



Hochschule Neu-Ulm
University of Applied Sciences

Bachelorstudiengang Physician Assistant

Hochschule für angewandte Wissenschaften Neu-Ulm

BACHELORARBEIT

Thema

„Einfluss fokussierter Sonografie auf die Erstdiagnostik und Therapieentscheidung bei kritisch kranken Notfallpatienten - eine retrospektive Analyse“

Verfasser:	Amelie Eisenschmid
Matr.-Nr.:	322247
Geburtsdatum:	29.01.2003
Erstbetreuer:	Prof. Dr. Mantz, Hochschule Neu-Ulm
Zweitbetreuer:	Prof. Dr. Swoboda, Hochschule Neu-Ulm
Thema erhalten:	15.05.2025
Arbeit abgeliefert:	27.08.2025
Sperrvermerk:	Nein
Anlagen:	SPSS-Tabellen

Genderhinweis

Die in der vorliegenden Arbeit verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich gleichermaßen auf weibliche, männliche und diverse Personen. Auf Doppelnennungen und gegenderte Bezeichnungen wird zugunsten einer besseren Lesbarkeit verzichtet.

Kurzdarstellung

In dem hochdynamischen Umfeld der Notaufnahme sind schnelle und präzise Entscheidungen essenziell. Vor diesem Hintergrund hat sich die fokussierte Sonografie (Point-of-Care-Ultraschall, POCUS) international als unverzichtbares diagnostisches Instrument etabliert. Dennoch fehlen im deutschsprachigen Raum bislang Daten zur indikationsübergreifenden Anwendung in der klinischen Routine.

Diese Bachelorarbeit untersucht den Einfluss von POCUS auf die Erstdiagnostik und Therapieentscheidungen bei kritisch kranken Notfallpatienten. Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurde eine retrospektive, quantitative Beobachtungsstudie durchgeführt, die anhand realer Falldaten aus der Notaufnahme des Alb Donau Klinikums Ehingen den praktischen Nutzen der fokussierten Sonografie systematisch bewertet. Insgesamt wurden 706 Behandlungsfälle untersucht, von denen 204 aufgrund ausreichender Dokumentation in die genauere Analyse einbezogen wurden. Dabei wurde der Zusammenhang zwischen sonografischen Befunden und den daraus resultierenden klinischen Entscheidungen analysiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass in 46,1 % der Fälle auffällige Befunde in der Sonografie vorliegen, was auf eine treffsichere Indikationsstellung für die Anwendung von POCUS hinweist. Diese auffälligen Befunde waren in 78 % der Fälle mit einer Diagnoseänderung und in 68 % mit einer Therapieanpassung signifikant assoziiert. Zudem wurde POCUS signifikant häufiger bei bestimmten Leitsymptomen eingesetzt. Dagegen bestand kein nachweisbarer Zusammenhang zwischen dem sonografischen Befund und der Einleitung weiterführender Bildgebung.

Im Gesamten verdeutlicht die Analyse die hohe klinische Relevanz von POCUS als diagnostisches Instrument in der Akutversorgung, insbesondere zur Absicherung oder zum Ausschluss relevanter Pathologien. Weiterführende multizentrische Studien erscheinen notwendig, um diese Ergebnisse verallgemeinern, den potenziellen Zeitgewinn zu quantifizieren und den Bedarf an standardisierter Ausbildung in Deutschland zu evaluieren.

Schlagworte: Fokussierte Sonografie (POCUS), Notfallmedizin, Erstdiagnostik, Therapieentscheidung, Retrospektive Analyse

Abstract

In the highly dynamic environment of the emergency department, quick and precise decisions are essential. Against this background, focused sonography (point-of-care ultrasound, POCUS) has established itself internationally as an indispensable diagnostic tool. Nevertheless, there is still a lack of data in German-speaking countries on its use in routine clinical practice across all indications.

This bachelor thesis examines the influence of POCUS on initial diagnosis and treatment decisions in critically ill emergency patients. To answer the research question, a retrospective, quantitative observational study was conducted to systematically evaluate the practical benefits of point-of-care ultrasound using real case data from the emergency department of the Alb Donau Klinikum Ebingen. A total of 706 treatment cases were examined, 204 of which were included in the detailed analysis due to sufficient documentation. The correlation between sonographic findings and the resulting clinical decisions was analyzed.

The results show that in 46,1 % of cases there were abnormal findings in the sonography, which indicates an accurate indication for the use of POCUS. These abnormal findings were significantly associated with a change in diagnosis in 78 % of cases and with an adjustment in treatment in 68 % of cases. In addition, POCUS was used significantly more frequently for certain leading symptoms. In contrast, there was no demonstrable correlation between the sonographic findings and the initiation of further imaging.

Overall, the analysis illustrates the high clinical relevance of POCUS as a diagnostic tool in acute care, particularly for confirming or excluding relevant pathologies. Further multicenter studies appear necessary to generalize these results, to quantify the potential time gain and to evaluate the need for standardized training in Germany.

Keywords: focused sonography (POCUS), emergency medicine, initial diagnosis, treatment decision, retrospective analysis

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	VIII
Abkürzungsverzeichnis	IX
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Ziel der Arbeit	1
1.3 Stand der Forschung	2
1.4 Vorgehensweise und Methodik	3
1.5 Aufbau der Bachelorarbeit	4
2 Theoretischer Hintergrund	5
2.1 Bedeutung und Anwendung der Triage-Kategorien	5
2.2 Einsatz und Anwendung der Sonografie in der Notaufnahme	9
2.2.1 Grundlagen der Notfallsonografie	9
2.2.2 Einsatzgebiete und Vorteile der fokussierten Sonografie	10
2.2.3 Limitationen der fokussierten Sonografie	12
2.3 Diagnostische Aussagekraft und klinischer Nutzen der Sonografie	14
2.3.1 Sensitivität und Spezifität in der Akutdiagnostik	14
2.3.2 Klinische Entscheidungsfindung und Zeitgewinn	17
2.3.3 Forschungsstand zu fokussierter Sonografie in der Notfallmedizin	17
2.4 Methodische Einordnung retrospektiver Analysen	19
2.4.1 Relevanz retrospektiver Forschung in der Notfallmedizin	19
2.4.2 Risiken und Grenzen retrospektiver Forschung in der Notfallmedizin	20
3 Methodik	21
3.1 Studiendesign	21
3.2 Einschluss- und Ausschlusskriterien	22
3.3 Datenerhebung	23
3.4 Datenaufbereitung	25

3.5	Datenauswertung	26
3.6	Datenschutz und Anonymisierung	27
4	Ergebnisse der retrospektiven Datenanalyse	28
4.1	Charakteristika der untersuchten Patienten	28
4.1.1	Alter und Geschlecht	28
4.1.2	Triage-Kategorie nach MTS	28
4.1.3	Einweisungsart	29
4.1.4	Fallstatus und entlassende Fachrichtung	30
4.1.5	Zeitpunkte der Sonografie	31
4.2	Erfassung und Auswertung der Vitalparameter	33
4.3	Verteilung der Beschwerdebilder bei Erstvorstellung	35
4.4	Anwendung der fokussierten Sonografie in der Notaufnahme	37
4.5	Auftreten und Einordnung sonografischer Auffälligkeiten	39
4.6	Klinische Konsequenzen auffälliger Sonografiebefunde	40
4.6.1	Diagnoseänderung	40
4.6.2	Therapieanpassung	41
4.6.3	Weiterführende Bildgebung und ergänzende Diagnostik	41
4.6.4	OP-Indikation und Intensivaufnahme	42
4.6.5	Dokumentierte Auffälligkeiten und deren Folgeentscheidungen nach Organsystem	43
4.7	Weitere statistisch geprüfte Zusammenhänge	45
4.8	Bildgebende Verfahren ohne sonografische Untersuchung	46
5	Diskussion	49
5.1	Interpretation der Ergebnisse	49
5.2	Vergleich mit bestehender Literatur	54
5.3	Klinische Relevanz und Implikationen für die Praxis	56
5.4	Limitationen der Arbeit	58
5.5	Zusammenfassende Bewertung der Hypothesen	60
6	Fazit und Ausblick	61
6.1	Zentrale Erkenntnisse	61

6.2	Ausblick und Forschungsbedarf	63
	Literaturverzeichnis.....	65
	Anhangsverzeichnis.....	VII
	Eidesstattliche Erklärung	XXVI

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Manchester Triage System	6
Abbildung 2: Flowchart mit der Leitsymptomatik Thoraxschmerz.....	7
Abbildung 3: Einsatzgebiete in der Notfall-Sonografie	10
Abbildung 4: Zusammenfassung der Sensitivität und Spezifität des E-FAST	15
Abbildung 5: Prisma-Diagramm zur Datenaufbereitung	25
Abbildung 6: Alters- und Geschlechterverteilung der Patienten mit fokussierter Sonografie (n = 204).....	28
Abbildung 7: Verteilung der Patienten mit Sonografie nach Manchester-Triage-Kategorie (n = 204).....	29
Abbildung 8: Entlassende Fachrichtungen und Fallstatus der Patienten mit fokussierter Sonografie	31
Abbildung 9: Vorstellungsgrund nach MTS-Diagramm bei sonografierten Patienten (n = 204)	35
Abbildung 10: Gesamtanzahl der sonografischen Einträge nach Organsystem	38
Abbildung 11: Anzahl dokumentierter sonografischer Auffälligkeiten und Folgeentscheidungen nach Organsystem.....	44
Abbildung 12: Mann-Whitney-U-Test mit Alter und Auffälligkeiten in der Sonografie...	45
Abbildung 13: Bildgebende Verfahren bei Patienten ohne Sonografie in Abhängigkeit vom Hauptbeschwerdebild (n = 229)	47

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: eingeschlossene Variablen in die Analyse.....	24
Tabelle 2: Häufigkeitstabelle mit Einweisungsart bei Patienten mit durchgeführter Sonografie	29
Tabelle 3: Kreuztabelle mit sonografischer Auffälligkeiten und Fallstatus	30
Tabelle 4: Zeitpunkt der Sonografie in der Notaufnahme	32
Tabelle 5: Deskriptive Statistik der dokumentierten Vitalparameter.....	33
Tabelle 6: Spearman-Rangkorrelation zwischen Vitalparameter und MTS-Kategorie .	34
Tabelle 7: Vorstellungsgrund nach MTS-Diagramm.....	36
Tabelle 8: Häufigkeitstabelle mit Sonografie-Indikation.....	37
Tabelle 9: Häufigkeitstabelle mit dokumentierte eingeschränkte Beurteilbarkeit bei Sonografie	38
Tabelle 10: Auffälligkeiten in der fokussierten Sonografie	39
Tabelle 11: Kreuztabelle mit sonografischer Auffälligkeit und Diagnoseänderung.....	40
Tabelle 12: Kreuztabelle mit sonografischer Auffälligkeit und Therapieanpassung	41
Tabelle 13: Absolute Verteilung der weiterführenden Bildgebung nach Sonografie.....	42
Tabelle 14: Absolute Verteilung der weiterführenden Diagnostik nach Sonografie.....	42
Tabelle 15: Kreuztabelle mit sonografischer Auffälligkeit und OP-Indikation	43
Tabelle 16: Absolute Verteilung der sofortigen Intensivaufnahme nach Sonografie	43
Tabelle 17: Häufigkeit bildgebender Verfahren bei Fällen ohne sonografische Untersuchung (n = 494).....	46
Tabelle 18: Sonstige angewendete Bildgebung bei keiner Sonografie	48

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
BGA	Blutgasanalyse
CT	Computertomographie
FAST	Focused Assessment with Sonography for Trauma
ITS	Intensivstation
KIS	Klinisches Informationssystem
MTS	Manchester-Triage-System
n	Stichprobengröße
p	Signifikanzniveau
POCUS	Point-of-Care-Ultraschall, fokussierte Sonografie
U	Teststatistik des Mann-Whitney-U-Test
Z	Standardisierte Teststatistik des Mann-Whitney-U-Test
ZNA	Zentrale Notaufnahme

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Die Notaufnahme ist ein hochdynamisches Umfeld, geprägt von immensem Zeitdruck¹, hoher Patientenzahl und hoher Morbidität². Um in diesem Setting eine sichere, zielgerichtete und effiziente Versorgung zu gewährleisten, sind strukturierte Abläufe sowie schnelle und präzise diagnostische Entscheidungen unerlässlich.

Neben Anamnese und körperlicher Untersuchung hat sich die fokussierte Sonografie (Point-of-Care-Ultraschall, kurz: POCUS) zu einem unverzichtbaren Werkzeug in der Notfallmedizin entwickelt.³ Sie ermöglicht eine unmittelbare, bildgebende Einschätzung direkt am Patientenbett, wodurch zeitkritische Entscheidungen beschleunigt und unnötige Transportwege vermieden werden können. In der Literatur wird sie daher nicht umsonst als „visual stethoscope“⁴ bezeichnet.

POCUS hat sich insbesondere in den letzten Jahren als eines der meistgenutzten diagnostischen Verfahren durch Nicht-Radiologen in der Notaufnahme etabliert.⁵ Der klinische Nutzen hängt jedoch stark von der Erfahrung, Routine und der Qualifikation der Untersuchenden ab.⁶ Zwar existieren standardisierte Kurskonzepte, wie das DEGUM-Kurrikulum, jedoch ist eine verpflichtende Ausbildung bislang nicht implementiert. Das wachsende Interesse an entsprechenden Schulungsformaten unterstreicht die steigende Bedeutung und die praktische Relevanz fokussierter Sonografie⁷.

Trotz dieser Entwicklung bleibt bislang unklar, welchen konkreten Einfluss die fokussierte Sonografie im klinischen Alltag der Notaufnahme auf diagnostische und therapeutische Abläufe hat und in welchem Ausmaß sie die Entscheidungsfindung tatsächlich unterstützt.

1.2 Ziel der Arbeit

Ziel dieser retrospektiven Analyse ist es, den Einfluss fokussierter Sonografie auf die Erstdiagnostik und Therapieentscheidung bei kritisch kranken Notfallpatienten der Triage-Kategorien „Rot“, „Orange“ und „Gelb“ systematisch zu untersuchen.

¹ vgl. Georg Thieme Verlag KG (2016), S. 316.

² vgl. Golea et al. (2016), S. 1, Abs. Introduction.

³ vgl. Georg Thieme Verlag KG (2016), S. 316.

⁴ Golea et al. (2016), S. 419.

⁵ vgl. Nicola/ Dogra (2016), S. 1, Abs. Introduction.

⁶ vgl. Eimer et al. (2024), S. 313.

⁷ vgl. Dr. med. Reithmeier (2014), S. 4-5.

Durch die systematische Analyse realer Behandlungsfälle wird der klinische Nutzen der fokussierten Sonografie im notfallmedizinischen Alltag bewertet. Dabei werden neben den diagnostischen und therapeutischen Auswirkungen auch technische Grenzen der Sonografie berücksichtigt, um die Alltagstauglichkeit realistisch einzuschätzen. Diese Arbeit möchte somit einen evidenzbasierten Beitrag zur Beurteilung des praktischen Nutzens in der notfallmedizinischen Erstversorgung, sowohl in Bezug auf die direkte Patientenversorgung als auch auf ihre strukturelle Einbindung in den klinischen Ablauf, leisten.

1.3 Stand der Forschung

Die internationale Literatur belegt, dass fokussierte Sonografie in spezifischen klinischen Szenarien eine hohe diagnostische Genauigkeit⁸ erreicht und in vielen Fällen mit Änderungen der Diagnosestellungen und therapeutischen Maßnahmen verbunden ist.⁹ Viele dieser Daten sind aus Studien, die sich auf bestimmte Indikationsbereiche, wie der Diagnostik von Schock¹⁰, akute Atemnot¹¹ oder kardialen Funktionsstörungen¹² konzentrieren.

Für die indikationsübergreifende Anwendung unter Alltagsbedingungen in der interdisziplinären Notaufnahme liegen international nur vereinzelte Untersuchungen vor¹³, während in Deutschland für die intrahospitale Anwendung bislang nur wenige publizierte Daten existieren. Im Gegensatz dazu ist zur prähospitalen Anwendung deutlich mehr Literatur verfügbar.¹⁴ Zudem fehlen in vielen Studien systematische Auswertungen zu konkreten klinischen Konsequenzen wie Diagnoseänderungen, Therapieanpassungen oder die Einleitung weiterführender Bildgebung.

Die vorliegende Arbeit schließt eine Lücke in der aktuellen Datenlage in Deutschland und liefert praxisnahe Evidenz aus einer interdisziplinären Notaufnahme. Sie untersucht unter realen Versorgungsbedingungen indikationsübergreifend den Zusammenhang zwischen sonografischen Befunden und den daraus resultierenden diagnostischen und/oder therapeutischen Entscheidungen.

⁸ vgl. Joseph Osterwalder/ Gebhard Mathis/ Beatrice Hoffmann (2025), S. 565, siehe Tabelle.

⁹ vgl. Busche/ Busch/ Michels (2018), S. 1, Themes (2020), S. 2, Michels et al. (2023), S. 2.

¹⁰ vgl. exemplarisch: Stickles et al. (2019), Keikha et al. (2018).

¹¹ vgl. exemplarisch: Seyedhosseini et al. (2017), Zanobetti et al. (2017).

¹² vgl. exemplarisch: Naddaf et al. (2024).

¹³ vgl. exemplarisch: Kissoon et al. (2020), Khanyil/ Naicker (2021), Golea et al. (2016), Nicola/ Dogra (2016).

¹⁴ vgl. exemplarisch: Eimer et al. (2024), Aichinger (2025), Michels et al. (2023), Sacherer et al. (2015).

1.4 Vorgehensweise und Methodik

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine retrospektive, monozentrische Beobachtungsstudie, die am Alb-Donau Klinikum Ehingen durchgeführt wurde. Dabei wurde nicht aktiv in den klinischen Ablauf eingegriffen, sondern ausschließlich abgeschlossene Behandlungsfälle von Notfallpatienten der Triage-Kategorien „Rot“, „Orange“ und „Gelb“ analysiert. Grundlage bilden Routinedaten aus dem klinischen Informationssystem ORBIS, die zwischen 1. Januar 2024 und 29. Februar 2024 erfasst wurden. Insgesamt wurden 706 Behandlungsfälle untersucht. Davon wurden 204 mit ausreichend dokumentierter Sonografie in die genauere Analyse einbezogen.

Um die praktische Nutzung der fokussierten Sonografie in der Notaufnahme einordnen zu können, wurden Angaben zur Häufigkeit, zum Zeitpunkt der Anwendung sowie patienten- und untersuchungsbezogene Faktoren berücksichtigt.

Der Einfluss wird gemessen, indem der Zusammenhang zwischen sonografischen Befunden und den daraus resultierenden klinischen Entscheidungen analysiert wird. Konkret wird untersucht, wie oft ein Befund auffällig war und inwiefern dieser mit einer Änderung der Arbeitsdiagnose oder einer Anpassung der initialen Therapie einherging. Zusätzlich werden die Zusammenhänge mit weiteren Parametern, darunter Einleitung weiterführender Bildgebung, die Stellung der OP-Indikation, die sofortige Intensivaufnahme sowie der Fallstatus (ambulant vs. stationär), analysiert.

Das methodische Vorgehen folgt einem primär quantitativen, empirischen Studiendesign mit Datenerhebung, Auswertung und statistischer Analyse. Die Arbeit folgt einem induktiven Argumentationsansatz, bei dem auf Grundlage der erhobenen Daten generalisierbare Aussagen und Hypothesen abgeleitet werden.

Die nachfolgenden Hypothesen wurden im Rahmen eines induktiven, hypothesengenerierenden Forschungsansatzes formuliert:

H1: Pathologische Befunde in der fokussierten Sonografie sind signifikant mit Änderungen der Arbeitsdiagnose und/oder initialen Therapie assoziiert.

H2: Die Wahrscheinlichkeit, dass bei Patienten nach einer fokussierten Sonografie eine weiterführende Bildgebung erfolgt, unterscheidet sich signifikant zwischen pathologischen und unauffälligen Befunden.

H3: Der Einsatz von fokussierter Sonografie erfolgt bei bestimmten MTS-Hauptbeschwerdebildern (z.B. abdominelle Schmerzen) signifikant häufiger als bei anderen.

1.5 Aufbau der Bachelorarbeit

Die Arbeit gliedert sich in sechs Kapitel. Kapitel 2 bildet den theoretischen Rahmen, erläutert den notfallmedizinischen Kontext und ordnet den Einsatz der Sonografie ein. Kapitel 3 beschreibt das Studiendesign sowie die methodische Vorgehensweise. Die Ergebnisse der Analyse werden in Kapitel 4 dargestellt und in Kapitel 5 eingehend diskutiert. Kapitel 6 fasst die wichtigsten Erkenntnisse zusammen und gibt einen Ausblick auf mögliche zukünftige Entwicklungen und Forschungsbedarf.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Bedeutung und Anwendung der Triage-Kategorien

Die präklinische und klinische Notfallversorgung ist weltweit durch eine hohe Dynamik und eingeschränkte Planbarkeit der Patientenströme gekennzeichnet. Insbesondere in der Zentralen Notaufnahme (ZNA) kann es aufgrund unvorhersehbarer Fallzahlen und variierender Krankheitsbilder zu Kapazitätsengpässen kommen. Vor allem in solchen Situationen gewinnt die strukturierte Ersteinschätzung (Triage) an entscheidender Bedeutung, damit eine priorisierte Versorgung unter begrenzten Ressourcen sichergestellt werden kann. Ohne eine solche, können Verzögerungen in der Versorgung kritisch kranker Patienten auftreten, was mit erheblichen Risiken für die Patientensicherheit verbunden sein kann.¹⁵ Daher ist eine Einschätzung nach dem Triageprinzip unverzichtbar und sollte von geschultem (Pflege-) Personal bei Erstsichtung des Patienten durchgeführt werden.¹⁶

In Alb Donau Klinikum Ehingen kommt das „Manchester Triage System“ (MTS) zum Einsatz. Es wird als sogenanntes „Fünf-Stufen-Triageinstrument“¹⁷ bezeichnet und überzeugt, im Vergleich zu anderen Verfahren, mit einer Ersteinschätzungsgenauigkeit von etwa 60-70 %¹⁸. Neben der diagnostischen Genauigkeit sind sowohl die Zuverlässigkeit (Reliabilität) als auch die Gültigkeit (Validität) wichtige Qualitätskriterien des Triage-Systems. Für den praktischen Einsatz ist jedoch vor allem die diagnostische Genauigkeit entscheidend, während Reliabilität und Validität eine eher untergeordnete Bedeutung zukommt.

Im Manchester Triage System wird genau definiert bis zu welchem Zeitpunkt der Arztkontakt erfolgen muss. Es teilt die verschiedenen Dringlichkeiten in fünf verschiedene Kategorien (blau, grün, gelb, orange und rot) ein und orientiert sich dabei an der (fremd-)anamnestisch erfassten Symptomatik und Schmerzgraden sowie an den Vitalwerten des Patienten. Die vorliegende Analyse bezieht sich ausschließlich auf kritisch kranke Patienten, die mit den Farben „Rot“, „Orange“ und „Gelb“ eingeschätzt wurden, weshalb im Folgenden nur auf diese Kategorien explizit eingegangen wird.

¹⁵ vgl. Ärzteblatt (2010), S. 1.

¹⁶ vgl. Gräff et al. (2024), S. 3-4, ViaMedici (2025), S. 5.

¹⁷ vgl. Christ/ Bingisser/ Nickel (2016), S. 335.

¹⁸ vgl. Gräff et al. (2024), S. 2.

Einschätzung	max. Wartezeit	Einteilung	Beispiel
sofort	0 Minuten	akute Lebensgefahr	Schockraum (Reanimation)
sehr dringend	10 Minuten	ernsthafte Erkrankung / Verletzung	Akutes Abdomen
dringend	30 Minuten	starke Schmerzen, unstillbare Blutung	febriler Infekt
normal	90 Minuten	keine unmittelbare Gefahr	Sturz und leichte Schmerzen
nicht dringend	120 Minuten	keine akute Erkrankung/Verletzung	hausärztliche Behandlung ausreichend

Abbildung 1: Manchester Triage System

Quelle: ViaMedici (2025), S. 4

In Abbildung 1 wird das Manchester Triage System mit seinen verschiedenen Kategorien tabellarisch dargestellt. Die Farbe „Rot“ analog der Einschätzung „sofort“, bedeutet akute Lebensgefahr. Der Patient muss umgehend von medizinischen Fachpersonal untersucht und versorgt werden. Es dürfen keine Wartezeiten entstehen und es ist sicherzustellen, dass keine Verzögerungen auftreten. Die Farbe „Orange“ kennzeichnet Patienten, die als „sehr dringlich“ eingestuft werden. Bei ihnen sollte die Wartezeit maximal 10 Minuten betragen. Es liegt eine ernsthafte Erkrankung oder Verletzung vor, wie beispielsweise bei einem akuten Abdomen, die für den Patienten lebensbedrohlich sein kann. Die Farbe „Gelb“ weist darauf hin, dass der Patient „dringend“ untersucht werden sollte. Die Wartezeit sollte in diesem Fall 30 Minuten nicht überschreiten. Zu den Situationen, die diese Einstufung rechtfertigen, gehören starke Schmerzen oder unstillbare Blutungen.

Die Einschätzung von Patienten in diese Kategorien erfolgt durch qualifiziertes Personal und berücksichtigt sowohl objektive als auch subjektive Faktoren. Es gibt allerdings 52 sogenannte Flowcharts, die sich an jeweils einer Leitsymptomatik orientieren und bei der Einschätzung helfen sollen¹⁹ (siehe Abbildung 2).

Das in Abbildung 2 enthaltene Flowchart bezieht sich auf die Leitsymptomatik des Thoraxschmerzes und dient der strukturierten Risikobewertung anhand des farbcodierten Triage-Systems. Mithilfe eines algorithmusbasierten Vorgehens werden Patienten systematisch nach Dringlichkeit ihrer Beschwerden eingestuft.

¹⁹ vgl. Ärzteblatt (2010), S. 3.

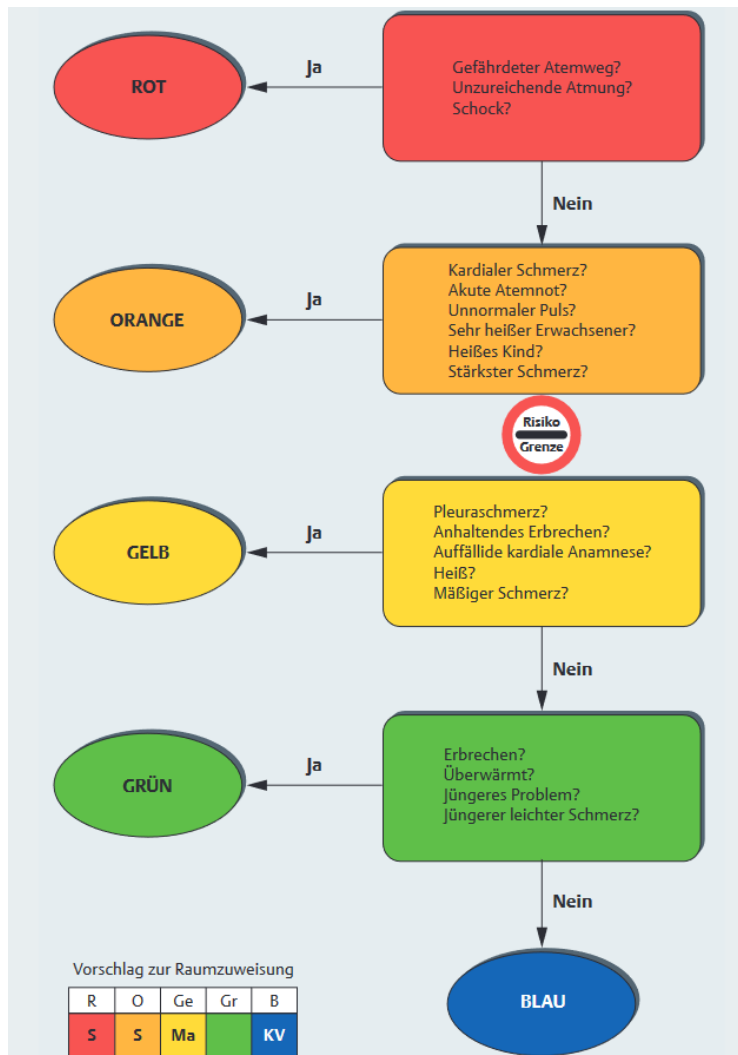


Abbildung 2: Flowchart mit der Leitsymptomatik Thoraxschmerz

Quelle: Krey (2013), S. 146

Im Zentrum des Algorithmus steht die Einschätzung potenziell lebensbedrohlicher Ursachen durch gezielte Fragen. Die ersten, rot hinterlegten Fragen prüfen auf eine akute Vitalbedrohung des Patienten und fragen insbesondere nach gefährdetem Atemweg, unzureichende Atmung oder einen Schockzustand. Liegt eines dieser Kriterien vor, erfolgt eine sofortige Einordnung der höchsten Dringlichkeitsstufe analog der Triage-Farbe „Rot“ mit direktem Arztkontakt. Werden die Fragen negativ beantwortet, erfolgt analog der Triage-Kategorie „Orange“ eine weiterführende Abklärung schwerer, aber nicht unmittelbar vital bedrohlicher Symptome, welche aber dennoch einer raschen medizinischen Abklärung bedürfen. Patienten mit moderaten Symptomen wie beispielsweise mit Pleuraschmerz, anhaltendem Erbrechen oder auffälliger Anamnese (z.B. kardiale Vorerkrankung) werden der Kategorie „Gelb“ zugeordnet. Diese Gruppe hat keinen unmittelbaren Interventionsbedarf weist jedoch ein relevantes Risiko auf und benötigt eine zeitnahe, diagnostische Abklärung binnen 30 Minuten. Die grüne und blaue Kategorie umfasst Patienten mit leichten oder nicht

dringlichen Beschwerden, bei denen keine akute Gefährdung besteht und daher eine zeitlich nachgeordnete oder ambulante Versorgung in der Regel ausreichend ist.

