

**Aus der Klinik und Poliklinik für
Allgemein-, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie
der Universität Würzburg**

Direktor: Professor Dr. med. C.-T. Germer



Appendizitis im Kindesalter - eine retrospektive Analyse

**Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg**

**vorgelegt von
David Metzler
aus Ravensburg**

Würzburg, September 2016

Referent: Prof. Dr. med. Thomas Meyer
Koreferent: apl. Prof. Dr. med. Frank Schuster
Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 22.03.2021

Der Promovend ist Arzt

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	1
1.1	Die Appendizitis im Kindesalter.....	1
1.2	Klassifikation	2
1.3	Symptomatik.....	4
1.4	Diagnostik.....	6
1.5	Therapiemöglichkeiten	12
1.6	Fragestellung.....	20
2.	Patienten und Methoden	21
2.1	Patientengut	21
2.2	Methoden	21
2.3	Fragenkatalog/Patientenmaske	22
3.	Ergebnisse.....	24
3.1	Beschreibung des Patientenkollektives	24
3.2	Diagnostische Maßnahmen.....	28
3.3	Klassifikation und Schweregrad der Appendizitis.....	29
3.4	CRP und Leukozyten bei Patientenaufnahme	33
3.5	Diagnostische Trefferquote des Chirurgen und negative Appendektomien.....	35
3.6	Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer Appendizitis und der jeweiligen Jahreszeit bzw. Wetterlage	36
3.7	Ist die laparoskopische Appendektomie bei Kindern am Universitätsklinikum Würzburg ein Ausbildungseingriff?	37
3.8	Offene und laparoskopische Appendektomie im Vergleich.....	40
4.	Diskussion	46
5.	Zusammenfassung.....	59
6.	Literatur- und Abbildungsverzeichnis	61
7.	Danksagung	69

1. Einleitung

1.1 Die Appendizitis im Kindesalter

Die akute Appendizitis stellt mit einer Inzidenz von rund 200 Kindern (jünger 15 Jahre) pro 100.000 Einwohner [1] die häufigste Ursache des akuten Abdomens im Kindesalter dar [2–5]. Dies gilt in erster Linie nachweislich für die Altersklasse zwischen 6 und 16 Jahren [3]. Darüber hinaus besteht eine Prädominanz für das männliche Geschlecht [6]. Bei Säuglingen und Kleinkindern hingegen stehen andere Erkrankungen im Vordergrund, die man bei Verdacht auf ein akutes Abdomen differentialdiagnostisch in Erwägung ziehen muss (vgl. Tab. 1).

Säuglinge und Kleinkinder	Schulkinder
Hypertrophe Pylorusstenose	Appendizitis
Invagination	Lymphadenitis mesenterialis
Fremdkörperingestion	Ovarialerkrankungen
Purpura-Schoenlein-Henoch	Nierenerkrankungen
Malrotation mit Volvulus	
Lymphadenitis mesenterialis	
Gastroenteritis (häufigste DD [6])	
Appendizitis	

Tab. 1: Differentialdiagnosen des akuten Abdomens nach Altersklassen [3]

Auch wenn der genaue Pathomechanismus einer Appendizitis noch nicht definitiv geklärt ist, geht man davon aus, dass es im Rahmen einer Obstruktion im Lumen des Wurmfortsatzes zu einer vermehrten Schleimproduktion und bakteriellen Proliferation kommt. Dies bedingt vermutlich einen Anstieg des intraluminalen Druckes mit konsekutivem Ödem, was zu einer verschlechterten Durchblutungssituation und letztendlich zur Ischämie, Nekrose und im äußersten Falle zur Perforation führt. Mögliche Ursachen für eine solche Obstruktion können eine lymphatische Hyperplasie, das Vorhandensein eines Fäkolithen, eine Ingestion von Fremdkörpern, narbige Veränderungen oder eine Kompression von

außen (z.B. Tumore) sein [4, 7]. Im Gegensatz zur akuten Appendizitis kann sich diese Obstruktion im Rahmen einer chronischen Appendizitis wieder lösen, bevor es zu einer Nekrose und Perforation kommt [8]. Überdies ist die Appendix veriformis ein lymphatisches Organ und enthält in der Tunica mucosa zahlreiche Lymphfollikel, weshalb man sie auch „Darmtonsille“ nennt [9]. Entsprechend liegt es nahe, dass der Wurmfortsatz im Rahmen von Infektionskrankheiten (z.B. Gastroenteritiden) mit involviert sein kann. Auch Infektionen mit enteropathogenen Keimen wie Yersinien, Salmonellen, Shigellen, Adeno-, Coxsackieviren oder Parasiten (z.B. Oxyuren) scheinen zusätzlich eine Rolle bei der Entstehung einer Appendizitis zu spielen, auch wenn ein kausaler Zusammenhang noch nicht nachgewiesen werden konnte [3, 4].

Obwohl die Erkrankung - wie zuvor erwähnt - bei Säuglingen und Kleinkindern eher selten ist, tritt sie in diesem Alter häufig zusammen mit anderen Erkrankungen wie Morbus Hirschsprung, Mukoviszidose oder nekrotisierende Enterokolitis auf [4].

1.2 Klassifikation

Es gibt mehrere Möglichkeiten, eine Appendizitis zu klassifizieren [7]:

- Klinisch präoperativ differenziert man zwischen einer *akuten*, *subakuten* und *chronischen Appendizitis*.
- Klinisch postoperativ unterscheidet man zwischen einer *perforierten* und *nicht-perforierten Appendizitis*. Liegt eine *Perforation* vor, gibt man an, ob diese *frei* in die Bauchhöhle oder *gedeckt* stattgefunden hat. Bildet sich im Rahmen einer (gedeckten) Perforation ein abgekapselter Abszess um die Appendix, spricht man von einem *perityphlitischen Abszess*. Um das entzündliche Geschehen einzudämmen, legt sich das große Netz um den Wurmfortsatz, sodass es zu Peritonealverklebungen mit Einschmelzung kommt. Des Weiteren gibt man im Falle einer *Peritonitis* an, ob diese *regional* oder *generalisiert* ist.

➤ Nach histologischen Kriterien unterscheidet man je nach Schweregrad:

- katarrhalische Appendizitis
- hämorrhagische Appendizitis
- fibrinös-eitrige Appendizitis
- phlegmonöse Appendizitis
- gangränöse Appendizitis

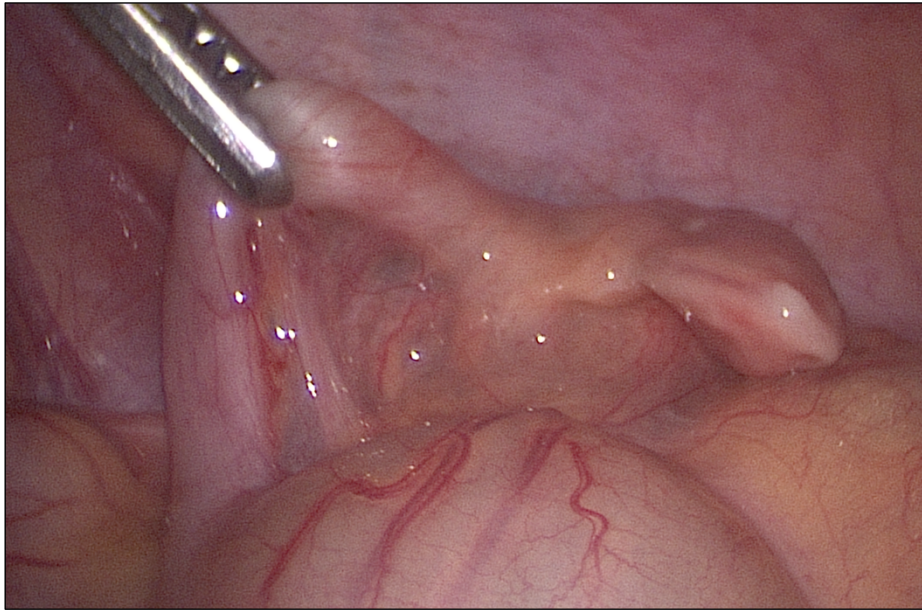


Abb. 1: Katarrhalische Appendizitis in situ

1.3 Symptomatik

Das klinische Bild einer akuten Appendizitis wird vor allem durch das Alter des Kindes, ursächliche Faktoren der Erkrankung und durch die Lage des Wurmfortsatzes (vgl. Abbildung 2) geprägt [3]. Darüber hinaus ist die akute Appendizitis ein Krankheitsbild, das sich vielseitig äußern kann und daher als "Chamäleon" nicht immer einfach zu diagnostizieren ist. Zumeist kann man jedoch einen phasenhaften Verlauf beobachten [6]:

- Die *1. Phase* beginnt mit Inappetenz, Unwohlsein, Übelkeit, Brechreiz und meist nur einmaligem initialen Erbrechen. Typischerweise wird ein nicht näher definierbarer dumpfer Bauchschmerz beschrieben. Mit einer Häufigkeit von mehr als 90% stellt das Erbrechen außerdem das sicherste klinische Zeichen einer Appendizitis dar [3].
- In der *2. Phase* wandern die Schmerzen in Richtung des rechten Unterbauches und nehmen an Intensität zu. Auch hier können begleitend Übelkeit und Brechreiz auftreten. Zu einem erneuten Erbrechen kommt es in der Regel jedoch nicht.
- Die *3. Phase* ist dadurch geprägt, dass der Schmerz nun keinen wandernden Charakter mehr aufweist, sondern im rechten Unterbauch lokalisiert ist. Außerdem kommt es nach initial normalen bis subfebrilen Temperaturen nun zur Manifestation von Fieber um die 38°C.
- Charakteristisch für die *4. Phase* ist eine Abwehrspannung im rechten Unterbauch, welche durch das Eintreten einer regionalen Peritonitis erklärbar ist. Des Weiteren meidet der Patient Bewegungen und Erschütterungen, indem er eine Schonhaltung einnimmt (das Kind liegt zum Beispiel mit angezogenen Beinen im Bett).
- Die *5. Phase* ist schließlich durch einen weiteren Anstieg der Temperatur mit Fieber um circa 39°C gekennzeichnet. Kommt es nach Zunahme der Schmerzintensität zu einer transienten Erleichterung der Schmerzsymptomatik mit anschließendem progredienten Meteorismus und eventuell erneutem Erbrechen, geht man davon aus, dass es zu einer Perforation der Appendix gekommen ist. Gerade dieses sogenannte "freie Intervall" führt häufig zu Fehldiagnosen [7].

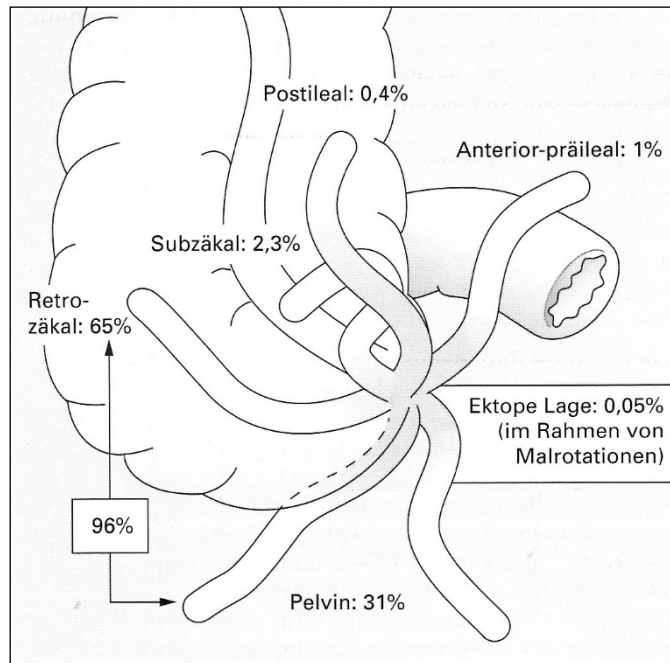


Abb. 2: Lagevarianten der Appendix vermiformis [3]

Auch wenn die klinische Symptomatik einer akuten Appendizitis häufig phasenhaft beschrieben werden kann, muss man dennoch bedenken, dass das klinische Bild dieser Erkrankung vor allem bei kleineren Kindern wesentlich unspezifischer in Erscheinung treten kann. So können beispielsweise Übelkeit und Appetitlosigkeit fehlen, wohingegen diese Symptome bei älteren Kinder nahezu charakteristisch sind [3]. Zudem ist eine ausgeprägte Abwehrspannung nicht immer vorhanden. Darüber hinaus erfolgt die Diagnosestellung einer Appendizitis in diesem Alter meist verzögert, da zum einen - wie erwähnt - die Klinik unspezifischer ist und zum anderen noch keine detaillierten Beschwerdeäußerungen seitens der Patienten möglich sind. Folglich werden die Kinder häufig erst im Rahmen einer Perforation und Peritonitis auffällig. Aus diesen Gründen verläuft die akute Appendizitis bei jüngeren Kindern meist foudroyanter [3, 4, 7, 10–12].

1.4 Diagnostik

Trotz modernster bildgebender Verfahren und multipler labordiagnostischer Möglichkeiten, die uns heutzutage zur Verfügung stehen, ist die Diagnose einer Appendizitis in erster Linie eine klinische. Daher sind eine ausführliche Anamnese und eine gründliche klinische Untersuchung für die Diagnostik unerlässlich [3, 7, 10, 13–15]. Zusätzlich können die Labordiagnostik und Sonographie richtungsweisende Hinweise liefern, auch wenn sie nicht so aussagekräftig wie die Klinik sind. Weitere bildgebende Verfahren, wie beispielsweise die Computertomographie, kommen nur bei speziellen Fragestellungen zur Anwendung.

Nichtsdestoweniger stellt die Diagnosestellung einer Appendizitis vor allem bei jüngeren Kindern eine Herausforderung dar. Wie zuvor beschrieben, führen bei diesen Kindern gerade die unspezifischere Klinik und die fehlende bzw. eingeschränkte Möglichkeit einer exakten Beschwerdeäußerung häufig zu einer verzögerten Diagnosestellung, sodass die Erkrankung erst im Rahmen einer Perforation und Peritonitis erkannt wird [3].

Klinische Untersuchung

Die Treffsicherheit der klinischen Diagnostik einer akuten Appendizitis ist von der Erfahrung des Untersuchers abhängig und bei erfahrenen Ärzten hoch [16]. Eine prospektive Kohortenstudie, die von *Williams et al.* an 247 Kindern durchgeführt wurde, ergab eine Sensitivität der klinischen Untersuchung durch einen erfahrenen Chirurgen von 92,6% für die Identifikation einer akuten Appendizitis (Spezifität 94,9%). Die Sensitivität bei Perforation lag sogar bei 96,4% (Spezifität 83%) [17].

