AUS DER ABTEILUNG FÜR ALLGEMEIN-, VISZERAL-, THORAX-, GEFÄß- UND
TRANSPLANTATIONSCHIRURGIE DER UNIVERSITÄTSMEDIZIN ROSTOCK
DIREKTOR: UNIV. PROF. DR. MED. CLEMENS SCHAFMAYER

ERGEBNISSE NACH APPENDEKTOMIE MIT BESONDEREM FOKUS AUF DER ABSETZUNGSTECHNIK

INAUGURALDISSERTATION
ZUR
ERLANGUNG DES AKADEMISCHEN GRADES
DOKTOR DER MEDIZIN
DER
UNIVERSITÄTSMEDIZIN ROSTOCK

VORGELEGT VON
BENJAMIN HAMMEN
AUS LIPPSTADT
ROSTOCK 2022

DEKAN: PROF. DR. MED. UNIV. EMIL C. REISINGER

https://doi.org/10.18453/rosdok_id00004284

GUTACHTER:

UNIV. PROF. DR. MED. CLEMENS SCHAFMAYER
EINRICHTUNG: CHIRURGISCHE KLINIK UND POLIKLINIK, ABTEILUNG FÜR ALLGEMEIN-, VISZERAL-, THORAX-, GEFÄß- UND TRANSPLANTATIONSCHIRURGIE, UNIVERSITÄTSMEDIZIN ROSTOCK

PROF. DR. MED. STEFANIE MÄRZHEUSER
EINRICHTUNG: KLINIK UND POLIKLINIK FÜR KINDERCHIRURGIE, UNIVERSITÄTSMEDIZIN ROSTOCK

PROF. DR. MED. THOMAS BECKER
EINRICHTUNG: KLINIK FÜR ALLGEMEINE-, VISZERAL-, THORAX-, TRANSPLANTATIONS- UND KINDERCHIRURGIE, UNIVERSITÄTSKLINIKUM SCHLESWIG-HOLSTEIN

JAHR DER EINREICHUNG: 2022

JAHR DER VERTEIDIGUNG: 2023

INHALTSVERZEICHNIS

I. EINLEITUNG 1

1.1 EPIDEMIOLOGIE 1
1.2 ANATOMIE UND HISTOLOGIE 1
1.3 ÄTIOLOGIE UND PATHOGENESE 2
1.4 DIAGNOSTIK 3
1.5 THERAPIE DER AKUTEN APPENDIZITIS 5
1.5.1 OFFENE APPENDEKTOMIE 6
1.5.2 LAPAROSKOPISCHE APPENDEKTOMIE 6
1.5.3 KONVERSION 8
1.6 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN 9
1.7 ZIELSETZUNG DER ARBEIT 10

II. PATIENTEN UND METHODEN 11

2.1 PATIENTENDATEN UND -PARAMETER 11
2.1.1 ANAMNESE UND UNTERSUCHUNGSBEFUND 11
2.1.2 APPARATIVE UNTERSUCHUNG 12
2.1.3 LABORDIAGNOSTIK 12
2.1.4 ASA-KLASSIFIKATION 12
2.1.5 OPERATIONSBERICHT 12
2.1.6 PATHOLOGISCHER BEFUND 13
2.1.7 KOMPLIKATIONEN 13
2.2 STATISTISCHE METHODEN 14

III. ERGEBNISSE 15

3.1 GESAMTES PATIENTENKOLLEKTIV 15
3.1.1 DEMOGRAPHISCHE PATIENTENDATEN 15
3.1.2 PRÄOPERATIVE PARAMETER 16
3.1.3 BILDGEBENDE BEFUNDE 17
3.1.4 OPERATIONSDAUER 18
3.1.5 STATIONÄRE VERWEILDAUER 18
3.1.6 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN 19
3.2 ANALYSE DER OPERATIONSVERFAHREN UND DER ABSETZUNGSTECHNIKEN 20
3.2.1 DEMOGRAPHISCHE PATIENTENDATEN 22
3.2.2 PRÄOPERATIVE PARAMETER 25
3.2.3 BILDGEBENDE BEFUNDE 28
3.2.4 OPERATIONSDAUER 32

3.2.5 STATIONÄRE VERWEILDAUER 35
3.2.6 PATHOLOGISCHER BEFUND 38
3.2.7 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN 40
3.3 ANALYSE DER KONVERSION 43
3.3.1 PRÄOPERATIVE PARAMETER 43
3.3.2 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN NACH KONVERSION 45
3.4 FORTLEITUNG DER ENTZÜNDUNG IN DIE ABSETZUNGSZONE 46
3.4.1 ABSETZUNGSMETHODE 46
3.4.2 ENTZÜNDUNGSPARAMETER 47
3.4.3 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN NACH ENTZÜNDUNGSFORTLEITUNG 48

IV. DISKUSSION 49

4.1 PATIENTENKOLLEKTIV 49
4.2 OPERATIONSVERFAHREN 50
4.3 ABSETZUNGSVERFAHREN 52
4.4 AUSBILDUNGSSTAND 57
4.5 KONVERSION 59
4.6 FORTLEITUNG DER ENTZÜNDUNG IN DIE ABSETZUNGSZONE 60
4.7 SCHLUSSFOLGERUNG 61
4.8 FEHLERQUELLEN UND EINSCHRÄNKUNGEN 61

V. ZUSAMMENFASSUNG 63

VI. THESEN 65

VII. LITERATURVERZEICHNIS 66

VIII. ANHANG 77

8.1 EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG 77

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

LA	laparoskopische Appendektomie
OA	offene Appendektomie
CA	Konversion
n.d.	nicht dokumentiert
n.du.	nicht durchgeführt
BMI	Body-Mass-Index
AZ	klinische Appendizitiszeichen
AS	Abwehrspannung
DS	Druckschmerz im rechten Unterbauch
CRP	C-reaktives Protein
CT	Computertomographie
KI	Konfidenzintervall
OR	Odds Ratio

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1 ANZAHL DER PATIENTEN IN UNTERSCHIEDLICHEN ALTERSKLASSEN 15
ABBILDUNG 2 PRÄOPERATIVE LEUKOZYTENZAHL (X10^9/L), PRÄOPERATIVER CRP-WERT (MG/L) 17
ABBILDUNG 3 OPERATIONSDAUER (MINUTEN) 18
ABBILDUNG 4 STATIONÄRE VERWEILDAUER (TAGE) 18
ABBILDUNG 5 PROZENTUALER ANTEIL DER POSTOPERATIVEN KOMPLIKATIONSARTEN 19
ABBILDUNG 6 EINTEILUNG DES PATIENTENKOLLEKTIVS IN GRUPPEN UND SUBGRUPPEN 20
ABBILDUNG 7 PROZENTUALER ANTEIL DER AUSBILDUNGSSTÄNDE DER OPERATEURE 21
ABBILDUNG 8 AUSBILDUNGSSTÄNDE DIFFERENZIERT NACH ABSETZUNGSVERFAHREN 21
ABBILDUNG 9 VERGLEICH DES PATIENTENALTERS (JAHRE) OA VS. LA 23
ABBILDUNG 10 BMI (KG/M²) DER LA-GRUPPE MIT UND OHNE POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN 24
ABBILDUNG 11 PRÄOPERATIVER CRP-WERT (MG/L) LA VS. OA 30
ABBILDUNG 12 PRÄOPERATIVE CRP-WERTE (MG/L) DER LA-GRUPPE 31
ABBILDUNG 13 VERGLEICH DER OPERATIONSDAUER (MINUTEN) OA VS. LA 32
ABBILDUNG 14 OPERATIONSDAUER DER LA-GRUPPE (MINUTEN) 33
ABBILDUNG 15 DURCHSCHNITTLICHE OPERATIONSDAUER (MINUTEN) 34
ABBILDUNG 16 STATIONÄRE VERWEILDAUER (TAGE) OA VS. LA 35
ABBILDUNG 17 STATIONÄRE VERWEILDAUER (TAGE) DER LA-GRUPPE 36
ABBILDUNG 18 STATIONÄRE VERWEILDAUER (TAGE) NACH AUSBILDUNGSSTAND 37
ABBILDUNG 19 VERTEILUNG NACH DER CLAVIEN-DINDO-KLASSIFIKATION IN DER LA-GRUPPE 40
ABBILDUNG 20 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONSRATE (PROZENT) IN DER LA-GRUPPE 41
ABBILDUNG 21 VERGLEICH DES PATIENTENALTERS (JAHRE) ZWISCHEN LA UND KONVERSION 44
ABBILDUNG 22 SCHMERZDAUER BIS ZUR AUFNAHMEUNTERSUCHUNG 44
ABBILDUNG 23 SONOGRAPHISCHER ABSZESSES- /PERFORATIONSNACHWEIS 45
ABBILDUNG 24 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONSRATE 45
ABBILDUNG 25 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN (PROZENT) 48

TABELLENVERZEICHNIS

TABELLE 1 STADIEN DER APPENDIZITIS 2
TABELLE 2 SENSITIVITÄT UND SPEZIFITÄT SONOGRAPHISCHER ZEICHEN DER APPENDIZITIS 4
TABELLE 3 VERGLEICH DER PRÄOPERATIVEN PARAMETER 16
TABELLE 4 BILDGEBENDE BEFUNDE DER SONOGRAPHISCHEN- UND CT-UNTERSUCHUNG 17
TABELLE 5 POSTOPERATIVEN KOMPLIKATIONEN NACH DER CLAVIEN-DINDO-KLASSIFIKATION 19
TABELLE 6 GESCHLECHTERVERTEILUNG IN DER LA-GRUPPE 22
TABELLE 7 PATIENTENALTER (JAHRE) DER LA-GRUPPE 23
TABELLE 8 ASA-KLASSIFIKATION OA VS. LA 25
TABELLE 9 EINTEILUNG NACH DER ASA-KLASSIFIKATION IN DER LA-GRUPPE 25
TABELLE 10 SCHMERZDAUER OA VS. LA 26
TABELLE 11 SCHMERZDAUER DER LA-GRUPPE 26
TABELLE 12 KLINISCHER UNTERSUCHUNGSBEFUND OA VS. LA 27
TABELLE 13 KLINISCHER UNTERSUCHUNGSBEFUND IN DER LA-GRUPPE 27
TABELLE 14 VERGLEICH DER SONOGRAPHISCHEN BEFUNDE OA VS. LA 28
TABELLE 15 VERGLEICH DER COMPUTERTOMOGRAPHISCHEN BEFUNDE OA VS. LA 28
TABELLE 16 PRÄOPERATIVE SONOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG IN DER LA-GRUPPE 29
TABELLE 17 PATHOLOGISCHER BEFUND LA VS. OA 38
TABELLE 18 PATHOLOGISCHER BEFUND IN DER LA-GRUPPE 39
TABELLE 19 CLAVIEN-DINDO-KLASSIFIKATION LA VS. OA 40
TABELLE 20 BINÄR LOGISTISCHE REGRESSIONSANALYSE DER POSTOPERATIVEN KOMPLIKATION 41
TABELLE 21 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONSARTEN LA VS. OA 42
TABELLE 22 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONSARTEN IN DER LA-GRUPPE 42
TABELLE 23 VERGLEICH PRÄOPERATIVER PARAMETER ZWISCHEN LA UND KONVERSION 43
TABELLE 24 ENTZÜNDUNGSFORTLEITUNG NACH ABSETZUNGSVERFAHREN 46
TABELLE 25 DURCHSCHNITTLICHE PRÄ- UND POSTOPERATIVE ENTZÜNDUNGSWERTE 47

I. EINLEITUNG

1.1 EPIDEMIOLOGIE

Die Appendektomie ist die häufigste viszeral-chirurgische Notfalloperation. In Deutschland wird bei ca. 135.000 Patienten pro Jahr eine Appendektomie durchgeführt. (Ohmann et al., 2002). Seit 1940 ist die Inzidenz der akuten Appendizitis rückläufig und liegt in den Industrieländern zwischen 5,7 bis 50 Patienten pro 100.000 Einwohnern pro Jahr (Ilves et al., 2014; Viniol et al., 2014).

In der Altersverteilung hat die Gruppe der Zehn- bis Neunzehnjährigen die höchste Inzidenz. Insgesamt nimmt das durchschnittliche Alter bei Diagnosestellung zu, was in den Vereinigten Staaten unter anderem mit dem demographischen Wandel zu begründen ist (Buckius et al., 2012).

Sowohl Männer mit 8,6% als auch Frauen mit 6,7% besitzen ein hohes Lebenszeitrisiko an einer Appendizitis zu erkranken. Dagegen liegt das Lebenszeitrisiko einer Appendektomie bei Männer bei 12% und bei Frauen bei 23,1% (Addiss et al., 1990).

1.2 ANATOMIE UND HISTOLOGIE

Die Appendix vermiformis beginnt meist 2,5 cm unter der Ileozökalklappe am Zökum, wo sich die drei Tänien des Dickdarms vereinigen. Im Durchschnitt hat die Appendix bei Erwachsenen eine Länge von 7 cm und einen Durchmesser von 0,7 cm. Durch ein eigenes Mesenteriolum ist sie frei beweglich und kann in unterschiedlichen Positionen liegen (Becker und Höfler, 2002). Häufigste Position ist neben der retrozäkalen Kranialposition (65%), bei der sich die Appendix im Recessus retrocaecalis befindet und hinter dem Zökum mit ihrem Ende nach kranial zeigt, die Kaudalposition (30%), bei der die Appendix bis in das kleine Becken reicht. Weitere Lagetypen sind die Medialposition, die Lateralposition und die anterolaterale Kranialposition. Zwischen dem mittleren und lateralen Drittel einer Linie zwischen der Spina iliaca anterior superior und dem Bauchnabel befindet sich der McBurney-Punkt, dieser wird als Projektionspunkt der Appendixbasis auf die Bauchdecke bezeichnet (Schiebler, 2005, S.538f.).

Die Appendix enthält viel lymphatisches Gewebe inklusive parafollikulärem Gewebe und Lymphfollikeln, welche die Krypten in der Schleimhaut verdrängen. Während die Muscularis mucosae teilweise fehlt und Zotten in der Schleimhaut nicht vorhanden sind, befinden sich im Oberflächen- und Kryptenepithel Becherzellen, M-Zellen und mikrovillibesetzte resorbierende Zellen (Deller, 2018, S. 406). Außerdem ist die Appendix an der Produktion von IgA-Immunglobulinen beteiligt, was aufgrund des Vorhandenseins von entwickeltem lymphoiden Gewebe in den Wandstrukturen deutlich wird (Becker & Höfler, 2002).

1.3 ÄTIOLOGIE UND PATHOGENESE

Zu Beginn einer Appendizitis kommt es zu einer örtlichen Schädigung der Schleimhaut (Ziegler, 1972). Diese kann sich durch eine von Darmkeimen ausgelöste bakterielle Superinfektion entwickeln. Außerdem kann es zu der Bildung eines Appendixdivertikels kommen, das zur Aufstauung von Fäzes führt, was ebenfalls in einer Entzündung münden kann. Ein weiterer Grund für eine Appendizitis kann eine durch Kotsteine, Narbenstenosen, Tumore, Würmer oder eine MALT-Hyperplasie bedingte Entleerungsstörung sein. Der genaue Auslöser der Appendizitis ist meist unbekannt (Riede & Werner, 2017, S. 504f.).

Im Gegensatz zum restlichen Magen-Darmtrakt wird die Appendix, mit Ausnahme der Basis, nur durch die Arteria appendicularis versorgt. Da deren Abzweigungen nicht durch weitere Gefäßarkaden ergänzt werden, handelt es sich um eine Endarterie. Dies kann bei einer Verlegung des Lumens in einer insuffizienten Sauerstoffversorgung resultieren, was eine ischämische Destruktion der Appendixwand bewirkt (Becker & Höfler, 2002). Die folgende bakterielle Entzündung kann die Appendixwand durchziehen und in eine Peritonitis übergehen. Abhängig vom Entzündungsgrad kann die Appendizitis in unterschiedliche Stadien eingeteilt werden (Peiper & Binnebösel, 2011, S. 574f.).

Stadien der Appendizitis	Makroskopische und mikroskopische Beschreibung
akut katarrhalisch	Hauptsächlich in distaler Hälfte hyperämische Veränderungen, vereinzelt Schleimhautbuchten, Oberflächendefekte der Schleimhaut mit Infiltration von Granuloyzten in die innere Wandschicht
seropurulent	Verdickte und stark gerötete Appendix mit Infiltration von Granuloyzten in alle Wandschichten
ulzerophlegmonös	Deutlich verdickte, schmierig grau belegte Appendix mit Schleimhautulzerationen und Fibrinbelägen auf der Serosa, die granulozytär durchsetzt sind
gangränös	Appendixwand zeigt dunkelrote bis blaurot-blauschwarze Verfärbungen und ist zundrig-brüchig
ulzerös mit Perforation	Durch eine Nekrose der Appendixwand tritt Inhalt aus
perityphlitischer Abszess	Die Perforation wird durch Dünndarmschlingen und das Omentum majus zur Bauchhöhle abgedeckt
Perforation mit Peritonitis	Infiziertes Material erreicht die freie Bauchhöhle

TABELLE 1 STADIEN DER APPENDIZITIS
(PEIPER & BINNEBÖSEL, 2011, S. 575)

Da die einzelnen Entzündungsstadien der Appendizitis ohne feste Abgrenzung ineinander übertreten können, kann das Alter der Entzündung nur grob geschätzt werden (Becker & Höfler, 2002).
Durch die Abheilung nach einem perityphlitischen Abszess besteht die Möglichkeit der Bildung von Verwachsungen, die zu einem Bridenileus und bei Frauen zu einer Eileiterstörung führen können. Weiterhin ist durch Verwachsungen die Ausbildung einer Mukozele möglich. Durch die Wandnekrosen in höheren Stadien kann es zu einer eitrigen Periappendizitis kommen, aus der sich eine Perforation und in Folge dessen eine kotige Peritonitis entwickeln kann (Riede & Werner, 2017, S. 503f.).

1.4 DIAGNOSTIK

Die klinischen Symptome einer Appendizitis sind häufig unspezifisch und Diagnosefehler können vorkommen. Daher wird die klinische Untersuchung des Patienten oft als zentrales diagnostisches Element betont, die durch die Labordiagnostik ergänzt wird und zusammen mit den Beschwerden des Patienten zur Einschätzung der Erforderlichkeit einer Bildgebung dient (Di Saverio et al., 2016). Dabei ist es wichtig, dass Gesamtbild an diagnostischen Befunden zu betrachten, da diese isoliert nur einen geringen diskriminatorischen Wert aufweisen (Andersson, 2004).
Wenn Fieber in der Anamnese verneint wird und die Krankheitssymptome nicht länger als sechs Stunden bestehen, ist eine fortgeschrittene Appendizitis unwahrscheinlich. Insgesamt hat die Anamnese einen schlechteren diskriminatorischen Wert als die klinische Untersuchung. Zeigt sich in der klinischen Untersuchung des Patienten eine deutliche Abwehrspannung und ein Loslass-Schmerz oder liegt der Druckschmerz über dem McBurney-Punkt, ist eine Appendizitis wahrscheinlich. Während ein normaler Allgemeinzustand, eine fehlende peritoneale Reizung und eine fehlender Druckschmerz über dem Abdomen gegen eine Appendizitis sprechen (Andersson et al., 1999). Der Befund der digital-rektalen Untersuchung hat keine Aussagekraft für die Diagnose der akuten Appendizitis (Andersson et al., 1999; Takada et al., 2015).
Um die klinische Wahrscheinlichkeit einer akuten Appendizitis besser einordnen zu können, wurden verschiedene Bewertungssysteme entwickelt. Der Alvarado-Score und der Appendicitis Inflammatory Response (AIR) werden dabei in der Klinik am häufigsten angewendet (Di Saverio et al., 2016).
In der Labordiagnostik von Patienten mit einer Appendizitis zeigt sich häufig ein Anstieg der Leukozytenzahl, des CRP-Wertes sowie der Granulozytenzahl und dem Anteil an polymorphkernigen, neutrophilen Granulozyten (Shogilev et al., 2014). Die Labordiagnostik dient in erste Linie einer Beurteilung des Entzündungsgrades und weniger eine Konsolidierung der Verdachtsdiagnose (Zielke, 2002). Der CRP-Wert weist wahrscheinlich einen höheren

diagnostischen Wert als die Leukoyztenzahl auf (Yu et al., 2013). Obwohl der diagnostische Wert einzelner Laborparameter begrenzt ist, kann er durch die verknüpfte Betrachtung steigen. Als Antwort auf die schwierige Diagnosestellung der Appendizitis und zur Verminderung der Zahl an negativen Appendektomien gibt es viele Bestrebungen neue Biomarker zu finden. Unter anderem werden dabei Interleukin 6, Calprotectin und Serum Amyloid A diskutiert (Shogilev et al., 2014).

Tritt in der Urindiagnostik eine Hämaturie auf, sollte differentialdiagnostisch zum einen an urologische Ursachen gedacht werden, zum anderen kann, je nach Lage der Appendix, der Urogenitaltrakt zusätzlich betroffen sein (Peiper & Binnebösel, 2011, S. 576).

Eine präzise radiologische Diagnostik kann wesentliche Ergebnisse zur Diagnosefindung der akuten Appendizitis beisteuern. Hierzu gehört neben dem Nachweis einer Appendizitis auch die Detektion von Differentialdiagnosen (Drake et al., 2012). Da die Sonographie oft verfügbar ist und die Strahlenbelastung entfällt, bildet sie in der radiologischen Diagnostik die erste Wahl (Sahm et al., 2011).

Im Vergleich der diagnostischen Wertigkeit unterscheiden sich die Sonographie und die Computertomographie. Während sich in verschiedenen Studien bei der Sonographie eine Sensitivität zwischen 82,4-86% zeigt, liegt die Sensitivität der Computertomographie bei 92,3% bis 94% (Florence et al., 2008; Terasawa et al., 2004). Jedoch kann durch die, wie in Tabelle 2 dargestellte, genau Definition der sonographischen Diagnosekriterien einer auffälligen Appendix eine deutlichen Steigerung der Sensitivität und der Spezifität erreicht werden und auch die kombinierte Betrachtung der indirekten sonographischen Zeichen erhöht die Sensitivität der Sonographie (Goldin et al., 2011).

Sonographische Zeichen	Sensitivität in %	Spezifität in %
Echoreiche Fettgewebsalteration	86	97
Fehlende Komprimierbarkeit	97	20
>6 mm Durchmesser	100	68
Appendikolith	28	96
Freie intraabdominelle Flüssigkeit	60	58
Kein intraluminales Gas	85	79
Runde Querschnittsform	100	37
Endliche Struktur	100	37
Hohe Perfusion der Appendixwand (Duplex)	79	31
Lokaler Schmerz an der Appendix	86	68
Vergrößerte mesenteriale Lymphknoten	20	70

TABELLE 2 SENSITIVITÄT UND SPEZIFITÄT SONOGRAPHISCHER ZEICHEN DER APPENDIZITIS (RETTENBACHER ET AL., 2001)

Die Sonographie ist sehr untersucherabhängig und Adipositas, Schmerzen und die Darmgasverteilung können die Untersuchungsbedingungen zusätzlich erschweren (Binnebösel et al., 2009).

In der Diagnostik der Appendizitis spielt die Computertomographie außerhalb der USA eine geringere Rolle, da Bedenken der Strahlenexposition bei Kindern und jungen Erwachsenen bestehen (Bhangu et al., 2015). Während in den USA bei 86% (Florence et al., 2008) der Patienten mit dem Verdacht auf eine Appendizitis eine präoperative Computertomographie durchgeführt wurde, lag diese Quote in der Europäischen Union nur bei 32,7% („Multicentre observational study of performance variation in provision and outcome of emergency appendicectomy“, 2013). Zu betonen ist, dass die negative Appendektomierate in den Ländern mit einem schnellen Zugang zur Computertomographie in den letzten zehn Jahren gesunken ist (Bhangu et al., 2015). Um bei gleichbleibender Diagnosesicherheit die Menge an computertomographischen Untersuchung zu reduzieren, kann es nach Krishnamoorthi et al. (2011) sinnvoll sein, in der bildgebenden Diagnostik stufenweise vorzugehen und nur bei den Patienten eine Computertomographie durchzuführen, bei denen in der Sonographie nicht die gesamte Appendix dargestellt und auch keine Differentialdiagnose gestellt werden kann. Zusammenfassend wird nach wie vor die Indikation zur Operation und das Fundament der Diagnostik durch eine ausführliche Anamnese und die klinische Untersuchung gebildet (Sahm et al., 2011).

1.5 THERAPIE DER AKUTEN APPENDIZITIS

Die Appendektomie ist nach wie vor die Therapie der Wahl zur Behandlung einer akuten Appendizitis (Di Saverio et al., 2016). Trotzdem können Antibiotika als initiale Therapie bei der unkomplizierten Appendizitis zur Überbrückung eingesetzt werden (Fitzmaurice et al., 2011; Krishnamoorthi et al., 2011). Dabei sollte mehr als sechzig Minuten vor dem Hautschnitt mit der präoperativen Antibiotikaprophylaxe begonnen werden. Eine standardmäßige postoperative antibiotische Prophylaxe wird dabei nur bei der komplizierten und perforierten Appendizitis empfohlen (Bhangu et al., 2015). Insgesamt kann durch eine antibiotische Prophylaxe die Rate an septischen Wundheilungsstörungen sowohl bei der laparoskopischen als auch bei der offenen Appendektomie signifikant gesenkt werden (Koch et al., 2000). Erfolgsversprechend ist eine rein konservative Therapie, wenn der Patienten nicht älter als sechzig Jahre alt ist, einen CRP-Wert von unter 60 mg/l hat und eine Leukozytenzahl von weniger als $12x10^9$/l aufweist (Hansson et al., 2014). Ein konservativer Therapieansatz sollte nur verfolgt werden, wenn der Patient ein hohes Operationsrisiko hat oder die Operation ablehnt und sich dem Rezidivrisiko von bis zu 38% bewusst ist (Di Saverio et al., 2016). Dann muss die Zielsetzung sein, ohne einen operativen Eingriff auszukommen und diesen nicht nur hinauszuzögern, denn die Rate an intraoperativen Komplikationen und postoperativen

Infektionen ist nach einem konservativen Therapieversuch auf den doch eine Appendektomie folgt höher, als bei einer primären chirurgischen Intervention (Al-Kurd et al., 2018).
Die Verdachtsdiagnose der akuten Appendizitis gilt als Indikation zur zügigen chirurgischen Intervention. Großzügig sollte die Indikationsstellung bei älteren oder immunsupprimierten Patienten sowie bei Kindern erfolgen, da bei diesen Patientengruppen klinische Symptome häufig nicht eindeutig beurteilt werden können (Peiper & Binnebösel, 2011, S. 578).
Insgesamt hat eine Paradigmenwechsel in der chirurgischen Therapie der akuten Appendizitis von der offenen zur laparoskopischen Appendektomie stattgefunden (Di Saverio et al., 2016).

1.5.1 OFFENE APPENDEKTOMIE

Die Operationstechnik zur Therapie der akuten Appendizitis wurde im Jahr 1894 von Charles McBurney beschrieben und kommt noch heute zum Einsatz, wenn eine offene Appendektomie erforderlich ist (Cesare Ruffolo & Bassi, 2013). Der operative Zugang findet dabei über den unteren lateralen Wechselschnitt nach McBurney und Sprengel statt. Nach Luxation des Zökums werden das Mesenteriolum und die Arteria appendicularis unter Verwendung von Ligaturen durchtrennt. Danach erfolgt der Verschluss der Appendix mittels Klemme in der Nähe der Basis und die Abtragung der entzündeten Appendix. Die anschließende Versenkung des Stumpfes geschieht über eine Z- oder Tabaksbeutelnaht. Danach werden die einzelnen Bauchschichten geschlossen (Peiper, 2006, S. 492).
Die offene Appendektomie ist eine zuverlässige Methode, die noch heute Vorteile bei der Therapie von Kleinkindern, Schwangeren und kardiopulmonalen Risikopatienten hat (Reißfelder et al., 2009).

1.5.2 LAPAROSKOPISCHE APPENDEKTOMIE

Die laparoskopische Appendektomie wurde erstmalig 1980 von dem deutschen Gynäkologen Kurt Semm durchgeführt (Litynski, 1998; Semm, 1983). Durch die einige Jahre später erfolgreiche Durchführung und Etablierung der laparoskopischen Cholezystektomie, gab es viele Bestrebungen die minimal-invasive Chirurgie auch für die Appendektomie zu übernehmen (Golub et al., 1998). Verwendung findet die laparoskopische Appendektomie seit den 1980er Jahren und hat sich seit den 2000er Jahren als Goldstandard etabliert (Ohtani et al., 2012). Neben der kürzeren stationären Aufenthaltsdauer und der zügigeren postoperativen Wundheilung, hat die Zahl der laparoskopischen Appendektomien auch aufgrund der guten kosmetischen Resultate deutlich zugenommen (Cesare Ruffolo & Bassi, 2013).
In Deutschland kam es von 1996 bis 2009 zu einem signifikanten Anstieg der laparoskopischen Appendektomie von 33,1% auf 85,8% (Sahm et al., 2013). Im internationalen Vergleich zeigen sich sehr unterschiedliche Ergebnisse. Analysen im vergleichbaren Zeitraum ergaben einen Anteil an laparoskopischen Appendektomien von 7,8% (Andreu-Ballester et al., 2009) in

Spanien und einen Anteil von 6,3% (Golub et al., 1998) in England. Inzwischen gilt die laparoskopische Appendektomie als eine der häufigsten Operationen in Industrieländern.
Der Zugang für die Kamera findet über einen 10 mm-Trokar statt, der infraumbilikal platziert wird. Weitere Zugänge erfolgen über einen 5 mm-Trokar der im Bereich des rechten Mittelbauches eingebracht wird und über einen weiteren 10 mm-Trokar im linken Unterbauch in der linken Fossa supravesicalis. Zunächst wird das Mesenteriolum mit dem Stapler oder bipolarer Koagulation abgesetzt (Peiper, 2006, S. 493).
Für die Appendix kommen unterschiedliche Absetzungsverfahren wie Schlingen, Stapler und Clips zum Einsatz (Mannu et al., 2017). Insgesamt kann das postoperative Ergebnis entscheidend von den verwendeten technischen Instrumenten mitbeeinflusst werden. Dabei spielen neben dem Absetzungsverfahren auch die Wahl zwischen einem und mehreren Zugängen (Ponsky et al., 2009) und die Absetzung und der Verschluss des Mesoappendix eine Rolle (Ponsky & Rothenberg, 2009). Die nachhaltige Absetzung des Appendixstumpfes kann als kritischer Operationsabschnitt betrachtet werden (Sahm et al., 2013).
Wenn sowohl die fachliche Expertise als auch die notwendige Infrastruktur vorhanden sind, empfiehlt das WJES (World Journal of Emergency Surgery), aufgrund der Vorteile wie weniger postoperative Schmerzen, eine geringere Rate an Wundinfektionen und eine kürzere stationäre Verweildauer, die laparoskopische Appendektomie als Mittel der ersten Wahl (Jaschinski et al., 2018). Sie ist ein sicheres Verfahren, welches mit 0,29% im Vergleich zu der offenen Appendektomie mit 0,64% mit einer niedrigeren Mortalitätsrate einhergeht (Faiz et al., 2008).