Das Flowchart ermöglicht eine praxisorientierte Ersteinschätzung und unterstützt die effiziente Zuweisung einer Triage-Kategorie innerhalb der Notfallversorgung. Dabei werden sowohl objektive Faktoren wie Vitalparameter, Temperatur und klinisch beobachtbare Atemnot als auch subjektive Faktoren wie Schmerzintensität, Übelkeit oder individuelle Symptomwahrnehmung berücksichtigt. Dieser integrative Ansatz fördert eine patientenzentrierte, prioritätsorientierte und strukturierte Versorgung im klinischen Alltag.²⁰

Trotz der strukturierten Herangehensweise stößt das Flowchart in der klinischen Praxis allerdings an gewisse Grenzen. Subjektiven Angaben können stark variieren und sind beispielsweise bei Sprachbarrieren schwer zu erfassen. Auch Zeit- und Personalmangel führen häufig dazu, dass die Einschätzung nicht strikt nach Algorithmus erfolgen kann, sondern vor allem auf Erfahrungswerten und klinischem Bauchgefühl basiert.²¹ Die Zuordnung einer Triage-Kategorie erfordert daher insbesondere die Fähigkeit, mit unvorhersehbaren Situationen umzugehen.²² Unter zusätzlichem Zeitdruck kann dies zu Ungenauigkeiten in der Einstufung führen.²³

Erschwerend kommt hinzu, dass es bislang keinen einheitlichen Konsens darüber gibt, welche Parameter als valide Referenzwerte für die Ersteinschätzung gelten.²⁴ Dadurch wird die Abbildung komplexer oder atypischer Krankheitsbilder innerhalb der bestehenden Triagealgorithmen begrenzt und eine differenzierte Einstufung erschwert.

Insgesamt ist das Schema eine wertvolle Orientierung, es ersetzt aber nicht die klinische Gesamteinschätzung im Einzelfall. Das MTS bietet mit seinen farbcodierten Kategorien, der klaren Standardisierung und den symptomorientierten Flowcharts eine wertvolle Unterstützung in klinischen Akutsituationen. Es ermöglicht eine beschleunigte und priorisierte Versorgung, erhöht die Patientensicherheit und unterstützt die effiziente Nutzung personeller und struktureller Ressourcen (z.B. durch antizyklische Raumnutzung²⁵). Durch seine Standardisierung schafft es zudem eine nachvollziehbare und vergleichbare Entscheidungsgrundlage im klinischen Alltag, trotz individueller Herausforderungen.²⁶

²⁰ vgl. Gräff et al. (2024), S. 1, Mackway-Jones/ Marsden/ Windle (2018), S. 23.

²¹ vgl. Gräff et al. (2024), S. 3.

²² vgl. Krey (2013), S. 143.

²³ vgl. Ärzteblatt (2010), S. 1.

²⁴ vgl. Gräff et al. (2024), S. 3.

²⁵ vgl. Krey (2013), S. 146.

²⁶ vgl. Krey (2013), S. 147, Gräff et al. (2024), S. 2, ViaMedici (2025), S. 4.

2.2 Einsatz und Anwendung der Sonografie in der Notaufnahme

2.2.1 Grundlagen der Notfallsonografie

Angesichts der Vielzahl an Patienten und der Heterogenität der Krankheitsbilder ist es in der Notaufnahme neben Anamnese und körperlicher Untersuchung essenziell, eine organfokussierte und ortsunabhängige Diagnostik zu Verfügung zu stellen, damit eine rasche und zielgerichtete Therapieeinleitung stattfinden kann.²⁷

Die Sonografie als nicht-invasive diagnostische Methode spielt in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle. Sie kann „organ-, regionen- und fach- oder funktionsübergreifend“²⁸ durchgeführt werden und hilft dabei, gezielt Fragen zu beantworten.²⁹ Durch die Flexibilität moderner Ultraschallgeräte kann die Erfassung und Interpretation von Ultraschallbildern direkt am Krankenbett erfolgen.

Der Point-of-Care-Ultraschall (POCUS) umfasst fokussierte, sonografische Untersuchungen, die bei akuten medizinischen Fragestellungen eingesetzt werden. Er dient dazu, gezielt klinisch relevante Symptome und Zeichen zu klären und somit eine schnelle und präzise Diagnosestellung zu unterstützen.³⁰ Im Vordergrund steht dabei nicht die detaillierte Organbeurteilung, sondern die im klinischen Kontext integrierte, rasche und symptombasierte Einschätzung spezifischer Zielstrukturen mithilfe der Beantwortung von Ja/Nein-Fragestellungen (Rule out³¹). Ziel ist eine möglichst zeitnahe Diagnosestellung und eine damit einhergehende effektive Therapiesteuerung.

Im Unterschied zur konventionellen Sonografie umfasst die Notfallsonografie als interdisziplinäre Methode vier verschiedene fokussierte Untersuchungsansätze. Sie kommt vor allem dann zum Einsatz, wenn aus zeitlichen oder logistischen Gründen eine konventionelle Sonografie nicht durchgeführt werden kann.³² Die fokussierte Sonografie erlaubt einerseits eine sofortige Diagnosestellung in Akutsituationen und trägt andererseits zur gezielten Eingrenzung potenzieller Differenzialdiagnosen bei.³³

Dabei gilt jedoch zu beachten, dass POCUS kein Ersatz für weiterführende bildgebende Verfahren wie die Computertomografie (CT) darstellt. Insbesondere dann nicht, wenn die sonografischen Befunde unauffällig ausfallen.³⁴ Darüber hinaus hängt die diagnostische Aussagekraft der Sonografie maßgeblich von der Erfahrung und

²⁷ vgl. Georg Thieme Verlag KG (2016), S. 316, Amboss (2025), Kap. POCUS.

²⁸ DEGUM (2025b), S. 1.

²⁹ vgl. Wastl/ Helwig/ Dietrich (2015), S. 24.

³⁰ vgl. Spampinato et al. (2024), S. 255.

³¹ vgl. Pilato/ Walk (2025), S. 1.

³² vgl. Themes (2020), S. 2.

³³ vgl. Themes (2020), S. 2.

³⁴ vgl. Schreiber/ Greim (2020), S. 105, Schmid/ Dodt (2019), S. 575.

Qualifikation der Untersuchenden ab. Dies unterscheidet sie grundlegend von stärker standardisierten Verfahren wie dem Röntgen, bei dem die Bildqualität und Befundung weitgehend unabhängig der durchführenden Person sind.³⁵

Die Point-of-Care-Sonografie hat sich in der Akut- und Notfallmedizin als wertvolles diagnostisches Instrument etabliert und wird mittlerweile auch in zahlreichen Leitlinien auf Basis wissenschaftlicher Evidenz empfohlen.³⁶

2.2.2 Einsatzgebiete und Vorteile der fokussierten Sonografie

Die zentralen Untersuchungsgebiete der Point-of-Care-Sonografie sind „die fokussierte Thorax- bzw. Lungensonographie, die fokussierte Abdomensonographie, die fokussierte Echokardiographie und die fokussierte Gefäßsonographie“³⁷. Diese Einsatzgebiete beziehen sich schwerpunktmäßig auf bestimmte Körperregionen. Mit ihrer Hilfe wird sichergestellt, dass auch unter zeitlichen und logistischen Einschränkungen eine schnelle, und vor allem gezielte, in den klinischen Kontext integrierte Diagnostik möglich ist, um akute Erkrankungen frühzeitig zu erkennen und die Therapie entsprechend einzuleiten.³⁸

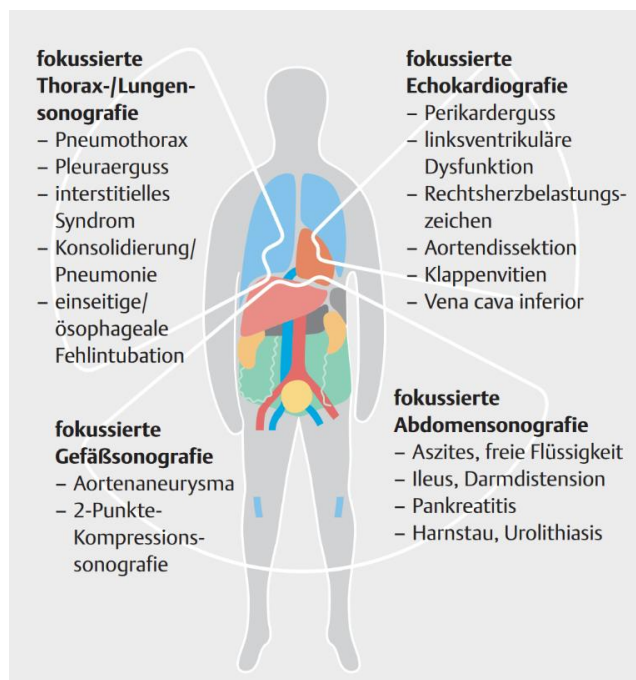


Abbildung 3: Einsatzgebiete in der Notfall-Sonografie

Quelle: Busche/ Busch/ Michels (2018), S. 162

³⁵ vgl. Spampinato et al. (2024), S. 256.

³⁶ vgl. Michels et al. (2023), S. 3-4.

³⁷ Michels (2019), S. 488.

³⁸ vgl. Michels et al. (2023), S. 382-383.

Abbildung 3 zeigt die zentralen Anwendungsgebiete der POC-Sonografie. Im Thoraxbereich ermöglicht POCUS die rasche Detektion von bspw. Pneumothorax, Pleuraerguss oder Pneumonie. Neben diesen Anwendungen wird die fokussierte Echokardiografie unter anderem der Beurteilung der Ventrikelfunktion, des Volumenstatus über die V. cava inferior und dem Ausschluss eines Perikardergusses oder einer Aortendissektion eingesetzt. Im Abdomen lassen sich bereits geringe Mengen an freier Flüssigkeit³⁹, ein Ileus oder eine Urolithiasis nachweisen. Ergänzend erlaubt die Gefäßsonografie den Nachweis eines Aortenaneurysmas oder einer tiefen Venenthrombose mittels Kompressionssonografie.

Diese strukturierte Herangehensweise macht die Point-of-Care-Sonografie zu einem entscheidenden Instrument, um klar definierte, organspezifische und symptomorientierte Fragestellungen bereits bei der Aufnahme zu beantworten.⁴⁰ Besonders bei Patienten mit hoher Dringlichkeit, die in der Regel den Triage-Kategorien „Rot“, „Orange“ oder „Gelb“ zugeordnet werden, kann somit schnell und gezielt auf akute Zustände reagiert werden.

Die bettnahe, fokussierte Sonografie bietet durch ihre unmittelbare Zugänglichkeit und Mobilität den Vorteil, Wartezeiten zu reduzieren und inner- oder präklinischer Transporte zu vermeiden. Die Sonografie ist ein sicheres, strahlungsfreies Verfahren ohne bekannte Kontraindikationen⁴¹ und daher insbesondere bei vulnerablen Patientengruppen, wie bspw. Kindern und Schwangere von Bedeutung.⁴² Zudem liefert Ultraschall ein klares Bild von Weichteilen, die bei der Röntgendiagnostik nur eingeschränkt sichtbar sind, und eignet sich daher besonders zur Beurteilung von Schmerzen, Schwellungen, Infektionen und inneren Organen.⁴³ Insbesondere Erkrankungen der abdominalen Organe, wie beispielsweise eine Cholezystitis, können sonografisch zuverlässig diagnostiziert werden. Auch im Bereich des Brustkorbs ist die Sonografie essenziell, z.B. bei der Detektion von Pleuraergüssen, Atelektasen, Pneumothorax oder auch Perikardergüssen.⁴⁴

Die protokollbasierte Notfallsonografie (wie z.B. FAST oder RUSH) ermöglicht durch ihre klar definierte Struktur eine zielgerichtete Untersuchung bei kritisch kranken Patienten. Durch festgelegte Abläufe reduziert sie die subjektive Variabilität und vermindert den Zeitverlust durch unspezifische Diagnostik, was die diagnostische Sicherheit erhöht und

³⁹ vgl. Georg Thieme Verlag KG (2016), S. 317, Schreiber/ Greim (2020), S. 106.

⁴⁰ vgl. Schmid/ Dodt (2019), S. 576.

⁴¹ vgl. Lisa von Prondzinski (2025), S. 3.

⁴² vgl. Medizinio (2025), S. 7, siehe Tabelle.

⁴³ vgl. Radiology (ACR) (2024), S. 2.

⁴⁴ vgl. DEGUM (2025a), S. 1, Busche/ Busch/ Michels (2018), S. 162, Aichinger (2025), S. 11; S. 65.

klinische Entscheidungen unterstützt.⁴⁵ Da in der vorliegenden Analyse jedoch nur vereinzelt eine explizite protokollbasierte Dokumentation im KIS erfolgte, wird auf eine differenzierte Betrachtung entsprechender Protokolle verzichtet.

2.2.3 Limitationen der fokussierten Sonografie

Obwohl die fokussierte Sonografie viele diagnostische Vorteile bietet, ist sie kein fehlerfreies Verfahren und weist Grenzen auf. Die Genauigkeit der Untersuchung hängt wesentlich von technischen, patientenbezogenen sowie untersucherabhängigen Faktoren ab.⁴⁶ Dadurch können pathologische Veränderungen übersehen oder fehlinterpretiert werden, was falsche Diagnosen oder Verzögerungen in der weiteren Versorgung nach sich ziehen kann.⁴⁷

Die Methode ist primär auf die schnelle Beantwortung von Ja/Nein-Fragestellungen⁴⁸ ausgerichtet und dient vor allem dem Ausschluss lebensbedrohlicher Zustände. Dabei können lediglich indirekte Zeichen einer Pathologie erfasst werden.⁴⁹ Eine definitive Diagnosestellung ist häufig nicht möglich. Die fokussierte Sonografie ersetzt daher keinen weiterführenden bildgebenden Verfahren wie die Computertomografie, sondern ergänzt diese im Rahmen einer vollständigen radiologischen Untersuchung.⁵⁰ Insbesondere dann nicht, wenn der klinische Verdacht, trotz unauffälligem Ultraschallbefund, fortbesteht.⁵¹ Wichtig ist zudem, dass die Anwendung der Sonografie die anderen diagnostischen Maßnahmen nicht verzögert, vor allem nicht bei unklaren oder uneindeutigen Befunden.

Die wesentlichen Limitationen der ultraschallgestützten Diagnostik ergeben sich aus den physikalischen Eigenschaften des Verfahrens. Ultraschallwellen können nur die äußere Oberfläche von Knochenstrukturen abbilden, sodass eine Beurteilung von knöchernen Strukturen nur begrenzt möglich ist.⁵² Außerdem erschweren Luftansammlungen unter der Haut, wie bei Meteorismus, sowie luftgefüllte Organe wie Lunge oder Darm die Darstellung tieferliegender Strukturen. Das liegt daran, dass Luft die Ultraschallwellen reflektiert und so die Bilder beeinträchtigt.⁵³ Zudem kann die Untersuchung durch

⁴⁵ vgl. Georg Thieme Verlag KG (2016), S. 321.

⁴⁶ vgl. Kassenärztliche Vereinigung Baden-Württemberg (2023), S. 15.

⁴⁷ vgl. Medizinio (2025), S. 7, siehe Tabelle.

⁴⁸ vgl. Schmid/ Dodt (2019), S. 572,

⁴⁹ vgl. Osterwalder (2010), S. 1546.

⁵⁰ vgl. Schmid/ Dodt (2019), S. 575.

⁵¹ vgl. Schreiber/ Greim (2020), S. 105.

⁵² vgl. Radiology (ACR) (2024), S. 5.

⁵³ vgl. DEGUM | Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der (2017), S. 1, Lisa von Prondzinski (2025), S. 3.

individuelle Patienteneigenschaften, wie z.B. Adipositas, weniger aussagekräftig sein. Eine Studie der Universitätsmedizin Leipzig hat gezeigt, dass die Bildqualität schlechter wird, je höher der Body-Mass-Index ist.⁵⁴

Ein weiterer Aspekt ist die Qualifikation und Erfahrung des Untersuchenden. Studien belegen, dass weniger erfahrene Anwender häufiger relevante Pathologien übersehen oder Fehldiagnosen stellen, was insbesondere in zeitkritischen Situationen zu schwerwiegenden Konsequenzen führen kann.⁵⁵ Im Gegensatz dazu erreichen erfahrene und regelmäßig geschulte Anwender eine höhere diagnostische Treffsicherheit und weisen eine größere Resilienz gegenüber Zeitdruck auf. Eine deutsche Studie aus dem Jahr 2024 konnte nachweisen, dass Notärztinnen und Notärzte mit zertifizierter POCUS-Ausbildung und regelmäßiger Anwendung im klinischen Alltag eine signifikant bessere Expertise in Bezug auf Diagnostik und Entscheidungsfindung vorweisen.⁵⁶

Ein reflektierter und kompetenter Umgang mit den Grenzen und potenziellen Fehlerquellen der fokussierten Sonografie ist daher essenziell, um das Verfahren sinnvoll und sicher in die Patientenversorgung zu integrieren.

⁵⁴ vgl. Universitätsmedizin Leipzig/ Helmholtz-Institut (2023), S. 2.

⁵⁵ vgl. Spampinato et al. (2024), S. 256.

⁵⁶ vgl. Eimer et al. (2024), S. 313.

2.3 Diagnostische Aussagekraft und klinischer Nutzen der Sonografie

2.3.1 Sensitivität und Spezifität in der Akutdiagnostik

In der Akutdiagnostik ist eine schnelle und zuverlässige Entscheidungsfindung essenziell, um Patienten mit potenziell lebensbedrohlichen Zuständen rasch zu identifizieren und adäquat zu behandeln.⁵⁷ Um den Einsatz diagnostischer Verfahren sinnvoll beurteilen zu können, müssen die zentralen Qualitätskriterien, die Sensitivität sowie die Spezifität, berücksichtigt werden.

Sensitivität beschreibt den Anteil der tatsächlich erkrankten Personen, die durch den Test korrekt als krank identifiziert werden (richtig-positive Ergebnisse). Dies bedeutet, je höher die Sensitivität ist, desto weniger erkrankte Personen werden übersehen. Dementsprechend wird desto sicherer wird die Erkrankung erfasst. Ein Test mit hoher Sensitivität eignet sich demnach besonders zum Ausschluss einer Erkrankung.⁵⁸

Die Spezifität bezeichnet den Anteil der tatsächlich gesunden Personen, die durch den Test korrekt als gesund erkannt werden (richtig-negative Ergebnisse). Ein Test mit hoher Spezifität liefert nur selten falsch-positive Resultate. Unter bestimmten Voraussetzungen kann ein positives Testergebnis daher ein starker Hinweis auf das Vorliegen einer Erkrankung sein. Dies ist insbesondere bei hoher Vortestwahrscheinlichkeit der Fall, wenn aufgrund von bestimmten Vorerkrankungen, typischen Symptomen oder relevanten Risikofaktoren bereits ein begründeter klinischer Verdacht besteht. Für den Ausschluss einer Erkrankung hingegen ist die Spezifität weniger entscheidend.⁵⁹

Die beiden diagnostischen Qualitätskriterien, die Sensitivität als auch die Spezifität, stehen häufig in einem antagonistischen Verhältnis zueinander. „Mit zunehmender Sensitivität nimmt die Spezifität tendenziell ab und umgekehrt“⁶⁰. Das bedeutet, dass ein Test mit hoher Sensitivität, der möglichst viele erkrankte Personen korrekt identifiziert, gleichzeitig häufiger falsch-positive Ergebnisse erzeugt und somit eine geringere Spezifität aufweisen kann.

Ziel der POC-Sonografie ist es, schnell und direkt am Patientenbett Informationen zu gewinnen, um kritische Zustände wie beispielsweise innere Blutungen, Pneumothorax oder Perikardtamponaden rasch zu erkennen oder auszuschließen. Dabei steht häufig nicht die endgültige Diagnosestellung, sondern ein rascher Ausschluss (Rule out⁶¹)

⁵⁷ vgl. Damhorst et al. (2019), S. 1.

⁵⁸ vgl. H. Faller (2005), S. 3.

⁵⁹ vgl. H. Faller (2005), S. 3.

⁶⁰ Shreffler/ Huecker (2023), S. 1.

⁶¹ vgl. Pilato/ Walk (2025), S. 1.

bedrohlicher Zustände im Vordergrund. Hierbei liegt folglich der diagnostische Fokus auf einer möglichst hohen Sensitivität.⁶²

Sensitivität und Spezifität sind zwar grundlegende Merkmale diagnostischer Tests, sie werden jedoch maßgeblich durch das Patientenspektrum (insbesondere durch das Stadium der Erkrankung) beeinflusst.⁶³ Daraus ergibt sich, dass diese Parameter nicht pauschal auf die POC-Sonografie übertragbar sind, sondern in Abhängigkeit von der konkreten Fragestellung, der untersuchten Region, der klinischen Situation sowie der Erfahrung des Untersuchenden variieren können. So zeigte beispielsweise eine Metaanalyse zur POC-Sonografie bei akuter Appendizitis eine Sensitivität von 91 % und eine Spezifität von 97 %⁶⁴. Im Gegensatz dazu lagen die Werte bei der sonografischen Diagnose einer pulmonalen Stauung (Lungenödem) nach dem BLUE-Protokoll bei 97% Sensitivität und 95 % Spezifität⁶⁵.

FAST/E-FAST-Untersuchung	Sensitivität	Spezifität
FAST stumpfes Torsotrauma	63–99 % [9, 19]	90–100 % [9, 19]
FAST penetrierendes Torsotrauma	28–100 % [11]	94,1–100 % [11]
FAST freie abdominale Flüssigkeit	69–98 % [10]	94–100 % [10]
FAST Hämoperikard	56–100 % [18]	87–100 % [18]
E-FAST Pneumothorax	68,1–91,8 % [14, 20]	97–99,5 % [14, 20]
E-FAST Hämatothorax	95–100 % [13, 14]	95–100 % [13, 14]
Pädiatrisches Trauma	50–81 % [12]	95–97 % [12]

Abbildung 4: Zusammenfassung der Sensitivität und Spezifität des E-FAST

Quelle: Thieme E-Journals (2025), S. 565

Die Abbildung 4 zeigt eine Übersicht über die diagnostische Genauigkeit verschiedener FAST- und E-FAST-Untersuchungen hinsichtlich ihrer Sensitivität und Spezifität. Beim Nachweis eines Pneumothorax liegt die Sensitivität laut den dargestellten Studien zwischen 68,1% und 91,8%, während die Spezifität mit 97% bis 99,5% sehr hoch ist. Das bedeutet, dass falsch-positive Befunde selten auftreten, jedoch nicht alle Patienten mit einem Pneumothorax zuverlässig erkannt werden. Für den Hämatothorax weist die E-FAST-Untersuchung sowohl eine Sensitivität als auch eine Spezifität von 95% bis 100% auf, was auf eine sehr gute diagnostische Verlässlichkeit hinweist. Auffällig ist die große Spannbreite der Sensitivität bei der FAST-Untersuchung bei penetrierendem Thorsotrauma, die zwischen 28 % und 100 % liegt. Diese größere Streubreite erklärt die Publikation durch mehrere Faktoren, darunter Unterschiede im Studiendesign, den

⁶² vgl. Schmid/ Dodt (2019), S. 576.

⁶³ vgl. Usher-Smith/ Sharp,/ Griffin (2016), S. 3.

⁶⁴ vgl. Schmid/ Dodt (2019), S. 575.

⁶⁵ vgl. Schmid/ Dodt (2019), S. 573.

verwendeten Outcome-Parametern, der Definition des Goldstandards, der Häufigkeit der FAST-Anwendung sowie dem Ausbildungs- und Erfahrungsniveau der Untersuchenden.⁶⁶

Allerdings ist es wichtig zu beachten, dass auch bei einer hohen Sensitivität der Sonografie eine weiterführende Bildgebung dennoch erforderlich sein kann. Dies zeigt sich exemplarisch bei der FAST-Sonografie bei Traumapatienten im Schockraum. Die Detektion freier Flüssigkeit bei vital instabilen Patienten erreicht durch die FAST-Sonografie sogar eine „ähnliche Sensitivität wie die Computertomografie“⁶⁷. Dennoch ist bei einem negativen FAST-Befund eine weiterführende CT-Diagnostik zwingend erforderlich.

Dies ist insbesondere deshalb sinnvoll, weil die Sonografie bei kleinen Flüssigkeitsmengen, retroperitonealen Blutungen oder parenchymatösen Organverletzungen eine deutlich eingeschränkte Sensitivität aufweist. Zudem handelt es sich bei der FAST-Sonografie um eine fokussierte und limitierte Untersuchung, bei der kein direkter Nachweis von Organschäden möglich ist. Es können lediglich indirekte Zeichen von Pathologien oder Verletzungen erfasst werden.⁶⁸ Nur die CT erlaubt eine umfassende, differenzierte Beurteilung spezifischer Verletzungen und kann daher unerlässlich für die weiterführende Diagnostik und Therapieplanung sein.⁶⁹

Trotz dieser Limitationen spielt die FAST-Sonografie eine zentrale Rolle in der initialen Beurteilung lebensbedrohlicher Situationen, insbesondere bei Patienten, bei denen rasche Entscheidungen und gegebenenfalls eine sofortige operative Intervention erforderlich sind.⁷⁰ Ein Konsensuspapier mehrerer deutscher Fachgesellschaften (DGINA, DGAI, BAND, BV) unterstreicht, dass die fokussierte Notfallsonografie ein „fester Bestandteil der Diagnostik und Therapieeinleitung von kritisch kranken und verletzten Patienten“⁷¹ ist.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Sonografie, durchgeführt von Notfallmediziner*innen, eine sehr hohe diagnostische Genauigkeit für nahezu alle untersuchten Krankheitsbilder aufweist.⁷² In der Notfalldiagnostik liefert sie schnell verfügbare, entscheidungsrelevante Informationen, sollte jedoch bei unauffälligem Befund und weiterbestehendem klinischem Verdacht durch eine CT ergänzt werden, um eine sichere Ausschlussdiagnostik zu gewährleisten.

⁶⁶ vgl. Joseph Osterwalder/ Gebhard Mathis/ Beatrice Hoffmann (2025), S. 565.

⁶⁷ Schreiber/ Greim (2020), S. 105.

⁶⁸ vgl. Osterwalder (2010), S. 1546.

⁶⁹ vgl. Schreiber/ Greim (2020), S. 105.

⁷⁰ vgl. Osterwalder (2010), S. 1547.

⁷¹ Michels et al. (2023), S. 1.