Bereits zu Beginn der klinischen Untersuchung können Gesichtsausdruck und Körperhaltung einiges über den Zustand des Patienten aussagen. Da die Auskultation mit einem kalten Stethoskop das Kind möglicherweise in Unruhe versetzt, wird zunächst das Abdomen vorsichtig perkutiert und palpiert, wobei man sich von nicht bzw. weniger schmerzhaften Arealen in empfindlichere Bereiche vorarbeitet. Aufgrund einer peritonealen Reizung besteht meist eine *Klopfdolenz* im rechten Unterbauch. Des Weiteren ist eine *Druckdolenz* an folgenden Stellen zu eruieren (vgl. Abbildung 3):

- *Mc Burney-Punkt* (rechtes Drittel der Linie zwischen Spina iliaca anterior und Nabel)
- *Lanz-Punkt* (rechtes Drittel der Linie zwischen beiden Spinae iliacae anteriores)

Ferner wird überprüft, ob ein sogenannter *kontralateraler Loslassschmerz (Blumberg-Zeichen)* auslösbar ist. Hierzu drückt man die Bauchdecke im Bereich des linken Unterbauches ein und hebt diesen Druck ruckartig wieder auf. Verspürt das Kind einen Schmerz im Bereich der Appendix, gilt der Test als positiv. Zudem kann eine *Abwehrspannung* je nach Stadium der Appendizitis lokalisiert oder generalisiert auftreten. Klagt der Patient beim retrograden Ausstreichen des Dickdarms in Richtung Coecum obendrein über Schmerzen im Bereich des Wurmfortsatzes und des Colon ascendens, ist das *Rovsing-Zeichen* positiv. Das *Psoas-Zeichen* wiederum definiert sich dadurch, dass das Kind beim Anheben des gestreckten Beines (Flexion im Hüftgelenk) gegen den Widerstand des Arztes einen Schmerz durch Reizung der Psoasfaszie verspürt. Dieses Zeichen ist besonders bei einer retrozökalen Lage der Appendix positiv. Weiterhin kann der *Dougllasschmerz* mittels einer digital-rektalen Untersuchung ausgelöst werden, wenn die Appendix phlegmonös verändert im kleinen Becken liegt. Da diese Untersuchung bei Kindern per se schon schmerzhaft ist und bei retrozökaler Lage des Wurmfortsatzes keine Aussagekraft hat, wird in vielen Kliniken weitgehend darauf verzichtet [3, 6, 7]. Auch eine *axillo-rektal* gemessene *Temperaturdifferenz* $> 1^{\circ}\text{C}$ kann auf eine Appendizitis hinweisen, ist jedoch ebenfalls begrenzt aussagekräftig [3, 6].

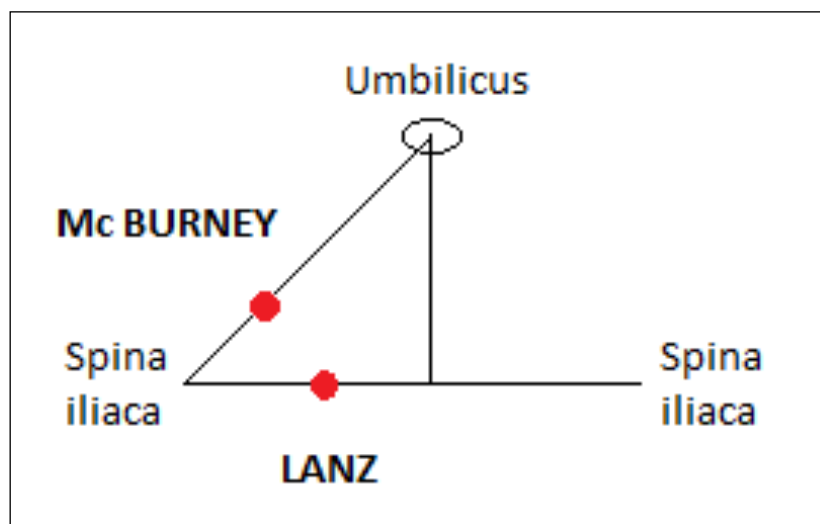


Abb. 3: Schematische Zeichnung der Lagepunkte Mc Burney und Lanz

Labordiagnostik

Typisch für eine akute Appendizitis sind *Leukozytenwerte* zwischen 12.000 und 18.000 Leukozyten/ μl . Eine Leukozytose über 20.000 Leukozyten/ μl kann auf eine bereits eingetretene Perforation des Wurmfortsatzes hinweisen. Normalwerte hingegen schließen eine Appendizitis nicht aus [3]. Ferner ist es möglich, dass die Leukozytenzahl im Falle eines perityphlitischen Abszesses sogar sinkt, wenn sich die weißen Blutkörperchen im Abszess konzentrieren [7].

Eine Erhöhung des *C-reaktiven Proteins (CRP)* wiederum lässt sich häufig erst nach einem Tag nachgewiesen, ist aber nicht obligat. Dieser Wert ist unspezifisch und spielt in der Primärdiagnostik meist keine große Rolle [3].

Des Weiteren kann eine *Linksverschiebung* zur Abgrenzung einer viral verursachten Erkrankung herangezogen werden [7]. Eine *Bakteriurie* und *Leukozyturie* sprechen neben einem Harnwegsinfekt auch für eine akute Appendizitis, wenn die entzündete Appendix retrozökal liegt und es zu einer Mitreaktion des Ureters gekommen ist [3, 4]. Bei fertilen weiblichen Jugendlichen sollte außerdem das *humane Choriongonadotropin (HCG)* im Serum bestimmt werden, um eine mögliche Gravidität auszuschließen [6].

Bildgebende Verfahren

Die *Sonographie* hat sich heutzutage als wichtigstes bildgebendes Verfahren im Rahmen der Appendizitis-Diagnostik etabliert und gilt daher als Goldstandard [3]. Sie weist eine Sensitivität von 85% und eine Spezifität von 92% auf [7] und sollte auch bei eindeutiger klinischer Symptomatik stets durchgeführt werden. Die Nichtinvasivität, eine fehlende Strahlenbelastung, relativ niedrige Kosten und die schnelle Verfügbarkeit sind die Vorteile dieses bildgebenden Verfahrens. Mögliche sonographische Zeichen einer Appendizitis stellen unter anderem dar [3, 7] (vgl. Abbildungen 4 und 5):

- pathologische Kokarde
- fehlende Komprimierbarkeit
- echoarmes Lumen (Eiter)
- verdickte Appendixwand mit Durchmesser der Appendix $> 8\text{mm}$
- Kotstein mit dorsalem Schallschatten
- fehlende Peristaltik
- perityphlitisches Infiltrat mit Netzabdeckung bzw. perityphlitischer Abszess

Kann die Appendix jedoch sonographisch nicht dargestellt werden, schließt dies eine Appendizitis nicht aus.

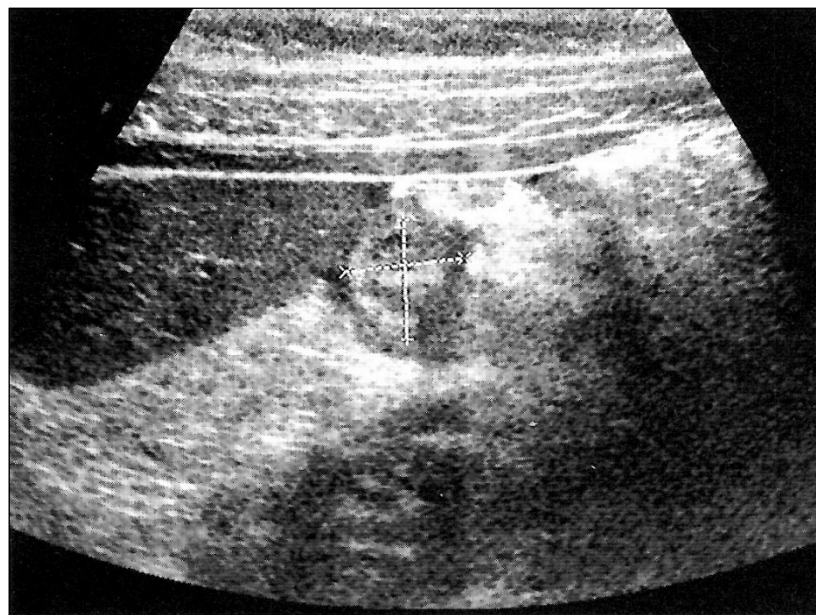
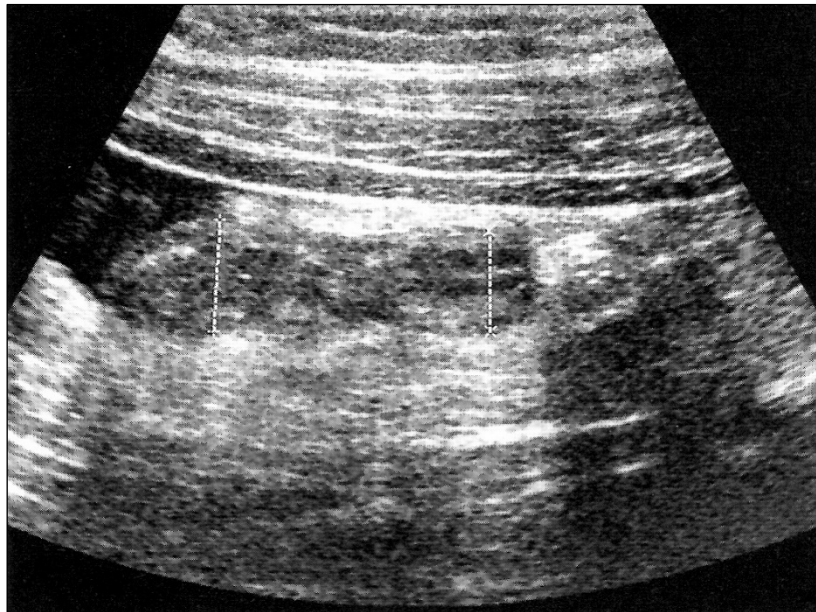


Abb. 4 und 5: Sonographischer Befund einer akuten Appendizitis [3]

Weitere bildgebende Verfahren gehören nicht zur Standarddiagnostik, sondern dienen der Abklärung spezieller Fragestellungen. Die *Magnetresonanztomographie* (MRT) hat sich aufgrund einer hohen Aussagekraft bei fehlender Strahlenbelastung gerade bei sehr unklaren Befunden bewährt. Auch wenn der Nutzen dieser Untersuchungsmethode noch nicht ausreichend belegt ist, ergab eine Metaanalyse von 8 geeigneten Studien bei Erwachsenen eine Sensitivität von 97% und Spezifität von 95% [16]. Angesichts der langen Untersuchungszeit bedarf es gerade bei Kleinkindern häufig einer Narkose oder angemessenen Sedierung, weshalb die MRT nicht zur Routinediagnostik gehört.

Die *Computertomographie* (CT) stellt mit einer hohen Sensitivität und Spezifität von je 98% [7] eine weitere Alternative in der Bildgebung bei unklaren Fällen dar. Gerade die Diagnostik eines Abszesses und dessen CT-gesteuerte Punktion ist diesem Verfahren vorbehalten. Zu bedenken sind jedoch die hohe Strahlenbelastung und eine nicht auszuschließende Karzinominduktion, weshalb auch dieses Verfahren nicht routinemäßig durchgeführt wird und inzwischen weitgehend in den Hintergrund gedrängt wurde [3].

Die *Röntgendiagnostik* hingegen ist aufgrund der hohen Strahlenbelastung und der geringen Aussagekraft heutzutage ohne Bedeutung [3].

Verlaufsbeobachtung

Im Rahmen von unklaren Fällen kann man sich durchaus vorerst zu einer stationären Aufnahme und Verlaufskontrolle entschließen. Das Kind wird engmaschig sowohl klinisch als auch laborchemisch überwacht. In 30% der Fälle kommt es zu einem Sistieren der Beschwerden [7]. Sollten die Beschwerden jedoch persistieren oder sogar progredient werden, ist eine diagnostische Laparoskopie indiziert.

Diagnostische Laparoskopie

Im Falle von unklaren Befunden ist eine diagnostische Laparoskopie gerechtfertigt, da eine verschleppte oder sogar perforierte Appendizitis eine wesentlich höhere Morbidität aufweist [7]. Auch nach Beschwerdepersistenz im Rahmen einer Verlaufsbeobachtung ist diese Maßnahme indiziert. In manchen Kliniken wird sogar ein primär laparoskopisches Vorgehen bei jeglichem Verdacht auf eine Appendizitis favorisiert. Dies ist auch in der Kinderchirurgie des Universitätsklinikums Würzburg der Fall. Da es sich bei der diagnostischen Laparoskopie um einen chirurgischen Eingriff mit entsprechenden Komplikationen handelt, müssen die Eltern des Patienten stets aufgeklärt werden.

Wird nun im Rahmen dieser Untersuchung eine Appendizitis diagnostiziert, erfolgt eine laparoskopische Appendektomie. Ist die Appendix jedoch makroskopisch blande, sollte man nach weiteren möglichen Pathologien suchen, welche für eine entsprechende Beschwerdesymptomatik ursächlich sein können (z.B. Meckel-Divertikel oder symptomatische Ovarialzyste). Ob bei akuten rechtsseitigen Unterbauchschmerzen und makroskopisch unauffälligem Wurmfortsatz eine Gelegenheitsappendektomie durchgeführt oder die Appendix in situ belassen werden sollte, ist weiterhin unklar [3, 16, 18]. So zeigte eine prospektive Studie von *Van den Broeck et al.*, dass nur 1% der Patienten, bei denen eine makroskopisch blande Appendix belassen wurde, im weiteren Verlauf eine akute Appendizitis entwickelten, was dem normalen Erkrankungsrisiko entspricht. Über 90% der Patienten waren jedoch nach 4 Jahren beschwerdefrei [19]. Andererseits schließt ein makroskopisch unauffälliger Wurmfortsatz keine neurogene Appendikopathie aus [18]. Dies ist eine neuromartige Proliferation der Appendixwand, die nur vom Pathologen festgestellt werden kann und deren Symptome sich klinisch nicht von einer akuten oder chronisch-rezidivierenden Appendizitis unterscheiden lassen. Nach *Ure* ist das Belassen der Appendix in situ eine zulässige Option, solange künftig keine nachteiligen Aspekte berichtet werden [16]. Andere Autoren hingegen empfehlen bei makroskopisch unauffälliger Appendix ohne weitere Pathologien eine Gelegenheitsappendektomie [7, 18, 20, 21].

Appendizitisscores

Wenngleich in den letzten Jahren zahlreiche Appendizitis-Scores vorgestellt wurden, haben sich diese im Allgemeinen nicht durchsetzen können. Ein Beispiel stellt der sogenannte PAS- Score dar (Pediatric Appendicitis Score), der folgende Komponenten enthält: Rechtsseitiger Unterbauch- und Hüftschmerz, Appetitlosigkeit, Fieber, Erbrechen, Schmerzwanderung, Leukozytose und Neutrophilie. Trotz allem ist der Nutzen dieser Scores weiterhin nicht ausreichend belegt [16].

1.5 Therapiemöglichkeiten

Auch wenn bestimmte Formen der Appendizitis einem konservativen Behandlungsversuch zugeführt werden können, gilt die operative Therapie nach wie vor als Methode der Wahl [3]. Der konventionellen/offenen Appendektomie steht hierbei die laparoskopische Appendektomie gegenüber.

Anatomie der Appendix

Verfolgt man das Colon ascendens oralwärts entlang der Taenia libra, so gelangt man letztendlich zum Wurmfortsatz (Appendix veriformis), welcher sich am Zökopol befindet. Häufig wird dieser umgangssprachlich als "Blinddarm" bezeichnet, obwohl der Begriff eigentlich das sogenannte Coecum beschreibt. Die Appendix liegt zumeist intraperitoneal nach oben geklappt in retrozökaler Lage (65%). Abhängig von Position und Mobilität des Coecums ergeben sich jedoch auch weitere Lagevarianten (vgl. Abbildung 2), welche zu differentialdiagnostischen Schwierigkeiten bei der Diagnostik einer Appendizitis führen können. Ferner besitzt der Wurmfortsatz ein Gekröse (Mesoappendix), in dem sich die versorgenden Leitungsbahnen befinden. Dieses kann jedoch bei sekundär retroperitoneal gelegenem Coecum und retrozökaler Lage des Wurmfortsatzes auch fehlen. Die arterielle Versorgung der Appendix erfolgt über die Arteria appendicularis, die wiederum aus der Arteria ileocolica entspringt. Analog hierzu gestaltet sich der venöse Abfluss. Darüber hinaus enthält der Wurmfortsatz lymphatisches Gewebe in Form von Lymphfollikeln, welche bis in die Submukosa reichen. Aus diesem Grund wird er auch "Darmtonsille" genannt [22].

