

AUS DEM LEHRSTUHL  
FÜR UNFALLCHIRURGIE  
Prof. Dr. Dr. V. Alt  
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

INITIALDIAGNOSTIK DES APPENDIZITISVERDACHTS BEI UNKLAREM  
UNTERBAUCHSCHMERZ IN EINER UNIVERSITÄREN NOTAUFNAHME

Inaugural – Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Zahnmedizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
Elisabeth Gerlitz

2022



AUS DEM LEHRSTUHL  
FÜR UNFALLCHIRURGIE  
Prof. Dr. Dr. V. Alt  
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

INITIALDIAGNOSTIK DES APPENDIZITISVERDACHTS BEI UNKLAREM  
UNTERBAUCHSCHMERZ IN EINER UNIVERSITÄREN NOTAUFNAHME

Inaugural – Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Zahnmedizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
Elisabeth Gerlitz

2022

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Dirk Hellwig

1. Berichterstatter: PD Dr. Michaela Huber

2. Berichterstatter: PD Dr. Markus Zimmermann

Tag der mündlichen Prüfung: 09.12.2022

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	6
1.1 Epidemiologie .....	6
1.2 Anatomie .....	6
1.3 Ätiologie der akuten Appendizitis .....	7
1.4 Diagnostik .....	9
1.4.1 Anamnese und klinische Untersuchung .....	9
1.4.2 Laboruntersuchung .....	11
1.4.3 Bildgebung.....	11
1.4.3.1 Sonographie der Appendix .....	11
1.4.3.2 Computertomographie (CT).....	13
1.4.3.3 Magnetresonanztomographie (MRT) .....	14
1.5 Konservative oder chirurgische Therapie .....	15
1.6 Zielsetzung der Arbeit .....	17
2. Material und Methoden.....	18
2.1 Allgemeine Anamnesedaten.....	18
2.2 Klinische Untersuchung .....	18
2.3 Laborkontrolle .....	19
2.4 Bildgebende Verfahren .....	19
2.5 Weitere Parameter .....	19
2.6 Statistische Auswertung.....	20
3. Ergebnisse .....	21
3.1 Daten zum allgemeinen Patientenkollektiv .....	21
3.1.1 Einteilung des Patientenkollektivs .....	21
3.1.2 Bestehende Vorerkrankungen.....	23
3.1.3 Vitalparameter .....	24

3.1.4 Ergänzende Laboruntersuchungen.....	24
3.1.5 Analyse von Übelkeit, Erbrechen sowie Stuhlverhalten .....	24
3.1.6 Palpation des Abdomens in Bezug zum Gesamtkollektiv.....	24
3.1.7 Primäre Untersucherfachrichtung und Hinzuziehung anderer Fachrichtungen .....	25
3.1.8 Werte der Standardlaboruntersuchung.....	26
3.1.9 Sonographie in Bezug zum Gesamtkollektiv .....	27
3.1.10 CT in Bezug zum Gesamtkollektiv .....	27
3.1.11 MRT in Bezug zum Gesamtkollektiv .....	30
3.1.12 Kombination Sonographie/CT/MRT .....	31
3.1.13 Angaben zu Operationen.....	32
3.1.14 Vergleich von Verdachts- und Entlassdiagnose.....	33
3.2 Analyse der Untersuchungsparameter bei Appendizitis .....	35
3.2.1 Übelkeit und Erbrechen bei Vorliegen einer Appendizitis.....	35
3.2.2 Palpation des Abdomens bei Appendizitis .....	36
3.2.3 Laborparameter bei Entlassdiagnose Appendizitis.....	39
3.2.4 Sonographie bei Appendizitis .....	44
3.2.5 Einsatz der Computertomographie bei Appendizitis .....	46
3.2.6 Magnetresonanztomographie bei Appendizitis .....	46
3.2.7 Histologische Stadieneinteilung der Appendizitidfälle .....	47
4. Diskussion .....	49
4.1 Klinische Untersuchung .....	49
4.2 Laborwerte .....	52
4.3 Bildgebung .....	53
4.3.1 Sonographie .....	53
4.3.2 Computertomographie .....	56
4.3.3 Magnetresonanztomographie.....	57

4.3.4 Kritische Betrachtung der Operationsmethoden .....	58
4.4 Diskussion der Fehlermöglichkeiten .....	61
5. Zusammenfassung .....	63
6. Verzeichnisse .....	66
6.1 Literaturverzeichnis .....	66
6.2 Abbildungsverzeichnis .....	77
6.3 Tabellenverzeichnis .....	79
6.4 Abkürzungsverzeichnis .....	81
7. Anhang .....	82
7.1 Fragebogen zur Auswertung der Patientendaten .....	82
7.2 Ethikvotum .....	84
7.3 Danksagung.....	
7.4 Lebenslauf .....	
7.5 Erklärung zur Dissertation .....	

## 1. Einleitung

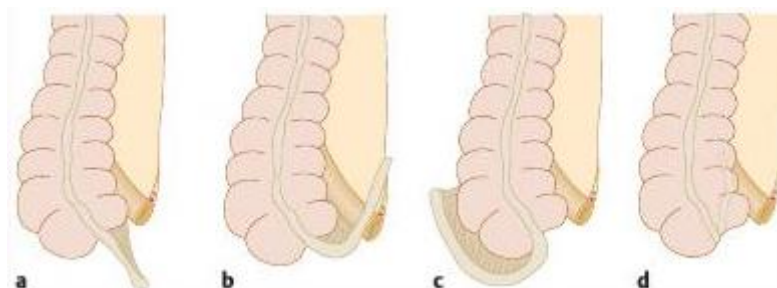
### 1.1 Epidemiologie

Epidemiologischen Angaben entsprechend erkranken ca. 7-12 % aller unter 30-Jährigen in Deutschland an einer akuten Appendizitis, wobei der Altersgipfel zwischen zehn und 19 Jahren liegt [1]. Damit stellt die akute Appendizitis zu 25 % die Ursache für ein akutes Abdomen dar [2,3]. Jährlich werden in der Bundesrepublik Deutschland ca. 130.000 Patienten appendektomiert, was diese Operation zur häufigsten chirurgischen Notoperation macht [4].

### 1.2 Anatomie

Die Appendix vermiformis liegt etwa 2,5 cm distal der Valvula ileozökalis des Zökums an der Vereinigungsstelle der Täten. Die Länge der Appendix vermiformis beträgt ca. 2–20 cm (durchschnittlich ca. 7 cm) mit einem Durchmesser von unter sechs Millimetern (im Durchschnitt 5 mm) [5]. Durch ein eigenes Mesenteriolum ergeben sich verschiedene Lageoptionen der Appendix. Zu 65 % befindet sie sich para-/retrozökal (d in Abbildung 1), zu 30 % frei im kleinen Becken (a), zu 2 % wird das Ileum nach medial überkreuzt (b) und zu unter 1 % nach lateral überkreuzt (c) [6].

#### Abbildung 1 Lagevarianten der Appendix [6]



#### Abbildung 1: Darstellung der Lagevarianten der Appendix

a Kaudalposition, b Medialposition, c Lateralposition, d Retrozökalposition

Der histologische Wandaufbau ist von innen nach außen wie folgt gegliedert und entspricht dem des übrigen Darmgewebes: Das Lumen wird von einem einschichtigen



hochprismatischen Epithel begrenzt. Die Lamina propria mucosae enthält zahlreiche Lymphfollikel, die sogenannten Peyer-Plaques. Diese können sich bis in die Submukosa erstrecken. Es folgen die Lamina muscularis mucosae und die Submucosa. Daran schließen sich als Muskelschicht das Stratum circulare und longitudinale an. Als äußerste Schicht stellt die Serosa die Begrenzung zum umliegenden Gewebe dar. Durch die reichliche Anzahl an Lymphfollikeln hat die Appendix eine Funktion als immunologisches Organ als Teil des Darm-assoziierten lymphatischen Gewebes (GALT) [7,8]. Diese Funktion bezieht sich auf die Erkennung von körperfremden Proteinen und Bakterien im Darm und die Produktion von IgA-Antikörpern [5].

### **1.3 Ätiologie der akuten Appendizitis**

Der Appendizitis zugrunde liegt meist eine Entzündung der Appendix vermiformis, am häufigsten verursacht durch eine Obstruktion von z.B. Kotsteinen, Narbensträngen oder einer Schleimhaut-Schwellung. Weiterhin kommen intestinale Infekte, hämatogene Infekte oder Wurmbefall (Oxyuren oder Spulwürmer) sowie als seltene Auslöser Fremdkörper in Frage [5]. Durch besondere anatomische Charakteristika wird die Dehnung der Appendixwand erschwert. Dazu zählt die „Gerlach-Klappe“ an der Appendixbasis und die ineinandergreifenden Kollagenfasern der Lamina muscularis. Außerdem wird die Appendix durch die Arteria appendicularis, eine Endarterie der Arteria ileocolica, versorgt. Wird die Blutzufuhr dieser Arterie behindert, steigt das Risiko für Ischämien in besonderem Maße [6]. Die A. appendicularis verläuft im Mesenteriolum der Appendix [7].

Die Erregerinvasion findet hämatogen statt oder es handelt sich um Keime der Darmflora. Charakteristisch ist ein meist plötzlicher Beschwerdebeginn, welcher sich oft zunächst als diffuser Oberbauchschmerz, der auch den Magen betreffen kann, äußert. Symptomatisch treten dann Übelkeit und Erbrechen auf. Im weiteren Verlauf wandert der Schmerz in den rechten Unterbauch. Aufgrund der Entzündungsreaktion kann auch ein paralytischer Ileus auftreten.

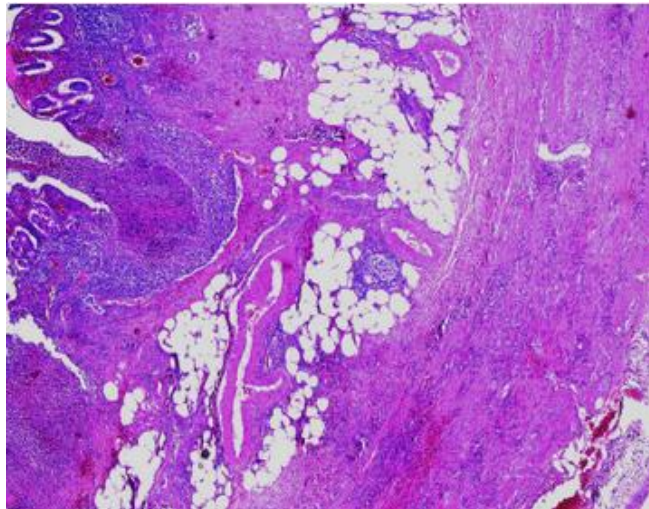
Es entsteht das Krankheitsbild eines akuten Abdomens. Eine Überdehnung der Appendixwand, etwa durch geschwollene Lymphknoten oder auch Kotsteine, führt zur Verminderung der Durchblutung der Darmwand und Einwanderung von Bakterien [7].

Des Weiteren werden die Nervenendigungen gereizt, was zu einem schlecht lokalisierbaren, viszeralem Schmerz führt. Da das vegetative Nervensystem nicht segmental gegliedert ist, erscheint dieser Schmerz diffus, ungenau lokalisierbar, oft im Bereich des Bauchnabels oder ins Epigastrium ausstrahlend. Nachfolgend entsteht eine phlegmonöse Entzündung und Gangrän der Appendixwand. Breitet sich das Geschehen auf das parietale Peritoneum aus, so werden segmental geordnete Lumbalnerven gereizt und es entsteht ein gut lokalisierbarer, heller, somatischer Schmerz [9]. Diagnostische Schwierigkeiten können Komplikationen wie eine Perforation darstellen, die sich in einer vorübergehenden Schmerzreduktion, einem sogenannten symptomfreien Intervall, äußert. Die Lagevarianz der Appendix mit abnormaler Schmerzlokalisierung, wie z.B. eine retrozökale Lage, bei der als Begleitsymptom oft eine Harnleiterentzündung mit Leuko- und Erythrozyturie einhergehen kann, oder bei Schwangerschaft mit höher gelegener Schmerzsymptomatik, stellen weitere Sonderfälle dar. Zusätzlich kann sich bei Kindern und älteren Patienten eine atypische Symptomatik mit geringer Ausprägung zeigen [9]. Die mikroskopische Einteilung der Ausprägung der Appendizitis erfolgt anhand von histologischen Merkmalen, wie in Tabelle 1 aufgelistet. Die histologischen Präparate eines appendizitischen Primäraffektes sowie einer phlegmonösen Appendizitis zeigen Abbildungen 2 und 3.

**Tabelle 1 Histologische Stadieneinteilung in Abhängigkeit des Entzündungsgrades [5,10]**

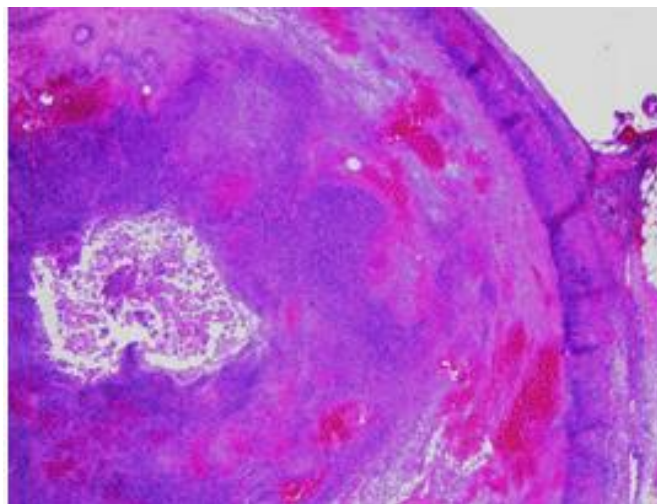
<b>Histologisches Stadium</b>	<b>Merkmale</b>
<b>Katarrhalisch</b>	nicht destruktiv, reversibel, Rötung, Schwellung, Hyperämie, schmerzhaft, kein Eiter
<b>Ulzero-phlegmonös</b>	diffuse entzündliche Veränderung der gesamten Appendixwand, blutig-eitriges Flüssigkeit im Lumen, Schleimhautschäden
<b>Gangränös</b>	Nekrose des Gewebes
<b>Perforiert</b>	
<b>a) gedeckt</b>	perityphlitischer Abszess
<b>b) ungedeckt</b>	freie Perforation in die Bauchhöhle

## Abbildung 2 Histologie des appendizitischen Primäraffektes [11]



**Abbildung 2:** Darstellung eines Appendixquerschnitts mit appendizitischem Primäraffekt in der Mukosa und Submukosa (linke Bildhälfte).

## Abbildung 3 Histologie der phlegmonösen Appendizitis [11]



**Abbildung 3:** Darstellung eines Appendixquerschnitts mit eitriger Destruktion der Mukosa und phlegmonöser Entzündung der Muscularia propria bis in die Subserosa.

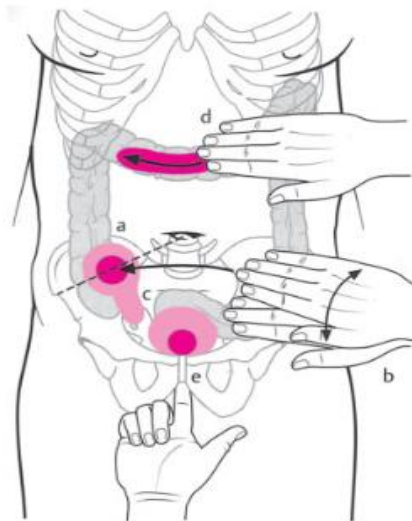
## 1.4 Diagnostik

### 1.4.1 Anamnese und klinische Untersuchung

Neben der genauen Anamneseerhebung spielt die klinische Untersuchung mit Palpation spezifischer schmerzhafter Druckpunkte, die hinweisend auf ein

entzündliches Geschehen der Appendix sind, eine wichtige Rolle. Diese befinden sich größtenteils im sogenannten „Sherren-Dreieck“. Dieses gedachte Dreieck liegt auf der vorderen Bauchwand, gebildet aus Spina iliaca anterior superior, Bauchnabel und Symphyse. Der McBurney-Punkt (a in Abbildung 4) befindet sich als gedachter Punkt auf einer Linie zwischen rechter Spina iliaca anterior superior und dem Bauchnabel zwischen lateralem und mittlerem Drittel. Ein weiterer Druckpunkt ist der Lanz-Punkt, gelegen auf einer Linie der Spinae iliaca anterior superior zwischen rechtem und mittlerem Drittel, wie Abbildung 4 (c) zeigt. Der kontralaterale Loslassschmerz oder auch Blumberg-Zeichen genannt (b in Abbildung 4), tritt bei plötzlichem Loslassen nach Palpation des linken Unterbauchs auf. Das Psoas-Zeichen kann ebenso eine Entzündung der Appendix bei retrozökaler Lage anzeigen. Beim Anheben des rechten Beins gegen einen Widerstand entstehen abdominelle Schmerzen als Zeichen einer Reizung der Psoasfaszie [7]. Wird eine rektale Untersuchung durchgeführt, so kann bei Palpation des Douglas-Raumes (e) der sogenannte Douglas-Schmerz als Hinweis dienen. Das Rovsing-Zeichen (d) tritt bei retrogradem Ausstreichen des Kolons auf [12].

**Abbildung 4 Darstellung der Appendizitisdruckpunkte [12]**



**Abbildung 4:** Druck- und Schmerzpunkte zur Diagnostik einer akuten Appendizitis  
a McBurney, b kontralateraler Loslassschmerz, c Lanz-Punkt, d Rovsing-Zeichen, e Douglas-Schmerz

Differentialdiagnostisch kommen z.B. eine Cholezystitis, Darmperforation, Divertikulitis, Ileus, Pankreatitis, Ulzera und sehr selten eine Appendizitis epiploica in Frage. Auch primäre gynäkologische Erkrankungen wie eine Ovarialzyste, Adnexitis, extrauterine Gravidität, Endometriose oder eine Ovarialtorsion äußern sich als ein unklarer Unterbauchschmerz. Urologisch können ein Harnwegsinfekt, Nierensteine, Urethrozystitis oder eine Pyelonephritis in Betracht kommen [7].

## **1.4.2 Laboruntersuchung**

Um einen Überblick über ein mögliches Entzündungsgeschehen im Körper zu bekommen, wird eine Standardlaboruntersuchung durchgeführt. Dabei dienen vor allem die Entzündungsparameter wie das C-reaktive Protein und die Anzahl der Leukozyten zur Detektion einer Entzündung. Weitere Laborparameter wie Cholestaseparameter oder Leberwerte, dienen der Differentialdiagnostik. Der Urinstatus ist ein Muss bezüglich urologischer Differentialdiagnosen. Ebenso ist ein Schwangerschaftstest bei Frauen im gebärfähigen Alter immer durchzuführen.

## **1.4.3 Bildgebung**

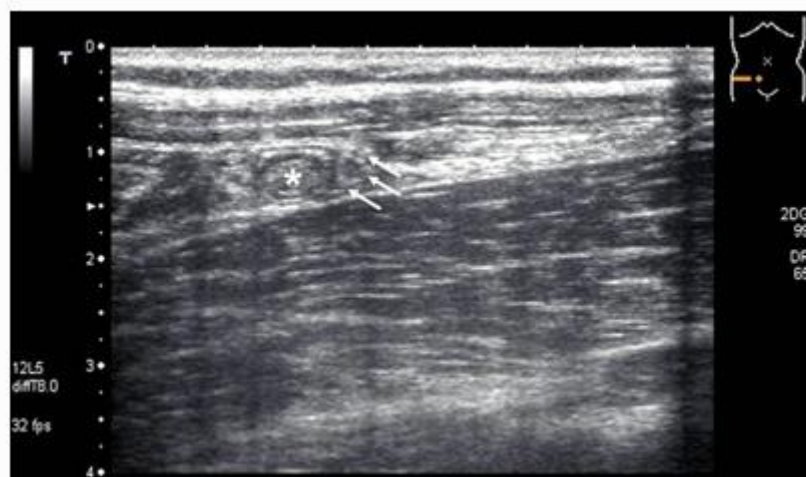
### **1.4.3.1 Sonographie der Appendix**

Als primäres bildgebendes Verfahren zur Diagnosesicherung der Appendizitis bietet sich die Abdomensonographie an. Als vorteilhaft für den Einsatz der Sonographie erweisen sich Kostenersparnis, sofortige Verfügbarkeit, keine Invasivität, beliebige Wiederholbarkeit und Risikofreiheit für Patienten. Nachteile ergeben sich durch Untersucher- und Patientenabhängigkeit, was vor allem hinsichtlich Darmgasüberlagerung, Adipositas, bestehender Entzündung mit Abwehrspannung und Peritonitis sowie atypischer Appendixlage bedeutsam ist [13,14].

Die technische Durchführung wird damit begonnen, das komplette Abdomen mit einem Konvexschallkopf (2-5 MegaHz) zu untersuchen. Im Anschluss daran wird der hochauflösende Linearschallkopf für die Appendix verwendet (7,5-14 MegaHz). Es folgt das Aufsuchen des Ileozökals, um zur Appendix zu gelangen. Diese liegt

optimalerweise medial davon und befindet sich somit in direkter Nähe zum Schallkopf, wo auch Darmgase die Bildgebung weniger beeinflussen [15]. Eine retrozökal gelegene Appendix ist in der Sonographie schwer darzustellen. Eine Möglichkeit bietet die Linksseitenlage des Patienten oder auch eine betont horizontale Sondenführung über einen rechtslateralen Flankenschnitt [10]. Der Normalbefund stellt die Appendix im Längsschnitt als blind endend, tubulär und ohne Peristaltik dar, wie auch in Abbildung 7 dargestellt ist. Wird etwas Druck auf das Organ ausgeübt, so lässt sich die Appendix komprimieren. Weiterhin ist ein Durchmesser von weniger als 6 Millimetern als Normalbefund anzusehen [10].

#### **Abbildung 5 Sonographischer Normalbefund der Appendix [10]**

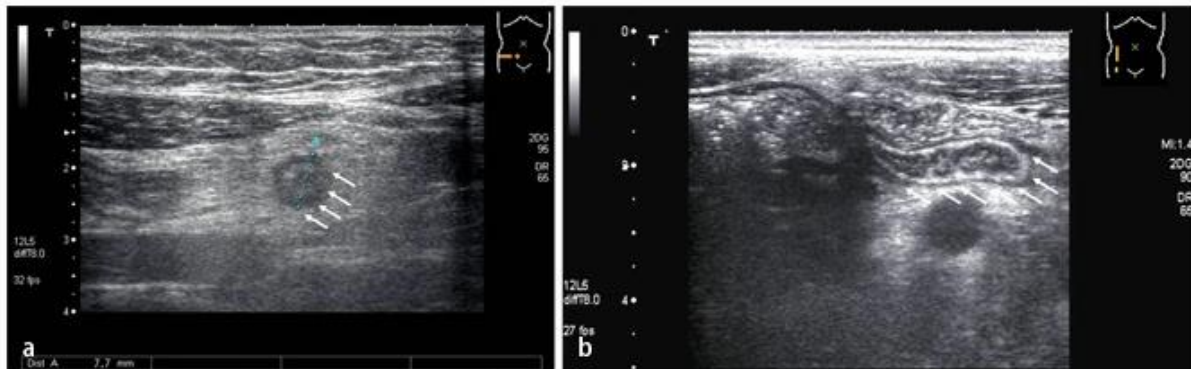


**Abbildung 5:** Die Appendix befindet sich medial der Ileozökalklappe (\*) (Anwendung der dosierten Kompressionstechnik, 8 MegaHz-Nahfeld-Linearsonde).