⁷² vgl. Spampinato et al. (2024), S. 225.

2.3.2 Klinische Entscheidungsfindung und Zeitgewinn

Der Einsatz fokussierter Sonografie bei kritisch kranken Patienten hat einen bedeutenden Einfluss auf die klinische Entscheidungsfindung in der Frühphase der Versorgung. Insbesondere die unmittelbare Verfügbarkeit entscheidungsrelevanter Befunde direkt am Patientenbett ermöglicht eine deutliche Verkürzung diagnostischer Abläufe.

Das belegt eine prospektive Studie aus dem Jahr 2017, in der die durchschnittliche Zeit bis zur Diagnosestellung bei Dyspnoe-Patienten mithilfe von POCUS 24 ± 10 min betrug. Im Vergleich zu 186 ± 72 min ohne Einsatz von Sonografie.⁷³ Auch in einer randomisierten klinischen Studie bei Patienten mit akuter Atemnot konnte eine signifikante Verkürzung der Zeit bis zur Therapieeinleitung durch POCUS bestätigt werden.⁷⁴

Darüber hinaus zeigen mehrere Studien, dass POCUS in vielen klinischen Szenarien eine vergleichbare Sensitivität wie die Röntgendiagnostik oder CT aufweist. Dies kann zur Vermeidung unnötiger weiterführender Bildgebung beitragen und somit Zeit, personelle Kapazitäten und technische Ressourcen einsparen.⁷⁵ Darüber hinaus kann der Einsatz von fokussierter Sonografie zur Senkung der Behandlungskosten beitragen.⁷⁶

Die Möglichkeit, schnell und zielgerichtet klinisch relevante Befunde direkt am Patientenbett zu erheben, trägt wesentlich dazu bei, die Anzahl möglicher Differenzialdiagnosen frühzeitig einzugrenzen. In einer prospektiven Beobachtungsstudie bei Patienten mit Brustschmerzen und Atemnot konnte durch den Einsatz von POCUS die durchschnittliche Zahl der in Betracht gezogenen Differenzialdiagnosen von 5 auf 3 reduziert werden ($p < 0,001$).⁷⁷

Zusammenfassend zeigt sich, dass der frühzeitige Einsatz fokussierter Sonografie in der Notfallversorgung nicht nur zur beschleunigten Diagnostik und Therapieeinleitung beiträgt, sondern auch die diagnostische Effizienz steigert und wertvolle klinische Ressourcen schont.

2.3.3 Forschungsstand zu fokussierter Sonografie in der Notfallmedizin

Die fokussierte Sonografie hat sich in den letzten Jahren evidenzbasiert als fester Bestandteil der Akutdiagnostik und Therapieeinleitung etabliert. Zahlreiche

⁷³ vgl. Zanobetti et al. (2017), S. 2.

⁷⁴ vgl. Seyedhosseini et al. (2017), S. 4.

⁷⁵ vgl. Sorensen/ Hunskaar (2019), S. 17-21.

⁷⁶ vgl. Aichinger (2025), S. 57, Busche/ Busch/ Michels (2018), S. 162, Medizinio (2021), S. 4.

⁷⁷ vgl. Sorensen/ Hunskaar (2019), S. 16.

internationale Studien zeigen, dass der Einsatz von POCUS in spezifischen Notfallsituationen zu einer präzisen und vor allem schnelleren Diagnosestellung beitragen kann.⁷⁸ Auch eine signifikante Verkürzung der Versorgungszeiten (z.B. zur chirurgischen Intervention) konnte nachgewiesen werden.⁷⁹

Darüber hinaus zeigt sich, dass eine „strukturierte Ausbildung sowie eine regelmäßige Anwendung von Ultraschall im klinischen Alltag“⁸⁰ zu einer deutlichen Kompetenzsteigerung führt und damit die diagnostische und therapeutische Effektivität fördert. Gleichzeitig weist die Medizinische Klinik für Intensiv- und Notfallmedizin in ihrer Publikation (2023) darauf hin, dass der „nichtfachgerechte Einsatz sonographischer Diagnostik am Einsatzort aber auch ein Risiko für Fehldiagnose, Therapie- und Zeitverzögerungen“⁸¹ bergen kann. Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer standardisierten Ausbildung und verweist auf den potenziellen Schaden, der durch unzureichende Qualifikation entstehen kann. Trotz der nachgewiesenen Effizienz ist die Ausbildung der Notfallsonografie in Deutschland bislang weder flächendeckend standardisiert noch verpflichtend. Zwar existiert ein Kurscurriculum der DEGUM mit einem zertifizierten Kursangebot, jedoch ohne gesetzlich verpflichtende Implementierung.⁸²

Die deutsche Studienlage zum indikationsübergreifenden Einsatz von POCUS in der Akut- und Notfallmedizin ist bislang begrenzt. Viele der vorhandenen Studiendesigns beruhen auf Umfragen unter medizinischem Personal und liefern primär Einschätzungen zur Akzeptanz und den Rahmenbedingungen des praktischen Einsatzes. Prospektive und retrospektive Studien mit realitätsnahen Analysen liegen derzeit nur vereinzelt vor. Dies erschwert eine belastbare, evidenzbasierte Bewertung des Nutzens von fokussierter Sonografie im deutschen Versorgungssystem. Zudem fehlen systematische Auswertungen zu klinischen Konsequenzen wie Diagnoseänderungen, Therapieanpassungen oder der Einleitung weiterführender Bildgebung.

Vor diesem Hintergrund leitet die vorliegende Arbeit einen evidenzbasierten Beitrag, indem sie reale Falldaten analysiert und dabei den konkreten Einfluss fokussierter Sonografie auf diagnostische und therapeutische Entscheidungen untersucht. Das retrospektive Studiendesign ermöglicht zudem eine Bewertung der Qualität der klinischen Dokumentation des Alb Donau Klinikums und kann Hinweise auf strukturellen Weiterbildungsbedarf liefern.

⁷⁸ vgl. Eimer et al. (2024), S. 310, Michels et al. (2023), S. 2, Busche/ Busch/ Michels (2018), S. 161.

⁷⁹ vgl. Eimer et al. (2024), S. 310.

⁸⁰ Eimer et al. (2024), S. 314.

⁸¹ Eimer et al. (2024), S. 310.

⁸² vgl. Reithmeier (2014), S. 4.

2.4 Methodische Einordnung retrospektiver Analysen

2.4.1 Relevanz retrospektiver Forschung in der Notfallmedizin

In der Akut- und Notfallmedizin stellen sich besondere Herausforderungen für die klinische Forschung. Notfallsituationen sind hochdynamisch und lassen wenig Raum für kontrollierte, prospektive Studien, wie sie in anderen medizinischen Disziplinen etabliert sind. Gerade deshalb gewinnen hier retrospektive Analysen zunehmend an Bedeutung.

Die MEDIACC GmbH (Medizinisch-akademische Forschungsberatung) definiert retrospektive Studien als „eine wichtige Methode in der klinischen Forschung, bei der bereits vorhandene Daten untersucht werden, um neue Erkenntnisse zu gewinnen oder Hypothesen zu überprüfen“⁸³. Ein wesentlicher Vorteil retrospektiver Studien in der Notfallmedizin liegt in der breiten Verfügbarkeit umfangreicher Datenquellen, etwa aus elektronischen Patientenakten, bildgebenden Verfahren oder Triageprotokollen. Diese Informationen lassen sich, ohne Eingriff in den laufenden klinischen Alltag, effizient auswerten. Retrospektive Studien ermöglichen eine realitätsnahe Analyse von Versorgungsabläufen und ärztlichen Entscheidungen, indem sie Assoziationen zwischen verschiedenen Faktoren identifizieren.⁸⁴

Insbesondere bei seltenen, aber klinisch relevanten Konstellationen gewinnen retrospektive Studien an Relevanz, da sie wichtige Erkenntnisse liefern können, die mit anderen Studiendesigns nur schwer oder gar nicht zu erheben wären. Darüber hinaus zeichnen sie sich durch eine hohe Praxisnähe aus, sind effizient in der Durchführung, vergleichsweise kostengünstig und i.d.R. ethisch unproblematisch.⁸⁵

Insbesondere in dynamischen Versorgungsbereichen wie in der Notfallmedizin leisten retrospektive Studien einen bedeutenden Beitrag zur Identifikation klinischer Muster und Versorgungstrends. Ohne aktiven Eingriff in laufende Behandlungsprozesse ermöglichen sie es, auf Grundlage realer Versorgungsdaten Hypothesen zu entwickeln, und Entscheidungsmuster nachzuvollziehen. Damit stellen retrospektive Studiendesigns ein unverzichtbares Instrument für eine kontinuierliche Weiterentwicklung der klinischen Praxis dar.

⁸³ MediAcc (2025), S. 1.

⁸⁴ vgl. Collaborators (2025), S. 4.

⁸⁵ vgl. MediAcc (2025), S. 3, Collaborators (2025), S. 2-3.

2.4.2 Risiken und Grenzen retrospektiver Forschung in der Notfallmedizin

Trotz ihrer Vorteile sind retrospektive Studien mit methodischen Einschränkungen verbunden. Ein zentrales Risiko besteht in der potenziellen Verzerrung der Ergebnisse durch unvollständige, uneinheitliche oder fehlerhafte Dokumentationen. Die Aussagekraft hängt daher maßgeblich von der Qualität, Vollständigkeit und Standardisierung der erhobenen Daten ab.⁸⁶

Da retrospektive Studien auf bereits vorhandene Informationen zurückgreifen, besteht keine Kontrolle darüber, wie oder unter welchen Umständen diese Daten erhoben wurden. Zudem können relevante Merkmale oder Einflussgrößen fehlen oder nicht standardisiert erfasst worden sein. Dies erschwert eine gezielte Analyse bzw. Kontrolle und limitiert die Möglichkeit, einzelne Einflussfaktoren isoliert zu bewerten.

Ein weiterer methodischer Nachteil liegt in der eingeschränkten Aussagekraft im Hinblick auf Kausalzusammenhänge. Während Assoziationen erkannt und beschrieben werden können, ist der Nachweis eines Ursache-Wirkungs-Prinzips, wie in prospektiven Studien, nicht möglich. Eine Assoziation beschreibt lediglich ein gleichzeitiges Auftreten zweier Variablen, ohne dass daraus ein kausaler Zusammenhang abgeleitet werden kann.⁸⁷

Trotz dieser Limitationen stellen retrospektive Studien bei der Analyse bestehender Versorgungsstrukturen und in der Phase der Hypothesengenerierung ein unverzichtbares methodisches Instrument dar. Ihre Ergebnisse dienen häufig als Ausgangspunkt für weitere prospektive Studien und helfen, relevante Fragestellungen gezielter zu formulieren. Die vorliegende Arbeit nutzt diese Methode bewusst, um den Einfluss der fokussierten Sonografie in der Notaufnahme auf die Erstdiagnostik und Therapieentscheidung bei kritisch kranken Patienten zu untersuchen.

⁸⁶ vgl. MediAcc (2025), Kap. Nachteile von retrospektiven Analysen.

⁸⁷ vgl. Collaborators (2025), S. 4.

3 Methodik

3.1 Studiendesign

Die vorliegende Arbeit untersucht retrospektiv, inwieweit die fokussierte Sonografie (Point-of-Care-Ultraschall, POCUS) mit Veränderungen in der klinischen Entscheidungsfindung bei kritisch kranken Notfallpatienten assoziiert ist.

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine retrospektive, monozentrische Beobachtungsstudie, die am Alb-Donau Klinikum Ehingen⁸⁸ durchgeführt wurde. Sie folgt einem primär quantitativen, empirischen Studiendesign und verfolgt einen induktiven Argumentationsansatz.

Ziel war es zu überprüfen, ob der Einsatz fokussierter Sonografie mit einer Änderung in der Erstdiagnostik und Therapieentscheidung bei kritisch kranken Notfallpatienten assoziiert ist. In diesem Zusammenhang bezieht sich der Begriff „fokussierte Sonografie“ auf strukturierte, symptombezogene Ultraschalluntersuchungen, die direkt am Patientenbett in der Notaufnahme durchgeführt werden. Anders als bei der konventionellen Sonografie steht dabei nicht die umfassende Organdiagnostik im Vordergrund, sondern die schnelle Einschätzung klinisch relevanter Fragestellungen im Rahmen der Erstversorgung. Die Methode ist besonders in der Akut- und Notfallmedizin etabliert.

Die Untersuchung stützt sich auf theoretische Vorüberlegungen (vgl. Kapitel 2) und ist hypothesengenerierend angelegt, da potenzielle Zusammenhänge aus den vorliegenden Daten abgeleitet werden. Der Untersuchungszeitraum umfasst alle kritisch triagierten Notfallpatienten von 1. Januar bis 29. Februar des Jahres 2024, bei denen die entsprechenden Einschlusskriterien zutreffen.

Die Datenerhebung erfolgt auf Basis der elektronisch dokumentierten Patientenakten im klinischen Informationssystem ORBIS. In die Auswertung einbezogen wurden sowohl demografische Merkmale als auch medizinische Parameter sowie sonografisch relevante Befunddaten. Die quantitative Datenanalyse erfolgte mithilfe des Statistikprogramms SPSS. Die sekundär erhobenen Daten wurden hierfür entsprechend aufbereitet und ausgewertet.

⁸⁸ Das Alb-Donau Klinikum ist ein Krankenhaus der Regelversorgung mit interdisziplinärer Notaufnahme und umfasst die drei Standorte Blaubeuren, Ehingen und Langenau. Jährlich werden etwa 17.000 Patienten stationär und etwa 50.000 Patienten ambulant behandelt. Standortspezifische Daten für den Standort Ehingen liegen nicht vor. (vgl.: Landratsamt Alb-Donau-Kreis (2024))

3.2 Einschluss- und Ausschlusskriterien

Für die vorliegende retrospektive Analyse wurden alle Notfallpatienten eingeschlossen, die im Untersuchungszeitraum vom 01.01.2024 bis zum 29.02.2024 die zentrale Notaufnahme des Alb Donau Klinikums Ehingen aufsuchten. Berücksichtigt wurden ausschließlich kritisch kranke Patienten mit den Triage-Kategorien „Gelb“, „Orange“, „Rot“ sowie mit direktem Arztkontakt, sofern die Falldaten vollständig und ausreichend dokumentiert vorlagen.

Bewusst wurden sowohl volljährige als auch minderjährige Patienten eingeschlossen, da der Einsatz von Sonografie gerade bei jüngeren Patienten eine besondere diagnostische Relevanz aufweist. In der Analyse wurde gezielt erfasst, ob bei den jeweiligen Fällen fokussierte Sonographie zur Anwendung kam.

Fälle mit unzureichender Dokumentation sowie Patienten mit den Triage-Kategorien „Grün“ oder „Blau“ wurden von der Analyse ausgeschlossen.

3.3 Datenerhebung

Die Fallauswahl und Datenerhebung erfolgen retrospektiv anhand der im klinischen Informationssystem (ORBIS) dokumentierten Patientenakten.

Die Daten wurden vollständig pseudonymisiert erhoben und ausgewertet. Eine Rückverfolgung einzelner Personen ist zu keinem Zeitpunkt möglich. Die Einhaltung datenschutzrechtlicher und ethischer Standards ist damit gewährleistet.

Erfasst werden die in Tabelle 1 aufgelisteten, folgenden Variablen.

Patienteninformationen	- Fall-ID pseudoanonymisiert - Alter (Jahre) - Geschlecht des Patienten (m/w/d)
Klinische Präsentation	- Aufnahmedatum - Fallstatus - Triage-Stufe (Rot / Orange / Gelb / direkter Arztkontakt) - behandelnde Fachrichtung - Grund des Kommens - Hauptbeschwerdebild nach MTS-Diagramm - Einweisungsart - Gesamtaufenthaltsdauer
Vitalzeichen und klinische Parameter	- Blutdruck systolisch in mmHg - Puls in Schläge /min - Temperatur in °C - Sauerstoffsättigung in % - Atemfrequenz /min - Blutzucker in mmol/l
Sonografie-Untersuchung	- Sonografie durchgeführt? (Ja/Nein) - Zeitpunkt des Ultraschalls nach Arztkontakt (falls dokumentiert) - Sonografie-Indikation
Untersuchte Organsysteme	- Untersuchung: Abdomen (Leber, Gallenblase, Niere, Milz, etc.) - Untersuchung: Herz / Kardiovaskuläres System - Untersuchung: Lunge/Pleura, Pleuraergüsse - Untersuchung: freie Flüssigkeit im Abdomen - Untersuchung: Urogenitalsystem (z.B. Blase, Prostata) - Untersuchung: Gefäßsystem - Untersuchung: Muskel-Skelett-System

	- Untersuchung: gynäkologisch
Ergebnisse der Ultraschalluntersuchung	- Eingeschränkte Beurteilbarkeit dokumentiert? - Auffälligkeiten in der Sonografie
Klinische Folgen der Ultraschalluntersuchung	- Diagnoseänderung durch Sonografie? (Ja/Nein) - Therapieanpassung? (z.B. Flüssigkeitstherapie, ...) - OP-Indikation gestellt? (Ja/Nein) - Sofortige Intensivaufnahme nötig? (Ja/Nein) - Weiterführende Bildgebung nach Sonografie? (Ja/Nein, CT/MRT/Röntgen) - Zusätzliche Diagnostik nach Sonografie? (z.B. BGA, Urin-Status) - Sonstige Anmerkungen oder Notizen

Tabelle 1: eingeschlossene Variablen in die Analyse

Quelle: Eigene Darstellung (2025)

Zur Bewertung des Einflusses fokussierter Sonografie wurden aus den erhobenen Variablen gezielt solche ausgewählt, die Aufschluss über diagnostische und therapeutische Entscheidungen sowie den weiteren zeitlichen Verlauf geben. Trotz der Auswahl formal vollständig dokumentierter Fälle lassen sich individuelle Unterschiede in der Dokumentation nicht vollständig ausschließen, was die Vergleichbarkeit einzelner Variablen einschränken kann.

3.4 Datenaufbereitung

Über den Zeitraum von zwei Monaten (Jan-Feb 2024) wurden insgesamt 884 Fälle mit den Triage-Kategorien „direkter Arztkontakt“, „Rot“, „Orange“ und „Gelb“ überprüft. Von diesen Fällen wurden 706 Fälle aufgrund vollständiger Dokumentation mit in die detailliertere Analyse einbezogen. In 30% (212 / 706) der Fälle wurde fokussierte Sonografie durchgeführt, während in 70% (494 / 706) keine sonografische Untersuchung erfolgte. In der Gruppe mit durchgeführter Sonografie wurden acht weitere Fälle aufgrund unvollständiger Daten ausgeschlossen. Somit konnten 204 Fälle (29 %) vollständig ausgewertet werden und in die abschließende Analyse einfließen (siehe Abbildung 5).

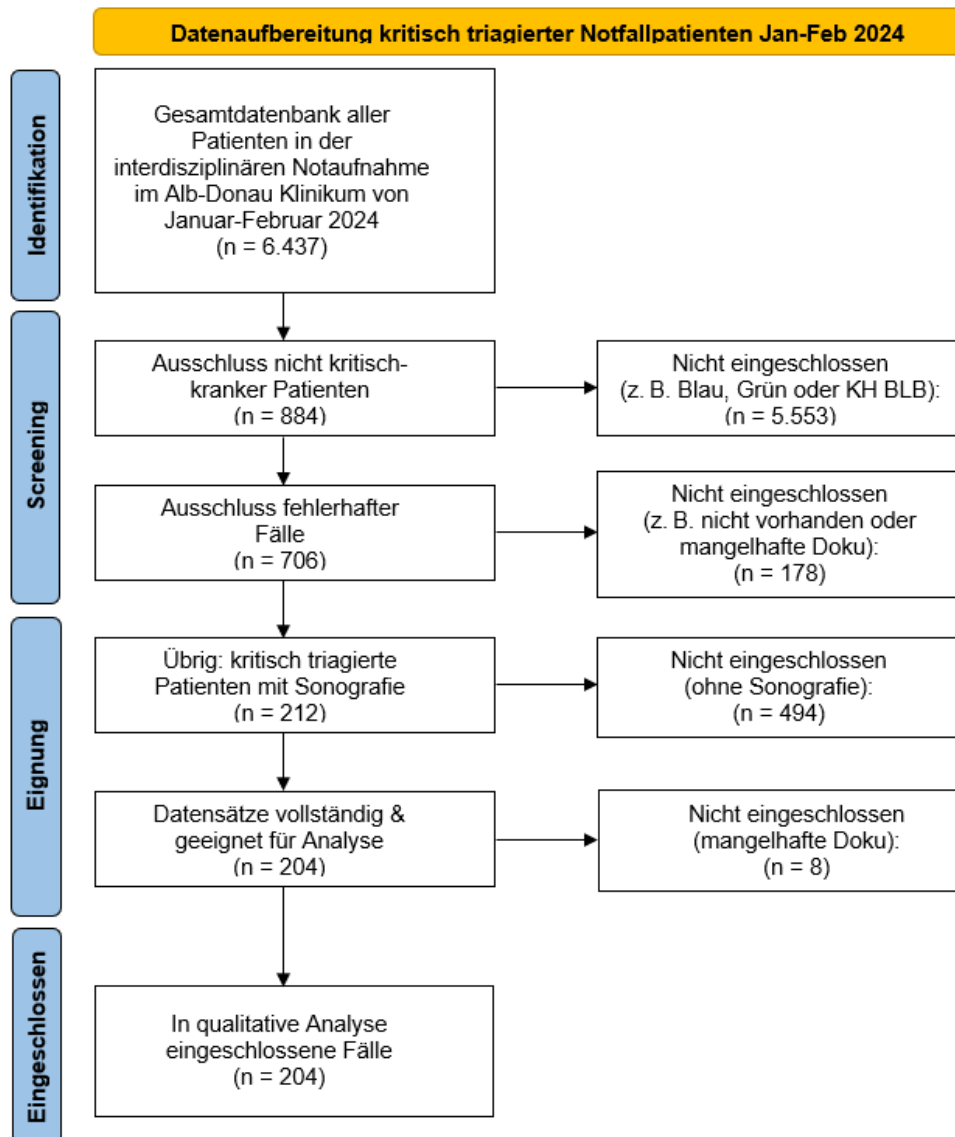


Abbildung 5: Prisma-Diagramm zur Datenaufbereitung

Quelle: Eigene Darstellung (2025)

3.5 Datenauswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit IBM SPSS Statistics Version 29.0.2.0 (20). Zunächst wurden alle Variablen im Datensatz definiert und anhand der vorliegenden Patienteninformationen vollständig ergänzt.

Zur Darstellung zentraler Merkmale der Stichprobe wurden deskriptive Analysen durchgeführt. Dabei wurden zentrale Tendenzen (z.B. Mittelwert, Median) und Streuungsmaße (z.B. Standardabweichung) für metrische Variablen berechnet. Kategoriale Variablen wurden in Häufigkeitstabellen zusammengefasst und prozentual dargestellt.

Zur Untersuchung von Zusammenhängen zwischen dem Einsatz fokussierter Sonografie und diagnostischen sowie therapeutischen Konsequenzen kamen inferenzstatistische Verfahren zum Einsatz. Um den Zusammenhang zwischen kategorialen Variablen zu beurteilen, wurde der Cramer's V berechnet. Für ordinale oder metrische Variablen kamen nicht-parametrische Tests, wie der Mann-Whitney-U-Test, zum Einsatz. Um eine gerichtete Aussage über den Einfluss eines Prädiktors auf eine Zielvariable treffen zu können, wurden zusätzlich binär logistische Regressionsanalysen durchgeführt.

Unterschiede mit einem α -Fehler $< 0,05$ wurden als statistisch signifikant gewertet.

Der Einfluss der fokussierten Sonografie wurden anhand konkreter Auswirkungen gemessen. Dazu zählen beispielsweise Diagnoseänderungen, Therapieanpassungen oder die Einleitung weiterführender Bildgebung oder Diagnostik. Diese Ereignisse wurden als dichotome, nominale Variablen mit zwei Ausprägungen (z.B. Ja / Nein) in SPSS codiert und anschließend statistisch auf Zusammenhänge geprüft.

3.6 Datenschutz und Anonymisierung

Die gesamte Datenerhebung und -verarbeitung erfolgte unter Beachtung der geltenden datenschutzrechtlichen Bestimmungen gemäß der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) und des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG). Sämtliche erhobenen Daten wurden vollständig pseudonymisiert. Eine nachträgliche direkte Zuordnung der erhobenen Informationen zu identifizierbaren Personen war zu keinem Zeitpunkt möglich.

Verarbeitet wurden ausschließlich Informationen, die für den wissenschaftlichen Untersuchungszweck erforderlich und zweckgebunden waren. Die Auswertung erfolgte ausschließlich anhand der Fallnummern. Die Datenverarbeitung war damit auf das notwendige Maß beschränkt und diente ausschließlich der Beantwortung der Forschungsfrage. Eine Weitergabe an Dritte ist ausgeschlossen.

Da keine personenbezogenen Daten im rechtlichen Sinne verarbeitet wurden, war keine zusätzliche Einwilligung des Patienten erforderlich.

Die vollständige Datenschutzerklärung sowie relevante Auszüge der rechtlichen Grundlagen sind als Anhang 1 dieser Arbeit beigelegt.

4 Ergebnisse der retrospektiven Datenanalyse

4.1 Charakteristika der untersuchten Patienten

Von den 706 kritisch triagierten Patienten in der Stichprobe erhielten 212 (30,0 %) eine fokussierte Sonografie in der Notaufnahme. Davon waren 204 Fälle vollständig dokumentiert und wurden in die nachfolgende Analyse einbezogen. Die demografischen Daten lagen für diese Subgruppe vollständig vor.

4.1.1 Alter und Geschlecht

Das mittlere Alter der Patienten lag bei 57,17 Jahren. Die untersuchten Patienten waren zu 49,5% männlich ($n = 101$) und zu 50,5% weiblich ($n = 103$). Männliche Patienten hatten ein Durchschnittsalter von 60,33 Jahren und weibliche von 52,09 Jahre.

Abbildung 6 zeigt die Altersverteilung der untersuchten Fälle differenziert nach Geschlecht.

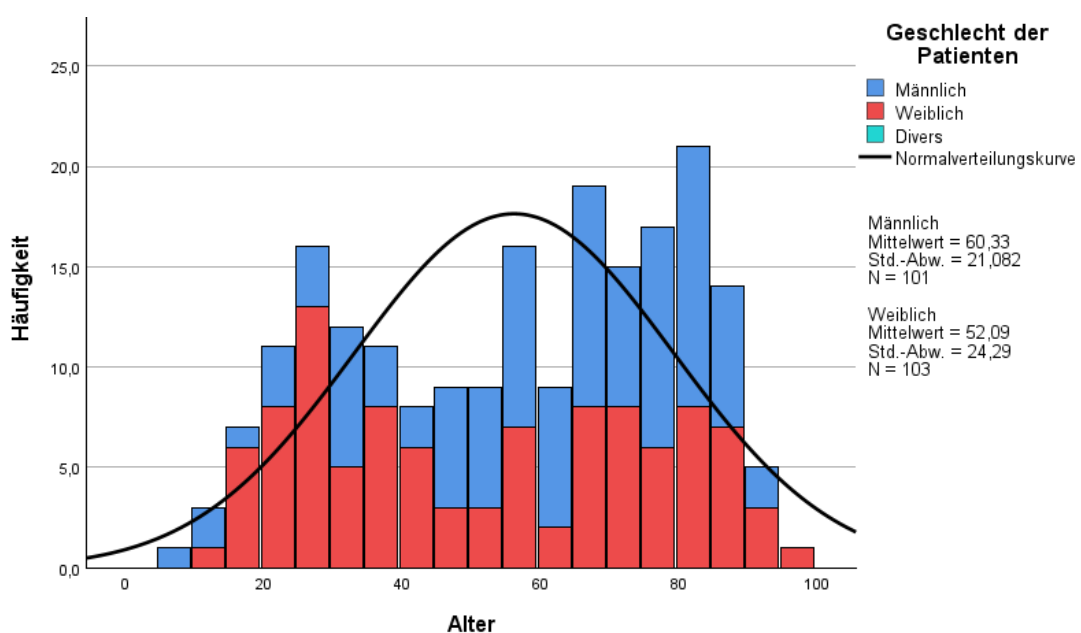


Abbildung 6: Alters- und Geschlechterverteilung der Patienten mit fokussierter Sonografie ($n = 204$)

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

4.1.2 Triage-Kategorie nach MTS

Die Einteilung nach Manchester-Triage-Kategorie ist in Abbildung 7 in Form eines Kreisdiagramms dargestellt. Insgesamt wurden 177 Patienten (86,8 %) der Dringlichkeitsstufe „Gelb“ zugeordnet. Der Dringlichkeitsstufen „Orange“ wurden 10 Patienten (4,9 %) und der Stufe „Rot“ 6 Patienten (2,9 %) zugeordnet. In 11 Fällen (5,4

%) erfolgte keine explizite Kategorisierung bzw. Triage, stattdessen wurde der Patient mit „direktem Arztkontakt“ aufgenommen.