Konservative Therapie

Eine subakute oder beginnende Appendizitis kann zunächst auch einem konservativen Therapieversuch zugeführt werden. Zu den konservativen Maßnahmen zählen Bettruhe, Nahrungskarenz, parenterale Flüssigkeitszufuhr und eine systemische Antibiotikatherapie. Unerlässlich ist hierbei eine strenge Überwachung im Rahmen einer stationären Aufnahme und erneute Evaluation nach einigen Stunden [7, 9].

Wie man im Falle einer komplizierten Appendizitis mit Perforation, Abszessbildung und/oder Konglomeratbildung verfahren soll, ist bis heute umstritten. Eine konservative Therapie mit Antibiose und Drainage wird nach neusten Erkenntnissen empfohlen, da sie einer sofortigen Appendektomie überlegen zu sein scheint. Inwiefern eine konsekutive Intervallappendektomie erforderlich ist, muss noch geklärt werden [16].

Indikationen einer Appendektomie

Prinzipiell sollte eine *akute Appendizitis* einer operativen Therapie zugeführt werden. Entscheidend für die Indikationsstellung einer Appendektomie ist in erster Linie der klinische Untersuchungsbefund [3]. Der laborchemische und sonographische Befund erhärtet eine solche Therapieentscheidung, ist aber nicht ausschlaggebend. Liegt jedoch ein auffälliger Sonographiebefund bei fehlender bzw. unzureichender Klinik vor, sollte dieser durchaus ernst genommen werden.

Bis heute ist man sich jedoch uneinig, wie viel Zeit man bis zur Operation verstreichen lassen darf. Gerade die Frage, ob man eine akute Appendizitis auch noch nach Mitternacht operieren soll, bewegt viele Gemüter. Es ließ sich nämlich eine positive Korrelation zwischen dem Schweregrad der pathologischen Veränderungen des Wurmfortsatzes und dem Zeitintervall zwischen Untersuchung und Operation nachweisen [3]. Hingegen ergaben verschiedene Untersuchungen, dass man eine akute nicht-perforierte Appendizitis ohne Peritonitis auch noch um mehrere Stunden verzögert operieren kann, ohne Nachteile bezüglich der Komplikationen und der Liegezeit in Kauf nehmen zu müssen [3, 7].

In Deutschland gilt eine juristisch relevante Empfehlung, eine akute Appendizitis binnen 4 bis 6 Stunden nach Diagnosestellung zu operieren [7]. Weitere Indikationen für eine Appendektomie sind:

- chronisch-rezidivierende Appendizitis
- neurogene Appendikopathie (Problem: histologische Diagnosestellung)
- Karzinoide < 2cm
- simultan bei anderen intraabdominellen Eingriffen (z.B. Operation einer Malrotation oder intraabdomineller maligner Neoplasien)

Konventionelle Appendektomie

Die erste erfolgreiche konventionelle Appendektomie erfolgte im Jahre 1735 durch den französischen Chirurgen Claudius Amyand (1680-1740) im Sankt Georg Hospital in London [23]. Dieser entdeckte zufällig im Rahmen einer Leistenhernienoperation bei einem 11-jährigen Jungen eine perforierte Appendix im Bruchsack, die er daraufhin abtrug („Amyand-Hernie“).

Die konventionelle bzw. offene Appendektomie wird in Rückenlagerung des Patienten durchgeführt und bedarf einer Intubationsnarkose. Der standardisierte Zugangsweg ist der *Wechselschnitt* im rechten Unterbauch, da er die wenigsten Komplikationen (z.B. Narbenbrüche) und eine gute Übersicht mit sich bringt [3]. Hierzu erfolgt ein schräger Hautschnitt über dem Mc Burney-Punkt, der sich gegebenenfalls problemlos „hockeyschlägerförmig“ nach kranial oder im Sinne eines modifizierten „Pfannenstielschnittes“ nach medial erweitern lässt. Nach Durchtrennung von Haut, Subcutis und Scarpa-Faszie liegt die Externusaponeurose frei, welche entsprechend ihres Faserverlaufs von laterokranial nach mediokaudal gespalten wird. Die darunter liegende Muskulatur (Musculi obliquus internus und transversus abdominis) wird ebenfalls stumpf gespalten und die Fascia transversalis zusammen mit dem Peritoneum schließlich eröffnet.

Alternativ kann der operative Zugang auch über einen *Pararektalschnitt* erfolgen. Dieser ist jedoch mit einem schlechteren kosmetischen Ergebnis und mit einer höheren Rate an postoperativen Narbenhernien vergesellschaftet. Hierfür wird die Haut rechts pararektal (neben dem Musculus rectus abdominis) inzidiert und bis zum vorderen Blatt der Rektusscheide präpariert. Dieses wird nun eröffnet und die Muskulatur nach medial verschoben. Daraufhin durchtrennt der Operateur das hintere Blatt der Rektusscheide zusammen mit dem Peritoneum. In seltenen Fällen kann die konventionelle Appendektomie auch mittels einer *medianen Unterbauchlaparotomie* erfolgen, wenn dieser Zugang ohnehin erforderlich ist (Simultaneigriff).

Nach der Eröffnung des Peritoneums sucht man schließlich den Zökalpol auf, an dessen Ende sich im Verlauf der Taenia libera der Wurmfortsatz befindet. Das Coecum wird mobilisiert und zusammen mit anhängender Appendix vorsichtig mit einer feuchten Kompresse vor die Bauchdecke luxiert. Die Luxation sollte hierbei möglichst nicht allzu ausgeprägt erfolgen, da es ansonsten zu Zug- und Druckschäden kommen kann. Als Nächstes wird die Appendix apikal angeklemt und darmwandnah skelettiert. Hierzu werden die

in der Mesoappendix verlaufenden Gefäße unter Verwendung von Overhold-Klemmen schrittweise ligiert und durchtrennt. Nun legt man eine Tabaksbeutelnaht um die Appendixbasis vor und setzt den Wurmfortsatz basisnah zwischen zwei Ligaturen ab. Darauf wird der Appendixstumpf mittels Tabaksbeutelnaht versenkt und mit einer Z-Naht nochmals gesichert. Am Ende des Eingriffes verschließt der Operateur die Bauchdecke in allen Schichten [7, 24].

Laparoskopische Appendektomie

Die ersten erfolgreichen laparoskopischen Appendektomien bei Kindern wurden im Jahre 1991 durchgeführt [25]. Seither gewinnt dieses Verfahren in der operativen Therapie einer Appendizitis immer mehr an Bedeutung.

Auch die laparoskopische Appendektomie wird in Rückenlage des Patienten und in Intubationsnarkose durchgeführt. Zu Beginn der Operation ist eine diagnostische Laparoskopie obligat [7]. Hierzu erfolgt in Würzburg eine Minilaparotomie über einen infraumbilicalen Hautschnitt. Nach Eröffnung der Bauchdecke wird ein 5-mm-Trokar für die Optik eingebracht und mittels vorgelegter Fasziennähte fixiert. Nach Anlage eines Pneumoperitoneums (6-8 mmHg) exploriert man das Abdomen laparoskopisch und sucht die Appendix auf, um eine mögliche Appendizitis zu verifizieren. Sollte sich der Wurmfortsatz dabei als blande erweisen, muss nach einer anderen Ursache für die Bauchmerzen gesucht werden (vgl. Kapitel 1.4).

Nach Bestätigung der Diagnose einer Appendizitis werden nun zwei weitere 5-mm-Arbeitstrokare im linken Unterbauch und im Bereich des Mc Burney-Punktes (rechter Unterbauch) positioniert. Dies sollte unter optischer und diaphanoskopischer Sichtkontrolle geschehen, um die epigastrischen Gefäße nicht zu verletzen [24]. Alternativ können die Trokare auch anders positioniert werden (vgl. Abbildungen 6 und 7), wobei jedoch stets darauf zu achten ist, dass mit kindgerechtem Instrumentarium (2-, 3- oder 5-mm-Trokare) operiert wird [25]. Darüber hinaus kann die laparoskopische Appendektomie auch über ein Single-Port-System („Single-Incision-Laparoscopic-Surgery“ = SILS) erfolgen. Auch wenn diese Methode gut durchführbar ist, liegen bis dato keine ausreichenden Daten bezüglich möglicher Vor- und Nachteile dieser Technik vor [16].

Als Nächstes wird die Appendix mit einer Faszange über den rechten Trokar angeklammert und gestreckt. Darauf durchtrennt der Operateur die Mesoappendix zusammen mit ihren Gefäßen mittels elektrischer Koagulation (z.B. Hakenelektrode) oder Ultracision schrittweise und skelettiert somit den Wurmfortsatz in Richtung Basis (vgl. Abbildung 8). Anschließend wird die Appendix basisnah mit zwei Röderschlingen ligiert und zwischen diesen abgesetzt. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, den Wurmfortsatz und die Mesoappendix in einem Schritt mit einem Endo-GIA-Stapler zu resezieren, was jedoch höhere Kosten nach sich zieht.

Die Bergung der Appendix erfolgt über einen Arbeitstrokare oder alternativ mittels eines Bergebeutels. Zuletzt werden alle Instrumente entfernt und das Pneumoperitoneum abgelassen. Die Entfernung der Arbeitstrokare sollte hierbei unter laparoskopischer Sichtkontrolle vonstattengehen, um Blutungen im Bereich der Trokarinzisionen auszuschließen. Zuletzt verschließt man die Bauchdecke mittels einer Faszien- und Hautnaht [7, 24].



Abb. 6: Übliche Trokarpositionen für eine kinderchirurgische Appendektomie: 1x10mm + 2x5mm, 3x5mm oder 1x5mm + 2x3mm; modifiziert nach [25]

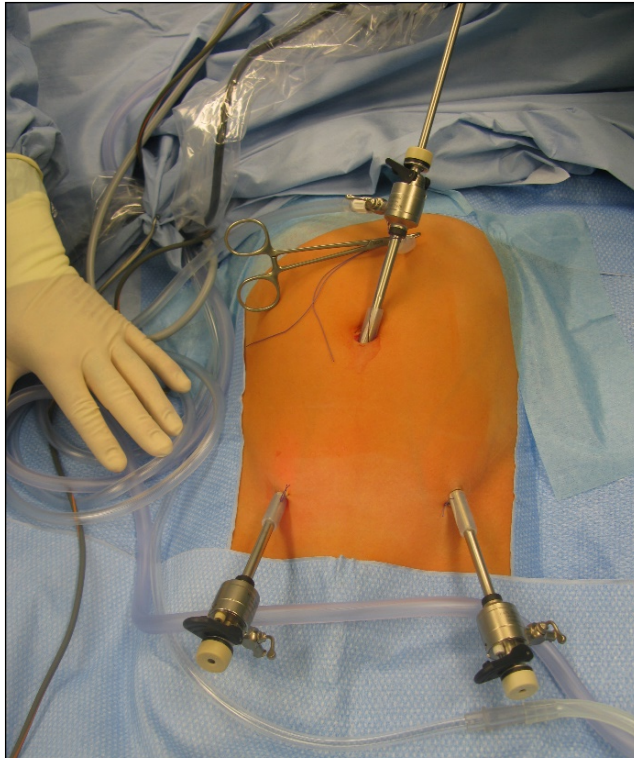


Abb. 7: Laparoskopische Appendektomie mit 3x5-mm-Trokaren

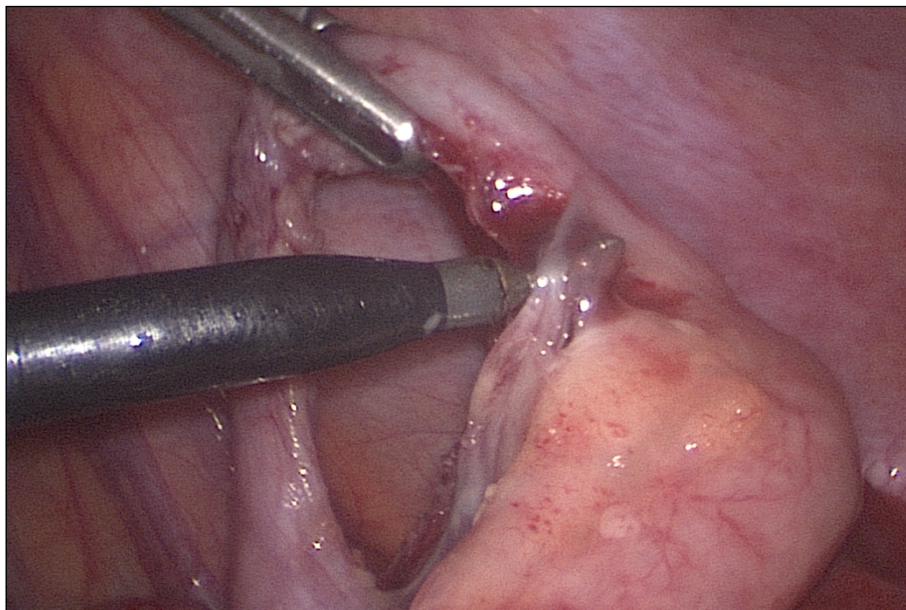


Abb. 8: Skelettierung der Appendix

Intra- und postoperative Komplikationen

Sowohl bei der offenen als auch der laparoskopischen Appendektomie können intraoperativ unter anderem Nerven (z.B. Nervus ilioinguinalis), Gefäßen (z.B. epigastrische Gefäße) oder Darmanteilen verletzt werden. Daher sollten beispielsweise die Arbeitstrokare im Rahmen eines laparoskopischen Eingriffes erst nach Inspektion des Abdomens und unter Sichtkontrolle eingebracht werden, um einer Trokarverletzung (z.B. Darmperforation) vorzubeugen. Kommt es jedoch im Verlauf einer laparoskopischen Appendektomie bzw. diagnostischen Laparoskopie z.B. aufgrund einer schwer zu beherrschenden Blutung zu einer Unübersichtlichkeit des Operationssitus, ist die Konversion zu einem offenen Vorgehen unerlässlich. In diesem Falle spricht man von keiner Komplikation, sondern von einer Notwendigkeit [7].

Bei beiden Verfahren sind an postoperativen Komplikationen in erster Linie Wundinfektionen (3-11%), intraabdominelle Abszesse (1-2%) und Adhäsionen bzw. Bridenilei zu nennen, wobei Wundinfektionen häufiger mit einem konventionellen und intraabdominelle Abszesse häufiger mit einem laparoskopischen Vorgehen assoziiert sind [4, 7].

Um entsprechenden infektiösen postoperativen Komplikationen entgegenzuwirken, ist bei ausgeprägten Befunden einer Appendizitis eine perioperative antibiotische Behandlung indiziert [3, 4]. Liegt hingegen keine Perforation vor, so genügt eine einfache intraoperative Antibiotikagabe (Single-Shot). Im Falle einer Perforation sollte die Antibiotikatherapie jedoch postoperativ fortgeführt werden. Die *Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie* (DGPI) fordert sogar eine generelle perioperative Antibiotikaprophylaxe mit Cefuroxim und Metronidazol bei jeglicher Appendektomie, um infektiösen Komplikationen vorzubeugen [26]. Liegt zudem eine lokale oder generalisierte Abszedierung vor, kann der Operationssitus mit einer physiologischen Kochsalzlösung ausgiebig gespült und eine Drainage eingelegt werden (keine Evidenz) [7]. Die Indikation zur Einlage einer Drainage sollte jedoch streng gestellt werden, da die Verwendung einer solchen wiederum nachweislich zu vermehrten Komplikationen (Wundinfektionen und verzögerte Wundheilung) führen kann [3]. Ferner wird empfohlen, bei einer ausgeprägten Appendizitis (phlegmonös oder gangränös) eine zusätzliche Exploration des Dünndarms bis ca. 60cm oralwärts der Ileozökalklappe zur Abklärung eines Meckel-Divertikels zu unterlassen, um eine mögliche Verschleppung von Keimen in die Bauchhöhle zu verhindern [24].