Als pathologisch imprimiert eine Appendix mit einem Durchmesser von über 6 Millimetern, die im Querschnitt wie eine Kokarde oder eine Zielscheibenstruktur aussieht. Die Wand der Appendix (mit Zunahme aller Wandschichten) ist mit über 2 Millimetern ebenfalls verdickt, wodurch die Kokardenstruktur entsteht. Die Mukosashwellung stellt das echoarme Zentrum der Kokarde dar. Angrenzend folgt die echoreiche innere Submukosaschicht, gefolgt von der echoarmen Lamina Muscularis propria. In einigen Fällen wird die Kokarde durch einen Grenzflächenreflex zum umgebenden Gewebe von einem echoreichen Saum begrenzt. Abbildung 6 zeigt das sonographische Bild einer ulzerophlegmonösen Appendizitis. Das Fortschreiten der Entzündung führt zu einem teilweisen oder vollständigem Verlust des organotypischen Aufbaus [10]. Ist bereits eine Perforation eingetreten, so ist die

Appendix nicht mehr durchgängig darstellbar [7,14]. Es kommt im Verlauf zu einem perityphlitischen, seltener Douglas- oder Schlingenabszess. Ein weiterer diagnostischer Hinweis kann in jedem Entzündungsstadium freie Flüssigkeit im rechten Unterbauch oder auch ein entzündetes Umgebungsgewebe mit Infiltration des Fettgewebes sein [10].

#### **Abbildung 6 Sonographie einer ulzerophlegmonösen Appendizitis [10]**



**Abbildung 6:** a Querschnitt der Appendix (Durchmesser 7,7 mm, weiße Pfeile)  
b Längsschnitt; Die inflammatorische Mitreaktion des umgebenden Fettgewebes zeigt dessen erhöhte Echogenität.

#### **1.4.3.2 Computertomographie (CT)**

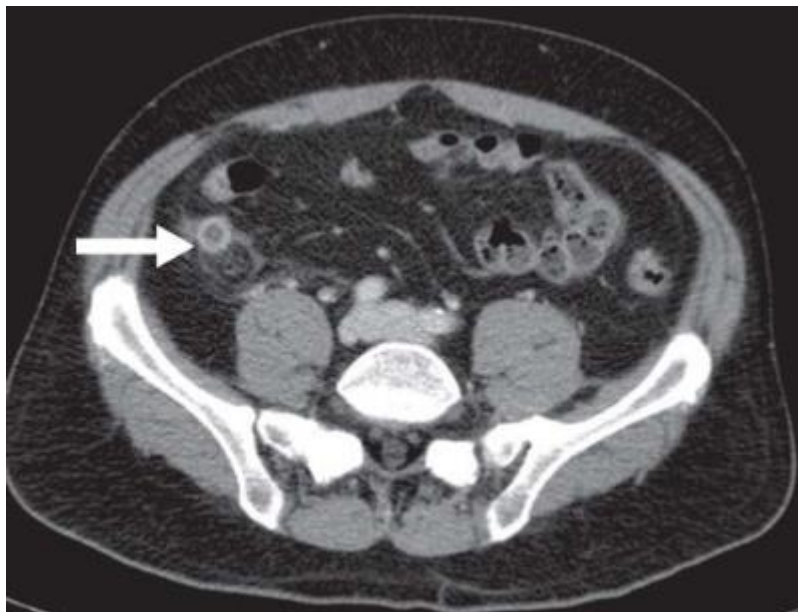
Sollte bei der primären körperlichen Untersuchung, der Laborbefunde und dem Ultraschall bei entsprechender Klinik kein wegweisender Befund des Unterbauchschmerzes gefunden werden, kann eine weitere Schnittbildgebung mittels Computertomographie des Abdomens erfolgen. Die Indikation für eine computertomographische Untersuchung ergibt sich insbesondere, wenn eine atypische Klinik bei vorliegendem Verdacht auf eine Appendizitis vorliegt. Als atypisch gilt ein Fehlen des Druckschmerzes bei Palpation des McBurney-Punktes, normale Körpertemperatur und/oder keine erhöhten Laborparameter [14].

Die Durchführung der CT kann mit oder ohne Kontrastmittel erfolgen (enteral und/oder intravenös). Um eine Strahlenreduktion zu erreichen, besteht die Möglichkeit eines sogenannten Low-dose CTs.



Als pathologische Appendizitis-Zeichen werden im CT ein Durchmesser von über 6 Millimetern, eine Wandschichtstärke größer als 2 Millimeter, entzündlich verdichtetes umgebendes Fettgewebe, ein Abszessgeschehen im rechten Unterbauch sowie das Auftreten eines verkalkten Appendikolithen gewertet [7,14,16–18]. Um eine besonders gute Darstellbarkeit der Appendizitiszeichen zu ermöglichen, empfiehlt sich die venöse Kontrastmittelgabe (KM) [14]. Abbildung 7 zeigt das Bild einer phlegmonösen Appendizitis.

**Abbildung 7 CT einer phlegmonösen Appendizitis [14]**



**Abbildung 7:** Darstellung einer akuten phlegmonösen Appendizitis in der CT mit Kontrastmittel. Der Pfeil zeigt eine Kontrastmittelanreicherung mit entzündlicher Umgebungsreaktion [14].

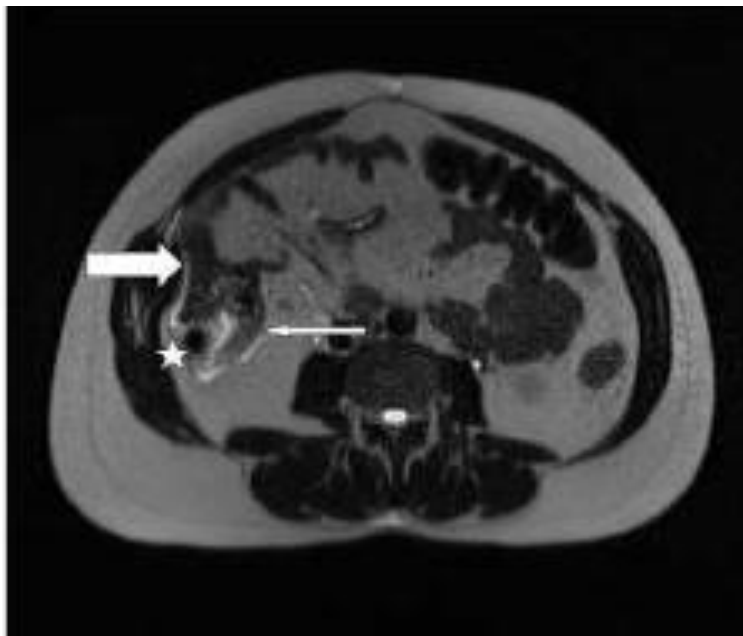
#### **1.4.3.3 Magnetresonanztomographie (MRT)**

Liegen besondere Verhältnisse bzgl. der Kontraindikationen auf ionisierende Strahlen vor, wie eine bestehende oder nicht auszuschließende Schwangerschaft sowie junge Erwachsene bzw. Kinder, so stellt die Magnetresonanztomographie (MRT) eine weitere Möglichkeit zur Diagnosesicherung dar. Abbildung 8 zeigt das Bild einer phlegmonösen Appendizitis. Nachteile ergeben sich durch höhere Kosten, eine eingeschränkte Verfügbarkeit und längere Untersuchungsdauer [14]. Ebenso wie bei



der CT-Untersuchung gibt es die Möglichkeit der nativen oder mit Kontrastmittel angereicherten Untersuchung. Als pathologisch gilt die Appendix in der MRT ab einem Durchmesser von über 7 mm. Weiterhin sind verdichtetes mesenteriales Fettgewebe als Umgebungsreaktion und eine verminderte Diffusion der Appendixwand hinweisend für eine Appendizitis. Ein Abszess kann ebenfalls gut durch die MRT detektiert werden [19].

#### **Abbildung 8 MRT bei phlegmonöser Appendizitis [20]**



**Abbildung 8:** Darstellung einer phlegmonösen Appendizitis in der MRT. Neben einem Appendikolithen (\*) stellt sich die Appendix in retrozökaler Lage verdickt zwischen terminalem Ileum (dünner Pfeil) und Zökalpol (dicker Pfeil) dar [20].

### **1.5 Konservative oder chirurgische Therapie**

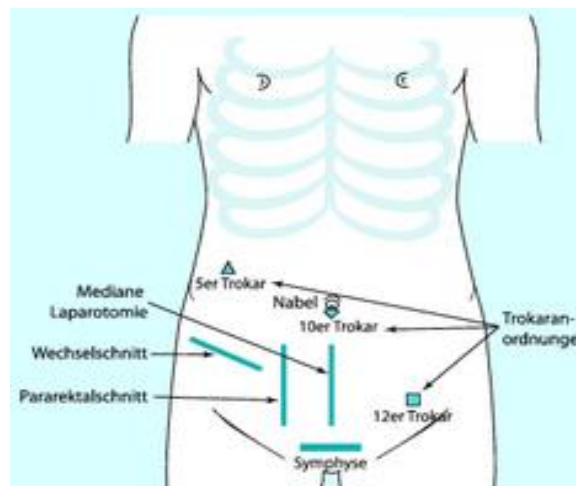
Die konservative Therapie beinhaltet Allgemeinmaßnahmen wie Bettruhe, Nahrungskarenz, parenterale Flüssigkeitszufuhr sowie Antibiotikagabe. Der Erfolg dieser Therapie wird klinisch und mittels Erhebung der Vitalparameter inklusive Temperatur und fortlaufender Kontrollen der Laborwerte im stationären Setting evaluiert.

Die offene Appendektomie nach McBurney (1889) war für ungefähr ein Jahrhundert die Operationsmethode der Wahl beim Vorliegen einer Appendizitis. Lediglich gab es

Unterschiede in der Wahl des Zugangsweges. Grundsätzlich sind ein Pararektalschnitt, ein Wechselschnitt oder eine Medianlaparotomie möglich [21], wie auch in Abbildung 9 dargestellt ist.

1980 entwickelte Semm die Videolaparoskopie. Für die laparoskopische Appendektomie werden drei Trokare verwendet. Um ein möglichst schonendes Vorgehen zu gewährleisten, empfiehlt sich der Zugang über den Nabel mit nachfolgender Eröffnung der Faszie und des hinteren Blattes des Musculus rectus abdominis, sowie des Peritoneum parietale [22]. Daraufhin folgt das Einbringen eines 12-mm-Hasson-Trokars und das Anlegen eines Pneumoperitoneums. Weiterhin wird ein 10-mm-Trokar im linken Unterbauch und ein 5-mm-Trokar auf der Gegenseite eingebracht, wie in Abbildung 9 ersichtlich ist. Für die Absetzung der Appendix vermiformis wird mittlerweile ein lineares Klammergerät einer endoskopischen Schlinge vorgezogen, weil sich postoperativ weniger Komplikationen zeigten. Geborgen wird die Appendix über den 12-mm-Trokar. Vor allem bei Abszessen oder Perforationen empfiehlt es sich, im Anschluss das Abdomen gründlich zu spülen. Nach Überprüfung des OP-Gebietes erfolgt ein schichtweiser Wundverschluss der Trokareinstichstellen [22].

#### **Abbildung 9 Darstellung der operativen Zugänge bei Appendizitis [23]**



**Abbildung 9:** Darstellung der operativen Zugänge zur Laparotomie (Wechselschnitt, Pararektalschnitt oder mediane Laparotomie) sowie der Trokareinstichstellen einer Laparotomie bei Appendizitis.

## 1.6 Zielsetzung der Arbeit

Die zunehmende Problematik überfüllter Notaufnahmen hat aus medizinischer Sicht negative Folgen für Patienten, da es zu vermeidbaren Fehlern kommt, Komplikationen gehäuft auftreten, im Bereich der Pflege Qualitätseinbußen zu verzeichnen sind und eine höhere Mortalität auftritt [24]. Verhindern von unnötigen Komplikationen und damit eine Reduktion einer potentiellen Gefahr für Patienten stehen im Mittelpunkt des Interesses [4]. Weiterhin stellen Kostenersparnis sowie Wirtschaftlichkeit jedes Krankenhaus vor enorme Herausforderungen, eine zielgerichtete Diagnostik zu etablieren. Ein häufiges Leitsymptom in der Notaufnahme ist der „Unklare Unterbauchschmerz“. Die akute Appendizitis stellt eine der zentralen Erkrankungen dar, die einer raschen zielgerichteten Abklärung bedürfen.

Ziel dieser Arbeit war es daher, als Bestandsaufnahme, herauszufinden, wie es sich mit der aktuellen Herangehensweise zur Abklärung des Leitsymptoms „Unklarer Unterbauchschmerz“ und im Speziellen der Initialdiagnostik der Appendizitis in der Notaufnahme eines universitären Maximalversorgers verhält, wo alle zur Verfügung stehenden diagnostischen Ressourcen vorhanden sind, ohne dass ein expliziter SOP (Standard operating Procedure) existiert.

## **2. Material und Methoden**

### **2.1 Allgemeine Anamnesedaten**

Erfasst wurden retrospektiv alle Patienten, die in der interdisziplinären Notaufnahme des Universitätsklinikums Regensburg (UKR) im Zeitraum von Januar 2015 bis Ende August 2017 mit dem Leitsymptom „Unklarer Unterbauchschmerz“ untersucht wurden. Die Auswertung erfolgte mithilfe eines Dokumentationsbogens anhand der Aktenlage, in dem allgemeine Anamnesedaten, wie Geschlecht, Temperatur (°C) und Fieber (ab > 38,0 °C) erhoben wurden. Außerdem wurden Voroperationen im Bauchraum, die länger als drei Jahre zurücklagen und das Vorhandensein liegender Fremdkörper (Drainagen, PEG, etc.) in die Dokumentation mitaufgenommen. Vorbestehende entzündliche Darmerkrankungen (M. Crohn, Colitis ulcerosa), Lebererkrankungen und maligne Erkrankungen wurden ebenfalls erfasst, genauso wie eine Organtransplantation (Leber, Niere) und das Vorliegen einer Immunsuppression. Des Weiteren wurde die Zeitdauer vom erstmaligen Auftreten des Symptoms bis zur Vorstellung in der interdisziplinären Notaufnahme (in Tagen) miteinbezogen. Die rein ambulante oder stationäre Behandlung wurde dokumentiert. Die Erstgabe einer Antibiotikatherapie in der Notaufnahme wurde ebenfalls festgehalten.

### **2.2 Klinische Untersuchung**

Bei der speziellen Anamnese wurde die Qualität der Dokumentation im Rahmen der klinischen Untersuchung beurteilt, ob die spezifischen Appendizitiszeichen, wie die Untersuchung des Lanz-Punktes, des McBurney-Punktes, des Psoas-Zeichens, des Douglas-Schmerzes, des kontralateralen Loslassschmerzes und das Vorhandensein einer Abwehrspannung der Bauchdecke dokumentiert wurde. Das Auftreten von Übelkeit, Erbrechen und die Konsistenz des Stuhlgangs (Diarrhoe, Blutung, Koprostase) waren weiterer Bestandteil der schriftlichen Aufnahmedokumentation. Zusätzlich floss die primäre Fachrichtung des Untersuchers (Innere Medizin oder Chirurgie) in die Auswertung mit ein.

## **2.3 Laborkontrolle**

Bei den Laborwerten wurden CRP (mg/l), Leukozytose (/nl), neutrophile Granulozyten ( $10^3/\mu\text{l}$ ), Kreatinin (mg/dl), GOT/GPT (U/l), Bilirubin (mg/dl), INR und Quick (%), sowie PTT (Sekunden) erhoben. Das CRP wurde, wie am UKR üblich, ab einem Wert von 3,0 mg/l als erhöht gewertet.

Ergänzend wurde die Durchführung eines Urin-Stix festgehalten.

Bei weiblichen Patienten wurden zusätzlich die Durchführung sowie die Ergebnisse eines Schwangerschaftstests und eines gynäkologischen Konsils erfasst.

## **2.4 Bildgebende Verfahren**

Um die bildgebende Diagnostik zu evaluieren, wurde festgehalten, ob eine Sonographie durchgeführt wurde oder nicht. Der Befund der Sonographie wurde gegliedert in Auffälligkeit, Darstellbarkeit und Komprimierbarkeit der Appendix und deren Durchmesser von über 6 Millimetern, Vorliegen des Kokardenphänomens, eine generelle Wandverdickung und das Vorhandensein einer Flüssigkeitsansammlung um die Appendix.

Wenn eine ergänzende Untersuchung mittels MRT oder CT nötig war, wurde diese ebenfalls dokumentiert. Neben der Indikation zur MRT oder CT wurden die Befunde erfasst.

## **2.5 Weitere Parameter**

Abschließend wurden für die Auswertung die Verdachts- und Entlassdiagnose gegenübergestellt. Bei einer durchgeführten anschließend notwendigen Operation wurde die jeweilige Indikation, Schnitt- und Nahtzeit festgehalten und zusätzlich bei einer Appendektomie das operative Verfahren (Laparotomie vs. Laparoskopie) erfasst. Die retrospektive Diagnosesicherung der Appendizitis erfolgte durch den histologischen Befund. Bei einer gesicherten Appendizitis wurden postoperative

Komplikationen dokumentiert, ebenso wie ein nötiger Revisionseingriff und ob postoperativ eine Antibiotikagabe erfolgte.

## **2.6 Statistische Auswertung**

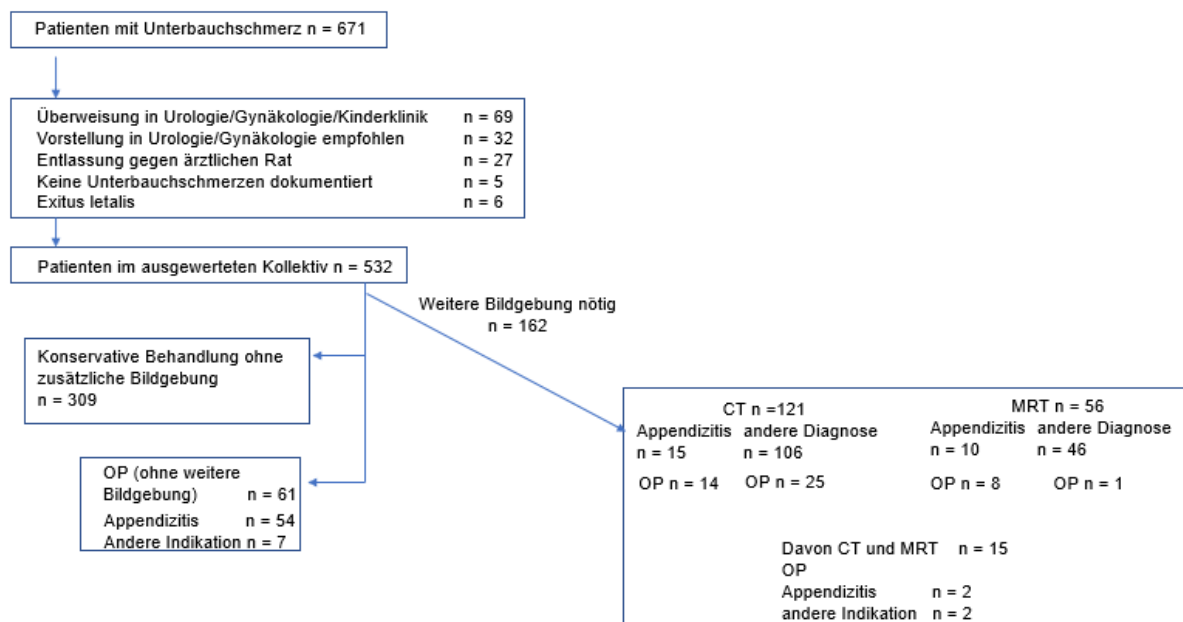
Die statistische Auswertung erfolgte mithilfe des Programms SPSS von IBM in der 24. Version. Durchgeführt wurden deskriptive Statistiken mit absoluter und relativer Häufigkeit sowie Mittelwert, Standardabweichung und Median mit 25./ 75. Quartil. Der Test auf Normalverteilung nach Kolmogorov erfolgte bei den Variablen C-reaktives Protein (CRP) und der Leukozyten. Des Weiteren wurde bei Vorliegen einer Appendizitis eine signifikante Erhöhung dieser Werte (CRP, Leukozyten) mittels Mann-Whitney-U-Test ausgewertet. Mittels Kreuztabellen wurde die relative Häufigkeit der klinischen Untersuchungsparameter, sonographischen Untersuchung, CT und MRT bei Patienten mit retrospektiv gesicherter Appendizitis und dem übrigen Patientenkollektiv verglichen und auf Unabhängigkeit geprüft. Der Vergleich kategorischer Variablen erfolgte mittels Chi<sup>2</sup>-Test, wobei ein Signifikanzniveau von  $p < 0,05$  angenommen wurde. Mittels Kruskal-Wallis-Test wurde überprüft, ob ein signifikanter Unterschied von CRP und Leukozyten innerhalb der histologischen Stadien bei Appendizitis bestand.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Daten zum allgemeinen Patientenkollektiv

##### 3.1.1 Einteilung des Patientenkollektivs

Abbildung 10 Schaubild zur Darstellung der Patienteneinteilung



Wie in Abbildung 10 dargestellt, wurden in die retrospektive Datenanalyse 671 Patienten aufgenommen, die mit dem Leitsymptom „Unklarer Unterbauchschmerz“ in die Notaufnahme der Uniklinik Regensburg im Zeitraum von Januar 2015 bis Ende August 2017 gekommen waren. Von der statistischen Auswertung ausgeschlossen wurden 69 Patienten, die ein urologisches bzw. gynäkologisches Konsil bekamen oder an eine Kinderklinik überwiesen wurden, bzw. 32, denen ein gynäkologisches / urologisches Konsil empfohlen wurde und keine erneute Vorstellung in der INA erfolgte. In 5 Fällen war kein Unterbauchschmerz dokumentiert, was ebenfalls zum Ausschluss führte. 27 Patienten, die gegen ärztlichen Rat entlassen wurden, und 6 Patienten, die aufgrund von multiplen Vorerkrankungen am UKR verstarben, waren ebenso nicht Teil der Auswertung. Des Weiteren wurde das Patientenkollektiv in verschiedene Gruppen untergliedert, je nachdem, welche Behandlungsweise (konservativ/operativ) und bildgebenden Untersuchungsverfahren

(Sonographie/CT/MRT) angewandt wurden. Die genaue Auflistung der Patienteneinteilung (mit Anzahl und Prozent) kann Tabelle 2 entnommen werden.

**Tabelle 2 Patienteneinteilung des Kollektivs (n = 671)**

<b>Patienteneinteilung</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Überweisung in Urologie/ Gynäkologie/ Kinderklinik</b>	69	10,3
<b>Vorstellung in Urologie/ Gynäkologie/ Kinderklinik empfohlen</b>	32	4,8
<b>Entlassung gegen ärztlichen Rat</b>	27	4,0
<b>Keine Unterbauchschmerzen dokumentiert</b>	5	0,7
<b>Exitus letalis</b>	6	0,9
<b>Konservative Behandlung ohne zusätzliche Bildgebung wie CT oder MRT</b>	309	46,1
<b>CT-OP-Appendizitis</b>	14	2,1
<b>CT-OP-keine Appendizitis</b>	25	3,7
<b>CT-keine OP-keine Appendizitis</b>	67	10,0
<b>MRT-OP-Appendizitis</b>	8	1,2
<b>MRT-OP-keine Appendizitis</b>	1	0,1
<b>MRT-keine OP-keine Appendizitis</b>	32	4,8
<b>CT/MRT-OP-Appendizitis</b>	2	0,3
<b>CT/MRT-OP-keine Appendizitis</b>	2	0,3
<b>CT/MRT-keine OP-keine Appendizitis</b>	11	1,6
<b>OP-Appendizitis</b>	54	8,1
<b>OP-keine Appendizitis</b>	7	1,0

Von den 532 Patienten, deren Behandlungsablauf untersucht wurde, waren 265 (49,8 %) männlich, 267 (50,2 %) weiblich. Das Alter der Patienten betrug im Mittel 42,7 Jahre (sd = 18,5 Jahre, Median 38,5 Jahre, 25./75.Quartil = 25,0/56,0 Jahre). Der jüngste Patient war 11 Jahre alt, der älteste 91 Jahre.

