnberg D, Schwarzenbach H-R (2019) Mehrstufenkonzept & Zertifizierung - DEGUM. URL: <https://www.degum.de/arbeitskreise/notfallsonographie/mehrstufenkonzept-zertifizierung.html> (abgerufen am: 11. November 2019)

Qiu W, Yuchi M, Ding M (2014) Phase Grouping-Based Needle Segmentation in 3-D Trans-rectal Ultrasound-Guided Prostate Trans-perineal Therapy. *Ultrasound in Medicine & Biology* 40, 804–816

Roelandt JR (2000) Seeing the heart; the success story of cardiac imaging. *European heart journal* 21, 1281–1288

Rohrig S, Hempel D, Stenger T, Armbruster W, Seibel A, Walcher F, Breikreutz R (2014) Which learning methods are expected for ultrasound training? Blended learning on trial. *Der Anaesthesist* 63, 745–752

Rozycki GS (1995) Abdominal ultrasonography in trauma. The Surgical clinics of North America 75, 175–191

Ruesseler M, Kirschning T, Breitzkreutz R, Marzi I, Walcher F (2009) Prehospital and Emergency Department Ultrasound in Blunt Abdominal Trauma. European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the European Trauma Society 35, 341

Salen PN, Melanson SW, Heller MB (2000) The focused abdominal sonography for trauma (FAST) examination: considerations and recommendations for training physicians in the use of a new clinical tool. Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine 7, 162–168

Sauter A., Sauter W. (2002) Blended Learning. Effiziente Integration von E-Learning und Präsenztraining. Luchterhand Neuwied

Schaffartzik W (2018) Die neue Zusatz-Weiterbildung Klinische Akut- und Notfallmedizin. Der Anaesthetist 67, 893–894

Schmidt G, Görg C (2015a) Kursbuch Ultraschall: Nach den Richtlinien der DEGUM und der KBV. Thieme

Schmidt G, Görg C (2015b) Kursbuch Ultraschall: Nach den Richtlinien der DEGUM und der KBV. Thieme

Schmitz D, Waydhas C, Nast-Kolb D (2007) Präklinische Versorgung bei Thoraxtrauma. Notfall Rettungsmed 10, 255–265

Schubert P (2016) Validierung der DEGUM Notfallsonografieausbildung. vorgelegt von Schubert, Paul; Medizinische Fakultät Universität Tübingen

Schuler A, Karbe T, Vasilakis D, Ihli M, Wüstner M, Blank W, Weskott H, Kratzer W, Seitz K (2012) Primär Ultraschall als Bildgebung in der Notaufnahme. Endergebnisse der PRIMUS-Studie (DEGUM Multicenter-Studie). Ultraschall in der Medizin - European Journal of Ultrasound 33, A901

Seitz K, Schuler A, Rettenmaier G (2007) Klinische Sonographie und sonographische Differenzialdiagnose Bd. 1, Seite VI

Stengel D, Rademacher G, Ekkernkamp A, Güthoff C, Mutze S (2015) Emergency ultrasound-based algorithms for diagnosing blunt abdominal trauma. The Cochrane database of systematic reviews 9, CD004446

Stokke TM, Ruddox V, Sarvari SI, Otterstad JE, Aune E, Edvardsen T (2014) Brief group training of medical students in focused cardiac ultrasound may improve diagnostic accuracy of physical examination. Journal of the American Society of Echocardiography : official publication of the American Society of Echocardiography 27, 1238–1246

Strunk H., Frenzel-Beyme B, Stuckmann G. (2019) Geschichte der diagnostischen Sonographie - DEGUM. URL: <https://www.degum.de/degum/historie-museum/geschichte-der-diagnostischen-sonographie.html> (abgerufen am: 11. November 2019)

Tang N, Stein J, Hsia RY, Maselli JH, Gonzales R (2010) Trends and characteristics of US emergency department visits, 1997-2007. JAMA 304, 664–670

Volpicelli G (2014) Point-of-care lung ultrasound. Praxis 103, 711–716

Walcher F, Kirschning T, Brenner F, Stier M, Rüsseler M, Müller M, Ilper H, Heinz T, Breitzkreutz R, Marzi I Schulung in Notfallsonographie bei Trauma. Anaesthesist 58, 375–378

Walcher F, Kortum S, Kirschning T, Weihgold N, Marzi I (2002) Optimized management of polytraumatized patients by prehospital ultrasound. Der Unfallchirurg 105, 986–994

Walcher F, Patrovic T, Neri L, Heegaard W, et al. (2008) Emergency ultrasound. In: Ma OJ, Mateer JR, Blaivas M, et al. Prehospital ultrasound

Westerlaken M, Christiaans-Dingelhoff I, Filius RM, Vries Bd, Bruijne Md, van Dam M (2019) Blended learning for postgraduates; an interactive experience. BMC Med Educ 19, 1–7

Wilhelm D, Feussner H (2007) Laparoscopic ultrasound. Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin 78, 413-7, 419

Zoller WG, Gresser U, Zöllner N (1994) Einführung in Die Ultraschalldiagnostik: Kurzgefasstes Lehrbuch and Atlas. Karger

8. Eigenständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, Katharina Schipp, dass ich die dem Fachbereich Medizin zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel „Validierung der DEGUM Notfallsonografieausbildung“ selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, die wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Ich habe bisher an keiner in- oder ausländischen medizinischen Fakultät ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht noch die vorliegende Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Tübingen, 03.01.2020

9. Danksagung

Mein besonderer Dank richtet sich an Frau PD Dr. med. Nora Celebi, MME für ihre außerordentlich intensive Betreuung und Beratung, ihre große Hilfe bei der Planung der Studie, der Auswertung der Daten und ihre konstruktiven Anregungen zur Arbeit. Durch ihre kompetente Unterstützung hat diese Arbeit deutlich an Qualität gewonnen. Großer Dank gilt auch Prof. Dr. med. Reimer Riessen für die gemeinsame Entwicklung des interessanten Themas, sein in mich gesetztes Vertrauen, seinen fachlichen Rat und seine Unterstützung bei der Studienarbeit.

Ganz besonders möchte ich beiden an dieser Stelle auch für ihren unermüdlichen Einsatz in der Lehre danken.

Vielen Dank an Dr. med. Paul Schubert (Straubing) für die sehr gute und stets bereichernde Zusammenarbeit während der Studie.

Daneben haben noch viele weitere Personen und Institutionen auf die ein oder andere Weise an meiner Dissertation mitgewirkt, die ich ebenfalls erwähnen möchte: Herrn Prof. Dr. med. Peter Weyrich (München) für die Dozententätigkeit bei den Sonografiekursen, Dr. med. Florian Kreth für die Rekrutierung der Sonografieanfänger sowie seine Unterstützung in der Medizinischen Notaufnahme, Herrn Prof. Dr. med. Michael Haap für seine Mitwirkung auf der Internistischen Intensivstation. Ebenso möchte ich mich auch bei den Assistenzärzten/ -innen, den Instruktoren und den zahlreichen Studienteilnehmern/ -innen bedanken, ohne deren Hilfe eine Datenakquise nicht möglich gewesen wäre.

Insbesondere gilt mein Dank meinen Eltern und Schwiegereltern. Ihre unermüdliche Unterstützung bei der Betreuung unserer Kinder, ermöglichte mir den Abschluss meines lang ersehnten Medizinstudiums sowie die Fertigstellung meiner Dissertation.

Den größten Dank schulde ich meinem Mann, der stets an meiner Seite steht. Er hat mich jederzeit liebevoll unterstützt und immer wieder motiviert meine Dissertation zu vollenden.