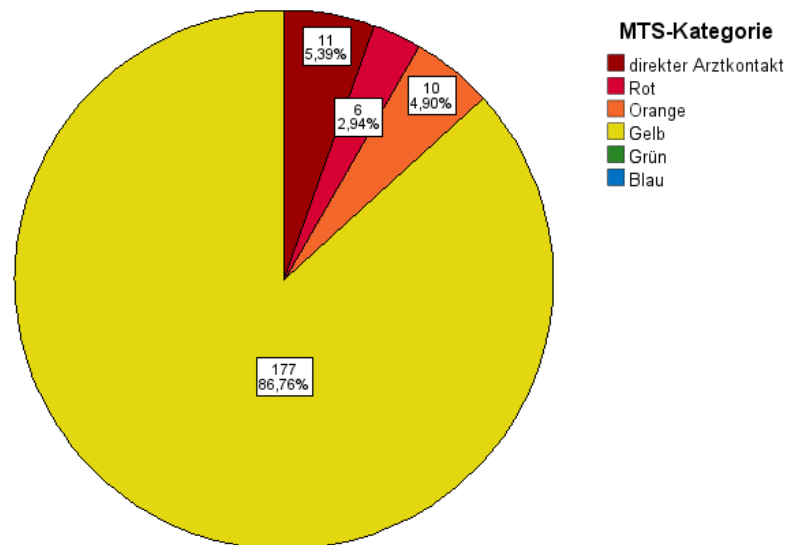


Abbildung 7: Verteilung der Patienten mit Sonografie nach Manchester-Triage-Kategorie (n = 204)

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

4.1.3 Einweisungsart

Die Einweisungsart der Patienten mit durchgeführter Sonografie ist in Tabelle 2 dargestellt. 49 Patienten (24 %) wurden durch den Rettungsdienst vorgestellt, 41 Patienten (20,1 %) durch den Notarzt. Über einen Vertragsarzt oder eine Praxis wurden, 22 Patienten (10,8 %) zugewiesen, 14 (6,9 %) kamen über die KV-Notfallpraxis in die ZNA. In 78 Fällen (38,2 %) erfolgte eine selbstständige Vorstellung in der Notaufnahme ohne externe Zuweisung.

		Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
Gültig	Rettungsdienst	49	24,0	24,0
	Notarzt	41	20,1	100,0
	Vertragsarzt/Praxis	22	10,8	34,8
	KV-Notfallpraxis am Krankenhaus	14	6,9	41,7
	Ohne	78	38,2	79,9
	Gesamt	204	100,0	

Tabelle 2: Häufigkeitstabelle mit Einweisungsart bei Patienten mit durchgeführter Sonografie

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

4.1.4 Fallstatus und entlassende Fachrichtung

Der Fallstatus der Patienten mit durchgeführter Sonografie ist in Tabelle 3 dargestellt. Insgesamt wurden 99 ambulante Verläufe (48,5 %), 101 stationäre Aufnahmen (49,5 %) sowie vier vorstationäre Fälle (2,0 %) dokumentiert.

Der mögliche Zusammenhang zwischen auffälligem Sonografiebefund und dem Fallstatus der Patienten wurde überprüft. Bei 94 Patienten mit auffälligem Befund lag in 54 Fällen (57,4 %) eine stationäre Aufnahme und in 40 Fällen (42,6 %) ein ambulanter Verlauf vor. Bei unauffälligem Befund erfolgte in 47 von 110 Fällen (42,7 %) eine stationäre Aufnahme, in 59 Fällen (53,6 %) ein ambulanter Verlauf und in 4 Fällen (3,6 %) eine vorstationäre Behandlung.

Der Cramer-V-Wert beträgt 0,184 bei einem p-Wert von 0,031. In der logistischen Regressionsanalyse ergab sich ein p-Wert von 0,324 bei einer Odds Ratio von 1,30 (vgl. Anhang 4.4).

		Auffälligkeiten im Sono		Gesamt
		Nein	Ja	
Fallstatus (ambulant / stationär)	ambulant	59	40	99
	stationär	47	54	101
	vorstationär	4	0	4
Gesamt		110	94	204

Symmetrische Maße

		Wert	Näherungsweise Signifikanz
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	,184	,031
	Cramer-V	,184	,031
Anzahl der gültigen Fälle		204	

Tabelle 3: Kreuztabelle mit sonografischer Auffälligkeiten und Fallstatus

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

Die Aufschlüsselung nach Fallstatus innerhalb der einzelnen entlassenden Fachrichtungen ist in Abbildung 8 dargestellt. Insgesamt erfolgten 126 dokumentierte Entlassungen (63,2 %) über die Fachrichtung Innere Medizin und Kardiologie sowie 49 Entlassungen (24,0 %) über die Chirurgie. Weitere dokumentierte Fachrichtungen betrafen die Gynäkologie (n = 16), Urologie (n = 1), Viszeralchirurgie (n = 2) sowie interdisziplinäre Entlassungen (n = 7).

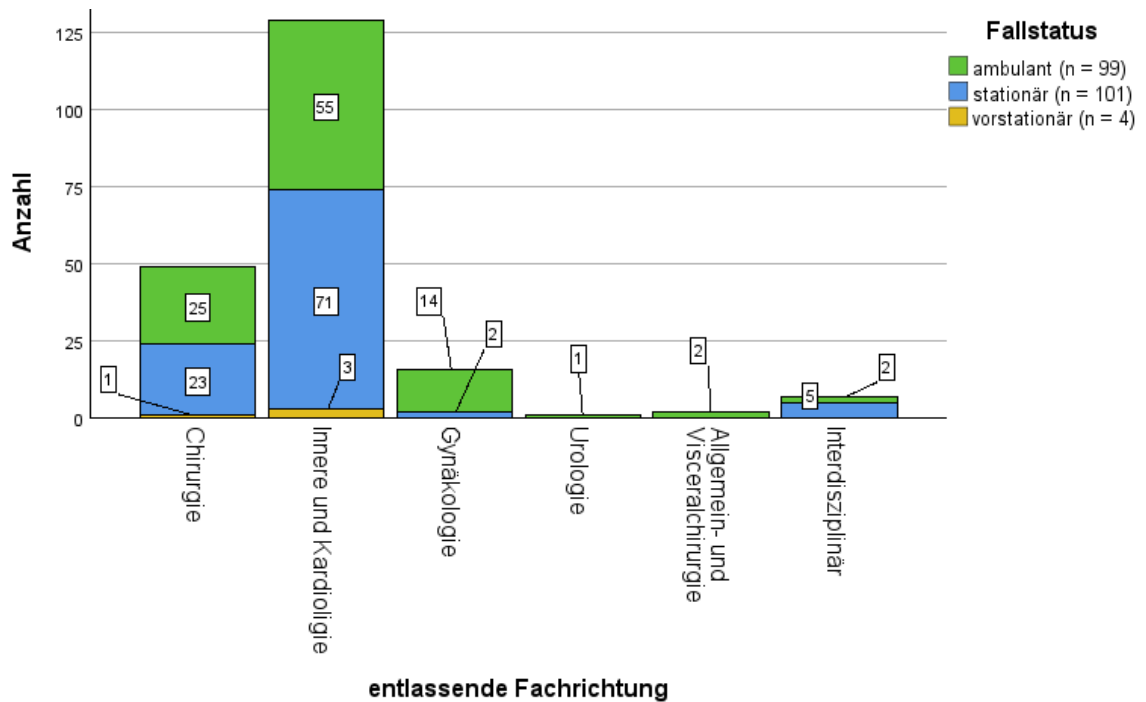


Abbildung 8: Entlassende Fachrichtungen und Fallstatus der Patienten mit fokussierter Sonografie

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

4.1.5 Zeitpunkte der Sonografie

In Tabelle 4 ist der dokumentierte Zeitpunkt der fokussierten Sonografie in der Notaufnahme dargestellt.

In 28 Fällen (13,7%) lag eine dokumentierte Zeitangabe vor. Davon wurde die Sonografie in 11 Fällen (5,4%) innerhalb von 10 Minuten, in 3 Fällen (1,5%) innerhalb von 30 Minuten und in 6 Fällen (2,9%) innerhalb von weniger als 60 Minuten nach Arztkontakt durchgeführt. In weiteren 8 Fällen (3,9%) erfolgte die Untersuchung nach mehr als 60 Minuten. Zwei Fälle (1,0%) konnten zeitlich nicht eindeutig zugeordnet werden. In 174 von 204 Fällen (85,3%) war kein konkreter Zeitpunkt dokumentiert. In diesen Fällen wurde lediglich vermerkt, dass die Untersuchung im Rahmen der notfallmedizinischen Versorgung erfolgte. Aufgrund der unvollständigen Angaben konnte eine statistische Auswertung zum zeitlichen Ablauf der Sonografie nicht durchgeführt werden.

		Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
Gültig	< 10 min	11	5,4	5,4
	< 30 min	3	1,5	6,9
	< 60 min	6	2,9	9,8
	> 60 min	8	3,9	13,7
	nicht dokumentiert	2	1,0	14,7
	bei Vorstellung, keine genaue Zeitangabe	174	85,3	100,0
	Gesamt	204	100,0	

Tabelle 4: Zeitpunkt der Sonografie in der Notaufnahme

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

4.2 Erfassung und Auswertung der Vitalparameter

Die bei der Ersteinschätzung erhobenen Vitalparameter der Patienten in der Stichprobe werden in einer deskriptiven Statistik in Tabelle 5 zusammengefasst. Da keiner der Parameter in 100% der Fälle vollständig dokumentiert wurde, variiert die Fallzahl (N) je nach Messwert. Der systolische Blutdruck betrug im Mittel 139,9 mmHg, der Puls 85/min, die Atemfrequenz 19/min, die Körpertemperatur 36,8°C und die Sauerstoffsättigung lag bei 96,1%. Der Blutzucker wurde lediglich in zwei Fällen erfasst und kann daher nicht in die weitere Auswertung einbezogen werden.

Einzelne Extremwerte wurden dokumentiert, darunter z.B. ein systolischer Blutdruck von 71 mmHg oder eine Körpertemperatur von 26,5°C.

	N	Mittelwert	Minimum	Maximum	Spannweite	Std.- Abweichung
Blutdruck systolisch	179	139,87	71	210	139	22,434
Puls	186	85,00	40	160	120	18,539
Temperatur	153	36,768	26,5	39,6	13,1	1,1528
Sauerstoffsättigung	181	96,12	30	100	70	6,430
Atemfrequenz	155	19,22	9	37	28	4,510
Blutzucker	2	79,50	18	141	123	86,974

Tabelle 5: Deskriptive Statistik der dokumentierten Vitalparameter

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

In Anhang 2 wurden zur weiteren Veranschaulichung der Verteilung dieser Parameter in Abhängigkeit von der jeweiligen Dringlichkeitskategorie Boxplots erstellt. Die MTS-Kategorien sind dabei analog ihrer Dringlichkeit farblich codiert. Dabei zeigte sich eine breite Streuung in allen Kategorien. In der Triage-Kategorie „Rot“ wurden größere Schwankungen der Vitalparameter, insbesondere beim systolischen Blutdruck, der Atemfrequenz und der Sauerstoffsättigung, dokumentiert. Auch in der Kategorie „Gelb“ wurden einzelne pathologische Werte dokumentiert.

Um mögliche Zusammenhänge zwischen den Vitalparametern und der Triage-Kategorie zu analysieren, wurde eine Spearman-Rangkorrelationsanalyse durchgeführt. Für alle Kombinationen lagen die p-Werte über 0,05. (vgl. Spalte 1 in Tabelle 6).

Zusätzlich wurden Korrelationen zwischen den Vitalparametern selbst berechnet. Für die Kombination Puls und Atemfrequenz wurde ein Korrelationskoeffizient von $r = 0,268$ mit einem p-Wert von $< 0,001$ ermittelt. Alle weiteren Kombinationen, darunter Puls und Temperatur, Atemfrequenz und Temperatur, Blutdruck und Sauerstoffsättigung, lagen über dem Signifikanzniveau von 0,05 (vgl. Tabelle 6).

			Korrelationen					
			MTS numerisch	Blutdruck systolisch	Puls	Tempe- ratur	Sauerstoff sättigung	Atemfr- equenz
Spearman- Rho	MTS numerisch	Korrelationskoeffizient	1,000	-,001	-,070	,112	,109	,039
		Sig. (2-seitig)	.	,991	,343	,169	,145	,630
		N	204	179	186	153	181	155
	Blutdruck systolisch	Korrelationskoeffizient	-,001	1,000	,041	-,079	-,044	-,086
		Sig. (2-seitig)	,991	.	,588	,336	,558	,294
		N	179	179	179	152	178	152
	Puls	Korrelationskoeffizient	-,070	,041	1,000	,096	,017	,268**
		Sig. (2-seitig)	,343	,588	.	,238	,824	<,001
		N	186	179	186	153	180	154
	Temperatur	Korrelationskoeffizient	,112	-,079	,096	1,000	-,001	,147
		Sig. (2-seitig)	,169	,336	,238	.	,990	,098
		N	153	152	153	153	152	128
	Sauerstoffsätt- igung	Korrelationskoeffizient	,109	-,044	,017	-,001	1,000	-,033
		Sig. (2-seitig)	,145	,558	,824	,990	.	,685
		N	181	178	180	152	181	153
	Atemfrequenz	Korrelationskoeffizient	,039	-,086	,268**	,147	-,033	1,000
		Sig. (2-seitig)	,630	,294	<,001	,098	,685	.
		N	155	152	154	128	153	155

** . Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant (zweiseitig).

Tabelle 6: Spearman-Rangkorrelation zwischen Vitalparameter und MTS-Kategorie

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

4.3 Verteilung der Beschwerdebilder bei Erstvorstellung

Die Hauptbeschwerdebilder bei Erstvorstellung wurden anhand der im Triageprozess verwendeten MTS-Diagramme systematisch erfasst und dokumentiert.

Die häufigsten dokumentierten Vorstellungsgründe in der Subgruppe mit durchgeführter Sonografie (n = 204) sind in Abbildung 9 dargestellt. In 56 Fällen (29,0 %) waren „abdominelle Schmerzen“ angegeben, in 26 Fällen (13,5 %) „Thoraxschmerz“ und in 23 Fällen (11,9 %) „Atemprobleme“. Weitere dokumentierte Beschwerdebilder waren Unwohlsein (n = 16; 8,3 %), Stürze (n = 14; 7,3 %), urologische Probleme (n = 11; 5,7 %) und Herzklopfen (n = 10; 5,2 %). Insgesamt wurden 11 weitere Beschwerdebilder in der Kategorie „Sonstiges“ (n = 37; 19,2 %) zusammengefasst.

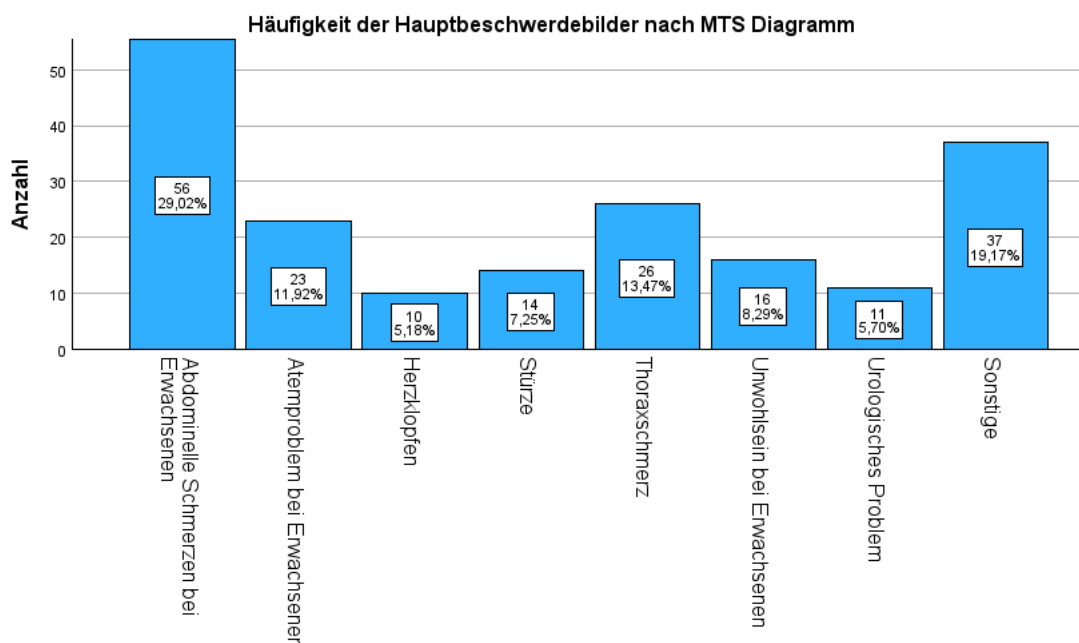


Abbildung 9: Vorstellungsgrund nach MTS-Diagramm bei sonografierten Patienten (n = 204)

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

Eine vollständige tabellarische Aufschlüsselung der dokumentierten Vorstellungsgründe sowie der jeweiligen Durchführung (n = 212) oder Nichtdurchführung (n = 494) der Sonografie ist in Tabelle 7 dargestellt.

Es haben sich beispielsweise 99 Patienten mit dem Leitsymptom „Thoraxschmerz“ vorgestellt, davon erhielten 27 eine Sonografie, während bei 72 Patienten keine sonografische Untersuchung dokumentiert wurde. Bei dem Symptom „Unwohlsein bei Erwachsenen“ (n = 79) wurde in 17 Fällen eine sonografische Untersuchung durchgeführt. Bei „Abdominellen Schmerzen bei Erwachsenen“ hingegen erhielten 57 von insgesamt 70 Patienten eine fokussierte Sonografie. Bei Schwangerschaftsproblemen wurden 9 von 9 Patienten sonografisch untersucht.

Der Zusammenhang zwischen dem Hauptbeschwerdebild nach MTS-Diagramm und der Durchführung einer Sonografie wurde mithilfe einer Kreuztabelle analysiert. Der berechnete Cramers-V-Wert betrug 0,528 bei einem p-Wert < 0,001 (vgl. Tabelle 7).

		Ultraschall durchgeführt? (Ja/Nein)		Gesamt
		nein	ja	
MTS Diagramm	Thoraxschmerz	72	27	99
	Unwohlsein bei Erwachsenen	62	17	79
	Abdominelle Schmerzen bei Erwachsenen	13	57	70
	Atemproblem bei Erwachsenen	46	24	70
	Extremitätenprobleme	62	4	66
	Herzklopfen	40	10	50
	Stürze	28	15	43
	Rückenschmerz	26	4	30
	Urologisches Problem	7	12	19
	Kopfverletzung	16	1	17
	Wunden	14	0	14
	Kollaps	10	3	13
	Überdosierung und Vergiftung	10	0	10
	Allergie	9	0	9
	Gastrointestinale Blutung	5	4	9
	Kopfschmerz	9	0	9
	Schwangerschaftsproblem	0	9	9
	Generelle Indikatoren	5	2	7
	Unwohlsein bei Kindern	4	1	5
	Betrunkener Eindruck	5	0	5
	Sonstiges*	29	10	39
	keine Angabe	22	12	34
Gesamt		494	212	706

a. * Kategorien mit gesamt < 5 (Gesichtsprobleme, Durchfälle und Erbrechen, Abdominelle Schmerzen bei Kindern, Schweres Trauma, Auffälliges Verhalten, Augenprobleme, Diabetes, Nackenschmerz, Vaginale Blutung, Verbrennungen, Psychiatrische Erkrankung, Halsschmerz, Bisse und Stiche)

Symmetrische Maße

		Wert	Näherungsweise Signifikanz
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	,528	<,001
	Cramer-V	,528	<,001
Anzahl der gültigen Fälle		706	

Tabelle 7: Vorstellungsgrund nach MTS-Diagramm

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

4.4 Anwendung der fokussierten Sonografie in der Notaufnahme

Die Anwendung fokussierter Sonografie erfolgte mehrfach an allen Wochentagen im Untersuchungszeitraum, wobei die Anzahl der Untersuchungen zwischen 18 und 40 Fällen pro Tag variierte. Die genaue Verteilung der Fälle ist im Anhang 3 dargestellt. Dort sind die absoluten Fallzahlen nach Kalendertagen und -wochen aufgelistet.

Für jeden Fall wurde anhand der Dokumentation die Art der Sonografie-Indikation erfasst. Die Angaben umfassten symptomorientierte, erkrankungsbezogene oder situationsbezogene Aspekte, wie beispielsweise spezielle klinische Situationen mit Schwangerschaft oder Schockraumaufnahme. Tabelle 8 zeigt die Häufigkeiten der jeweiligen Angaben auf. Bei 176 von 204 Patienten (86,3 %) lag eine symptomorientierte Indikation vor. Eine erkrankungsorientierte Indikation wurde in 2 Fällen (1 %), eine spezielle klinische Situation oder Schockraumsituation wurde bei 26 Patienten (12,7 %) ermittelt.

		Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
Gültig	Symptomorientierte Indikation	176	86,3	86,3
	Erkrankungsorientierte Indikation	2	1,0	87,3
	spezielle klinische Situation oder SR	26	12,7	100,0
	Gesamt	204	100,0	

Tabelle 8: Häufigkeitstabelle mit Sonografie-Indikation

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

Abbildung 10 zeigt die Gesamtzahl der sonografischen Untersuchungen nach Organsystem. Die Werte beziehen sich auf die dokumentierte Anzahl der untersuchten Organsysteme und nicht auf voneinander abgrenzbare Einzelfälle. Mehrfacheinträge pro Fall sind möglich.

Insgesamt wurden 645 sonografische Einträge dokumentiert. Im Mittel lag die Zahl der untersuchten Organe pro Fall bei 3,2. Eine sonografische Beurteilung der Nieren erfolgte in 93 Fällen (46,0 %), die Detektion freier Flüssigkeit im Abdomen erfolgte in 88 Fälle (43,6 %). Weitere untersuchte Strukturen waren das Urogenitalsystem (70 Fälle; 34,7 %), die Leber (65 Fälle; 32,2 %), die Gallenblase sowie die Lunge bzw. Pleura (jeweils 62 Fälle; 30,7 %).

Das Pankreas wurde 5-mal (2,4 %), muskuläre Strukturen wurden 8-mal (4 %) und die Beinvenen 4-mal (2 %) untersucht.

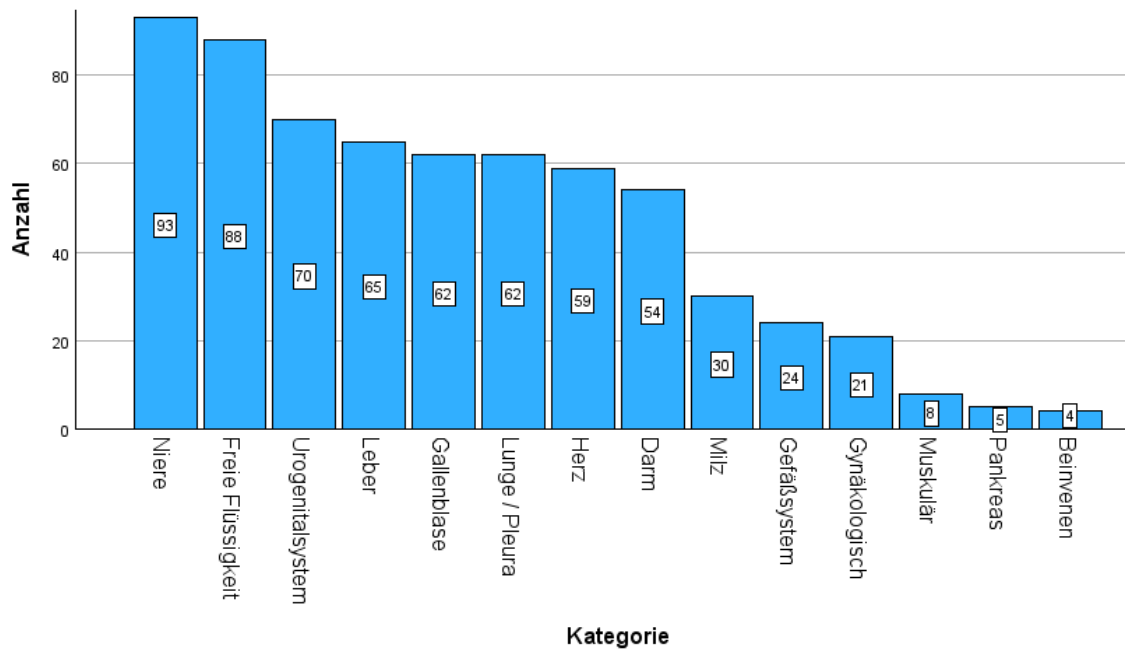


Abbildung 10: Gesamtanzahl der sonografischen Einträge nach Organsystem

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

In 15 der 204 Fälle (7,4 %) wurde im Rahmen der sonografischen Dokumentation in der Notaufnahme explizit eine eingeschränkte Beurteilbarkeit angegeben (vgl. Tabelle 9). Mögliche Ursachen hierfür sind beispielsweise Adipositas oder intraabdominelle Luft bei Meteorismus.

		Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
Gültig	Nein	189	92,6	92,6
	Ja	15	7,4	100,0
	Gesamt	204	100,0	

Tabelle 9: Häufigkeitstabelle mit dokumentierte eingeschränkte Beurteilbarkeit bei Sonografie

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

4.5 Auftreten und Einordnung sonografischer Auffälligkeiten

Die fokussierte Sonografie wird in der Notaufnahme primär zur raschen Orientierung und Diagnoseeingrenzung eingesetzt. Tabelle 10 zeigt die Häufigkeit sonografischer Auffälligkeiten innerhalb der untersuchten Stichprobe mit durchgeführter Sonografie (n = 204). In 94 Fällen (46,1 %) wurde ein auffälliger Befund dokumentiert, in 110 Fällen (53,9 %) war die Sonografie unauffällig.

		Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
Gültig	Nein	110	53,9	53,9
	Ja	94	46,1	100,0
	Gesamt	204	100,0	

Tabelle 10: Auffälligkeiten in der fokussierten Sonografie

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

4.6 Klinische Konsequenzen auffälliger Sonografiebefunde

Im Folgenden werden die dokumentierten diagnostischen und therapeutischen Konsequenzen in Abhängigkeit vom Sonografiebefund dargestellt. Dazu gehören unter anderem Änderungen der Diagnose, Anpassungen der Therapie, die Einleitung weiterführender bildgebender Verfahren (z.B. CT, Röntgen, MRT) oder diagnostischer Maßnahmen (z.B. Urin-Status, Blutgasanalyse) sowie die Festlegung einer OP-Indikation oder die sofortige Aufnahme auf die Intensivstation. Da die einzelnen Maßnahmen nicht zwangsläufig aufeinander folgen, können sie auch unabhängig voneinander dokumentiert sein (z.B. eine Diagnoseänderung ohne anschließende Therapieanpassung). Die dokumentierten Konsequenzen sonografischer Befunde spiegeln somit unterschiedliche klinische Entscheidungen wider, deren jeweilige Häufigkeiten und statistische Zusammenhänge im Folgenden in Bezug auf das Vorliegen eines auffälligen oder unauffälligen Befundes dargestellt werden.

4.6.1 Diagnoseänderung

Insgesamt wurde in 78 von 204 Fällen (38,2 %) nach durchgeführter Sonografie eine Änderung der Arbeitsdiagnose dokumentiert (vgl. Tabelle 11).

Von den 94 Fällen mit auffälligem Befund lag in 73 Fällen (77,7 %) eine Diagnoseänderung vor. Bei unauffälligen Befunden ($n = 110$) wurde nur in 5 Fällen (4,5 %) eine Diagnoseänderung dokumentiert.