Der Zeitraum vom Auftreten des Symptoms bis zur Vorstellung in der Notaufnahme betrug im Mittelwert 8,14 Tage (sd = 28,54 Tage, Median 2,0 Tage, 25./75. Quartil: 1,0/4,0 Tage). Das kürzeste Zeitintervall war laut Patientenangaben ein gerade eben aufgetretener Unterbauchschmerz, das längste ein seit 1 Jahr rezidivierend



auftretender Unterbauchschmerz. Die darauffolgende Behandlung erfolgte zu 45,9 % stationär und 54,1 % ambulant.

In der Notaufnahme wurde in 38 Fällen (7,1 %) eine Antibiose verabreicht oder verordnet, eine genauere Differenzierung war aufgrund der Aktenlage nicht nötig.

### 3.1.2 Bestehende Vorerkrankungen

Bei 154 Fällen (28,9 %) lag eine Voroperation im Bauchraum vor mehr als 3 Jahren vor. 22 Patienten (4,3 %) hatten ein Ileostoma oder eine einliegende PEG. 33 Mal lag eine Leber-/Gallenblasenerkrankung vor (6,0 %). Immunsupprimiert waren 15 Patienten (2,6 %). Eine maligne Erkrankung konnte in 51 Fällen (9,6 %) anamnestisch erhoben werden. Elf Patienten (2,1 %) waren organtransplantiert (Niere, Leber). Bereits appendektomiert waren 49 Patienten (9,2 %). Eine vorbestehende chronisch-entzündliche Darmerkrankung war in 43 Fällen (8,1 %) bekannt, wie auch in Tabelle 3 aufgelistet ist.

**Tabelle 3 Allgemeinanamnestische Daten**

<b>Parameter</b>	<b>Ja</b>	<b>Nein</b>
	n [%]	n [%]
<b>Immunsuppression</b>	15 [2,8]	517 [97,2]
<b>Leber-/Gallenblasenerkrankung</b>	33 [6,2]	499 [93,8]
<b>vorbestehende entz. Darmerkrankung</b>	43 [8,1]	489 [91,9]
<b>Voroperation Bauchraum &gt; 3 Jahre</b>	154 [28,9]	378 [71,1]
<b>u. A. davon:</b>		
Z. n. Appendektomie	36	
Z. n. Appendektomie und Ileostoma	1	
Organtransplantation	11	
Liegende Fremdkörper (PEG, Drainage)	11	
Ileostoma	10	
Malignom	42	
<b>Malignom (insgesamt)</b>	51 [9,6]	481 [90,4]
<b>Z. n. Appendektomie (insgesamt)</b>	49 [9,2]	483 [90,8]

### **3.1.3 Vitalparameter**

Die Temperatur wurde bei 107 Patienten bestimmt, wobei die Werte zwischen 35,5 °C und 40,0 °C schwankten. Der Mittelwert betrug 37,3 °C ( $\pm 1,0$  °C). Fieber wurde ab einer Temperatur von 38,0 °C gewertet. Die Fiebertemperatur ergab in 27 Fällen ein Ergebnis von  $\geq 38,0$  °C (Mittelwert 38,7  $\pm$  0,5 °C). Die durchschnittliche Fieberdauer betrug im Mittelwert 1,6 Tage (sd = 0,89 Tage, Median = 1,0 Tage, 25./75. Quartil = 1,0/2,5 Tage).

### **3.1.4 Ergänzende Laboruntersuchungen**

Zur Differentialdiagnostik des Unterbauchschmerzes wurde bei 121 (45,3 %) von 267 weiblichen Patienten ein Schwangerschaftstest durchgeführt, der in 1,7 % (n = 2) ein positives Ergebnis anzeigte.

Eine Urinuntersuchung wurde bei 294 Patienten (55,3 % aller Patienten) durchgeführt. Dabei zeigte sich in 44 Fällen (15,0 %) ein Verdacht auf einen Harnwegsinfekt.

### **3.1.5 Analyse von Übelkeit, Erbrechen sowie Stuhlverhalten**

Übelkeit wurde in 134 Fällen (25,2 %) und / oder Erbrechen in 81 Fällen (15,2 %) angegeben. Laut Anamnese lag in 404 Fällen (75,9 %) ein normales Stuhlverhalten vor (keine Angabe zum Stuhlverhalten wurde als normal gewertet), Diarrhö bestand in 65 Fällen (12,2 %), Blut im Stuhl trat 5 Mal auf (0,9 %), Koprostase 43 Mal (8,1 %). Diarrhö und Koprostase wurde 4 Mal (0,8 %), Diarrhö und Blut im Stuhl 11 Mal (2,1 %) angegeben.

### **3.1.6 Palpation des Abdomens in Bezug zum Gesamtkollektiv**

Bei 421 (79,1 %) von 532 Patienten wurde die Durchführung der klinischen Untersuchung dokumentiert. Diese war in 186 der 421 Fälle (44,2 %) auffällig bzgl.

einer Appendizitis. Bestandteile der klinischen Untersuchung waren Lanz- und McBurney-Punkt, Psoas-Zeichen, kontralateraler Loslassschmerz, Abwehrspannung und Douglas-Schmerz. Am häufigsten konnte der McBurney-Punkt (101 Mal) schmerzhaft palpiert werden. Eine Abwehrspannung bestand bei 93 Patienten, der kontralaterale Loslassschmerz trat in 54 Fällen auf. Die weiteren Häufigkeiten der klinischen Untersuchung sind Tabelle 4 zu entnehmen. Ebenfalls ist nicht zu vernachlässigen, dass die klinische Untersuchung bei dem Großteil der Patienten unvollständig durchgeführt wurde. Die genauen Zahlen sind ebenfalls in Tabelle 4 erfasst.

**Tabelle 4 Daten der klinischen Untersuchung zur Appendizitis (n = 421)**

	<b>Unauffällig</b>	<b>Pathologisch</b>	<b>Nicht dokumentiert</b>
	n [%]	n [%]	n [%]
<b>Lanz-Punkt</b>	82 [19,5]	48 [11,4]	291 [69,1]
<b>Psoas-Zeichen</b>	177 [42,0]	36 [8,6]	208 [49,4]
<b>McBurney- Punkt</b>	90 [21,4]	101 [24,0]	230 [54,6]
<b>Kontralateraler Loslassschmerz</b>	167 [39,7]	54 [12,8]	200 [47,5]
<b>Douglas-Schmerz</b>	0 [0,0]	0 [0,0]	421 [100,0]
<b>Abwehrspannung</b>	237 [56,3]	93 [22,1]	91 [21,6]

### **3.1.7 Primäre Untersucherfachrichtung und Hinzuziehung anderer Fachrichtungen**

Die Angaben zum primären Patientenkontakt ergaben, dass dieser in 92,3 % der Fälle durch einen Chirurgen erfolgte (n = 491), in 5,5 % durch einen Internisten (n = 29). In elf Fällen wurden die Patienten von Vertretern beider Fachrichtungen untersucht. Ein Patient (n = 1) wurde von einem Pädiater aus KUNO (Kinder-Uniklinik Ostbayern) untersucht. Eine Zweitmeinung wurde in insgesamt bei 123 von 532 Patientenfällen (23,1 %) benötigt. Die Innere Medizin wurde in 25 Fällen von einem Chirurgen hinzugezogen, in 87 Fällen wurde durch einen Internisten ein Chirurg zur

Mitbeurteilung gefragt. 11 Patienten bekamen von beiden Fachrichtungen ein Konsil (8,9 %).

Ein gynäkologisches Konsil wurde in 69 (13,0 %) Fällen aller Patienten veranlasst. In zwei Fällen zeigte sich ein auffälliger Nebenbefund (kleine Ovarialzyste bzw. Zystozele), wobei die Hauptdiagnose eine Pankreatitis bzw. Cholezystitis war.

### 3.1.8 Werte der Standardlaboruntersuchung

Routinemäßig wurde eine Blutentnahme für die Bestimmung der Laborwerte veranlasst, deren deskriptive Werte der Tabelle 5 zu entnehmen sind. Dabei fällt auf, dass die Patienten im Mittel eine leichte Erhöhung von CRP und Leukozyten aufwiesen.

**Tabelle 5 Deskriptive Werte der erhobenen Gesamtparameter**

	<b>CRP</b> [mg/l]*	<b>Leukozyten</b> [ /nl]	<b>Neutrophile</b> [*10 <sup>3</sup> /μl]	<b>GOT</b> [U/l]	<b>GPT</b> [U/l]
<b>n</b>	515	514	235	427	451
<b>Mittelwert ± sd</b>	27,41 ± 49,52	9,75 ± 3,98	6,96 ± 0,26	24,03 ± 35,38	35,57 ± 66,13
<b>Median</b>	5,90	8,97	6,03	17,00	24,00
<b>25./75.Quartil</b>	1,50/25,50	7,10/11,40	4,23/8,44	14,0/22,0	19,0/34,0

\*Die Angabe CRP < 3,0 mg/l wurde als 1,5 mg/l in der Berechnung gewertet.

	<b>INR</b>	<b>PTT</b> [Sekunden]	<b>Quick</b> [%]	<b>Kreatinin</b> [mg/dl]	<b>Bilirubin</b> [mg/dl]
<b>n</b>	511	509	510	512	414
<b>Mittelwert ± sd</b>	1,24 ± 4,04	30,03 ± 7,27	95,75 ± 15,25	1,39 ± 6,37	0,69 ± 0,72
<b>Median</b>	1,01	29,10	99,00	0,83	0,50
<b>25./75.Quartil</b>	0,96/1,07	27,1/31,35	91,0/103,0	0,71/1,00	0,30/0,80

### **3.1.9 Sonographie in Bezug zum Gesamtkollektiv**

In 425 Fällen des gesamten Patientenkollektivs wurde eine Sonographie durchgeführt (79,9 %).

Bei 310 der 425 Sonographiebefunde (72,9 %) zeigten sich keine Auffälligkeiten. In 70 Fällen (16,5 % der sonographischen Untersuchungen) wurde ein Hinweis für eine Appendizitis erbracht. Insgesamt war 92 Mal (21,6 %) die Appendix darstellbar, davon waren 22 (5,2 %) ohne auffälligen Befund. In 38 Fällen (8,9 %) war eine Pathologie der Appendix weder eindeutig sichtbar noch sicher auszuschließen. Ein posterior-anteriorer Wanddurchmesser von über 6 Millimetern war 32 Mal sichtbar (7,5 %). In 23 Fällen (5,4 %) konnte anhand der Sonographie der Verdacht oder Nachweis einer Pathologie anderer Organe als der Appendix vermiformis erfolgen. Die typischen sonographischen Zeichen der Appendizitis, nämlich generelle Wandverdickung, Kokardenphänomen, unkomprimierbare Appendix und Flüssigkeit um die Appendix traten zu 14,4 %, 0,5 %, 0,2 % und 4,9 % auf.

### **3.1.10 CT in Bezug zum Gesamtkollektiv**

Konnte aufgrund mangelnder Ergebnisse der vorangehenden Untersuchungen (allgemeine Anamnese, klinische Untersuchung, Laborkontrolle, Sonographie) keine klare Diagnose gestellt werden, so wurde nach erfolgter Indikationsstellung wurde bei 121 (22,7 %) Patienten eine zusätzliche CT Untersuchung durchgeführt - davon in 106 Patientenfällen mit Kontrastmittel. In 51 Fällen wurde die CT zur Fokussuche indiziert, in 18 Fällen mit V.a. Sigmadivertikulitis und in 13 Fällen bei V.a. Appendizitis. Die weiteren Indikationen sind in Tabelle 6 aufgelistet.

**Tabelle 6 Indikationen der CT (n = 121)**

<b>CT-Indikation</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Korrelat, Fokussuche</b>	51	42,1
<b>Sigma-, Divertikulitis</b>	18	14,9
<b>Ileus</b>	10	8,3
<b>Appendizitis</b>	13	10,7
<b>Cholezystitis, Pankreatitis</b>	5	4,1
<b>Pankreaspseudozyste</b>	2	1,7
<b>Femoropoplitealer Bypassinfekt</b>	1	0,8
<b>Herniation</b>	2	1,7
<b>Ischämie</b>	4	3,3
<b>Rezidiv, Metastasen</b>	2	1,7
<b>Abszess, Perforation</b>	11	9,1
<b>Thrombose</b>	1	0,8
<b>Tuberkulöse Spondylodiszitis</b>	1	0,8

CT-graphisch wurde in 106 Fällen ein pathologischer Befund dargestellt, davon 28 Mal der V.a. Sigmadivertikulitis, 15 Mal der V.a. Appendizitis. Die weiteren primären Befunde der CT sind in Tabelle 7 aufgelistet.

**Tabelle 7 Primäre Befunde der CT-Untersuchung (n = 121)**

<b>Primärer CT-Befund</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Appendizitis</b>	15	12,4
<b>Appendizitis epiploicae</b>	2	1,7
<b>Infektiöse Kolitis</b>	2	1,7
<b>(gedeckt perforierte) Sigmadivertikulitis</b>	28	23,1
<b>Divertikel</b>	2	1,7
<b>Sigmoiditis</b>	2	1,7
<b>Sigmaischämie</b>	1	0,8
<b>Morbus Crohn</b>	2	1,7
<b>Hochgradige AMS-Stenose</b>	2	1,7
<b>Paralyt./mechan. Ileus</b>	4	3,3
<b>Subileus</b>	2	1,7
<b>Konglomerattumor Dünndarm</b>	1	0,8
<b>Koprostase</b>	4	3,3
<b>Pankreatitis</b>	7	5,8
<b>Pankreaspseudozyste</b>	1	0,8
<b>Cholezystitis, Choledocholithiasis</b>	4	3,3
<b>Unklare Leberläsion</b>	3	2,5
<b>Bauchwandhernie</b>	4	3,3
<b>Harnleiterstein</b>	1	0,8
<b>Extrauterin gravidität</b>	1	0,8
<b>Zweizeitige Milzruptur</b>	1	0,8
<b>Spondylodiszitis, Spondylar-, Coxarthrose</b>	2	1,7
<b>Intraabdomineller Abszess, Faszien dehiscenz</b>	5	4,1
<b>V.a. Boerhaave-Syndrom</b>	1	0,8
<b>CT-gesteuerte Drainage, Abszesspunktion</b>	1	0,8
<b>Metastasen</b>	1	0,8
<b>V.a. Tumor</b>	5	4,1
<b>Pulmonale Rundherde</b>	1	0,8
<b>Ohne pathologischen Befund</b>	15	12,4

Bei 108 Patienten erfolgte nach der CT-Untersuchung die stationäre Aufnahme. Die initiale Verdachtsdiagnose bei Indikationsstellung der CT wurde davon in 90 Fällen durch die CT bestätigt (83,3 %).

### 3.1.11 MRT in Bezug zum Gesamtkollektiv

Insgesamt wurde eine MRT-Untersuchung nach entsprechender Indikation (dargestellt in Tabelle 8) 56 Mal als bildgebendes Verfahren im Gesamtpatientenkollektiv eingesetzt (10,5 %) – davon in 18 Fällen mit Kontrastmittel. Zur Fokussuche wurde die MRT in 23 Fällen indiziert bzw. als Vergleichsdiagnostik zur CT in 12 Fällen. In 14 Patientenfällen bestand der initiale V.a. Appendizitis.

**Tabelle 8 Indikationen der MRT (n = 56)**

<b>MRT-Indikation</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Fokus, Korrelat</b>	23	41,1
<b>Vergleichsdiagnostik</b>	12	21,4
<b>CED</b>	2	3,6
<b>Darmischämie</b>	3	5,4
<b>Appendizitis</b>	14	25,0
<b>Ovarialzyste</b>	2	3,6

In der MRT zeigten sich 21 Mal unauffällige Befunde, 5 Mal wurde eine Appendizitis diagnostiziert, 9 Mal Sigmadivertikel/Sigmadivertikulose.

Die weiteren primären Befunde sind Tabelle 9 zu entnehmen.



**Tabelle 9 Primäre Befunde der MRT-Untersuchung (n = 56)**

<b>Primärer MRT-Befund</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Appendizitis</b>	5	8,9
<b>Kolitis</b>	1	1,8
<b>Sigmadivertikel, -divertikulose</b>	9	16,1
<b>Colitis ulcerosa mit akutem Schub</b>	1	1,8
<b>Morbus Crohn</b>	3	5,4
<b>Anastomosenstenose neoterminales Ileum</b>	1	1,8
<b>V.a. Schlingenabszess des Rektums</b>	1	1,8
<b>Unklare Raumforderung Mesocolon transversum</b>	1	1,8
<b>Darmischämie</b>	1	1,8
<b>Multiple Zysten, Wandverdickung Colon descendens</b>	1	1,8
<b>Cholezysto-, Choledocholithiasis</b>	1	1,8
<b>Hämangiom der Leber</b>	1	1,8
<b>Multiple intrahepatische Zysten</b>	1	1,8
<b>Pankreatitis</b>	1	1,8
<b>Enteritis</b>	1	1,8
<b>Multiple eingeblutete Ovarialzysten</b>	2	3,6
<b>Auffällige mesenteriale Lymphknoten</b>	2	3,6
<b>Ventrikulozisternostomie</b>	1	1,8
<b>Koprostase</b>	1	1,8
<b>Ohne pathologischen Befund</b>	21	37,5

52 Patienten, die eine MRT erhielten, wurden auch stationär aufgenommen. Dabei konnte die Verdachtsdiagnose bei insgesamt 34 Patienten bestätigt werden.

### **3.1.12 Kombination Sonographie/CT/MRT**

Konnte aufgrund von Unklarheiten der vorangehenden Untersuchungen keine eindeutige klinische Diagnose erstellt werden und waren daher zusätzliche bildgebende Verfahren nötig, so fand eine Kombination der bildgebenden Verfahren

CT und MRT in 15 Fällen (2,8 %) statt. 9 Patienten hatten zuvor eine Sonographie erhalten, die in 5 Fällen einen unauffälligen Befund zeigte.

In 7 Fällen bestätigten sowohl CT als auch MRT den V.a. Sigmadivertikulitis, in 2 Fällen V.a. Pankreatitis und jeweils einmal den V.a. Adeno-Carcinom des Coecums, V.a. Appendizitis, unklare Leberläsionen und eine Darmischämie. In 3 Fällen ergab sich eine Diskrepanz der primären Befunde von CT und MRT. Einer dieser Patienten war stationär auf der Neurochirurgie bei V.a. infizierten VP-Shunt. In diesem Zusammenhang wurde die MRT indiziert. Parallel dazu zeigte sich der V.a. Appendizitis, worauf die CT angefertigt wurde.

### **3.1.13 Angaben zu Operationen**

Bei 113 Patientenfällen, die mit dem Leitsymptom akuter Unterbauchschmerz in die Notaufnahme kamen, wurde nach Diagnostik die Indikation für eine Operation gestellt. In 79 Fällen war die Indikation der V.a. Appendizitis. In den übrigen Fällen war die Indikation 5 Mal eine Hernie (Nabel oder Leiste), 4 Mal der V.a. ein Carcinom, 3 Mal eine Cholezystitis, in 2 Fällen eine diagnostische Laparoskopie, 4 Mal eine Sigmadivertikulitis mit Perforation und 5 Mal eine Anastomoseninsuffizienz. 6 Mal wurde die Indikation für eine Notoperation gestellt (zweitzeitige Milzruptur, hämorrhagischer Schock nach Eileiterschwangerschaft, distale Ösophagusruptur bei Boerhaave-Syndrom, Sigmoidischämie, intraabdominelle Blutung bei Extrauterin gravidität und perforierte Sigmadivertikulitis mit Zwei-Quadrantenperitonitis). Weiterhin bestand einmal die Indikation zur Transplantatnephrektomie, einmal ein Ileus, einmal eine Ischämie, einmal ein Abszess in der Bauchwand und einmal eine Resektion einer Muskelfaszie mit Anlage eines VAC-Schwammes.

Die Indikation zur OP wurde in den meisten Fällen nach der Standardlaboruntersuchung, klinischen Untersuchung und Sonographie gestellt (61 Fälle, 54,0 %). In 39 Fällen (34,5 %) wurde zusätzlich eine CT, in 9 Fällen eine MRT indiziert (8,0 %). 4 Patienten (3,5 %) bekamen präoperativ sowohl CT als auch MRT.

Ein normwertiges CRP  $< 3,0$  mg/l zeigte sich in 19 der 113 operativ versorgten Patientenfällen (16,8 %). Dagegen lag bei den 94 weiteren Patienten (83,2 %) ein CRP von  $> 3,0$  mg/l vor.

Bei 81 operierten Patienten lag eine Leukozytose von  $> 10/nl$  vor (71,7 %), in 31 Fällen lagen die Leukozyten  $< 10/nl$  (27,4 %), in einem Fall wurde kein Wert erfasst.

Wurde eine Operation durchgeführt, so unterscheidet sich der Wert der Leukozyten deutlich signifikant von der Gruppe, die konservativ behandelt wurde (Mann-Whitney-U-Test:  $U = 10870,50$ ;  $Z = 8,353$ ;  $p < 0,001$ ;  $r = 0,79$ ).

### **3.1.14 Vergleich von Verdachts- und Entlassdiagnose**

In unserem Patientenkollektiv konnte bei 187 Patienten keine Ursache für den unklaren Unterbauchschmerz gefunden werden (35,2 %). Bei 26 von 41 stationär aufgenommenen Patienten konnte auch während des stationären Aufenthaltes kein Schmerzkorrelat diagnostiziert werden.

Die häufigste Verdachtsdiagnose war in 88 Fällen eine Appendizitis. Davon wurden 84 Patienten stationär aufgenommen und 79 im Verlauf operiert. In 76 Patientenfällen konnte die Appendizitis histologisch gesichert werden. Die histologische Untersuchung ergab für die anderen Fälle den Nachweis einer hämorrhagisch infizierten epithelialen Zyste der rechten Adnexe bzw. den Nachweis eines M. Crohn. In einem Fall stellte sich ein mittelgradig differenziertes Adenokarzinom im Zökum dar. Bei 2 weiteren Patienten, die anfänglich mit der Verdachtsdiagnose unklarer Unterbauchschmerz stationär aufgenommen wurden, wurde eine diagnostische Laparoskopie durchgeführt. Dabei stellte sich in beiden Fällen eine Appendizitis heraus. Somit konnten insgesamt 78 Appendizitisfälle histologisch nachgewiesen werden. Die 5 weiteren Patienten mit Verdachtsdiagnose Appendizitis wurden während des stationären Aufenthaltes nicht operiert [sh unten].

Die weiteren Entlassdiagnosen dieser Patienten mit initialer Verdachtsdiagnose Appendizitis waren je einmal M. Crohn, Gastroenteritis, Dysmenorrhöe und Koprostase. In einem Fall konnte kein Schmerzkorrelat nachgewiesen werden, somit wurde die Patientin ohne pathologischen Befund entlassen.

Die zweithäufigste Verdachtsdiagnose war eine Sigmadivertikulitis (n = 34), die sich in 26 Fällen bestätigte. Weitere häufigere Verdachtsdiagnosen lauteten Harnwegsinfekt (29 Mal), Obstipation/Koprostase (25 Mal), und Gastroenteritis (24 Mal).

Insgesamt konnte von 248 stationär aufgenommenen Patienten die Verdachtsdiagnose in 211 Fällen (85,1 %) bestätigt werden. In 37 Fällen (24,9 %) stellte sich während des Aufenthalts am UKR eine andere Entlassdiagnose heraus. Tabelle 10 stellt den Vergleich von Verdachts- und Entlassdiagnose dar.