Postoperative Nachsorge

Im Falle einer unkomplizierten bzw. einfachen Appendektomie kann die antibiotische Behandlung nach 2 Dosen gestoppt werden, insofern nicht gänzlich auf eine antibiotische Abdeckung verzichtet wurde. In der Regel erfolgt der Kostaufbau innerhalb der ersten 24 Stunden. Darüber hinaus ist eine adäquate Schmerztherapie erforderlich. Fast-Track-Konzepte sind bei Kindern außerdem gut anwendbar und können den Krankenhausaufenthalt verkürzen. Liegt jedoch eine komplizierte Appendektomie vor (Perforation und/oder Peritonitis), so benötigt der Patient eine Magensonde. Die Dauer der Ableitung des Magens und der Zeitpunkt des Kostaufbaus hängen hierbei vom Grad der Peritonitis und der Darmparalyse ab. Neben einer parenteralen Flüssigkeitszufuhr meist innerhalb der ersten 24 Stunden ist eine Fortführung der antibiotischen Therapie bis zur Normalisierung der laborchemischen Parameter (Leukozyten, CRP) und des klinischen Zustands vonnöten [7, 12].

1.6 Fragestellung

Ziel dieser retrospektiven Studie war es in erster Linie, das präoperative Management in der Kinderchirurgie des Universitätsklinikums Würzburg (UKW) im Falle eines Appendizitisverdachts darzustellen und zu beurteilen. Zum anderen sollte der Stellenwert der laparoskopischen Appendektomie bei Kindern am UKW ermittelt und mögliche Vorteile dieses Operationsverfahrens gegenüber der konventionellen Appendektomie untersucht werden. Darüber hinaus wurde das Patientengut hinsichtlich des Verteilungsmusters von Alter und Geschlecht beleuchtet und der Frage nachgegangen, ob es einen jahreszeitlichen Einfluss hinsichtlich des Auftretens einer Appendizitis gibt.

Entsprechend waren folgende Fragen von Bedeutung:

- Gibt es Auffälligkeiten bezüglich der Alters- und Geschlechtsverteilung bei Patienten mit einer akuten Appendizitis?
- Entsprechen die diagnostischen Maßnahmen, die im Rahmen der Appendizitisdiagnostik in der Abteilung für Kinderchirurgie des UKW getroffen wurden, den aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen?
- Welche Bedeutung haben das CRP und die Leukozytenzahl in der Diagnostik einer Appendizitis?
- Wie genau ist die intraoperative Einschätzung des makroskopischen Befundes durch den Chirurgen im Vergleich zum histopathologischen Befund?
- Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer Appendizitis und der jeweiligen Jahreszeit bzw. Wetterlage?
- Ist die laparoskopische Appendektomie bei Kinder am Universitätsklinikum Würzburg ein Ausbildungseingriff?
- Welches operative Verfahren kommt häufiger zum Einsatz?
- Hat die laparoskopische oder die konventionelle Appendektomie das bessere postoperative Outcome?

2. Patienten und Methoden

2.1 Patientengut

Diese retrospektive Studie bezieht sich auf alle Patienten unter 18 Jahren, die sich im Zeitraum vom 01.05.2008 bis 31.05.2013 in der Kinderchirurgie des Universitätsklinikums Würzburg einer Appendektomie unterzogen. Von insgesamt 352 operierten Kindern und Jugendlichen wurden diejenigen selektioniert, bei denen man die Diagnose „akute Appendizitis“, „chronische Appendizitis“ oder „unklare abdominelle Beschwerden“ (vgl. Kapitel 4.3) stellte bzw. histologisch sicherte und die operative Entfernung des Wurmfortsatzes nicht im Rahmen einer Simultanoperation durchführte (z.B. Appendektomie bei Malrotation). Des Weiteren sollte bei diesen Kindern die postoperative stationäre Betreuung in der Abteilung für Kinderchirurgie des UKW erfolgt sein. Unter Berücksichtigung dieser Kriterien erhält man ein Patientenkollektiv von 302 Kindern, auf das sich diese Arbeit in erster Linie bezieht.

2.2 Methoden

Zunächst wurde mit dem Programm „Access 2013“ (Datenbank) ein Fragekatalog in Form einer Patientenmaske erstellt. Entsprechende Patientendaten ließen sich mittels der Software „SAP“ aus den elektronischen Patientenakten des UKW (z.B. Ambulanzkurznotizen, OP-Berichte, Laborbefunde, Patientenkurven oder Arztbriefe) ermitteln und in der Access-Datenbank unmittelbar festhalten. Um die Patienteninformationen zu anonymisieren, wurde bei jedem Patienten die Fallnummer notiert. Des Weiteren erhielten alle Kinder eine ID-Nummer, welche für die spätere Auswertung vonnöten war. Auf diese Weise gelang es, die erforderlichen Daten sukzessive anhand der jeweiligen Patientenmaske Patient für Patient zu erarbeiten.

Die Auswertung der erhobenen Daten erfolgte ebenfalls mittels „Access 2013“, indem spezifische Abfragen erstellt wurden. Zudem wurden die Ergebnisse sowohl mithilfe des Tabellenkalkulationsprogrammes „Excel 2013“ als auch des Programmes „Publisher 2013“ weiter ausgewertet und als Tabelle oder in Form von Diagrammen visualisiert.

2.3 Fragenkatalog/Patientenmaske

Der Fragenkatalog ermöglichte ein strukturiertes Erarbeiten der Patientendaten. Anhand der Patientenmaske wurden folgende Daten für jeden Patienten ermittelt:

- Allgemeine Patientendaten
(Fallnummer, Geschlecht, Geburtsdatum bzw. Alter)
- Angaben zum Krankenhausaufenthalt
(Aufnahme, Entlassung, stationäre Verweildauer)
- Art der Behandlung
(in der Kinderchirurgie stationär oder postoperative Verlegung)
- Diagnostische Maßnahmen
(klinische Untersuchung, laborchemische Untersuchung, Urinuntersuchung, weitere apparative Diagnostik)
- Leukozyten und CRP bei Aufnahme
- Diagnose und Schweregrad der Appendizitis
(Einschätzung prä- und intraoperativ durch den Chirurgen, postoperativ durch den Pathologen)
- Vorhandensein von Infektionen
- Vorhandensein von Nebenbefunden
- Angaben zur Operation
(Dauer, Erfahrung des Operateurs, Appendixlage, Operationsart, Schnittführung bzw. Anzahl der Trokare, Methode zur Absetzung der Appendix, Verwendung einer Drainage)
- Intra- und postoperative Komplikationen
- Postoperative Behandlung
(Kostenaufbau, Schmerzmittelbedarf und Antibiotikatherapie)

Folgende Patientenmaske wurde mit dem Programm „Publisher 2013“ entworfen, jedoch im Vergleich zur Originalmaske (Access) minimal modifiziert, um einen besseren Überblick zu ermöglichen (vgl. Abbildung 9).

Patientenmaske Appendektomie

Patientendaten

ID
 Fallnummer
 Männlich
 Geburtsdatum
 Alter
 Behandlung
 Aufnahme
 Entlassung
 KH-Aufenthalt

Diagnostik

Diagn. Maßnahmen
 CRP (Aufnahme)
 Leukozyten (Aufnahme)
 Präoperative Diagnose
 Perforation
 Postoperative Diagnose
 Schweregrad
 Perforation
 Peritonitis
 Histopathologischer Befund
 Schweregrad
 Perforation
 Peritonitis
 abgelaufene Appendizitis

Zusammenschau

Gedechte Perforation
 Chronische Appendizitis
 Diagnostischer Widerspruch
 Gelegenheitsappendektomie
 Negative Appendektomie
 Unklarer Befund

Nebenfunde

Infektionen
 Nebenfunde

Operation

Präop. Überwachung
 Operateur
 OP-Beginn (Schnitt)
 OP-Ende (Nahtende)
 OP-Dauer
 Operationsart
 Lap. Appendektomie
 Trokare
 Röder-Schlingen
 Stapler
 Offene Appendektomie
 Schnittführung
 Konversion
 Appendixlage
 Intraop. Komplikationen
 Drainage

Postoperativer Verlauf

Antibiose
 Single-Shot
 Antibiose-Dauer
 Kostaufbau
 Schmerzmedikation
 Postop. Komplikationen
 Revisionsoperation
 Datenvollständigkeit
 Anmerkung

Abb. 9: Patientenmaske zur Erarbeitung der patientenbezogenen Daten; modifiziert

3. Ergebnisse

3.1 Beschreibung des Patientenkollektives

Im Zeitraum vom 01.05.2008 bis 31.05.2013 erfolgte in der Abteilung für Kinderchirurgie des Universitätsklinikums Würzburg bei 302 Kindern und Jugendlichen eine Appendektomie. Bei diesen Patienten wurde im Nachhinein die endgültige Diagnose „akute Appendizitis“, „chronische Appendizitis“ oder „unklare abdominelle Beschwerden“ (vgl. Kapitel 3.1) gestellt bzw. histologisch gesichert. Das Alter der Kinder betrug im Mittel 10,74 Jahre (Median = 10,92 Jahre), wobei sich ein Häufigkeitsgipfel zwischen 8 und 12 Jahren ausmachen lässt. Betrachtet man lediglich die Altersverteilung der Kinder mit einer akuten Appendizitis, so zeigt sich ebenfalls ein Gipfel im Bereich der sieben- bis zwölfjährigen Patienten. Zudem waren wenig Säuglinge und Kleinkinder von einer akuten Appendizitis betroffen. Eine chronische Appendizitis hingegen wurde erst ab 8 Jahren regelmäßig beschrieben (vgl. Abbildung 10).

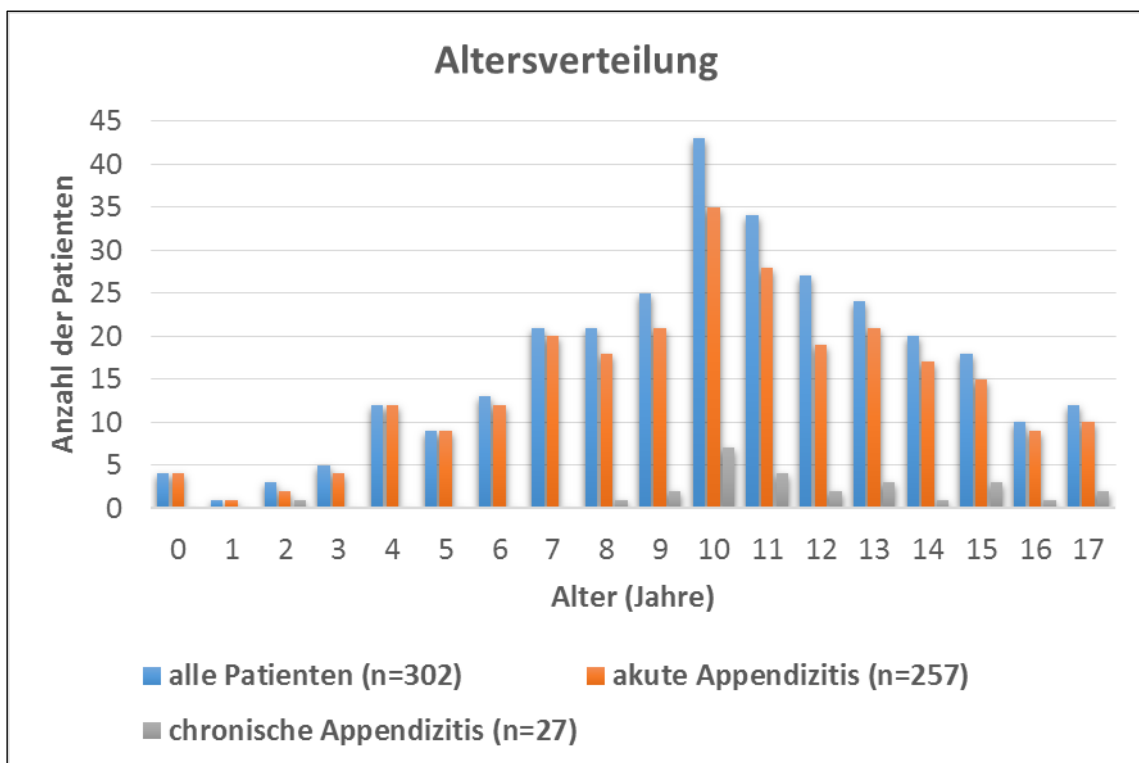


Abb. 10: Verteilung des Patientenkollektives nach Alter

Unterteilt man das gesamte Patientenkollektiv (302 Kinder) nach dem jeweiligen Geschlecht, so erhält man einen Anteil von 160 männlichen (53%) und 142 weiblichen Patienten (47%). Folglich bestand ein leichtes Übergewicht an männlichen Patienten bezüglich der Geschlechterverteilung (vgl. Abbildung 11).

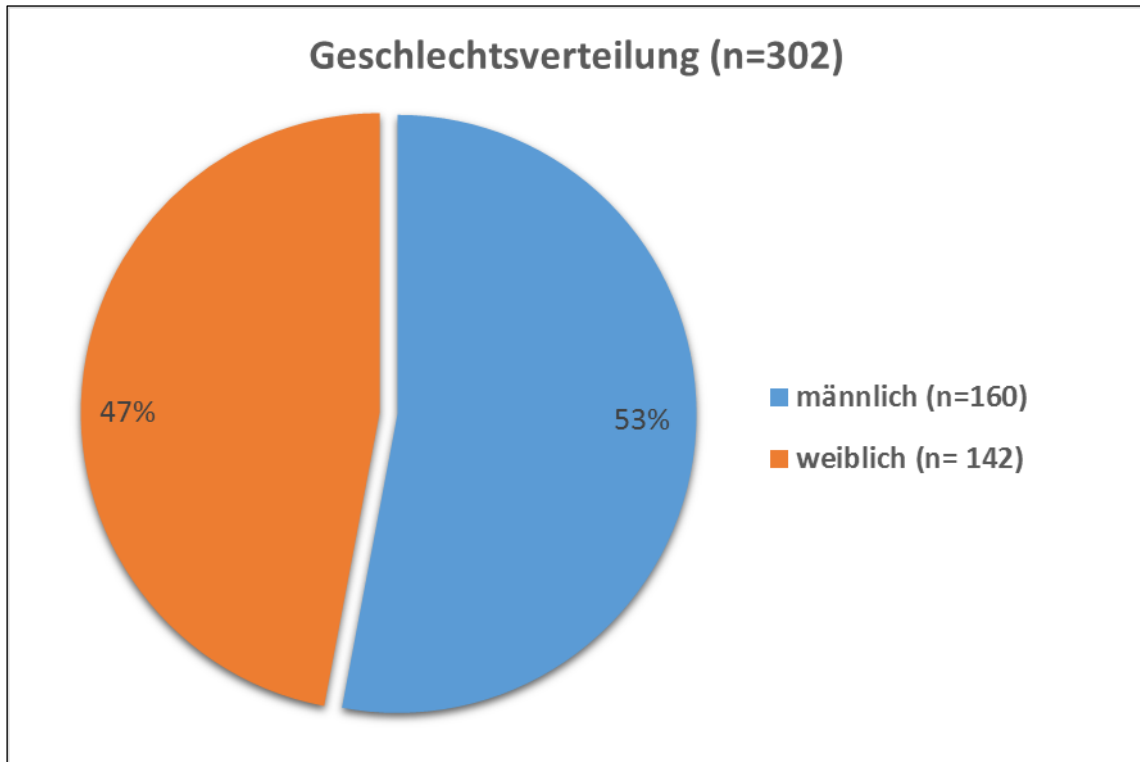


Abb. 11: Verteilung des Patientenkollektives nach Geschlecht

Überdies lässt das Patientenkollektiv in verschiedene vordefinierte Altersklassen folgendermaßen gliedern:

Altersklasse	Patienten (n=)	männlich	weiblich
0 bis 2 Jahre	8 Kinder (3%)	5	3
3 bis 6 Jahre	39 Kinder (13%)	24	15
7 bis 12 Jahre	171 Kinder (56%)	90	81
≥ 13 Jahre	84 Kinder (28%)	41	43

Tab. 2: Verteilung des Patientenkollektives nach Altersklassen (n=302 Kinder)

Wie man also erkennen kann, überwog die Anzahl der Patienten in der Altersklasse zwischen 7 und 12 Jahren mit 56% des gesamten Patientenkollektives (171 Kinder) deutlich. Darüber hinaus gestaltete sich die geschlechtliche Verteilung der Kinder innerhalb der Altersklassen „0 bis 2 Jahre“ und „ ≥ 13 Jahre“ relativ ausgeglichen. In den Altersklassen „3 bis 6 Jahre“ und „7 bis 12 Jahre“ waren wiederum mehr männliche Patienten vorhanden (vgl. Abbildung 12 und Tabelle 2).