In den übrigen 126 Fällen (61,8 %) blieb die ursprüngliche Diagnose bestehen, davon waren 105 bei unauffälligem und 21 bei auffälligem Befund.

Der Cramers-V-Wert beträgt 0,750 bei einem p-Wert von $< 0,001$. Die berechnete Odds Ratio beträgt 73,0 (vgl. Anhang 4.1).

		Auffälligkeiten im Sono		Gesamt
		Nein	Ja	
Diagnoseänderung durch Sono-Ergebnis	Nein	105	21	126
	Ja	5	73	78
Gesamt		110	94	204

Symmetrische Maße

		Wert	Näherungsweise Signifikanz
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	,750	<,001
	Cramer-V	,750	<,001
Anzahl der gültigen Fälle		204	

Tabelle 11: Kreuztabelle mit sonografischer Auffälligkeit und Diagnoseänderung

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

4.6.2 Therapieanpassung

Die Anpassung der Therapie in Abhängigkeit von der Befundlage ist in Tabelle 12 dargestellt. Insgesamt wurde bei 69 von 204 Patienten (33,8 %) eine Therapieanpassung dokumentiert.

Bei 64 von den 94 Patienten mit auffälligem Befund (68,1 %) erfolgte eine Therapieanpassung, während bei unauffälligem Befund nur in 5 von 110 der Fälle (4,5 %) eine Anpassung erfolgte.

Der berechnete Cramers-V-Wert beträgt 0,669 bei $p < 0,001$. Die entsprechende Odds Ratio liegt bei 44,8 (vgl. Anhang 4.2).

Der Cramers-V-Wert zwischen Diagnoseänderung und Therapieanpassung lag bei 0,0887 bei $p < 0,001$.

		Auffälligkeiten im Sono		Gesamt
		Nein	Ja	
Therapieanpassung durch Sonobefund	Nein	105	30	135
	Ja	5	64	69
Gesamt		110	94	204

Symmetrische Maße

		Wert	Näherungsweise Signifikanz
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	,669	<,001
	Cramer-V	,669	<,001
Anzahl der gültigen Fälle		204	

Tabelle 12: Kreuztabelle mit sonografischer Auffälligkeit und Therapieanpassung

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

4.6.3 Weiterführende Bildgebung und ergänzende Diagnostik

Insgesamt erfolgte bei 84 von 204 Patienten (41,2 %) im Anschluss an die Sonografie eine weitere Bildgebung. Es kamen 40 CT-Untersuchungen (19,6 %) und 38 Röntgenaufnahmen (18,6 %) zum Einsatz. Weitere Verfahren wie MRT ($n = 1$), transthorakale Echokardiographie ($n = 2$) oder Herzkatheteruntersuchungen ($n = 3$) wurden nur vereinzelt durchgeführt.

Nach auffälligem Befund erfolgte in 19 Fällen eine CT und in 14 Fällen eine ergänzende Röntgenuntersuchung. Bei unauffälligem Befund wurden 21 CTs und 24 Röntgenaufnahmen veranlasst.

In 120 Fällen (58,8%) wurde keine weiterführende Bildgebung veranlasst. Davon wiesen 56 Patienten (46,6 %) einen auffälligen und 64 Patienten (53,3 %) einen unauffälligen Befund auf (vgl. Tabelle 13)

Der Cramers-V-Wert für den Zusammenhang zwischen sonografischer Auffälligkeit und weiterführender Bildgebung lag bei 0,199 mit $p = 0,153$.

		Auffälligkeiten im Sono		Gesamt
		Nein	Ja	
weiterführende Bildgebung nach Sonografie	keine Bildgebung	64	56	120
	CT	21	19	40
	MRT	1	0	1
	Röntgen	24	14	38
	TTE	0	2	2
	Herzkatheter	0	3	3
Gesamt		110	94	204

Tabelle 13: Absolute Verteilung der weiterführenden Bildgebung nach Sonografie

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

Bei einem Teil der Patienten wurde im Anschluss an die Sonografie eine weiterführende Diagnostik, wie bspw. ein Urin-Status oder eine BGA, durchgeführt. Diagnostische Maßnahmen, die unmittelbar vor der Sonografie erfolgt waren, wurden nicht berücksichtigt. In 13 von 204 Fällen (6,4 %) wurde nach Sonografie eine solche Maßnahme dokumentiert. Davon waren 6 (6,4 %) bei auffälligem und 7 (6,4 %) bei unauffälligem Befund (vgl. Tabelle 14).

Der zugehörige Cramers-V-Wert beträgt 0,000 bei einem p-Wert von 0,996.

		Auffälligkeiten im Sono		Gesamt
		Nein	Ja	
weiterführende Diagnostik nach Sonografie	Nein	103	88	191
	Ja	7	6	13
Gesamt		110	94	204

Tabelle 14: Absolute Verteilung der weiterführenden Diagnostik nach Sonografie

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

4.6.4 OP-Indikation und Intensivaufnahme

Eine unmittelbare OP-Indikation wurde in 13 von 204 Fällen (6,4 %) gestellt. Davon entfielen 10 Fälle auf Patienten mit einem auffälligen Sonografiebefund (10 von 94; 10,6 %) und 3 Fälle auf Patienten mit unauffälligem Befund (3 von 110; 2,7 %). Die Verteilung ist in Tabelle 15 dargestellt.

Der Cramers-V lag bei 0,161 bei einem p-Wert von 0,021. Die Odds Ratio beträgt 4,25 (vgl. Anhang 4.3).

		Auffälligkeiten im Sono		Gesamt
		Nein	Ja	
OP-Indikation gestellt	Nein	107	84	191
	Ja	3	10	13
Gesamt		110	94	204

Symmetrische Maße

		Wert	Näherungsweise Signifikanz
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	,161	,021
	Cramer-V	,161	,021
Anzahl der gültigen Fälle		204	

Tabelle 15: Kreuztabelle mit sonografischer Auffälligkeit und OP-Indikation

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

Nach durchgeführter Sonografie erfolgte in 7 der 204 Fälle (3,4 %) eine sofortige Intensivaufnahme. Davon waren 4 Fälle mit auffälligem Befund (4 von 94; 4,2 %) und 3 Fälle mit unauffälligem Befund (3 von 110; 2,7 %) (vgl. Tabelle 16).

Der Cramers-V-Wert beträgt 0,42 bei einem p-Wert von 0,550.

		Auffälligkeiten im Sono		Gesamt
		Nein	Ja	
sofortige Intensivaufnahme nötig (Ja/Nein)	Nein	107	90	197
	Ja	3	4	7
Gesamt		110	94	204

Tabelle 16: Absolute Verteilung der sofortigen Intensivaufnahme nach Sonografie

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

4.6.5 Dokumentierte Auffälligkeiten und deren Folgeentscheidungen nach Organsystem

Abbildung 11 bietet einen systematischen Überblick darüber, wie häufig in den untersuchten Organsystemen sonografische Auffälligkeiten sowie daraus abgeleitete Folgeentscheidungen dokumentiert wurden. Die dargestellten Häufigkeiten beziehen sich auf die Anzahl der dokumentierten Nennungen pro untersuchtem Organsystem. Eine inhaltliche Differenzierung pathologischer Befunde in den jeweiligen Organsystemen wurde im Rahmen der Auswertung nicht vorgenommen. Ein direkter Zusammenhang zwischen einer dokumentierten Auffälligkeit und einer bestimmten Folgeentscheidung kann aus den Daten nicht abgeleitet werden. Eine ausführliche tabellarische Darstellung befindet sich in Anhang 5.

Die Anzahl an dokumentierten Auffälligkeiten zeigten sich bei Untersuchungen der Niere in 46 Fällen, des Urogenitalsystems in 42 Fällen, bei der Detektion freier Flüssigkeit im Abdomen in 36 Fällen und bei der Sonografie der Leber in 33 Fällen. Bei diesen Organsystemen wurden jeweils mehrere Folgeentscheidungen wie Diagnoseänderungen, Therapieanpassungen oder weiterführende Bildgebung vermerkt.

Niedrigere Fallzahlen ergaben sich unter anderem für die Untersuchung des Pankreas ($n = 4$), der muskulären Strukturen ($n = 4$) oder der Beinvenen ($n = 1$). Entsprechend seltener waren die dokumentierten Folgeentscheidungen in diesen Bereichen.

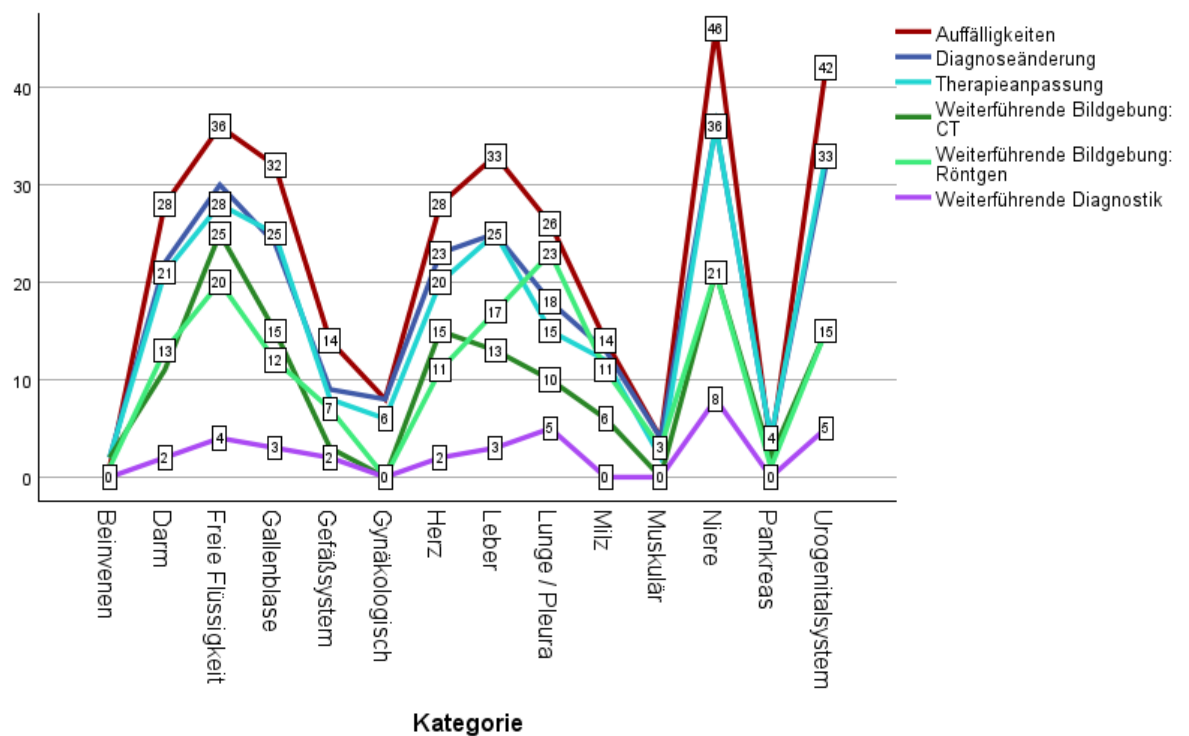


Abbildung 11: Anzahl dokumentierter sonografischer Auffälligkeiten und Folgeentscheidungen nach Organsystem

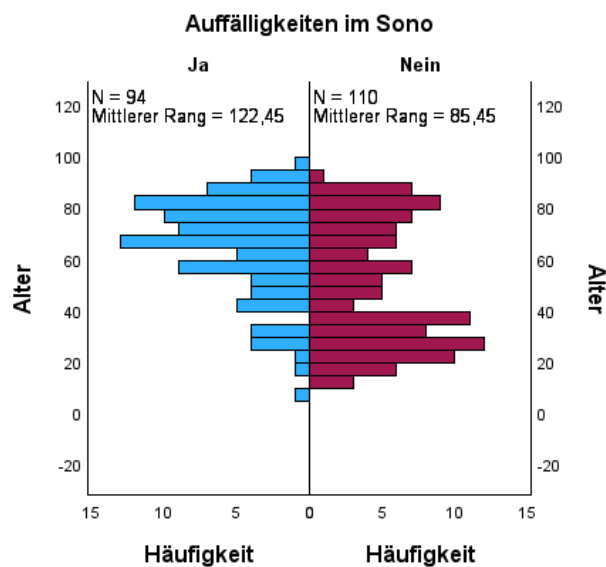
Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

4.7 Weitere statistisch geprüfte Zusammenhänge

Neben den zuvor dargestellten Auswertungen wurden ergänzend weitere potenzielle Zusammenhänge statistisch untersucht. Dabei wurden sowohl demografische Merkmale (wie Alter und Geschlecht der Patienten) als auch klinische Parameter (einschließlich MTS-Kategorie, Hauptbeschwerdebild und Entlassungsart) in die Analyse einbezogen, um deren Einfluss auf die untersuchenden Variablen zu identifizieren.

Für den Zusammenhang zwischen dem Alter der Patienten und dem Vorliegen eines auffälligen Befundes wurde ein Mann-Whitney-U-Test durchgeführt (vgl. Abbildung 12). Dabei zeigte sich ein p-Wert von $< 0,001$, der U-Wert betrug 7045,5 und der Z-Wert lag bei 4,463. Die mittleren Ränge lagen bei den Patienten mit einem auffälligen Sonografiebefund ($n = 94$) bei 122,45, während sie bei den Patienten ohne auffälligen Befund ($n = 110$) bei 85,45 lagen.

Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben



Zusammenfassung des Mann-Whitney-U-Tests bei unabhängigen Stichproben

Gesamtzahl	204
Mann-Whitney-U-Test	7045,500
Wilcoxon-W	11510,500
Teststatistik	7045,500
Standardfehler	420,192
Standardisierte Teststatistik	4,463
Asymptotische Sig. (zweiseitiger Test)	<,001

Abbildung 12: Mann-Whitney-U-Test mit Alter und Auffälligkeiten in der Sonografie

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

Alle übrigen Analysen ergaben p-Werte von $\geq 0,05$. Eine vollständige Übersicht der entsprechenden Testwerte ist in Anhang 6 dargestellt.

4.8 Bildgebende Verfahren ohne sonografische Untersuchung

Zur Einordnung der Gesamtfallzahl wurde dokumentiert, welche bildgebenden Verfahren bei Patienten ohne durchgeführte Sonografie angewendet wurden.

Bei 494 der insgesamt 706 in die Stichprobe eingeschlossenen Fälle (70,0 %) wurde keine fokussierte Sonografie durchgeführt. Tabelle 17 zeigt die Häufigkeit weiterer eingesetzter bildgebender Verfahren in dieser Gruppe.

In der Subgruppe ohne fokussierte Sonografie wurde in 265 Fällen (53,6 %) keine Bildgebung veranlasst. Röntgenaufnahmen erfolgten in 134 Fällen (27,1 %), CT-Untersuchungen in 72 Fällen (14,6 %), transthorakale Echokardiografien in 11 Fällen (2,2 %), MRTs in 5 Fällen (1,0 %) und Herzkatheteruntersuchungen in 7 Fällen (1,4 %).

		Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
Gültig	keine Bildgebung	265	53,6	53,6
	CT	72	14,6	68,2
	Röntgen	134	27,1	95,3
	TTE	11	2,2	97,6
	MRT	5	1,0	98,6
	Herzkatheter	7	1,4	100,0
	Gesamt	494	100,0	

Tabelle 17: Häufigkeit bildgebender Verfahren bei Fällen ohne sonografische Untersuchung (n = 494)

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

Abbildung 13 zeigt die Verteilung der angewendeten bildgebenden Verfahren bei 229 Patienten, bei denen keine Sonografie, aber eine andere Form der Bildgebung durchgeführt wurde. Fälle ohne jegliche Bildgebung (n = 265) sind in dieser Darstellung nicht enthalten. Die Hauptbeschwerden wurden auf Grundlage der im Triageprozess zugewiesenen MTS-Diagramme kategorisiert. Die Kategorie „Sonstige“ fasst Hauptbeschwerdebilder zusammen, die jeweils weniger als 5% der Fälle ausmachen. Eine Mehrfachzuordnung einzelner bildgebender Verfahren innerhalb eines Falls war nicht möglich.

In der Kategorie „Extrimitätenprobleme“ sind beispielsweise 48 Röntgen- und 6 CT-Untersuchungen dokumentiert. In der Kategorie „Sonstige“ wurden 17 CTs, 16 Röntgenaufnahmen, 5 TTEs und eine sonstige Bildgebung veranlasst. In den einzelnen MTS-Kategorien gab es zudem eine relevante Anzahl von Fällen, bei denen keine Bildgebung durchgeführt wurde. (vgl. Abbildung 13).

Zwischen dem Hauptbeschwerdebild und der gewählten alternativen Bildgebung zeigte sich ein Cramers-V-Wert von 0,372 bei $p < 0,001$ (vgl. Anhang 7)

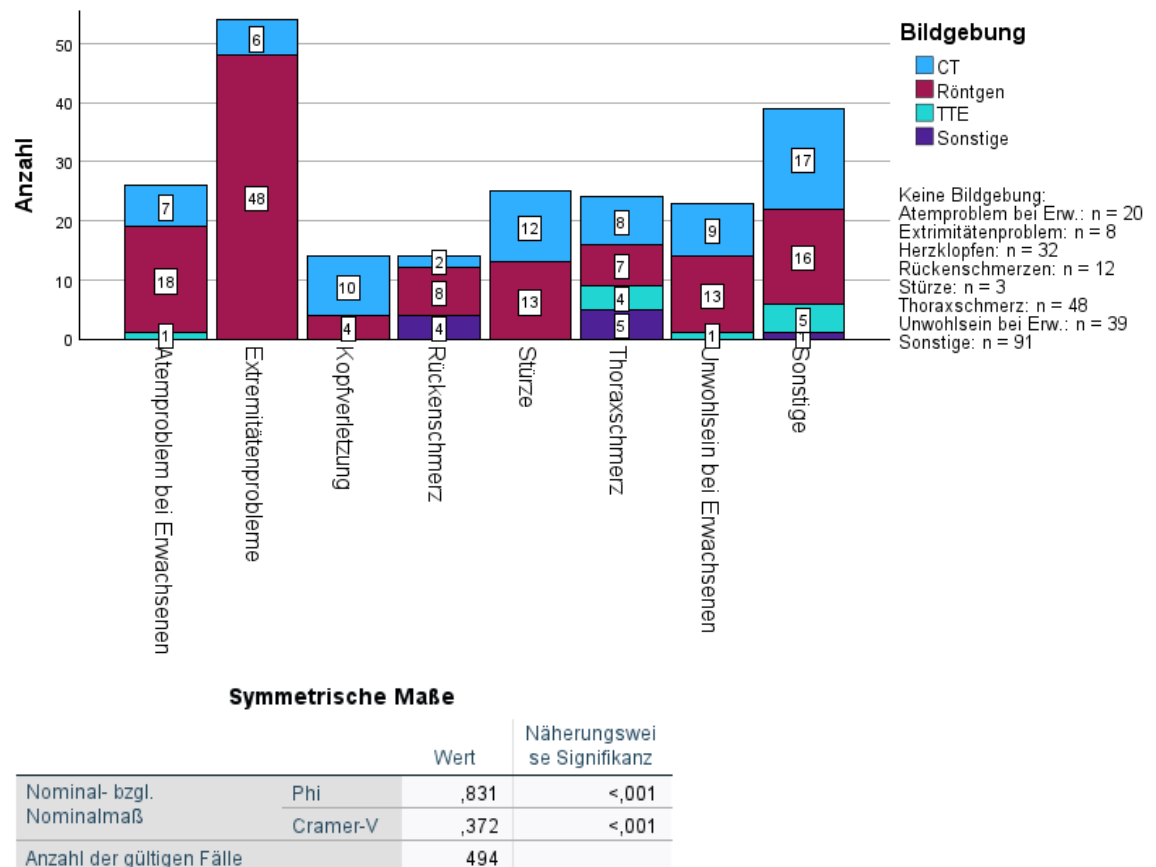


Abbildung 13: Bildgebende Verfahren bei Patienten ohne Sonografie in Abhängigkeit vom Hauptbeschwerdebild (n = 229)

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

Eine detaillierte Übersicht über die eingesetzten Einzelverfahren befindet sich in Tabelle 18. Die Angaben sind sowohl prozentual auf diese Teilgruppe (n = 494) als auch auf den gesamten Datensatz (n = 706) bezogen.

Ein konventionelles Röntgen der Extremitäten wurde in 57 Fällen (11,5 %, bezogen auf n = 494) und in 46 Fällen des Thorax (9,3 %) durchgeführt. 36 CT-Untersuchungen betrafen den Schädel (7,3 %) und 14 den Thorax (2,8 %). Weitere bildgebende Verfahren wie TTE (n = 11; 2,2 %), MRT (n = 5; 1,0 %) und Herzkatheter (n = 7; 1,4 %) wurden seltener angewendet.

		Häufigkeit	Gültige Prozente (n = 494)	Prozent gesamt (n = 706)
Gültig	CT LWS	2	,4	,3
	CT Schädel	36	7,3	5,1
	CT Thorax	14	2,8	2,0
	CT Extremität	4	,8	,6
	CT Abdomen	6	1,2	,8
	CT Becken, Hüfte	7	1,4	1,0
	CT HWS	3	,6	,4
	Rö Extremität	57	11,5	8,1
	Rö Thorax	46	9,3	6,5
	Rö Hüfte	13	2,6	1,8
	Rö LWS	10	2,0	1,4
	Rö Schulter	2	,4	,3
	Rö BWS	1	,2	,1
	Rö HWS	4	,8	,6
	Rö Nasenbein	1	,2	,1
	keine	265	53,6	37,5
	TTE	11	2,2	1,6
	MRT WS	5	1,0	,7
	Herzkatheter	7	1,4	1,0
	Gesamt	494	100,0	70,0
Fehlend	System	212		30,0
Gesamt		706		100,0

Tabelle 18: Sonstige angewendete Bildgebung bei keiner Sonografie

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

5 Diskussion

5.1 Interpretation der Ergebnisse

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die fokussierte Sonografie im klinischen Alltag der Notaufnahme gezielt angewendet wird und in vielen Fällen mit diagnostischen und therapeutischen Konsequenzen verbunden ist. In der folgenden Interpretation werden zentrale Zusammenhänge differenziert betrachtet, um den Einfluss der Methode in den Kontext der Erstdiagnostik einzuordnen.

Von den 204 ausgewerteten sonografierten Fällen wies fast jede zweite Untersuchung (46,1 %) auffällige Befunde auf. Diese hohe Rate verdeutlicht, dass POCUS gezielt diagnostisch eingesetzt wurde und deutet auf eine hohe Treffsicherheit bei der Indikationsstellung hin.

Wesentlich bedeutsamer als die bloße Häufigkeit pathologischer Befunde ist deren klinischer Einfluss. In fast 78 % (73 von 94) der Fälle mit auffälligem Befund wurde die Arbeitsdiagnose angepasst, und in rund 68 % (64 von 94) der Fälle erfolgte eine Therapieanpassung. Beide Zusammenhänge waren hochsignifikant ($p < 0,001$), was darauf hindeutet, dass auffällige Befunde stark mit einer Anpassung der Arbeitsdiagnose bzw. der Therapie korrelierten. Die logistischen Regressionsanalysen verdeutlichen die Stärke dieser Zusammenhänge. Die Wahrscheinlichkeit einer Diagnoseänderung war bei auffälligem Befund 73-mal höher als bei unauffälligem (Odds Ratio 73,0). Die Wahrscheinlichkeit für eine Therapieanpassung lag bei auffälligem Befund 45-mal höher ($OR = 44,8$). Diese Werte bestätigen H1 eindeutig. Pathologische Befunde in der fokussierten Sonografie sind signifikant mit Änderungen der Arbeitsdiagnose und / oder der initialen Therapie assoziiert, wodurch die Methode in kritischen Entscheidungssituationen einen unmittelbaren Einfluss auf diagnostische und therapeutische Vorgehensweisen hat.

Neben der unmittelbaren diagnostischen und therapeutischen Relevanz zeigte sich auch ein gewisser Einfluss auf nachgelagerte Entscheidungen. Auffällige Befunde standen schwach signifikant mit der OP-Indikation in Zusammenhang (Cramer $V = 0,161$; $p = 0,021$), während die sofortige Intensivaufnahme keine statistisch relevante Korrelation zeigte. Dies deutet darauf hin, dass auffällige Befunde zwar zu operativen Konsequenzen führen können, die Entscheidung zur sofortigen Intensivaufnahme hingegen stärker durch den klinischen Gesamteindruck beeinflusst wird.

Auch der Aufnahmezustand (stationär / ambulant) zeigte einen schwachen Zusammenhang mit auffälligen Sonografiebefunden (Cramer $V = 0,184$; $p = 0,031$). In

der logistischen Regressionsanalyse ließ sich dieser Zusammenhang jedoch nicht bestätigen ($p = 0,324$; $OR = 1,3$), sodass der Sonografiebefund keine eigenständige Vorhersagekraft für die Entscheidung zur stationären Aufnahme besitzt. Die Odds Ratio von 1,3 deutet lediglich auf ein minimal erhöhtes Risiko für eine stationäre Aufnahme bei auffälligem Befund, allerdings ohne statistische Relevanz. Damit wird deutlich, dass der Sonografiebefund allein nicht aufschlaggebend für die Aufnahmeentscheidung ist, sondern diese im Wesentlichen weiteren klinischen Faktoren abhängt.

Für die im Anschluss an die Sonografie durchgeführte weiterführende Bildgebung (z.B. CT- oder Röntgenuntersuchungen) zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang mit dem sonografischen Befund (Cramers-V = 0,199; $p = 0,153$). Demnach konnte H2 mit der Annahme, dass sich die Wahrscheinlichkeit für eine weiterführende Bildgebung nach fokussierter Sonografie signifikant zwischen pathologischen und unauffälligen Befunden unterscheidet, nicht bestätigt werden. Der Einsatz zusätzlicher Verfahren erfolgte nicht ausschließlich abhängig vom POCUS-Ergebnis, sondern beruhte auf der klinischen Gesamteinschätzung. Es zeigte sich zudem, dass die fokussierte Sonografie in der Notaufnahme nicht nur bei auffälligen, sondern auch bei unauffälligen Befunden hilfreich ist. In ungefähr 54 % der Fälle ohne sonografischen Nachweis einer Pathologie erfolgte keine weiterführende Bildgebung. Dies deutet darauf hin, dass auch unauffällige Befunde zur diagnostischen Sicherheit beitragen können, indem sie relevante Pathologien ausschließen und dadurch invasive oder zeitintensive Verfahren vermeiden können. Dadurch wird der oft unterschätzte Nutzen der Sonografie als „Rule-Out“-Diagnostik betont, welche insbesondere im Kontext zeitkritischer klinischer Entscheidungen wichtig ist.

Für eine ergänzende Diagnostik bestand ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang mit sonografischen Auffälligkeiten, was auf eine symptomgetriebene Indikationsstellung diesbezüglich hindeutet.

Beim Hauptbeschwerdebild nach MTS-Kategorie zeigte sich dagegen ein deutlicher statistischer Zusammenhang mit der Durchführung einer Sonografie (Cramers-V = 0,528; $p < 0,001$) und damit eine klare Bestätigung der H3, wonach der Einsatz von POCUS bei bestimmten MTS-Hauptbeschwerdebildern signifikant häufiger erfolgt als bei anderen. Besonders oft wurde die Methode bei abdominellen Schmerzen eingesetzt (57 von 70 Fällen; entsprechend 81,4% in dieser Kategorie) gefolgt von Atemproblemen (24 von 70 Fällen; 34,3 %) und thorakalen Beschwerden (27 von 99 Fällen; 27,3 %). Vor allem diese Symptomgruppen profitieren von der Aussagekraft der Sonografie für die Abklärung akuter Pathologien. Deutlich seltener kam POCUS bei klinischen Präsentationen wie isolierten Extremitätenproblemen (4 von 66 Fälle; 6,0 %), Kopfschmerz oder allergischen Reaktionen (jeweils 0 von 9 Fällen) zur Anwendung, da

die Sonografie hier in der Regel diagnostisch nicht zielführend ist. Diese Verteilung verdeutlicht, dass der Einsatz im klinischen Alltag primär dort erfolgt, wo die sonografische Untersuchung erfahrungsgemäß einen hohen diagnostischen Nutzen bietet und andere diagnostische Maßnahmen nicht verzögert.