**Tabelle 10 Analyse der Verdachtsdiagnosen**

<b>Verdachtsdiagnose</b>	<b>n [%]</b>	<b>Stationäre Behandlung</b>	<b>Verdacht bestätigt</b>
<b>UBS unklarer Genese</b>	187 [35,2]	41	26
<b>Gastritis</b>	17 [3,2]	3	2
<b>Gastroenteritis</b>	24 [4,5]	5	5
<b>Cholezystitis</b>	4 [0,8]	4	4
<b>Choledocholithiasis</b>	2 [0,4]	1	1
<b>Pankreatitis</b>	11 [2,1]	11	10
<b>Obstipation/Koprostase</b>	25 [4,7]	11	11
<b>Sonstige internist. Ursache <sup>1</sup></b>	4 [0,8]	3	3
<b>Appendizitis</b>	88 [16,5]	84	76
<b>Sigma-/Divertikulitis (mit Abszess)</b>	34 [6,4]	28	26
<b>Subileus</b>	7 [1,3]	6	4
<b>Ileus</b>	7 [1,3]	6	3
<b>Herniation</b>	14 [2,6]	8	7
<b>M. Crohn</b>	14 [2,6]	7	4
<b>Sonstige chirurg. Ursache <sup>2</sup></b>	18 [3,4]	13	13
<b>Harnwegsinfekt</b>	29 [5,5]	5	5
<b>Nephrolithiasis/Nierenkolik</b>	12 [2,2]	3	3
<b>Akuter Harnverhalt</b>	2 [0,4]	1	-
<b>Sonstiges <sup>3</sup></b>	33 [6,2]	8	8
<b>Gesamt</b>	532	248	211

<sup>1</sup> Zu sonstigen internistischen Ursachen zählen Ösophagusruptur, Lymphknotenschwellung, hydropische Dekompensation und Leberabszess.

<sup>2</sup> Zu sonstigen chirurgischen Ursachen zählen Clostridium difficile Colitis, Lumbago, Leistenverhärtung, Appendizitis epiploicae, zweizeitige Milzruptur, Stenose der Arteria mesenterica superior mit mesenterialer Ischämie, intraabdomineller Verhalt, hämorrhagische Zyste, Portinfekt und Rektum-Carcinom.

<sup>3</sup> Zu den sonstigen Verdachts- und Entlassdiagnosen zählen eine Thrombose der Vena cava saphena magna, Pneumonie, Lungenlappenentzündung, Sepsis, dilatative Kardiomyopathie, KEP, EPP, Diarrhöe und eingeblutete Ovarialzysten.

### **3.2 Analyse der Untersuchungsparameter bei Appendizitis**

Bei 78 Patienten wurde histologisch eine Appendizitis bestätigt. Drei weitere Patienten, die mit der Verdachtsdiagnose Appendizitis operiert wurden, werden hier nicht mitberechnet, da sich die Verdachtsdiagnose nicht bestätigte und eine andere Erkrankung Ursache der Symptomatik war. Davon waren 30 weibliche (38,5 %) und 48 männliche Patienten (61,5 %). Das durchschnittliche Alter betrug 38,9 Jahre (sd = 16,7 Jahre). Der jüngste Patient war 17, der älteste 87 Jahre alt. Die Zeitspanne vom Symptomauftritt bis zur Vorstellung in der INA betrug im Mittel 1,7 Tage (sd = 1,4 Tage). Laut Patientenangaben traten die Symptome erstmals zwischen 2,5 Stunden bis zu maximal 7 Tagen auf. Eine Antibiotikagabe in der INA wurde bei keinem Patienten dokumentiert.

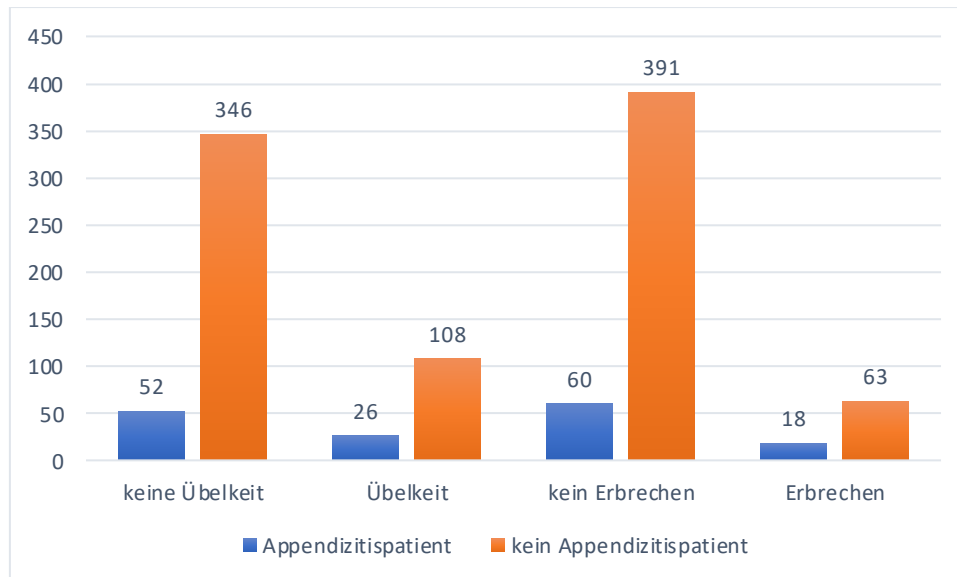
Die Temperaturmessung wurde bei 22 Patienten mit Appendizitis dokumentiert. Dabei wurde bei 9 Patienten eine Temperatur  $\geq 38,0$  °C gemessen. Der Mittelwert der Temperatur bei Appendizitis betrug 37,0 °C ( $\pm 0,5$  °C).

#### **3.2.1 Übelkeit und Erbrechen bei Vorliegen einer Appendizitis**

Die Übelkeit wurde 26 Mal (33,3 %) und Erbrechen 18 Mal (23,1 %) als Symptom bei Vorliegen einer Appendizitis (n = 78) angegeben, wie auch Tabelle 11 entnommen werden kann. Mittels Chi-Quadrat-Test konnte gezeigt werden, dass das Auftreten von

Übelkeit nicht signifikant mit einer Appendizitis zusammenhängt ( $X^2(1) = 3,218$ ,  $p = 0,073$ ). Für Erbrechen konnte ein statistisch gering signifikanter Zusammenhang mit Appendizitis nachgewiesen werden ( $X^2(1) = 4,365$ ,  $p = 0,037$ ,  $V = 0,091$ ,  $p = 0,037$ ).

**Tabelle 11 Verteilung von Übelkeit bzw. Erbrechen bei Patienten mit und ohne Appendizitis**



	Übelkeit		Erbrechen	
	Nein [%]	Ja [%]	Nein [%]	Ja [%]
<b>Appendizitispatient (n = 78)</b>	52 [66,7]	26 [33,3]	60 [76,9]	18 [23,1]
<b>Kein Appendizitispatient (n= 454)</b>	346 [76,2]	108 [23,8]	391 [86,1]	63 [13,9]

### 3.2.2 Palpation des Abdomens bei Appendizitis

Die retrospektive Auswertung der klinischen Untersuchung ergab, dass bei Vorliegen einer Appendizitis diese in 75 Fällen dokumentiert wurde. Am häufigsten war der McBurney-Punkt klinisch auffällig ( $n = 46$ , 61,3 %), gefolgt von kontralateralem Loslassschmerz (41,3 %), positivem Lanz-Punkt (33,3 %) und einer Abwehrspannung (32,0 %). Der Douglas-Schmerz wurde bei keinem Patienten untersucht.

Der Chi-Quadrat-Test ergab, dass für alle Parameter ein deutlicher Zusammenhang mit der Diagnose „Appendizitis“ besteht, wie in Tabelle 12 aufgelistet ist.

**Tabelle 12 Werte des Chi-Quadrat-Tests zur klinischen Untersuchung**

	<b>X<sup>2</sup> (df)</b>	<b>Signifikanz (2-seitig)</b>	<b>Phi</b>
<b>McBurney</b>	X <sup>2</sup> (2) = 95,35	p ≤ 0,001	0,425
<b>Lanz-Punkt</b>	X <sup>2</sup> (2) = 60,96	p ≤ 0,001	0,338
<b>Psoas-Zeichen</b>	X <sup>2</sup> (2) = 34,25	p ≤ 0,001	0,254
<b>Kontralateraler Loslassschmerz</b>	X <sup>2</sup> (2) = 96,00	p ≤ 0,001	0,425
<b>Abwehrspannung</b>	X <sup>2</sup> (2) = 12,27	p ≤ 0,002	0,152

Die genaue Darstellung der klinischen Untersuchungsparameter ist der Tabelle 13 zu entnehmen. Ebenso der Vergleich zu Patienten, die ebenfalls klinisch untersucht wurden, aber bei denen keine Appendizitis vorlag (n = 346). Pathologisch traten vor allem der McBurney-Punkt (61,3 %) sowie der kontralaterale Loslassschmerz (41,3 %) jeweils bei den Appendizitispatienten auf. Das Psoas-Zeichen war im Fall der Appendizitis nur bei einem geringeren Prozentsatz pathologisch (18,7 %). Die Sensitivität und Spezifität der Untersuchungsparameter erreichen Werte von 26,9 % bis 90,2 % bzw. 60,7 % bis 86,3 %, wie Tabelle 14 zu entnehmen ist.

**Tabelle 13 Vergleich klinischer Appendizitiszeichen bei Appendizitis (n = 75) und sonstigen Patienten (n = 346)**

	<b>Pathologisch</b>	<b>unauffällig</b>
	n [%]	n [%]
<b>McBurney <sup>1</sup></b>	46 [61,3]	5 [6,7]
<b>McBurney <sup>2</sup></b>	55 [15,9]	108 [31,2]
<b>Lanz-Punkt <sup>1</sup></b>	25 [33,3]	5 [6,7]
<b>Lanz-Punkt <sup>2</sup></b>	35 [10,1]	95 [27,4]
<b>Psoas-Zeichen <sup>1</sup></b>	14 [18,7]	38 [50,7]
<b>Psoas-Zeichen <sup>2</sup></b>	30 [8,7]	175 [50,6]
<b>Douglas-Schmerz <sup>1</sup></b>	0 [0,0]	0 [0,0]
<b>Douglas-Schmerz <sup>2</sup></b>	0 [0,0]	0 [0,0]
<b>Kontralateraler Loslassschmerz <sup>1</sup></b>	31 [41,3]	27 [36,0]
<b>Kontralateraler Loslassschmerz <sup>2</sup></b>	27 [7,8]	175 [50,6]
<b>Abwehrspannung <sup>1</sup></b>	24 [32,0]	33 [44,0]
<b>Abwehrspannung <sup>2</sup></b>	88 [25,4]	256 [74,0]

<sup>1</sup> Appendizitispatienten

<sup>2</sup> Patienten ohne Appendizitis

Da nicht alle Appendizitispunkte bei jedem Patienten untersucht wurden, ergibt sich nicht jeweils das Gesamt N der Patienten mit Appendizitis bzw. sonstigen Patienten.

**Tabelle 14 Sensitivität und Spezifität der klinischen Untersuchung bei Appendizitis**

	<b>Sensitivität</b>	<b>Spezifität</b>
	[%]	[%]
<b>McBurney</b>	90,2	60,7
<b>Lanz-Punkt</b>	83,3	77,0
<b>Psoas-Zeichen</b>	26,9	86,3
<b>Kontralateraler Loslassschmerz</b>	53,4	85,9
<b>Abwehrspannung</b>	42,1	74,7



### 3.2.3 Laborparameter bei Entlassdiagnose Appendizitis

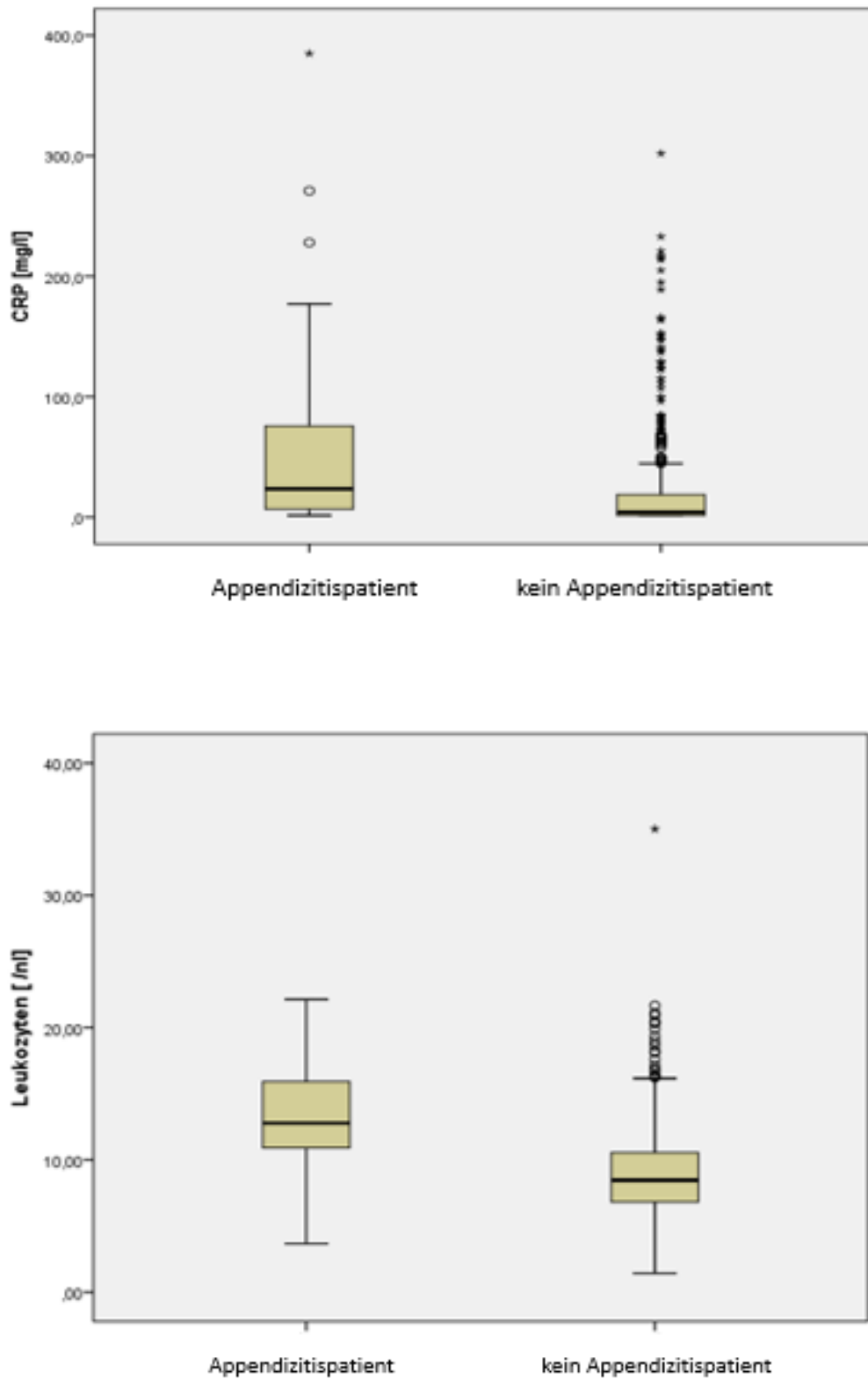
Ein Vergleich der Laborparameter erhöhtes C-reaktives Protein (CRP), neutrophile Granulozyten (nachfolgend als Neutrophile bezeichnet) und Leukozytenzahl in Abhängigkeit einer Appendizitis zeigt, dass diese Parameter nicht der Normalverteilung entsprechen. Es zeigt sich, dass im Falle einer Appendizitis im Mittel eine leichte Leukozytose sowie ein erhöhter CRP-Wert auftritt. Die deskriptiven Werte (Mittelwert  $\pm$  sd, Median, 25./75. Quartil) von CRP, Neutrophilen und Leukozyten bei Appendizitis sind in Tabelle 15 aufgelistet.

**Tabelle 15 Deskriptive Werte von CRP, Leukozyten, Neutrophilen bei Appendizitis (n = 78)**

	<b>Mittelwert <math>\pm</math> sd</b>	<b>Median [25./75. Quartil]</b>
<b>CRP [mg/l]</b>	53,3 $\pm$ 7,7	23,5 [6,6/75,9]
<b>Leukozyten [ / nl]</b>	13,3 $\pm$ 0,5	12,8 [10,9/16,0]
<b>Neutrophile [<math>10^3</math> / <math>\mu</math>l]</b>	10,5 $\pm$ 0,7	11,0 [8,0/12,6]

Mittels Mann-Whitney-U-Test kann bestätigt werden, dass die Werte für CRP und Leukozyten beim Vorliegen einer Appendizitis im Vergleich zu Nicht-Appendizitispatienten signifikant mit mittlerer Stärke erhöht sind. (CRP: U = 10084,00, Z = -5,960, p < 0,001, r = 0,26; Leukozyten: U = 6763,00, Z = -8,463, p < 0,001, r = 0,37). Deutlich wird dies auch anhand der Lageverteilung dieser Werte in Abbildung 11.

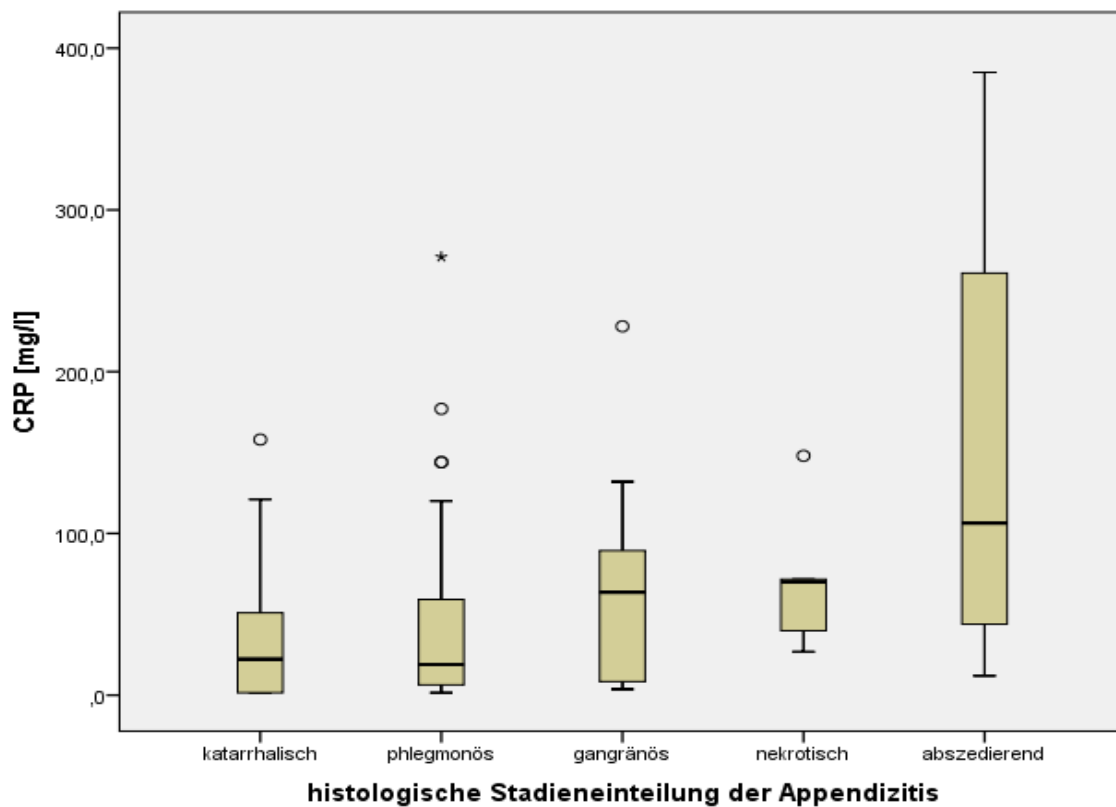
Abbildung 11 Boxplot von CRP (mg/l), Leukozyten ( / nl) bei Appendizitis (n = 78) und anderen Patienten (n = 437 bzw. 435)



Die Analyse des erhöhten C-reaktiven Proteins in Bezug zum histologischen Schweregrad der Entzündung zeigt, dass die Werte ebenfalls nicht normalverteilt sind.

Die Streubreite der Werte des erhöhten CRP nimmt mit dem histologischen Schweregrad der Appendizitis zu, wie der Abbildung 12 bzw. der Tabelle 16 zu entnehmen ist. Somit sind bei Vorliegen einer Nekrose oder eines Abszesses höhere Entzündungswerte zu erwarten. Ein statistisch signifikanter Unterschied der CRP-Werte innerhalb der histologischen Stadien ließ sich allerdings nicht feststellen (Kruskal-Wallis-Test  $\chi^2(4) = 8,397$  mit  $p = 0,078$ ).

**Abbildung 12 CRP [mg/l] in Abhängigkeit der histologischen Stadieneinteilung bei Appendizitis (n = 78)**



**Tabelle 16 CRP [mg/l] in Abhängigkeit der histologischen Stadieneinteilung bei Appendizitis (n = 78)**

	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>n</b>	17	42	10	5	4
<b>CRP</b>	38,3 ± 48,3	43,8 ± 57,6	69,8 ± 71,1	71,3 ± 47,0	152,4 ± 163,2
<b>[mg/l]<sup>1,2,3</sup></b>	22,3	19,0	63,7	70,0	106,4
	[1,5/52,4]	[6,2/61,9]	[8,1/100,1]	[33,4/109,9]	[27,9/323,0]

<sup>1</sup> Mittelwert ± sd

<sup>2</sup> Median

<sup>3</sup> [25./75. Quartil]

Histologischer Befund:

0 = katarrhalisch; 1 = phlegmonös; 2 = gangränös; 3 = nekrotisch; 4 = abszedierend

Ebenfalls wurden die Werte der Leukozyten je nach histologischem Stadium untersucht. Diese entsprechen nicht der Normalverteilung. Auch ist kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Entzündungsstadien erkennbar (Kruskal-Wallis-Test  $\chi^2(4) = 8,366$ ,  $p = 0,079$ ). Die Mittelwerte in den histologischen Stadien unterscheiden sich nur wenig, wie Tabelle 17 zu entnehmen ist. Auch Abbildung 13 zeigt dies, wenngleich die Streubreite insgesamt etwas variieren mag.