1.5.2.1 ABSETZUNGSVERFAHREN

Anwendung bei der Absetzung des Appendixstumpfes finden neben Schlinge und Stapler auch verschiedene Polymeric- und Titanclips. Bisher konnte sich noch keine Technik als Standard etablieren, da jedes der Verfahren Vor- und Nachteile mit sich bringt (Makaram et al., 2020). Daher ist, mit Bezug auf die Handhabung, die Biokompatibilität und die Materialkosten, das optimale Verfahren noch zu identifizieren (Delibegović et al., 2020).
Obwohl die laparoskopische Appendektomie sowohl mit dem Stapler als auch mit der Schlinge ein sicheres und standardmäßig verwendetes Verfahren ist (Rakić et al., 2014), bestehen spezifische potentielle Nachteile. Insbesondere ist die Verwendung des Staplers aus ökonomischer Sicht nachteilig, da sie im Vergleich zur Schlinge mit höheren Kosten einhergeht (Beldi et al., 2004), die durch das Krankenhausvergütungssystem in Deutschland (G-DRG-System) nicht gedeckt sind (Sahm, Kube, et al., 2011). Die genauen Preise für den Stapler und dessen Zugang, hier wird ein 12 mm Port benötigt, variieren je nach Hersteller und können bis zu 300€ betragen (Beldi et al., 2006; Kazemier et al., 2006). Weiterhin besteht durch freie, intraperitoneale Klammern das potenzielle Risiko eines mechanischen Darmverschlusses (Kuehnel et al., 2007; Nottingham, 2002).

Dagegen ist die Verwendung der Schlinge zur Absetzung der Appendix mit mehr Manipulation am Appendixstumpf verbunden. Außerdem besteht ein theoretisches Risiko, dass ein Verrutschen der Schlinge eine Insuffizienz und konsekutiv eine postoperative Infektion bedingt. Wenn die Appendixbasis ebenfalls von der Entzündung betroffen ist oder eine Perforation an dieser Stelle besteht, sind Schlingen als Absetzungsverfahren weniger zuverlässig (Paik et al., 1997). Weiterhin können Gewebeeinschnitte oder lokalen Nekrosen entstehen, wenn die Schlinge zu eng geschnürt wird (Kazemier et al., 2006). Um die Schlinge richtig anwenden zu können bedarf es einiger Übung, denn gerade im begrenzten Raum der Fossa iliaca ist es schwierig die Schlinge richtig zu platzieren.

Die Handhabung des Staplers ist einfacher, da die Appendix in einem einzigen Schritt abgesetzt und der Stumpf verschlossen werden kann (Delibegović et al., 2020).

Die Hem-O-lok Clips werden ebenfalls als eine kostengünstige, praktische und sichere alternative Methode zum Verschluss des Appendixstumpfes beschrieben (Delibegović & Matović, 2009). Nachteilig ist dabei, dass diese in der Regel nur bis zu einem Durchmesser von 10 mm genutzt werden können, wobei ein entzündeter Appendix häufiger größere Durchmesser hat. Neben diesen Polymeric-Clips kommen auch Titan-Clips zum Einsatz, die auch bei Durchmessern bis 20 mm verwendet werden können und ebenfalls als sicheres Verfahren gelten (Rickert et al., 2012; Strzałka et al., 2014). Ein Nachteil des Titanclips ist es, dass er bei falscher Positionierung nicht erneut versetzt werden kann, was bei den Polymeric-Clips möglich ist (Delibegović & Mehmedovic, 2018).

In Deutschland ist der Stapler das am häufigsten eingesetzte Absetzungsverfahren (Sahm et al., 2011).

1.5.3 KONVERSION

Wenn während einer Operation Komplikationen auftreten oder die bestehende Erkrankung besonders schwer ist, kann eine intraoperative Konversion von der laparoskopischen Appendektomie zum offenen Verfahren notwendig und sinnvoll sein. Gründe für eine Konversion können dabei, neben durch Entzündungen oder Voroperationen entstandene Verwachsungen, auch Perforationen, eine diffuse Peritonitis oder ein insgesamt ausgeprägter entzündlicher Prozess sein (Liu et al., 2002; Sakpal et al., 2012).

In unterschiedlichen Studien wird eine Konversionsrate zwischen 4% und 6,7% angegeben (Finnerty et al., 2017; Antonacci et al., 2015; Gupta et al., 2013). Während nach Gupta et. al (2013) das Alter, das Geschlecht, die Darstellung einer Peroration und eine Symptomdauer von mehr als 48 Stunden einen prädiktiven Wert für eine Konversion haben, gibt eine andere Studie an, dass der einzige signifikante Risikofaktor für eine Konversion eine generalisierte eitrige Peritonitis ist (Swank et al., 2011). Weiterhin beschreibt diese Studie, dass Patienten

mit einer Konversion ein höheres Risiko für eine erneute Laparotomie sowie eine Narbenhernie haben.

1.6 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN

Neben Narbenhernien, postoperativer Darmatonie und dem postoperativen Ileus, gehören Wundinfektionen, Nachblutungen und intraabdominale Abszesse zu den postoperativen Komplikationen der Appendektomie. Laut einer multizentrischen Studie liegt die postoperative Komplikationsrate der ersten dreißig Tage bei 12,5% („Multicentre observational study of performance variation in provision and outcome of emergency appendicectomy“, 2013).
Das Risiko für postoperative intraabdominale Abszesse steigt bei adipösen Patienten mit einer perforierten Appendizitis und einer Leukozytose von mehr als >20,000/mm³, die länger als 90 Minuten operiert wurden. Insgesamt kommen postoperative intraabdominale Abszesse mit bis zu 10% öfter vor, wenn es sich um eine perforierte Appendizitis handelt (Levin & Pegoli, 2015). Während sich in der Metaanalyse von Sauerland et al. (2004) höhere Raten an intraabdominalen Abszessen bei der laparoskopischen Appendektomie zeigen, wurde diese höhere Rate einige Jahre später nicht mehr nachgewiesen (Sahm et al., 2013). Bei intraabdominalen Abszessen wird eine Revision oder in bestimmten Fällen eine perkutane interventionelle Drainage durchgeführt (Peiper & Binnebösel, 2011).
Im Vergleich zur offenen Appendektomie besteht bei der laparoskopischen Appendektomie ein geringes Risiko für Wundinfektionen (Jaschinski et al., 2018). Die Mortalität liegt, unabhängig von der Operationstechnik, in den ersten dreißig Tagen bei unter 1%, kann aber je nach Vorerkrankungen und postoperativen Komplikationen auf mehr als 30% steigen (Peiper & Binnebösel, 2011). Eine von Faiz et al. (2008) durchgeführte Studie ergab innerhalb der ersten dreißig Tage eine mit 0,25% signifikant höhere postoperative Mortalität bei offenen Appendektomien im Vergleich zu 0,09% bei laparoskopischen Appendektomien.

1.7 ZIELSETZUNG DER ARBEIT

In der anzufertigenden Arbeit sollen die postoperativen Komplikationen einer Appendektomie nach verschiedenen Absetzungsmethoden und nach einer Konversion untersucht, und mögliche Ursachen bzw. Einflussgrößen identifiziert werden.

1.Besitzen die verschiedenen Absetzungsverfahren unterschiedliche Komplikationsraten?

2. Wie verhalten sich die stationäre Aufenthalts - und Operationsdauer bezüglich der verschiedenen Absetzungsverfahren und nach dem Auftreten postoperativer Komplikationen?

3. Besteht eine Prädiktion klinischer Untersuchung, Bildgebung und präoperativer Laborbefunde zu Komplikationen unabhängig von bestimmten Absetzungsmethoden?

4. Gibt es bestimmte Einflussgrößen wie Laborparameter und präoperative Befunde, die als Indikatoren für eine Konversion dienen können?

5. Bestehen Unterschiede bezüglich der postoperativen Komplikationen zwischen konventioneller Appendektomie und intraoperativer Konversion?

6. Hat der Ausbildungsstand des Operateurs Einfluss auf die postoperative Komplikationsrate?

7. Besteht ein Zusammenhang zwischen der histopathologischen Fortleitung der Entzündung in die Absetzungszone und der Komplikationsrate oder postoperativ erhöhten Entzündungsparametern?

II. PATIENTEN UND METHODEN

2.1 PATIENTENDATEN UND -PARAMETER

In dieser retrospektiven Arbeit wurden die Patientendaten von 390 Patienten ausgewertet, bei denen im Zeitraum vom 01. Januar 2013 bis zum 31. Dezember 2016, bei einer akuten Appendizitis, in der Abteilung für Allgemein-, Viszeral-, Thorax-, Gefäß- und Transplantationschirurgie der Universitätsmedizin Rostock eine Appendektomie durchgeführt wurde. Ausgewählt wurden die Patienten über den OPS-Codes 5-470.- (Appendektomie) des Klinik-Informationssystems.

Im Laufe der Datenerhebung wurden alle Patienten mit einer Simultan- oder Gelegenheitsappendektomie aus der Studie ausgeschlossen.

Die demographischen Daten wie Geschlecht, Alter, Gewicht und Größe wurden aus dem Protokoll der Pflegeanamnese übernommen und der Body-Mass-Index berechnet. Alle Patienten waren zum Zeitpunkt der Operation mindestens sechszehn Jahre alt. Nach der Datenerhebung wurden alle Patientendaten anonymisiert.

2.1.1 ANAMNESE UND UNTERSUCHUNGSBEFUND

Klinische Symptome, die Schmerzlokalisation und die Schmerzdauer in Tagen bis zu Aufnahmeuntersuchung wurden aus der Anamnese entnommen. Aus dem Untersuchungsbefund wurden die dokumentierten klinischen Zeichen für eine Appendizitis sowie das Vorhandensein einer Abwehrspannung erhoben.

Als klinisches Zeichen wurde neben einem nicht weiter erläuterten Druckschmerz im rechten Unterbauch auch das McBurney-Zeichen (Schmerzhafter Druckpunkt in der Mitte der Verbindung zwischen Nabel und rechter Spina iliaca anterior superior), das Blumberg-Zeichen (Schmerzen im rechten Unterbauch bei Druck auf linken Unterbauch mit plötzlichem Loslassen), der Psoasschmerz (Schmerzen im rechten Unterbauch bei Anheben des rechten Beines gegen einen Widerstand), das Lanz-Zeichen (Schmerzhafter Druckpunkt zwischen ußerem und mittlerem Drittel rechts auf der Verbindungslinie zwischen rechter und linker Spina iliaca anterior superior), das Rosving- Zeichen (Schmerzen im rechten Unterbauch bei retrogradem Ausstreichen des Colons) und der Douglasschmerz (Rechtsseitiger Schmerz bei digital-rektaler Untersuchung) gewertet. Wurde keine Aussage zu Zeichen einer Appendizitis getroffen, wurde dies als nicht dokumentiert vermerkt.

2.1.2 APPARATIVE UNTERSUCHUNG

Zusätzlich zur körperlichen Untersuchung wurde in den meisten Fällen auch eine bildgebende Diagnostik in Form einer Sonographie oder einer Computertomographie durchgeführt.
Bei den Untersuchungsbefunden wurde unterschieden, ob ein nicht pathologischer Befund vorlag, oder ob direkte oder indirekte Zeichen einer Appendizitis vorlagen. Auch weitere Befunde wie Abszesse oder Perforationen wurden in der Tabelle dokumentiert. Außerdem wurde vermerkt, wenn es während der Untersuchung zu bildgebenden Problemen durch Darmgasüberlagerungen, starke abdominale Schmerzen oder Adipositas gekommen ist, die die Befunderhebung beeinflusst haben.

2.1.3 LABORDIAGNOSTIK

Die Laboruntersuchung erfolgte im Labor der Universitätsmedizin Rostock und die Entzündungsparameter wie Leukozyten und CRP wurden aus den Laborberichten übernommen. Als Normwert galt dabei, gemäß Laborstandard der Universitätsmedizin Rostock, eine Leukozytenzahl von 4-9 $x10^9$/l und ein CRP-Wert von weniger als 5 mg/l. Der präoperative Wert wurde am Vortag oder am Tag der Operation erhoben und der postoperative Wert am ersten oder zweiten postoperativen Tag.

2.1.4 ASA-KLASSIFIKATION

Alle in der Studie untersuchten Patienten wurden in eine ASA-Klasse eingeteilt. Diese Einteilung wurde aus dem Anästhesiebogen übernommen oder auf Grundlage der dokumentierten Vorerkrankungen des Patienten selbst durchgeführt.

2.1.5 OPERATIONSBERICHT

Alle intraoperativen Daten wurden aus dem Operationsbericht entnommen. Hierbei wurde zwischen der offenen Appendektomie und der laparoskopischen Appendektomie unterschieden. Falls eine intraoperative Konversion durchgeführt wurde, wurde dies ebenfalls in der Auswertung festgehalten.
Weiterhin wurden die Operationsdauer (Schnitt-Naht-Zeit) in Minuten und der Operateur aus dem Operationsbericht übernommen. Bei der laparoskopischen Appendektomie wurde nach dem Absetzungsverfahren differenziert. Es wurde entweder ein Stapler (ENDOPATH ETS FLEX ARTICULATING LINEAR CUTTER 35MM STANDARD ETHICON, Johnson & Johnson Medical N.V.®, Belgien), eine Schlinge (ENDOLOOP PDS II 2-0 ETHICON 2, Johnson & Johnson Medical N.V.®, Belgien) oder ein Clip (DS APPENDECTOMY-CLIP, B.Braun/ Aesculap ®, Deutschland) verwendet.

Der im Operationsbericht genannte erste Operateur wurde entsprechend seines Ausbildungstandes zum Zeitpunkt der Operation in die Gruppe Oberärzte, Fachärzte oder Assistenzärzte eingeteilt. Die Entscheidung für ein Absetzungsverfahren wurde durch den ersten Operateur getroffen.

2.1.6 PATHOLOGISCHER BEFUND

Zur Auswertung und Systematisierung wurde der pathologische Befund des eingesendeten Präparates in einzelne Kategorien aufgeteilt. Dabei wurde zwischen einer katarrhalischen, einer erosiven, einer ulzerophlegmonösen oder einer gangränösen Appendizitis unterschieden. Außerdem wurde in der Tabelle dokumentiert, ob eine freie oder gedeckte Perforation (perityphlitischer Abszess) vorhanden war. Zusätzlich wurde aus dem pathologischen Befund entnommen, ob eine Entzündungsfortleitung in die Absetzungszone bestand. War dies der Fall, wurde die Entzündungsfortleitung in deutlich, mäßig und gering unterteilt. Diese Einteilung wurde aus dem pathologischen Befund übernommen. Wenn keine Entzündungsfortleitung in die Absetzungszone beschrieben wurde, wurde dies als „nicht beschrieben“ dokumentiert. War kein pathologischer Befund in den Akten vorhanden wurde dies als „nicht dokumentiert“ vermerkt. Dem pathologischen Befund wurde außerdem entnommen, ob eine Peritonitis vorlag.

2.1.7 KOMPLIKATIONEN

Komplikationen wurden durch den im Arztbrief beschriebenen Krankheitsverlauf und der stationären Verlaufsdokumentation identifiziert, dabei waren Mehrfachnennungen möglich.
Bei der Komplikationsart wurde zwischen Stumpfinsuffizienz, postoperativer intraabdominaler Abszessbildung, Peritonitis, Verwachsungen, Verletzung/ Entzündung anderer Bauchorgange/ Sepsis, Narbenbruch/ Fasziendehiszenz und Wundheilungsstörung/ Hämatom/ Blutung unterschieden.
In die Kategorie „Verletzung/Entzündung anderer Bauchorgange/Sepsis“ wurden alle Patienten eingeteilt, die im postoperativen Verlauf beispielsweise eine Ileitis, Pankreatitis oder eine Sepsis entwickelten. Weiterhin wurde die Art der Reintervention dokumentiert. Entsprechend der Art der Komplikation wurde eine Einteilung in die Clavien-Dindo-Klassifikation vorgenommen.

2.2 STATISTISCHE METHODEN

Die ausgewerteten Daten wurden aus elektronischen und in Papierform vorhanden Patientenakten und mit den Programmen Microsoft Word und Microsoft Excel deskriptiv dargestellt und ausgewertet. Die anschließende statistische Analyse wurde mit der Statistiksoftware SPSS 21 von IBM durchgeführt. Dabei wurden zur Auswertung der qualitativen Merkmale Kontingenztabellen unter Anwendung des Exakten Tests nach Fisher und der Chi-Quadrat–Tests verwendet und zur Auswertung der qualitativen Merkmale genutzt. Zur Auswertung der quantitativen Merkmale wurden t-Tests, der Mann-Whitney-U-Tests und der Kruskal-Wallis-Test verwendet. Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt. Zu erwähnen ist, dass auch Kategorien mit weniger als fünf Fällen in die statistische Auswertung mit einbezogen wurden. Zur multivariaten Analyse wurde die (binär) logistische Regressionsanalyse herangezogen. Das Informationskriterium nach Akaike (AIC) wurde verwendet, um verschiedene Modellkandidaten zu vergleichen. Hierbei wurde ein Kompromiss zwischen der Anpassung des Modells und der Komplexität des Modells (Anzahl der geschätzten Parameter) bewertet. Das Modell mit dem kleinsten AIC wurde bevorzugt.
Nicht dokumentierte Fälle wurden aus der Berechnung der prozentualen Verhältnisse ausgeschlossen.

III. ERGEBNISSE

3.1 GESAMTES PATIENTENKOLLEKTIV

Insgesamt wurde bei 390 Patienten im Zeitraum vom 01. Januar 2013 bis zum 31. Dezember 2016, in der Abteilung für Allgemein-, Viszeral-, Gefäß- und Transplantationschirurgie der Universitätsmedizin Rostock eine Appendektomie durchgeführt.
Dabei erhielten 93,08% (n= 363) der Patienten eine laparoskopische Appendektomie (LA) und 6,92% (n= 27) eine offene Appendektomie (OA).

3.1.1 DEMOGRAPHISCHE PATIENTENDATEN

Bei den 390 Patienten der Studie zeigte sich ein beinah ausgewogenes Verhältnis der Geschlechter. Insgesamt waren 52% (n= 203) der Patienten männlich und 48% (n= 187) weiblich.
Alle Patienten, die im oben genannten Zeitraum operiert wurden, waren zum Zeitpunkt der Operation zwischen 16 und 94 Jahre alt und hatten ein durchschnittliches Alter von 41,41 Jahren (± 17,9). Gemessen an der Gesamtzahl fanden die meisten Appendektomien in der Altersgruppe zwischen zwanzig bis dreißig Jahren statt. Ab dem fünfzigsten Lebensjahr nahm die Zahl der durchgeführten Appendektomien dagegen ab.

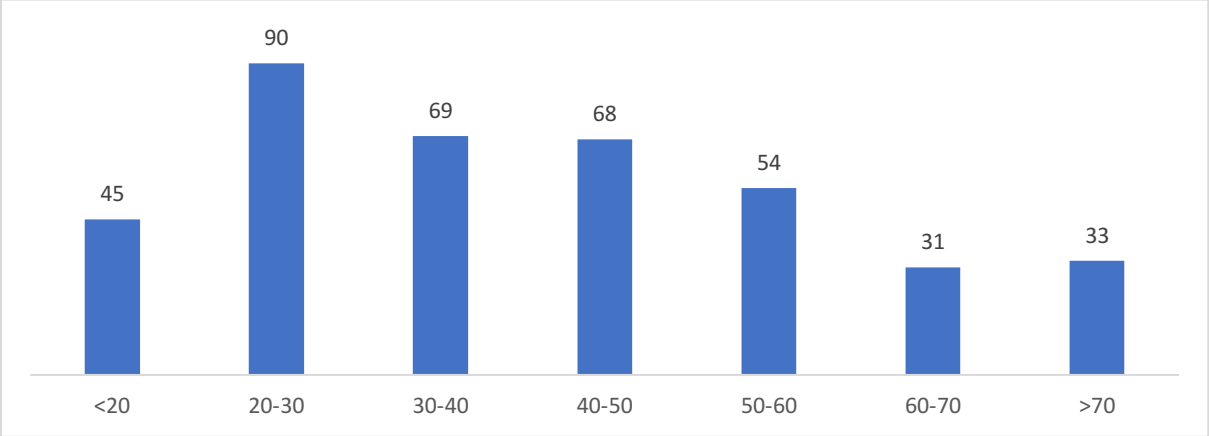

ABBILDUNG 1 ANZAHL DER PATIENTEN IN UNTERSCHIEDLICHEN ALTERSKLASSEN
N.D.: 0

Der Body-Mass-Index (BMI) zeigte, dass der Durchschnitt des Patientenkollektives bei 25,94 kg/m² (± 5,25) lag.

3.1.2 PRÄOPERATIVE PARAMETER

In Tabelle 3 sind alle in der Studie ausgewerteten Patienten einer ASA-Klasse zugeteilt. Mit 75,13% (n= 293) wurden die mit Abstand meisten Patienten der ASA-Klasse I zugeordnet. Insgesamt hatten 59,01% (n= 167) der Patienten bis zu 24 Stunden lang Schmerzen, bis sie sich im Krankenhaus vorstellten. Der Anteil der Patienten, die länger als 24 Stunden bis zur Vorstellung im Krankenhaus über abdominelle Schmerzen klagten, lag dagegen bei 40,99% (n= 116).

Präoperative Parameter		
ASA-Klasse	I	75,13% (n= 293)
	II	20% (n= 78)
	III	4,62% (n= 18)
	IV	0,26% (n= 1)
Präoperative Schmerzdauer	<24h	59,01% (n= 167)
	>24h	40,99% (n= 116)
Klinik	AZ	97,45% (n= 306)
	DS	98,52% (n= 200)
	AS	17,57% (n= 55)
CRP präoperativ (mg/l)		67,23 (±86,58)
Leukozytenzahl präoperativ ($x10^9$/l)		14,49 (±6,57)

TABELLE 3 VERGLEICH DER PRÄOPERATIVEN PARAMETER
N.D.: SCHMERZDAUER= 107; KLINISCHER UNTERSUCHUNGSBEFUND: AA= 76, DS= 187, AS= 77

Im Durchschnitt lag die präoperative Leukozytenzahl bei 14,49 $x10^9$/l (± 6,57). 89,12% (n= 344) der Patienten hatten dabei eine präoperative Leukozytenzahl, die außerhalb des Referenzwertes von 4-9 $x10^9$/l lag. Der durchschnittliche präoperative CRP-Wert lag bei 67,23 mg/l (± 86,58), dabei hatten 81,87% (n= 316) der Patienten einen CRP-Wert über dem Referenzwert von 5 mg/l.

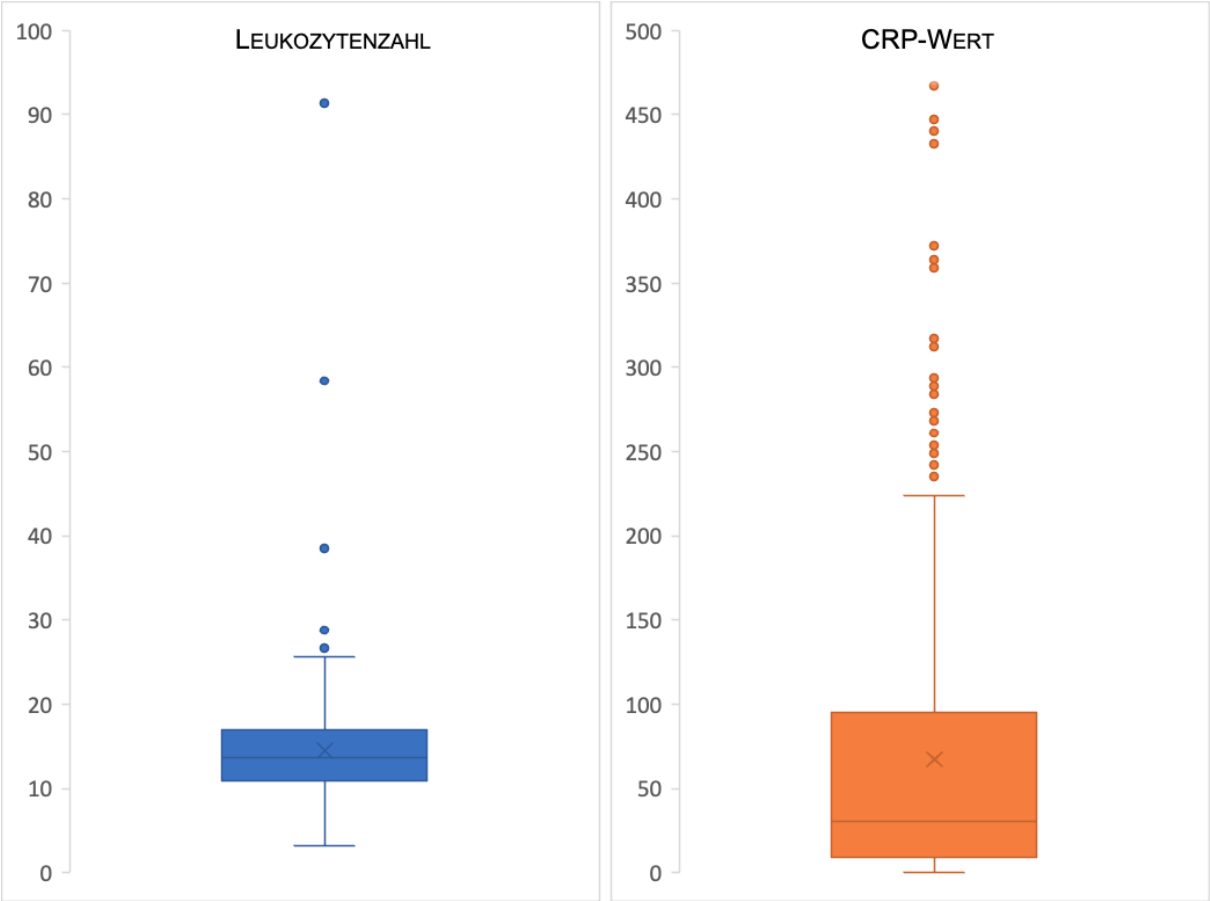

ABBILDUNG 2 PRÄOPERATIVE LEUKOZYTENZAHL (X10^9/L), PRÄOPERATIVER CRP-WERT (MG/L)
N.D.: LEUKOZYTENZAHL= 4, CRP-WERT= 3

3.1.3 BILDGEBENDE BEFUNDE

Bei 88,72% (n= 346) der Patienten wurde vor der Operation eine Sonographie des Abdomens durchgeführt. Wie in Tabelle 4 beschrieben, konnten bei 83,53% (n= 289) der Patienten Entzündungszeichen dargestellt werden.

Eine CT-Untersuchung wurde bei 5,89% (n= 23) der Patienten durchgeführt. Da Patienten sowohl Entzündungszeichen als auch einen Abszess oder eine Perforation haben konnten, war eine Mehrfachnennung möglich.

	Entzündungs-zeichen	Abszess/ Perforation	Bildgebende Probleme	o.B.	n.d./ n.du.
Sonographie	83,53% (n=289)	5,49% (n=19)	8,09% (n=28)	8,38% (n=29)	44
CT	95,65% (n=22)	17,39% (n=4)	0% (n=0)	4,35% (n=1)	367

TABELLE 4 BILDGEBENDE BEFUNDE DER SONOGRAPHISCHEN- UND CT-UNTERSUCHUNG

3.1.4 OPERATIONSDAUER

Im gesamten Patientenkollektiv lag die durchschnittliche Operationsdauer (Schnitt-Naht-Zeit) bei 56,51 Minuten (± 27,03).

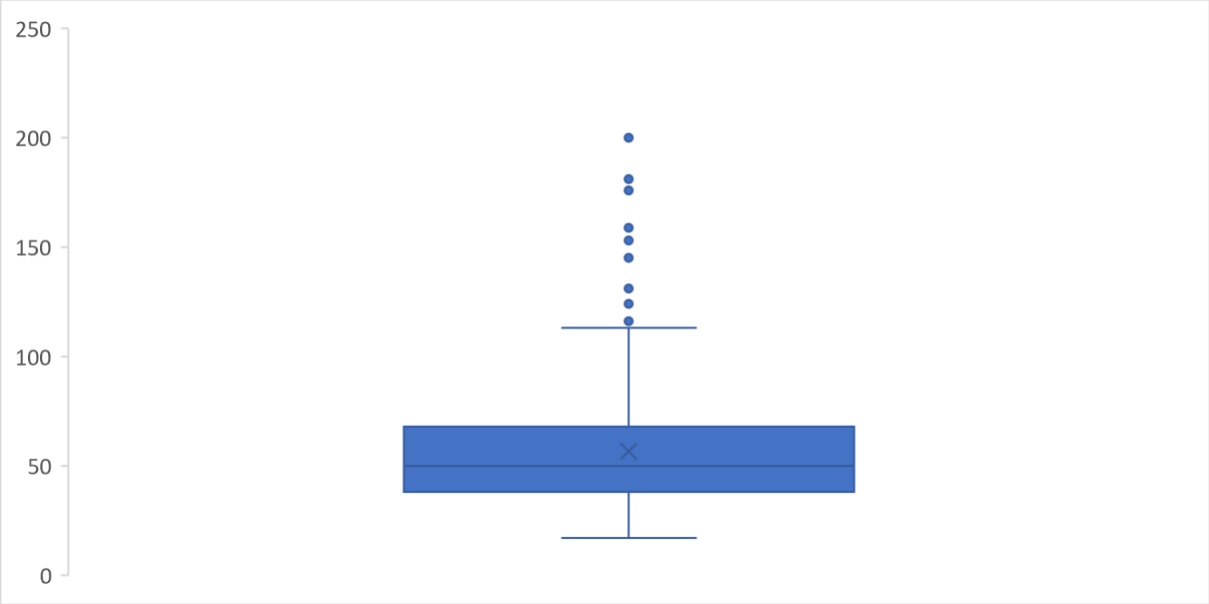

ABBILDUNG 3 OPERATIONSDAUER (MINUTEN)
N.D.: 32

3.1.5 STATIONÄRE VERWEILDAUER

Wie in Abbildung 4 dargestellt, lag die stationäre Verweildauer im Durchschnitt bei 4,16 Tagen (± 2,61).