Im Mittel wurden 3,2 verschiedene Organsysteme pro Patient sonografisch untersucht, was den gezielten Einsatz vor allem in gut schallbaren Regionen wie Abdomen, den Nieren, dem Urogenitalsystem sowie bei der Detektion freier Flüssigkeit unterstreicht. In schwer zugänglichen Bereichen wie dem Pankreas ist die Beurteilbarkeit hingegen stark eingeschränkt, sodass der diagnostische Nutzen maßgeblich von den anatomischen Gegebenheiten sowie den technischen und anwendungsbezogenen Voraussetzungen abhängt. Die Sonografie wurde demnach insbesondere bei Verdacht auf strukturelle Pathologien zielgerichtet eingesetzt.

Ein begrenzender Faktor war die unzureichende Zeitdokumentation. In über 85 % der Fälle fehlte eine konkrete Angabe des Zeitpunktes der durchgeführten Sonografie. Ein potenzieller Zeitgewinn, der in Studien aus anderen Kontexten⁸⁹ als zentrales Argument für den Einsatz von POCUS gilt, konnte im Rahmen dieser Analyse daher nicht valide nachgewiesen werden. Auffällig war jedoch, dass 50 % der dokumentierten Zeitpunkte (14 von insgesamt 28), innerhalb der ersten 30 Minuten nach Arztkontakt lagen. Für die übrigen Fälle lassen sich daraus jedoch keine Rückschlüsse ziehen.

Auch die Analyse der Vitalparameter liefert relevante Hinweise zur Einordnung der Patienten. Die größte Variabilität zeigte sich erwartungsgemäß in der Triage-Kategorie „Rot“ (Blutdruck, Puls, Atemfrequenz und Sauerstoffsättigung), was den Schweregrad der klinischen Präsentation widerspiegelt. In der Kategorie „Gelb“ traten dennoch einzelne Extremwerte auf. Diese Heterogenität deutet darauf hin, dass die Triage-Einstufung nicht ausschließlich auf objektiven Parametern beruht, sondern immer in den klinischen Gesamtkontext eingebettet ist. Eine auffällige Vitalparameterkonstellation allein führt nicht zwangsläufig zu einer höheren Triagestufe oder zur Indikation für eine Sonografie.

Es zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Triage-Einstufung und der klinischen Anwendung der Sonografie (Cramers V = 0,061; p = 0,447). Daraus folgt, dass die Sonografie in allen Dinglichkeitsstufen sinnvoll eingesetzt werden kann und unterstreicht ihren Stellenwert als flexibel einsetzbares Diagnostikum. Ebenso zeigte sich kein bedeutsamer Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Durchführung fokussierter Sonografie (Cramers V = 0,068; p = 0,073). Die Methode

⁸⁹ vgl. exemplarisch: Zanobetti et al. (2017), Seyedhosseini et al. (2017).

wurde damit geschlechtsunabhängig eingesetzt, was eine gleichmäßige Anwendung im klinischen Alltag nahelegt.

Auch das Alter hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Entscheidung zur Durchführung von POCUS ($p = 0,157$). Es zeigte sich jedoch ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Alter der Patienten und dem Auftreten auffälliger sonografischer Befunde ($U = 7045,5$ und $Z = 4,463$; $p < 0,001$). Patienten mit auffälligem Befund waren im Mittel älter als Patienten mit unauffälligem Befund (Mittel: 122,45 vs. 85,45). Dieses Ergebnis legt nahe, dass mit zunehmendem Alter die Wahrscheinlichkeit für sonografisch nachweisbare pathologische Veränderungen steigt. Die fokussierte Sonografie scheint demnach bei älteren Patienten einen diagnostischen Mehrwert zu bieten, da in dieser Gruppe häufiger strukturelle Auffälligkeiten auftreten. Ob dieser Befund auf altersbedingte Krankheiten oder differenzierte Indikationsstellungen zurückzuführen ist, bleibt offen und bedarf weiterer Untersuchungen.

In der Gruppe ohne durchgeführte Sonografie ($n = 494$) bestand ebenfalls ein statistischer Zusammenhang zwischen dem Hauptbeschwerdebild und der gewählten anderen Bildgebung (Cramers $V = 0,372$; $p < 0,001$). Besonders häufig wurde die konventionelle Röntgendiagnostik eingesetzt (58,5 % von 229 Fällen mit Bildgebung), vor allem bei orthopädisch-traumatologischen Fragestellungen. Dies verdeutlicht die selektive Indikationsstellung für die fokussierte Sonografie und macht zugleich die methodischen Grenzen der Sonografie deutlich, wie bei knöchernen Strukturen oder zentralen Hirnverletzungen. Während die Sonografie dort Anwendung findet, wo sie einen klaren Mehrwert bietet, übernehmen andere Verfahren die diagnostische Rolle in Bereichen, in denen POCUS nicht geeignet ist. Bemerkenswert ist zudem, dass in 265 Fällen gänzlich auf bildgebende Verfahren verzichtet wurde. Dies könnte darauf hindeuten, dass in einem Teil der Fälle die klinische Untersuchung, Labor und Anamnese ausreichend waren oder dass eine Bildgebung aufgrund der Symptomkonstellation nicht erforderlich war. Damit ergänzen diese Ergebnisse die Beantwortung von H3, da sie zeigen, dass nicht nur die fokussierte Sonografie bei bestimmten MTS-Hauptbeschwerdebildern signifikant häufiger eingesetzt wird, sondern auch die Wahl anderer bildgebender Verfahren in einem statistischen Zusammenhang mit dem Hauptbeschwerdebild steht. Dies unterstreicht, dass die Auswahl der Bildgebung im klinischen Alltag gezielt an der jeweiligen klinischen Präsentation orientiert ist.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die fokussierte Sonografie, sofern sie sachgerecht indiziert und kompetent durchgeführt wird, einen erheblichen diagnostischen und therapeutischen Einfluss auf die Erstversorgung kritisch kranker Patienten hat. Sie ermöglicht eine rasche Eingrenzung oder den Ausschluss relevanter Pathologien,

verkürzt potenziell die Zeit bis zur Therapieeinleitung und kann die weiterführende Diagnostik erheblich reduzieren, insbesondere im Hinblick auf personelle Kapazitäten oder technischen Ressourcen. Gleichzeitig hängt ihr Nutzen stark von der anatomischen Zugänglichkeit und dem Erfahrungsgrad der Anwender ab. Für eine optimale Integration in den klinischen Alltag bedarf es daher nicht nur technischer Ausstattung, sondern auch strukturierter Schulung, klaren Indikationskriterien und einer standardisierten Dokumentation.

5.2 Vergleich mit bestehender Literatur

Die in dieser Arbeit identifizierten Zusammenhänge zwischen auffälliger fokussierter Sonografie und Änderungen in Diagnostik und Therapie decken sich mit den Ergebnissen zahlreicher internationaler Studien. Die Ergebnisse bestätigen den klinischen Stellenwert der fokussierten Sonografie. Sie unterstützt die gezielte Diagnostik und kann zu therapieentscheidenden Erkenntnissen führen. Auch die hohe klinische Relevanz sonografischer Befunde bei kritisch kranken Patienten wird in der Literatur mehrfach beschrieben.⁹⁰

Während sich viele Veröffentlichungen auf spezifische Anwendungsszenarien wie die Diagnostik akuter Atemnot⁹¹ oder kardialer Funktionsstörungen⁹² konzentrieren, verfolgt die vorliegende Arbeit einen indikationsübergreifenden Ansatz. Für diese breite Anwendung unter Alltagsbedingungen in einer interdisziplinären Notaufnahme finden sich in der internationalen Literatur und wenige Untersuchungen.⁹³ Im deutschsprachigen Raum liegen hierzu kaum Daten vor. Besonders im Bereich der intrahospitalen Notfallmedizin besteht damit eine deutliche Forschungslücke, während der prähospitaler Einsatz von POCUS bereits umfassender untersucht ist.

Systematische Auswertungen zu den direkten klinischen Konsequenzen, wie Diagnoseänderungen, Therapieanpassungen oder der Einleitung weiterführender Bildgebung, sind in der bisherigen Literatur ebenfalls selten. Die hohe Rate solcher Konsequenzen in der vorliegenden Analyse deutet daher auf einen relevanten Beitrag zur Schließung dieser Lücke hin.

Bestimmte in der Literatur beschriebene Effekte wie die gezielte Eingrenzung von Differenzialdiagnosen oder der Ausschluss schwerer Pathologien konnten in dieser Arbeit nicht direkt gemessen werden. Ebenso war die Bewertung des vielfach beschriebenen Zeitgewinns⁹⁴ aufgrund fehlender Dokumentation nicht möglich. Dennoch entspricht der überwiegend symptomorientierte und frühzeitige Einsatz der Sonografie dem in der Literatur empfohlenen Vorgehen.

Ein weiterer, häufig genannter Aspekt ist die Bedeutung einer strukturierten Ausbildung für die diagnostische Qualität.⁹⁵ Auch wenn in dieser Arbeit keine Daten zum Ausbildungsstand oder zur Erfahrung der Untersuchenden vorlagen, lassen die

⁹⁰ vgl. Golea et al. (2016), S. 419, Michels et al. (2023), S. 2, Nicola/ Dogra (2016), Kap. Abstract.

⁹¹ vgl. exemplarisch: Seyedhosseini et al. (2017), Zanobetti et al. (2017).

⁹² vgl. exemplarisch: Naddaf et al. (2024).

⁹³ vgl. exemplarisch: Kissoon et al. (2020), Khanyi/ Naicker (2021), Golea et al. (2016), Nicola/ Dogra (2016).

⁹⁴ vgl. Zanobetti et al. (2017), S. 2, Seyedhosseini et al. (2017), S. 4.

⁹⁵ vgl. Eimer et al. (2024), S. 314.

Zusammenhänge zwischen auffälligen Befunden und klinischen Konsequenzen zumindest auf eine fachlich korrekte Anwendung schließen. Dies kann als indirekter Hinweis auf die praktische Relevanz von Schulung und Erfahrung gewertet werden.

Schließlich unterscheidet sich die vorliegende Arbeit auch im methodischen Zugang von vielen bisherigen Studien, da sie auf einer retrospektiven Datenauswertung realer klinischer Abläufe basiert. Dadurch werden authentische Entscheidungsprozesse im klinischen Alltag abgebildet, was die Aussagekraft für die praktische Umsetzung erhöht.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse eine hohe Übereinstimmung zentraler Aussagen aus der bestehenden Forschung, insbesondere in Bezug auf den klinischen Nutzen und die Entscheidungsrelevanz fokussierter Sonografie. Gleichzeitig leistet die Arbeit einen eigenständigen Beitrag, indem sie eine krankheitsübergreifende Perspektive unter Alltagsbedingungen beleuchtet und damit eine bisher wenig betrachtete Anwendungsebene der fokussierten Sonografie sichtbar macht.

5.3 Klinische Relevanz und Implikationen für die Praxis

Die ermittelten statistischen Zusammenhänge lassen sich durch konkrete Fallbeispiele und praxisorientierte Überlegungen anschaulich ergänzen. Ziel ist es, exemplarisch zu zeigen, wie der Einsatz der Methode im klinischen Alltag Einfluss auf Entscheidungsprozesse nimmt.

Ein Beispiel ist eine 19-jährige Patientin⁹⁶, die sich im angegebenen Zeitraum in Eigenregie in der Notaufnahme vorstellte. Sie berichtete von einem Treppensturz am Vortag, bei dem sie ca. 15 Stufen runtergefallen sei. Sie klagte über Bauch- und Rückenschmerzen sowie einer Beule am Kopf und Kopfschmerzen. Im Rahmen der Ersteinschätzung wurde ihr die Triage-Kategorie „Gelb“ zugeordnet. Die Vitalparameter waren insgesamt unauffällig. Die Atemfrequenz war mit 18/min leicht erhöht bei angegebenen Schmerzen (5/10).

Es erfolgte eine fokussierte Sonografie des Abdomens mit Untersuchung der Leber, Niere, Milz und Lunge sowie eine Detektion auf freie Flüssigkeit. Dabei zeigte sich eine geringe Menge an freier Flüssigkeit im Douglasraum. Der sonografische Befund führte zu einer Anpassung der Arbeitsdiagnose.

Aufgrund der Rückenschmerzen wurde ergänzend ein Röntgenbild der Wirbelsäule in 2-Ebenen aufgenommen, in welchem sich kein Hinweis auf Frakturen oder andere Pathologien befand. Die Patientin wurde in stabilem Allgemeinzustand stationär aufgenommen. Weitere bildgebende Verfahren wurden in der Notaufnahme nicht veranlasst. Im Notfallprotokoll wurde allerdings explizit erwähnt, dass ein CT nur bei akuter klinischer Verschlechterung und bei progredientem Sonografiebefund vorgesehen ist.

Die Gesamtaufenthaltsdauer der Patientin in der Notaufnahme betrug ca. 3 Stunden. Der genaue Zeitpunkt der Sonografie wurde nicht dokumentiert. Es wurde lediglich mit umfassender Dokumentation festgehalten, dass eine Sonografie erfolgte.

In diesem Fall hatte die fokussierte Sonografie eine hohe klinische Relevanz und trug wesentlich zur Entscheidungsfindung des weiteren Verlaufs und zum initialen Verzicht auf eine weiterführende CT-Diagnostik bei.

Dieses Fallbeispiel verdeutlicht den praxisnahen Nutzen von fokussierter Sonografie sowohl zur Absicherung klinischer Entscheidungen als auch zur Vermeidung unnötiger Bildgebung und Strahlung. Daraus lassen sich mehrere Implikationen für den klinischen Alltag ableiten.

⁹⁶ Fallnummer: 52410677, siehe Anhang 8

Es zeigt sich, dass die gezielte Anwendung von Sonografie die diagnostische Effizienz wesentlich erhöhen kann. Die Methode unterstützt insbesondere in zeitkritischen Situationen eine rasche Eingrenzung relevanter Pathologien und trägt so zur besseren Steuerung des weiteren Vorgehens bei.

Zudem bietet die fokussierte Sonografie nicht nur bei auffälligen Befunden einen Mehrwert. Auch unauffällige Untersuchungen können zur diagnostischen Sicherheit beitragen, indem sie schwerwiegende Erkrankungen mit hoher Wahrscheinlichkeit ausschließen. Dieser „Rule-Out“-Effekt unterstützt differenzierte Entscheidungen und kann zur Vermeidung invasiver oder zeitaufwendiger Folgeuntersuchungen beitragen, was personelle Kapazitäten und technische Ressourcen sparen kann.

Des Weiteren wird deutlich, dass die Aussagekraft der Sonografie stark von der Erfahrung und Routine der Anwender abhängt. Um die Qualität der Untersuchungsergebnisse langfristig zu sichern, ist eine strukturierte Schulung sowie die regelmäßige Anwendung im klinischen Alltag unerlässlich. Dies betrifft sowohl die technische Durchführung als auch die Befundinterpretation im klinischen Kontext.

Gleichzeitig erfordert der klinische Routineeinsatz eine verlässliche und standardisierte Dokumentation. Nur eine nachvollziehbare und vollständige Erfassung der Indikation, des Befundes und der daraus abgeleiteten Konsequenzen ermöglicht eine systematische Qualitätssicherung und kann Grundlage für weitere Forschung sein.

5.4 Limitationen der Arbeit

Wie jede empirische Untersuchung unterliegt auch diese Arbeit bestimmten Einschränkungen, die bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden müssen. Im Folgenden werden zentrale Aspekte genannt, die den Untersuchungsprozess und die Ergebnisbewertung potenziell begrenzt haben.

Ein wesentlicher methodischer Faktor ist das retrospektive Studiendesign, das die Analyse von Zusammenhängen zwar erlaubt, jedoch keine kausalen Rückschlüsse (Ursache-Wirkung) zulässt. Die Methodik ermöglicht lediglich die statistische Prüfung von Assoziationen zwischen Variablen sowie die Bewertung von Korrelationen.

Darüber hinaus wurde keine kontrollierte Vergleichsgruppe mit standardisierten Ausgangsbedingungen (z.B. identischen Leitsymptomen, Triage-Kategorie oder klinischer Fragestellung) gegenübergestellt. Zwar wurden sonografierte und nicht-sonografierte Fälle gegenübergestellt, jedoch ohne vergleichbare Kontrollgruppe. Dadurch lässt sich nicht eindeutig beurteilen, ob der Einsatz von POCUS im Vergleich zu anderen diagnostischen Strategien einen überlegenen Einfluss auf Diagnostik und Therapie hat.

Die retrospektive Datenerhebung führte in einigen Bereichen zu unvollständigen oder lückenhaften Dokumentationen, was die Auswertung einschränkte. Besonders auffällig war dies bei der Erfassung des Zeitpunkts der Sonografie, der in einem Großteil der Fälle fehlte. Ebenso zeigte sich eine uneinheitliche und nicht standardisierte Dokumentation der Sonografie. Während einige Anwender sehr ausführlich dokumentierten, erfolgte die Dokumentation durch andere Anwender in stark verkürzter Form, wodurch die Vergleichbarkeit der Befunde erschwert wurde.

Die Grenzen des sonografischen Einsatzes konnten im Rahmen dieser Arbeit nicht systematisch erfasst werden, da entsprechende Negativbeispiele, wie beispielsweise Fehldiagnosen oder falsch-negative Befunde, in der Dokumentation nicht eindeutig zugeordnet werden konnten. Einschränkungen der Methode mussten daher überwiegend aus der Literatur abgeleitet oder indirekt über Auffälligkeiten wie eingeschränkte Beurteilbarkeit diskutiert werden.

Die vorliegende Analyse ermöglichte weder eine Differenzierung nach Ausbildungsgrad oder Erfahrungsstufe der untersuchenden Ärzte noch eine Bewertung des möglichen Einflusses von POCUS auf Behandlungsergebnisse, Komplikationen oder Mortalität.

Ein weiterer limitierender Faktor besteht in der monozentrischen Ausrichtung der Analyse auf Daten des Alb Donau Klinikums. Dadurch ist eine Generalisierbarkeit der Ergebnisse auf andere Notaufnahmen nur eingeschränkt möglich.

Trotz dieser Limitationen bietet die vorliegende Arbeit wichtige Erkenntnisse über den Einsatz der Sonografie im notfallmedizinischen Kontext. Die genannten Einschränkungen unterstreichen jedoch die Notwendigkeit weiterer, insbesondere prospektiver und multizentrischer Studien, um valide und generalisierbare Aussagen treffen zu können. Eine standardisierte Dokumentation sowie eine strukturierte Erhebung relevanter Parameter, einschließlich subjektiver Einschätzungen der Untersucher, könnten künftige Forschungsarbeiten wesentlich verbessern und somit zu einer besseren Einschätzung der diagnostischen Wertigkeit sonografischer Verfahren beitragen.

5.5 Zusammenfassende Bewertung der Hypothesen

H1 wurde bestätigt. Pathologische Befunde in der fokussierten Sonografie waren signifikant mit Änderungen der Arbeitsdiagnose und/oder initialen Therapie assoziiert. (OR = 73,0 bzw. 44,8; $p < 0,001$; vgl. Abschnitt 5.1 sowie Tabelle 11 / Anhang 4.1, Tabelle 12 / Anhang 4.2)

H2 wurde nicht bestätigt. Die Wahrscheinlichkeit, dass bei Patienten nach einer fokussierten Sonografie eine weiterführende Bildgebung erfolgt, unterscheidet sich nicht signifikant zwischen pathologischen und unauffälligen Befunden. (Cramers-V = 0,199; $p < 0,153$; vgl. Abschnitt 5.1)

H3 wurde bestätigt. Der Einsatz von fokussierter Sonografie erfolgt bei bestimmten MTS-Hauptbeschwerdebildern signifikant häufiger als bei anderen. (Cramers-V = 0,528; $p < 0,001$; vgl. Abschnitt 5.1 sowie Anhang 7 / Abbildung 13)

6 Fazit und Ausblick

6.1 Zentrale Erkenntnisse

Ziel dieser Arbeit war es, den Einfluss fokussierter Sonografie auf die Erstdiagnostik und Therapieentscheidung bei kritisch kranken Notfallpatienten zu untersuchen. Im Mittelpunkt stand die Frage, inwieweit sie zur Verbesserung diagnostischer Abläufe sowie zur gezielteren Therapieeinleitung in der frühen klinischen Phase der Notaufnahme beiträgt.

Die retrospektive Analyse von 204 sonografierten Notfallpatienten zeigt, dass die fokussierte Sonografie in der Notaufnahme gezielt angewendet wurde und in fast der Hälfte der Fälle zu auffälligen Befunden führte. Diese Befunde standen in hochsignifikantem Zusammenhang mit Diagnoseänderungen und Therapieanpassungen, sodass die erste Hypothese (H1) bestätigt werden konnte. Im Gegensatz dazu ließ sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Sonografiebefunden und der Einleitung weiterführender Bildgebung nachweisen, sodass die zweite Hypothese (H2) nicht bestätigt werden konnte. Darüber hinaus zeigte sich, dass POCUS insbesondere bei bestimmten Hauptbeschwerdebildern, wie abdominelle Schmerzen, häufiger zum Einsatz kam als bei anderen Symptomen. Somit konnte auch die dritte Hypothese (H3) bestätigt werden.

Die zentrale Forschungsfrage, ob fokussierte Sonografie einen Einfluss auf die Erstdiagnostik und Therapieentscheidung hat, konnte im Rahmen der vorliegenden retrospektiven Analyse beantwortet werden. Fokussierte Sonografie zeigte sich als klinisch relevantes Diagnostikum, das zur Absicherung und zum Ausschluss relevanter Krankheitsbilder („Rule-out“) beiträgt sowie die diagnostische Sicherheit erhöht. Zwar erlaubt das retrospektive Studiendesign keine kausalen Rückschlüsse im Vergleich zu nicht-sonografierten Fällen, jedoch liefern die analysierten Daten fundierte Hinweise auf den praktischen Nutzen von POCUS in der Akut- und Notfallmedizin. Der breite Einsatz, unabhängig von Alter, Geschlecht oder Triage-Kategorie, unterstreicht ihre Anwendbarkeit über verschiedene Patientengruppen im klinischen Alltag.

Dabei wird jedoch auch deutlich, dass der tatsächliche Nutzen der Methode stark von ihrer praktischen Umsetzung abhängt. Insbesondere die Indikationsstellung, die anatomischen Zugänglichkeit sowie die Expertise der Untersuchenden beeinflussten die Aussagekraft und den klinischen Mehrwert. Eine strukturierte, standardisierte Ausbildung und regelmäßige praktische Anwendung erscheinen daher als essenziell, um die Qualität der Untersuchungsergebnisse nachhaltig zu sichern und potenzielle Fehlinterpretationen zu vermeiden.

Die Relevanz dieser Arbeit liegt nicht nur in der empirischen Bestätigung des klinischen Nutzens, sondern auch in der Alltagsnähe ihrer Methodik. Die retrospektive Erhebung realer Falldaten bietet einen authentischen Einblick in die Nutzung und Auswirkung von Sonografie unter Routinebedingungen. Damit liefert die Arbeit praxisnahe Impulse für den weiteren Ausbau sonografischer Kompetenzen in der Akut- und Notfallmedizin.

6.2 Ausblick und Forschungsbedarf

Aus den Ergebnissen dieser Arbeit ergeben sich verschiedene Ansatzpunkte für zukünftigen Untersuchungen, die zur besseren Einordnung des Nutzens fokussierter Sonografie bei kritisch kranken Patienten in der Notaufnahme beitragen können.

Die Ergebnisse dieser Studie legen nahe, dass der Nutzen der fokussierten Sonografie in der klinischen Praxis unter anderem von der Erfahrung und Routine der Untersuchenden abhängen könnte. Da jedoch keine Daten zum Ausbildungsstand vorlagen, bleibt dieser Zusammenhang spekulativ. Um die diagnostische Qualität langfristig zu sichern und weiterzuentwickeln, erscheint daher die flächendeckende Einführung standardisierter Ausbildungssysteme in der Notfallsonografie, wie sie von der DEGUM empfohlen werden⁹⁷, besonders sinnvoll. Zukünftige Studien sollten zudem gezielt untersuchen, inwieweit Qualifikationsniveau, Schulung und praktische Anwendung die diagnostische Qualität beeinflussen. Dies könnte durch die systematische Erhebung von Schulungsstand, Anwenderprofilen oder Fehlerquoten im klinischen Alltag erfolgen.

Darüber hinaus bleibt die Dokumentation weiterhin eine Herausforderung. Uneinheitliche Befunddokumentationen und insbesondere fehlende Zeitangaben erschweren nicht nur die Auswertbarkeit, sondern verhindern auch eine zuverlässige Bewertung zentraler Aspekte, wie den potenziellen Zeitgewinn. Prospektive Studien mit standardisierter Dokumentation und klarer Zeiterfassung erscheinen daher notwendig, um sowohl die Qualitätssicherung zu verbessern als auch den Einfluss fokussierter Sonografie auf die Dauer bis zur Diagnosestellung oder Therapieeinleitung transparenter zu untersuchen. Zwar liefern internationale Arbeiten hierzu bereits Hinweise, entsprechende Studien im deutschsprachigen Raum fehlen jedoch bislang.

Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass es sich bei dieser Arbeit um eine monozentrische Untersuchung handelt, deren Ergebnisse nicht ohne Weiteres auf andere Einrichtungen übertragbar sind. Multizentrische Studien oder Metaanalysen, die Daten aus verschiedenen Kliniken im deutschsprachigen Raum zusammenführen, könnten hier zu einer höheren externen Validität und besseren Generalisierbarkeit beitragen.

Langfristig stellt sich die Frage, wie die fokussierte Sonografie stärker in bestehende klinische Abläufe integriert werden kann. Mögliche Impulse sind strukturierte Protokolle, digitale Dokumentationshilfen und gezielte Schulungen für konkrete Anwendungsszenarien. Eine bessere Schnittstelle zwischen den KIS könnte zudem

⁹⁷ vgl. Reithmeier (2014), S. 4.

helfen, relevante Untersuchungsdaten automatisch zu erfassen und für die detailliertere Dokumentation bereitzustellen.

Insgesamt zeigt die Studie, dass die fokussierte Sonografie im klinischen Alltag bereits eine wertvolle Entscheidungsgrundlage bietet. Allerdings bestehen weiterhin Optimierungspotenziale. Zukünftige Forschung kann dazu beitragen, den Nutzen gezielter zu erfassen und den Stellenwert der fokussierten Sonografie in der Notfallversorgung evidenzbasiert weiter zu stärken.

Literaturverzeichnis

- Aichinger G. (2025) Ultraschall in der Notfallmedizin Sinnvolle Diagnostik in der prähospitalen Phase? - Medizinischen Universität Graz, online im Internet, URL: https://online.medunigraz.at/mug_online/wbAbs.showThesis?pThesisNr=16460&pOrgNr=1, Abrufdatum: 23.05.2025.
- Amboss (2025) Notfallsonografie—AMBOSS, online im Internet, URL: <https://next.amboss.com/de/article/mJ0VuS?q=POCUS#Zb80901ebfb2ff3286f7c7d3c5dae8062>, Abrufdatum: 21.05.2025.
- Ärzteblatt D. Ä. G. Redaktion Deutsches (2010) Modern Triage in the Emergency Department (17.12.2010), Deutsches Ärzteblatt (Hrsg.), online im Internet, URL: <https://www.aerzteblatt.de/int/archive/article?id=79788>, Abrufdatum: 21.05.2025.
- Busche C., Busch H.-J., Michels G. (2018) Point-of-Care-Sonografie in der Notfall- und Intensivmedizin, in: DMW - Deutsche Medizinische Wochenschrift, Jg. 143, S. 161–164. DOI: 10.1055/s-0043-115604
- Christ M., Bingisser R., Nickel C. H. (2016) Bedeutung der Triage in der klinischen Notfallmedizin, in: DMW - Deutsche Medizinische Wochenschrift, Jg. 141, S. 329–335. DOI: 10.1055/s-0041-109126
- Collaborators Q. (2025) Prospektive vs. retrospektive Studien: Wichtige Unterschiede, online im Internet, URL: <https://www.questionpro.com/blog/de/prospektive-vs-retrospektive-studien-wichtige-unterschiede-die-sie-kennen-sollten/>, Abrufdatum: 20.05.2025.
- Damhorst G. L., Tyburski E. A., Brand O., Martin G. S., Lam W. A. (2019) Diagnosis of acute serious illness: The role of point-of-care technologies, in: Current opinion in biomedical engineering, Jg. 11, S. 22–34. DOI: 10.1016/j.cobme.2019.08.012
- DEGUM (2025a) Was kann alles mit Ultraschall untersucht werden? | DEGUM, online im Internet, URL: <https://www.degum.de/service/patienten/was-kann-alles-mit-ultraschall-untersucht-werden.html>, Abrufdatum: 02.07.2025.
- DEGUM (2025b) Mehrstufenkonzept & Zertifizierung | DEGUM, online im Internet, URL: <https://www.degum.de/fachgebiete/arbeitskreise/notfallsonografie/mehrstufenkonzept-zertifizierung.html>, Abrufdatum: 20.05.2025.
- DEGUM | Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der (2017) Ultraschall statt Röntgen, online im Internet, URL: <https://www.degum.de/presse/pressemitteilungen/im-detail/news/ultraschall-statt-roentgen.html>, Abrufdatum: 30.06.2025.