**Tabelle 17 Leukozyten (/nl) in Abhängigkeit des histologischen Befundes bei Appendizitis (n = 78)**

	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>n</b>	17	42	10	5	4
<b>Leukozyten</b>	10,8 ± 3,4	13,9 ± 4,0	13,9 ± 4,7	13,0 ± 2,5	15,9 ± 7,5
<b>[ / nl]<sup>1,2,3</sup></b>	11,3	14,1	13,7	12,2	17,1
	[9,8/12,5]	[11,3/16,1]	[10,5/17,9]	[11,3/15,0]	[8,4/22,1]

<sup>1</sup> Mittelwert ± sd

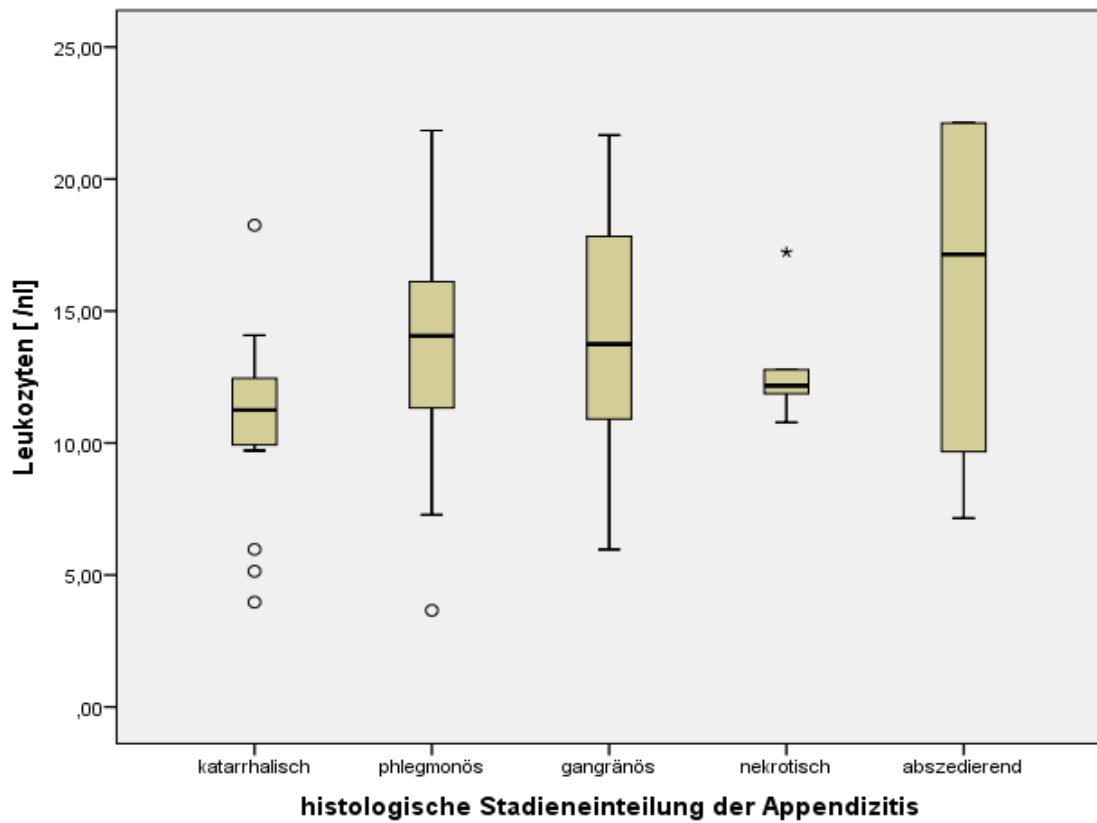
<sup>2</sup> Median

<sup>3</sup> [25./75. Quartil]

Histologischer Befund:

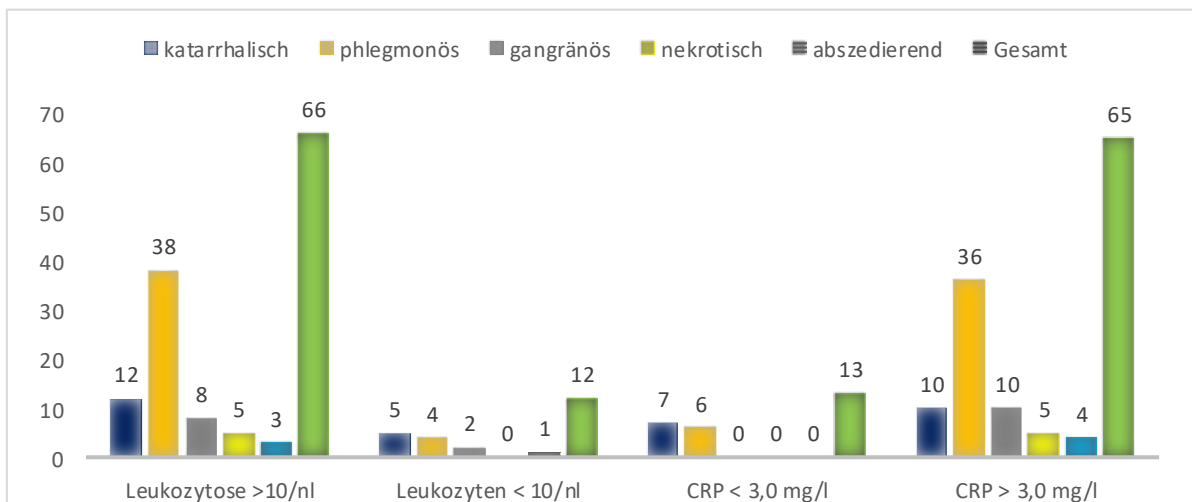
0 = katarrhalisch; 1 = phlegmonös; 2 = gangränös; 3 = nekrotisch; 4 = abszedierend

**Abbildung 13** Boxplot der Leukozytenzahl [ /nl] je nach histologischem Befund



Bei 53 Patienten konnte ein normaler CRP-Wert (< 3,0 mg/l) bei Leukozytose (> 10 /nl) festgestellt werden (67,9 %). 13 Patienten hatten sowohl erhöhte CRP-Werte wie auch eine erhöhte Leukozytenzahl (16,7 %). Bei 12 Patienten befanden sich beide Laborparameter im Normbereich (15,4 %). Die genaue Verteilung von Leukozytose und CRP ist in Tabelle 18 dargestellt.

**Tabelle 18** Darstellung von Leukozytose > 10 /nl und CRP [mg/l] je nach histologischem Befund bei Appendizitis (n = 78)



	0	1	2	3	4	Gesamt
	n [%]	n [%]	n [%]	n [%]	n [%]	n [%]
<b>Leukozytose &gt; 10 / nl</b>	12 [15,4]	38 [48,7]	8 [10,3]	5 [6,4]	3 [3,8]	66 [84,6]
<b>Leukozyten &lt; 10 / nl</b>	5 [6,4]	4 [5,1]	2 [2,6]	0	1 [1,3]	12 [15,4]
<b>CRP &lt; 3,0 mg/l</b>	7 [9,0]	6 [7,8]	0	0	0	13 [16,7]
<b>CRP &gt; 3,0 mg/l</b>	10 [12,8]	36 [46,1]	10 [12,8]	5 [6,4]	4 [5,1]	65 [83,3]

0 = katarrhalisch, 1 = phlegmonös, 2 = gangränös, 3 = nekrotisch, 4 = abszedierend

### 3.2.4 Sonographie bei Appendizitis

Die retrospektive Analyse ergab, dass bei Vorliegen einer Appendizitis (n = 78) in 72 Patientenfällen eine sonographische Untersuchung dokumentiert wurde. Bei 20 Sonographien (27,8 %) lag ein unauffälliger Befund vor. Eine Darstellung der Appendix vermiformis gelang in 23 der 72 Fälle (31,9 %), wobei eine Pathologie weder nachweisbar noch sicher auszuschließen war. Bei 29 Sonographien (40,3 %) war ein Wanddurchmesser von > 6 mm messbar. Die genauere retrospektive Analyse des sonographischen Befundes bei Vorliegen einer Appendizitis ergab, dass eine Wandverdickung in 61,1 % (n = 44) zu erkennen war. Eine unkomprimierbare Appendix konnte dagegen nur in einem Fall (1,4 %) diagnostiziert werden, das Kokardenphänomen in 2 Fällen (2,8 %). Der Nachweis freier Flüssigkeit gelang in 15 Fällen (20,8 %).

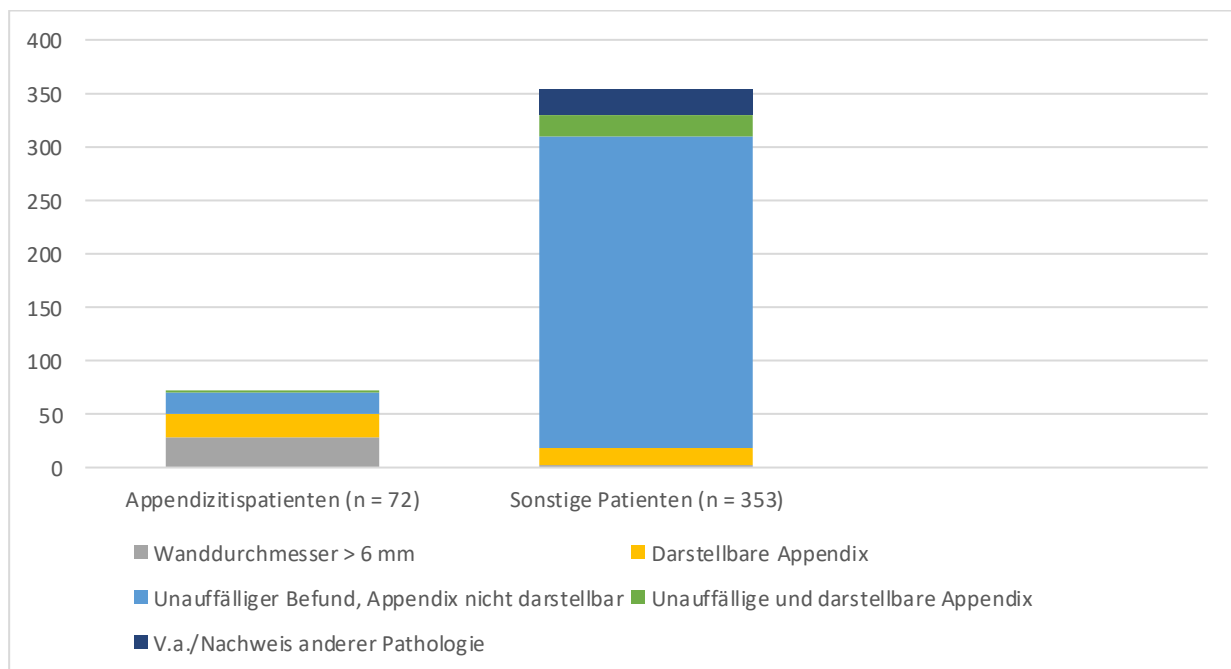
**Tabelle 19 Sensitivität und Spezifität der Sonographie bei Appendizitis (n = 72)**

	Spezifität [%]	Sensitivität [%]
<b>Wandverdickung</b>	95,2	61,1
<b>Durchmesser &gt; 6mm</b>	99,2	40,3
<b>Unkomprimierbare Appendix</b>	100	1,4
<b>Kokardenphänomen</b>	100	2,7
<b>Freie Flüssigkeit</b>	98,9	23,6
<b>Gesamt</b>	94,6	70,8

Die Sensitivität und Spezifität der Sonographie für die Anzeichen einer Appendizitis erreichen somit Werte von 1,4 – 61,1 % bzw. 95,2 – 100,0 % an. Insgesamt betrachtet errechnen sich 70,8 % bzw. 94,6 %, wie in Tabelle 19 aufgelistet.

Zusammenfassend stellt Tabelle 20 den sonographischen Befund von Appendizitispatienten und sonstigen Patienten gegenüber.

**Tabelle 20 Vergleich der Sonographie von Appendizitis - und sonstigen Patienten (n = 72 bzw. 353)**



	<b>Appendizitispatienten (n = 72)</b>	<b>Sonstige Patienten (n = 353)</b>
	n [%]	n [%]
<b>Wanddurchmesser &gt; 6 mm</b>	29 [40,3]	3 [0,8]
<b>Darstellbare Appendix</b>	22 [30,6]	16 [4,5]
<b>Unauffälliger Befund, Appendix nicht darstellbar</b>	20 [27,8]	290 [82,2]
<b>Unauffällige und darstellbare Appendix</b>	1 [1,4]	21 [5,9]
<b>V.a./Nachweis anderer Pathologie</b>	0 [0,0]	23 [6,5]

### **3.2.5 Einsatz der Computertomographie bei Appendizitis**

In 15 von 121 CT-Untersuchungen wurde ein pathologischer Befund im Hinblick auf Appendizitis festgestellt, der sich nach anschließender operativer Appendektomie in 14 Fällen histologisch bestätigte. In der CT konnte freie Flüssigkeit um die Appendix, entzündlich verdicktes Fettgewebe, Wandverdickung der Appendix, Mitreaktion des terminalen Ileums sowie ein Abszessgeschehen dargestellt werden. In 2 Fällen mit histologischem Nachweis einer Appendizitis konnte in der präoperativ durchgeführten CT kein Hinweis auf eine Appendizitis dargestellt werden. In einem Fall davon zeigte sich jedoch ein intraabdomineller Abszess.

Bei 13 der 15 Patienten wurde die klinische Untersuchung dokumentiert, die in 5 Fällen eine Auffälligkeit im Hinblick auf eine Appendizitis zeigte. Die Sonographie wurde bei 11 Patienten durchgeführt und zeigte 3 Mal einen unauffälligen Befund, 3 Mal eine darstellbare Appendix und 5 Mal einen Durchmesser der Appendix von über 6 Millimetern. Das C-reaktive Protein war bei allen 14 Patienten mit bestätigter Appendizitis erhöht. Eine Leukozytose von  $> 10 / \text{nl}$  lag bei 11 Patienten vor.

Die Sensitivität der CT in Abhängigkeit einer Appendizitis liegt in unserem Patientenkollektiv bei 87,5 %, die Spezifität bei 98,1 %.

### **3.2.6 Magnetresonanztomographie bei Appendizitis**

Retrospektiv wurde im Fall einer Appendizitis eine MRT in 10 Fällen durchgeführt, wovon fünf einen auffälligen Befund zeigten. Dabei konnte freie Flüssigkeit um die Appendix, verminderte Diffusion der Appendix, betonte Lymphknoten, eine Mitreaktion des terminalen Ileums und eine Perforation dargestellt werden.

Von diesen 10 Patienten wurde die klinische Untersuchung in 8 Fällen dokumentiert und zeigte 7 Mal eine Auffälligkeit bzgl. Appendizitis. Die sonographische Untersuchung wurde ebenfalls 8 Mal dokumentiert. Dabei zeigte sich 2 Mal keine Pathologie, 4 Mal war der Appendix darstellbar und 2 Mal konnte ein Durchmesser von über 6 Millimetern festgestellt werden. Ebenfalls zeigte sich bei 8 Patienten der CRP-Wert erhöht. Bei 5 Patienten lag zudem eine Leukozytose von  $> 10 / \text{nl}$  vor.



Bei der MRT liegt im Bezug zur Appendizitis eine Spezifität von 100,0 % und Sensitivität von 33,3 % vor. Ein Grund dafür könnte die geringe Anzahl an Patientenfällen sein.

### 3.2.7 Histologische Stadieneinteilung der Appendizitisfälle

In 79 Fällen erfolgte eine Appendektomie, die nach histologischer Auswertung in 78 Fällen eine Appendizitis bestätigte. Die histologischen Stadien sind in Tabelle 21 dargestellt. Der Großteil der Befunde belegte eine phlegmonöse Appendizitis (n = 42, 53,8 %). Am zweithäufigsten trat eine katarrhalische Appendizitis auf (n = 17, 21,8 %).

**Tabelle 21 Histologische Stadieneinteilung der Appendizitisfälle (n = 78)**

Histologisches Stadium der Appendizitis	N	%
katarrhalisch	17	21,8
phlegmonös	42	53,8
gangränös	10	12,8
nekrotisch	5	6,4
abszedierend	4	5,1

Die Mittelwerte der Operationsdauer in Abhängigkeit des histologischen Stadiums lagen zwischen 66 und 111 Minuten, wie man Tabelle 22 entnehmen kann.

**Tabelle 22 Operationsdauer bei Appendizitis (n = 78)**

	0	1	2	3	4
<b>n (= 78)</b>	17	42	10	5	4
<b>Dauer [min]</b>	66,3 ± 23,1	80,0 ± 46,7	88,6 ± 49,5	67,6 ± 24,8	111,0 ± 62,7
<sup>1,2</sup>	60,0	64,5	75,5	58,0	107,0
	[46,5/78,5]	[49,8/101,8]	[52,5/115,5]	[46,0/94,0]	[57,0/169,0]

<sup>1</sup>Mittelwert ± sd

<sup>2</sup>Median [25./75. Quartil]

0 = katarrhalisch; 1 = phlegmonös; 2 = gangränös; 3 = nekrotisch; 4 = abszedierend

In 7 Fällen befand sich die Appendix in retrozökaler Lage. Bei 2 dieser Patienten war bei der klinischen Untersuchung ein auslösbarer Psoasschmerz dokumentiert (28,6 %).

Ein Umschwenken von Laparoskopie zur Laparotomie erfolgte während der OP in 8 der 78 Appendizitisfälle (10,3 %). Ursachen dafür waren eine perforierte bzw. nekrotische Appendix mit ausgeprägtem Abszessgeschehen, eine an der Basis abgerissene Appendix, eine retrozökal verbackene Appendix sowie eine starke Konglomeratbildung bei gedeckt perforierter Appendixbasis.

Im postoperativen Verlauf wurde in 4 Fällen (5,1 %) wegen ausgeprägten Abszessgeschehens bzw. in einem Fall (1,3 %) aufgrund des Nachweises von E.coli und Stenotropomonas eine Antibiotikaprophylaxe verabreicht. In einem weiteren Fall zeigten sich die Adnexe intraoperativ deutlich entzündet, weshalb ebenso eine Antibiotikagabe erfolgte.

Des Weiteren war in 3 Fällen (3,8 %) aufgrund von Wunddehiszenz bzw. Anastomoseninsuffizienz mit Peritonitis ein zweiter operativer Eingriff nötig.

## **4. Diskussion**

Das durchschnittliche Alter unserer Patienten mit Appendizitis betrug 38,9 Jahre (sd = 16,7 Jahre). Da in der Interdisziplinären Notaufnahme der Uniklinik Regensburg in der Regel keine Kinder aufgenommen werden, liegt das Durchschnittsalter unserer Patienten etwas höher als im Literaturvergleich. Die Auswertung der Geschlechtsverteilung ergab, dass 38,5 % der Patienten weiblich und 61,5 % der Patienten männlich waren. Daraus errechnet sich ein Verhältnis von Männern/Frauen von 1,6:1. Im Durchschnitt erkrankten Männer häufiger an einer Appendizitis als Frauen [25]. Yildirim et al. stellten sogar ein Verhältnis von Männern/Frauen von 2,7:1 fest [26]. Dagegen waren bei einer prospektiven Studie von Abul Foul et al., die 171 Patienten miteinschloss, 65,5 % der Patienten männlich und 34,5 % weiblich – ähnlich zu unserem Verhältnis [27].

Die durchschnittliche Symptombdauer in unserem Patientenkollektiv mit Appendizitis betrug 1,7 Tage (sd = 1,4 Tage).

In der Notaufnahme erfolgte bei V. a. Appendizitis keine Antibiotikagabe. Nach der Indikationsstellung zur Appendektomie wurden die Patienten stationär aufgenommen und dort erfolgte die weitere Behandlung.

Ab einer Temperatur von 38,0 °C wurde den Patienten Fieber attestiert [28]. Die Temperaturmessung erfolgte bei 22 Patienten mit Appendizitis. Dabei lag in 9 Fällen der Wert  $\geq 38,0$  °C.

Übelkeit trat in unserem Patientenkollektiv bei Appendizitis zu 33,3 % auf, Erbrechen zu 23,1 %. Slotta et al. berichteten über ein Auftreten von Übelkeit in 44,9 % und Erbrechen in 31,4 % ihres Patientenkollektivs [3]. Übelkeit und Erbrechen sind als unspezifische Symptome zu sehen, da diese Begleiterscheinungen diverser Erkrankungen sind und nicht spezifisch für eine Appendizitis.

### **4.1 Klinische Untersuchung**

Die Auswertung unserer klinischen Untersuchung ergab, dass diese im Fall der Appendizitis bei 75 der 78 Patienten durchgeführt wurde und zu 84,0 % auffällig war.

Das Symptom des rechtsseitigen Unterbauchschmerzes und damit einhergehend eine auffällige klinische Untersuchung traten in 96,6 % der Fälle in einer Studie von Slotta et al. auf, deren Ziel es war, eine maximale Zeitspanne zu ermitteln, bis zu der eine Appendektomie ohne Komplikationen durchgeführt werden kann [3]. Dafür wurden retrospektiv sämtliche Daten von 655 Patienten, die von Januar 2008 bis April 2013 am Universitätsklinikum Göttingen appendektomiert wurden, statistisch ausgewertet. Die Diskrepanz der Werte im Vergleich zu unserer Studie könnte sich durch die höhere Patientenzahl mit V.a. Appendizitis ergeben. Somit kann man schlussfolgern, dass eine positive klinische Untersuchung ein Hinweis auf eine Appendizitis ist [29]. Andere Studien kommen zu der Aussage, dass die klinische Untersuchung ausschlaggebend für das weitere Vorgehen in der Therapie ist [10]. Toorenvliet et al. bezeichnen die klinische Untersuchung als Eckstein der Diagnostik in der Notaufnahme [30]. In deren Studie erreichte die klinische Untersuchung eine Sensitivität von 87 % und Spezifität von 91 %.

Insbesondere stellen die Parameter schmerzhafter McBurney-Punkt (61,3 %) und kontralateraler Loslassschmerz (41,3 %) in unserem Patientenkollektiv einen deutlichen Anhaltspunkt für eine Appendizitis dar, was auch in einer Metaanalyse über die Genauigkeit der klinischen Diagnose bei Appendizitis von Andersson et al. belegt wurde [29]. In einer prospektiven weltweiten Studie, an der sich 116 Kliniken in 44 Ländern von April bis September 2016 beteiligten, trat der rechte Unterbauchschmerz zu 91,1 % und ein auf Druck empfindlicher McBurney-Punkt zu 69,6 % auf [31]. In unserer Untersuchung war der Lanz-Punkt in 33,3 % positiv, wobei der wahre Wert etwas höher liegen könnte, da dieser Punkt nur in knapp 40 % unserer Patientenfälle untersucht bzw. dokumentiert worden ist. Eine Abwehrspannung wurde in 32,0 % als positiv diagnostiziert. Das Psoas-Zeichen, das als Hinweis für eine retrozökal liegende Appendix gilt, fiel lediglich zu 18,7 % pathologisch auf. Intraoperativ zeigten sich 7 Appendizes in retrozökaler Lage (9,0 %). Bei 2 dieser Fälle wurde bei der klinischen Untersuchung ein positives Psoas-Zeichen dokumentiert. Somit scheint die Aussagekraft des Psoas-Zeichens von geringerer Wertigkeit zu sein. Im Fall des Douglas-Schmerzes lässt sich keine konkrete Aussage treffen, da er bei keinem Patienten als Bestandteil der klinischen Untersuchung dokumentiert war. Somit erfolgte keine Dokumentation einer digital-rektalen Untersuchung, die allerdings laut Takada und Andersson et al. nicht wegweisend in der Diagnostik der Appendizitis ist

[29,32]. Slotta et al. konnten in ihrer mit 655 Patienten durchgeführten Studie auf Druckschmerz empfindliche Lanz- und McBurney-Punkte zu 21,2 % bzw. 32,5 % dokumentieren, das Psoas-Zeichen zu 17,5 % [3], was sich ganz gut mit unseren Ergebnissen deckt. Bergeron et al. erfassten in ihrer retrospektiven Studie die Daten von 211 Patienten mit Verdacht auf Appendizitis in einem Zeitraum von 11 Jahren. Erhoben wurden die Daten in einer kanadischen Klinik mit eingeschränktem Zugang zu bildgebenden Techniken. Bewertet wurden die Genauigkeit der Appendizitisdiagnostik sowie Faktoren, die eine komplizierte Appendizitis beeinflussen. Dabei zeigte sich, dass als klinische Zeichen die Schmerzwanderung in den rechten Unterbauch sogar in 79,0 % der Fälle zutraf sowie die Abwehrspannung in 78,5 % [33].