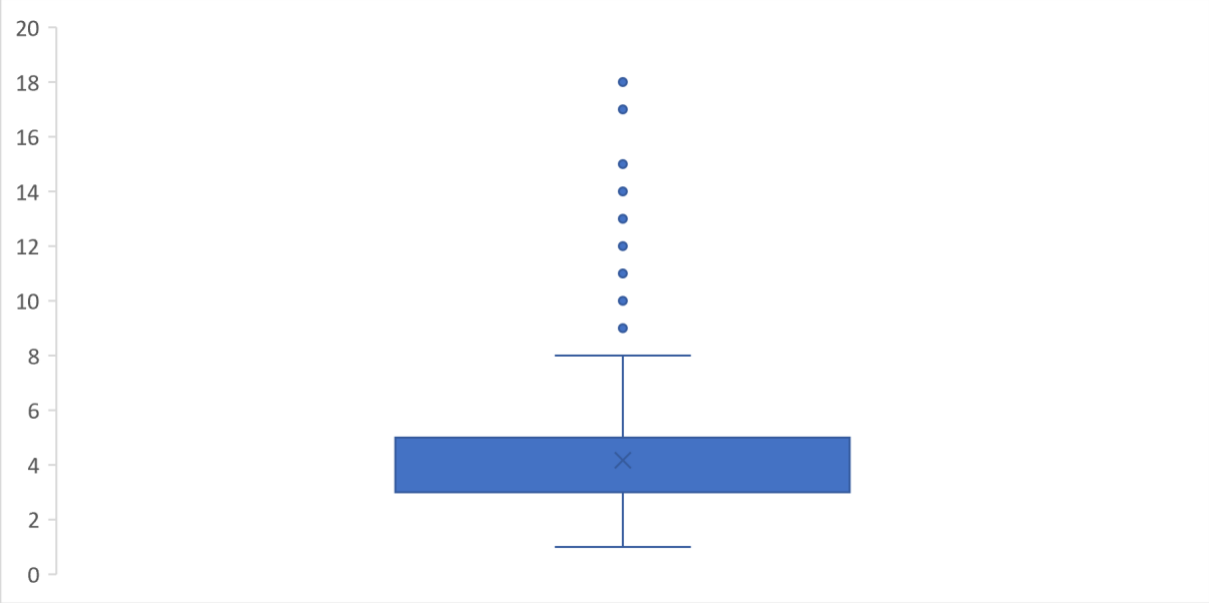

ABBILDUNG 4 STATIONÄRE VERWEILDAUER (TAGE)
N.D.: 0

3.1.6 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN

Insgesamt stellte sich eine postoperative Komplikationsrate von 12,31% (n= 48) dar. In Tabelle 5 sind die postoperativen Komplikationen nach der Clavien-Dindo-Klassifikation differenziert. Dabei hat die Klasse IIIb mit 43,75% (n= 21) den größten Anteil.

Bei dem in Klasse IV eingeteilten Patienten, wurde intraoperativ zum offenen Verfahren konvertiert. Postoperativ entwickelte er eine Sepsis und verstarb an einem Multiorganversagen.

Klasse	I	II	IIIa	IIIb	IV	V
	8,33% (n= 4)	22,92% (n= 11)	20,83% (n= 10)	43,75% (n= 21)	2,08% (n= 1)	2,08% (n= 1)

TABELLE 5 POSTOPERATIVEN KOMPLIKATIONEN NACH DER CLAVIEN-DINDO-KLASSIFIKATION

Kam es zu postoperativen Komplikationen, waren dies am häufigsten Abszesse gefolgt von Verletzung/ Entzündung anderer Bauchorgane oder eine Sepsis. Zu einer Stumpfinsuffizienz kam es dagegen nur in einem Fall. Das ein Patient mehr als eine Komplikationsart hatte kam vor.

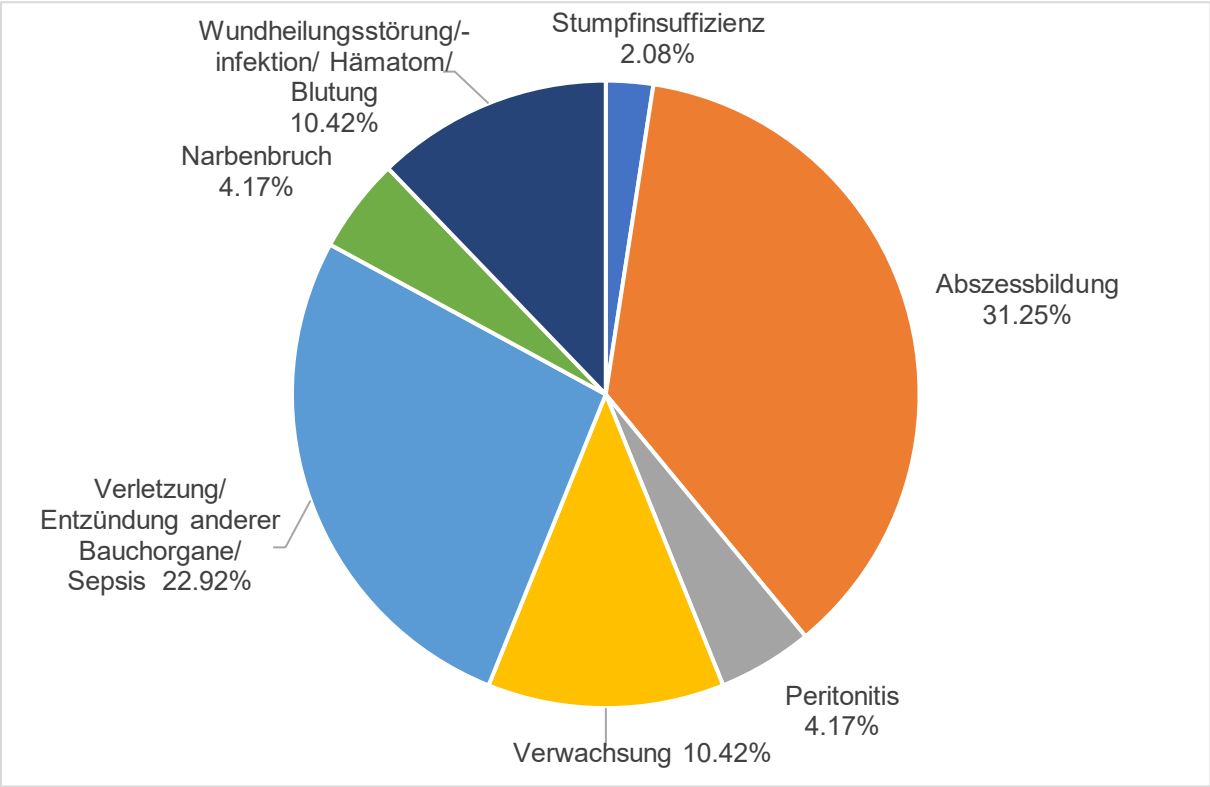

ABBILDUNG 5 PROZENTUALER ANTEIL DER POSTOPERATIVEN KOMPLIKATIONSARTEN
STUMPFINSUFFIZIENZ (N= 1), ABSZESSBILDUNG (N= 15), PERITONITIS (N= 2), VERWACHSUNG (N= 5), VERLETZUNG/ ENTZÜNDUNG ANDERER BAUCHORGANE/ SEPSIS (N= 11), NARBENBRUCH (N= 2), WUNDHEILUNGSSTÖRUNG/ -INFEKTION, HÄMATOM/ BLUTUNG (N=5)

3.2 ANALYSE DER OPERATIONSVERFAHREN UND DER ABSETZUNGSTECHNIKEN

In Abbildung 6 ist die Differenzierung aller in der Studie untersuchten Patienten nach Operationsverfahren und Absetzungstechniken dargestellt. Die Analyse der Konversion wird gesondert in Kapitel 3.3 behandelt.

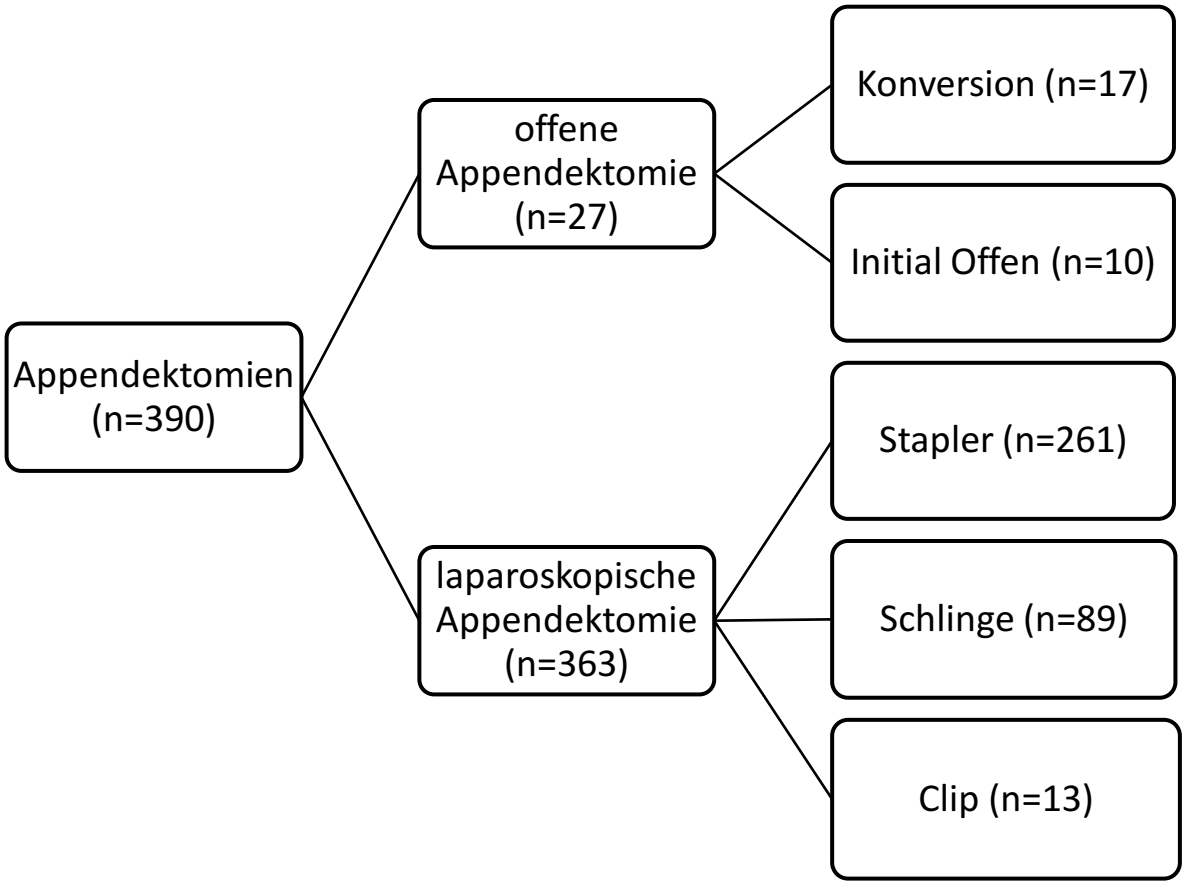

ABBILDUNG 6 EINTEILUNG DES PATIENTENKOLLEKTIVS IN GRUPPEN UND SUBGRUPPEN

Bei den 363 durchgeführten laparoskopischen Appendektomien wurde zusätzlich der Ausbildungsstand des Operateurs analysiert und in die Kategorien Assistenzarzt, Facharzt und Oberarzt unterteilt.

Mit 56 % (n= 202) wurden mehr als die Hälfte der laparoskopischen Appendektomien durch einen Assistenzarzt als ersten Operateur unter Supervision eines Fach- oder Oberarztes durchgeführt.

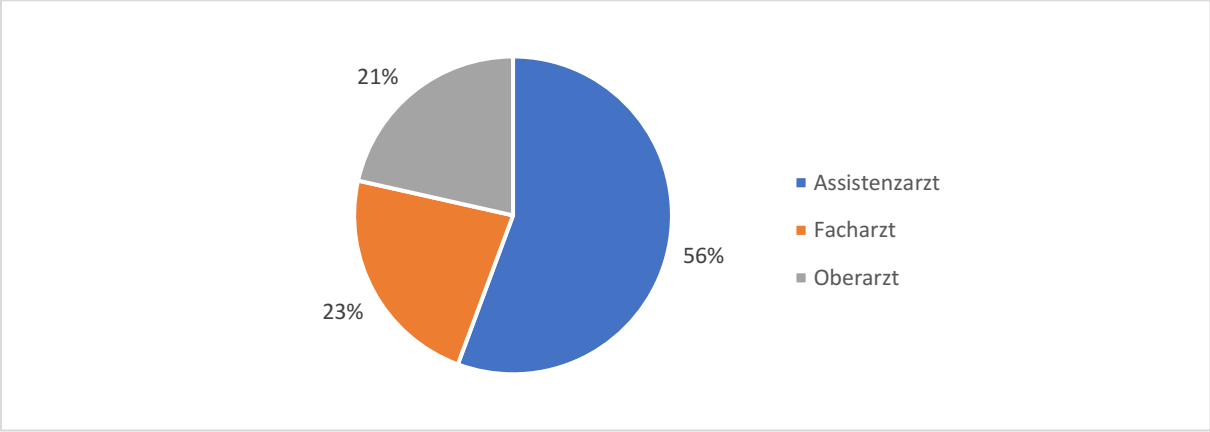

ABBILDUNG 7 PROZENTUALER ANTEIL DER AUSBILDUNGSSTÄNDE DER OPERATEURE
ASSISTENZARZT (N= 202), FACHARZT (N= 83), OBERARZT (N=78)
N.D.: 0

In Abbildung 8 sind die unterschiedlichen Ausbildungsstände differenziert nach verwendeten Absetzungsverfahren dargestellt. Oberärzte verwendeten signifikant häufiger die Schlinge im Vergleich zu Assistenzärzten (p< 0,001). War der erste Operateur ein Assistenzarzt, kam der Stapler signifikant häufiger zum Einsatz als in der Oberarztgruppe (p< 0,001). Zwischen Fach- und Assistenzärzten stellten sich keine signifikanten Unterschiede dar (p= 0,31). Oberärzte verwendeten den Clip nicht signifikant häufiger als Assistenzärzte (p= 0,2).

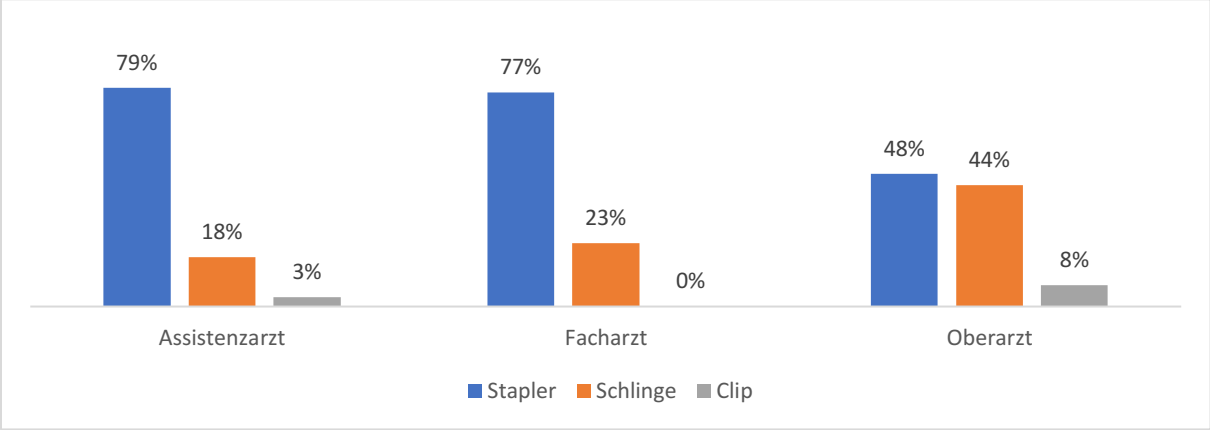

ABBILDUNG 8 AUSBILDUNGSSTÄNDE DIFFERENZIERT NACH ABSETZUNGSVERFAHREN
ASSISTENZÄRZTE: STAPLER (N= 159), SCHLINGE (N= 36), CLIP (N= 7); FACHÄRZTE: STAPLER (N= 64), SCHLINGE (N= 19), CLIP (N=0); OBERÄRZTE: STAPLER (N= 38), SCHLINGE (N= 34), CLIP (N= 6)

3.2.1 DEMOGRAPHISCHE PATIENTENDATEN

3.2.1.1 GESCHLECHTERVERTEILUNG

In der LA-Gruppe waren 52,07% (n= 189) der Patienten männlich und 47,93% (n= 174) weiblich. In der OA-Gruppe lag der Anteil an Patienten bei 51,85% (n= 14) und an Patientinnen bei 48,15% (n= 13). Zwischen den beiden Gruppen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede (p= 1).

Wie in Tabelle 6 dargestellt, überwog sowohl im gesamten laparoskopisch operierten Patientenkollektiv als auch in den einzelnen Absetzungsverfahren der Anteil an männlichen Patienten. Signifikante Unterschiede der Anzahl an weiblichen und männlichen Patienten ergaben sich in den unterschiedlichen Absetzungsverfahren und beim Auftreten von postoperativen Komplikationen nicht (p= 0,61). Auch im Vergleich zwischen den Absetzungsverfahren zeigten sich keine signifikanten Unterschiede im Verhältnis der Geschlechter (p= 0,5).

	Männlich	Weiblich	p
Gesamt	52,07% (n=189)	47,93% (n=174)	
Ohne Komplikationen	51,54% (n=167)	48,46% (n=157)	0,61
Mit Komplikationen	56,41% (n=22)	43,59% (n=17)	
Stapler	50,19% (n=131)	49,81% (n=130)	0,5
Schlinge	57,30% (n=51)	42,69% (n=38)	
Clip	53,85% (n=7)	46,15% (n=6)	

TABELLE 6 GESCHLECHTERVERTEILUNG IN DER LA-GRUPPE
N.D.: 0

3.2.1.2 PATIENTENALTER

Die LA-Gruppe und OA-Gruppe zeigten einen signifikanten Unterschied im durchschnittlichen Alter der operierten Patienten (p< 0,001). Während das durchschnittliche Patientenalter in der LA-Gruppe bei 39,95 Jahren (± 17,06) lag, betrug es in der Offen-Gruppe 61 Jahre (± 17,67).

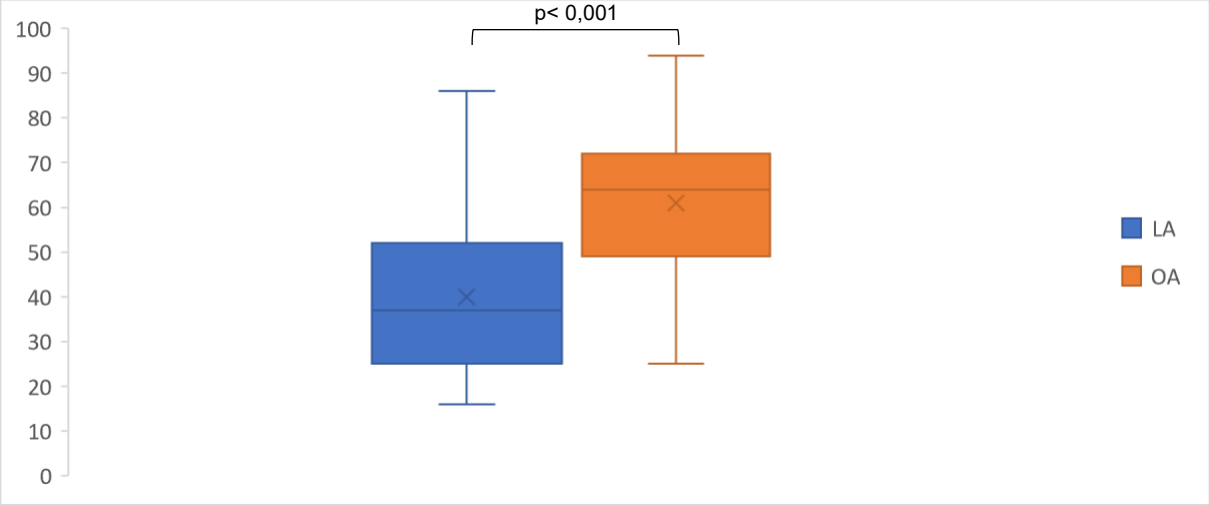

ABBILDUNG 9 VERGLEICH DES PATIENTENALTERS (JAHRE) OA VS. LA
N.D.: 0

Patienten in der Schlinge-Gruppe waren mit einem Durchschnittsalter von 34,17 Jahren (± 14,13) am jüngsten. Im paarweisen Vergleich der Absetzungsverfahren zeigten sich bezüglich des Alters keine signifikanten Unterschiede.

Patienten der LA-Gruppe, die eine postoperative Komplikation entwickelten, waren mit durchschnittlich 46,69 Jahren (± 18,42) signifikant älter (p= 0,009).

	Mittelwert (±)	p
Gesamt	39,41 (±17,07)	
Ohne Komplikationen	38,53 (±16,72)	
Mit Komplikationen	46,69 (±18,42)	0,009
Stapler	41,21 (±17,76)	
Schlinge	34,17 (±14,13)	
Clip	39,15 (±15)	

TABELLE 7 PATIENTENALTER (JAHRE) DER LA-GRUPPE
STAPLER VS. SCHLINGE: P = 0,065; STAPLER VS. CLIP: P = 0,4; SCHLINGE VS. CLIP: P = 1

3.2.1.3 BODY-MASS-INDEX

In der LA-Gruppe lag der BMI bei 25,83 kg/m² (± 5,32) und in der OA-Gruppe bei 27,12 kg/m² (± 3,63). Im Vergleich der beiden Gruppen zeigt sich kein signifikanter Unterschied (p= 0,059). In der Stapler-Gruppe lag der BMI bei 26,14 kg/m² (± 5,50), in der Schlinge-Gruppe bei 25,07 kg/m² (± 4,91) und in der Clip-Gruppe 25,54 kg/m² (± 4,6). Signifikante Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Absetzungsverfahren traten nicht auf (p= 0,162).

Wenn in der LA-Gruppe postoperative Komplikationen auftraten, unterschied sich der durchschnittliche BMI mit 27,71 kg/m² (± 5,88) signifikant (p= 0,029) vom durchschnittlichen BMI der Patienten ohne postoperative Komplikationen, der bei 25,63 kg/m² (± 5,23) lag.

In der binär logistischen Regressionsanalyse stellte sich eine Risikoerhöhung für postoperative Komplikationen um 5% dar, wenn der BMI um 1 Punkt anstieg.

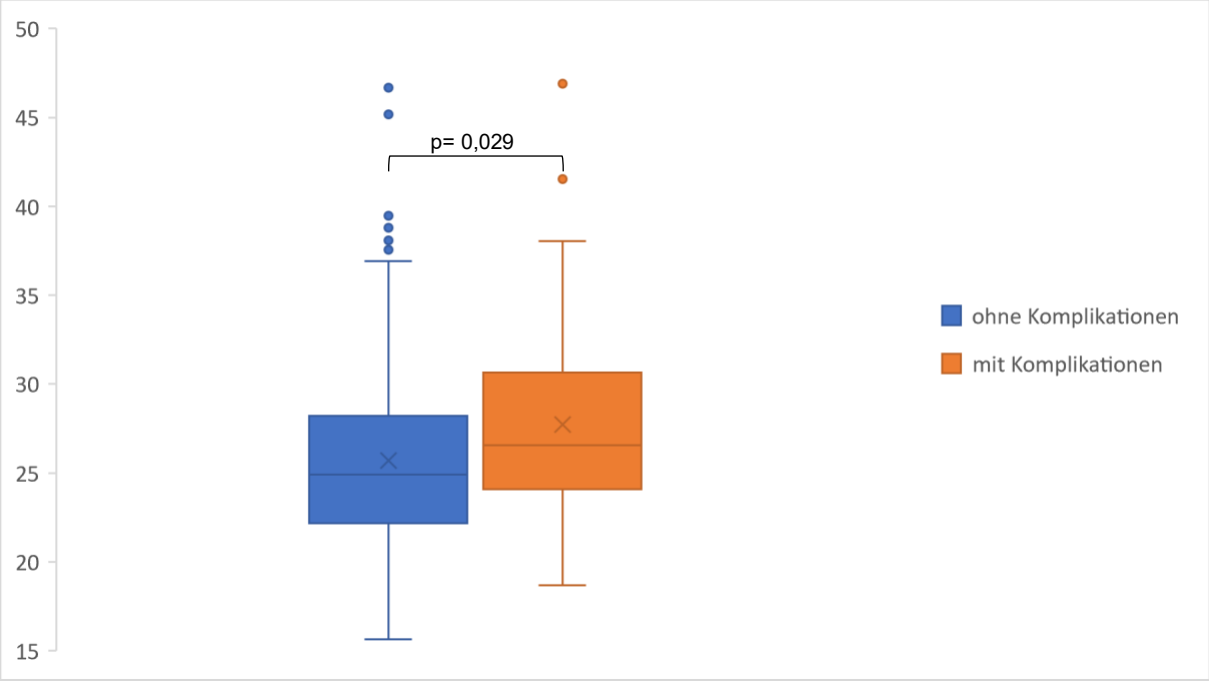

ABBILDUNG 10 BMI (KG/M²) DER LA-GRUPPE MIT UND OHNE POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN
N.D.: 0

3.2.2 PRÄOPERATIVE PARAMETER

3.2.2.1 ASA- KLASSIFIKATION

Der größte Teil der Patienten wurde in die ASA-Klasse I eingeteilt und hatte somit keine relevanten Vorerkrankungen. Dabei waren in der OA-Gruppe signifikant mehr Patienten in höheren ASA-Klassen eingestuft (p< 0,001).

		LA	OA	p
ASA	I	77,34% (n= 281)	44,44% (n= 12)	<0,001
	II	20,89% (n= 79)	37,04% (n= 10)	
	III	4,76% (n= 18)	14,81% (n= 4)	
	IV	0% (n= 0)	3,70 % (n= 1)	

TABELLE 8 ASA-KLASSIFIKATION OA VS. LA
N.D.: 0

Mit 77,41% (n= 281) wurde der Großteil des in der LA-Gruppe untersuchten Patientenkollektives in die ASA-Klasse I eingeordnet. In der weiteren Differenzierung nach Absetzungsverfahren, hatte die Stapler-Gruppe einen signifikant niedrigeren prozentualen Anteil an der ASA-Klasse I (p= 0,03).
Kam es zu postoperativen Komplikationen, zeigten sich in der LA-Gruppe keine signifikanten Unterschiede zwischen den ASA-Klassen (p= 0,13).
Die binär logistische Regressionsanalyse, wie in Tabelle 20 dargestellt, ergab dass Patienten der ASA-Klasse III ein 4,68fach höheres Risiko einer Komplikation gegenüber der ASA-Klasse I hatten.

ASA-Klasse	I	II	III	*p*
Gesamt	77,41% (n= 281)	18,73% (n= 68)	3,86% (n= 14)	
Ohne Komplikationen	90,75% (n= 255)	85,29% (n= 58)	78,57% (n= 11)	0,13
Mit Komplikationen	9,25% (n= 26)	14,71% (n= 10)	21,43% (n= 3)	
Stapler	73,56% (n= 192)	21,46% (n= 56)	4,98 (n= 13)	0,03
Schlinge	87,64% (n= 78)	12,36% (n= 11)	0% (n= 0)	
Clip	84,62% (n= 11)	7,69% (n= 1)	7,69% (n= 1)	

TABELLE 9 EINTEILUNG NACH DER ASA-KLASSIFIKATION IN DER LA-GRUPPE

3.2.2.2 SCHMERZDAUER

In Tabelle 10 ist die Schmerzdauer bis zur Aufnahmeuntersuchung aufgeführt. Schmerzen die weniger als einen Tag andauerten, wurden in der Kategorie „<24h“ zusammengefasst. Schmerzen die bereits l nger als 24 Stunden bestanden, wurden in der Kategorie „>24h“ zusammengefasst. Die Zeitspanne zwischen dem Auftreten der ersten Schmerzen und der Vorstellung in der Notaufnahme lag bezogen auf das gesamte Patientenkollektiv in 59,29 % (n= 169) der Fälle bei unter 24 Stunden. Differenziert nach der Schmerzdauer ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen der LA-Gruppe und OA-Gruppe (p= 0,020).

		LA	OA	p
Präoperative Schmerzdauer	<24h	61,05% (n= 163)	33,33% (n= 6)	0,020
	>24h	38,95% (n= 104)	66,67% (n= 12)	

TABELLE 10 SCHMERZDAUER OA VS. LA
N.D.: SCHMERZDAUER: LA= 98, OA= 9;

Zwischen den unterschiedlichen Absetzungsverfahren zeigten sich bezüglich der Schmerzdauer keine signifikanten Unterschiede (p= 0,253).
Patienten, die eine postoperative Komplikation entwickelten, hatten nicht signifikant häufiger länger als 24 Stunden bis zur Aufnahme Schmerzen (p= 0,226).

Schmerzdauer	<24h	>24h	p	n.d.
Gesamt	60,98% (n=161)	39,39% (n=104)		98
Ohne Komplikationen	61,97% (n=145)	38,03% (n=89)	0,226	90
Mit Komplikationen	51,61% (n=16)	48,39% (n=15)		8
Stapler	59,59% (n=115)	40,41% (n=78)	0,253	68
Schlinge	65,08% (n=41)	34,92% (n=22)		26
Clip	55,56% (n=5)	44,44% (n=4)		4

TABELLE 11 SCHMERZDAUER DER LA-GRUPPE

3.2.2.3 KLINIK

In der klinischen Untersuchung wurde zwischen typischen Appendizitiszeichen (AZ), einem allgemeinen Druckschmerz im rechten Unterbauch (DS) und einer Abwehrspannung (AS) unterschieden.