- Eimer C., Lorenzen U., Reifferscheid F., Passau N., Helzel K., Schmuck A., Seewald S., Köser A., Weiler N., Gässler H., Hossfeld B., Gruenewald M., Feth M. (2024) Ultraschalldiagnostik in der prähospitalen Notfallmedizin – brauchen wir eine standardisierte Ausbildung?, in: Medizinische Klinik—Intensivmedizin und Notfallmedizin, Jg. 119, Nr. 4, S. 309–315. DOI: 10.1007/s00063-023-01045-4
- Georg Thieme Verlag KG (2016) Diagnostik in der Notaufnahme Schnell und sicher entscheiden—DMW (Deutsche Medizinische Wochenschrift), online im Internet, URL: https://eref.thieme.de/ejournals/1439-4413_2016_05#/10.1055-s-0041-109397, Abrufdatum: 18.05.2025.
- Golea A. C., Mureșan E. G., Lăcan S. S., Pasc M. G., Bolboacă S. D. (2016) Ultrasonography as an integrated tool in clinical decision-making in the Emergency Department, in: Medical Ultrasonography, Jg. 18, Nr. 4, S. 419–424. DOI: 10.11152/mu-866
- Gräff I., Schacher S., Kümpers P., Kogej M. (2024) Ersteinschätzung in der klinischen Akut- und Notfallmedizin – Hintergrundwissen für die Praxis, in: Notfall + Rettungsmedizin, DOI: 10.1007/s10049-024-01352-z
- H. Faller (2005) Sensitivität, Spezifität, positiver und negativer Vorhersagewert, online im Internet, URL: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-2004-834624>, Abrufdatum: 20.08.2025.
- Joseph Osterwalder, Gebhard Mathis, Beatrice Hoffmann (2025) Ultraschall in der Medizin—European Journal of Ultrasound / Abstract, online im Internet, URL: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/a-0924-5455>, Abrufdatum: 24.05.2025.
- Kassenärztliche Vereinigung Baden-Württemberg (2023) Die Optimierung der Qualität von Sonographie-Bildern.
- Keikha M., Salehi-Marzijarani M., Soldoozi Nejat R., Sheikh Motahar Vahedi H., Mirrezaie S. M. (2018) Diagnostic Accuracy of Rapid Ultrasound in Shock (RUSH) Exam; A Systematic Review and Meta-analysis, in: Bulletin of Emergency & Trauma, Jg. 6, Nr. 4, S. 271–278. DOI: 10.29252/beat-060402
- Khanyi H. B., Naicker B. (2021) The use of point-of-care ultrasound in a regional emergency department in KwaZulu-Natal, South Africa, in: South African Family Practice: Official Journal of the South African Academy of Family Practice/Primary Care, Jg. 63, Nr. 1, S. e1–e6. DOI: 10.4102/safp.v63i1.5269

- Kissoon D. V., Jagjit S. D., Bales B. D., Luke-Blyden Z., Boyd J. S., Rupp J. D. (2020) Observational descriptive study of ultrasound use and its impact on clinical decisions in the accident and emergency department at Georgetown public hospital corporation, in: PloS One, Jg. 15, Nr. 5, S. e0233379. DOI: 10.1371/journal.pone.0233379
- Krey J. (2013) Manchester Triage System, in: Intensiv, Jg. 21, S. 142–147. DOI: 10.1055/s-0033-1344015
- Lisa von Prondzinski L. (2025) Sonographie: Auf die Expertise kommt es an, online im Internet, URL: <https://medixum.de/magazin/sonographie-auf-die-expertise-kommt-es-an/>, Abrufdatum: 30.06.2025.
- Mackway-Jones K., Marsden J., Windle J. (2018) Ersteinschätzung in der Notaufnahme, 4. Aufl., Hogrefe. DOI: 10.1024/85839-000
- MediAcc (2025) Retrospektive Analysen: Nutzen und Anwendung in der klinischen Forschung, online im Internet, URL: <https://www.mediacc.de/medizinprodukte-wiki/retrospektive-analysen>, Abrufdatum: 22.05.2025.
- Medizinio (2021) POCUS Ultraschall: Notfallsonographie am Point Of Care, online im Internet, URL: <https://www.medizintechnikmarkt.de/blog/pocus-ultraschall>, Abrufdatum: 22.06.2025.
- Medizinio (2025) Pocus-Ultraschall in der Medizin: Ein Überblick, online im Internet, URL: <https://medizinio.de/blog/pocus-ultraschall-medizin>, Abrufdatum: 20.05.2025.
- Michels G. (2019) Bettseitige Bildgebung in der Notfall- und Intensivmedizin, in: Medizinische Klinik—Intensivmedizin und Notfallmedizin, Jg. 114, Nr. 6, S. 488–489. DOI: 10.1007/s00063-019-0557-8
- Michels G., Friemert B., Wolfrum S., Kiefl D., Bernhard M., Reifferscheid F., Bathe J., Walcher F., Dietrich C. F., Lechleuthner A. (2023) Recommendations for Education in Sonography in Prehospital Emergency Medicine (pPOCUS): Consensus paper of DGINA, DGAI, BAND, BV-ÄLRD, DGU, DIVI and DGIIN, in: Anästh Intensivmed,.
- Naddaf N., Dianati Maleki N., Goldschmidt M. E., Kalogeropoulos A. P. (2024) Point of Care Ultrasound (POCUS) in the Management of Heart Failure: A Narrative Review, in: Journal of Personalized Medicine, Jg. 14, Nr. 7, S. 766. DOI: 10.3390/jpm14070766

- Nicola R., Dogra V. (2016) Ultrasound: The triage tool in the emergency department: using ultrasound first, in: The British Journal of Radiology, Jg. 89, Nr. 1061, S. 20150790. DOI: 10.1259/bjr.20150790
- Osterwalder (2010) Update FAST, in: Praxis, Jg. 99, Nr. 25, S. 1545–1549. DOI: 10.1024/1661-8157/a000350
- Pilato J., Walk G. (2025) Ruling Out the “Rule-Out” Diagnosis, online im Internet, URL: <https://www.fortherecordmag.com/archives/052509p5.shtml>, Abrufdatum: 24.05.2025.
- Radiology (ACR) R. S. of N. A. (RSNA) and A. C. of (2024) General Ultrasound, Radiologyinfo.org (Hrsg.), online im Internet, URL: <https://www.radiologyinfo.org/en/info/genus>, Abrufdatum: 26.06.2025.
- Reithmeier E. (2014) Notfallsonographie, online im Internet, URL: <https://healthcare-in-europe.com/de/news/healthcare-in-europe.com/de/news/notfallsonographie.html>, Abrufdatum: 09.08.2025.
- Sacherer F., Zechner P., Seibel A., Breitzkreutz R., Steiner K., Wildner G., Prause G. (2015) Präklinische Notfallsonographie, in: Notfall + Rettungsmedizin, Jg. 18, Nr. 6, S. 449–454. DOI: 10.1007/s10049-014-1969-x
- Schmid M., Dodt C. (2019) Point-of-Care Ultraschall in Notfallzentren, in: Der Klinikarzt, Jg. 47, S. 572–577. DOI: 10.1055/a-0803-8639
- Schreiber M., Greim C.-A. (2020) Abdominelle Notfallsonografie in der Intensiv- und Akutmedizin, in: Dtsch Med Wochenschr.,
- Seyedhosseini J., Bashizadeh-fakhar G., Farzaneh S., Momeni M., Karimialavijeh E. (2017) The impact of the BLUE protocol ultrasonography on the time taken to treat acute respiratory distress in the ED, in: The American Journal of Emergency Medicine, Jg. 35, Nr. 12, S. 1815–1818. DOI: 10.1016/j.ajem.2017.06.007
- Shreffler J., Huecker M. R. (2023) Diagnostic Testing Accuracy: Sensitivity, Specificity, Predictive Values and Likelihood Ratios, StatPearls [Internet], StatPearls Publishing, online im Internet, URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557491/>, Abrufdatum: 06.06.2025.
- Sorensen B., Hunskaa S. (2019) Point-of-care ultrasound in primary care: A systematic review of generalist performed point-of-care ultrasound in unselected populations, in: The Ultrasound Journal, Jg. 11, S. 31. DOI: 10.1186/s13089-019-0145-4
- Spampinato M. D., Luppi F., Cristofaro E., Benedetto M., Cianci A., Bachechi T., Ghirardi C., Perna B., Guarino M., Passaro A., De Giorgio R., Sofia S. (2024) Diagnostic

- accuracy of Point Of Care UltraSound (POCUS) in clinical practice: A retrospective, emergency department based study, in: Journal of Clinical Ultrasound, Jg. 52, Nr. 3, S. 255–264. DOI: 10.1002/jcu.23619
- Stickles S. P., Carpenter C. R., Gekle R., Kraus C. K., Scoville C., Theodoro D., Tran V. H., Ubiñas G., Raio C. (2019) The diagnostic accuracy of a point-of-care ultrasound protocol for shock etiology: A systematic review and meta-analysis, in: CJEM, Jg. 21, Nr. 3, S. 406–417. DOI: 10.1017/cem.2018.498
- Themes U. F. O. (2020) Klinische Integration der fokussierten Notfallsonographie: Neue Möglichkeiten?, online im Internet, URL: <https://radiologykey.com/klinische-integration-der-fokussierten-notfallsonographie-neue-moglichkeiten/>, Abrufdatum: 23.05.2025.
- Universitätsmedizin Leipzig, Helmholtz-Institut (2023) Ultraschall bei Adipositas: Spezialsonden verbessern Diagnostik, online im Internet, URL: <https://healthcare-in-europe.com/de/news/ultraschall-uebergewicht-spezial-sonde.html>, Abrufdatum: 26.08.2025.
- Usher-Smith J. A., Sharp, S. J., Griffin S. J. (2016) The spectrum effect in tests for risk prediction, screening, and diagnosis, in: The BMJ, Jg. 353, S. i3139. DOI: 10.1136/bmj.i3139
- ViaMedici (2025) Die Notaufnahme – Willkommen am Fließband—Via medici, Via medici: Leichter lernen – mehr verstehen (Hrsg.), online im Internet, URL: <https://viamedici.thieme.de/lernmodul/23576527/23576078/die+notaufnahme+-+willkommen+am+fließband>, Abrufdatum: 25.05.2025.
- Wastl D., Helwig K., Dietrich C. F. (2015) Untersuchungskonzepte und Untersuchungsabläufe in der Notfallsonographie, in: Medizinische Klinik—Intensivmedizin und Notfallmedizin, Jg. 110, Nr. 3, S. 231–242. DOI: 10.1007/s00063-015-0026-y
- Zanobetti M., Scorpiniti M., Gigli C., Nazerian P., Vanni S., Innocenti F., Stefanone V. T., Savinelli C., Coppa A., Bigiarini S., Caldi F., Tassinari I., Conti A., Grifoni S., Pini R. (2017) Point-of-Care Ultrasonography for Evaluation of Acute Dyspnea in the ED, in: Chest, Jg. 151, Nr. 6, S. 1295–1301. DOI: 10.1016/j.chest.2017.02.003

Anhangsverzeichnis

Anhang 1: Datenschutzerklärung.....	VIII
Anhang 2: Deskriptive Darstellungen zur Übersicht der Vitalparameter nach MTS-Kategorie	X
Anhang 3: Einsatz der Sonografie	XII
Anhang 3.1: Einsatz Sonografie nach Wochentagen.....	XII
Anhang 3.2: Einsatz Sonografie Ja /Nein nach Kalenderwochen	XII
Anhang 4: Logistische Regressionsanalysen.....	XIII
Anhang 4.1: Logistische Regression – Einfluss auffälliger Sonografiebefunde auf Diagnoseänderung.....	XIII
Anhang 4.2: Logistische Regression – Einfluss auffälliger Sonografiebefunde auf Therapieanpassung	XIII
Anhang 4.3: Logistische Regression – Einfluss auffälliger Sonografiebefunde auf OP-Indikation.....	XIV
Anhang 4.4: Logistische Regression – Einfluss auffälliger Sonografiebefunde auf Fallstatus.....	XV
Anhang 5: Sonografische Auffälligkeiten und deren Konsequenzen	XVI
Anhang 5.1: Übersicht der Konsequenzen	XVI
Anhang 5.2: Sonografische Auffälligkeiten und Folgeentscheidungen nach Organsystem.....	XVII
Anhang 6: Übersicht weiterer Zusammenhänge	XXII
Anhang 7: Kreuztabelle mit Hauptbeschwerdebild und sonstige Bildgebung	XXIII
Anhang 8: Klinisches Fallbeispiel Dokumentation	XXIV

Anhang 1: Datenschutzerklärung



Verpflichtung auf das Datengeheimnis

Name:	Eisenschmid
Vorname:	Amelie
geb. am:	29.01.2003
Straße:	Hauptstraße 22
Wohnort:	72525 Münsingen
Einsatz:	Bachelorarbeit
Praktikum im Rahmen:	Studium zur Physician Assistant

Verpflichtung auf das Datengeheimnis

Aufgrund Ihrer Aufgabenstellung gelten für Sie die Vorschriften der Datenschutzgrundverordnung in besonderem Maße. Danach ist es Ihnen untersagt, geschützte personenbezogene Daten unbefugt zu erheben, zu verarbeiten oder zu nutzen.

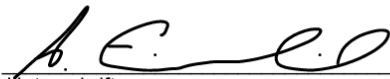
Die Grundsätze der Datenverarbeitung finden Sie in Art. 5 der Datenschutzgrundverordnung. Sie sind verpflichtet, das Datengeheimnis zu wahren. Diese Verpflichtung besteht über das Ende Ihrer Tätigkeit in unserem Unternehmen hinaus. Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass die Verschwiegenheitspflicht sich auf alle Arten von Kommunikation und Kommunikationsmedien bezieht, insbesondere auch auf E-Mail, Internet und soziale Netzwerke (Facebook, Twitter usw.).

Verstöße gegen das Datengeheimnis können mit Freiheits- oder Geldstrafe geahndet werden. In der Verletzung des Datengeheimnisses kann zugleich eine Verletzung arbeits- oder dienstrechtlicher Schweigepflichten liegen.

In der **Anlage** finden Sie zu Ihrer Information einen Auszug aus den relevanten Vorschriften der Datenschutzgrundverordnung.

Meine Verpflichtung auf das Datengeheimnis habe ich zur Kenntnis genommen. Mit den für meine Tätigkeit geltenden Datenschutzbestimmungen wurde ich umfassend (speziell in schriftlicher Form) durch meinen Arbeitgeber bekannt gemacht.

Münsingen, 3.04.2025
Ort, Datum


Unterschrift

Bei Minderjährigen Unterschrift der gesetzlichen Vertreter:

Ort, Datum

Unterschrift (Vater / Mutter / Vormund)

Verpflichtung auf das Datengeheimnis

Anlage zur Verpflichtung auf das Datengeheimnis

Mit diesem Auszug aus den Vorschriften möchten wir Ihnen einen Überblick über die gesetzlichen Bestimmungen verschaffen. Diese Darstellung ist nicht vollständig. Weitere Informationen erhalten Sie bei unserem Datenschutzbeauftragten oder bei der Personalabteilung.

Auszug Definitionen (Art. 4 DSGVO)

„**personenbezogene Daten**“ alle Informationen, die sich auf eine identifizierte oder identifizierbare natürliche Person (im Folgenden „betroffene Person“) beziehen; als identifizierbar wird eine natürliche Person angesehen, die direkt oder indirekt, insbesondere mittels Zuordnung zu einer Kennung wie einem Namen, zu einer Kennnummer, zu Standortdaten, zu einer Online-Kennung oder zu einem oder mehreren besonderen Merkmalen identifiziert werden kann, die Ausdruck der physischen, physiologischen, genetischen, psychischen, wirtschaftlichen, kulturellen oder sozialen Identität dieser natürlichen Person sind;

„**Verarbeitung**“ jeden mit oder ohne Hilfe automatisierter Verfahren ausgeführten Vorgang oder jede solche Vorgangsreihe im Zusammenhang mit personenbezogenen Daten wie das Erheben, das Erfassen, die Organisation, das Ordnen, die Speicherung, die Anpassung oder Veränderung, das Auslesen, das Abfragen, die Verwendung, die Offenlegung durch Übermittlung, Verbreitung oder eine andere Form der Bereitstellung, den Abgleich oder die Verknüpfung, die Einschränkung, das Löschen oder die Vernichtung;

Beispiele für personenbezogene Daten:

Name, Alter, Familienstand, Geburtsdatum, Anschrift, Telefonnummer, E-Mail-Adresse, Konto-, Kreditkarten-, Personalausweis-, Sozialversicherungsnummer, Zeugnisse, Kranken- und Personaldaten

Auszug Grundsätze der Verarbeitung (Art. 5 DSGVO)

- (1) Personenbezogene Daten müssen
 - a) auf rechtmäßige Weise, nach Treu und Glauben und in einer für die betroffene Person nachvollziehbaren Weise verarbeitet werden („Rechtmäßigkeit, Verarbeitung nach Treu und Glauben, Transparenz“);
 - b) für festgelegte, eindeutige und legitime Zwecke erhoben werden und dürfen nicht in einer mit diesen Zwecken nicht zu vereinbarenden Weise weiterverarbeitet werden; eine Weiterverarbeitung für im öffentlichen Interesse liegende Archivzwecke, für wissenschaftliche oder historische Forschungszwecke oder für statistische Zwecke gilt gemäß Artikel 89 Absatz 1 nicht als unvereinbar mit den ursprünglichen Zwecken („Zweckbindung“);
 - c) dem Zweck angemessen und erheblich sowie auf das für die Zwecke der Verarbeitung notwendige Maß beschränkt sein („Datenminimierung“);
 - d) sachlich richtig und erforderlichenfalls auf dem neuesten Stand sein; es sind alle angemessenen Maßnahmen zu treffen, damit personenbezogene Daten, die im Hinblick auf die Zwecke ihrer Verarbeitung unrichtig sind, unverzüglich gelöscht oder berichtigt werden („Richtigkeit“); [...]

Auszug Meldepflicht Art. 33 Abs. 1 DSGVO:

Im Falle einer Verletzung des Schutzes personenbezogener Daten meldet der Verantwortliche unverzüglich und möglichst **innen 72 Stunden**, nachdem ihm die Verletzung bekannt wurde, diese [...] der zuständigen Aufsichtsbehörde, es sei denn, dass die Verletzung des Schutzes personenbezogener Daten voraussichtlich nicht zu einem Risiko für die Rechte und Freiheiten natürlicher Personen führt. [...]

Die Meldungen werden über den Datenschutzbeauftragten vorgenommen.

Sanktionen (nicht abschließend)

§ 42 BDSG Strafvorschriften

(1) Mit Freiheitsstrafe bis zu drei Jahren oder mit Geldstrafe wird bestraft, wer wesentlich nicht allgemein zugängliche personenbezogene Daten einer großen Zahl von Personen, ohne hierzu berechtigt zu sein,

1. einem Dritten übermittelt oder
2. auf andere Art und Weise zugänglich macht und hierbei gewerbsmäßig handelt.

(2) Mit Freiheitsstrafe bis zu zwei Jahren oder mit Geldstrafe wird bestraft, wer personenbezogene Daten, die nicht allgemein zugänglich sind,

1. ohne hierzu berechtigt zu sein, verarbeitet oder
2. durch unrichtige Angaben erschleicht und hierbei gegen Entgelt oder in der Absicht handelt, sich oder einen anderen zu bereichern oder einen anderen zu schädigen.

§ 43 BDSG Bußgeldvorschriften

- (1) Ordnungswidrig handelt, wer vorsätzlich oder fahrlässig
 1. entgegen § 30 Absatz 1 ein Auskunftsverlangen nicht richtig behandelt oder
 2. entgegen § 30 Absatz 2 Satz 1 einen Verbraucher nicht, nicht richtig, nicht vollständig oder nicht rechtzeitig unterrichtet.
- (2) Die Ordnungswidrigkeit kann mit einer Geldbuße bis zu fünfzigtausend Euro geahndet werden.
- (3) Gegen Behörden und sonstige öffentliche Stellen im Sinne des § 2 Absatz 1 werden keine Geldbußen verhängt. [...]

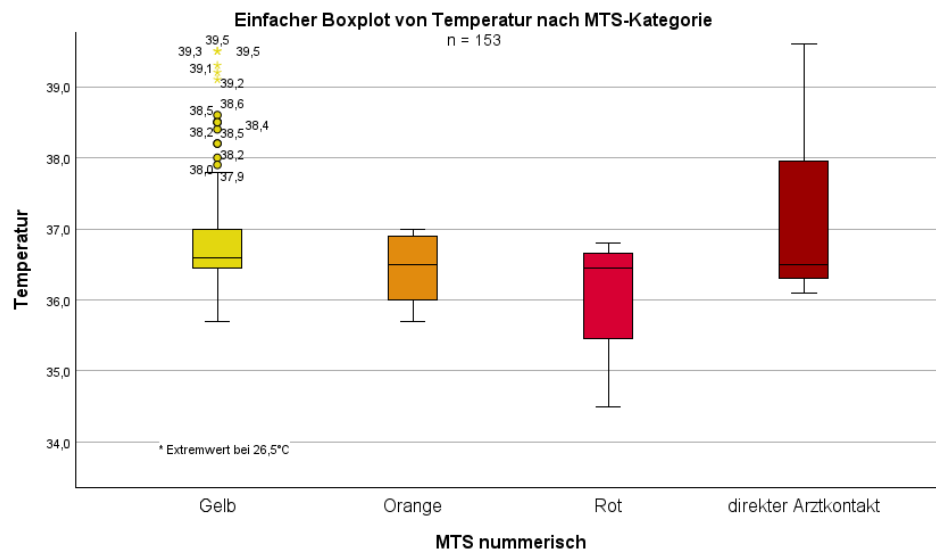
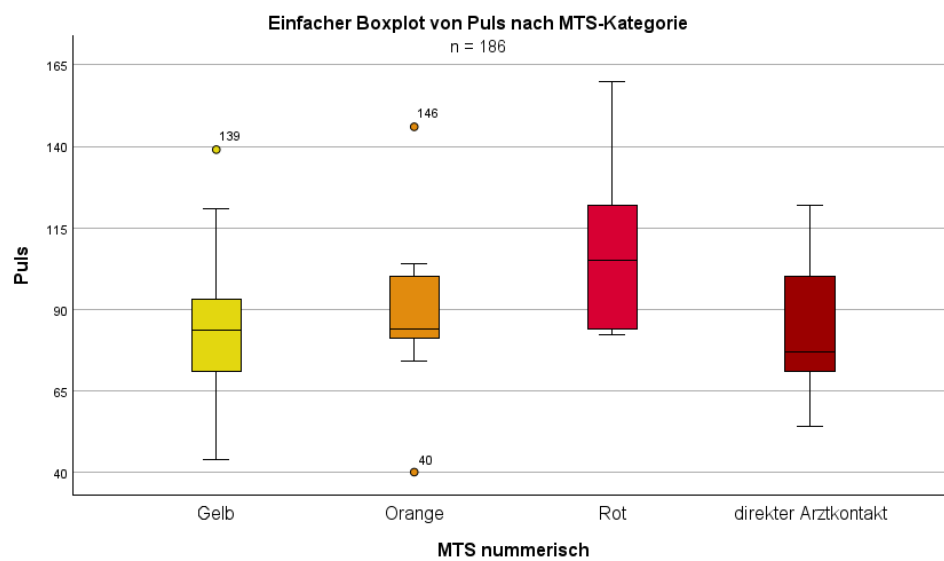
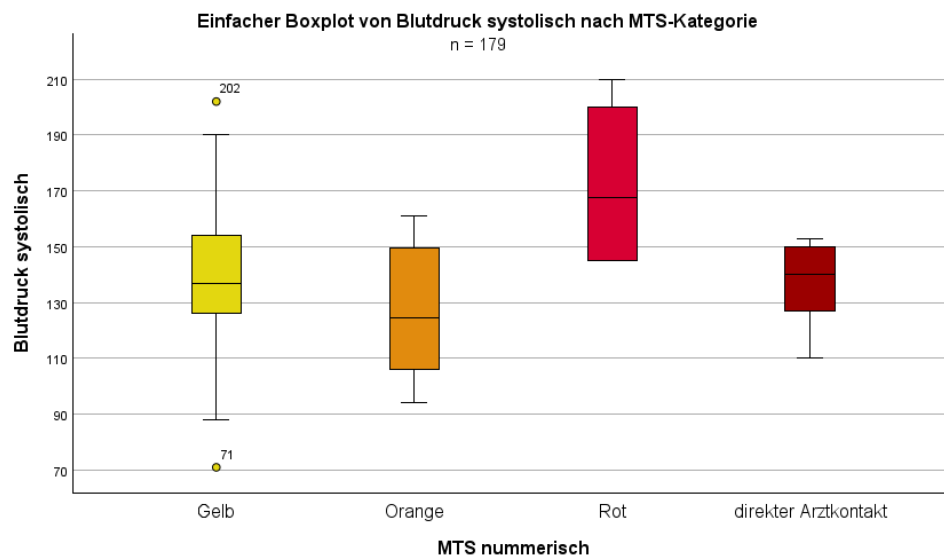
§ 202a StGB Ausspähen von Daten

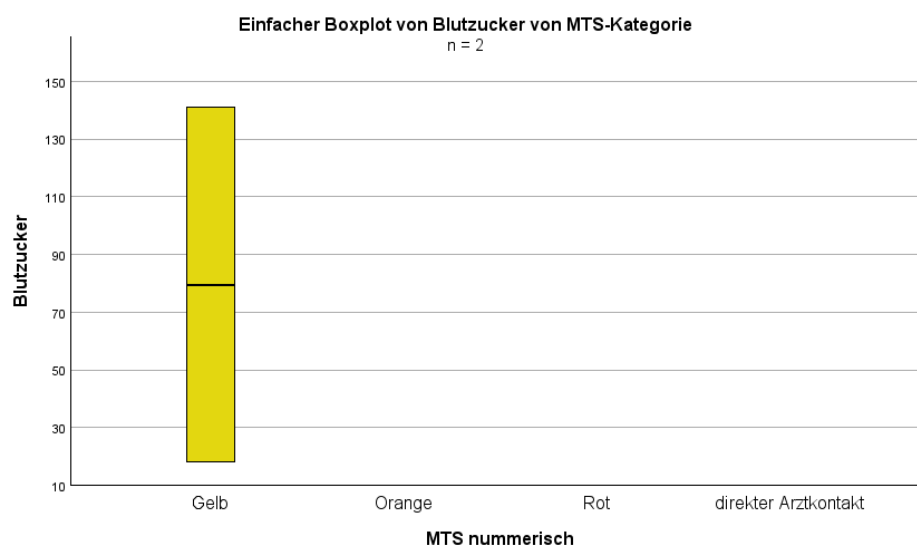
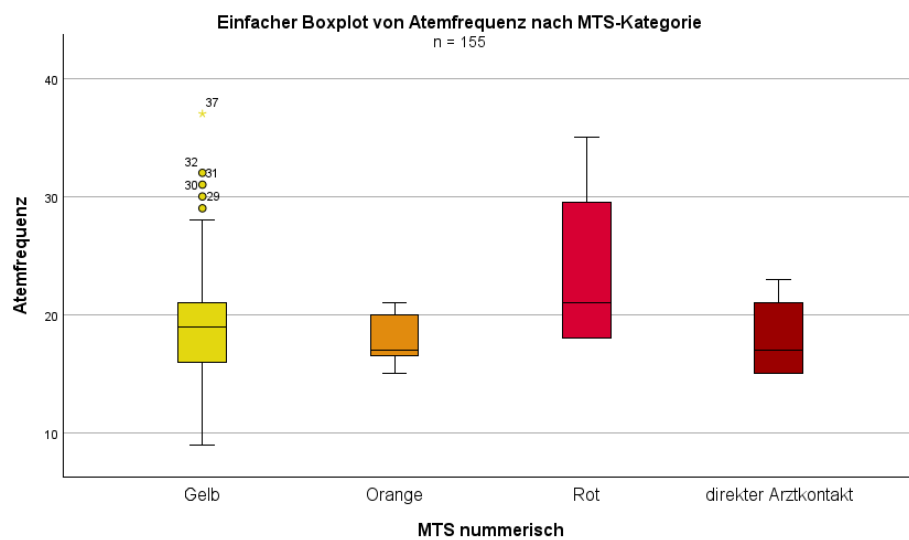
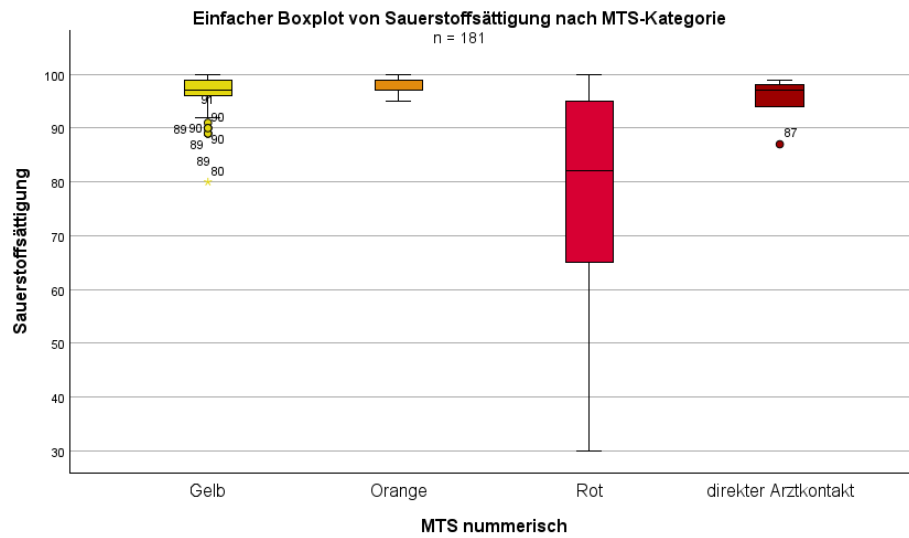
- (1) Wer unbefugt sich oder einem anderen Zugang zu Daten, die nicht für ihn bestimmt und die gegen unberechtigten Zugang besonders gesichert sind, unter Überwindung der Zugangssicherung verschafft, wird mit Freiheitsstrafe bis zu drei Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.
- (2) Daten im Sinne des Absatzes 1 sind nur solche, die elektronisch, magnetisch oder sonst nicht unmittelbar wahrnehmbar gespeichert sind oder übermittelt werden.