Somit ist ersichtlich, dass bei Vorliegen einer Appendizitis die gute klinische Untersuchung als Wegweiser für die korrekte Diagnose essenziell ist. Kalliakmanis et al. untersuchten prospektiv 717 Patienten mit Verdachtsdiagnose Appendizitis. Ausgewertet wurden die klinischen Daten sowie die Laboruntersuchung im Vergleich mit intraoperativen bzw. histopathologischen Befunden. Der Schweregrad der Entzündung korrelierte dabei signifikant mit Fieber, Abwehrspannung, Schmerzwanderung in den rechten Unterbauch sowie Appetitlosigkeit [34]. Somit kamen Kalliakmanis et al. und weitere Studien, die die Genauigkeit der klinischen Untersuchung bei Appendizitis untersuchten, zum Schluss, dass die klinische Untersuchung inklusive Laboruntersuchungen ausreichend für die Diagnosestellung der Appendizitis ist. Lediglich bei Unklarheiten sollten weitere Untersuchungen durchgeführt werden [31,35,36]. Betrachtet man die Rate der negativen Appendektomien, so ist festzustellen, dass sich diese Anzahl trotz Neuerungen in den Untersuchungsmöglichkeiten wie CT, Sonographie oder auch (diagnostischer) Laparoskopie nicht wesentlich verbessert hat [37]. So das Fazit von Flum et al., die anhand einer retrospektiven Kohortenstudie mit 85.790 Patienten die Anzahl negativer Appendektomien von 1987 bis 1998 auswerteten. Weitere Autoren kommen ebenso zum Schluss, dass die Genauigkeit in der Diagnosestellung nicht zuletzt von der Erfahrung des klinischen Untersuchers abhängt - so das Fazit einer Studie über computergestützte Entscheidungsfindung bei Appendizitis [38].

## 4.2 Laborwerte

Die Auswertung der Laborparameter für C-reaktives Protein, Leukozyten und neutrophile Granulozyten ergab, dass in unserer Untersuchung beim Vorliegen einer Appendizitis eine signifikante Erhöhung mittlerer Effektstärke von Leukozyten und CRP auftrat. Ng et al. stellten einen signifikanten Zusammenhang zwischen einer erhöhten Anzahl der neutrophilen Granulozyten und Appendizitis fest. Dabei wurden die Laborwerte CRP, Leukozyten, Neutrophile sowie die Temperatur von 282 Patienten mit Appendizitis ausgewertet [39]. Zusätzlich konnten laut Ng et al. der positive Vorhersagewert und die Spezifität der Appendizitisdiagnostik bei Vorliegen von erhöhtem CRP-Wert und Neutrophilen sowie einer Leukozytose verbessert werden. Einige Studien über die Diagnostik der Appendizitis konnten zeigen, dass die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer Appendizitis vor allem dann steigt, wenn die Werte in der Zusammenschau erhöht sind [26,39–41]. Xharra et al. konnten für die Erhöhung des CRP-Wertes und der Leukozyten eine Spezifität von 91,1 % und Sensitivität von 95,3 % feststellen. Dabei wurde der Zusammenhang von CRP, Leukozyten und Neutrophilen mit dem histopathologischen Befund der Appendix bei 173 Patienten untersucht [42]. Weitere Studien kamen ebenfalls zum Ergebnis, dass bei Erhöhung von CRP und Leukozyten die Wahrscheinlichkeit für eine Appendizitis zunimmt und die Messung dieser Werte eine hilfreiche Diagnostik bei der Appendizitis darstellt, selbst wenn es keinen speziellen Marker der Laborwerte für Appendizitis gibt [43–46]. Kessler et al. konnten zeigen, dass bei erhöhten CRP-Werten und Leukozyten der positive Vorhersagewert der Appendizitis bei 71 % liegt, im Gegensatz dazu der negative Vorhersagewert regulärer Werte bei 84 % [47]. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Appendizitis vorliegt, nimmt bei mindestens zwei normalen Laborparametern ab, wie eine Metaanalyse der Laborwerte bei Appendizitis belegt [29,45]. Sengupta et al. untersuchten 98 Patienten mit Verdacht auf Appendizitis prospektiv. Ein Ergebnis lautete, dass bei normalen Werten für CRP und Leukozyten der negative Vorhersagewert einer Appendizitis bei 100 % liegt [45]. Zugleich wird darauf hingewiesen, dass man sich nicht auf die Werte von Leukozyten und Neutrophilen verlassen sollte, da klinische Daten als Entscheidungsgrundlage dienen. So das Fazit von Al-Gaithy, der speziell den Zusammenhang von Leukozyten- und Neutrophilenzahl mit der Diagnose „Appendizitis“ bei 456 Patientenfällen untersuchte [48]. Grönroos et

al. stellen fest, dass erhöhte Werte der Leukozyten eher ein Frühstadium der Appendizitis beschreiben, wohingegen erhöhte CRP-Werte besonders bei Perforation oder Abszedierung auftreten. Dauern die Symptome dabei über 24 Stunden an, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit einer Komplikation [26,44,49]. Auch Yildirim et al. konnten zeigen, dass bei erhöhtem CRP und zunehmender Dauer der Beschwerdesymptomatik das Risiko einer komplizierten Appendizitis steigt [26]. Laut Xharra et al. korreliert die Höhe des CRP-Wertes signifikant mit dem Entzündungsstadium der Appendix [42]. In der vorliegenden Arbeit konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen erhöhtem CRP-Wert und Leukozytose mit zunehmendem Entzündungsgrad bestätigt werden, da es keinen signifikanten Unterschied zwischen den histologischen Entzündungsstadien gab.

Sammalkorpi et al. fanden heraus, dass ein CRP-Wert von über 99 mg/l mit einer Spezifität von 90,3 % auf eine Komplikation der akuten Appendizitis hinweist [50]. Weiterhin scheint der CRP-Wert von über 102 mg/l vor allem bei Patienten, die älter als 60 Jahre sind, signifikant erhöht zu sein, wenn eine akute Appendizitis vorliegt und sollte zu einer zügigen Operationsindikation beitragen [51]. Zu dieser Aussage lässt sich in unserer Studie kein Vergleich ziehen, da die Patientengruppe über 60 Jahre nicht speziell untersucht wurde. Imaoka et al. geben die Empfehlung, dass die Diagnose der Appendizitis durch die Kombination von Körpertemperatur  $> 37,4$  °C, freier Flüssigkeit um die Appendix in der CT und erhöhte CRP-Werte erhärtet wird [52]. Yildirim et al. fanden außerdem heraus, dass sich IL-6 und -10 inklusive einer Sonographie oder CT-Untersuchung als geeignete Marker für eine Appendizitisdiagnose zeigten [26]. IL-10 kann eine Appendizitis bestätigen, da Spezifität und positiver Vorhersagewert bei 90 % liegen, wobei dies sicherlich nicht zur Routinediagnostik gehört.

## **4.3 Bildgebung**

### **4.3.1 Sonographie**

Um die Verdachtsdiagnose der Appendizitis zu bestätigen, stellt die Sonographie ein geeignetes Mittel dar, wie zahlreiche Studien belegen [4,10,40,53,54]. Lediglich bei

unklarer sonographischer und klinischer Diagnose sollte eine weitere bildgebende Diagnostik mittels CT oder MRT erfolgen [30,36,55].

Für die Sensitivität der Sonographie hinsichtlich Appendizitis ergibt sich in unserer Studie ein Wert von 70,8 %. Die Spezifität erreicht 94,6 %. Damit fallen die Werte etwa ähnlich aus wie in einer weiteren Studie, die eine Sensitivität von 81 % und eine Spezifität von 96 % erreicht [56]. Diese Studie untersuchte 192 Patienten mit Verdacht auf Appendizitis klinisch, radiologisch sowie sonographisch. Ziel war es, klinische und sonographische Score-Systeme zu bewerten. Binnebösel et al. führten eine Datenanalyse über die Technik der Sonographie in der Appendizitisdiagnostik durch, die die Jahre 1986 bis 2009 miteinschließt. Daraus resultierte eine Sensitivität von 49 – 98 % und eine Spezifität von 78 – 100 % [10]. Poortman et al. kamen auf eine Sensitivität von 77,0 % und Spezifität von 86,0 % für die Sonographie [57]. Diese Studie untersuchte die routinemäßige Durchführung der Sonographie bei Verdacht auf Appendizitis bei 151 Patienten. Die Ergebnisse wurden mit den operativen Daten verglichen. Gaitini et al. fanden in ihrer Studie von Januar 2003 bis Juni 2006, die 420 Patienten einschloss, eine Sensitivität von 74,2 % und eine Spezifität von 97,0 % für die Sonographie heraus [36]. In einer Metaanalyse von Shogilev et al. konnten eine Sensitivität von 83,7 % und eine Spezifität von 95,9 % festgestellt werden [41]. Somit kann hier die Empfehlung gegeben werden, dass die Sonographie als bildgebendes Verfahren für die Diagnose der Appendizitis geeignet ist [36,41,58,59].

In unserem Patientenkollektiv wurde in 72 von 78 Appendizitisfällen eine sonographische Untersuchung dokumentiert, die in 72,2 % eine darstellbare Appendix ergab. In 40,3 % konnte eine Größe des anterior-posterioren Wanddurchmessers von mehr als 6 Millimetern gemessen werden. Eine generelle Zunahme der Wandschichtung war in 61,1 % festzustellen. Freie Flüssigkeit zeigte sich in 20,8 % der Fälle; eine Kokarde fiel in 2,8 % sowie eine unkomprimierbare Appendix in 1,4 % auf. Slotta et al. erreichten in ihrer Studie Werte von 17,6 % für freie Flüssigkeit und ein Auftreten der Kokarde von 16,8 % [3]. Die sonographische Untersuchung dieser Patienten wurde jeweils vom diensthabenden Chirurgen mit Facharztstatus durchgeführt, was neben der höheren Patientenanzahl eine Erklärung für die im Vergleich zu unserer Studie abweichenden Werte bzgl. des Kokardenphänomens sein könnte.



Allgemein ist zu sagen, dass sonographische Zeichen wie freie Flüssigkeit als unspezifisches Entzündungszeichen gelten [57,60]. Als weiteres sonographisches Verdachtszeichen wird ein entzündlich verändertes Fettgewebe in der Umgebung der Appendix beschrieben [47]. Spezifisch für eine Appendizitis sind das Kokardenphänomen sowie ein Wanddurchmesser von über 6 Millimetern anzusehen, sowie eine generelle Zunahme der Wandschichtung [57,59]. In der vorliegenden Arbeit konnte das Kokardenphänomen mit einer Sensitivität von nur 2,8 %, aber Spezifität von 100,0 % dargestellt werden, ein Wanddurchmesser von über 6 mm zu 40,3 % bzw. zu 99,2 %. So konnte Kessler et al. als wichtigstes Zeichen für ein Vorliegen der Appendizitis einen Wanddurchmesser von über 6 Millimetern sogar mit einer Sensitivität und Spezifität von je 98 % feststellen [47]. Rettenbacher et al. dagegen geben an, dass dieses Kriterium des verbreiterten Wanddurchmessers bei Fehlen eher als Ausschlusskriterium für die Verdachtsdiagnose Appendizitis dienen sollte. Ein Auftreten sollte nur eingeschränkt als Bestätigung dienen, da sich trotz einer Spezifität von 100 % nur 68 % für die Sensitivität als Ergebnis ihrer Analysen ergaben [61]. In einer prospektiven Studie über die Diagnostik bei Verdacht auf Appendizitis untersuchten Manner et al. 150 Patienten konsekutiv klinisch und sonographisch. Je nach Diagnose wurden diese Patienten in drei Gruppen (Appendizitis sicher, ausgeschlossen, unklar) eingeteilt. Im Anschluss fand ein Vergleich mit der endgültigen histologischen Diagnose statt. So gelangen Manner et al. zu der Empfehlung, die Sonographie für den Ausschluss einer Appendizitis zu nutzen, da sich für die sonographische Ausschlussdiagnose eine Sensitivität von 73 % und Spezifität von 100 % errechnen ließ [53]. Für die Genauigkeit der Bildgebung spielt weiterhin der Zustand des Patienten eine erhebliche Rolle. So kann bei Luftüberlagerung die Darstellung der Organe deutlich erschwert oder unmöglich sein. Auch bei Vorliegen einer Adipositas ist die sonographische Bildgebung beeinträchtigt [13]. Weiterhin ist zu erwähnen, dass die Interpretation der Bilder in einem hohen Maß von der Erfahrung und dem Wissen des Untersuchers abhängt. So ist es für eine korrekte Darstellung wichtig, die richtige Frequenz und Tiefeneinstellung zu wählen. Chang, Jeffrey und Olcott konnten zeigen, dass nach einem 2- bis 3-monatigen Trainingsintervall mit Betreuung durch einen Radiologen die Darstellbarkeit der Appendix von 31 % auf 52,5 % gesteigert wurde und folglich auch die zusätzliche Bildgebung durch eine CT von 31,3 % auf 17,7 % gesenkt werden konnte [62]. Gelingt jedoch die Darstellung der Appendix und der spezifischen Zeichen, so kann die Sonographie als spezifische

Untersuchung für die Diagnose der Appendizitis gewertet werden [7,10,57], was mit den Ergebnissen dieser Auswertung übereinstimmt.

### **4.3.2 Computertomographie**

Gelangt man aufgrund mangelnder Erkenntnisse aus Sonographie und klinischer Untersuchung und Labor nicht zu einer klaren Diagnose, so stellt die Computertomographie eine sensitive und spezifische Möglichkeit zur Bildgebung bei Verdacht auf Appendizitis dar [10,30,41,46,63–65]. Hauptkriterien für einen pathologischen Befund in der CT als Hinweis für das Vorliegen einer Appendizitis stellen ein verbreiteter Wanddurchmesser von über 7 Millimetern, ein gasfreies Appendixlumen und verändertes Fettgewebe im umgebenden Bereich der Appendix und des Zökums dar [66]. Als weitere Kriterien kommen Appendixkolithen, ein verbreitetes Zökum, freie peritoneale Flüssigkeit, eine mesenteriale Lymphadenopathie, intraperitoneale Phlegmone oder ein Abszessgeschehen in Betracht [67–69].

In unserer Studie wurde eine CT-Untersuchung bei 121 Patienten mit unklarer Diagnose durchgeführt, davon 106 Mal mit Kontrastmittel. Davon wurde in 15 der 121 Fälle (12,4 %) anhand des vorliegenden CT-Befundes die Verdachtsdiagnose Appendizitis gestellt, die 14 Mal histologisch bestätigt wurde. Insgesamt wurde in 19,7 % der Appendizitisfälle eine CT durchgeführt. In einer anderen Studie kam die CT mit lediglich 4,3 % der Patientenfälle (n = 28) deutlich weniger oft zum Einsatz und lieferte in 71,4 % (n = 20) die Diagnose einer Appendizitis [3]. Die unterschiedliche Anzahl an Durchführungen der CT erklärt möglicherweise die Diskrepanz der Werte. Die Spezifität unserer CT-Untersuchung erreicht 98,1 %, die Sensitivität 87,5 %. Binnebösel et al. kamen aufgrund der Datenanalyse über die Diagnostik der Appendizitis (1986-2009) auf ähnliche Werte einer Sensitivität von bis zu 100 % und Spezifität von bis zu 89 % [10].

Allerdings sollte die Tatsache der Strahlenbelastung bedacht werden, die bei Durchführung einer CT entsteht [41,46,70,71] und mit einem erhöhten Karzinomrisiko einhergeht [41]. Vor allem bei jüngeren Patienten ist es nötig, den Einsatz der CT in Anbetracht der höheren Empfindlichkeit gegenüber radiologischen Strahlen genau

abzuwägen. Daher wird die Empfehlung gegeben, eine CT nur in Ausnahmefällen und bei älteren Patienten durchzuführen [40]. Unterstützt wird dieses Vorgehen von weiteren Studien, die die Vorhersagegenauigkeit der CT untersuchten. Trotz gehäufte Anwendung der CT sank die Rate an negativen Appendektomien im Vergleich zur klaren klinischen Diagnose nicht [72]. Wagner et al. konnten einen Rückgang an negativen Appendektomien lediglich bei Frauen, die eine CT bekamen, feststellen. Bei Kindern und Männern dagegen konnte keine Abnahme an negativen Appendektomien trotz deutlicher Zunahme an CT-Durchführungen bestätigt werden. In deren Studie, die 1425 Patienten miteinschloss, bekamen über 80 % der Patienten mit negativer Appendektomie eine präoperative CT [73].

Kim et al. zeigten, dass die Low-Dose-CT in Bezug auf die Darstellung einer Perforation bei Appendizitis genauso akkurate Ergebnisse liefert wie eine Untersuchung, die mit der Standarddosis gefahren wird [18]. Seo et al. konnten nachweisen, dass eine Low-Dose-CT auch ohne Kontrastmittel eine Spezifität und Sensitivität von 95,3-100% erreicht und somit vergleichbar mit einer Standarddosis inklusive Kontrastmittel ist [74]. Durch diese Erkenntnis ist anzunehmen, dass der diagnostische Stellenwert einer Low-Dose-CT steigen wird [40]. Ebenfalls stellen höhere Kosten aus finanzieller Sicht einen negativen Aspekt dar. Demgegenüber stehen die Vorteile der CT-Untersuchung, die sich aus der verringerten Untersucherabhängigkeit, besseren Reproduzierbarkeit der Ergebnisse sowie geringeren Abhängigkeit von Ernährungszustand, Vorhandensein von Darmgasen und Auftreten von Schmerzen seitens des Patienten ergeben. Weiterhin können mittels CT mögliche Komplikationen wie eine Phlegmone oder ein Abszess besser erkannt werden [71]. Dennoch hängt die Genauigkeit der Ergebnisse von bildgebenden Verfahren wie der CT und auch der Sonographie von dem Wissen des behandelnden Arztes ab. Eine möglichst niedrige Rate an negativen Appendektomien stellt ein Qualitätskriterium für die Genauigkeit der Diagnosestellung dar [75].

### **4.3.3 Magnetresonanztomographie**

Die Auswertung der MRT-Untersuchungen ergab, dass in 7,9 % der Appendizitiden (10 Fälle) eine MRT durchgeführt wurde und sich dabei 5 Mal eine Auffälligkeit zeigte.

Hauptkriterium für einen pathologischen Befund der Appendizitis stellt ebenso wie in der CT und der Sonographie die verdickte Appendix sowie eine Flüssigkeitsansammlung im perizökalen Fettgewebe dar. Laut Nitta et al. lässt sich durch exzellente Kontrastauflösung der histologische Entzündungsgrad sehr genau durch den MRT-Befund voraussagen [71]. In einer Metaanalyse über die Genauigkeit der MRT in der Diagnostik (Jahre 2005-2016) sowie einer Studie von Cobben et al., die den MRT-Befund von 138 Patienten mit dem klinischen, radiologischen und histopathologischen vergleicht, wurden für die Sensitivität Werte von 96,6 - 100 % und Spezifität von 95,9 - 99 % angegeben [76,77]. In unserer Analyse liegt die Sensitivität bei 33,3 % und Spezifität bei 100,0 %. Der niedrige Wert der Sensitivität könnte an der geringen Anzahl der MRT-Untersuchungen liegen (n = 10). Binnebösel et al. kamen zu der Erkenntnis, dass die MRT v.a. bei Schwangeren und Kindern genauere Diagnosen liefere als eine CT [10]. Diese Aussage ist in der vorliegenden Arbeit nicht beurteilbar, da Kinder an eine Kinderklinik in Regensburg überwiesen wurden und es keinen Fall einer Appendizitis während einer Schwangerschaft im untersuchten Patientengut gibt. Neben der angegebenen Genauigkeit des positiven Vorhersagewertes liegen weitere Vorteile einer MRT in der Effektivität, was mögliche Differentialdiagnosen betrifft [77]. Nitta et al. gelangten zur Erkenntnis, dass die exakte Lagebestimmung der Appendix dem Chirurgen präoperativ eine gute Einschätzung der Operationsmöglichkeit und damit des operativen Vorgehens erlaubt [71]. Als nachteilig erweisen sich ein finanzieller und zeitlicher Mehraufwand und eine begrenzte Verfügbarkeit [10,40].

#### **4.3.4 Kritische Betrachtung der Operationsmethoden**

Das chirurgische Vorgehen unterscheidet die offene und geschlossene Appendektomie. Dabei wird die Laparoskopie immer häufiger verwendet: Lag 2009 noch im bundesweiten Vergleich ein ausgewogenes Verhältnis der beiden Operationsmethoden vor, so kommen Sahm et al. 2013 zu dem Ergebnis, dass die Laparoskopie zu 85,8 % eingesetzt wird [78]. Die Vorteile der Laparoskopie im Vergleich zur offenen Operationsmethode liegen in einer besseren Wundheilung (ca. 60 %), weniger präsenten Narben, einem geringeren Schmerzaufkommen und auch in einer kürzeren Liegedauer (ca. 35 %) der Patienten. Eine absolute Kontraindikation

für die Laparoskopie stellen hämodynamisch instabile Patienten sowie eine Zwerchfellruptur dar. Multiple Voreingriffe im Bauchraum gelten als relative Kontraindikation, da aufgrund von Verwachsungen eine hohe Gefahr für Darmwandverletzungen besteht. Als weitere relative Kontraindikationen sind eine manifeste Gerinnungsstörung, eine generalisierte Peritonitis, große axiale Hiatusgleithernien, schwere kardiopulmonale Erkrankungen und Bauchdeckeninfektionen mit dem Risiko einer Keimverschleppung zu nennen [79]. Nachteilig erweisen sich laut Chung et al. bis 1999 höhere Kosten des gesamten Klinikaufenthaltes, die durch eine etwas verlängerte Operationsdauer entstehen [80]. Auch hier konnte Sahm et al. bei einem Vergleich dreier Qualitätsstudien zur Appendektomie von 1988/89, 1996/97 und 2008/09 zeigen, dass sich die chirurgische Operationstechnik im Allgemeinen vorteilhaft für die Laparoskopie entwickelte, da es eine Verkürzung der Operationsdauer auf 46,6 Minuten statt 53,5 Minuten bei offenem Vorgehen gibt. Auch konnte in der Qualitätsstudie von 2008/09 kein Nachweis für eine erhöhte Abszessrate im Vergleich zur konventionellen Methode erbracht werden. Sahm et al. kommen zu dem Schluss, dass die bisherigen Daten mittlerweile überholt zu sein scheinen [78]. Die offene Appendektomie ist vor allem für laparoskopisch unerfahrene Chirurgen eine sinnvolle Variante, oder wenn bereits eine Perforation vorliegt, ebenso im Fall einer vorliegenden Schwangerschaft [4,21,81]. Bei schwangeren Patientinnen besteht bei Durchführung einer Laparoskopie ein leicht erhöhtes Risiko einer Fehlgeburt, was gegenüber den Vorteilen dieser Operationsmethode abgewogen werden muss [82].

In unserem Patientenkollektiv wurden von 78 Patienten mit Appendizitis 70 laparoskopisch operiert (89,7 %). Die Konversionsrate von geschlossener zu offener Appendektomie betrug 10,3 % (8 Fälle) aufgrund von Perforationen oder ausgedehntem Abszessgeschehen. Das Auftreten einer komplizierten Appendizitis ist in erster Linie vom Symptomauftritt bis zur Vorstellung in der Notaufnahme abhängig. So stellten Kim et al. fest, dass die mittlere Dauer vom Symptombeginn bis zur Vorstellung bei komplizierter Appendizitis 34,7 Stunden betrug, bei unkomplizierter Appendizitis 24,8 Stunden [83]. Der Zeitverzug in der Klinik scheint einen geringen Einfluss zu haben, da unabhängig davon neben der Analgesie kontrolliert auch eine Antibiotikatherapie erfolgen sollte [84]. Somit ist ein Aufschub der OP 12 bis 24 Stunden nach Diagnosestellung möglich - ohne ein erhöhtes Risiko für das Eintreten

einer komplizierten Appendizitis [83] und mit nur einem gering erhöhtem Risiko für postoperative Komplikationen, wie Li et al. in ihrer Metaanalyse, die 53.435 Patienten von 1997 bis 2018 einschloss, analysierten [85]. Das ermöglicht beispielsweise die Verschiebung einer OP von der Nacht auf den Tag, was für den Operateur weniger Schlafentzug bedeutet und bessere Ergebnisse erzielt [83].