Wie bereits in Kapitel 2.1.1 beschrieben, wurden gängige klinische Zeichen für eine Appendizitis unter „Appendizitiszeichen“ zusammengefasst. Da einige Patienten sowohl Appendizitiszeichen als auch eine Abwehrspannung hatten, war eine Mehrfachnennung möglich. Die einzelnen Spalten müssend daher getrennt betrachtetet werden.

		LA	OA	p
Klinik	AZ	97,27% (n= 285)	100% (n= 21)	1
	DS	98,38% (n= 182)	100% (n= 18)	1
	AS	17,47% (n= 51)	14,81% (n= 4)	0,772

TABELLE 12 KLINISCHER UNTERSUCHUNGSBEFUND OA VS. LA
N.D: AZ: LA= 70, OA= 6 AS: LA= 71, OA= 6, DS: LA= 178, OA= 9

Insgesamt wurden bei 97,27% (n= 285) der Patienten in der LA-Gruppe mindestens ein positives Appendizitiszeichen dokumentiert. Zwischen den einzelnen Absetzungsverfahren stellte sich bezüglich der Appendizitiszeichen (p= 0,62) und des Druckschmerzes im rechten Unterbauch (p= 0,68) kein signifikanter Unterschied dar. In der Clip-Gruppe waren signifikant mehr Patienten, die eine Abwehrspannung hatten (p= 0,04).

Klinischer Befund	AZ	n.d.	AS	n.d.	DS	n.d.
Gesamt	97,27% (n=285)	70	17,47% (n=51)	71	98,38% (n=182)	178
Ohne Komplikationen	97,38% (n=261)		17,97% (n=48)		98,16% (n=159)	
Mit Komplikationen	96% (n=24)		12,5% (n=3)		100% (n=23)	
p	0,514		0,588		1	
Stapler	94,04% (n=205)	51	15,59% (n=34)	51	93,85% (n=122)	139
Schlinge	95,83% (n=69)	17	16,90% (n=12)	18	94,44% (n=51)	35
Clip	100% (n=11)	2	45,45% (n=5)	2	100% (n=9)	4
p	0,62		0,04		0,68	

TABELLE 13 KLINISCHER UNTERSUCHUNGSBEFUND IN DER LA-GRUPPE
AZ= APPENDIZITISZEICHEN, AS= ABWEHRSPANNUNG, DS= DRUCKSCHMERZ IM RECHTEN UNTERBAUCH

3.2.3 BILDGEBENDE BEFUNDE

Eine präoperative sonographische Untersuchung wurde bei 88,72% (n= 346) der Patienten dokumentiert. Bei 83,53% (n= 289) der untersuchten Patienten konnten sonographische Entzündungszeichen dargestellt werden. Wie in Tabelle 14 dargestellt, ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Operationsverfahren nur bezüglich der präoperativ diagnostizierten Abszess- und Perforationsrate (p= 0,02).

	Sonographischer Befund				
	Entzündungszeichen	Abszess/ Perforation	Bildgebende Probleme	o.B.	n.d./ n.du.
LA	84,62% (n=274)	4,62% (n=15)	7,38% (n=24)	8,31% (n=27)	38
OA	71,43% (n=15)	19,05% (n=4)	19,05% (n=4)	9,52% (n=2)	6
p	0,273	0,02	0,078	0,692	

TABELLE 14 VERGLEICH DER SONOGRAPHISCHEN BEFUNDE OA VS. LA

Insgesamt erhielten 5,90% (n= 23) der Patienten eine präoperative computertomographische Untersuchung. In der LA-Gruppe erhielten 3,31% (n=12) der Patienten eine CT-Untersuchung, währenden in der Offen-Gruppe 40,74% (n= 11) der Patienten eine CT-Untersuchung erhielten. Eine weitere statistische Auswertung wurde aufgrund der geringen Fallzahl nicht durchgeführt.

	CT-Befund				
	Entzündungszeichen	Abszess, Perforation	Bildgebende Probleme	o.B.	n.d./ n.du.
LA	91,67% (n=11)	8,33% (n=1)	0% (n=0)	8,33% (n=1)	351
OA	100% (n=11)	27,27% (n=3)	0% (n=0)	0% (n=0)	16

TABELLE 15 VERGLEICH DER COMPUTERTOMOGRAPHISCHEN BEFUNDE OA VS. LA

In der LA-Gruppe wurde bei 89,53% (n= 325) der Patienten eine präoperative Sonographie durchgeführt. Bei den anderen 10,47% (n= 38) der Patienten wurde entweder keine bildgebende Untersuchung durchgeführt, oder diese wurde nicht dokumentiert. Insgesamt zeigten sich bezüglich des sonographischen Befundes keine signifikanten Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Absetzungsverfahren (p= 0,05)
Auch zwischen den Patienten mit und ohne postoperative Komplikationen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in der sonographischen Untersuchung.

	Sonographischer Befund				
	Entzündungs-zeichen	Abszess/ Perforation	Bildgebende Probleme	o.B.	n.d./ n.du.
Gesamt	80% (n=260)	4,31% (n=14)	7,38% (n=24)	8,31% (n=27)	38
Ohne Komplikationen	91,01% (n=233)	3,79% (n=10)	7,61% (n=22)	8,3% (n=24)	
Mit Komplikationen	91,18% (n=27)	11,11% (n=4)	5,5% (n=2)	8,3% (n=3)	
p	1	0,06	1	1	
Stapler	81,93% (n=195)	4,62% (n=11)	5,46% (n=13)	7,98% (n=19)	23
Schlinge	73,33% (n=55)	2,67% (n=2)	14,67% (n=11)	9,33% (n=7)	14
Clip	83,33% (n=10)	8,33% (n=1)	0% (n=0)	8,33% (n=1)	1

TABELLE 16 PRÄOPERATIVE SONOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG IN DER LA-GRUPPE

Bei 3,31% (n= 12) der Patienten wurde eine CT-Untersuchung veranlasst. In der Stapler-Gruppe wurde in 3,4% (n= 9) der Fälle eine CT-Untersuchung durchgeführt, während dies nur bei 1,12% (n= 1) der Patienten in der Schlinge-Gruppe der Fall war. In der Clip-Gruppe wurde keine CT-Untersuchung durchgeführt. In 75% (n= 9) der Fälle wurde zuvor eine sonographische Untersuchung des Abdomens durchgeführt. Bei 50% (n= 6) der CT-Untersuchungen hatten sich zuvor bildgebende Probleme dargestellt. Auf eine weiterführende statistische Auswertung wurde aufgrund der geringen Zahl an CT-Untersuchungen verzichtet.

3.2.3.1 PRÄOPERATIVE ENTZÜNDUNGSPARAMETER

Bezüglich des durchschnittlichen CRP-Wertes stellte sich ein signifikanter Unterschied zwischen der LA-Gruppe und OA-Gruppe dar (p< 0,001). Wie in Abbildung 11 präsentiert, lag der präoperative CRP-Wert in der LA-Gruppe bei 59,92 mg/l (± 78,71) und in der OA-Gruppe bei 168,75 mg/l (± 122,6). Die durchschnittliche präoperative Leukozytenzahl betrug in der LA-Gruppe 14,31 x10^9/l (± 6,22) und in der OA-Gruppe 17,03 x10^9/l (± 10,15). Dieser Unterschied war nicht signifikant (p= 0,294).

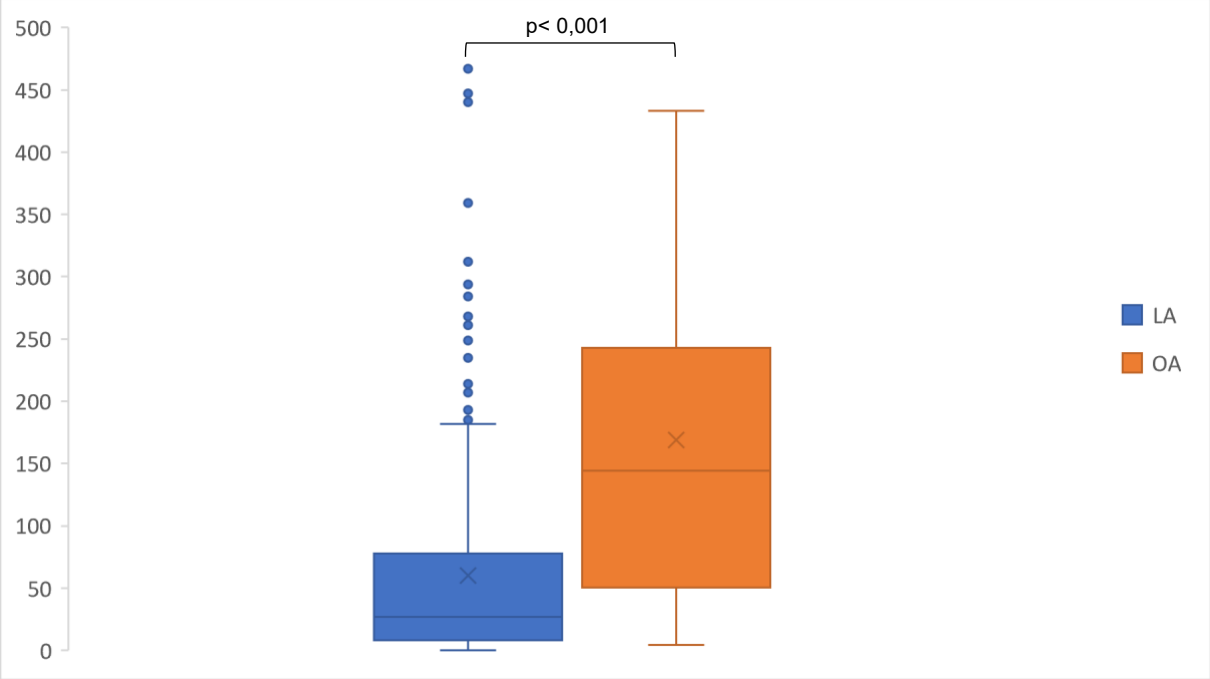

ABBILDUNG 11 PRÄOPERATIVER CRP-WERT (MG/L) LA VS. OA
N.D.: LA= 2, OA = 1

Der Stapler mit 63,28 mg/l (± 78,99) und die Schlinge mit 50 mg/l (± 78,95) unterschieden sich im durchschnittlichen präoperativen CRP-Wert signifikant voneinander (p= 0,013).
Im Vergleich zwischen Stapler und dem Clip mit 59,97 mg/L (± 71,09) stellte sich kein signifikanter Unterschied dar (p= 0,5). Die Schlinge und der Clip unterschieden sich ebenfalls nicht signifikant voneinander (p= 1).
Kam es in der LA-Gruppe zu postoperativen Komplikationen, war der durchschnittliche präoperative CRP-Wert mit 97,12 mg/L (± 106,20) signifikant höher als bei komplikationslosen postoperativen Verläufen 55,54 mg/L (± 73,81) (p= 0,009).
In der binär logistischen Regressionsanalyse zeigte sich, dass bei einer Erhöhung des präoperativen CRP-Wertes um einen Punkt das Risiko für eine postoperative Komplikation um 0,3% anstieg.

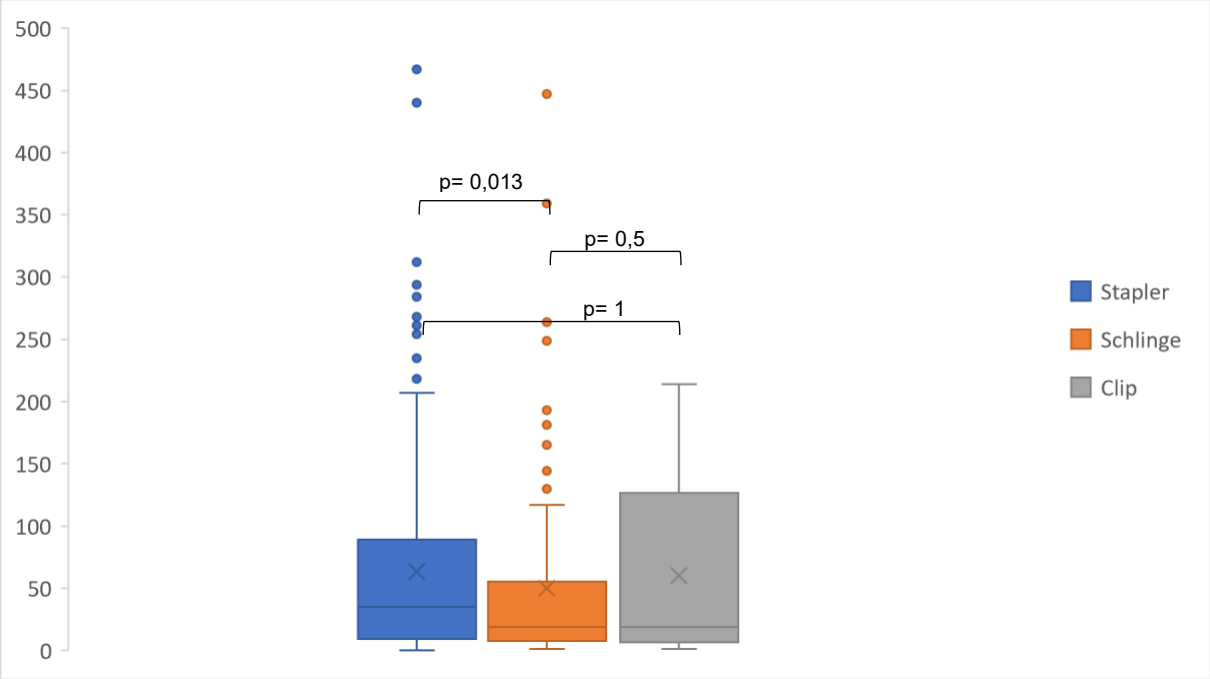

ABBILDUNG 12 PRÄOPERATIVE CRP-WERTE (MG/L) DER LA-GRUPPE
N.D.: STAPLER= 1, SCHLINGE= 1

Der Clip hatte mit 13,93 x10^9/l (± 5,17) die durchschnittlich niedrigste präoperative Leukozytenzahl. Am höchsten war diese mit 15,08 x10^9/l (± 9,52) bei der Schlinge, während sie bei dem Stapler bei 14,08 x10^9/l (± 4,69) lag. Insgesamt gab es keine signifikanten Unterschiede im Vergleich der Absetzungsmethoden (p= 0,774). Patienten ohne postoperative Komplikationen hatten eine durchschnittliche Leukozytenzahl von 14,02 x10^9/l (± 4,64). Patienten, welche im postoperativen Verlauf eine Komplikation hatten, hatten eine durchschnittliche Leukozytenzahl von 16,82 x10^9/l (± 13,45). Dieser Unterschied war nicht signifikant (p= 0,438).

3.2.4 OPERATIONSDAUER

Die durchschnittliche Operationsdauer lag im gesamten Patientenkollektiv bei 56,51 Minuten (± 27,03). In der LA-Gruppe lag sie bei 54,41 Minuten (± 25,02) und in der OA-Gruppe bei 84,53 Minuten (± 36,49). Damit ergab sich eine signifikant kürzere Operationsdauer, wenn die Appendektomie im laparoskopischen Verfahren durchgeführt wurde (p< 0,001).

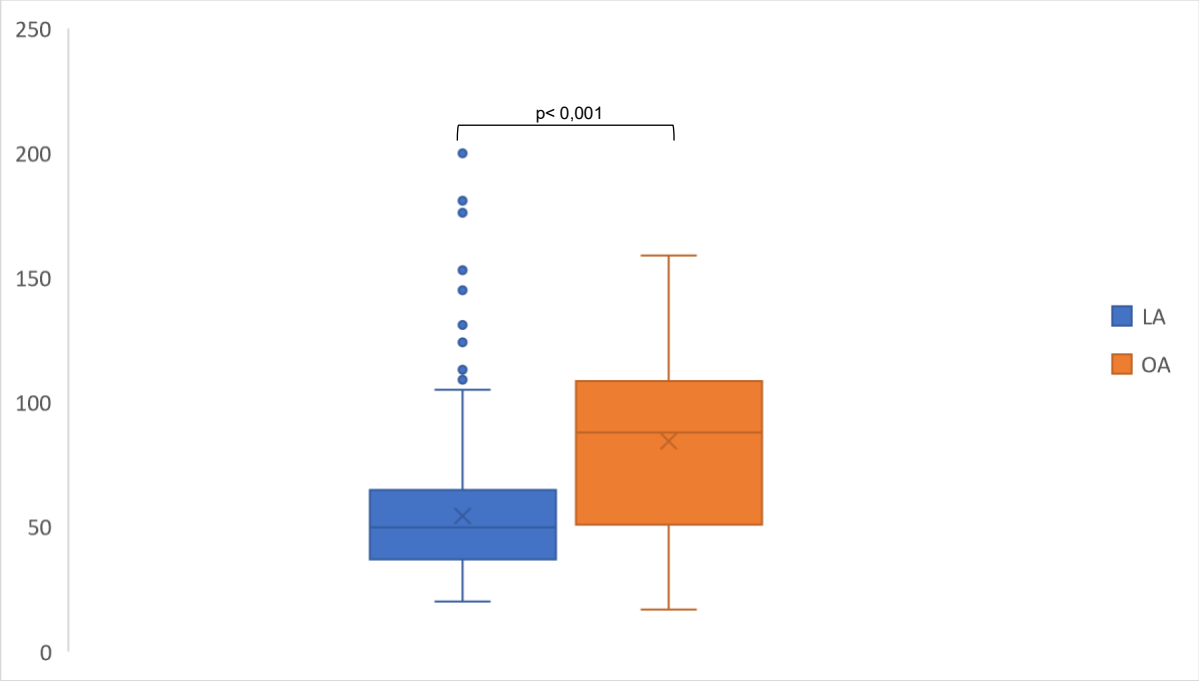

ABBILDUNG 13 VERGLEICH DER OPERATIONSDAUER (MINUTEN) OA VS. LA
N.D.: LA= 30, OA = 2

Die durchschnittliche Dauer der Operation war mit 56,20 Minuten (± 27,12) in der Stapler-Gruppe am längsten. Im paarweisen Vergleich war die Operationsdauer bei Verwendung des Clips mit durchschnittlich 39,23 Minuten (± 17,79) im Vergleich zur Schlinge mit 49,12 Minuten (± 14,74) (p= 0,04) und zum Stapler (p= 0,04) signifikant kürzer.

Kam es zu postoperativen Komplikationen, lag die durchschnittliche Operationsdauer in der LA-Gruppe bei 67,86 Minuten (± 33,73). Wenn keine postoperativen Komplikationen auftraten, betrug die durchschnittliche Operationsdauer 52,83 Minuten (± 23,36). Dieser zeitliche Unterschied war nicht signifikant (p= 0,06).

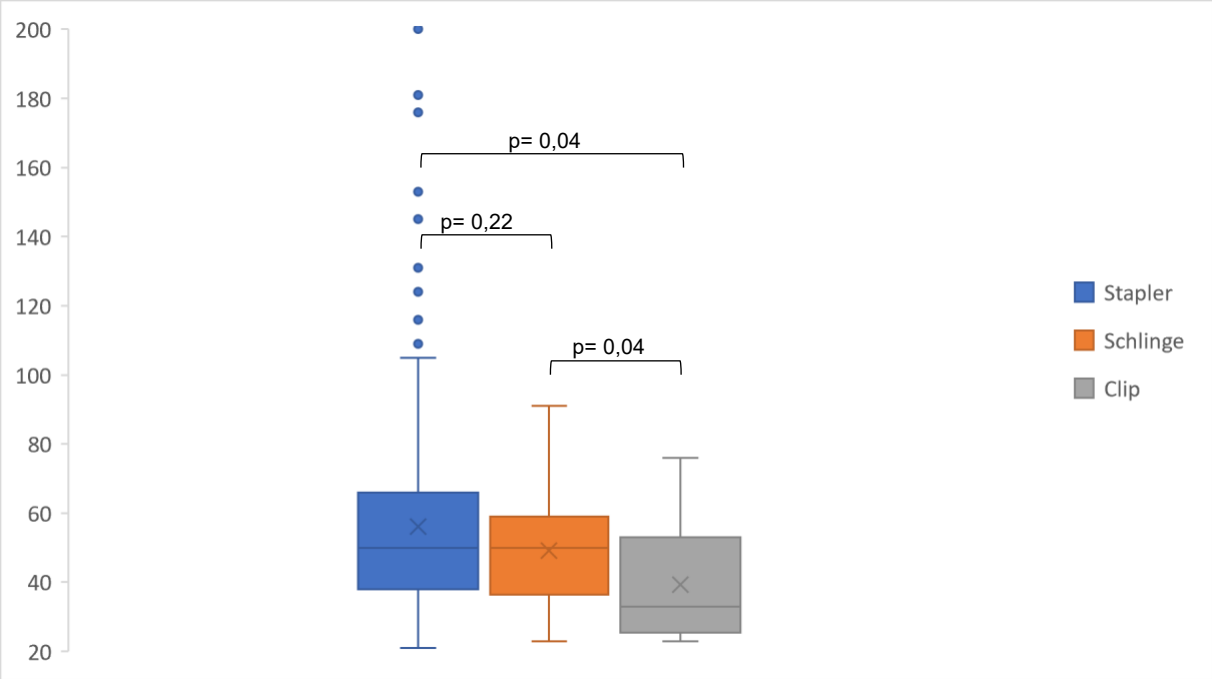

ABBILDUNG 14 OPERATIONSDAUER DER LA-GRUPPE (MINUTEN)
N.D.: STAPLER= 27, SCHLINGE= 3

Im Vergleich der Ausbildungsstände hatten Oberärzte mit 42,88 Minuten (± 19,88) im Durchschnitt die kürzeste Operationsdauer. Bei den Fachärzten lag die durchschnittliche Dauer der Operation bei 57,12 Minuten (± 23,61) und in der Gruppe der Assistenzärzte bei 57,94 Minuten (± 26,16). Im paarweisen Vergleich zeigte sich das die durchschnittliche Operationsdauer in der Gruppe der Oberärzte signifikant kürzer war als in der Gruppe der Assistenzärzte (p< 0,001). Dasselbe traf im Vergleich zwischen Ober– und Fachärzten zu (p< 0,001). Dagegen zeigte sich zwischen der Gruppe der Fach- und Assistenzärzte kein signifikanter Unterschied (p= 0,649).

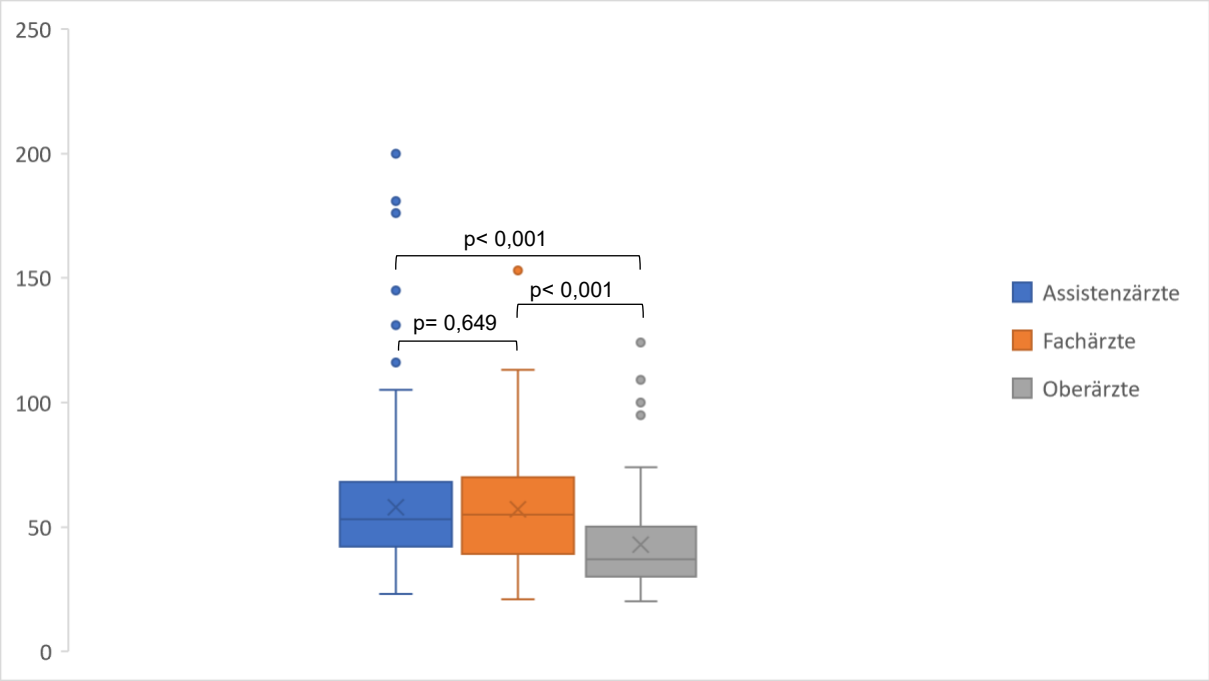

ABBILDUNG 15 DURCHSCHNITTLICHE OPERATIONSDAUER (MINUTEN)
N.D.: ASSISTENZÄRZTE= 19; FACHÄRZTE= 7; OBERÄRZTE= 4

3.2.5 STATIONÄRE VERWEILDAUER

Insgesamt lag die stationäre Verweildauer bei durchschnittlich 4,16 Tagen (± 2,6). Bei den Patienten der LA-Gruppe betrug die stationäre Verweildauer im Durchschnitt 3,86 Tage (± 2,28). In der OA-Gruppe lag die durchschnittliche stationäre Verweildauer bei 8,26 Tagen (± 3,29) und war signifikant länger (p< 0,001).

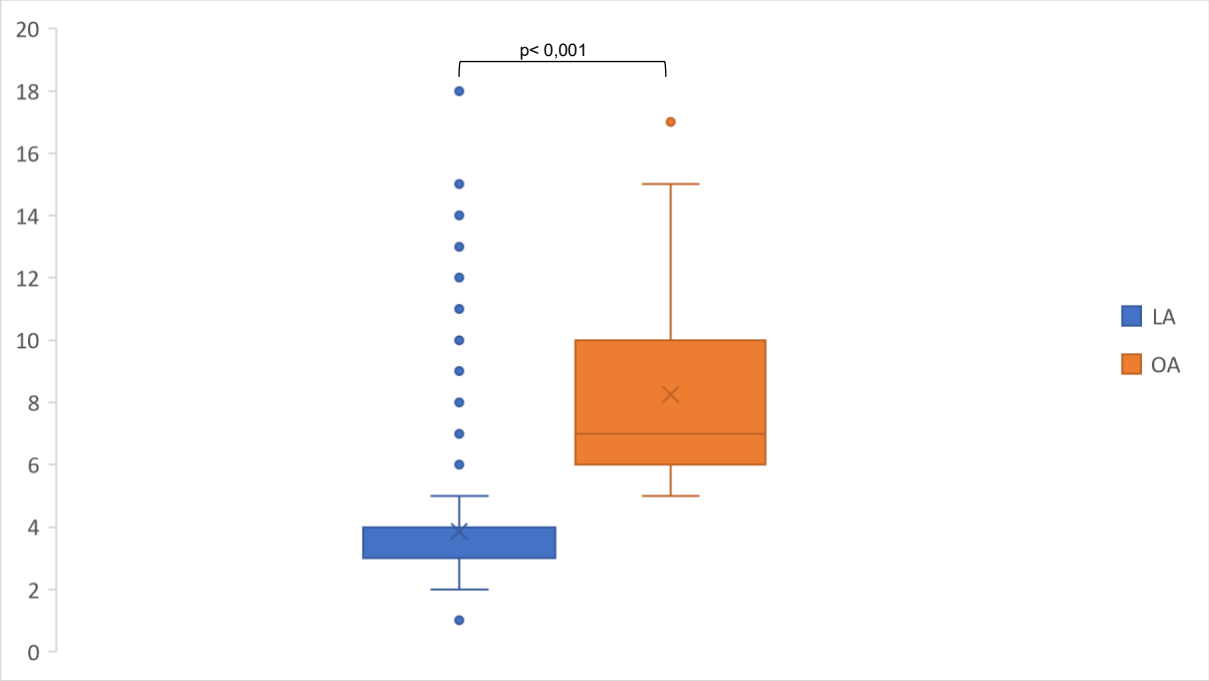

ABBILDUNG 16 STATIONÄRE VERWEILDAUER (TAGE) OA VS. LA
N.D.: 0

Differenziert nach Absetzungsverfahren, war die stationäre Verweildauer in der Stapler-Gruppe mit 4,03 Tagen (± 2,46) am längsten, unterschied sich jedoch weder signifikant vom Clip (p= 0,16) noch von der Schlinge (p= 0,88). Kam die Schlinge zum Einsatz, lag die stationäre Verweildauer im Durchschnitt bei 3,38 Tagen (± 1,49) und bei Verwendung des Clips bei 3,62 Tagen (± 2,60). Auch diese beiden Absetzungsverfahren unterschieden sich diesbezüglich nicht signifikant voneinander (p= 0,18).

Wenn postoperative Komplikationen auftraten, war die stationäre Verweildauer im gesamten Patientenkollektiv mit durchschnittlich 7,28 Tagen (± 4,29) signifikant verlängert (p< 0,001).