§ 303a StGB Datenveränderung

- (1) Wer rechtswidrig Daten (§ 202a Abs. 2) löscht, unterdrückt, unbrauchbar macht oder verändert, wird mit Freiheitsstrafe bis zu zwei Jahren oder mit Geldstrafe bestraft.

Anhang 2: Deskriptive Darstellungen zur Übersicht der Vitalparameter nach MTS-Kategorie





Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

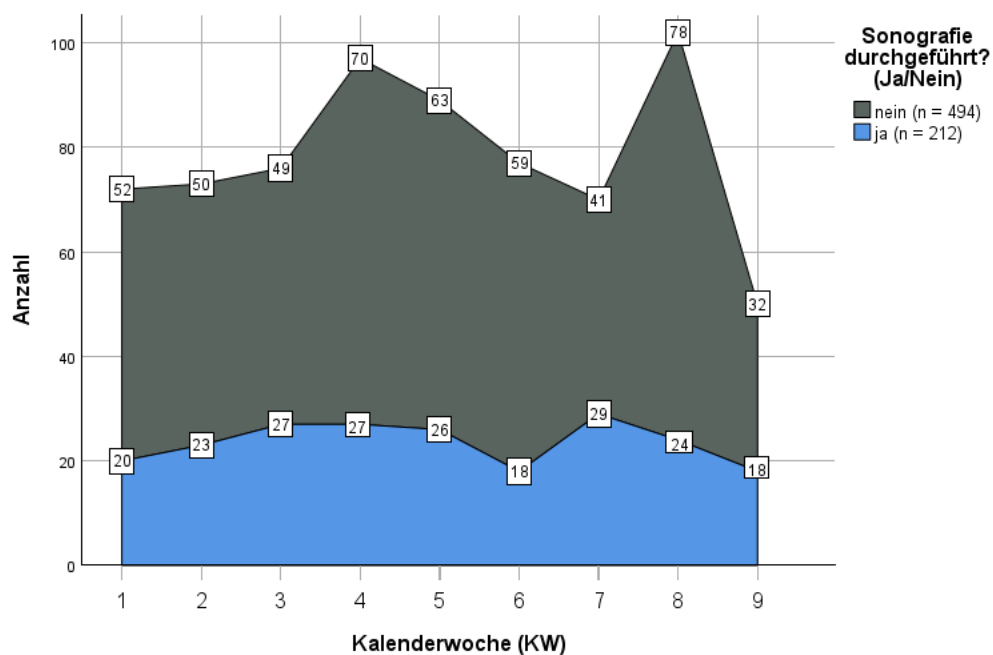
Anhang 3: Einsatz der Sonografie

Anhang 3.1: Einsatz Sonografie nach Wochentagen

		Häufigkeit durchgeführte Sonografien (n = 204)	Häufigkeit Patienten gesamter Datensatz (n = 706)	Anteil
Wochentag	Montag	23	96	,24
	Dienstag	38	116	,33
	Mittwoch	26	96	,27
	Donnerstag	40	110	,36
	Freitag	38	113	,34
	Samstag	21	106	,20
	Sonntag	18	69	,26

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

Anhang 3.2: Einsatz Sonografie Ja /Nein nach Kalenderwochen



Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

Anhang 4: Logistische Regressionsanalysen

Anhang 4.1: Logistische Regression – Einfluss auffälliger Sonografiebefunde auf Diagnoseänderung

Omnibus-Tests der Modellkoeffizienten					Modellzusammenfassung			
		Chi-Quadrat	df	Sig.	Schritt	-2 Log-Likelihood	Cox & Snell R-Quadrat	Nagelkerkes R-Quadrat
Schritt 1	Schritt	130,861	1	<,001	1	140,542 ^a	,473	,644
	Block	130,861	1	<,001				
	Modell	130,861	1	<,001				

a. Schätzung beendet bei Iteration Nummer 6, weil die Parameterschätzer sich um weniger als ,001 änderten.

Klassifizierungstabelle^a

			Vorhergesagt		Prozentsatz der Richtigen
			Diagnoseänderung durch Sono-Ergebnis		
Beobachtet			Nein	Ja	
Schritt 1	Diagnoseänderung durch Sono-Ergebnis	Nein	105	21	83,3
		Ja	5	73	93,6
	Gesamtprozentsatz				87,3

a. Der Trennwert lautet ,500

Variablen in der Gleichung

		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Konfidenzintervall für EXP(B)	
Schritt 1 ^a	Auffälligkeiten im Sono	4,290	,520	67,966	1	<,001	73,000	26,323	202,446
	Konstante	-3,045	,458	44,239	1	<,001	,048		

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: Auffälligkeiten im Sono.

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

Anhang 4.2: Logistische Regression – Einfluss auffälliger Sonografiebefunde auf Therapieanpassung

Omnibus-Tests der Modellkoeffizienten					Modellzusammenfassung			
		Chi-Quadrat	df	Sig.	Schritt	-2 Log-Likelihood	Cox & Snell R-Quadrat	Nagelkerkes R-Quadrat
Schritt 1	Schritt	102,652	1	<,001	1	158,410 ^a	,395	,548
	Block	102,652	1	<,001				
	Modell	102,652	1	<,001				

a. Schätzung beendet bei Iteration Nummer 6, weil die Parameterschätzer sich um weniger als ,001 änderten.

Klassifizierungstabelle^a

			Vorhergesagt		Prozentsatz der Richtigen
			Therapieanpassung durch Sonobefund (z.B. Flüssigkeitstherapie, Applikation von Medikamenten, etc.)		
Beobachtet			Nein	Ja	
Schritt 1	Therapieanpassung durch Sonobefund	Nein	105	30	77,8
		Ja	5	64	92,8
	Gesamtprozentsatz				82,8

a. Der Trennwert lautet ,500

Variablen in der Gleichung

		Regressions koeffizientB	Standar dfehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Konfidenzintervall für EXP(B)	
Schritt 1 ^a	Auffälligkeiten im Sono	3,802	,508	55,930	1	<,001	44,800	16,539	121,350
	Konstante	-3,045	,458	44,239	1	<,001	,048		

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: Auffälligkeiten im Sono.

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

Anhang 4.3: Logistische Regression – Einfluss auffälliger Sonografiebefunde auf OP-Indikation

Omnibus-Tests der Modellkoeffizienten

		Chi-Quadrat	df	Sig.
Schritt 1	Schritt	5,497	1	,019
	Block	5,497	1	,019
	Modell	5,497	1	,019

Modellzusammenfassung

Schritt	-2 Log- Likelihood	Cox & Snell R- Quadrat	Nagelkerkes R- Quadrat
1	276,051 ^a	,027	,036

a. Schätzung beendet bei Iteration Nummer 4, weil die Parameterschätzer sich um weniger als ,001 änderten.

Klassifizierungstabelle^a

		Vorhergesagt		
		Auffälligkeiten im Sono		Prozentsatz der Richtigen
Schritt 1	Beobachtet	Nein	Ja	
	Auffälligkeiten im Sono			
	Nein	107	3	97,3
	Ja	84	10	10,6
	Gesamtprozentsatz			57,4

a. Der Trennwert lautet ,500

Variablen in der Gleichung

		Regressions koeffizientB	Standar dfehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Schritt 1 ^a	OP-Indikation gestellt	1,446	,674	4,600	1	,032	4,246
	Konstante	-,242	,146	2,756	1	,097	,785

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: OP-Indikation gestellt.

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

Anhang 4.4: Logistische Regression – Einfluss auffälliger Sonografiebefunde auf Fallstatus

Omnibus-Tests der Modellkoeffizienten

		Chi-Quadrat	df	Sig.
Schritt 1	Schritt	,976	1	,323
	Block	,976	1	,323
	Modell	,976	1	,323

Modellzusammenfassung

Schritt	-2 Log-Likelihood	Cox & Snell R-Quadrat	Nagelkerkes R-Quadrat
1	280,571 ^a	,005	,006

a. Schätzung beendet bei Iteration Nummer 3, weil die Parameterschätzer sich um weniger als ,001 änderten.

Klassifizierungstabelle^a

Beobachtet		Vorhergesagt		
		Auffälligkeiten im Sono Nein	Auffälligkeiten im Sono Ja	Prozentsatz der Richtigen
Schritt 1	Auffälligkeiten im Sono	Nein	Ja	
		Nein	Ja	
		106	4	96,4
		94	0	,0
	Gesamtprozentsatz			52,0

a. Der Trennwert lautet ,500

Variablen in der Gleichung

		Regressions koeffizientB	Standard fehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Schritt 1 ^a	Fallstatus (ambulant / stationär)	,259	,263	,973	1	,324	1,296
	Konstante	-,555	,428	1,683	1	,195	,574

a. In Schritt 1 eingegebene Variablen: Fallstatus (ambulant / stationär).

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

Anhang 5: Sonografische Auffälligkeiten und deren Konsequenzen

Anhang 5.1: Übersicht der Konsequenzen

	Häufigkeit Untersuchungen Gesamt	Häufigkeiten Auffälligkeiten	Häufigkeiten Diagnoseänderung	Häufigkeiten Therapieanpassung	OPIndikation
Beinvenen	4	1	2	2	0
Darm	54	28	22	21	2
Freie Flüssigkeit	88	36	30	28	7
Gallenblase	62	32	24	25	1
Gefäßsystem	24	14	9	8	1
Gynäkologisch	21	8	8	6	3
Herz	59	28	23	20	5
Leber	65	33	25	25	1
Lunge / Pleura	62	26	18	15	3
Milz	30	14	13	12	1
Muskulär	8	4	4	2	1
Niere	93	46	36	36	5
Pankreas	5	3	4	4	0
Urogenitalsystem	70	42	32	33	6

	Häufigkeiten Weiterführende Bildgebung CT	Häufigkeiten Weiterführende Bildgebung Röntgen	Häufigkeiten Weiterführende Diagnostik
Intensivaufnahme			
0	2	1	0
1	11	13	2
3	25	20	4
0	15	12	3
0	3	7	2
0	0	0	0
6	15	11	2
0	13	17	3
4	10	23	5
0	6	11	0
0	0	3	0
1	21	21	8
0	2	1	0
1	15	15	5

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

Anhang 5.2: Sonografische Auffälligkeiten und Folgeentscheidungen nach Organsystem

Fallzusammenfassung

	Gültig		Fälle Fehlend		Gesamt	
	N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
\$us_set*Sono_positiv	202	99,0%	2	1,0%	204	100,0%

			Auffälligkeiten im Sono		Gesamt
			Nein	Ja	
Sonografie nach Organsystem ^a	Ultraschall: Leber untersucht?	Anzahl	32	33	65
	Ultraschall: Gallenblase untersucht?	Anzahl	30	32	62
	Ultraschall: Nieren untersucht?	Anzahl	47	46	93
	Untersuchung: Urogenitalsystem (z.B. Blase, Prostata)	Anzahl	28	42	70
	Ultraschall: Aorta abdominalis, Vena Cava untersucht?	Anzahl	10	14	24
	Ultraschall: Milz untersucht?	Anzahl	16	14	30
	Ultraschall: Pankreas untersucht?	Anzahl	2	3	5
	Ultraschall: Lunge/Pleura, Pleuraergüsse	Anzahl	36	26	62
	Ultraschall: Herz / Kardiovaskuläres System	Anzahl	31	28	59
	Ultraschall: freie Flüssigkeit (z.B. Morrison-Pouch)	Anzahl	52	36	88
	Ultraschall: Darm (z.B. Ileus)	Anzahl	26	28	54
	Ultraschall: gynäkologisch	Anzahl	13	8	21
	Ultraschall: muskulär (z.B. intramuskuläre Einblutungen, Kontinuitätsunterbrechungen)	Anzahl	4	4	8
	Ultraschall: Beinvenen (z.B. TVT)	Anzahl	3	1	4
Gesamt		Anzahl	108	94	202

Prozentsätze und Gesamtwerte beruhen auf den Befragten.

a. Dichotomie-Gruppe tabellarisch dargestellt bei Wert 1.

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

			Diagnoseänderung durch Sono-Ergebnis		Gesamt
			Nein	Ja	
Sonografie nach Organsystem ^a	Ultraschall: Leber untersucht?	Anzahl	40	25	65
	Ultraschall: Gallenblase untersucht?	Anzahl	38	24	62
	Ultraschall: Nieren untersucht?	Anzahl	57	36	93
	Untersuchung: Urogenitalsystem (z.B. Blase, Prostata)	Anzahl	38	32	70
	Ultraschall: Aorta abdominalis, Vena Cava untersucht?	Anzahl	15	9	24
	Ultraschall: Milz untersucht?	Anzahl	17	13	30
	Ultraschall: Pankreas untersucht?	Anzahl	1	4	5
	Ultraschall: Lunge/Pleura, Pleuraergüsse	Anzahl	44	18	62
	Ultraschall: Herz / Kardiovaskuläres System	Anzahl	36	23	59
	Ultraschall: freie Flüssigkeit (z.B. Morrison-Pouch)	Anzahl	58	30	88
	Ultraschall: Darm (z.B. Ileus)	Anzahl	32	22	54
	Ultraschall: gynäkologisch	Anzahl	13	8	21
	Ultraschall: muskulär (z.B. intramuskuläre Einblutungen, Kontinuitätsunterbrechungen)	Anzahl	4	4	8
	Ultraschall: Beinvenen (z.B. TVT)	Anzahl	2	2	4
Gesamt		Anzahl	124	78	202

Prozentsätze und Gesamtwerte beruhen auf den Befragten.

a. Dichotomie-Gruppe tabellarisch dargestellt bei Wert 1.

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

			Therapieanpassung durch Sonobefund (z.B. Flüssigkeitstherapie, Applikation von Medikamenten, etc.)		Gesamt
			Nein	Ja	
Sonografie nach Organsystem ^a	Ultraschall: Leber untersucht?	Anzahl	40	25	65
	Ultraschall: Gallenblase untersucht?	Anzahl	37	25	62
	Ultraschall: Nieren untersucht?	Anzahl	57	36	93
	Untersuchung: Urogenitalsystem (z.B. Blase, Prostata)	Anzahl	37	33	70
	Ultraschall: Aorta abdominalis, Vena Cava untersucht?	Anzahl	16	8	24
	Ultraschall: Milz untersucht?	Anzahl	18	12	30
	Ultraschall: Pankreas untersucht?	Anzahl	1	4	5
	Ultraschall: Lunge/Pleura, Pleuraergüsse	Anzahl	47	15	62
	Ultraschall: Herz / Kardiovaskuläres System	Anzahl	39	20	59
	Ultraschall: freie Flüssigkeit (z.B. Morrison-Pouch)	Anzahl	60	28	88
	Ultraschall: Darm (z.B. Ileus)	Anzahl	33	21	54
	Ultraschall: gynäkologisch	Anzahl	15	6	21
	Ultraschall: muskulär (z.B. intramuskuläre Einblutungen, Kontinuitätsunterbrechungen)	Anzahl	6	2	8
	Ultraschall: Beinvenen (z.B. TVT)	Anzahl	2	2	4
Gesamt		Anzahl	133	69	202

Prozentsätze und Gesamtwerte beruhen auf den Befragten.

a. Dichotomie-Gruppe tabellarisch dargestellt bei Wert 1.

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

			weiterführende Bildgebung nach Sonografie						Gesamt
			keine Bildgebung	CT	MRT	Röntgen	TTE	Herz- katheter	
Sonografie nach Organsystem ^a	Ultraschall: Leber untersucht?	Anzahl	34	13	1	17	0	0	65
	Ultraschall: Gallenblase untersucht?	Anzahl	35	15	0	12	0	0	62
	Ultraschall: Nieren untersucht?	Anzahl	50	21	1	21	0	0	93
	Untersuchung: Urogenitalsystem (z.B. Blase, Prostata)	Anzahl	40	15	0	15	0	0	70
	Ultraschall: Aorta abdominalis, Vena Cava untersucht?	Anzahl	13	3	0	7	1	0	24
	Ultraschall: Milz untersucht?	Anzahl	12	6	1	11	0	0	30
	Ultraschall: Pankreas untersucht?	Anzahl	2	2	0	1	0	0	5
	Ultraschall: Lunge/Pleura, Pleuraergüsse	Anzahl	27	10	1	23	1	0	62
	Ultraschall: Herz / Kardiovaskuläres System	Anzahl	29	15	0	11	1	3	59
	Ultraschall: freie Flüssigkeit (z.B. Morrison-Pouch)	Anzahl	42	25	1	20	0	0	88
	Ultraschall: Darm (z.B. Ileus)	Anzahl	30	11	0	13	0	0	54
	Ultraschall: gynäkologisch	Anzahl	21	0	0	0	0	0	21
	Ultraschall: muskulär (z.B. intramuskuläre Einblutungen, Kontinuitätsunterbrechungen)	Anzahl	5	0	0	3	0	0	8
	Ultraschall: Beinvenen (z.B. TVT)	Anzahl	1	2	0	1	0	0	4
Gesamt		Anzahl	119	40	1	37	2	3	202

Prozentsätze und Gesamtwerte beruhen auf den Befragten.

a. Dichotomie-Gruppe tabellarisch dargestellt bei Wert 1.

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

			weiterführende Diagnostik nach Sonografie				Gesamt
			Nein	Ja	BGA	Urin-Status	
Sonografie nach Organsystem ^a	Ultraschall: Leber untersucht?	Anzahl	61	1	2	0	64
	Ultraschall: Gallenblase untersucht?	Anzahl	58	1	2	0	61
	Ultraschall: Nieren untersucht?	Anzahl	84	1	4	3	92
	Untersuchung: Urogenitalsystem (z.B. Blase, Prostata)	Anzahl	64	1	1	3	69
	Ultraschall: Aorta abdominalis, Vena Cava untersucht?	Anzahl	22	0	2	0	24
	Ultraschall: Milz untersucht?	Anzahl	30	0	0	0	30
	Ultraschall: Pankreas untersucht?	Anzahl	5	0	0	0	5
	Ultraschall: Lunge/Pleura, Pleuraergüsse	Anzahl	57	1	3	1	62
	Ultraschall: Herz / Kardiovaskuläres System	Anzahl	57	1	0	1	59
	Ultraschall: freie Flüssigkeit (z.B. Morrison-Pouch)	Anzahl	84	0	4	0	88
	Ultraschall: Darm (z.B. Ileus)	Anzahl	52	1	1	0	54
	Ultraschall: gynäkologisch	Anzahl	21	0	0	0	21
	Ultraschall: muskulär (z.B. intramuskuläre Einblutungen, Kontinuitätsunterbrechungen)	Anzahl	8	0	0	0	8
	Ultraschall: Beinvenen (z.B. TVT)	Anzahl	4	0	0	0	4
Gesamt		Anzahl	187	2	7	4	200

Prozentsätze und Gesamtwerte beruhen auf den Befragten.

a. Dichotomie-Gruppe tabellarisch dargestellt bei Wert 1.

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

Anhang 6: Übersicht weiterer Zusammenhänge

Analyse	Testverfahren	Teststatistik	p-Wert	Signifikanz
Auffälligkeit x Entlassung	Cramer's V	0,114	0,104	nein
Auffälligkeit x MTS-Kategorie	Cramer's V	0,088	0,666	nein
MTS-Kategorie x Stellenwert der Sonografie	Spearman	-0,027	0,700	nein
Auffälligkeit x Hauptbeschwerdebild	Cramer's V	0,359	0,121	nein
Alter x Sonografie durchgeführt (Ja / Nein)	Mann-Whitney- Test	U = 48848,0 Z = -1,415	0,157	nein
Geschlecht x Sonografie durchgeführt (Ja / Nein)	Cramer's V	0,068	0,073	nein
Alter x Sonografie durchgeführt (Ja / Nein)	Cramer's V	0,065	0,024	nein

Quelle: Eigene Darstellung (2025)

Anhang 7: Kreuztabelle mit Hauptbeschwerdebild und sonstige Bildgebung

		Bildgebung						Gesamt
		keine Bildgebung	CT	Röntgen	TTE	MRT	Herzkatheter	
MTS Diagramm		12	1	7	0	1	1	22
	Abdominelle Schmerzen bei Erwachsenen	10	1	2	0	0	0	13
	Abdominelle Schmerzen bei Kindern	1	0	0	0	0	0	1
	Allergie	8	0	1	0	0	0	9
	Atemproblem bei Erwachsenen	20	7	18	1	0	0	46
	Auffälliges Verhalten	2	1	0	0	0	0	3
	Augenprobleme	3	0	0	0	0	0	3
	Betrunkenen Eindruck	3	2	0	0	0	0	5
	Bisse und Stiche	1	0	0	0	0	0	1
	Diabetes	3	0	0	0	0	0	3
	Durchfälle und Erbrechen	0	1	0	0	0	0	1
	Durchfälle und Erbrechen	1	0	0	0	0	0	1
	Extremitätenprobleme	8	6	48	0	0	0	62
	Gastrointestinale Blutung	5	0	0	0	0	0	5
	Generelle Indikatoren	4	1	0	0	0	0	5
	Gesichtsprobleme	1	2	1	0	0	0	4
	Halsschmerz	2	0	0	0	0	0	2
	Herzklopfen	32	0	3	4	0	1	40
	Kollaps	6	1	2	1	0	0	10
	Kopfschmerz	6	3	0	0	0	0	9
	Kopfverletzung	2	10	4	0	0	0	16
	Nackenschmerz	2	1	0	0	0	0	3
	Psychiatrische Erkrankung	2	0	0	0	0	0	2
	Rückenschmerz	12	2	8	0	4	0	26
	Schweres Trauma	0	1	1	0	0	0	2
	Stürze	3	12	13	0	0	0	28
	Thoraxschmerz	48	8	7	4	0	5	72
	Überdosierung und Vergiftung	10	0	0	0	0	0	10
	Unwohlsein bei Erwachsenen	39	9	13	1	0	0	62
	Unwohlsein bei Kindern	2	0	2	0	0	0	4
	Urologisches Problem	6	1	0	0	0	0	7
	Verbrennungen und Verbrühungen	2	0	1	0	0	0	3
	Wunden	9	2	3	0	0	0	14
Gesamt		265	72	134	11	5	7	494

Symmetrische Maße

		Wert	Näherungsweise Signifikanz
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	,831	<,001
	Cramer-V	,372	<,001
Anzahl der gültigen Fälle		494	

Quelle: Eigene Darstellung mit SPSS (2025)

Anhang 8: Klinisches Fallbeispiel Dokumentation

Fallnummer	52410677
Probleme	nein
Fokussierte Sonografie durchgeführt	ja
Alter	19
Geschlecht	Weiblich
Fall Aufnahmedatum	14.02.2024 10:15
Fallstatus	stationär
Entlassende Fachrichtung	Chirurgie
Zeitpunkt Erstkontakt ZNA	14.02.2024 10:25
Grund Des Kommens	gestern Treppensturz 15 Stufen, Rückenschmerzen, Bauchschmerzen, Kopfschmerzen, Beule am Kopf
Schmerzskala	5
MTS-Diagramm	Stürze
Indikator Des Kommens	Mäßiger Schmerz
MTS-Einstufung	Gelb
Schwanger	Nein
Einweisungsart	Ohne
Zeitpunkt Ende Notfallversorgung	14.02.2024 13:01
Entlassung	Verlegung extern / intern
Aufnahme Bis Triage	7
Triage Bis Arztkontakt	2
Gesamtaufenthaltsdauer	191
Blutdruck syst.	137
Puls	89
Temperatur	36,3
Sauerstoffsättigung	98
Atemfrequenz	18
Blutzucker	keine Dokumentation
Zeitpunkt des Ultraschalls	bei Vorstellung, keine genaue Zeitangabe
Ultraschall Indikation	Symptomorientierte Indikation
us_leber	Ja
us_gallenblase	Nein
us_nieren	Ja
us_uro	Nein
us_abdominelle_Gefäße	Nein
us_milz	Ja
us_pankreas	Nein
us_lunge_pleura	Ja
us_herz	Nein
us_freie_flüssigkeit	Ja
us_darm	Nein
us_gyn	Nein
us_muskulär	Nein
us_beinvenen	Nein
Eingeschränkte Beurteilbarkeit	Nein
Sonografiebefund positiv	Ja
Diagnoseänderung	Ja
Therapieanpassung	Nein

Procedere nach us	stationäre Aufnahme
OP-Indikation	Nein
Intensivaufnahme	Nein
Weiterführende Bildgebung	Röntgen
Weiterführende Diagnostik	Nein
Diagnostik	Nein
Sonstige Anmerkung	wenig freie Flüssigkeit im Douglas Raum, Röntgen WS unauffällig, CT nur bei akuter Verschlechterung und progredientem Sonografiebefund
Stellenwert Sonografie	hohe klinische Relevanz des Befundes

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich,

1. dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als den angegebenen Hilfsmitteln angefertigt habe.
2. dass ich alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen wurden, als solche kenntlich gemacht habe.
3. dass ich diese Arbeit bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt habe.
4. dass ich das Thema der Bachelorarbeit bisher weder im In- noch im Ausland einem Prüfer in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Mir ist bekannt, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben kann.

Münsingen, 27.08.2025
.....
Ort, Datum


.....
Unterschrift