In unserem Patientenkollektiv bekamen 6 Patienten (7,7 %) eine postoperative Antibiotikagabe aufgrund eines ausgedehnten Abszessgeschehens bzw. einer Infektion mit E. Coli und entzündeter Adnexe. Die WSES Jerusalem Guidelines empfehlen ebenfalls eine postoperative Antibiotikaprophylaxe bei komplizierter Appendizitis [82].

Bei 3 Patientenfällen (3,8 %) in unserem Kollektiv fand aufgrund von Wundheilungsstörungen bzw. Anastomoseninsuffizienz ein Revisionseingriff statt. Sartelli et al. beobachteten in ihrer Studie 76,1 % der Patienten 7 Tage postoperativ bezüglich Komplikationen. Dabei trat eine Rate an Wundinfektionen zu 6,2 % auf, ein intraabdomineller Abszess zu 1,9 % ein paralytischer Ileus sowie ein Serom zu je 0,2 %. Kim et al. berichten über eine postoperative Komplikationsrate von 10,0 % [83].

In der aktuellen Literatur wird das Vorgehen diskutiert, eine unkomplizierte Appendizitis primär antibiotisch zu behandeln. Dabei sollte die Unterscheidung zwischen unkomplizierter und komplizierter Appendizitis möglichst zum Diagnosezeitpunkt fallen [86], wobei noch kein einheitliches Verfahren etabliert ist. Deshalb bleibt diese Entscheidung, ob eine unkomplizierte oder komplizierte Appendizitis vorliegt, immer noch eine klinische und sollte daher durch einen Facharzt erfolgen [84].

Begünstigende Faktoren für den Erfolg einer antibiotischen Therapie stellen eine Symptombdauer von über 25 Stunden vor Aufnahme, niedrige Werte des Alvarado oder AIR-Scores (Appendicitis Inflammatory Response Score), Temperatur unter 37,3 °C und ein Durchmesser der Appendix von unter 11 Millimetern dar [87]. Als negative Prädiktoren gelten Diabetes mellitus, intraluminale Flüssigkeit und das Vorhandensein eines Appendixkolithen [88]. Als Antibiotika werden in erster Linie Cephalosporine und Nitroimidazol eingesetzt, sowie Penicillin in Kombination mit einem  $\beta$ -Laktamaseinhibitor und selten Chinolone. Für ein bis drei Tage erfolgt die Antibiotikagabe parenteral, anschließend wird diese 5 – 7 Tage oral fortgesetzt [86].

In unserem Patientenkollektiv lagen nach histologischer Auswertung 17 unkomplizierte Appendizitiden vor, für die somit eine primär antibiotische Therapie möglich gewesen wäre. Da die antibiotische Therapie der Appendizitis zum Zeitpunkt der Datenerhebung nicht klinischer Standard war, erfolgte auch bei diesen Patienten eine operative Versorgung.

Die World Society of Emergency Surgery (WSES) gibt in ihren Jerusalem Guidelines die Empfehlung, dass eine antibiotische Therapie der Appendizitis für ausgewählte Patienten möglich sei, die einer Operation kritisch gegenüberstehen und ein Rezidivrisiko von 37 % in Kauf nehmen [82].

#### **4.4 Diskussion der Fehlermöglichkeiten**

Bei den vorliegenden Ergebnissen wurde die klinische Untersuchung nur unvollständig dokumentiert. Unter Umständen könnte es zu Veränderungen der Ergebnisse kommen, wenn die klinische Untersuchung im Hinblick auf die Appendizitispunkte genau dokumentiert würde. Unter dieser Voraussetzung wäre anzunehmen, dass ein pathologisches Auftreten dieser Zeichen gehäuft auftreten könnte. Vor allem in Bezug auf den Douglas-Schmerz, der in keinem Fall untersucht wurde, wären die Ergebnisse interessant.

Ein weiterer Punkt, der eine Ungenauigkeit darstellt, ist, dass die Untersuchungen von verschiedenen Ärzten mit ungleicher Berufserfahrung durchgeführt wurden. So wurde unter Umständen eine Pathologie von einem noch unerfahrenen Arzt nicht erkannt, weshalb möglicherweise weiterführende Untersuchungen nötig waren. Vor allem im Hinblick auf die Sonographie könnte es durch diesen Sachverhalt zu einer Ungenauigkeit gekommen sein, da das Ergebnis besonders vom Erfahrungsgrad des Untersuchers abhängig ist.

Die Befunde der gynäkologischen/urologischen Konsile lagen in den meisten Fällen nicht oder nicht vollständig vor, was unter Umständen zu einem Verlust von Zusatzinformationen führte. Da sich die Gynäkologie/Urologie im Caritas-Krankenhaus St. Josef in Regensburg befindet, müssen Patientinnen mit Verdacht auf eine gynäkologische/urologische Ursache der Beschwerden dorthin überwiesen werden, was die Kommunikation und Berichterstattung erschwert.

Ein ähnliches Phänomen tritt im Zusammenhang mit Kindern als Patienten auf, da diese ohne jede weitere Untersuchung in die Kinderklinik St. Hedwig in Regensburg oder in die pädiatrische Abteilung der Uniklinik Regensburg direkt verwiesen wurden und damit keine Dokumentation in der Notaufnahme vorliegt, die für die Auswertung herangezogen werden konnte. Ein Auftreten der Appendizitiszeichen sowie die Ergebnisse der bildgebenden Untersuchungen wären im Hinblick auf jüngere Patienten sicherlich aufschlussreich gewesen.



## 5. Zusammenfassung

Die akute Appendizitis ist in der Notaufnahme ein sehr häufig anzutreffendes Krankheitsbild und kann aufgrund seiner unterschiedlichen klinischen Präsentation eine Herausforderung sein. Ziel dieser Arbeit war es daher, das aktuelle Vorgehen der Initialdiagnostik bei Verdacht auf Appendizitis mit dem Leitsymptom „Unklarer Unterbauchschmerz“ in der interdisziplinären Notaufnahme der Uniklinik Regensburg mittels einer retrospektiven Datenanalyse zu evaluieren. Im Zeitraum von Januar 2015 bis Ende August 2017 hatten 671 Patienten mit dem Leitsymptom Unterbauchschmerz die INA aufgesucht. In unsere Analyse wurden nach Ausschlusskriterien 532 Patienten miteinbezogen. Darunter waren 265 männliche und 267 weibliche Patienten im durchschnittlichen Alter von  $42,7 \pm 18,5$  Jahren. Die allgemeinanamnestischen Daten, sowie Angaben zur Standardlabordiagnostik, klinischen Untersuchung, Bildgebung und Operationen wurden mittels eines Auswertungsbogens erfasst und mithilfe des Statistikprogramms SPSS 24 ausgewertet.

Der Zeitraum vom Symptombeginn bis zur Vorstellung in der INA betrug im Durchschnitt  $8,14 \pm 28,5$  Tage. 45,9 % der Patienten wurden stationär behandelt, 54,1 % ambulant.

Die Dokumentation der klinischen Untersuchung erfolgte bei 79,1 % aller Patienten. Bestandteile der klinischen Untersuchung waren der McBurney-Punkt, ein kontralateraler Loslassschmerz, der Lanz-Punkt, das Psoas-Zeichen und die Abwehrspannung, wenngleich in der Regel nicht alle Zeichen bei jedem Patienten palpirt wurden. Für alle Druckpunkte konnte ein signifikanter Zusammenhang für das Vorliegen einer Appendizitis festgestellt werden ( $p \leq 0,001$ ). Die spezifischen Appendizitiszeichen konnten retrospektiv betrachtet mit einer Sensitivität von 26,9 % (Psoas-Zeichen) bis 90,2 % (McBurney) nachgewiesen werden. Die Spezifität lag bei 60,7 % (McBurney) bis 86,3 % (Psoas-Zeichen). Im Literaturvergleich lässt sich feststellen, dass die klinische Untersuchung bei Vorliegen einer Appendizitis als Wegweiser für das weitere Vorgehen in der Therapie gesehen werden kann.

Die Analyse der Laborwerte ergab, dass die Entzündungsmarker C-reaktives Protein, Leukozytenzahl und Anzahl der Neutrophilen ein Hinweis auf eine vorliegende Appendizitis sein können. CRP und Leukozyten waren bei Vorliegen einer Appendizitis

signifikant erhöht, ein signifikanter Unterschied zwischen den histologischen Stadien lag jedoch nicht vor.

Eine sonographische Untersuchung erfolgte insgesamt bei 79,9 % aller Patienten und bei 72 von 78 Patienten mit Appendizitis. Bei 40,3 % zeigte sich die Appendix mit einer Wandverdickung von > 6 mm. Insgesamt erreichte die Sonographie eine Spezifität von 94,6 % und eine Sensitivität von 70,8 %. Trotz gewisser Nachteile seitens des Patienten und Behandlers stellt die Sonographie für die Diagnostik der Appendizitis die Bildgebung der ersten Wahl dar, wie im Literaturvergleich bestätigt wird.

Eine Bildgebung mittels CT wurde bei 121 Patienten indiziert (19,6 %). Davon lag 15 Mal der Verdacht auf Appendizitis vor, welcher sich in 14 Fällen bestätigte. Die Spezifität dieses Verfahrens für die Erkennung einer Appendizitis betrug 98,1 %, die Sensitivität 87,5 %. Im Literaturvergleich zeigt sich die CT der Sonographie hinsichtlich Sensitivität und Spezifität etwas überlegen. Aufgrund der Strahlenbelastung sollte die CT jedoch nur bei Unklarheiten indiziert werden.

In insgesamt 56 Patientenfällen (10,5 %) kam eine MRT zum Einsatz. Die Spezifität der MRT hinsichtlich der Appendizitis konnte mit 100,0 %, die Sensitivität mit 33,3% ausgemacht werden. Im Literaturvergleich scheint die MRT hinsichtlich Sensitivität und Spezifität vergleichbar mit der CT zu sein und eignet sich daher als alternative Bildgebung vor allem bei Schwangeren und Kindern.

In 78 Patientenfällen konnte die Appendizitis in unserem Patientenkollektiv histologisch gesichert werden. Die Appendektomie fand in 70 Fällen rein laparoskopisch statt, in 8 Fällen erfolgte intraoperativ eine Konversion zur offenen Appendektomie. Laut der aktuellen Literatur stellt die Laparoskopie die operative Therapie der Wahl dar. Lediglich bei ausgeprägtem Abszessgeschehen oder einer Schwangerschaft sollte eine offene Appendektomie erfolgen. Nach erfolgter Diagnosestellung scheint der OP-Beginn ohne ein erhöhtes Risiko einer perforierten Appendizitis 12-24 Std. verschiebbar zu sein, wie die Datenlage der Literatur zeigt.

Des Weiteren wird in der aktuellen Literatur eine primär antibiotische Therapie der unkomplizierten Appendizitis diskutiert. Der konservative Therapieansatz bietet eine Alternative für Patienten, die einer Operation kritisch gegenüberstehen, wenngleich ein Rezidivrisiko bestehen bleibt. Die Effektivität einer antibiotischen Therapie der Appendizitis bietet sicherlich eine Grundlage für Analysen künftiger Studien.

Verglichen mit den Resultaten anderer Studien können Schlussfolgerungen für die zielgerichtete Diagnostik der akuten Appendizitis aufgestellt werden. Die klinische Untersuchung ist wegweisend für die Diagnose der Appendizitis, die von der Analyse der Entzündungsmarker im Blut und der Sonographie als bildgebendes Verfahren unterstützt wird. Zeigt die klinische Untersuchung keinen wegweisenden Befund und kann auch in der Sonographie kein pathologischer Hinweis gefunden werden, so kann die CT als sensitives und spezifisches Verfahren zur Diagnosestellung genutzt werden. Bei Frauen und Kindern bietet sich die MRT zur Minimierung der Strahlenbelastung an. Die laparoskopische Appendektomie ermöglicht den Patienten eine kürzere Liegedauer, schnellere Rekonvaleszenz und weniger präsenzte Narben im Vergleich zum offenen Vorgehen.

## 6. Verzeichnisse

### 6.1 Literaturverzeichnis

1. Treutner K-H, Schumpelick V. Epidemiology of appendicitis. *Chirurg* [Internet]. 1997;68(1):1–5. Available from: <https://doi.org/10.1007/s001040050142>.
2. Navarro Fernández JA, Tájrraga LÃ\textthreesuperiorpez PJ, RodrÃ\`-guez Montes JA, LÃ\textthreesuperiorpez Cara MA. Validity of tests performed to diagnose acute abdominal pain in patients admitted at an emergency department. *Revista EspaÃ\pmola de Enfermedades Digestivas*. 2009;101:610–4.
3. Slotta JE, Kopsch U, Ghadimi M, Kollmar O. Management der akuten Appendizitis. *Chirurg* [Internet]. 2017;88(6):503–11. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00104-016-0310-2>.
4. Büchler MW, Wente MN. Akute Appendizitis. *Chirurg*. 2009;80(7):577–8. doi: 10.1007/s00104-009-1755-3.
5. Becker K, Höfler H. Pathologie der Appendizitis. *Chirurg* [Internet]. 2002;73(8):777–81. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00104-002-0513-6>.
6. Gehring A, Schneider-Koriath S, Förster S, Ludwig K. Akute Appendizitis. *Allgemein- und Viszeralchirurgie up2date*. 2014;8(05):343–54. doi: 10.1055/s-0033-1358006.
7. Hollerweger A. Sonographie der akuten Appendizitis. *Ultraschall in Med*. 2006;27(05):412–32. doi: 10.1055/s-2006-927118.
8. Renate Lüllmann-Rauch. *Taschenlehrbuch Histologie*. 3rd ed. Stuttgart, New York: Thieme; 2009.

9. Humes DJ, Simpson J. Acute appendicitis. *BMJ* [Internet]. 2006;333(7567):530–4. Available from: <https://www.bmj.com/content/333/7567/530>.
10. Binnebösel M, Otto J, Stumpf M, Mahnken AH, Gaßler N, Schumpelick V, et al. Akute Appendizitis. *Chirurg*. 2009;80(7):579–87. doi: 10.1007/s00104-009-1684-1.
11. Remmele W, Klöppel G. Nichtneoplastische und neoplastische Erkrankungen der Appendix. In: Stolte M, Rüschoff J, Klöppel G, editors. *Pathologie: Verdauungstrakt und Peritoneum*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2013. p. 445–77.
12. Stefan Eisoldt. *Fallbuch Chirurgie*. 2nd ed. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag; 2006.
13. Trout AT, Sanchez R, Ladino-Torres MF, Pai DR, Strouse PJ. A critical evaluation of US for the diagnosis of pediatric acute appendicitis in a real-life setting: How can we improve the diagnostic value of sonography? *Pediatric Radiology* [Internet]. 2012;42(7):813–23. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00247-012-2358-6>.
14. Karul M, Berliner C, Keller S, Tsui TY, Yamamura J. Imaging of Appendicitis in Adults. *Fortschr Röntgenstr*. 2014;186(06):551–8. doi: 10.1055/s-0034-1366074.
15. Yabunaka K, Katsuda T, Sanada S, Fukutomi T. Sonographic Appearance of the Normal Appendix in Adults. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2007;26(1):37–43. doi: 10.7863/jum.2007.26.1.37.
16. Karul M, Avanesov M, Yamamura J. Akute Appendizitis: Eine klinische Diagnose? *Der Radiologe* [Internet]. 2012;52(12):1089–90. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00117-012-2412-2>.
17. Lai V, Chan WC, Lau HY, Yeung TW, Wong YC, Yuen MK. Diagnostic power of various computed tomography signs in diagnosing acute appendicitis. *Clin*

Imaging. 2012;36(1):29–34. doi: 10.1016/j.clinimag.2011.04.003. PubMed  
PMID: 22226440.

18. Kim K, Kim YH, Kim SY, Kim S, Lee YJ, Kim KP, et al. Low-Dose Abdominal CT for Evaluating Suspected Appendicitis. *New England Journal of Medicine* [Internet]. 2012;366(17):1596–605. Available from: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1110734>.
19. Leeuwenburgh MM, Jensch S, Gratama JW. MRI features associated with acute appendicitis. *Eur Radiol*. 2013.
20. Dabir D, Fürst G, Blondin D. MRT bei akuter Appendizitis in der Schwangerschaft. *Fortschr Röntgenstr*. 2010;182(11):1010–1.
21. Reißfelder C, Mc Cafferty B, Frankenberg M von. Offene Appendektomie. *Chirurg*. 2009;80(7):602–7. doi: 10.1007/s00104-009-1683-2.
22. Köckerling F, Schug-Paß C, Grund S. Laparoskopische Appendektomie. *Chirurg* [Internet]. 2009;80(7):594–601. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00104-009-1687-y>.
23. Jauch KW., Mutschler W., Hoffmann J., Kanz KG., editor. *Chirurgie Basisweiterbildung*. 2nd ed. Heidelberg, Berlin: Springer; 2013.
24. Bernstein SL, Aronsky D, Duseja R, Epstein S, Handel D, Hwang U, et al. The Effect of Emergency Department Crowding on Clinically Oriented Outcomes. *Academic Emergency Medicine*. 2009;16(1):1–10. doi: 10.1111/j.1553-2712.2008.00295.x.
25. Ohmann C, Franke C, Kraemer M, Yang Q. Neues zur Epidemiologie der akuten Appendizitis. *Chirurg* [Internet]. 2002;73(8):769–76. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00104-002-0512-7>.

26. Yildirim O, Solak C, Koçer B, Ünal B, Karabeyoğlu M, Bozkurt B, et al. The Role of Serum Inflammatory Markers in Acute Appendicitis and Their Success in Preventing Negative Laparotomy. *Journal of Investigative Surgery*. 2006;19(6):345–52. doi: 10.1080/08941930600985686.
27. Abu Foul S, Egozi E, Assalia A, Kluger Y, Mahajna A. Is early appendectomy in adults diagnosed with acute appendicitis mandatory? A prospective study. *World J Emerg Surg*. 2019;14:2. doi: 10.1186/s13017-018-0221-2.
28. Grodzinsky E, Sund Levander M, editors. *Understanding Fever and Body Temperature: A Cross-disciplinary Approach to Clinical Practice*. Cham: Springer International Publishing; 2020.
29. Andersson REB. Meta-analysis of the clinical and laboratory diagnosis of appendicitis. *BJS*;91(1):28–37. doi: 10.1002/bjs.4464.
30. Toorenvliet BR, Wiersma F, Bakker RFR, Merkus JWS, Breslau PJ, Hamming JF. Routine ultrasound and limited computed tomography for the diagnosis of acute appendicitis. *World Journal of Surgery*. 2010;34(10):2278–85. doi: 10.1007/s00268-010-0694-y.
31. Sartelli M, Baiocchi GL, Di Saverio S, Ferrara F, Labricciosa FM, Ansaloni L, et al. Prospective Observational Study on acute Appendicitis Worldwide (POSAW). *World J Emerg Surg* [Internet]. 2018;13(1):19. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13017-018-0179-0>.
32. Takada T, Nishiwaki H, Yamamoto Y, Noguchi Y, Fukuma S, Yamazaki S, et al. The Role of Digital Rectal Examination for Diagnosis of Acute Appendicitis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2015;10(9):e0136996-e0136996. doi: 10.1371/journal.pone.0136996.
33. Bergeron E. Clinical judgment remains of great value in the diagnosis of acute appendicitis. *Can J Surg*. 2006;49(2):96–100.

34. Kalliakmanis V, Pikoulis E, Karavokyros IG, Felekouras E, Morfaki P, Haralambopoulou G, et al. Acute appendicitis: The reliability of diagnosis by clinical assessment alone. *Scand J Surg*. 2005;94(3):201–6. doi: 10.1177/145749690509400305. PubMed PMID: 16259168.
35. Chiang DT, Tan EI, Birks D. 'To have...or not to have'. Should computed tomography and ultrasonography be implemented as a routine work-up for patients with suspected acute appendicitis in a regional hospital? *Ann R Coll Surg Engl*. 2008;90(1):17–21. doi: 10.1308/003588408X242259.
36. Gaitini D, Beck-Razi N, Mor-Yosef D, Fischer D, Ben Itzhak O, Krausz MM, et al. Diagnosing acute appendicitis in adults: Accuracy of color Doppler sonography and MDCT compared with surgery and clinical follow-up. *AJR Am J Roentgenol*. 2008;190(5):1300–6. doi: 10.2214/AJR.07.2955. PubMed PMID: 18430847.
37. Flum DR, Morris A, Koepsell T, Dellinger EP. Has misdiagnosis of appendicitis decreased over time? A population-based analysis. *JAMA*. 2001;286(14):1748–53. PubMed PMID: 11594900.
38. Harland L-C. Computergestützte Entscheidungsfindung bei Akuter Appendizitis: Berechnung und Vergleich diagnostischer Richtigkeiten zweier Computerprogramme. Sitter H, editor: Philipps-Universität Marburg; 2006.
39. Ng K-C, Lai S-W. Clinical analysis of the related factors in acute appendicitis. *Yale J Biol Med*. 2002;75(1):41–5.
40. Hoffmann M, Anthuber M. Rationale Diagnostik der akuten Appendizitis. *Chirurg [Internet]*. 2018. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00104-018-0755-6>.
41. Shogilev DJ, Duus N, Odom SR, Shapiro NI. Diagnosing appendicitis: Evidence-based review of the diagnostic approach in 2014. *West J Emerg Med*. 2014;15(7):859–71. doi: 10.5811/westjem.2014.9.21568.



42. Xharra S, Gashi-Luci L, Xharra K, Veselaj F, Bicaj B, Sada F, et al. Correlation of serum C-reactive protein, white blood count and neutrophil percentage with histopathology findings in acute appendicitis. *World J Emerg Surg* [Internet]. 2012;7(1):27. Available from: <https://doi.org/10.1186/1749-7922-7-27>.
43. Al-Abed YA, Alobaid N, Myint F. Diagnostic markers in acute appendicitis. *The American Journal of Surgery* [Internet]. 2015;209(6):1043–7. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002961014003602>.
44. Grönroos JM, Grönroos P. Leucocyte count and C-reactive protein in the diagnosis of acute appendicitis. *BJS*;86(4):501–4. doi: 10.1046/j.1365-2168.1999.01063.x.
45. Sengupta A, Bax G, Paterson-Brown S. White cell count and C-reactive protein measurement in patients with possible appendicitis. *Ann R Coll Surg Engl*. 2009;91(2):113–5. doi: 10.1308/003588409X359330.
46. Nelson DW, Causey MW, Porta CR, McVay DP, Carnes AM, Johnson EK, et al. Examining the relevance of the physician's clinical assessment and the reliance on computed tomography in diagnosing acute appendicitis. *The American Journal of Surgery*. 2013;205(4):452–6. doi: 10.1016/j.amjsurg.2012.07.038. PubMed PMID: 23388421.
47. Kessler N, Cyteval C, Gallix B, Lesnik A, Blayac P-M, Pujol J, et al. Appendicitis: Evaluation of Sensitivity, Specificity, and Predictive Values of US, Doppler US, and Laboratory Findings. *Radiology* [Internet]. 2004;230(2):472–8. Available from: <https://doi.org/10.1148/radiol.2302021520>.
48. Al-Gaithy ZK. Clinical value of total white blood cells and neutrophil counts in patients with suspected appendicitis: Retrospective study. *World J Emerg Surg*. 2012;7(1):32. doi: 10.1186/1749-7922-7-32.