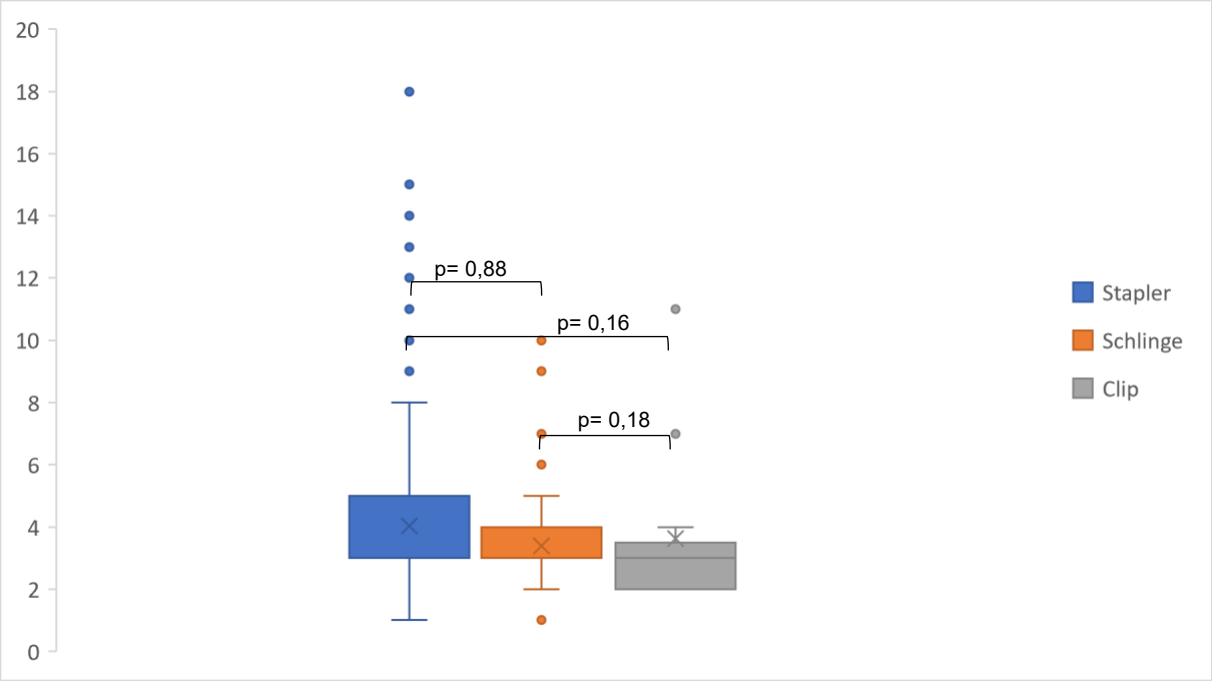

ABBILDUNG 17 STATIONÄRE VERWEILDAUER (TAGE) DER LA-GRUPPE
N.D.: 0

Wurde die Appendektomie durch einen Assistenzarzt durchgeführt lag die durchschnittliche stationäre Verweildauer bei 3,88 (± 2,53) Tagen. Während die stationäre Verweildauer mit 3,82 (± 1,95) Tagen in der Facharztgruppe und 3,83 (± 1,94) Tagen in der Oberarztgruppe kürzer war. Ein signifikanter Unterschied zwischen den unterschiedlichen Ausbildungsständen stellte sich nicht dar (p= 0,501).

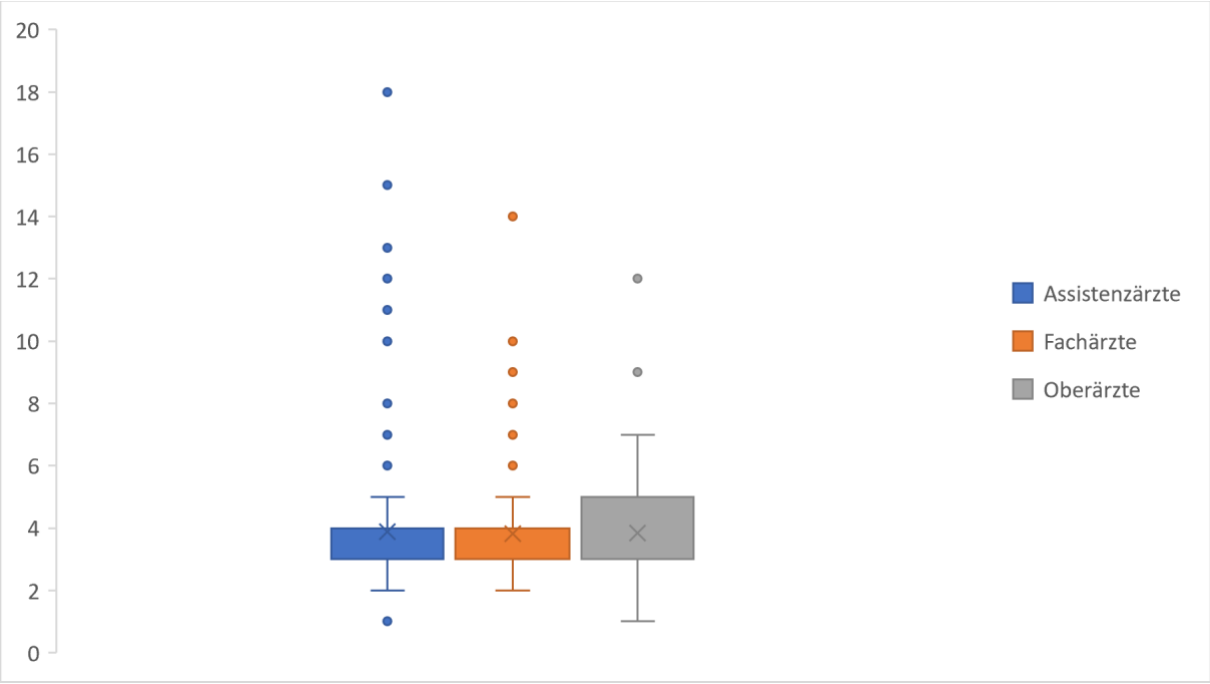

ABBILDUNG 18 STATIONÄRE VERWEILDAUER (TAGE) NACH AUSBILDUNGSSTAND
N.D. = 0

3.2.6 PATHOLOGISCHER BEFUND

In der Tabelle 17 sind die Befunde der pathologischen Untersuchung aufgeführt. Dabei wurde die katarrhalische oder akut erosive Appendizitis als unkomplizierte Appendizitis zusammengefasst.

Höhergradige Entzündungen wurden als komplizierte Appendizitis zusammengefasst. Weiterhin wurde im pathologischen Befund die unterschiedlichen Perforationsarten differenziert. In der OA-Gruppe waren signifikant mehr Patienten mit einer komplizierten Appendizitis (p= 0,041) und es lag signifikant häufiger eine freie oder gedeckte Perforation und eine Peritonitis vor.

	LA	OA	p
unkompliziert	**14% (n= 49)**	**0**	
katarrhalisch	6,57% (n= 23)	0	
akute erosiv	7,43% (n= 26)	0	
kompliziert	**86% (n= 301)**	**100% (n= 26)**	**0,041**
akut ulzerophlegmonös	52,57% (n= 184)	42,31% (n= 11)	0,312
akut eitrig-abszedierend	16,29% (n= 57)	19,23% (n= 5)	0,696
Akute gangräneszierend/ nekrotisierend	17,14% (n= 60)	38,46% (n= 10)	0,007
n.d.	13	1	
keine Perforation	73,85% *(n= 257)*	18,51% (n= 5)	<0,001
freie Perforation	5,17% *(n= 18)*	33,33% (n= 9)	<0,001
Abszess	20,98% *(n= 73)*	48,15% (n= 13)	0,001
n.d.	15	0	
Peritonitis	16,90% (n= 59)	42,31% (n= 11)	0,001
n.d.	14	1	

TABELLE 17 PATHOLOGISCHER BEFUND LA VS. OA

In der statistischen Auswertung zeigte sich, dass der Stapler im Vergleich zur Schlinge signifikant häufiger zum Einsatz kam, wenn sich im postoperativen pathologischen Befund eine komplizierte Appendizitis darstellte (p= 0,03). Außerdem waren in der Stapler-Gruppe signifikant weniger Patienten, die keine Perforation hatten (p< 0,001). Im Vergleich zur Schlinge waren in der Stapler-Gruppe signifikant mehr Patienten mit einem intraabdominellen Abszess (p= 0,001).

	Stapler	Schlinge	Clip
Unkompliziert	**10,24% (n= 26)**	**25,3% (n= 21)**	**15,38% (n= 2)**
katarrhalisch	5,51% (n= 14)	9,64% (n= 8)	7,69% (n= 1)
erosiv	4,72% (n= 12)	15,66% (n =13)	7,69% (n= 1)
kompliziert	**89,73% (n= 228)**	**74,70% (n= 62)**	**84,62% (n= 11)**
ulzerophlegmonös	54,33% (n= 138)	49,40% (n= 41)	38,46% (n= 5)
eitrig-abszedierend	15,35% (n= 39)	15,66% (n= 13)	38,46% (n= 5)
gangräneszierend/ nekrotisierend	20,08% (n= 51)	9,64% (n= 8)	7,69% (n= 1)
n.d.	7	6	0
keine Perforation	68,38% (n= 173)	89,02% (n= 73)	84,62% (n= 11)
freie Perforation	5,93% (n= 15)	1,23% (n= 1)	15,38% (n= 2)
Abszess	25,69% (n= 65)	9,76% (n= 8)	0%
n.d.	8	7	0
Peritonitis	20,08% (n= 51)	6,09% (n= 5)	23,08% (n= 3)
n.d.	7	7	0

TABELLE 18 PATHOLOGISCHER BEFUND IN DER LA-GRUPPE

3.2.7 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN

Insgesamt kam es in 12,31% (n= 48) der Fälle nach der Appendektomie zu postoperativen Komplikationen. Dabei lag die postoperative Komplikationsrate in der OA-Gruppe mit 33,33% (n= 9) signifikant (p= 0,003) über der postoperativen Komplikationsrate in der LA-Gruppe mit 10,74% (n= 39). Die postoperativen Komplikationen wurden nach der Clavien-Dindo-Klassifikation unterteilt. Dabei wurde der größte Anteil der Klasse IIIb zugeordnet. Was bedeutet, dass eine Reintervention im postoperativen Verlauf notwendig wurde. Insgesamt gab es nur zwei Patienten, die den Klassen IV und V zugeordnet wurden, beide befanden sich in der OA-Gruppe. In der OA-Gruppe war signifikant häufiger eine operative Reintervention oder CT-gestützte Drainage notwendig (p= 0,006).

		LA	OA
Clavien-Dindo-Klassifikation	I	1,1% (n= 4)	0%
	II	1,93% (n= 7)	14,81% (n =4)
	IIIa	2,75% (n= 10)	0%
	IIIb	4,96% (n= 18)	11,11% (n= 3)
	IV	0%	3,7% (n= 1)
	V	0%	3,7% (n= 1)

TABELLE 19 CLAVIEN-DINDO-KLASSIFIKATION LA VS. OA

Durch die Zusammenfassung der Klassen IIIa und IIIb wurden alle postoperativen Komplikationen in der LA-Gruppe mit chirurgischem, endoskopischen oder radiologischem Interventionsbedarf, unabhängig von der Anästhesieform, berücksichtigt. Insgesamt zeigte sich eine Reinterventionsrate von über 50 %, wenn postoperative Komplikationen auftraten.

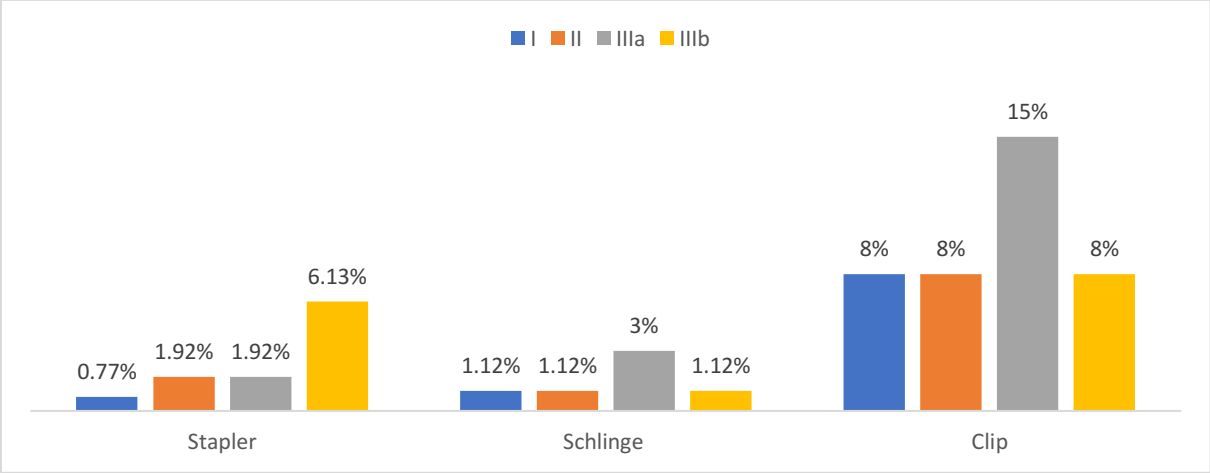

ABBILDUNG 19 VERTEILUNG NACH DER CLAVIEN-DINDO-KLASSIFIKATION IN DER LA-GRUPPE
STAPLER: N=28, SCHLINGE N=6, CLIP N= 5

Wie aus Abbildung 20 ersichtlich wird, hatte der Clip die höchste postoperative Komplikationsrate. Im paarweisen Vergleich hatte der Clip mit 38,46 % (n= 5) eine signifikant höhere Komplikationsrate gegenüber dem Stapler (p= 0,01) und der Schlinge (p= 0,004). Stapler und Schlinge unterschieden sich diesbezüglich nicht signifikant voneinander (p= 0,3).

Im Vergleich der Ausbildungsstände hatte die Gruppe der Assistenzärzte mit 12,82 % (n= 26) die höchste Rate an postoperativen Komplikationen, während sie in der Gruppe der Oberärzte mit 6,4% (n= 5) am geringsten war und in der Gruppe der Fachärzte bei 9,63 % (n= 8) lag. Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ergaben sich dabei nicht (p= 0,281).

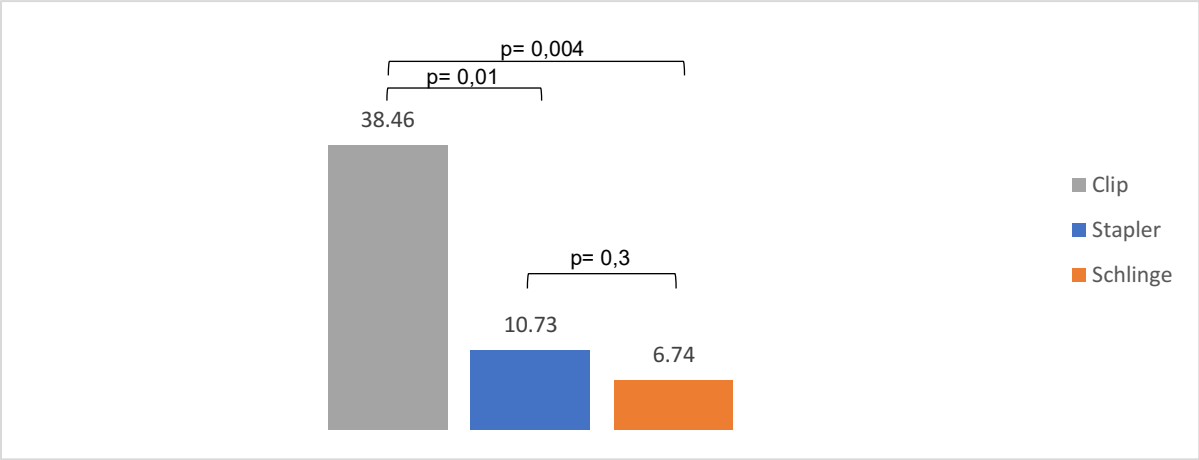

ABBILDUNG 20 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONSRATE (PROZENT) IN DER LA-GRUPPE

In der binär logistischen Regressionsanalyse war das Risiko einer postoperativen Komplikation in der Clip-Gruppe etwa fünffach gegenüber der Staplergruppe erhöht.

		95%- KI	
	OR	Unteres	Oberes
Schlinge	1,01	0,27	3,11
Clip	5,17	1,16	20,95
Entzündungsfortleitung in die Absetzungszone	0,69	0,49	0,96
ASA II	1,53	0,55	3,95
ASA III	4,68	0,89	20,19

TABELLE 20 BINÄR LOGISTISCHE REGRESSIONSANALYSE DER POSTOPERATIVEN KOMPLIKATION

Kam es zu postoperativen Komplikationen, wurden diese, wie in Tabelle 21 dargestellt, in unterschiedliche Komplikationsarten unterteilt. Mehrfachnennungen waren möglich. In der LA-Gruppe kam es am häufigsten zu Abszessen und Wundheilungsstörungen. In der OA-Gruppe traten an den häufigsten Wundheilungsstörungen auf. Insgesamt kam es in der OA-Gruppe zu signifikant mehr postoperative Wundheilungsstörungen (p= 0,001).

	LA	OA
Stumpfinsuffizienz	0,28% (n= 1)	0%
Abszess	3,86% (n= 13)	3,7% (n= 1)
Peritonitis	0,55% (n= 2)	0%
Verwachsung	1,38% (n= 5)	0%
Verletzung/Entzündung/ anderer Bauchorgane	2,48% (n= 9)	7,41% (n= 2)
Narbenbruch	0,28% (n= 1)	3,7% (n= 1)
Wundheilungsstörung	3,31% (n= 12)	22,22% (n= 6)

TABELLE 21 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONSARTEN LA VS. OA

Der prozentuale Anteil an postoperativen Abszessen lag in der Schlinge- und Clip-Gruppe deutlich höher als in der Stapler-Gruppe. Auch Wundheilungsstörungen traten mit 35,71% (n= 10) am häufigsten in der Stapler-Gruppe auf.

	Gesamt	Stapler	Schlinge	Clip
Stumpfinsuffizienz	2,56% (n= 1)	3,57% (n= 1)	0%	0%
Abszessbildung	33,33% (n= 13)	28,57% (n= 8)	50% (n= 3)	40% (n= 2)
Peritonitis	5,13% (n= 2)	3,57% (n= 1)	0%	20% (n= 1)
Verwachsung	12,82% (n= 5)	3,57% (n= 1)	33,33% (n= 2)	40% (n= 2)
Verletzung/ Entzündung anderer Bauchorgane	23,08% (n= 9)	28,57% (n= 8)	16,67% (n= 1)	0%
Narbenbruch	2,56% (n= 1)	3,57% (n=1)	0%	0%
Wundheilungsstörung	30,77% (n= 12)	35,71% (n= 10)	16,67% (n =1)	20% (n =1)

TABELLE 22 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONSARTEN IN DER LA-GRUPPE

3.3 ANALYSE DER KONVERSION

Insgesamt wurde bei 17 Patienten eine intraoperative Konversion vom laparoskopischen zum offenen Operationsverfahren durchgeführt. Im Folgenden werden die Risikofaktoren für eine Konversion dargestellt.

3.3.1 PRÄOPERATIVE PARAMETER

Die in Tabelle 23 dargestellte Auswertung orientierte sich an der Frage nach möglichen präoperativen Parametern, die als prädiktive Indikatoren für eine Konversion dienen könnten. Es wurden präoperative Parameter der LA-Gruppe und der Patienten mit einer Konversion verglichen. Dabei stellten sich signifikante Unterschiede bezüglich des Alters, der Schmerzdauer bis zur Aufnahme und des sonographischen Befundes dar.

Risikofaktor	Merkmal	LA vs. Konversion	p
Geschlecht	männlich	189/363 vs. 9/17	1
Alter	> 45 Jahre	128/363 vs. 13/17	**0,001**
BMI	> 30 kg/m²	64/352 vs. 3/15	0,743
Schmerzdauer	>24 Stunden	161/265 vs. 10/12	**0,04**
Abwehrspannung	vorhanden	51/292 vs. 2/12	1
Sonographie Befund	Abszess, Perforation	15/325 vs. 3/14	**0,032**
CT Befund	Abszess, Perforation	1/12 vs. 2/5	0,191
ASA- Klassifikation	>1	82/363 vs. 7/ 17	0,085
präop. CRP	> 5 mg/l	291 /361 vs. 16/17	0,215
präop. Leukozytenzahl	>9x10E9/L	320/ 360 vs. 16/17	1

TABELLE 23 VERGLEICH PRÄOPERATIVER PARAMETER ZWISCHEN LA UND KONVERSION

In Abbildung 21 ist das durchschnittliche Patientenalter der LA-Gruppe und Konversion-Gruppe zum Zeitpunkt der Operation dargestellt. Patienten der LA-Gruppe waren mit einem durchschnittlichen Alter von 39,41 Jahren (± 17,07) im Vergleich zur Konversion-Gruppe mit einem durchschnittlichen Alter von 57,29 Jahren (± 18,48) signifikant jünger (p< 0,001). Der Anteil der über fünfundvierzigjährigen war in der Konversion-Gruppe mit 47,06% (n= 8) signifikant höher als in der LA-Gruppe mit 13,5% (n= 49) (p< 0,001).

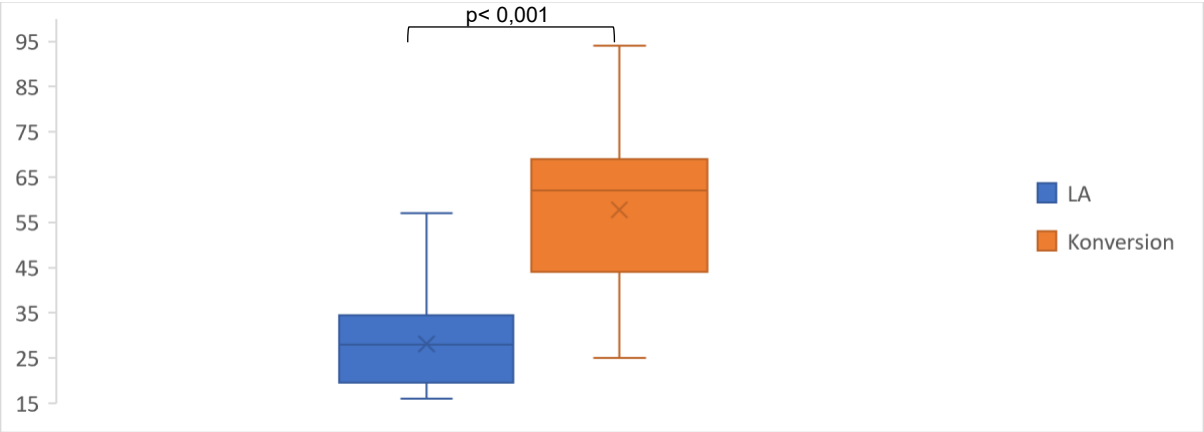

ABBILDUNG 21 VERGLEICH DES PATIENTENALTERS (JAHRE) ZWISCHEN LA UND KONVERSION
N.D.: 0

Im Vergleich zwischen der LA-Gruppe und der Konversion-Gruppe wurden die Patienten nach der Schmerzdauer bis zur Aufnahmeuntersuchung unterteilt. Aus Abbildung 22 wird ersichtlich, dass die Konversion-Gruppe einen signifikant größeren Anteil an Patienten aufweist, die länger als 24 Stunden bis zur Aufnahmeuntersuchung Schmerzen angaben (p= 0,04).

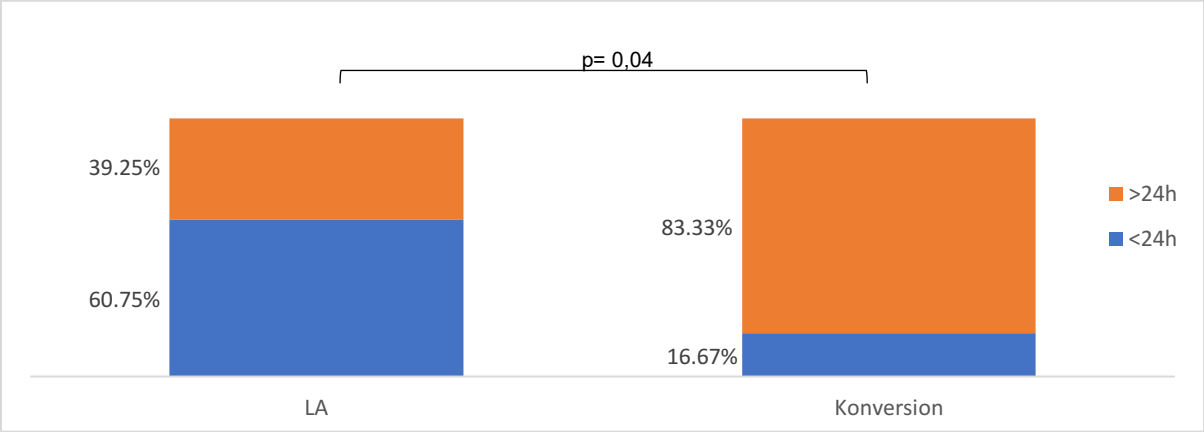

ABBILDUNG 22 SCHMERZDAUER BIS ZUR AUFNAHMEUNTERSUCHUNG
N.D.: LA = 98, KONVERSION = 5

Wir bereits in Tabelle 23 dargestellt, wurden in der Konversion-Gruppe signifikant mehr präoperative Abszesse und freie Perforationen in der sonographischen Untersuchung dokumentiert (p= 0,032).

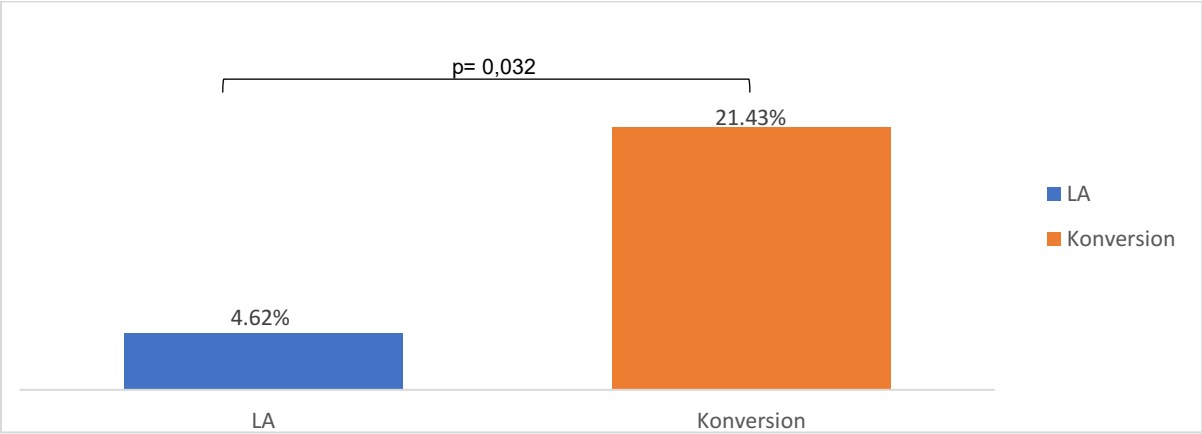

ABBILDUNG 23 SONOGRAPHISCHER ABSZESSES- /PERFORATIONSNACHWEIS
N.D.: LA = 38, KONVERSION = 3

3.3.2 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN NACH KONVERSION

Initial offen operierte Patienten hatten eine postoperative Komplikationsrate von 40% (n= 4) wohingegen diese bei Patienten mit einer Konversion bei 29,41% (n= 5) lag. Ein signifikanter Unterschied ergab sich nicht (p= 0,683).

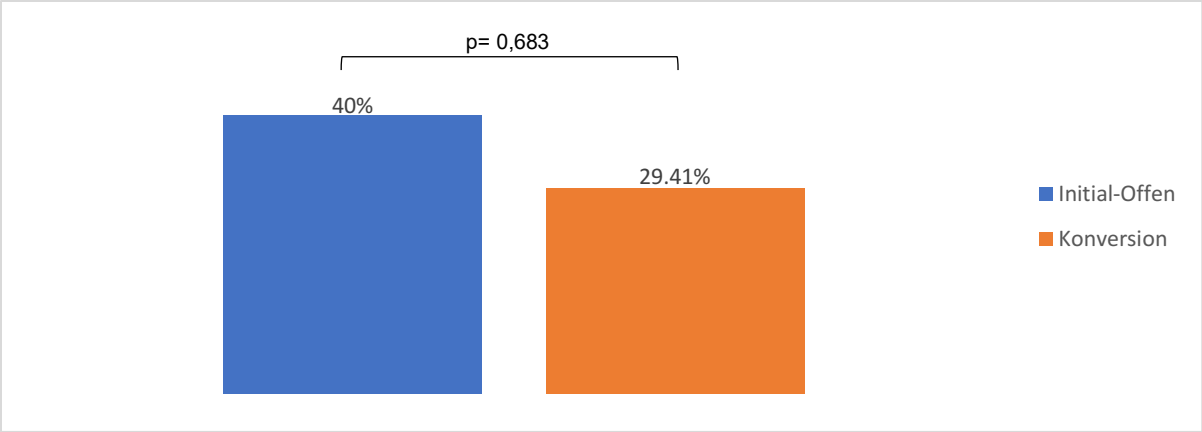

ABBILDUNG 24 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONSRATE

3.4 FORTLEITUNG DER ENTZÜNDUNG IN DIE ABSETZUNGSZONE

In Kapitel 3.4 wurde der Frage nachgegangen, ob eine Verbindung zwischen der postoperativen Komplikationsrate, erhöhten postoperativen Entzündungsparametern und der Entzündungsfortleitung in die Absetzungszone besteht und ob das Absetzungsverfahren für die Entzündungsfortleitung relevant ist. Dabei wurde die gesamte LA-Gruppe mit insgesamt 363 Patienten in die Auswertung mit einbezogen.