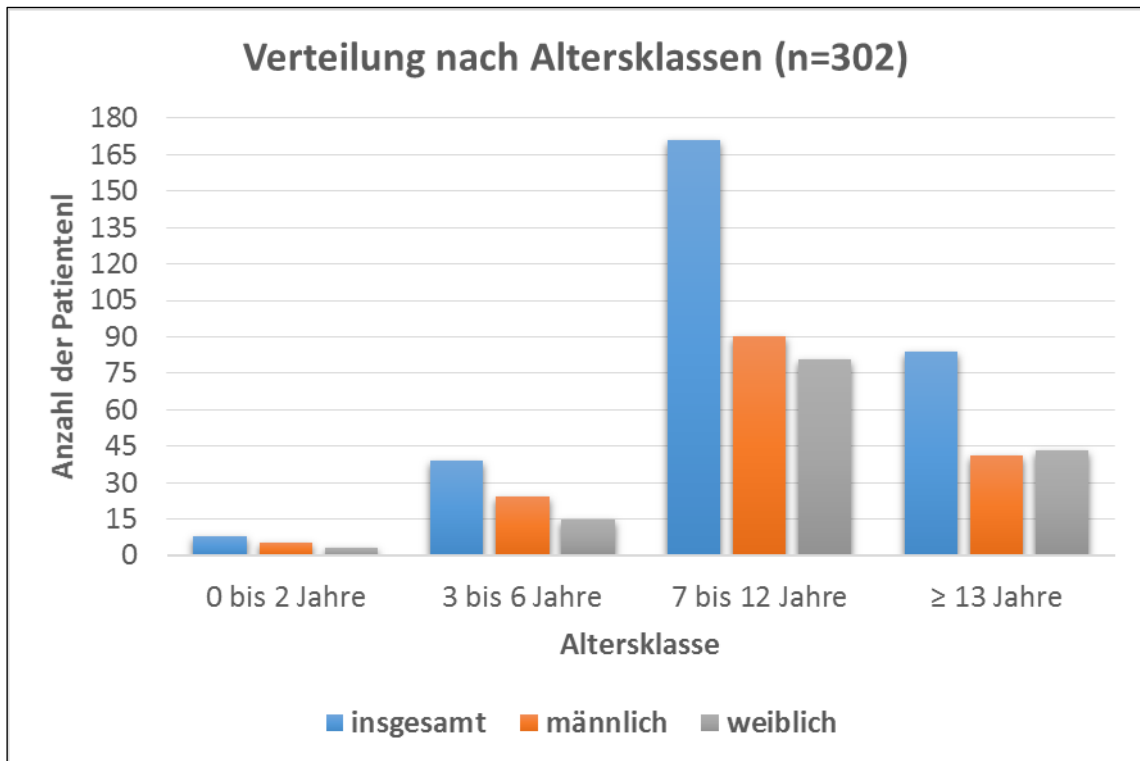


Abb. 12: Verteilung des Patientenkollektives nach Altersklassen

Teilt man außerdem die Anzahl der operierten Patienten nach Jahren auf, so ergibt sich folgende Verteilung:

Jahr	Patienten (n=)
2008	37 Kinder (12%)
2009	47 Kinder (16%)
2010	59 Kinder (20%)
2011	73 Kinder (24%)
2012	62 Kinder (20%)
2013	24 Kinder (8%)

Tab. 3: Verteilung des Patientenkollektives nach Aufnahmejahr (n=302 Kinder)

Folglich wurden im Jahr 2011 mit 24 % des Patientenkollektives (73 Patienten) die meisten Kinder in der Kinderchirurgie des UKW appendektomiert. Ferner nahm die Anzahl der Patienten bis zum Jahr 2011 stetig zu, wohingegen sie ab 2012 wieder rückläufig wurde (vgl. Abbildung 12). Auch die Geschlechterverteilung war bis auf die Jahre 2011 (41 Jungen und 32 Mädchen) und 2012 (39 Jungen und 23 Mädchen) ebenfalls relativ ausgeglichen (vgl. Abbildung 13). Diese Zahlen beziehen sich selbstverständlich nur auf den im Rahmen dieser Studie erfassten Zeitraum (Mai 2008 bis Mai 2013) und spiegeln daher nicht die exakte Anzahl der Patienten in den Jahren 2008 und 2013 wider.

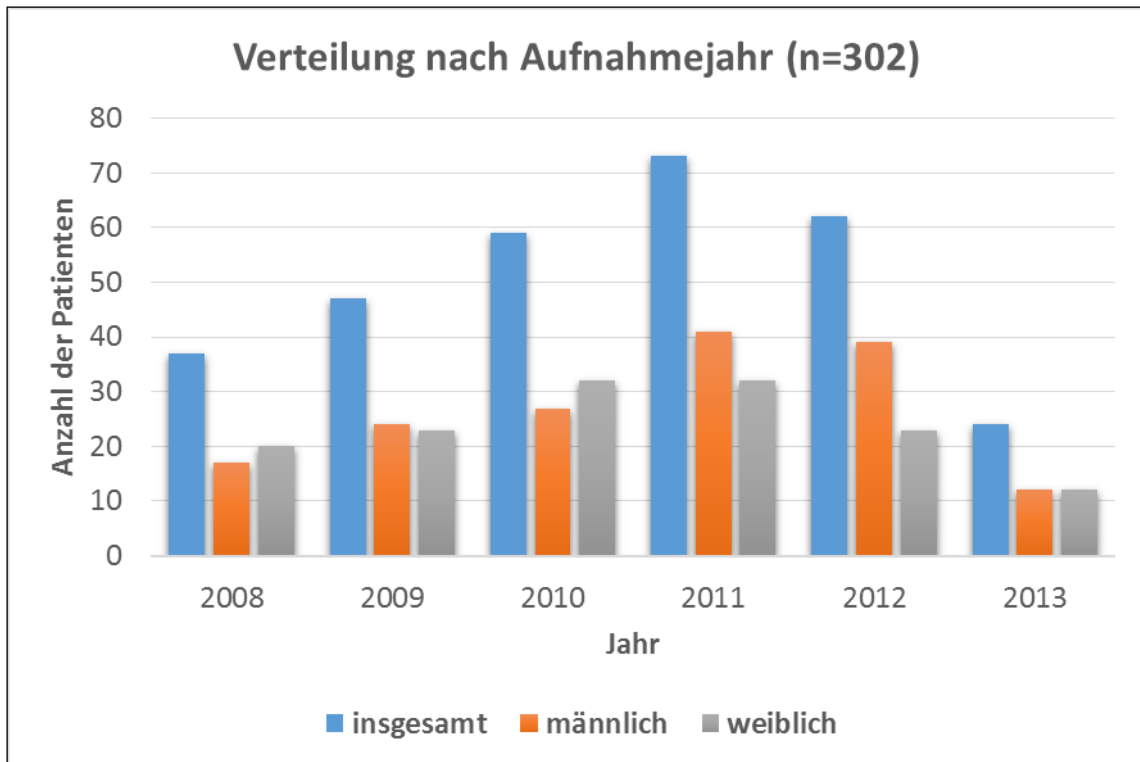


Abb. 13: Verteilung des Patientenkollektives nach Aufnahmejahr

3.2 Diagnostische Maßnahmen

Wie bereits in Kapitel 1.4 beschrieben, sind im Rahmen der Diagnostik einer Appendizitis sowohl eine ausführliche Anamnese als auch eine gründliche klinische Untersuchung unerlässlich. Gerade bei Kleinkindern wird dies jedoch dadurch erschwert, dass die Kinder noch nicht in der Lage sind, sich entsprechend zu artikulieren. Zudem verläuft das Krankheitsbild in diesem Alter oft unspezifisch. Ergänzend können diagnostische Maßnahmen, wie etwa die Labordiagnostik oder die Sonographie, weitere Hinweise liefern und die Diagnose einer Appendizitis erhärten. Spezielle Maßnahmen wie zum Beispiel die Computertomographie sind nur besonderen Fragestellungen vorbehalten, da sie auch mit Nachteilen behaftet sind (z.B. Strahlenbelastung, Zeitaufwand).

In Abbildung 14 sind die diagnostischen Maßnahmen aufgelistet, die in der Abteilung für Kinderchirurgie des Universitätsklinikums Würzburg im Rahmen der Diagnostik bei den insgesamt 302 Kindern zur Anwendung kamen.

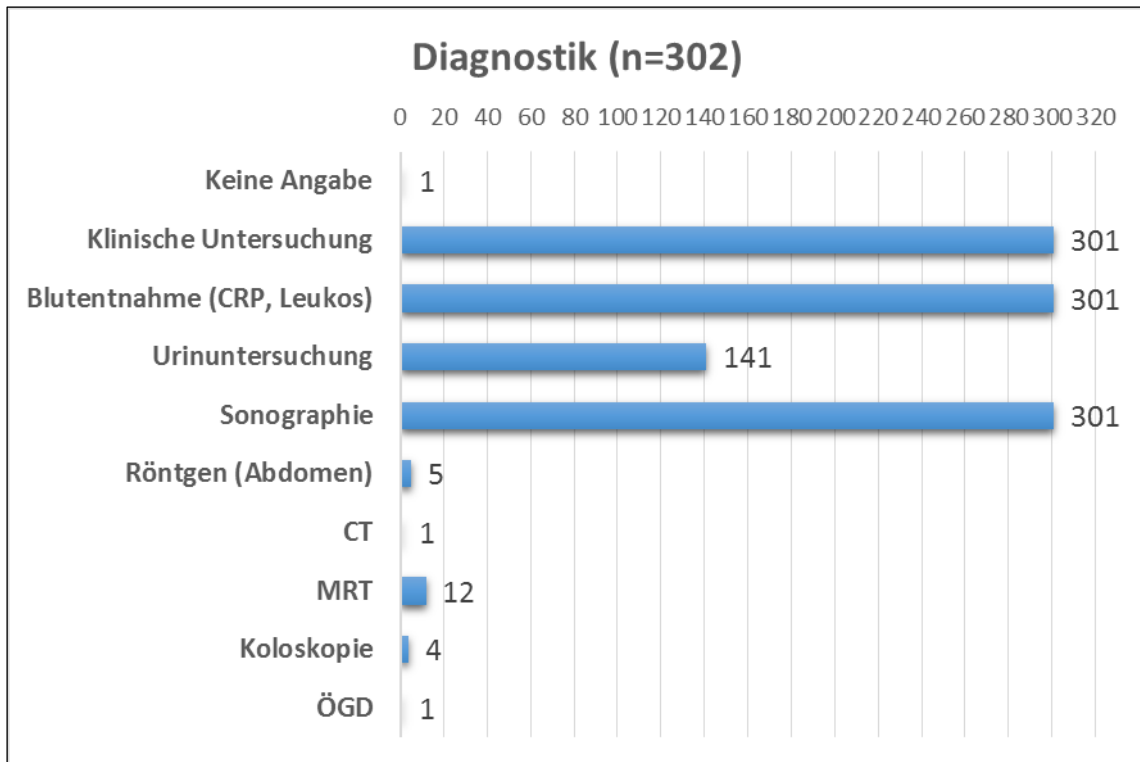


Abb. 14: Diagnostische Maßnahmen in der Abteilung für Kinderchirurgie
des Universitätsklinikums Würzburg

Standardmäßig erhielten alle Kindern neben einer ausführlichen Anamnese eine gründliche klinische Untersuchung, eine Blutentnahme (v.a. zur Bestimmung der Leukozytenzahl und des C-reaktiven Proteins) und eine abdominelle Sonographie. Bei 141 Kindern (47%) wurde außerdem eine Urinanalyse durchgeführt. Weitere bildgebende Verfahren wie die Röntgendiagnostik (2%), Magnetresonanztomografie (4%) oder Computertomographie (0,3%) kamen nur in seltenen Fällen aus differentialdiagnostischen Gründen zur Anwendung. Darüber hinaus wurde bei jedem Patienten, der (primär) laparoskopisch operiert wurde, zunächst eine diagnostische Laparoskopie durchgeführt (273 Kinder).

3.3 Klassifikation und Schweregrad der Appendizitis

Die Klassifikation und der histologische Schweregrad einer Appendizitis ergeben sich präoperativ aus den anamnestischen und klinischen Angaben des Patienten, intraoperativ aus der makroskopischen Einschätzung des Operations situs durch den Operateur (Operationsbericht) und postoperativ aus der histologischen Beurteilung des Operationspräparates durch den Pathologen (histopathologischer Befund). Durch Zusammenschau dieser Befunde erhält man folgende Verteilung:

Erkrankungsform	Patienten (n=)	männlich	weiblich
Akute Appendizitis	257 (85%)	144	113
Chronische Appendizitis	27 (9%)	10	17
Unklare abdominelle Beschwerden	18 (6%)	6	12

Tab.4: Verteilung des Patientenkollektives nach Klassifikation der Erkrankung
(n=302 Patienten)

Mit einem Anteil von 85% (257 Kinder) des gesamten Patientenkollektives litt der Großteil der Patienten an einer akuten Appendizitis. 27 Kinder (9%) wurden aufgrund einer chronischen Appendizitis appendektomiert.

Bei 18 Kindern (6%) konnte die genaue Form der Appendizitis bzw. der Schweregrad durch Zusammenschau der Befunde nicht eindeutig eruiert werden. So sprach der Pathologe im histopathologischen Befund nicht explizit von einer akuten oder chronischen Appendizitis, sondern von einem zunächst entzündungsfreien Operationspräparat (Appendix), das jedoch mögliche Anzeichen einer abgelaufenen Entzündung aufwies (z.B. lymphofollikuläre Hyperplasie, Vernarbungen). Diese Patienten wurden unter der Kategorie „unklare abdominelle Beschwerden“ aufgeführt (vgl. Abbildung 15 und Tabelle 4).

Überdies zeigte sich bei den Kindern mit einer akuten Appendizitis ein leichtes Übergewicht der männlichen Patienten (144 Jungen und 113 Mädchen). Wiederum waren in den anderen beiden Gruppen mehr weibliche Patienten vertreten (chronische Appendizitis: 17 Mädchen und 10 Jungen; unklare rezidivierende abdominelle Beschwerden: 12 Mädchen und 6 Jungen).