49. Wu H-P, Lin C-Y, Chang C-F, Chang Y-J, Huang C-Y. Predictive value of C-reactive protein at different cutoff levels in acute appendicitis. *The American Journal of Emergency Medicine*. 2005;23(4):449–53.  
doi: 10.1016/j.ajem.2004.10.013.
50. Sammalkorpi HE, Leppäniemi A, Mentula P. High admission C-reactive protein level and longer in-hospital delay to surgery are associated with increased risk of complicated appendicitis. *Langenbeck's Archives of Surgery* [Internet]. 2015;400(2):221–8. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00423-014-1271-x>.
51. Sülberg D, Chromik AM, Kersting S, Meurer K, Tannapfel A, Uhl W, et al. Altersappendizitis. *Chirurg* [Internet]. 2009;80(7):608–14. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00104-009-1754-4>.
52. Imaoka Y, Itamoto T, Takakura Y, Suzuki T, Ikeda S, Urushihara T. Validity of predictive factors of acute complicated appendicitis. *World Journal of Emergency Surgery* [Internet]. 2016;11(1):48. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13017-016-0107-0>.
53. Manner M, Stickel W. Diagnostik bei Verdacht auf Appendicitis - Lässt sich eine akute Appendicitis sonographisch ausschließen? *Chirurg* [Internet]. 2001;72(9):1036–42. Available from: <https://doi.org/10.1007/s001040170070>.
54. Zielke A. Appendizitis Moderne Diagnostik. *Chirurg*. 2002;73(8):782–90.  
doi: 10.1007/s00104-002-0501-x.
55. Beltzer CR, Zischek C, Schmidt R, Friemert B, Achatz G, Palm H-G. Stellenwert der chirurgischen Sonografie in der Diagnostik der akuten Appendizitis: Literaturübersicht und ein praxisnaher Diagnosealgorithmus. *Zentralbl Chir*. 2017;142(4):395–403. doi: 10.1055/s-0043-114414. PubMed PMID: 28838020.
56. Galindo Gallego M, Fadrique B, Nieto MA, Calleja S, Fernández-Aceñero MJ, Ais G, et al. Evaluation of ultrasonography and clinical diagnostic scoring in

suspected appendicitis. *BJS*;85(1):37–40. doi: 10.1046/j.1365-2168.1998.00543.x.

57. Poortman P, Oostvogel HJM, Bosma E, Lohle PNM, Cuesta MA, Lange-de Klerk ESM de, et al. Improving Diagnosis of Acute Appendicitis: Results of a Diagnostic Pathway with Standard Use of Ultrasonography Followed by Selective Use of CT. *J Am Coll Surg*. 2009;208(3):434–41. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2008.12.003.
58. Corson-Knowles D, Russell FM. Clinical Ultrasound Is Safe and Highly Specific for Acute Appendicitis in Moderate to High Pre-test Probability Patients. *West J Emerg Med*. 2018;19(3):460–4. doi: 10.5811/westjem.2018.1.36891. PubMed PMID: 29760840.
59. Lam SHF, Grippo A, Kerwin C, Konicki PJ, Goodwine D, Lambert MJ. Bedside ultrasonography as an adjunct to routine evaluation of acute appendicitis in the emergency department. *West J Emerg Med*. 2014;15(7):808–15. doi: 10.5811/westjem.2014.9.21491.
60. Franke C, Böhner H, Yang Q, Ohmann C, Röher H-D, Group AAPS. Ultrasonography for Diagnosis of Acute Appendicitis: Results of a Prospective Multicenter Trial. *world journal of surgery [Internet]*. 1999;23(2):141–6. Available from: <https://doi.org/10.1007/PL00013165>.
61. Rettenbacher T, Hollerweger A, Macheiner P, Rettenbacher L, Tomaselli F, Schneider B, et al. Outer Diameter of the Vermiform Appendix as a Sign of Acute Appendicitis: Evaluation at US. *Radiology [Internet]*. 2001;218(3):757–62. Available from: <https://doi.org/10.1148/radiology.218.3.r01fe20757>.
62. Chang ST, Jeffrey RB, Olcott EW. Three-Step Sequential Positioning Algorithm During Sonographic Evaluation for Appendicitis Increases Appendiceal Visualization Rate and Reduces CT Use. *American Journal of Roentgenology [Internet]*. 2014;203(5):1006–12. Available from: <https://doi.org/10.2214/AJR.13.12334>.

63. Schildberg CW, Skibbe J, Croner R, Schellerer V, Hohenberger W, Horbach T. Rationelle Diagnostik des „akuten Abdomens“. *Chirurg* [Internet]. 2010;81(11):1013–9. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00104-010-1938-y>.
64. Lee CC, Golub R, Singer AJ, Cantu R, JR, Levinson H. Routine versus selective abdominal computed tomography scan in the evaluation of right lower quadrant pain: A randomized controlled trial. *Acad Emerg Med*. 2007;14(2):117–22. doi: 10.1197/j.aem.2006.08.007. PubMed PMID: 17192450.
65. Ditillo MF, Dziura JD, Rabinovici R. Is it safe to delay appendectomy in adults with acute appendicitis? *Ann Surg*. 2006;244(5):656–60. doi: 10.1097/01.sla.0000231726.53487.dd. PubMed PMID: 17060754.
66. Rao PM, Rhea JT, Novelline RA. Helical CT of appendicitis and diverticulitis. *Radiol Clin North Am*. 1999;37(5):895–910. PubMed PMID: 10494277.
67. Choi D, Park H, Lee YR, Kook S-H, Kim SK, Kwag HJ, et al. The most useful findings for diagnosing acute appendicitis on contrast-enhanced helical CT. *Acta Radiol*. 2003;44(6):574–82. doi: 10.1046/j.1600-0455.2003.00146.x. PubMed PMID: 14616200.
68. Pinto Leite N, Pereira JM, Cunha R, Pinto P, Sirlin C. CT Evaluation of Appendicitis and Its Complications: Imaging Techniques and Key Diagnostic Findings. *American Journal of Roentgenology* [Internet]. 2005;185(2):406–17. Available from: <https://doi.org/10.2214/ajr.185.2.01850406>.
69. van Randen A, Laméris W, van Es HW, Hove W ten, Bouma WH, van Leeuwen MS, et al. Profiles of US and CT imaging features with a high probability of appendicitis. *Eur Radiol*. 2010;20(7):1657–66. doi: 10.1007/s00330-009-1706-x. PubMed PMID: 20119730.
70. Doria AS, Moineddin R, Kellenberger CJ, Epelman M, Beyene J, Schuh S, et al. US or CT for Diagnosis of Appendicitis in Children and Adults? A Meta-Analysis. *Radiology*. 2006;241(1):83–94. doi: 10.1148/radiol.2411050913.

71. Nitta N, Takahashi M, Furukawa A, Murata K, Mori M, Fukushima M. MR imaging of the normal appendix and acute appendicitis. *J Magn Reson Imaging*. 2005;21(2):156–65. doi: 10.1002/jmri.20241. PubMed PMID: 15666398.
72. Perez J, Barone JE, Wilbanks TO, Jorgenson D, Corvo PR. Liberal use of computed tomography scanning does not improve diagnostic accuracy in appendicitis. *The American Journal of Surgery*. 2003;185(3):194–7. doi: 10.1016/s0002-9610(02)01364-8. PubMed PMID: 12620554.
73. Wagner PL, Eachempati SR, Soe K, Pieracci FM, Shou J, Barie PS. Defining the current negative appendectomy rate: For whom is preoperative computed tomography making an impact? *Surgery*. 2008;144(2):276–82. doi: 10.1016/j.surg.2008.03.040. PubMed PMID: 18656636.
74. Seo H, Lee KH, Kim HJ, Kim K, Kang S-B, Kim SY, et al. Diagnosis of acute appendicitis with sliding slab ray-sum interpretation of low-dose unenhanced CT and standard-dose i.v. contrast-enhanced CT scans. *AJR Am J Roentgenol*. 2009;193(1):96–105. doi: 10.2214/AJR.08.1237. PubMed PMID: 19542400.
75. Cuschieri J, Florence M, Flum DR, Jurkovich GJ, Lin P, Steele SR, et al. Negative appendectomy and imaging accuracy in the Washington State Surgical Care and Outcomes Assessment Program. *Ann Surg*. 2008;248(4):557–63. doi: 10.1097/SLA.0b013e318187aeca. PubMed PMID: 18936568.
76. Replinger MD, Levy JF, Peethumnongsin E, Gussick ME, Svenson JE, Golden SK, et al. Systematic review and meta-analysis of the accuracy of MRI to diagnose appendicitis in the general population. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2016;43(6):1346–54. doi: 10.1002/jmri.25115.
77. Cobben L, Groot I, Kingma L, Coerkamp E, Puylaert J, Blickman J. A simple MRI protocol in patients with clinically suspected appendicitis: Results in 138 patients and effect on outcome of appendectomy. *Eur Radiol*. 2009;19(5):1175–83. doi: 10.1007/s00330-008-1270-9. PubMed PMID: 19137303.

78. Sahm M, Koch A, Schmidt U, Wolff S, Pross M, Gastinger I, et al. Akute Appendizitis – Klinische Versorgungsforschung zur aktuellen chirurgischen Therapie. *Zentralbl Chir.* 2013;138(03):270–7. doi: 10.1055/s-0031-1283947.
79. Keller R, Kleemann M, Hildebrand P, Roblick UJ, Bruch H-P. Diagnostische Laparoskopie beim akuten Abdomen. *Chirurg [Internet].* 2006;77(11):981–5. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00104-006-1253-9>.
80. Chung RS, Rowland DY, Li P, Diaz J. A meta-analysis of randomized controlled trials of laparoscopic versus conventional appendectomy. *The American Journal of Surgery [Internet].* 1999;177(3):250–6. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002961099000173>.
81. Lippert H, Koch A, Marusch F, Wolff S, Gastinger I. Offene vs. laparoskopische Appendektomie. *Chirurg.* 2002;73(8):791–8. doi: 10.1007/s00104-002-0500-y.
82. Di Saverio S, Birindelli A, Kelly MD, Catena F, Weber DG, Sartelli M, et al. WSES Jerusalem guidelines for diagnosis and treatment of acute appendicitis. *World J Emerg Surg [Internet].* 2016;11(1):34. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13017-016-0090-5>.
83. Kim JW, Shin DW, Kim DJ, Kim JY, Park SG, Park JH. Effects of Timing of Appendectomy on the Risks of Perforation and Postoperative Complications of Acute Appendicitis. *world journal of surgery [Internet].* 2018;42(5):1295–303. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00268-017-4280-4>.
84. Kujath C, Kollmar O, Ghadimi BM. Ist die akute Appendizitis ein chirurgischer Notfall? *Chirurg [Internet].* 2019;90(3):183–5. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00104-018-0757-4>.
85. Li J, Xu R, Hu D-M, Zhang Y, Gong T-P, Wu X-L. Effect of Delay to Operation on Outcomes in Patients with Acute Appendicitis: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Gastrointestinal Surgery [Internet].* 2019;23(1):210–23. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11605-018-3866-y>.

86. Téoule P, de Laffolie J, Rolle U, Reißfelder C. Acute appendicitis in childhood and adulthood—an everyday clinical challenge. *Deutsches Ärzteblatt* [Internet]. 2020(117):764–74. Available from: DOI: 10.3238/arztebl.2020.0764.
87. Loftus TJ, Brakenridge SC, Croft CA, Stephen Smith R, Efron PA, Moore FA, et al. Successful nonoperative management of uncomplicated appendicitis: Predictors and outcomes. *Journal of Surgical Research* [Internet]. 2018;222:212-218.e2. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022480417306601>.
88. Becker P, Fichtner-Feigl S, Schilling D. Clinical Management of Appendicitis. *Visc Med*. 2018;34(6):453–8. doi: 10.1159/000494883.

## 6.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Lagevarianten der Appendix [6] .....	6
Quelle: Gehring A, Schneider-Koriath S, Förster S, Ludwig K. Akute Appendizitis. <i>Allgemein- und Viszeralchirurgie up2date</i> . 2014;8(05):343–54. doi: 10.1055/s-0033-1358006.	
Abbildung 2 Histologie des appendizitischen Primäraffektes [10] .....	9
Quelle: Remmele W, Klöppel G. Nichtneoplastische und neoplastische Erkrankungen der Appendix. In: Stolte M, Rüschoff J, Klöppel G, editors. <i>Pathologie: Verdauungstrakt und Peritoneum</i> . Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2013. p. 445–77.	
Abbildung 3 Histologie der phlegmonösen Appendizitis [10] .....	9
Quelle: Remmele W, Klöppel G. Nichtneoplastische und neoplastische Erkrankungen der Appendix. In: Stolte M, Rüschoff J, Klöppel G, editors. <i>Pathologie: Verdauungstrakt und Peritoneum</i> . Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2013. p. 445–77.	

Abbildung 4 Darstellung der Appendizitisdruckpunkte [11] .....	10
Quelle: Stefan Eisoldt. Fallbuch Chirurgie. 2nd ed. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag; 2006.	
Abbildung 5 Sonographischer Normalbefund der Appendix [9] .....	12
Quelle: Binnebösel M, Otto J, Stumpf M, Mahnken AH, Gaßler N, Schumpelick V, et al. Akute Appendizitis. Chirurg. 2009;80(7):579–87. doi: 10.1007/s00104-009-1684-1.	
Abbildung 6 Sonographie einer ulzerophlegmonösen Appendizitis [9].....	13
Quelle: Binnebösel M, Otto J, Stumpf M, Mahnken AH, Gaßler N, Schumpelick V, et al. Akute Appendizitis. Chirurg. 2009;80(7):579–87. doi: 10.1007/s00104-009-1684-1.	
Abbildung 7 CT einer phlegmonösen Appendizitis [15] .....	14
Quelle: Karul M, Berliner C, Keller S, Tsui TY, Yamamura J. Imaging of Appendicitis in Adults. Fortschr Röntgenstr. 2014;186(06):551–8. doi: 10.1055/s-0034-1366074.	
Abbildung 8 MRT bei phlegmonöser Appendizitis [20] .....	15
Quelle: Dabir D, Fürst G, Blondin D. MRT bei akuter Appendizitis in der Schwangerschaft. Fortschr Röntgenstr. 2010;182(11):1010–1.	
Abbildung 9 Darstellung der operativen Zugänge bei Appendizitis [23] .....	16
Quelle: Jauch KW., Mutschler W., Hoffmann J., Kanz KG., editor. Chirurgie Basisweiterbildung. 2nd ed. Heidelberg, Berlin: Springer; 2013.	
Abbildung 10 Schaubild zur Darstellung der Patienteneinteilung .....	21
Quelle: Urheberrecht liegt beim Verfasser	



Abbildung 11 Boxplot von CRP (mg/l), Leukozyten ( / nl) bei Appendizitis (n = 78) und anderen Patienten (n = 437 bzw. 435) ..... 40

Quelle: Urheberrecht liegt beim Verfasser

Abbildung 12 CRP [mg/l] in Abhängigkeit der histologischen Stadieneinteilung bei Appendizitis (n = 78) ..... 41

Quelle: Urheberrecht liegt beim Verfasser

Abbildung 13 Boxplot der Leukozytenzahl [ / nl] je nach histologischem Befund ..... 43

Quelle: Urheberrecht liegt beim Verfasser

### **6.3 Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1 Histologische Stadieneinteilung in Abhängigkeit des Entzündungsgrades [5,10]..... 8

Tabelle 2 Patienteneinteilung des Kollektivs (n = 671) ..... 22

Tabelle 3 Allgemeinanamnestische Daten ..... 23

Tabelle 4 Daten der klinischen Untersuchung zur Appendizitis (n = 421) ..... 25

Tabelle 5 Deskriptive Werte der erhobenen Gesamtparameter ..... 26

Tabelle 6 Indikationen der CT (n = 121) ..... 28

Tabelle 7 Primäre Befunde der CT-Untersuchung (n = 121) ..... 29

Tabelle 8 Indikationen der MRT (n = 56) ..... 30

Tabelle 9 Primäre Befunde der MRT-Untersuchung (n = 56) .....	31
Tabelle 10 Analyse der Verdachtsdiagnosen .....	34
Tabelle 11 Verteilung von Übelkeit bzw. Erbrechen bei Patienten mit und ohne Appendizitis .....	36
Tabelle 12 Werte des Chi-Quadrat-Tests zur klinischen Untersuchung.....	37
Tabelle 13 Vergleich klinischer Appendizitiszeichen bei Appendizitis (n = 75) und sonstigen Patienten (n = 346) .....	38
Tabelle 14 Sensitivität und Spezifität der klinischen Untersuchung bei Appendizitis	38
Tabelle 15 Deskriptive Werte von CRP, Leukozyten, Neutrophilen bei Appendizitis (n = 78) .....	39
Tabelle 16 CRP [mg/l] in Abhängigkeit der histologischen Stadieneinteilung bei Appendizitis (n = 78) .....	42
Tabelle 17 Leukozyten ( / nl) in Abhängigkeit des histologischen Befundes bei Appendizitis (n = 78) .....	42
Tabelle 18 Darstellung von Leukozytose > 10 / nl und CRP [mg/l] je nach histologischem Befund bei Appendizitis (n = 78) .....	43
Tabelle 19 Sensitivität und Spezifität der Sonographie bei Appendizitis (n = 72) .....	44
Tabelle 20 Vergleich der Sonographie von Appendizitis - und sonstigen Patienten (n = 72 bzw. 353) .....	45

Tabelle 21 Histologische Stadieneinteilung der Appendizitsfälle (n = 78) ..... 47

Tabelle 22 Operationsdauer bei Appendizitis (n = 78) ..... 47

#### 6.4 Abkürzungsverzeichnis

<b>CT</b>	Computertomographie
<b>MRT</b>	Magnetresonanztomographie
<b>Sono</b>	Sonographie
<b>CRP</b>	C-reaktives Protein
<b>Neutrophile</b>	Neutrophile Granulozyten
<b>PEG</b>	Perkutane endoskopische Gastrostomie
<b>GOT</b>	Glutamat-Oxalacetat-Transaminase
<b>GPT</b>	Glutamat-Pyruvat-Transaminase
<b>INR</b>	International Normalized Ratio
<b>UKR</b>	Universitätsklinikum Regensburg
<b>INA</b>	Interdisziplinäre Notaufnahme
<b>entz.</b>	entzündlich
<b>u. A.</b>	unter Anderem
<b>bzw.</b>	beziehungsweise
<b>V. a.</b>	Verdacht auf

## 7. Anhang

### 7.1 Fragebogen zur Auswertung der Patientendaten

Fragebogen zum Thema „Vom Leitsymptom Unterbauchschmerz zur Appendizitis“

Lauf-Nr.	Fall-Nr.	Geb. Datum	Geschlecht	Temp	Fieber Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/>	Vorop im Bauchraum >3J.	Liegende FK	Lebererkr.
			Männl. <input type="radio"/> Weibl. <input type="radio"/>		seit	Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/>	Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/>	Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/>

Zeitraum Symptom- Vorstellung NA	Verweildauer NA	Behandlung	Antibiotika in der NA	Immunsuppression
		Ambulant <input type="radio"/> Stationär <input type="radio"/>	Nein <input type="radio"/> Ja, welche	Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/>
Vorbestehende entz. Darmerkr.	Malignom	Transplantation	Z.n. Appendektomie	
Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/>	Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/>	Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/>	Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/>	

Palpation McBurney	Lanz-Pkt.	Psoas-Zeichen	Douglas- Schmerz	Kontralateraler Loslassschmerz
Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Nicht unters <input type="radio"/>	Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Nicht unters <input type="radio"/>	Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Nicht unters <input type="radio"/>	Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Nicht unters <input type="radio"/>	Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Nicht unters <input type="radio"/>
Übelkeit	Erbrechen	Stuhlgang		
Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/>	Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/>	Diarrhoe <input type="radio"/> Blutung <input type="radio"/> Koprost. <input type="radio"/>		
1° Fachricht. Untersucher	Innere <input type="radio"/>	Chirurgie <input type="radio"/>	Konsil Innere <input type="radio"/>	Chirurgie <input type="radio"/>

Sonographie Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/>	Wandver- dickung	Unkomprimierb. Appendix	Kokarden- phänomen	Flüssigk. um App.
Unauffällig <input type="radio"/> Darstellbar <input type="radio"/> >6mm <input type="radio"/>	Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/>	Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/>	Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/>	Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/>

CT	MRT	SS-Test/ Gyn- Konsil	Urin-Stix
Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Auffällig <input type="radio"/>	Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> Auffällig <input type="radio"/>	Ja <input type="radio"/> o/o Nein <input type="radio"/> o/o Auffällig <input type="radio"/> o/o	Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> V. a. Harnwegsinfekt <input type="radio"/>

CRP	Kreatinin	Leukozytose	Neutrophilie
Bilirubin	INR	PTT	GOT/GPT
Quick			

Stationäre Aufnahme Verdachtsdiagnose	Entlassdiagnose	OP Schnitt-/ Nahtzeit	Histo-OP

CT-App.pathologie mit Kontrastmittel? Indikation CT:

D >6mm	WSSt > 2mm	Entz.verd. FG	Abszess	App.kolith	Freie Flüssk.	Intrap. Phlegm	Mes. LymphAP

V.a. andere Pathologie:

MRT-App.pathologie mit Kontrastmittel? Indikation MRT:

D>7mm	Entz.verd. FG	Abszess	Verm. Diff.	Freie Flüssk.

V.a. andere Pathologie:

Indikation OP:

Befund

Intraoperativ

histologisch

## **7.2 Ethikvotum**

Ein Ethikvotum ist bei dieser rein retrospektiven, anonymisierten Datenanalyse nicht erforderlich.

### 7.3 Danksagung

Bedanken möchte ich mich sehr bei PD Dr. Michaela Huber für die Bereitstellung des Themas und die gute Betreuung während meiner Doktorarbeit.

Ebenfalls bedanke ich mich bei meiner Familie für die Unterstützung während des Verfassens dieser Arbeit und für das Korrekturlesen meiner Dissertation.

### 7.4 Lebenslauf

geboren am 19.12.1991 in Altötting

Schullaufbahn: Grundschule Altötting 1998-2002

Maria-Ward-Gymnasium Altötting 2002-2011

Studium: Bachelorstudium der Agrarwissenschaften an der Technischen Universität München-Freising am Standort Weihenstephan 2011-2014

Studium der Zahnmedizin 2014-2018 mit Erwerb des Staatsexamens

Tätigkeitsstätten: Vorbereitungsassistentin

Dres. Widmann/Nennhuber, Altötting 2019-2020

Dr. Hölzlwimmer, Neuötting 2020-2021

Dr. Rampf, Burghausen II/2021 und Dr. Pfaffeneder, Mühldorf seit 2021 (je in Teilzeit)

Dr. Grancay, Neuötting IV/2021 (Teilzeit)

Dr. Fabry/Stemplinger, Garching seit 2022 (Teilzeit)

Tätigkeit als angestellte Zahnärztin

Dr. Pfaffeneder, Mühldorf und Dr. Fabry/Stemplinger, Garching seit April 2022 (Teilzeit)

## 7.5 Erklärung zur Dissertation

### ERKLÄRUNG ZUM PROMOTIONSVERFAHREN

Hiermit erkläre ich nach § 3 und 4 der Promotionsordnung der Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

Name: Gerlitz  
Vorname: Elisabeth  
Geb. am: 19.12.1991  
In: Altötting

Ich erkläre,

- dass ich den Doktorgrad der Medizin / Zahnheilkunde nicht schon an einer Hochschule der Bundesrepublik Deutschland Universität erworben habe.
- dass ich nicht an anderer Stelle zu einem Promotionsverfahren zum Erwerb des medizinischen / zahnmedizinischen Doktorgrades zugelassen bin.
- dass ich die medizinische / zahnmedizinische Abschlussprüfung nicht schon an einer Hochschule der Bundesrepublik Deutschland endgültig nicht bestanden habe.

Außerdem erkläre ich,

- dass mir keine Tatsachen bekannt sind, die mich zur Führung eines akademischen Grades im Sinne des Gesetzes über die Führung akademischer Grade unwürdig erscheinen lassen.
- dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet. Insbesondere habe ich nicht die



entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- bzw. Beratungsdiensten (Promotionsberater oder andere Personen) in Anspruch genommen. Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeit erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen. Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.