3.4.1 ABSETZUNGSMETHODE

Bei der Auswertung der in Tabelle 24 dargestellten Daten wurde der im pathologischen Befund beschriebene Grad der Entzündungsfortleitung von „gering“ bis „deutlich“ eingeteilt. Wenn im pathologischen Befund keine Entzündungsfortleitung beschrieben wurde, wurde das Präparat als „nicht beschrieben“ klassifiziert. Insgesamt zeigte sich bei 36% (n= 126) der Patienten, unabhängig von der Absetzungs- und Operationsmethode, eine Entzündungsfortleitung in die Absetzungszone. Differenziert nach Absetzungsverfahren stellte sich kein signifikanter Unterschied dar (p= 0,08).

	deutlich	mäßig	gering	nicht beschrieben	p	n.d.
Gesamt	15,71% (n=55)	10,86% (n=38)	9,43% (n=33)	64% (n=224)		13
Stapler	16,93% (n=43)	12,20% (n=31)	9,45% (n=24)	61,42% (n=156)		7
Schlinge	8,43% (n=7)	8,43% (n=7)	9,63% (n=8)	73,49% (n=61)	0,08	6
Clip	38,46% (n=5)	0% (n=0)	7,69% (n=1)	53,85% (n=7)		0

TABELLE 24 ENTZÜNDUNGSFORTLEITUNG NACH ABSETZUNGSVERFAHREN

3.4.2 ENTZÜNDUNGSPARAMETER

Differenziert nach der unterschiedlichen Ausprägung der Entzündungsfortleitung in die Absetzungszone sind die durchschnittlichen Entzündungswerte sowohl prä- als auch postoperative in der Gruppe mit einer deutlichen Entzündungsfortleitung in die Absetzungszone am größten. Dabei zeigen sowohl die prä- als auch postoperativen Entzündungswerte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ausprägungen der Entzündungsfortleitung in die Absetzungszone.

	präoperativer CRP-Wert			präoperative Leukozytenzahl		
	Mittelwert (±)	Median (Max/Min)	n.d.	Mittelwert (±)	Median (Max/Min)	n.d.
Deutlich	72,18 (±78,83)	36,8 (312/1)	1	15,39 (±5,40)	13,85 (38,5/6,45)	1
Mäßig	43,03 (±42,13)	29,4 (178/1)	0	15,56 (±13,37)	12,8 (91,4/4,32)	0
gering	43,78 (±56,74)	20 (195/0,24)	0	14,59 (±3,64)	15,4 (21/5,78)	0
Nicht beschrieben	62,93 (±86,06)	26,3 (467/1)	2	13,67 (±4,61)	13,3 (28,8/3,15)	3
p	0,148			0,122		
	postoperativer CRP-Wert			postoperative Leukozytenzahl		
	Mittelwert (±)	Median (Max/Min)	n.d.	Mittelwert (±)	Median (Max/Min)	n.d.
Deutlich	159,47 (±139,69)	110 (498/12,9)	13	9,47 (±5,34)	7,76 (34,5/4,31)	12
Mäßig	123,56 (±133,33)	44,3 (422/6,47)	10	7,58 (±2,44)	7,21 (15,7/3,84)	9
gering	115,39 (±94,13)	84,75(347/11,8)	8	7,46 (±2,83)	6,81 (17,3/3,56)	7
Nicht beschrieben	106,01 (±101,51)	72,85(468/1,62)	53	8,14 (±3,86)	7,36 (29,1/2,91)	46
p	0,074			0,301		

TABELLE 25 DURCHSCHNITTLICHE PRÄ- UND POSTOPERATIVE ENTZÜNDUNGSWERTE

3.4.3 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN NACH ENTZÜNDUNGSFORTLEITUNG

Wie in Abbildung 25 dargestellt kam es bei einer deutlichen Entzündungsfortleitung in die Absetzungszone signifikant häufiger zu postoperativen Komplikationen als in anderen Absetzungsstadien (p= 0,003).

In der binären Regressionsanalyse zeigte sich, dass bei zunehmender Entzündungsfortleitung in die Absetzungszone das Risiko einer postoperativen Komplikation pro Gruppe um jeweils 31,2% anstieg.

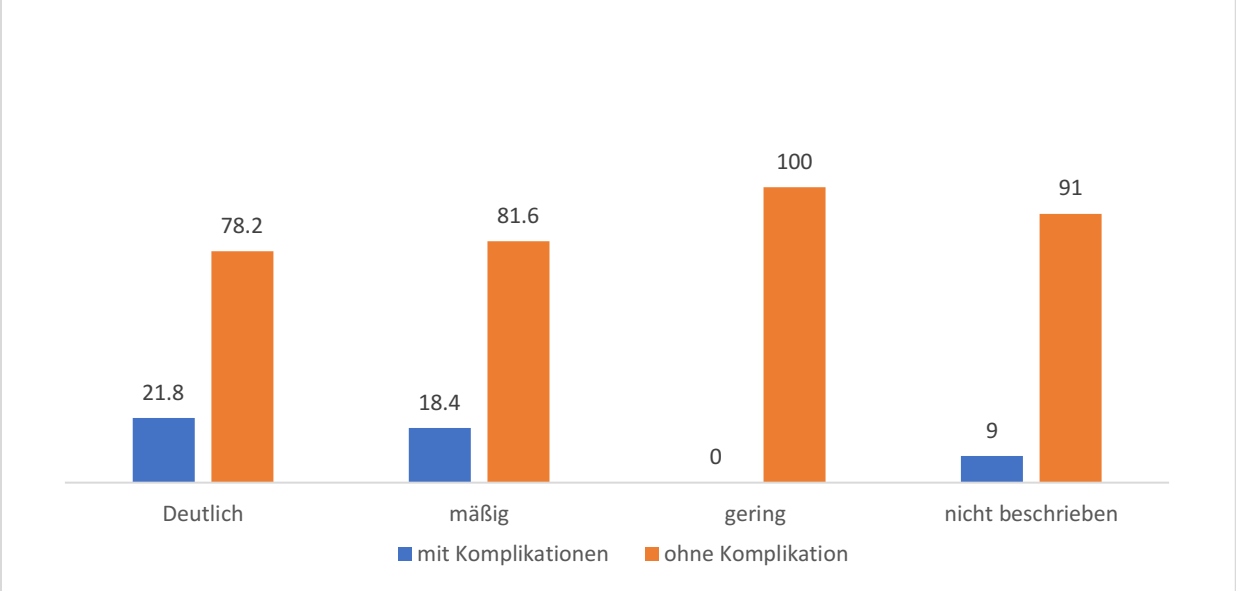

ABBILDUNG 25 POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN (PROZENT)
N.D.: 13

IV. DISKUSSION

Die Appendektomie ist die häufigste viszeralchirurgische Notfalloperation (Ohmann et al., 2002). Mit 8,6% und 6,7% besitzen sowohl Männer als auch Frauen ein hohes Lebenszeitrisiko an einer Appendizitis zu erkranken (Addiss et al., 1990).

Nach wie vor ist die Appendektomie die Therapie der Wahl bei einer akuten Appendizitis. Jedoch hat ein Paradigmenwechsel in der chirurgischen Therapie der akuten Appendizitis von der offenen zur laparoskopischen Appendektomie stattgefunden (Di Saverio et al., 2016). In Deutschland kam es von 1996 bis 2009 zu einem signifikanten Anstieg der laparoskopischen Appendektomie von 33,1% auf 85,8% (Sahm et al., 2013).

Zum Absetzen des Appendixstumpfes kommen unterschiedliche Absetzungsverfahren wie die Schlinge, der Stapler und verschiedene Cliparten zum Einsatz (Mannu et al., 2017). Insgesamt kann das nachhaltige Absetzen des Appendixstumpfes als kritischer Operationsabschnitt betrachtet werden, der über den weiteren postoperativen Verlauf entscheiden kann (Sahm et al., 2013). Dennoch wird in der aktuellen Literatur, insbesondere unter Berücksichtigung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses, kein Absetzungsverfahren eindeutig präferiert.

4.1 PATIENTENKOLLEKTIV

Die in dieser Studie analysierten Ergebnisse bestätigen, wie auch in anderen Studien beschrieben (Andersson et al., 1999; Lee et al., 2001; Ohmann et al., 2002), dass der Anteil der männlichen Patienten mit einer akuten Appendizitis insgesamt überwiegt. Differenziert nach Operationsverfahren überwog sowohl bei der offenen Appendektomie als auch bei der laparoskopischen Appendektomie der Anteil männlicher Patienten, was die Ergebnisse anderer Studien (Aktimur et al., 2016; Bartın & Bostancı, 2016) bekräftigen.

Mit einem durchschnittlichen Patientenalter von 41,41 Jahren (± 17,9) waren die Patienten dieser Studie im Vergleich zu der Studie von Andersson et al. (1999) deutlich älter, doch zeigen die drei Qualitätssicherungsstudien des An-Institutes ebenfalls einen Anstieg des durchschnittlichen Alters auf 34,6 Jahre was unter anderem mit dem Demographischen Wandel und der Alterung der Gesellschaft in Deutschland zu erklären ist (Sahm et al., 2013). Der Häufigkeitsgipfel dieser Studie lag zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr und damit über den Ergebnissen einer vergleichbaren Studie (Ohmann et al., 2002). Dies ist am ehesten dem von Livingston et al. (2007) beschriebenen Trend der Inzidenzabnahme in jüngeren Altersgruppen zuzuschreiben und zum anderen der Tatsache geschuldet, dass Patienten, die bei der stationären Aufnahme unter sechzehn Jahre alt waren, in der eigenen Studie nicht repräsentiert sind. Denn alle Patienten unter 16 Jahren wurden in der kinderchirurgischen Abteilung der Universitätsmedizin Rostock behandelt und somit nicht berücksichtigt. Lee et al. (2001) nennen in ihrer Studie einen Anteil von 15,7 % von unter 10 Jährigen, die eine Appendektomie erhielten.

4.2 OPERATIONSVERFAHREN

Das der Anteil an laparoskopischen Appendektomien in dieser Studie deutlich überwog, spiegelt die Etablierung des Verfahrens als Standard in der Abteilung für Allgemein-, Viszeral-, Thorax-, Gefäß- und Transplantationschirurgie an der Universitätsmedizin Rostock wider. Im Ergebnis stellten sich relevante Vorteile bei der Verwendung der minimalinvasiven Methoden dar, welche diesen Trend zum Standardverfahren bekräftigen.

In dieser Studie ging die laparoskopische Appendektomie mit einer signifikant niedrigeren Operationsdauer einher. Die Operationsdauer in der LA-Gruppe lag bei 54,41 (± 25,02) Minuten, während sie in der OA-Gruppe bei 84,53 (± 36,49) lag. Horvath et al. (2017) beschreiben ebenfalls eine signifikant längere Operationsdauer in der Gruppe der offenen Appendektomien. Im Gegensatz dazu verzeichnen andere Studien kürzere Operationszeiten in der OA-Gruppe ohne das dieser Unterschied signifikant ist (Güler et al., 2020; Xiao et al., 2015). Auch Biondi et al. (2016) stellen im Gegensatz zu den eigenen Ergebnissen eine signifikant längere Operationsdauer in der LA-Gruppe dar. Als Grund dafür vermuten sie, dass die geringe Erfahrung des Operateurs in laparoskopischen Operationen eine Ursache sein könnte. Dieser Argumentation folgt eine systematische Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2019 die darstellt, dass die durchschnittliche Operationsdauer der laparoskopischen Appendektomie nach 2010 insgesamt kürzer war. Dabei wird vermutet, dass dies die zunehmende Expertise durch die vermehrte Nutzung dieses Operationsverfahrens wiederspiegeln könnte (Quah et al., 2019).

Als weiterer Vorteil der laparoskopischen Appendektomie stellte sich in der eignen Studie die signifikant reduzierte stationäre Verweildauer heraus, die unter anderem aufgrund des minimalinvasiven Eingriffs mit einer zügigeren postoperativen Wundheilung zu erklären ist (Cesare Ruffolo & Bassi, 2013) und von weiteren Studien bestätigt wird (Galli et al., 2013; Horvath et al., 2017; Xiao et al., 2015).

Insgesamt war die postoperative Komplikationsrate wie auch in anderen Studien (Biondi et al., 2016; Galli et al., 2013; Horvath et al., 2017; Xiao et al., 2015) in der OA-Gruppe signifikant höher. Dabei machten allein die Wundheilungsstörungen und -infektionen in der OA-Gruppe einen Anteil von 22,22% aus und kamen signifikant häufiger als in der LA-Gruppe vor. Ursache dafür dürfte neben der im laparoskopischen Verfahren kleineren Inzision (Sauerland et al., 2004) auch die Verwendung von Bergebeuteln sein (Suh et al., 2012). Zwar handelt es sich meist nicht um eine schwerwiegende Komplikation, dennoch können Wundheilungsstörungen und -infektionen mit einer verlängerten Rekonvaleszenz und einer Reduktion der Lebensqualität einhergehen (Biondi et al., 2016).

Nicht außeracht gelassen werden sollte, dass Komorbiditäten und Patientenparameter wie Alter, Body-Mass-Index und ASA-Klasse eine Stichprobenverzerrung begünstigen können. Denn auf Basis dieser Parameter und nach klinischer Einschätzung wurde das

Operationsverfahren vom Operateur gewählt. So waren Patienten der OA-Gruppe nicht nur signifikant älter und hatten einen signifikant höheren Body-Mass-Index, sondern sie waren auch signifikant häufiger höheren ASA-Klassen zugeteilt, hatten signifikant höhere präoperative CRP-Werte und signifikant häufiger länger als 24 Stunden bis zur stationären Aufnahme Symptome.

Alle diese Parameter können Risikofaktoren für einen komplexen Krankheitsverlauf sein. Beispielsweise steigt mit dem Alter und bei adipösen Patienten das Risiko für Perforationen (Konan et al., 2011; Levin & Pegoli, 2015). Als Ursache dafür nennen Storm-Dickerson und Horattas (2003) Verzögerungene in der medizinischen Versorgung älterer Patienten, die durch eine untypische Klinik und Fehldiagnosen verursacht wird und in höheren Perforations- und Komplikationsraten resultiert. Auch eine höhere ASA-Klasse geht mit einem Anstieg des Risikos für postoperative Komplikationen einher (Hackett et al., 2015).

Bezüglich der verlängerten Symptomdauer können andere Studien (Ditillo et al., 2006; Teixeira et al., 2012) bestätigen, dass durch eine verzögerte Appendektomie das Risiko für postoperative Komplikationen steigt. Zu berücksichtigen ist, dass die offene Appendektomie heutzutage insbesondere bei bestimmten Indikationen wie häufigen Voroperationen, starkem Übergewicht oder bei Kontraindikation für einen laparoskopischen Eingriff verwendet wird (Xiao et al., 2015). Dementsprechend handelt es sich bei den Patienten, die im offenen Verfahren operiert wurden, um ein vorselektiertes Patientengut. Das vergleichbare Studien insbesondere beim Alter der Patienten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Operationsverfahren zeigen (Biondi et al., 2016; Horvath et al., 2017; Xiao et al., 2015), kann als weiterer Hinweis auf eine, insbesondere an der Universitätsmedizin Rostock, gehandhabte Vorselektion gewertet werden.

Zwar muss bei den zum Vergleich herangezogenen Studien berücksichtigt werden, dass teilweise Patienten, bei denen der pathologische Befund zu dem Ergebnis einer unkomplizierten Appendizitis kam, von der Studie ausgeschlossen wurden, jedoch lag der Anteil an Patienten mit einer unkomplizierten Appendizitis in der eigenen Studie bei nur 13,03 %, weshalb ein Vergleich mit oben beschriebenen Studien dennoch als sinnvoll erschien.

Insgesamt konnte, wie auch andere Studien zeigen (Bartın & Bostancı, 2016; Biondi et al., 2016; Quah et al., 2019; Rakić et al., 2014), bestätigt werden, dass es sich bei der laparoskopischen Appendektomie um ein sicheres und praxistaugliches Operationsverfahren handelt, welches mit Vorteilen gegenüber der offenen Appendektomie verbunden ist. Somit scheint die oben beschriebene Entwicklung der laparoskopischen Appendektomie zum Standardverfahren in der Abteilung für Allgemein-, Viszeral-, Gefäß- und Transplantationschirurgie der Universitätsmedizin Rostock richtig zu sein.

4.3 ABSETZUNGSVERFAHREN

Das Absetzen und der nachhaltige Verschluss des Appendixstumpfes sind die entscheidenden Schritte der Appendektomie, da es bei Fehlern zu peri- und postoperativen Komplikationen wie Fistelbildung, Sepsis und Peritonitis und daraus resultierenden Reinterventionen führen kann (Kliuchanok et al., 2019).

Die Kernfrage dieser Studie war neben der Komplikationsrate der unterschiedlichen Absetzungsverfahren auch die prädiktive Wertigkeit präoperativer und klinischer Befunde in Bezug auf die Wahl eines bestimmten Absetzungsverfahrens und auf postoperative Komplikationen.

In der Abteilung für Allgemein-, Viszeral-, Thorax-, Gefäß- und Transplantationschirurgie der Universitätsmedizin Rostock kam der Stapler bei der operativen Versorgung der akuten Appendizitis am häufigsten zum Einsatz. Dabei handelt es sich um ein sehr sicheres und effektives Verfahren, welches insbesondere bei einer nekrotisierten oder deutlich entzündeten Basis der Appendix verwendet wird (Mayir et al., 2015). Jedoch ist diese Methode im Vergleich zur Schlinge oder dem Clip mit deutlich höheren Materialkosten verbunden (Delibegović & Mehmedovic, 2018; Kim & Weireter, 2018), womit die Verwendung des Staplers als Standardverfahren, statt nur in oben beschriebenen Ausnahmefällen, mit Vorteilen wie einer erhöhten Patientensicherheit, verringerter stationärer Verweildauer und weniger postoperativer Komplikationen zu rechtfertigen wäre.

Im direkten Vergleich der Absetzungsmethoden überwog in der eigenen Studie der Anteil an männlichen Patienten in allen Verfahren ohne signifikanten Unterschied. Dieses Ergebnis deckt sich mit vergleichbaren Untersuchungen, die ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den jeweiligen Absetzungsverfahren ermitteln konnten (Kim & Weireter, 2018; Rakić et al., 2014; Strzałka et al., 2014). Die Studie von Swank et al. (2014a), welche Stapler und Schlinge prüft, hat insgesamt einen höheren Anteil an weiblichen Patienten, ohne signifikanten Unterschied zwischen den beiden Verfahren.

Wie in der Einleitung erwähnt, ist die Inzidenz der Appendizitis in der Gruppe der zehn bis neuzehnjährigen am größten, verlagert sich jedoch zunehmend in höhere Altersgruppen (Buckius et al., 2012). In der eigenen Untersuchung waren die Patienten, welche unter Zuhilfenahme der Schlinge operiert wurden, mit 34,17 Jahren (± 14,13) im Durchschnitt am jüngsten. Zwar war das durchschnittliche Patientenalter mit 41,21 Jahren (± 17,76) in der Stapler Gruppe höher, jedoch zeigten sich im paarweisen Vergleich keine signifikanten Unterschiede. Andere Studien stützen diese These, indem sie ebenfalls eine niedrigeres Durchschnittsalter im Vergleich von Schlinge und Stapler, teilweise mit signifikantem Unterschied, bestätigen (Rakić et al., 2014; Sahm, Kube, et al., 2011; Swank et al., 2014b). Im Widerspruch dazu steht die Untersuchung von Lasek et al. (2020), bei welcher der Stapler

bei einer komplizierten Appendizitis häufiger bei jüngeren Patienten eingesetzt wurde. Die Autoren nennen in diesem Fall keine Gründe für dieses Ergebnis. Auch im Vergleich mit dem Clip konnten keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Alters dargestellt werden, was durch eine Studie aus dem Jahr 2018 bestätigt wird (Delibegović & Mehmedovic, 2018).
Der durchschnittliche Body-Mass-Index unterschied sich nicht signifikant zwischen den Absetzungsverfahren. Aber Patienten mit postoperativen Komplikationen hatten durchschnittlich einen signifikant höheren Body-Mass-Index. Grund dafür könnte sein, dass Wundinfektionen häufiger bei adipösen Patienten auftreten, da es zu einer relativen Minderdurchblutung im subkutanen Fettgewebe kommen kann (Guo & Dipietro, 2010).
Zusammenfassend ergibt sich in der aktuellen Literatur ein heterogenese Bild im Vergleich der Absetzungsverfahren und bezogen auf die unterschiedlichen demographischen Parameter.
Bei der Symptomdauer bis zur Vorstellung in der Notaufnahme stellten sich zwischen den Absetzungsverfahren keine signifikanten Unterschiede dar, was Rakic et al. (2014) bestätigen.
Differenziert nach ASA-Klassen waren in der Stapler-Gruppe signifikant weniger Patienten der ASA Klasse I zugeteilt. Ursächliche dafür könnte sein, dass der Stapler insbesondere bei eine ausgeprägten Entzündung der Appendixbasis verwendet wird (Mayir et al., 2015). Sohn et al. (2015) kommen in ihrer Studie zu dem Ergebnis, dass eine höhere ASA-Klasse mit Wundinfektionen korrelieren, welche wiederum mit fortgeschrittenen intraoperativen Entzündungen in Zusammenhang stehen. Weiterhin ergab die Auswertung der Ergebnisse, dass eine Einstufung in höhere ASA-Klassen mit einer Risikoerhöhung für postoperative Komplikationen einhergeht. Dies deckt sich mit einer Studie, welche die ASA-Klassen von mehr als zwei Millionen Patienten aus einer multiinstitutionalen Datenbank in den USA ausgewertet hat (Hackett et al., 2015).
Laborwerte ermöglichen bei dem Verdacht auf eine akute Appendizitis die Einschätzung des Schweregrades der Entzündung (Zielke, 2002). Sohn et al. (2015) können dabei bestätigen, dass eine ausgeprägte Entzündung mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit für postoperative Wundinfektionen und intraabdominelle Abszesse einhergeht. Diese Aspekte stützen die eigenen Ergebnisse, welche zeigen, dass der durchschnittliche CRP-Wert signifikant höher war, wenn es zu postoperativen Komplikationen kam. Des Weiteren hatten Patienten der Stapler-Gruppe einen signifikant höheren durchschnittlichen präoperativen CRP-Wert im Vergleich zur Schlinge-Gruppe. Naheliegend wäre, dass der Operateur in der präoperativen Evaluation bei hohen CRP-Werten von einer ausgeprägten Infektion ausgeht und sich für den Stapler entscheidet, da dieser insbesondere bei einer fortgeschrittenen Entzündung der Basis der Appendix verwendet wird (Mayir et al., 2015). Auch in der eigenen Studie kam der Stapler signifikant häufiger bei einer komplizierten Appendizitis zum Einsatz.
In der Literatur existieren unterschiedliche Angaben zur Operationsdauer bei der Verwendung verschiedener Absetzungsverfahren. Während Sahm et al. (2011) bei der Verwendung des

Staplers von einer durchschnittlichen Operationsdauer von 76,6 Minuten, und damit etwa 19 Minuten längeren Operationsdauer als bei der Verwendung der Schlinge, berichten und auch Kim und Weireter (2018) eine signifikant längere Operationsdauer bei Verwendung des Staplers angeben, kommen andere Untersuchungen zu gegensätzlichen Ergebnissen. Beispielsweise präsentieren Delibegovic et al. (2012) eine signifikant längere Operationsdauer bei der Verwendung der Schlinge im Vergleich zum Stapler.

In der eigenen Untersuchung war die durchschnittliche Operationsdauer in der Stapler-Gruppe am längsten, unterschied sich jedoch nicht signifikant von der Schlinge-Gruppe. Wurde der Clip zum Verschluss des Appendixstumpfes verwendet, war die durchschnittliche Operationszeit signifikant kürzer als bei der Verwendung des Staplers oder der Schlinge. Dies steht im Gegensatz zu den Ergebnissen einer anderen Studie, die eine signifikant kürzere Operationsdauer bei Verwendung des Staplers im Vergleich zum Clip darstellen (Delibegović & Mehmedovic, 2018).

Ursächlich für diese Diskrepanz könnte sein, dass der Clip in der eigenen Studie hauptsächlich durch Oberärzte genutzt wurde. Dies könnte auch als mögliche Erklärung für die durchschnittlich längere Operationsdauer in der Stapler-Gruppe im Vergleich zur Schlinge-Gruppe dienen. Denn die Verwendung der Schlinge erfordert deutlich mehr Übung (Delibegović, 2012), womit eine verlängerte Operationsdauer zu begründen wäre. Jedoch wurden die Schlinge und der Clip größtenteils durch Oberärzte verwendet, die insgesamt eine signifikant kürzere Operationsdauer als Fach- und Assistenzärzte hatten.

In der deskriptiven Auswertung der Operationsdauer der einzelnen Absetzungsverfahren ergab sich, eine im Durchschnitt längere Operationsdauer bei Patienten, die im weiteren stationären Verlauf postoperative Komplikationen hatten. Dies war sowohl bei allen laparoskopischen Appendektomien als auch in der weiteren Differenzierung nach Absetzungsverfahren der Fall. Die Ergebnisse anderer Studien unterstützen die beschriebene Tendenz. Zhang et al. (2020) beschreiben eine lange Operationsdauer als Risikofaktor für eine Verlängerung der stationären Verweildauer, welche wiederum mit dem Auftreten von postoperativen Komplikationen assoziiert ist (Moreira et al., 2018).

Die stationäre Verweildauer ist bei der Evaluation einzelner Absetzungsverfahren aufgrund ihrer Relevanz bezüglich der Wirtschaftlichkeit des Patientenfalls und als Parameter für den klinischen Zustand des Patienten ein nicht zu vernachlässigendes Kriterium. Eine kurze stationäre Verweildauer kann die Kosten für das Gesundheitssystem senken und eine bessere Bettenauslastung schaffen (Zhang et al., 2020).

Die vorliegende Arbeit ergab insgesamt eine stationäre Verweildauer die, abhängig vom Absetzungsverfahren, im Durchschnitt zwischen 3,4 und 4 Tagen lag. In der weiteren statistischen Auswertung resultierten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Absetzungsverfahren. Die stationäre Verweildauer stimmt dabei mit den Ergebnissen anderer

Studien überein, welche ebenfalls eine durchschnittliche Verweildauer von 2 bis 4 Tagen angeben (Rakić et al., 2014; Rickert et al., 2012; Strzałka et al., 2014; Swank et al., 2014a). Während eine den Stapler und Schlinge vergleichende Studie keine signifikanten Unterschiede herausarbeiten kann (Rakić et al., 2014) und auch Delibegovic und Mehemdovic (2018) diesbezüglich keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Absetzungsverfahren darstellen, beschreiben Strzalka et al. (2016) eine signifikant kürzere stationäre Verweildauer bei der Verwendung des Clips im Vergleich zum Stapler.

Während sich keine signifikanten Unterschiede in der stationären Verweildauer zwischen den unterschiedlichen Absetzungsverfahren ergab, zeigen die eigenen Ergebnisse, dass postoperative Komplikationen zu einer signifikanten Verlängerung des stationären Aufenthaltes führten. Dieses Ergebnis spiegelte sich in der deskriptiven Statistik in allen untersuchten Absetzungsverfahren wider und war in der Stapler-Gruppe am stärksten ausgeprägt. Die Ergebnisse von Moreira et al. (2018) bestätigt dies, indem sie, unabhängig vom Absetzungsverfahren, einen Zusammenhang zwischen postoperativen Komplikationen und der Länge des stationären Aufenthaltes darstellt. Dagegen können Zhang et al. (2020), die in ihrer Studie Faktoren evaluieren, die nach einer laparoskopischen Appendektomie mit der Länge der stationären Verweildauer assoziiert sind, keinen signifikanten Einfluss von postoperativen Wundinfektionen auf die stationäre Verweildauer feststellen. In ihrer Studie haben das Patientenalter, Vorerkrankungen, der präoperative CRP-Wert, die Zeit von der Diagnosestellung bis zur Operation und die Erfassung einer komplizierten Appendizitis Einfluss auf die Dauer des stationären Aufenthaltes. Eine weitere polnische Studie kommt ebenfalls zu dem Ergebnis, dass eine komplizierte Appendizitis und die Notwendigkeit einer erneuten Intervention Risikofaktoren für eine Verlängerung der stationären Verweildauer sind (Walędziak et al., 2019).

Bei den 363 Patienten, welche eine laparoskopische Appendektomie erhielten, kam es in 10,74% (n= 39) der Fälle zu postoperativen Komplikationen. Die Verwendung des Clips war mit 38,5% (n= 5) mit einer signifikant höheren postoperativen Komplikationsrate assoziiert. Diese hohe postoperative Komplikationsrate steht im Gegensatz zu vergleichbaren Studien. Beispielsweise nennen Alis et al. (2012) eine postoperative Komplikationsrate von 4% bei der Verwendung des Clips und auch Strzalka et al. (2016) geben lediglich eine postoperative Komplikationsrate von 5,6% in der Clip-Gruppe an. Ein Grund für die ausgeprägte Diskrepanz zwischen den Ergebnissen der Literatur und der eigenen Arbeit könnte sein, dass der Clip nur in 3,49% (n=13) der Fälle verwendet wurde und somit gegenüber den anderen Absetzungsverfahren seltener zum Einsatz kam. So könnte die erhöhte postoperative Komplikationsrate möglicherweise mit fehlender Erfahrung bei dieser Methode erklärt werden. Der Anteil an postoperativen Komplikationen war bei Patienten, welche unter Zuhilfenahme des Staplers operiert wurden, mit 10,73% (n= 28) höher als in der Schlingen-Gruppe, jedoch

war dieser Unterschied nicht signifikant. Dieses Ergebnis wird durch mehrere Studien bestärkt, die ebenfalls keine signifikanten Unterschiede in der postoperativen Komplikationsrate zwischen diesen beiden Absetzungsverfahren darstellen können (Rakić et al., 2014; Sahm, Kube, et al., 2011; Swank et al., 2014a).

Die weitere Differenzierung der postoperativen Komplikationen nach der Clavien-Dindo-Klassifikation ergab über alle Absetzungsverfahren hinweg, dass jeweils mehr als die Hälfte der Patienten mit postoperativen Komplikationen eine Reintervention benötigten. In der eigenen Untersuchung ließ sich aufgrund der geringen Fallzahlen lediglich einen Trend erkennen, bei dem die Stapler-Gruppe den höchsten Anteil an Komplikationen des Grades IIIa und IIIb hatte. Diesbezüglich ergibt sich eine Diskrepanz der Verhältnisse zu vergleichbaren Arbeiten, da diese jeweils den größeren Anteil an postoperativen Komplikationen der Klasse II zuordnen können. In der Studie von Swank et al. (2014a) ergibt sich kein signifikanter Unterschied in der Clavien-Dindo-Klassifikation zwischen Stapler und Schlinge und in beiden Absetzungsverfahren überwiegt der Anteil der Patienten in Klasse II gegenüber den höheren Klassen. Dagegen ist der Anteil der Patienten, die der Klasse III oder höher zugeordnet wurden, mit 4,5% in der Schlinge-Gruppe mit den Ergebnissen der zuvor genannten Studie vergleichbar.

Bei der Verwendung des Clips beschreiben andere Studien geringere Raten an Reinterventionen. Die multizentrische TICAP-Studie nennt einen Anteil von 2,8%, die insbesondere auf intraabdominale Abszesse und Hämatome zurückzuführen sind (Rickert et al., 2015). In der eignen Untersuchung hatten Abszesse, die Beteiligung anderer Bauchorgane, zu denen auch ein postoperativer Ileus gehörte, und Wundheilungsstörungen den größten Anteil. Zur postoperativen Stumpfinsuffizienz kam es nur in einem Fall bei dem ein Stapler verwendet wurde. Sowohl bei der Schlinge als auch bei dem Stapler lag der Anteil an postoperativen, intraabdominellen Abszessbildungen zwischen 3,0% und 3,3%. Andere, Schlinge und Stapler vergleichende Studien, kommen zu ähnlichen Anteilen die zwischen 2% bis 4% bei der Verwendung des Staplers und zwischen 1,8% und 4,3% bei der Verwendung der Schlinge liegen (Rakić et al., 2014; Sahm, Kube, et al., 2011; Swank et al., 2014a). Auch die über 2000 Patienten einschließende retrospektive Studie von Tartaglia et al. (2020) fasst zusammen, dass die Verwendung des Staplers oder der Schlinge kein Risikofaktor für die Entwicklung eines postoperativen, intraabdominellen Abszesses zu sein scheint.