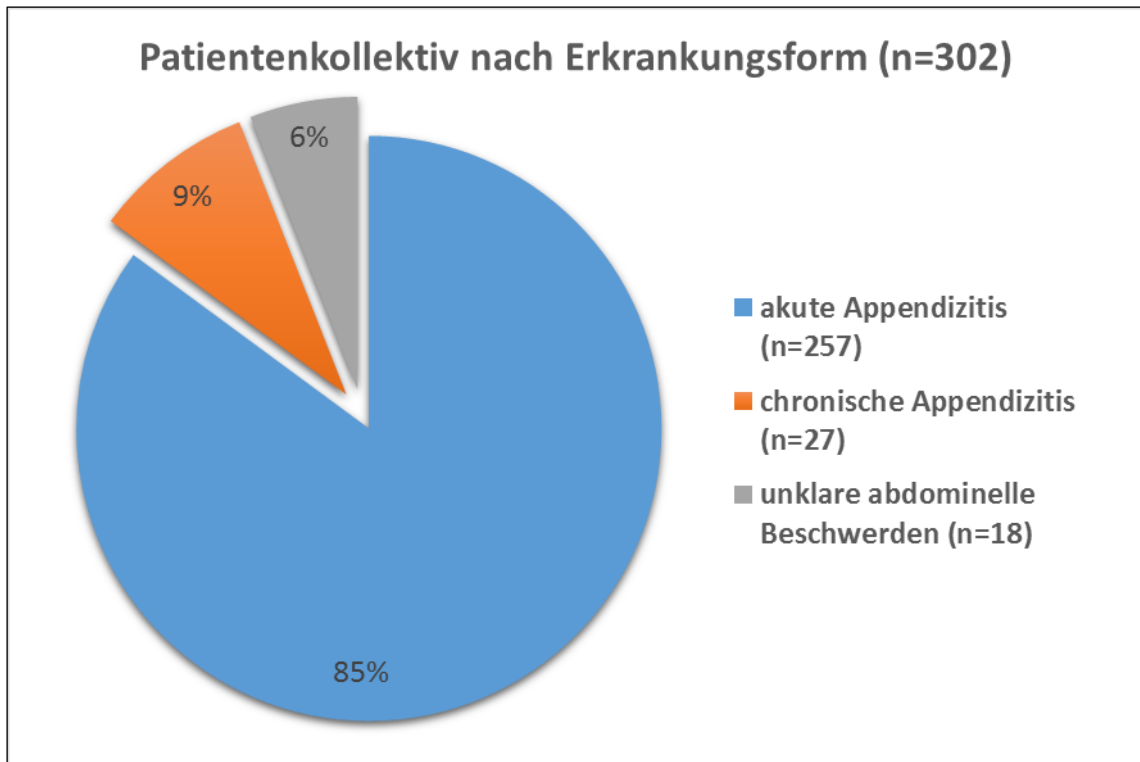


Abb.15: Verteilung des Patientenkollektives nach Klassifikation der Erkrankung

Differenziert man darüber hinaus den Schweregrad der Patienten mit einer akuten Appendizitis nach weiteren histologischen Kriterien, so ergibt sich folgende Verteilung (n=257 Kinder): 24 Kinder (9%) litten an einer katarrhalischen, 10 Kinder (4%) an einer fibrinös-eitrigen, 172 Kinder (67%) an einer phlegmonösen und 45 Kinder (18%) an einer gangränösen Appendizitis. Bei 6 Kindern (2%) konnte der exakte histologische Schweregrad aus den entsprechenden Dokumenten nicht ermittelt werden (vgl. Abbildung 16).

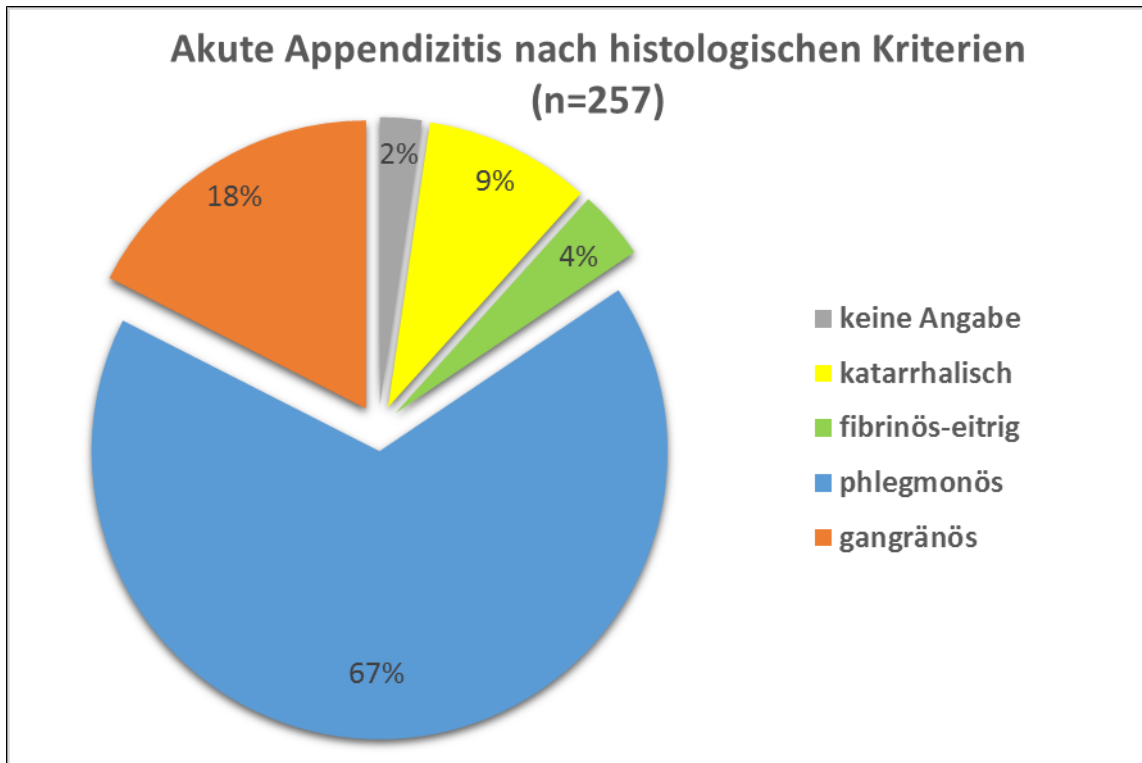


Abb. 16: Klassifikation der akuten Appendizitis nach histologischen Kriterien

Entsprechend wurden die meisten Patienten also aufgrund einer akuten phlegmonösen Appendizitis operiert. Darüber hinaus war der Wurmfortsatz bei 39 Patienten (15,2%) der Patienten mit einer akuten Appendizitis zum Operationszeitpunkt bereits perforiert (23 gedeckte Perforationen), bei 69 Patienten (26,9%) bestand eine Peritonitis unterschiedlicher Ausprägung.

In Tabelle 5 sind die Perforationsraten in Abhängigkeit von der jeweiligen Altersgruppe aufgeführt. Die höchste Perforationsrate bestand entsprechend in der Altersklasse zwischen 0 und 3 Jahren (72,7%).

Altersgruppe	Patienten (n=)	Perforationen	Perforationsrate [%]
Alle	257	39	15,18
0 bis 3 Jahre	11	8	72,73
4 bis 7 Jahre	53	11	20,75
8 bis 11 Jahre	102	8	7,84
12 bis 17 Jahre	91	12	13,19

Tab. 5: Perforationsraten der Kinder mit einer akuten Appendizitis
(n = 257 Patienten)

3.4 CRP und Leukozyten bei Patientenaufnahme

Auch wenn das Akute-Phase-Protein CRP (C-reaktives Protein) und die Leukozytenzahl relativ unspezifisch sind, so können diese Laborparameter dennoch einen Hinweis auf das Vorhandensein einer Appendizitis liefern. Ein erhöhtes CRP oder eine Leukozytose sind zwar typisch für eine akute Appendizitis, liegen diese Werte jedoch im Normbereich, schließt dies eine Appendizitis nicht aus (vgl. Kapitel 1.4). Vergleicht man die Laborparameter zum Zeitpunkt der Patientenaufnahme, so ergeben sich folgende Werte:

Schweregrad	Patienten (n=)	Mittelwert	Median	SD
Gesamt	274	3,66	0,87	6,44
Akute Appendizitis	237	4,07	1,12	6,77
nicht perforiert	201	2,54	0,83	4,65
perforiert	36	12,63	11,40	9,84
Chronische Appendizitis	22	1,02	0,10	2,53
Unklare abdominelle Beschwerden	15	1,00	0,06	2,36

Tab. 6: CRP bei Patientenaufnahme [mg/dl]

Das C-reaktive Protein betrug zum Zeitpunkt der Patientenaufnahme im Mittel 3,66 mg/dl. Beim Vergleich der Werte in Abhängigkeit von der jeweiligen Erkrankungsform fällt auf, dass das CRP der Patienten mit einer akuten Appendizitis mit 4,07 mg/dl durchschnittlich viermal so hoch wie das der anderen Kinder war (Chronische Appendizitis: Ø 1,02 mg/dl; Unklare abdominelle Beschwerden: Ø 1,00 mg/dl). Außerdem fiel dieser Wert im Falle einer Perforation mit 12,63 mg/dl durchschnittlich fast fünfmal so hoch wie das CRP der Patienten mit einer akuten nicht-perforierten Appendizitis (Ø 2,54 mg/dl) aus.

Die Leukozytenzahl der Kinder betrug zum Zeitpunkt der Patientenaufnahme im Mittel 12800 Leukozyten/ μ l. Der durchschnittliche Wert der Patienten mit einer akuten Appendizitis (Ø 13590 Leukozyten/ μ l) war etwa doppelt so hoch wie die Leukozytenzahl der Kinder mit einer chronischen Appendizitis (Ø 6420 Leukozyten/ μ l). Im Falle einer Perforation ergab sich mit 14750 Leukozyten/ μ l ein im Mittel nur unwesentlich höherer Leukozytenwert als bei den Kindern mit einer akuten nicht-perforierten Appendizitis (Ø 23380 Leukozyten/ μ l). Die Patienten aus der Gruppe mit unklaren abdominellen Beschwerden wiesen wiederum einen durchschnittlichen Leukozytenwert von 9590 Leukozyten/ μ l auf (vgl. Tabelle 7).

Schweregrad	Patienten (n=)	Mittelwert	Median	SD
Gesamt	286	12,80	12,35	5,36
Akute Appendizitis	247	13,59	13,00	5,19
nicht perforiert	209	13,38	12,60	5,05
perforiert	38	14,75	14,30	5,85
Chronische Appendizitis	22	6,42	5,60	2,75
Unklare abdominelle Beschwerden	17	9,59	8,20	3,25

Tab. 7: Leukozytenwerte bei Patientenaufnahme [n*1000/ μ l]

3.5 Diagnostische Trefferquote des Chirurgen und negative Appendektomien

Stellt man die intraoperative Einschätzung des Operateurs bezüglich der Diagnose und des Schweregrades der Erkrankung dem histopathologischen Befund, welcher nach Begutachtung des eingeschickten Operationspräparates vom Pathologen erstellt wurde, gegenüber, so lässt sich eine Aussage über die diagnostische Trefferquote des Chirurgen treffen.

Bei den insgesamt 302 Kindern mit der Diagnose „akute Appendizitis“, „chronische Appendizitis“ oder „unklare abdominelle Beschwerden“ (vgl. Kapitel 3.1) lag der Chirurg mit seiner intraoperativen Einschätzung des makroskopischen Befundes 271 mal richtig. In 31 Fällen wiederum stimmte die intraoperative Befundung nicht mit dem histopathologischen Befund überein. Beispielsweise ging der Operateur intraoperativ von einer akuten Appendizitis aus, obwohl der histopathologische Befund eine unauffällige Appendix mit Zeichen einer abgelaufenen Entzündung („unklare abdominelle Beschwerden“) ergab. Entsprechend erhält man eine diagnostische Trefferquote des Chirurgen bezüglich der intraoperativen Einschätzung des makroskopischen Befundes von 89,7%.

Bewertet man die Trefferquote des Chirurgen unter dem alleinigen Aspekt der Perforation, so ergibt sich folgende Konstellation: Von insgesamt 39 histologisch bestätigten Perforationen erkannte der Chirurg intraoperativ 37 Fälle. Somit betrug die diagnostische Trefferquote für eine akute perforierte Appendizitis 94,9%. Allerdings wurde intraoperativ in 5 Fällen eine falsch-positive Perforation diagnostiziert, was im Widerspruch zum histopathologischen Befund stand.

Neben den erwähnten Kindern wurden jedoch 8 weitere Patienten appendektomiert, deren Appendix sich im Rahmen der histopathologischen Aufarbeitung im Nachhinein als blande erwies. Diese Kinder wurden jedoch nicht im oben beschriebenen Patientengut (302 Kinder) aufgeführt, auf das sich die vorliegende Arbeit in erster Linie bezieht. Folglich betrug die Rate an sogenannten „negativen Appendektomien“ 2,6%. Je nach eigenem Ermessen kann man die Gruppe der Patienten mit „unklaren abdominellen Beschwerden“ auch zu den negativen Appendektomien hinzuzählen (vgl. Kapitel 5). Bei diesen Kindern beschrieb der Pathologe die Appendix als entzündungsfrei, verwies jedoch auf mögliche Anzeichen einer abgelaufenen Entzündung (z.B. lymphofollikuläre Hyperplasie). Unter Berücksichtigung dieser Kinder ergibt sich eine Rate an negativen Appendektomien von 7,9%.

3.6 Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer Appendizitis und der jeweiligen Jahreszeit bzw. Wetterlage

Teilt man das Patientenkollektiv der Kinder mit einer akuten Appendizitis nach dem jeweiligen Monat der Patientenaufnahme ein, so erhält man folgendes Resultat:

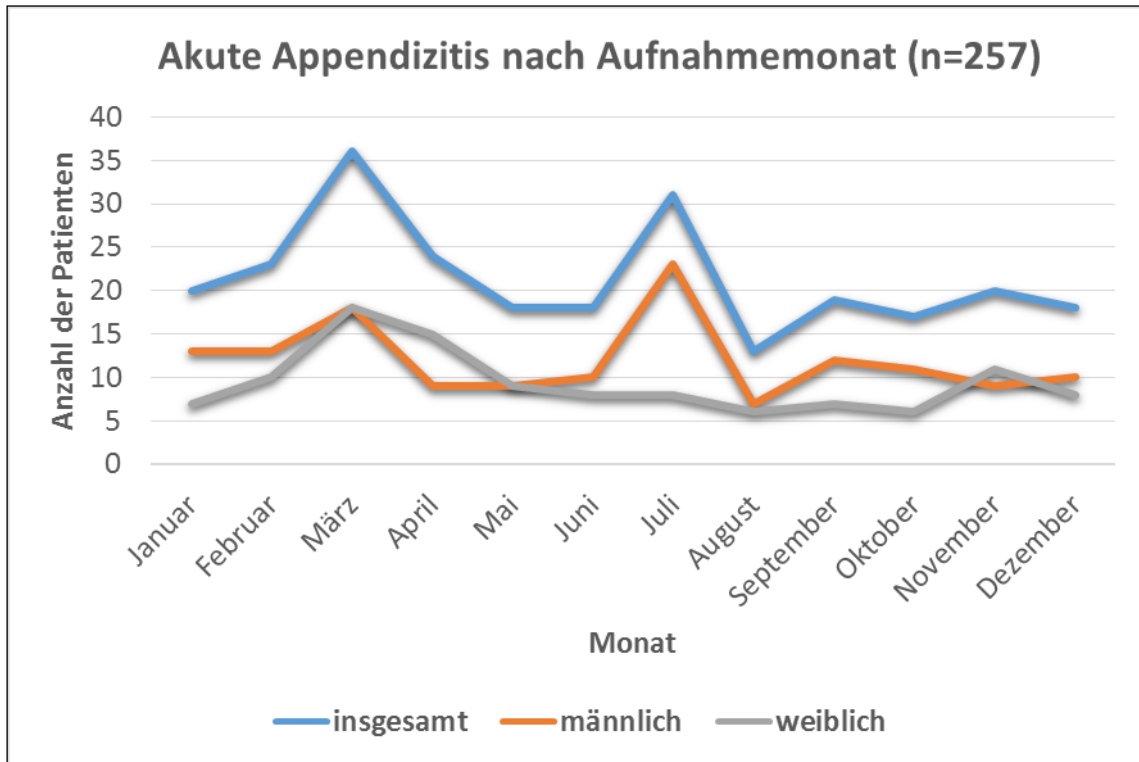


Abb. 17: Verteilung der Patienten mit einer akuten Appendizitis nach Aufnahmemonat

Über den gesamten Zeitraum der Studie hinweg wurden die meisten Patienten entsprechend in den Monaten März (36 Kinder / 14%) und Juli (31 Kinder / 12%) aufgrund einer akuten Appendizitis stationär aufgenommen. Die wenigsten Aufnahmen erfolgten wiederum im Monat August (13 Kinder / 5%). In den restlichen Monaten war die Anzahl an stationären Aufnahmen mit 17 bis 24 Kindern in etwa konstant (vgl. Abbildung 17).