Bezüglich der postoperativen Wundheilungsstörungen kommen die genannten Studien sowie die eigene Arbeit zu einem ähnlichen Ergebnis. So werden Anteile beschrieben, bei denen je nach Studie die Schlinge oder der Stapler überwiegt, ohne signifikante Unterschiede darzustellen (Kim & Weireter, 2018; Rakić et al., 2014).

Die bereits oben genannte und im Vergleich zu anderen Arbeiten deutlich höhere postoperative Komplikationsrate in der Clip-Gruppe führt dazu, dass auch der Anteil der

jeweiligen Komplikationsart deutlich höher als in Vergleichsstudien ist. So beschreiben mehrere Studien bei der Verwendung von Metallclips eine Rate an postoperativen intrabdominellen Abszessen zwischen 1% und 5% und bei Wundheilungsstörungen eine Rate zwischen 1% und 2,5% (Alis et al., 2012; Gomes et al., 2013; Rickert et al., 2012, 2015), während es bei der eigenen Untersuchung in 15% der Fälle, bei denen ein Clip verwendet wurde, zu Abszessbildung und in 7,7% zu postoperativen Wundheilungsstörungen kam.
Insgesamt werden in der Literatur keine signifikanten Unterschiede, bezüglich der Komplikationsarten zwischen den einzelnen Absetzungsverfahren beschrieben. Van Rossem et al. (2017) unterstreichen diesen Aspekt indem sie hervorheben, dass viel mehr die Einstufung einer Appendizitis als unkompliziert oder kompliziert mit dem Risiko einer intraabdominellen Abszessbildung im Zusammenhang steht.
Zusammengefasst stimmen die eigenen Ergebnisse mit vergleichbaren Studien dahingehend überein, dass es sich sowohl bei der Schlinge als auch beim Stapler um ein sicheres Verfahren zum Verschluss des Appendixstumpfes handelt (Rakić et al., 2014; Swank et al., 2014a). Bezüglich der Operationsdauer, der stationären Verweildauer und der postoperativen Komplikationsrate ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen der Schlinge und dem Stapler.
Während Rickert et al. (2015) die Verwendung des Clips als ebenfalls sicheres Verfahren beschreiben, lässt sich dies durch die eigenen Daten nicht bestätigen. Jedoch ist zu erwähnen, dass der Clip nur in geringer Fallzahl zum Einsatz kam. Um Unterschiede im Hinblick auf die Verwendung des Clips bestätigen zu können, bedarf es vermutlich eines größeren Patientenkollektives.
In der eigenen Studie hat keine gesundheitsökonomische Betrachtung stattgefunden. Dennoch gilt, dass die Verwendung des Stapler im Vergleich zur Schlinge mit deutlich höheren Kosten verbunden ist (Beldi et al., 2004). Somit sollte diskutiert werden, ob durch den standardmäßigen Einsatz der Schlinge von dem besseren Kosten-Nutzen-Verhältnis profitiert werden kann.

4.4 AUSBILDUNGSSTAND

In der chirurgischen Weiterbildung ist die offene Appendektomie eine klassische Ausbildungsoperation (Jaffer & Cameron, 2008). Auch die laparoskopische Appendektomie hat sich im Verlauf zu einem typischen Ausbildungseingriff weiterentwickelt und ist zu einem Grundpfeiler in der Weiterbildung geworden (Huber et al., 2016).
In dieser Studie wurden mit 56% (n= 202) mehr als die Hälfte laparoskopischen Appendektomien durch einen Assistenzarzt als ersten Operateur durchgeführt. Dieses Mehrheitsverhältnis spiegelt sich in anderen Studien wieder (Fahrner & Schöb, 2012; Singh et

al., 2014) und verdeutlicht, dass sich die laparoskopische Appendektomie an der Universitätsmedizin Rostock als Ausbildungseingriff etabliert hat.

In dem Vergleich des Ausbildungstandes wurde insbesondere das Absetzungsverfahren, die Operationsdauer, die stationäre Verweildauer und die postoperative Komplikationsrate zwischen Assistenzärzten, Fachärzten und Oberärzten untersucht. Während Hubert et al. (2016) keinen signifikanten Unterschied bezüglich der Verwendung des Staplers zwischen Weiterbildungsassistenten und Fach- oder Oberärzten finden, wurde in den eigenen Ergebnissen deutlich, dass Oberärzte signifikant häufiger die Schlinge als den Stapler verwendeten. War ein Assistenzarzt der erste Operateur, fand signifikant häufiger der Stapler im Vergleich zur Schlinge Verwendung. Dafür könnte verantwortlich sein, dass im Vergleich zu Schlinge, deren Anwendung herausfordernd sein kann und mehr Erfahrung bedarf, der Stapler leichter bedienbar ist und die Technik somit schneller erlernt werden kann (Wilson et al., 2018).

Die bereits genannten Studien, welche die chirurgische Ausbildung in Zusammenhang mit der laparoskopischen Appendektomie behandeln, beschreiben eine teilweise signifikant verlängerte Operationsdauer bei Assistenzärzten (Perry et al., 2010; Singh et al., 2014). Die eigene Studie kommt zu dem Ergebnis, dass Oberärzte sowohl gegenüber den Assistenz- als auch Fachärzten eine signifikant niedrigere Operationsdauer hatten. Wohingegen sich die Fach- und Assistenzärzte bezüglich der Operationsdauer nicht signifikant voneinander unterschieden. Eine mögliche Erklärung und gleichzeitig Einschränkung der Studie könnte sein, dass alle Assistenzärzte, unabhängig von ihrer Erfahrung und dem persönlichen Ausbildungsstand, für den Vergleich zusammengefasst wurden. Somit wäre es möglich, dass Assistenzärzte in fortgeschrittener Ausbildung mit neu zugelassenen Fachärzten verglichen wurden, die sich in ihrem Erfahrungstand ähnelten. Insgesamt ist davon auszugehen, dass auch bei der laparoskopischen Appendektomie die Operationsdauer mit zunehmender Übung abnimmt. So beschreiben Jaffer und Cameron (2008) eine Abnahme der Operationsdauer während der ersten dreißig laparoskopischen Appendektomien eines Operateurs.

Während die eigene Studie keine signifikanten Unterschiede bezüglich der stationären Verweildauer darstellen konnte, stellen Fahrner und Schöb (2012) eine signifikant kürzere stationäre Verweildauer der Assistentsärzte dar und nennen als Ursache eine Stichprobenverzerrung, da davon auszugehen ist, dass durch Assistenzärzte weniger komplexe und gesündere Patienten operiert wurden.

Wie auch Perry et al. (2010) kann die eigene Studie in Bezug auf die postoperative Komplikationsrate keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ausbildungsständen feststellen. Insgesamt kann diese Arbeit vorherigen Studien folgen, die zu dem Ergebnis kommen, dass die laparoskopische Appendektomie durch Assistenzärzte und unter Aufsicht keine Gefährdung der Patientensicherheit darstellt (Perry et al., 2010; Singh et al., 2014).

4.5 KONVERSION

Risikofaktoren für eine intraoperative Konversion zu erkennen, ermöglicht es Patienten, welche von einer initial offenen Appendektomie profitieren würden, vorab zu identifizieren. Gründe für eine Konversion können neben Verwachsungen, eine Perforation, eine Nekrose der Appendixbasis, Blutungen und iatrogene Verletzungen sein (Moberg et al., 1998).

Bei allen 363 Appendektomien, die im minimal-invasiven Verfahren begonnen wurden, kam es in 4,68% (n= 17) der Fälle zu einer intraoperativen Konversion. Diese Konversionsrate entspricht vergleichbaren Untersuchungen, die ebenfalls Konversionsraten zwischen 4% bis 6,7% beschreiben (Antonacci et al., 2015; Finnerty et al., 2017; Gupta et al., 2013; Sakpal et al., 2012; Schick et al., 2008).

Parameter, welche präoperativ signifikant häufiger bei einer intraoperativen Konversion auftraten, waren neben einem Alter von über 45 Jahren auch eine Schmerzdauer von mehr als 24 Stunden bis zur stationären Aufnahme. Diese potenziellen Risikofaktoren werden durch mehrere Studien (Finnerty et al., 2017; Gupta et al., 2013; Sakpal et al., 2012; Wagner et al., 2011) bestätigt. Während diese Untersuchungen das männliche Geschlecht als zusätzlichen Risikofaktor nennen, zeigt die Auswertung des beschriebenen Patientenkollektivs an der Universitätsmedizin Rostock keine signifikant höhere Konversionsrate bei männlichen Patienten.

In der eigenen Studie zeigten sich in der Konversion-Gruppe signifikant mehr Abszesse oder Perforationen in der sonographischen Untersuchung. Da, wie bereits im vorherigen Kapitel beschrieben, davon auszugehen ist, dass mit dem Alter und der verzögerten Vorstellung der Patienten das Risiko einer Perforation steigt (Storm-Dickerson & Horattas, 2003) und der häufigste Grund für eine Konversion eine durch schwere Entzündungen bedingte unübersichtliche Anatomie oder eine Perforation ist (Wagner et al., 2011), könnte eine computertomographische Untersuchung sinnvoll sein, wenn diese Faktoren zutreffen. Zwar ergab die eigene Untersuchung keinen signifikanten Unterschied bezüglich der in der CT nachgewiesenen Abszesse und Perforationen, was vermutlich auf die geringe Fallzahl an durchgeführten CT-Untersuchungen zurückzuführen ist, jedoch stellen Gupta et al. (2013) eine signifikant höhere Zahl an perforierten Befunden in der CT bei Patienten mit nachfolgender Konversion dar. Insgesamt scheinen auffällige CT-Befunde eine wichtige Rolle in der Entscheidung zum Operationsverfahren zu spielen.

Ein von Tuggle et al. (2010) beschriebenes Bewertungssystem für CT-Befunde der Appendizitis, wurde von weiteren Autoren für den Vergleich der laparoskopischen Appendektomie und der Konversion genutzt. Dabei hatten Patienten mit einem Abszess oder einer Perforation ein signifikant erhöhtes Risiko für eine Konversion (Abe et al., 2013). Somit kann es für den verantwortlichen Operateur sinnvoll sein, bei seiner Entscheidungsfindung

zum Operationsverfahren, Parameter wie Alter und Symptomdauer mit einfließen zu lassen und den sonographischen Nachweis eines Abszesses oder einer Perforation durch eine CT-Untersuchung zu evaluieren und so das Risiko einer Konversion zu reduzieren. Denn diese führt zum einen zum Verlust der durch die Laparoskopie beabsichtigten therapeutischen Vorteile wie verminderter Wundinfektion und stationärer Verweildauer und erhöht zum anderen die Gesundheitskosten (Sakpal et al., 2012).

Weiterhin wurde die postoperative Komplikationsrate zwischen der initial offenen Appendektomie und der intraoperativen Konversion verglichen. Dabei ergab sich eine erhöhte Komplikationsrate in der OA-Gruppe, ohne sich signifikant von der Komplikationsrate der Konversion-Gruppe zu unterscheiden. Wie bereits in Kapitel 3.2 beschrieben, kann dies vermutlich darauf zurückgeführt werden, dass in der OA-Gruppe besonders alte und kranke Patienten waren.

4.6 FORTLEITUNG DER ENTZÜNDUNG IN DIE ABSETZUNGSZONE

Eine routinemäßige pathologische Untersuchung des Appendixpräparates ist trotz zusätzlicher Kosten empfohlen, da sich hier Zufallsbefunde darstellen lassen (Charfi et al., 2014).

In der eigenen Studie wurde neben dem beschriebenen Entzündungsstadium auch die Ausprägung der Entzündungsfortleitung in die Absetzungszone dokumentiert. Wie bereits in den Ergebnissen dargestellt, zeigte sich ein signifikant höherer prozentualer Anteil an postoperativen Komplikationen, wenn im pathologischen Befund eine deutliche Entzündungsfortleitung in die Absetzungszone beschrieben wurde. Weiterhin ergab die binär logistische Regressionsanalyse, dass das Risiko für eine postoperative Komplikation um jeweils 31,2% je Ausprägungsstufe anstieg.

Zur Reduktion der postoperativen Komplikationsrate, insbesondere der postoperativen Abszessbildung, erscheint ein gewisser Sicherheitsabstand zum entzündeten Gewebe sinnvoll. In der englisch- und deutschsprachigen Literatur finden sich keine vergleichbaren Studien, die explizit die Entzündungsfortleitung in die Absetzungszone untersuchen. Jedoch wird die Stumpfappendizitis als seltene Spätkomplikation beschrieben. Damit ist die Entzündung eines intraabdominell verbliebenen Appendixstumpfes gemeint, welche durch postoperative verbleibendes Restgewebe entstehen kann und mit der gleichen Klinik wie die klassische Appendizitis einhergeht (Liang et al., 2006). Um das Risiko einer Stumpfappendizitis zu reduzieren, wird eine Länge des verbleibenden Appendixstumpfes von weniger als 0,5cm empfohlen (Mangi & Berger, 2000; Tang et al., 2011).

In der eigenen Studie ergaben sich bezüglich der Entzündungsfortleitung in die Absetzungszone, keine signifikanten Unterschiede zwischen den Absetzungsverfahren. Kanona et al. (2012) regen an, dass die Verwendung des Staplers, welcher die direkte

Absetzung an der Basis ermöglicht, eine Möglichkeit darstellen kann eine Stumpfappendizitis zu verhindern.
Insgesamt wäre es in weiteren Studien sinnvoll, Ursachen für eine deutliche Entzündungsfortleitung in die Absetzungszone zu identifizieren, da dadurch möglicherweise die postoperative Komplikationsrate gesenkt werden könnte.

4.7 SCHLUSSFOLGERUNG

Die vorliegende Studie zeigt, dass sich die laparoskopische Appendektomie aufgrund der genannten Vorteile gegenüber der offenen Appendektomie als Standardverfahren in der Abteilung für Allgemein-, Viszeral-, Thorax-, Gefäß- und Transplantationschirurgie der Universitätsmedizin Rostock etabliert hat.
Dabei stellt sie ein sicheres und alltagstaugliches Verfahren dar und eignet sich als Ausbildungseingriff ohne die Patientensicherheit zu gefährden oder den stationären Aufenthalt zu verlängern.
Wenn eine Konversion durchgeführt wurde, waren die Patienten signifikant älter, hatten länger Symptome bis zur stationären Aufnahme und häufiger einen Abszess oder eine Perforation in der sonographischen Untersuchung.
In der eigenen Klinik findet größtenteils der Stapler Verwendung und wird insbesondere bei kränkeren Patienten mit fortgeschrittener Entzündung eingesetzt. Im Vergleich zur Schlinge bestand bezüglich der Operationsdauer, der stationären Verweildauer und der postoperativen Komplikationsrate kein signifikanter Unterschied. Angesichts dieser Ergebnisse sollte evaluiert werden, ob die Schlinge aufgrund des besseren Kosten-Nutzen-Verhältnisses als Standard geeigneter wäre.
Während andere Studien die Verwendung des Clips als sicheres Verfahren einstufen, kann die eigene Studie dies nicht bestätigen, da der Clip eine signifikant höhere Komplikationsrate hatte. Jedoch wurde der Clip in weniger als 4% der Fälle verwendet, weshalb die Aussagekraft diesbezüglich begrenzt ist und eine weitere Evaluation erfolgen sollte.
Während sich bezüglich der Ausprägung der Entzündungsfortleitung in die Absetzungszone zwischen den Absetzungsverfahren keine signifikanten Unterschiede darstellten, konnte gezeigt werden, dass das Risiko einer postoperativen Komplikation mit der Ausprägungsstufe stieg. Da in der aktuellen Literatur keine vergleichbaren Studien existieren, besteht diesbezüglich weiterer Forschungsbedarf.

4.8 FEHLERQUELLEN UND EINSCHRÄNKUNGEN

Bei dieser Arbeit muss als Einschränkung genannt werden, dass es sich um eine retrospektive, nicht-randomisierte und unizentrische Studie handelt. Da nur Daten von Patienten, die an der

Universitätsmedizin Rostock operiert wurden, ausgewertet wurden, ist von einer verminderten Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Krankenhäuser auszugehen.
Die Entscheidung zur Wahl des Absetzungsverfahren lag bei dem verantwortlichen Operateur und es erfolgte keine präoperative Einteilung der Patienten.
Weiterhin konnten in die Studie nur Komplikationen aufgenommen werden, wenn sie während des stationären Aufenthalts auftraten oder sich der Patient mit Komplikationen wieder in der Universitätsmedizin vorstellte. Patienten, die sich mit postoperativen Komplikationen im ambulanten Umfeld oder einem anderen Krankenhaus vorstellten, wurde somit nicht erfasst.
Der retrospektive Charakter spiegelt sich darin wider, dass teilweise inhomogene Daten ausgewertet wurden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Aufnahmeuntersuchungen teilweise nicht standardisiert sind und unklar war, ob anamnestische Details wie Schmerzbeginn und typische Symptome einer Appendizitis nicht dokumentiert oder nicht untersucht wurden. Gleiches gilt für weitere präoperative Parameter wie den sonographischen Befund, in dem teilweise nur eine Appendizitis bestätigt wurde, ohne diese weiter zu differenzieren oder die sonographischen Zeichen dieser Diagnose zu dokumentieren. Jedoch beschränkt sich die in Teilen inhomogene Datenlage insbesondere auf die Anamnese sowie die klinische und sonographische Untersuchung.
Qualitätssteigernd ist dagegen die Prägnanz und standardisierte Dokumentation der demographischen Daten, der Laborparameter, der Operations- und Verweildauer sowie des histopathologischen Befundes. Auch die genaue Definition der Absetzungsverfahren und die Fallzahl des Staplers und der Schlinge erhöhen die Evidenz der Auswertung.
Insgesamt bilden inhomogene, retrospektiv erhobene und unvollständige Daten die tatsächlichen Prozesse in Krankenhäusern ab, weshalb durch die erhobenen Daten qualitative Aussagen zur Therapie der akuten Appendizitis an der Universitätsmedizin Rostock gemacht werden können.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Die Appendizitis ist eine Entzündung der Appendix vermiformis, welche in mehrere Stadien unterteilt wird und durch Wandnekrosen zu einer Perforation und Peritonitis führen kann. Insgesamt ist sie ein häufiger Grund für ein akutes Abdomen und Männer und Frauen besitzen gleichermaßen ein hohes Lebenszeitrisiko an einer Appendizitis zu erkranken.

Die Appendektomie ist die häufigste viszeralchirurgische Notfalloperation und gleichzeitig die Therapie der Wahl bei der akuten Appendizitis. In den letzten Jahren konnte sich die laparoskopische gegenüber der offenen Appendektomie als Standardverfahren durchsetzen. Bei der Absetzung der Appendix vermiformis kommen Schlingen, Stapler oder Clips zum Einsatz. Die Diskussion bezüglich der Sicherheit und Effizienz der einzelnen Verfahren ist nicht beendet, insbesondere weil viele Variablen die postoperative Komplikationsrate beeinflussen können.

In der retrospektiven, nichtrandomisierten und unizentrischen Analyse unserer Datenbank zu einem seriellen Patientengut, welches von 01.01.2013 bis 31.12.2016 (n= 390) mittels Appendektomie in der Abteilung für Allgemein-, Viszeral-, Gefäß- und Transplantationschirurgie der Universitätsmedizin Rostock operativ versorgt wurde, wurden neben dem Operationsverfahren und der Absetzungstechniken weitere prä-, peri- und postoperative Parameter erfasst.

Insgesamt erhielten 93,08% (n= 363) der Patienten eine laparoskopische Appendektomie (LA) und 6,92% (n= 27) eine offene Appendektomie (OA). Dabei waren Patienten der OA-Gruppe signifikant älter ($p< 0,001$), waren signifikant häufiger in höheren ASA-Klassen ($p< 0,001$) und hatten einen signifikant höheren präoperativen CRP-Wert ($p< 0,001$). Weiterhin hatten Patienten, der OA-Gruppe, eine signifikant längere Operationsdauer ($p< 0,001$), eine erhöhte stationäre Verweildauer ($p< 0,001$) und eine höhere postoperative Komplikationsrate ($p= 0,003$) im Vergleich zu LA-Gruppe.

Patienten, bei denen eine intraoperative Konversion notwendig wurde, waren signifikant älter ($p= 0,001$), hatten häufiger länger als 24 Stunden bis zur stationären Aufnahme Schmerzen ($p= 0,032$) und in der sonographischen Untersuchung häufiger einen Abszess oder eine Perforation beschrieben ($p= 0,032$). Bezüglich der postoperativen Komplikationsrate zwischen Patienten mit einer Konversion und initial offen operierten Patienten stellte sich kein signifikanter Unterschied dar ($p= 0,683$).

Der Stapler wurde im Vergleich zur Schlinge und dem Clip in höheren ASA-Klassen verwendet ($p= 0,03$) und Patienten der Stapler-Gruppe hatten durchschnittlich höhere präoperative CRP-Werte im Vergleich zur Schlinge-Gruppe ($p= 0,013$). Die Operationsdauer war in der Clip-Gruppe signifikant kürzer als in der Schlinge- und Stapler-Gruppe ($p= 0,04$).

Bei der stationären Verweildauer zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Absetzungsverfahren. Während sich die postoperative Komplikationsrate zwischen Schlinge

und Stapler nicht signifikant unterschied (p= 0,3), war diese in der Clip-Gruppe gegenüber dem Stapler (p= 0,01) und der Schlinge (p= 0,004) signifikant erhöht.
Unterschiede bezüglich der Entzündungsfortleitung in die Absetzungszone konnten zwischen den Absetzungsverfahren nicht beschrieben werden. Jedoch zeigte sich, dass bei Patienten mit einer deutlichen Entzündungsfortleitung in die Absetzungszone signifikant häufiger postoperative Komplikationen auftraten (p= 0,003).
Differenziert nach dem Ausbildungsstand wurden 56% (n= 202) der laparoskopischen Appendektomien durch Assistenzärzte durchgeführt. Diese verwendeten im Vergleich zu Oberärzten signifikant häufiger den Stapler (p< 0,001). Die Oberärzte hatten eine signifikant kürzere Operationsdauer im Vergleich zu Assistenz- und Fachärzten (p< 0,001). Bezüglich der postoperativen Komplikationsrate gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen (p= 0,281).
Die vorliegende Studie stellt dar, dass sich die laparoskopische Appendektomie als Standardverfahren in der Abteilung für Allgemein-, Viszeral-, Thorax-, Gefäß- und Transplantationschirurgie der Universitätsmedizin Rostock etabliert hat. Dabei handelt es sich um ein sicheres und alltagstaugliches Verfahren, dass sich ebenfalls als Ausbildungseingriff eignet, ohne die Patientensicherheit zu gefährden oder den stationären Aufenthalt zu verlängern.
In der eigenen Klinik findet größtenteils der Stapler Verwendung und wird insbesondere bei kränkeren Patienten mit fortgeschrittener Entzündung eingesetzt. Angesichts der Ergebnisse sollte evaluiert werden, ob die Schlinge aufgrund des besseren Kosten-Nutzen-Verhältnisses als Standard geeigneter wäre.
Während andere Studien die Verwendung des Clips als sicheres Verfahren einstufen, kann die eigene Studie dies nicht bestätigen. Jedoch wurde der Clip in weniger als 4% der Fälle verwendet, weshalb die Aussagekraft diesbezüglich begrenzt ist und eine weitere Evaluation erfolgen sollte.
Weiterhin konnte gezeigt werden, dass das Risiko einer postoperativen Komplikation mit der Ausprägung der Entzündungsfortleitung in die Absetzungszone stieg. Da in der aktuellen Literatur keine vergleichbaren Studien existieren, besteht diesbezüglich weiterer Forschungsbedarf.

VI. THESEN

These 1: Die laparoskopische Appendektomie ist ein sicheres und effizientes Verfahren, dass sich als Standard gegenüber der offenen Appendektomie etabliert hat.

These 2: Eine intraoperative Konversion kann in begründeten Fällen gerechtfertigt sein, jedoch gehen dadurch Vorteile des laparoskopischen Verfahrens verloren.

These 3: Bei dem Stapler handelt es sich um ein sicheres und vergleichsweise einfaches Verfahren zum Absetzen der Appendix, das insbesondere bei einer komplizierten Appendizitis mit fortgeschrittener Entzündung verwendet wird.

These 4: Es bestehen keine eindeutigen präoperativen Indikatoren für die Verwendung eines bestimmten Absetzungsverfahrens. Die Wahl des Absetzungsverfahrens wird intraoperativ durch den verantwortlichen Operateur getroffen.

These 5: Der Stapler und die Schlinge unterscheiden sich weder in der Operationsdauer noch in der stationären Verweildauer oder postoperativen Komplikationsrate und sind daher in Bezug auf Sicherheit und Effizienz als gleichwertige Verfahren zu betrachten.

These 6: Die Schlinge ist dem Stapler bezüglich des Kosten-Nutzen-Verhältnisses überlegen und aus ökonomischer Sicht sinnvoller.

These 7: Die laparoskopische Appendektomie eignet sich als Ausbildungsoperation, ohne dass die Patientensicherheit gefährdet wird.

These 8: Mit einer Zunahme der Entzündungsfortleitung in die Absetzungszone steigt das Risiko für postoperative Komplikationen, weshalb eine möglichst basisnahe Absetzung des Appendix vorteilhaft ist, wenn die Umstände dies zulassen.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

Abe, T., Nagaie, T., Miyazaki, M., Ochi, M., Fukuya, T. & Kajiyama, K. (2013). Risk factors of converting to laparotomy in laparoscopic appendectomy for acute appendicitis. *Clinical and Experimental Gastroenterology*, 6, 109–114. doi:10.2147/CEG.S41571

Addiss, D. G., Shaffer, N., Fowler, B. S. & Tauxe, R. V. (1990). THE EPIDEMIOLOGY OF APPENDICITIS AND APPENDECTOMY IN THE UNITED STATES. *American Journal of Epidemiology*, *132* (5), 910–925. doi:10.1093/oxfordjournals.aje.a115734

Aktimur, R., Gokakin, A. K., Deveci, K., Atabey, M. & Topcu, O. (2016). Oxidative stress markers in laparoscopic vs. open appendectomy for acute appendicitis: A double-blind randomized study. *Journal of Minimal Access Surgery*, *12* (2), 143–147. doi:10.4103/0972-9941.156203

Alis, H., Gonenc, M., Deniztas, C., Kapan, S. & Turhan, A. N. (2012). Metal endoclips for the closure of the appendiceal stump in laparoscopic appendectomy. *Techniques in Coloproctology*, *16* (2), 139–141. doi:10.1007/s10151-011-0764-7

Al-Kurd, A., Mizrahi, I., Siam, B., Kupietzky, A., Hiller, N., Beglaibter, N. et al. (2018). Outcomes of interval appendectomy in comparison with appendectomy for acute appendicitis. *Journal of Surgical Research*, *225*, 90–94. doi:10.1016/j.jss.2018.01.012

Andersson, R. E. B. (2004). Meta-analysis of the clinical and laboratory diagnosis of appendicitis. *BJS (British Journal of Surgery)*, *91* (1), 28–37. doi:10.1002/bjs.4464

Andersson, R. E., Hugander, A. P., Ghazi, S. H., Ravn, H., Offenbartl, S. K., Nyström, P. O. et al. (1999). Diagnostic Value of Disease History, Clinical Presentation, and Inflammatory Parameters of Appendicitis. *World Journal of Surgery*, *23* (2), 133–140. doi:10.1007/PL00013174

Andreu-Ballester, J. C., Andreu-Ballester, Juan Carlos, González-Sánchez, A., Ballester, F., Almela-Quilis, A., Cano-Cano, M. J. et al. (2009). Epidemiology of Appendectomy and Appendicitis in the Valencian Community (Spain), 1998–2007. *Digestive Surgery*, *26* (5), 406–412. Karger Publishers. doi:10.1159/000235956

Antonacci, N., Ricci, C., Taffurelli, G., Monari, F., Del Governatore, M., Caira, A. et al. (2015). Laparoscopic appendectomy: Which factors are predictors of conversion? A high-volume prospective cohort study. *International Journal of Surgery*, *21*, 103–107. doi:10.1016/j.ijsu.2015.06.089

Bartın, M. K. & Bostancı, M. T. (2016). Evaluation of the open and laparoscopic appendectomy operations with respect to their effect on serum IL-6 levels. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*, *22* (5), 466–470. doi:10.5505/tjtes.2016.47650

Becker, K. & Höfler, H. (2002). Pathologie der Appendizitis. *Der Chirurg*, *73* (8), 777–781. doi:10.1007/s00104-002-0513-6

Beldi, G., Muggli, K., Helbling, C. & Schlumpf, R. (2004). Laparoscopic Appendectomy Using Endoloops: A Prospective, Randomized Clinical Trial. *Surgical Endoscopy And Other Interventional Techniques*, *18* (5), 749–750. doi:10.1007/s00464-003-9156-z

Beldi, G., Vorburger, S. A., Bruegger, L. E., Kocher, T., Inderbitzin, D. & Candinas, D. (2006). Analysis of stapling versus endoloops in appendiceal stump closure. *BJS (British Journal of Surgery)*, *93* (11), 1390–1393. doi:10.1002/bjs.5474

Bhangu, A., Søreide, K., Di Saverio, S., Assarsson, J. H. & Drake, F. T. (2015). Acute appendicitis: modern understanding of pathogenesis, diagnosis, and management. *The Lancet*, *386* (10000), 1278–1287. doi:10.1016/S0140-6736(15)00275-5

Binnebösel, M., Otto, J., Stumpf, M., Mahnken, A. H., Gaßler, N., Schumpelick, V. et al. (2009). Akute Appendizitis. *Der Chirurg*, *80* (7), 579–587. doi:10.1007/s00104-009-1684-1

Biondi, A., Di Stefano, C., Ferrara, F., Bellia, A., Vacante, M. & Piazza, L. (2016). Laparoscopic versus open appendectomy: a retrospective cohort study assessing outcomes and cost-effectiveness. *World journal of emergency surgery: WJES*, *11* (1), 44. doi:10.1186/s13017-016-0102-5

Buckius, M. T., McGrath, B., Monk, J., Grim, R., Bell, T. & Ahuja, V. (2012). Changing Epidemiology of Acute Appendicitis in the United States: Study Period 1993–2008. *Journal of Surgical Research*, *175* (2), 185–190. doi:10.1016/j.jss.2011.07.017

Cesare Ruffolo, A. F. & Bassi. (2013). Acute appendicitis: What is the gold standard of treatment? *World Journal of Gastroenterology*, *19* (47), 8799–8807. doi:10.3748/wjg.v19.i47.8799

Charfi, S., Sellami, A., Affes, A., Yaïch, K., Mzali, R. & Boudawara, T. S. (2014). Histopathological findings in appendectomy specimens: a study of 24,697 cases. *International Journal of Colorectal Disease*, *29* (8), 1009–1012. doi:10.1007/s00384-014-1934-7

Delibegović, S. (2012). The Use of a Single Hem-o-lok Clip in Securing the Base of the Appendix During Laparoscopic Appendectomy. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*, *22* (1), 85–87. doi:doi.org/10.1089/lap.2011.0348

Delibegović, S., Karabeg, R. & Simatović, M. (2020). Securing the base of the appendix during laparoscopic appendectomy. *Medicinski Glasnik: Official Publication of the Medical Association of Zenica-Doboj Canton, Bosnia and Herzegovina*, *17* (2), 252–255. doi:10.17392/1131-20

Delibegović, S. & Matović, E. (2009). Hem-o-lok plastic clips in securing of the base of the appendix during laparoscopic appendectomy. *Surgical Endoscopy*, *23* (12), 2851–2854. doi:10.1007/s00464-009-0493-4

Delibegović, S. & Mehmedovic, Z. (2018). The influence of the different forms of appendix base closure on patient outcome in laparoscopic appendectomy: a randomized trial. *Surgical Endoscopy*, *32* (5), 2295–2299. doi:10.1007/s00464-017-5924-z

Deller, T. (2018). *Histologie: Zytologie, Histologie und mikroskopische Anatomie: das Lehrbuch*. (U. Welsch, W. Kummer & S. Elsberger, Hrsg.) (5. Auflage.). München, Deutschland: Elsevier.

Di Saverio, S., Birindelli, A., Kelly, M. D., Catena, F., Weber, D. G., Sartelli, M. et al. (2016). WSES Jerusalem guidelines for diagnosis and treatment of acute appendicitis. *World Journal of Emergency Surgery*, *11* (1), 1–25. doi:10.1186/s13017-016-0090-5

Ditillo, M. F., Dziura, J. D. & Rabinovici, R. (2006). Is It Safe to Delay Appendectomy in Adults With Acute Appendicitis? *Annals of Surgery*, *244* (5), 656–660. doi:10.1097/01.sla.0000231726.53487.dd

Drake, F., Florence, M., Johnson, M., Jurkovich, G., Kwon, S., Schmidt, Z. et al. (2012). Progress in the Diagnosis of Appendicitis: A Report From Washington State's Surgical Care and Outcomes Assessment Program. *Annals of Surgery*, *256* (4), 586–594. doi:10.1097/SLA.0b013e31826a9602

Fahrner, R. & Schöb, O. (2012). Laparoscopic appendectomy as a teaching procedure: experiences with 1,197 patients in a community hospital. *Surgery Today*, *42* (12), 1165–1169. doi:10.1007/s00595-012-0163-3

Faiz, O., Clark, J., Brown, T., Bottle, A., Antoniou, A., Farrands, P. et al. (2008). Traditional and Laparoscopic Appendectomy in Adults: Outcomes in English NHS Hospitals Between 1996 and 2006. *Annals of Surgery*, *248* (5), 800–806. doi:10.1097/SLA.0b013e31818b770c

Finnerty, B. M., Wu, X., Giambrone, G. P., Gaber-Baylis, L. K., Zabih, R., Bhat, A. et al. (2017). Conversion-to-open in laparoscopic appendectomy: A cohort analysis of risk factors and outcomes. *International Journal of Surgery*, *40*, 169–175. doi:10.1016/j.ijsu.2017.03.016

Fitzmaurice, G. J., McWilliams, B., Hurreiz, H. & Epanomeritakis, E. (2011). Antibiotics versus appendectomy in the management of acute appendicitis: a review of the current evidence. *Canadian Journal of Surgery*, *54* (5), 307–314. doi:10.1503/cjs.006610

Florence, M., Flum, D. R., Jurkovich, G. J., Lin, P., Steele, S. R., Symons, R. G. et al. (2008). Negative Appendectomy and Imaging Accuracy in the Washington State Surgical Care and Outcomes Assessment Program: *Annals of Surgery*, *248* (4), 557–563. doi:10.1097/SLA.0b013e318187aeca

Galli, R., Banz, V., Fenner, H. & Metzger, J. (2013). Laparoscopic approach in perforated appendicitis: increased incidence of surgical site infection? *Surgical Endoscopy*, *27* (8), 2928–2933. doi:10.1007/s00464-013-2858-y

Goldin, A. B., Khanna, P., Thapa, M., McBroom, J. A., Garrison, M. M. & Parisi, M. T. (2011). Revised ultrasound criteria for appendicitis in children improve diagnostic accuracy. *Pediatric Radiology*, *41* (8), 993–999. doi:10.1007/s00247-011-2018-2

Golub, R., Siddiqui, F. & Pohl, D. (1998). Laparoscopic Versus Open Appendectomy: A Metaanalysis. *Journal of the American College of Surgeons*, *186* (5), 545–553. doi:10.1016/S1072-7515(98)00080-5

Gomes, C. A., Junior, C. S., de Peixoto, R. O., Netto, J. M. B., Gomes, C. C. & Gomes, F. C. (2013). Appendiceal stump closure by metal endoclip in the management of complicated acute appendicitis. *World Journal of Emergency Surgery*, *8* (1), 35. doi:10.1186/1749-7922-8-35

Güler, Y., Karabulut, Z., Çaliş, H. & Şengül, S. (2020). Comparison of laparoscopic and open appendectomy on wound infection and healing in complicated appendicitis. *International Wound Journal*, *17* (4), 957–965. doi:10.1111/iwj.13347

Guo, S. & Dipietro, L. A. (2010). Factors affecting wound healing. *Journal of Dental Research*, *89* (3), 219–229. doi:10.1177/0022034509359125

Gupta, N., Machado-Aranda, D., Bennett, K. & Mittal, V. K. (2013). Identification of Preoperative Risk Factors Associated With the Conversion of Laparoscopic to Open Appendectomies. *International Surgery*, *98* (4), 334–339. doi:10.9738/INTSURG-D-13-00058.1

Hackett, N. J., De Oliveira, G. S., Jain, U. K. & Kim, J. Y. S. (2015). ASA class is a reliable independent predictor of medical complications and mortality following surgery. *International Journal of Surgery*, *18*, 184–190. doi:10.1016/j.ijsu.2015.04.079

Hansson, J., Khorram-Manesh, A., Alwindawe, A. & Lundholm, K. (2014). A Model to Select Patients Who May Benefit from Antibiotic Therapy as the First Line Treatment of Acute Appendicitis at High Probability. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, *18* (5), 961–967. doi:10.1007/s11605-013-2413-0

Horvath, P., Lange, J., Bachmann, R., Struller, F., Königsrainer, A. & Zdichavsky, M. (2017). Comparison of clinical outcome of laparoscopic versus open appendectomy for complicated appendicitis. *Surgical Endoscopy*, *31* (1), 199–205. doi:10.1007/s00464-016-4957-z

Huber, T., Paschold, M., Bartsch, F., Lang, H. & Kneist, W. (2016). Weiterbildungseingriff Appendektomie: Was hat sich in 10 Jahren geändert? *Der Chirurg*, *87* (4), 326–331. doi:10.1007/s00104-015-0122-9

Ilves, I., Fagerström, A., Herzig, K.-H., Juvonen, P., Miettinen, P. & Paajanen, H. (2014). Seasonal variations of acute appendicitis and nonspecific abdominal pain in Finland. *World Journal of Gastroenterology : WJG*, *20* (14), 4037–4042. doi:10.3748/wjg.v20.i14.4037

Jaffer, U. & Cameron, A. E. P. (2008). Laparoscopic Appendectomy: a Junior Trainee's Learning Curve. *JSLS : Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons*, *12* (3), 288–291.

Jaschinski, T., Mosch, C. G., Eikermann, M., Neugebauer, E. A. & Sauerland, S. (2018). Laparoscopic versus open surgery for suspected appendicitis. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, *2018* (11). doi:10.1002/14651858.CD001546.pub4

Kanona, H., Al Samaraee, A., Nice, C. & Bhattacharya, V. (2012). Stump appendicitis: a review. *International Journal of Surgery (London, England)*, *10* (9), 425–428. doi:10.1016/j.ijsu.2012.07.007

Kazemier, G., in't Hof, K. H., Saad, S., Bonjer, H. J. & Sauerland, S. (2006). Securing the appendiceal stump in laparoscopic appendectomy: evidence for routine stapling? *Surgical Endoscopy*, *20* (9), 1473–1476. doi:10.1007/s00464-005-0525-7

Kim, S. & Weireter, L. (2018). Cost Effectiveness of Different Methods of Appendiceal Stump Closure during Laparoscopic Appendectomy. *The American Surgeon*, *84* (8), 1329–1332. doi:10.1177/000313481808400847

Kliuchanok, K., Keßler, W., Partecke, I., Walschus, U., Schulze, T., Heidecke, C. D. et al. (2019). A comparison of non-absorbable polymeric clips and staplers for laparoscopic appendiceal stump closure: analysis of 618 adult patients. *Langenbeck's Archives of Surgery*, *404* (6), 711–716. doi:10.1007/s00423-019-01814-w

Koch, A., Zippel, R., Marusch, F., Schmidt, U., Gastinger, I. & Lippert, H. (2000). Prospective Multicenter Study of Antibiotic Prophylaxis in Operative Treatment of Appendicitis. *Digestive Surgery*, *17* (4), 370–378. doi:10.1159/000018881

Konan, A., Hayran, M., Kilic, Y. A., Karakoc, D. & Kaynaroglu, V. (2011). Scoring systems in the diagnosis of acute appendicitis in the elderly. *Turkish Journal of Trauma and Emergency Surgery*, *17* (5), 396–400. doi:10.5505/tjtes.2011.03780

Krishnamoorthi, R., Ramarajan, N., Wang, N. E., Newman, B., Rubesova, E., Mueller, C. M. et al. (2011). Effectiveness of a Staged US and CT Protocol for the Diagnosis of Pediatric Appendicitis: Reducing Radiation Exposure in the Age of ALARA. *Radiology*, *259* (1), 231–239. doi:10.1148/radiol.10100984

Kuehnel, F., Marusch, F., Koch, A. & Gastinger, I. (2007). Retained loose linear cutter staples after laparoscopic appendectomy as the cause of mechanical small bowel obstruction. *International Journal of Colorectal Disease*, *22* (6), 717–718. doi:10.1007/s00384-005-0759-9

Lasek, A., Wysocki, M., Mavrikis, J., Myśliwiec, P., Bobowicz, M., Dowgiałło-Wnukiewicz, N. et al. (2020). Comparison of stump closure techniques during laparoscopic appendectomies for complicated appendicitis - results from Pol-LA (Polish laparoscopic

appendectomy) multicenter large cohort study. *Acta Chirurgica Belgica*, *120* (2), 116–123. doi:10.1080/00015458.2019.1573527

Lee, S. L., Walsh, A. J. & Ho, H. S. (2001). Computed tomography and ultrasonography do not improve and may delay the diagnosis and treatment of acute appendicitis. *Archives of Surgery (Chicago, Ill.: 1960)*, *136* (5), 556–562. doi:10.1001/archsurg.136.5.556

Levin, D. E. & Pegoli, W. (2015). Abscess After Appendectomy: Predisposing Factors. *Advances in Surgery*, *49* (1), 263–280. doi:10.1016/j.yasu.2015.03.010

Liang, M. K., Lo, H. G. & Marks, J. L. (2006). Stump appendicitis: a comprehensive review of literature. *The American Surgeon*, *72* (2), 162–166. doi:10.1177/000313480607200214

Litynski, G. S. (1998). Kurt Semm and the Fight against Skepticism: Endoscopic Hemostasis, Laparoscopic Appendectomy, and Semm's Impact on the "Laparoscopic Revolution". *JSLS : Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons*, *2* (3), 309–313.

Liu, S.-I., Siewert, B., Raptopoulos, V. & Hodin, R. A. (2002). Factors associated with conversion to laparotomy in patients undergoing laparoscopic appendectomy. *Journal of the American College of Surgeons*, *194* (3), 298–305. doi:10.1016/S1072-7515(01)01164-4

Livingston, E. H., Woodward, W. A., Sarosi, G. A. & Haley, R. W. (2007). Disconnect between incidence of nonperforated and perforated appendicitis: implications for pathophysiology and management. *Annals of Surgery*, *245* (6), 886–892. doi:10.1097/01.sla.0000256391.05233.aa

Makaram, N., Knight, S. R., Ibrahim, A., Patil, P. & Wilson, M. S. J. (2020). Closure of the appendiceal stump in laparoscopic appendectomy: A systematic review of the literature. *Annals of Medicine and Surgery (2012)*, *57*, 228–235. doi:10.1016/j.amsu.2020.07.058

Mangi, A. A. & Berger, D. L. (2000). Stump appendicitis. *The American Surgeon*, *66* (8), 739–741.

Mannu, G. S., Sudul, M. K., Bettencourt-Silva, J. H., Cumber, E., Li, F., Clark, A. B. et al. (2017). Closure methods of the appendix stump for complications during laparoscopic appendectomy. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, *2017* (11). doi:10.1002/14651858.CD006437.pub3

Mayir, B., Ozben Ensari, C., Bilecik, T., Aslaner, A. & Oruc, M. T. (2015). Methods for closure of appendix stump during laparoscopic appendectomy procedure. *Turkish Journal of Surgery*, *31* (4), 229–231. doi:10.5152/UCD.2015.2768

Moberg, A. C., Ahlberg, G., Leijonmarck, C. E., Montgomery, A., Reiertsen, O., Rosseland, A. R. et al. (1998). Diagnostic laparoscopy in 1043 patients with suspected acute appendicitis. *The European Journal of Surgery*, *164* (11), 833–840. doi:10.1080/110241598750005246

Moreira, L. F., Garbin, H. I., Da-Natividade, G. R., Silveira, B. V. & Xavier, T. V. (2018). Predicting factors of postoperative complications in appendectomies. *Revista Do Colegio Brasileiro De Cirurgioes*, *45* (5), e19. doi:10.1590/0100-6991e-20181920

Multicentre observational study of performance variation in provision and outcome of emergency appendicectomy. (2013). *BJS (British Journal of Surgery)*, *100* (9), 1240–1252. doi:10.1002/bjs.9201

Nottingham, J. M. (2002). Mechanical Small Bowel Obstruction From a Loose Linear Cutter Staple After Laparoscopic Appendectomy. *Surgical Laparoscopy Endoscopy & Percutaneous Techniques*, *12* (4), 289–290. doi:10.1097/00129689-200208000-00019

Ohmann, C., Franke, C., Kraemer, M. & Yang, Q. (2002). Neues zur Epidemiologie der akuten Appendizitis. *Der Chirurg*, *73* (8), 769–776. doi:10.1007/s00104-002-0512-7

Ohtani, H., Tamamori, Y., Arimoto, Y., Nishiguchi, Y., Maeda, K. & Hirakawa, K. (2012). Meta-analysis of the Results of Randomized Controlled Trials that Compared Laparoscopic and Open Surgery for Acute Appendicitis. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, *16* (10), 1929–1939. doi:10.1007/s11605-012-1972-9

Paik, P. S., Towson, J. A., Anthone, G. J., Ortega, A. E., Simons, A. J. & Beart, R. W. (1997). Intra-abdominal abscesses following laparoscopic and open appendectomies. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, *1* (2), 188–192. doi:10.1016/s1091-255x(97)80108-4

Peiper, Ch. (2006). Appendizitis. In V. Schumpelick, J.R. Siewert & M. Rothmund (Hrsg.), *Praxis der Viszeralchirurgie: Gastroenterologische Chirurgie* (2. Auflage, S. 487–495). Berlin, Heidelberg, Deutschland: Springer. doi:10.1007/978-3-540-29042-1_64

Peiper, Ch. & Binnebösel, M. (2011). Appendizitis. In J.R. Siewert, M. Rothmund & V. Schumpelick (Hrsg.), *Praxis der Viszeralchirurgie. Gastroenterologische Chirurgie* (3. Auflage, S. 573–584). Berlin, Heidelberg, Deutschland: Springer. doi:10.1007/978-3-642-14223-9_34

Perry, Z. H., Netz, U., Mizrahi, S., Lantsberg, L. & Kirshtein, B. (2010). Laparoscopic appendectomy as an initial step in independent laparoscopic surgery by surgical residents. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*, *20* (5), 447–450. doi:10.1089/lap.2009.0430

Ponsky, T. A., Diluciano, J., Chwals, W., Parry, R. & Boulanger, S. (2009). Early Experience with Single-Port Laparoscopic Surgery in Children. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*, *19* (4), 551–553. doi:10.1089/lap.2009.0092

Ponsky, T. A. & Rothenberg, S. S. (2009). Division of the Mesoappendix with Electrocautery in Children Is Safe, Effective, and Cost-Efficient. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*, *19* (1), 11–13. doi:10.1089/lap.2008.0101.supp

Quah, G. S., Eslick, G. D. & Cox, M. R. (2019). Laparoscopic appendicectomy is superior to open surgery for complicated appendicitis. *Surgical Endoscopy*, *33* (7), 2072–2082. doi:10.1007/s00464-019-06746-6

Rakić, M., Jukić, M., Pogorelić, Z., Mrklić, I., Kliček, R., Družijanić, N. et al. (2014). Analysis of endoloops and endostaples for closing the appendiceal stump during laparoscopic appendectomy. *Surgery Today*, *44* (9), 1716–1722. doi:10.1007/s00595-013-0818-8

Reißfelder, C., Mc Cafferty, B. & von Frankenberg, M. (2009). Offene Appendektomie: Wann wird sie noch gebraucht? *Der Chirurg*, *80* (7), 602–607. doi:10.1007/s00104-009-1683-2

Rettenbacher, T., Hollerweger, A., Macheiner, P., Rettenbacher, L., Tomaselli, F., Schneider, B. et al. (2001). Outer Diameter of the Vermiform Appendix as a Sign of Acute Appendicitis: Evaluation at US. *Radiology*, *218* (3), 757–762. doi:10.1148/radiology.218.3.r01fe20757

Rickert, A., Bönninghoff, R., Post, S., Walz, M., Runkel, N. & Kienle, P. (2012). Appendix stump closure with titanium clips in laparoscopic appendectomy. *Langenbeck's Archives of Surgery*, *397* (2), 327–331. doi:10.1007/s00423-011-0869-5

Rickert, A., Krüger, C. M., Runkel, N., Kuthe, A., Köninger, J., Jansen-Winkeln, B. et al. (2015). The TICAP-Study (titanium clips for appendicular stump closure): A prospective multicentre observational study on appendicular stump closure with an innovative titanium clip. *BMC surgery*, *15*, 85. doi:10.1186/s12893-015-0068-3

Riede, U.-N. & Werner, M. (Hrsg.). (2017). *Allgemeine und Spezielle Pathologie* (Springer-Lehrbuch). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-662-48725-9

van Rossem, C. C., van Geloven, A. A. W., Schreinemacher, M. H. F. & Bemelman, W. A. (2017). Endoloops or endostapler use in laparoscopic appendectomy for acute uncomplicated and complicated appendicitis : No difference in infectious complications. *Surgical Endoscopy*, *31* (1), 178–184. doi:10.1007/s00464-016-4951-5

Sahm, M., Koch, A., Schmidt, U., Wolff, S., Pross, M., Gastinger, I. et al. (2013). Akute Appendizitis – Klinische Versorgungsforschung zur aktuellen chirurgischen Therapie. *Zentralblatt für Chirurgie - Zeitschrift für Allgemeine, Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie*, *138* (3), 270–277. doi:10.1055/s-0031-1283947

Sahm, M., Kube, R., Schmidt, S., Ritter, C., Pross, M. & Lippert, H. (2011). Current analysis of endoloops in appendiceal stump closure. *Surgical Endoscopy*, *25* (1), 124–129. doi:10.1007/s00464-010-1144-5

Sahm, M., Pross, M. & Lippert, H. (2011). Akute Appendizitis – Wandel in Epidemiologie, Diagnostik und Therapie. *Zentralblatt für Chirurgie*, *136* (01), 18–24. doi:10.1055/s-0030-1247477

Sakpal, S. V., Bindra, S. S. & Chamberlain, R. S. (2012). Laparoscopic Appendectomy Conversion Rates Two Decades Later: An Analysis of Surgeon and Patient-Specific Factors Resulting in Open Conversion. *Journal of Surgical Research*, *176* (1), 42–49. doi:10.1016/j.jss.2011.07.019

Sauerland, S., Lefering, R. & Neugebauer, E. A. (2004). Laparoscopic versus open surgery for suspected appendicitis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *18* (4). doi:10.1002/14651858.CD001546.pub2

Schick, K. S., Hüttl, T. P., Fertmann, J. M., Hornung, H.-M., Jauch, K.-W. & Hoffmann, J. N. (2008). A critical analysis of laparoscopic appendectomy: how experience with 1,400 appendectomies allowed innovative treatment to become standard in a university hospital. *World Journal of Surgery*, *32* (7), 1406–1413. doi:10.1007/s00268-007-9429-0

Schiebler, T. H. (Hrsg.). (2005). *Anatomie* (9., vollständig überarbeitete Auflage.). Berlin, Deutschland: Springer.

Semm, K. (1983). Endoscopic Appendectomy. *Endoscopy*, *15* (2), 59–64. doi:10.1055/s-2007-1021466

Shogilev, D. J., Duus, N., Odom, S. R. & Shapiro, N. I. (2014). Diagnosing Appendicitis: Evidence-Based Review of the Diagnostic Approach in 2014. *Western Journal of Emergency Medicine*, *15* (7). doi:10.5811/westjem.2014.9.21568

Singh, P., Turner, E. J. H., Cornish, J. & Bhangu, A. (2014). Safety assessment of resident grade and supervision level during emergency appendectomy: Analysis of a multicenter, prospective study. *Surgery*, *156* (1), 28–38. doi:10.1016/j.surg.2014.04.007

Sohn, M., Hoffmann, M., Hochrein, A., Buhr, H. J. & Lehmann, K. S. (2015). Laparoscopic Appendectomy Is Safe: Influence of Appendectomy Technique on Surgical-site Infections and Intra-abdominal Abscesses. *Surgical Laparoscopy Endoscopy & Percutaneous Techniques*, *25* (3), 90–94. doi:10.1097/SLE.0000000000000115

Storm-Dickerson, T. L. & Horattas, M. C. (2003). What have we learned over the past 20 years about appendicitis in the elderly? *American Journal of Surgery*, *185* (3), 198–201. doi:10.1016/s0002-9610(02)01390-9

Strzałka, M., Matyja, M. & Rembiasz, K. (2014). Results of laparoscopic appendectomies performed with the use of titanium clips for closure of the appendicular stump. *Polski Przeglad Chirurgiczny*, *86* (9), 418–421. doi:10.2478/pjs-2014-0074

Strzałka, M., Matyja, M. & Rembiasz, K. (2016). Comparison of the results of laparoscopic appendectomies with application of different techniques for closure of the appendicular stump. *World journal of emergency surgery*, *11* (4). doi:10.1186/s13017-015-0060-3

Suh, Y. J., Jeong, S.-Y., Park, K. J., Park, J.-G., Kang, S.-B., Kim, D.-W. et al. (2012). Comparison of surgical-site infection between open and laparoscopic appendectomy. *Journal of the Korean Surgical Society*, *82* (1), 35–39. doi:10.4174/jkss.2012.82.1.35

Swank, H. A., Eshuis, E. J., van Berge Henegouwen, M. I. & Bemelman, W. A. (2011). Short- and Long-Term Results of Open Versus Laparoscopic Appendectomy. *World Journal of Surgery*, *35* (6), 1221. doi:10.1007/s00268-011-1088-5

Swank, H. A., van Rossem, C. C., van Geloven, A. A. W., in't Hof, K. H., Kazemier, G., Meijerink, W. J. H. J. et al. (2014a). Endostapler or endoloops for securing the appendiceal stump in laparoscopic appendectomy: a retrospective cohort study. *Surgical Endoscopy*, *28* (2), 576–583. doi:10.1007/s00464-013-3207-x

Swank, H. A., van Rossem, C. C., van Geloven, A. A. W., in't Hof, K. H., Kazemier, G., Meijerink, W. J. H. J. et al. (2014b). Endostapler or endoloops for securing the appendiceal stump in laparoscopic appendectomy: a retrospective cohort study. *Surgical Endoscopy*, *28* (2), 576–583. doi:10.1007/s00464-013-3207-x

Takada, T., Nishiwaki, H., Yamamoto, Y., Noguchi, Y., Fukuma, S., Yamazaki, S. et al. (2015). The Role of Digital Rectal Examination for Diagnosis of Acute Appendicitis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLOS ONE*, *10* (9), e0136996. doi:10.1371/journal.pone.0136996

Tang, X. B., Qu, R. B., Bai, Y. Z. & Wang, W. L. (2011). Stump appendicitis in children. *Journal of Pediatric Surgery*, *46* (1), 233–236. doi:10.1016/j.jpedsurg.2010.09.049

Tartaglia, D., Fatucchi, L. M., Mazzoni, A., Miccoli, M., Piccini, L., Pucciarelli, M. et al. (2020). Risk factors for intra-abdominal abscess following laparoscopic appendectomy for acute appendicitis: a retrospective cohort study on 2076 patients. *Updates in Surgery*. doi:10.1007/s13304-020-00749-y

Teixeira, P. G., Sivrikoz, E., Inaba, K., Talving, P., Lam, L. & Demetriades, D. (2012). Appendectomy Timing: Waiting Until the Next Morning Increases the Risk of Surgical Site Infections. *Annals of Surgery*, *256* (3), 538–543. doi:10.1097/SLA.0b013e318265ea13

Terasawa, T., Blackmore, C. C., Bent, S. & Kohlwes, R. J. (2004). Systematic Review: Computed Tomography and Ultrasonography To Detect Acute Appendicitis in Adults and Adolescents. *Annals of Internal Medicine*, *141* (7), 537–546. doi:10.7326/0003-4819-141-7-200410050-00011

Tuggle, K. R.-M., Ortega, G., Bolorunduro, O. B., Oyetunji, T. A., Alexander, R., Turner, P. L. et al. (2010). Laparoscopic Versus Open Appendectomy in Complicated Appendicitis: A Review of the NSQIP Database. *Journal of Surgical Research*, *163* (2), 225–228. doi:10.1016/j.jss.2010.03.071

Viniol, A., Keunecke, C., Biroga, T., Stadje, R., Dornieden, K., Bösner, S. et al. (2014). Studies of the symptom abdominal pain—a systematic review and meta-analysis. *Family Practice*, *31* (5), 517–529. doi:10.1093/fampra/cmu036

Wagner, P. L., Eachempati, S. R., Aronova, A., Hydo, L. J., Pieracci, F. M., Bartholdi, M. et al. (2011). Contemporary Predictors of Conversion from Laparoscopic to Open Appendectomy. *Surgical Infections*, *12* (4), 261–266. doi:10.1089/sur.2010.079.

Walędziak, M., Lasek, A., Wysocki, M., Su, M., Bobowicz, M., Myśliwiec, P. et al. (2019). Risk factors for serious morbidity, prolonged length of stay and hospital readmission after laparoscopic appendectomy - results from Pol-LA (Polish Laparoscopic Appendectomy) multicenter large cohort study. *Scientific Reports*, *9* (1), 14793. doi:10.1038/s41598-019-51172-2

Wilson, M., Maniam, P., Ibrahim, A., Makaram, N., Knight, S. & Patil, P. (2018). Polymeric clips are a quicker and cheaper alternative to endoscopic ligatures for securing the appendiceal stump during laparoscopic appendicectomy. *Annals of The Royal College of Surgeons of England*, *100* (6), 454–458. doi:10.1308/rcsann.2018.0036

Xiao, Y., Shi, G., Zhang, J., Cao, J.-G., Liu, L.-J., Chen, T.-H. et al. (2015). Surgical site infection after laparoscopic and open appendectomy: a multicenter large consecutive cohort study. *Surgical Endoscopy*, *29* (6), 1384–1393. doi:10.1007/s00464-014-3809-y

Yu, C.-W., Juan, L.-I., Wu, M.-H., Shen, C.-J., Wu, J.-Y. & Lee, C.-C. (2013). Systematic review and meta-analysis of the diagnostic accuracy of procalcitonin, C-reactive protein and white blood cell count for suspected acute appendicitis. *British Journal of Surgery*, *100* (3), 322–329. doi:10.1002/bjs.9008

Zhang, P., Zhang, Q., Zhao, H. & Li, Y. (2020). Factors affecting the length of hospital stay after laparoscopic appendectomy: A single center study. *PLOS ONE*, *15* (12), e0243575. doi:10.1371/journal.pone.0243575

Ziegler, H.-K. (1972). Zur Ätiologie und Pathogenese der Appendicitis. *Langenbecks Archiv für Chirurgie*, *330* (3), 209–219. doi:10.1007/BF01261700

Zielke, A. (2002). Appendizitis. Moderne Diagnostik. *Der Chirurg*, *73* (8), 782–790. doi:10.1007/s00104-002-0501-x

VIII. ANHANG

8.1 EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG

Ich versichere eidesstattlich durch eigenhändige Unterschrift, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit ist noch nicht veröffentlicht und ist in gleicher oder ähnlicher Weise noch nicht als Studienleistung zur Anerkennung oder Bewertung vorgelegt worden. Ich weiß, dass bei Abgabe einer falschen Versicherung die Prüfung als nicht bestanden zu gelten hat.

Rostock

(Abgabedatum) (Vollständige Unterschrift)

Lippstadt den 10.06.2022