Stellt man die jeweilige Wetterlage im Umkreis der Stadt Würzburg (Lufttemperatur und Niederschlagshöhe [27]) zum Zeitpunkt der Patientenaufnahme der Anzahl an aufgenommenen Kindern mit einer akuten Appendizitis gegenüber, so zeichnet sich keine Korrelation zwischen diesen Parametern ab (vgl. Abbildung 18). Folglich scheint es keinen Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer akuten Appendizitis (Zeitpunkt der Patientenaufnahme) und der jeweiligen Jahreszeit bzw. Wetterkonstellation (Lufttemperatur und Niederschlag) zu geben.

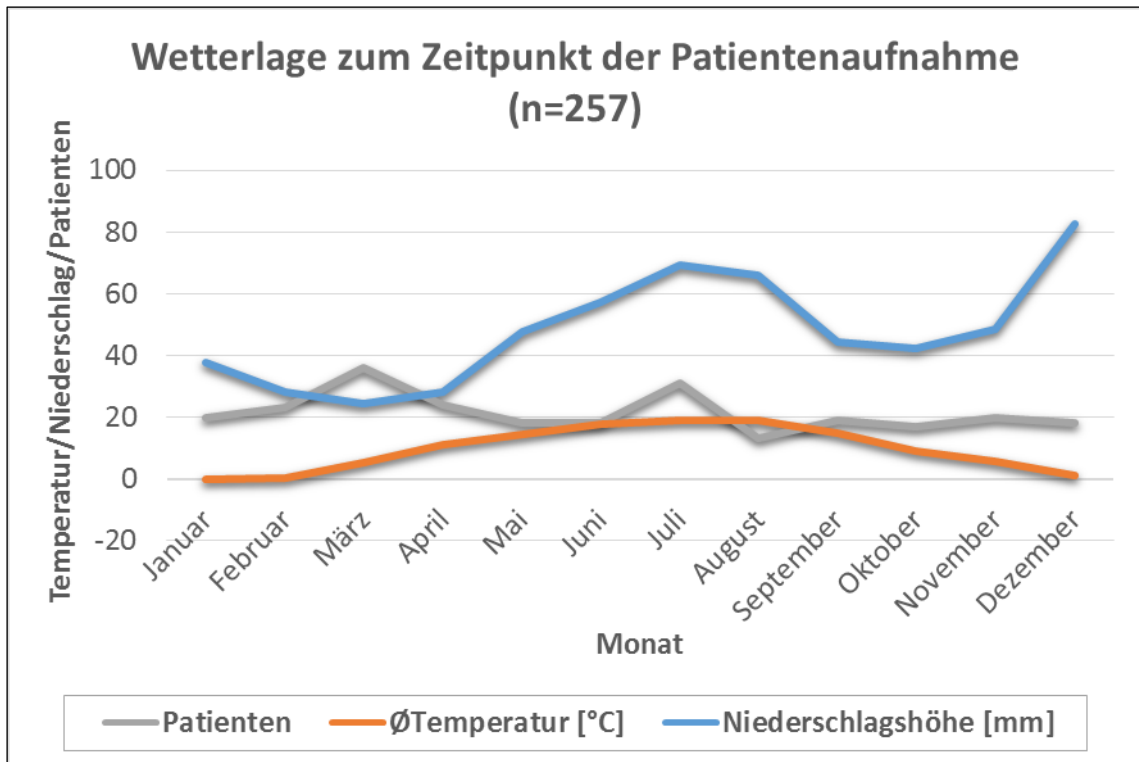


Abb. 18: Wetterlage [27] zum Zeitpunkt der Patientenaufnahme (akute Appendizitis)

3.7 Ist die laparoskopische Appendektomie bei Kindern am Universitätsklinikum Würzburg ein Ausbildungseingriff?

Um der Frage nachzugehen, ob die Appendektomie in minimalinvasiver laparoskopischer Technik ein Ausbildungseingriff in der Abteilung für Kinderchirurgie des UKW ist, muss man sich den Ausbildungsstand des jeweiligen hauptverantwortlichen Operators („erster Operateur“) vor Augen führen. Dabei sollen nur diejenigen Eingriffe berücksichtigt werden, die keiner Konversion in ein offenes Vorgehen bedurften und deren operativer Zugang über drei Trokare und nicht über ein Single-Port-System („Single-Incision-Laparoscopic-Surgery“ = SILS) erfolgte.

Von insgesamt 262 laparoskopischen Appendektomien dieser Art wurden 226 Eingriffe (86%) von einem Facharzt und 36 Eingriffe (14%) von einem Weiterbildungsassistenten unter fachärztlicher Aufsicht durchgeführt (vgl. Abbildung 19). Ebenso überwog über die Jahre hinweg stets der Anteil an fachärztlichen Eingriffen, wenngleich der Anteil an assistenzärztlichen Operationen ab dem Jahr 2011 stetig zunahm (vgl. Abbildung 20). Auch hier ist wiederum zu beachten, dass die Angaben aus den Jahren 2008 und 2013 das jeweilige Jahr nur anteilig widerspiegeln.

Mit Blick auf die Anzahl der operativen Eingriffe in Abhängigkeit vom jeweiligen Zeitpunkt des Operationsbeginns (Schnitt) überwog abermals der Anteil an fachärztlichen Eingriffen zu jeder Tageszeit deutlich (vgl. Abbildung 21). Darüber hinaus kann man erkennen, dass die meisten assistenzärztlichen Ausbildungseingriffe während der regulären Arbeitszeit (8 bis 16 Uhr) und zu Beginn des Dienstes (16 bis 20 Uhr) erfolgten. Abschließend lässt sich konstatieren, dass sich die laparoskopische Appendektomie bei Kindern am Universitätsklinikum Würzburg bisweilen noch nicht als Ausbildungseingriff etabliert hat, sondern in erster Linie dem Facharzt vorbehalten war.

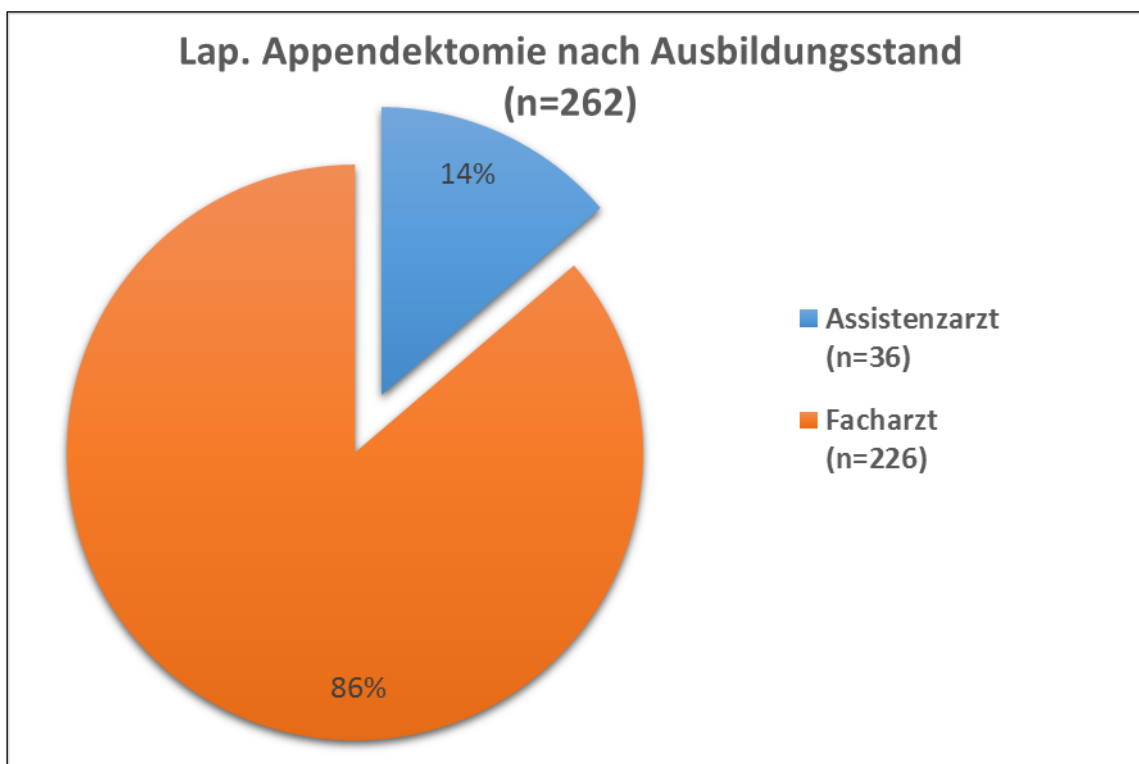


Abb. 19: Verteilung der laparoskopischen Appendektomien (3 Trokare) nach Ausbildungsstand des „ersten Operateurs“

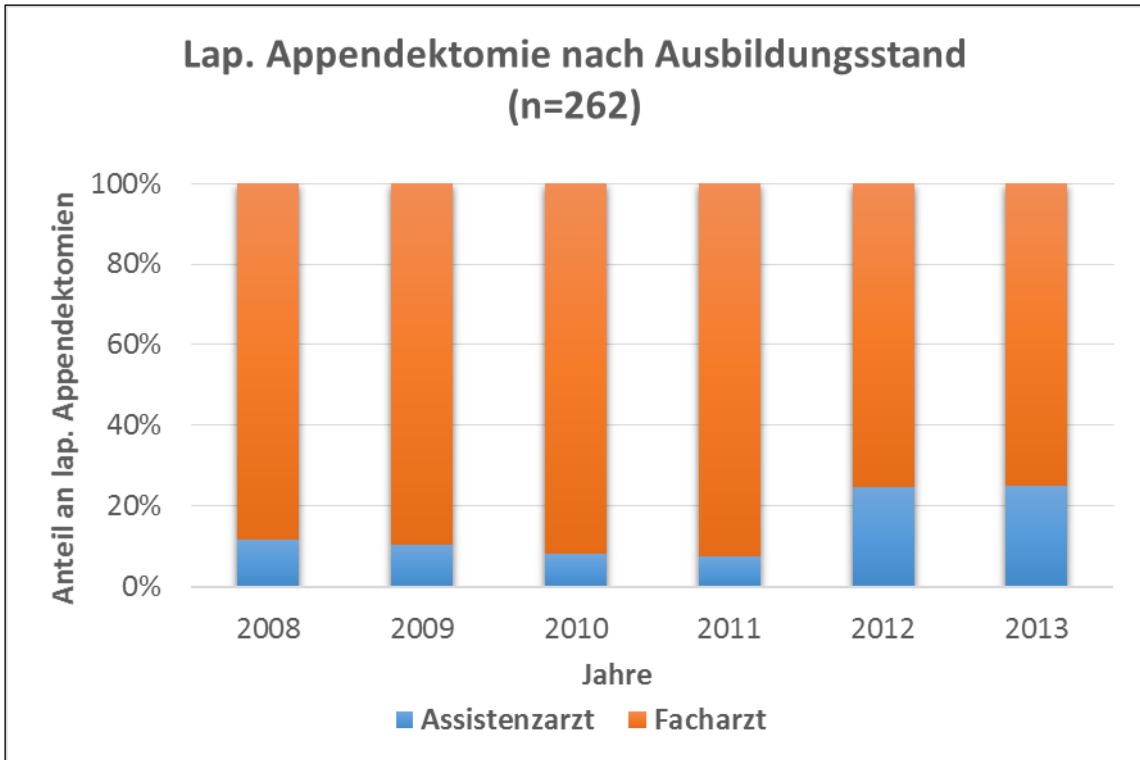


Abb. 20: Anteil der laparoskopischen Appendektomien (3 Trokare) durch Fachärzte und Weiterbildungsassistenten nach Jahren

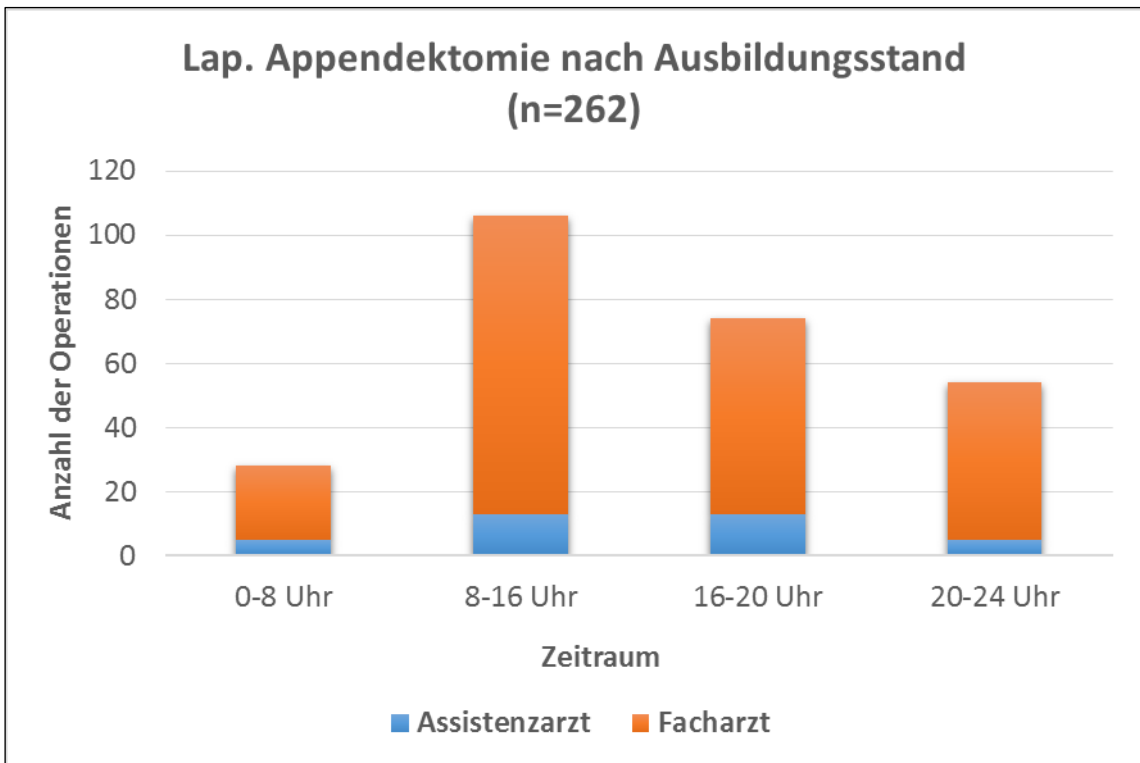


Abb. 21: Verteilung der laparoskopischen Appendektomien (3 Trokare) nach Zeitraum

3.8 Offene und laparoskopische Appendektomie im Vergleich

Unterteilt man das Patientenkollektiv je nach Art des operativen Eingriffs, so erhält man folgendes Ergebnis:

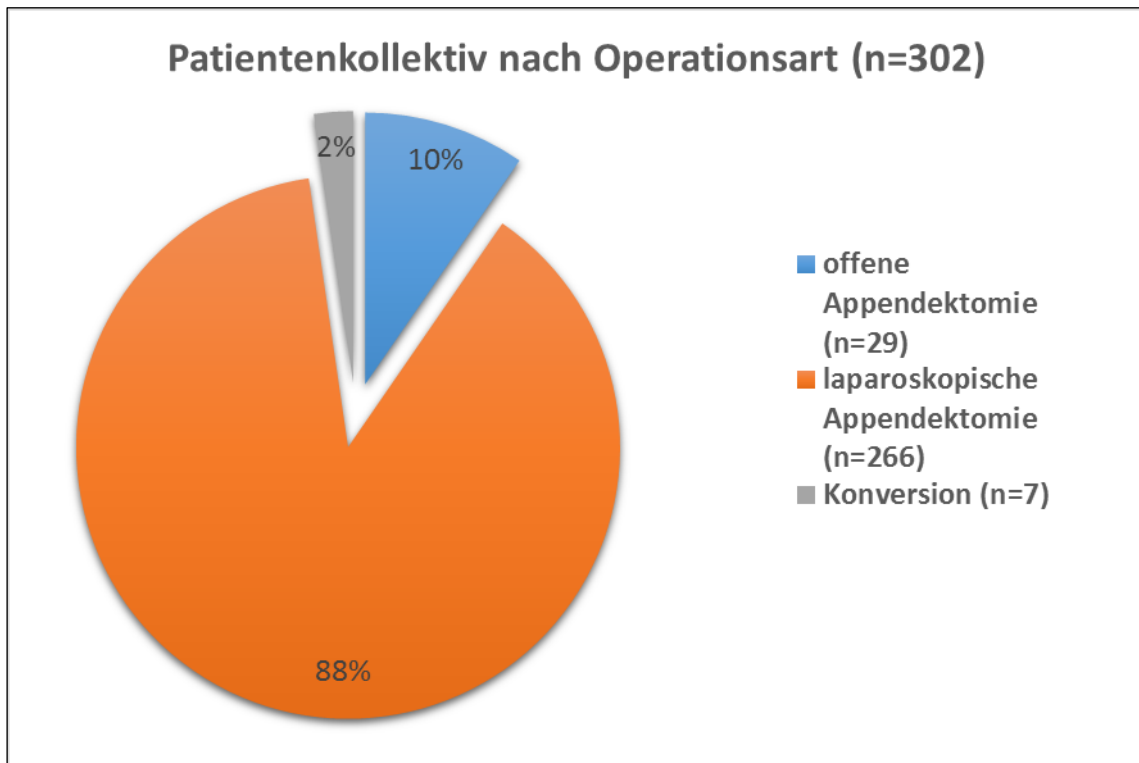


Abb. 22: Verteilung des Patientenkollektives nach Operationsart

Bei 266 Kindern (88%) erfolgte die Appendektomie auf laparoskopischem Wege. In 4 Fällen wurde hierfür ein Single-Port-System („Single-Incision-Laparoscopic-Surgery“ = SILS), bei den übrigen 262 Patienten jeweils 3 Trokare verwendet. Hingegen wurden 29 Kinder (10%) konventionell über einen Wechselschnitt appendektomiert. In 7 Fällen (2%) bedurfte es einer Konversion von einem primär laparoskopischen Vorgehen auf eine konventionelle bzw. offene Appendektomie (vgl. Abbildung 22).

Führt man sich die operativen Eingriffe je nach Operationstechnik über den gesamten Studienzeitraum vor Augen, so erkennt man einen Trend weg von der offenen konventionellen hin zur laparoskopischen Appendektomie, wobei die minimalinvasive Operationstechnik stets das dominierende Verfahren darstellte (vgl. Abbildung 23). So wurden im Jahr 2008 noch 10 Kinder offen appendektomiert, wohingegen es im Jahr 2013 keine konventionelle Appendektomie gab. Die Zahl an Konversionen blieb mit Ausnahme der Jahre 2011 (3 Konversionen) und 2013 (keine Konversion) mit einer Konversion pro Jahr

konstant. Auch in diesem Fall gilt es wieder zu beachten, dass sich diese Zahlen auf den Zeitraum vom 01.05.2008 bis 31.05.2013 beziehen und somit die Jahre 2008 und 2013 nicht vollständig widerspiegeln.

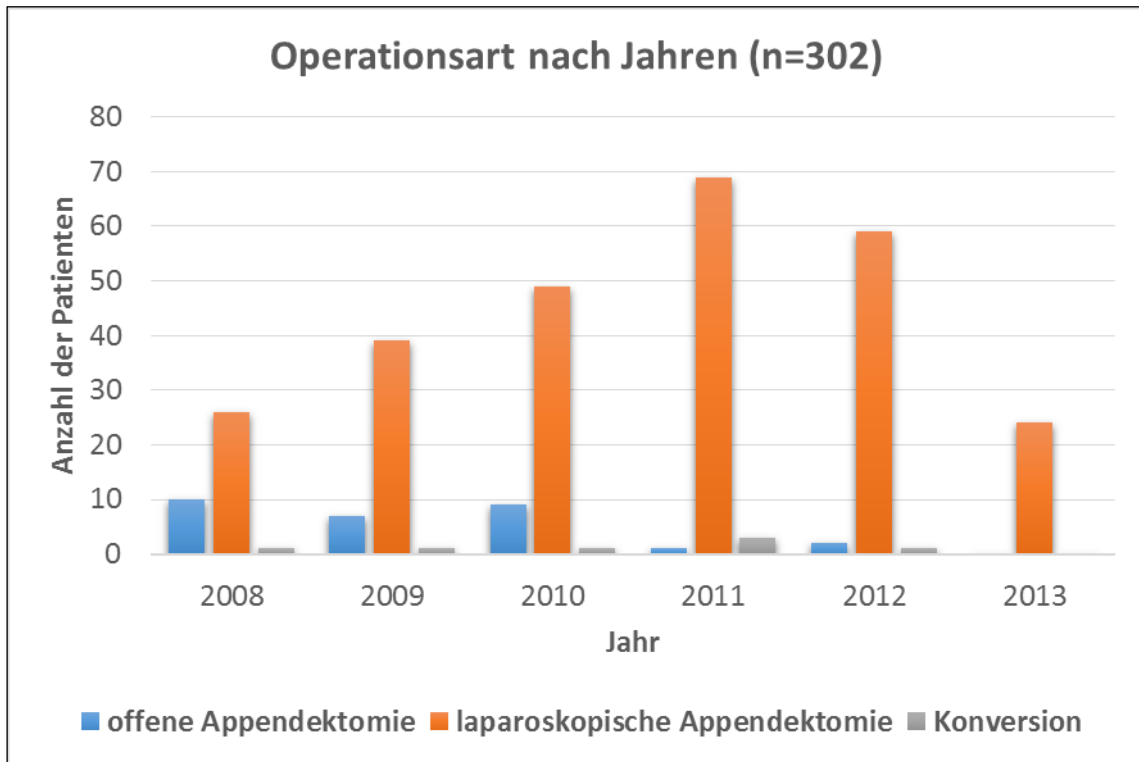


Abb. 23: Verteilung der Operationsart nach Jahren

Um die konventionelle mit der laparoskopischen Appendektomie vergleichen zu können, bedarf es gewisser Gütekriterien, anhand derer man den Erfolg der Operation beschreiben kann. In dieser Studie sollen folgende Parameter miteinander verglichen werden:

- stationäre Verweildauer
- postoperativer Analgetikabedarf
- postoperative Antibiotikabehandlung
- Beginn des postoperativen Kostenaufbaus

Im Folgenden werden einige Parameter (z.B. postoperativer Analgetikabedarf) in Anzahl an postoperativen Tagen bemessen. Erfolgte die Operation tagesübergreifend, wird erst der darauffolgende Tag nach dem Operationsende als erster postoperativer Tag angesehen. Begann ein operativer Eingriff beispielsweise an einem 23. April um 23 Uhr und endete am darauffolgenden Tag um 1 Uhr, so ist der 25. April der erste postoperative Tag.

Stationäre Verweildauer

Die stationäre Verweildauer aller Patienten (n=302) betrug im Durchschnitt 5,49 Tage (Median = 4,95 Tage). Über die Jahre hinweg kann man im Mittel zunächst eine abnehmende und ab 2011 wieder eine leicht steigende Tendenz dieses Wertes beobachten (vgl. Abbildung 24).

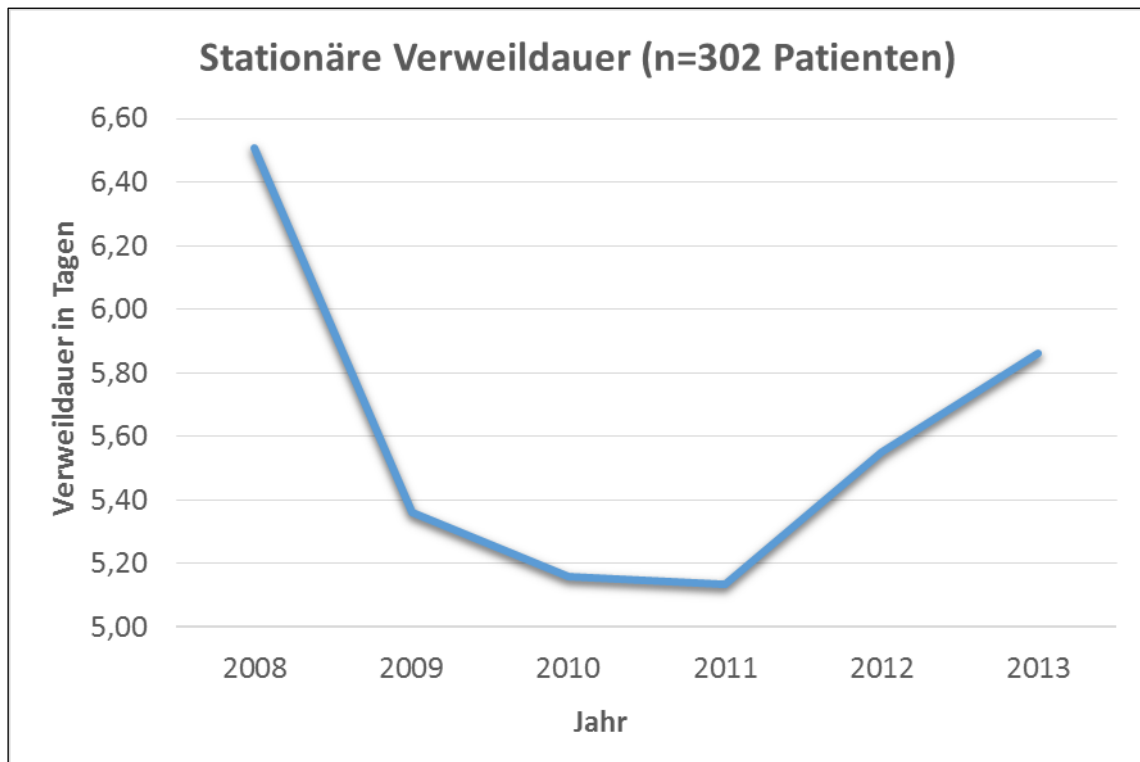


Abb. 24: Durchschnittliche stationäre Verweildauer nach Jahren

Vergleicht man die stationäre Verweildauer der Patienten mit einer akuten Appendizitis, differenziert nach der jeweiligen Operationsmethode, so erhält man folgende Verteilung:

Operationsmethode	Patienten (n=)	Mittelwert	Median	SD
Offene Appendektomie	29	6,60	5,91	2,42
Laparoskopische Appendektomie	221	5,15	4,88	1,53
Konversion	7	8,59	8,15	11,82

Tab. 8: Stationäre Verweildauer [Tage] der Patienten mit einer akuten Appendizitis (n=257)

Folglich waren die Patienten, bei denen eine operative Konversion erfolgte, mit durchschnittlich 8,59 Tagen am längsten stationär betreut. Ferner überstieg die stationäre Verweildauer der Patienten mit einer offenen Appendektomie (Ø 6,6 Tage) die der Kinder mit einer laparoskopischen Appendektomie (Ø 5,15 Tage).

Analgetikabedarf

Die Anzahl postoperativer Tage, an denen die Patienten mit einer akuten Appendizitis ein Analgetikum jeglicher Art bekamen, betrug im Mittel 1,88 Tage (Median = 2,00 Tage). Von diesen Kindern wiederum benötigten 38 Patienten ausschließlich am Tag der Operation ein Schmerzmittel. In Abhängigkeit von der Operationsmethode gestaltete sich der postoperative Schmerzmittelbedarf somit folgendermaßen:

Operationsmethode	Patienten (n=)	Mittelwert	Median	SD
Offene Appendektomie	29	2,52	2,00	1,70
Laparoskopische Appendektomie	219	1,71	1,00	1,36
Konversion	7	4,43	5,00	2,23
Keine Angabe	2			

Tab. 9: Postoperativer Analgetikabedarf [Anzahl postoperativer Tage] der Patienten mit einer akuten Appendizitis (n=257)

Den höchsten Schmerzmittelbedarf wiesen entsprechend die Kinder auf, bei denen eine operative Konversion durchgeführt wurde (\bar{O} 4,43 postoperative Tage). Der Analgetikabedarf der Kinder mit einer offenen Appendektomie (\bar{O} 2,52 postoperative Tage) war wiederum größer als derjenige der Patienten mit einem laparoskopischen Eingriff (\bar{O} 1,71 postoperative Tage).

Antibiotikatherapie

Die Anzahl an postoperativen Tagen, an denen die Kinder mit einer akuten Appendizitis ein Antibiotikum erhielten, betrug im Mittel 2,66 Tage (Median = 3,00 Tage). 68 Kinder erhielten ausschließlich eine einmalige intraoperative Antibiotikagabe als Single Shot. Bei 2 Patienten erfolgte die Antibiotikagabe über eine Single-Shot-Gabe hinaus ausschließlich am eigentlichen Operationstag. Vergleicht man die Dauer der antibiotischen Behandlung in Abhängigkeit von der jeweiligen Operationsmethode, so ergibt sich folgende Konstellation:

Operationsmethode	Patienten (n=)	Mittelwert	Median	SD
Offene Appendektomie	29	3,69	4	2,48
Laparoskopische Appendektomie	215	2,41	3,00	1,98
Konversion	7	6,00	5,00	2,00
Keine Angabe	6			

Tab. 10: Postoperative Antibiotikabehandlung [Anzahl postoperativer Tage] der Patienten mit einer akuten Appendizitis (n=257)

Die längste postoperative Antibiotikagabe erfolgte entsprechend bei den Patienten mit einer operativen Konversion (\bar{O} 6,00 postoperative Tage). Die Dauer der antibiotischen Abdeckung der Kinder mit einer offenen Appendektomie (\bar{O} 3,69 postoperative Tage) übertraf wiederum diejenige der Kinder mit einer laparoskopischen Appendektomie (\bar{O} 2,41 postoperative Tage).

Kostaufbau

Der Kostaufbau, anfänglich zumeist aus Tee, Suppe und Zwieback bestehend, begann bei den Patienten mit einer akuten Appendizitis durchschnittlich nach 1,57 postoperativen Tagen (Median = 1,00 Tag). 12 Kinder erhielten bereits am Operationstag die erste perorale Nahrungsaufnahme. Vergleicht man den Zeitpunkt des Beginns des postoperativen Kostaufbaus in Abhängigkeit von der Operationsmethode, so erhält man das folgende Resultat:

Operationsmethode	Patienten (n=)	Mittelwert	Median	SD
Offene Appendektomie	29	2,31	2,00	1,14
Laparoskopische Appendektomie	219	1,41	1,00	0,67
Konversion	7	3,43	3,00	1,13
Keine Angabe	2			

Tab. 11: Beginn des postoperativen Kostaufbaus [Anzahl postoperativer Tage] der Patienten mit einer akuten Appendizitis (n=257)

Nach einer laparoskopischen Appendektomie leitete der behandelnde Arzt den Kostaufbau demnach durchschnittlich am schnellsten (nach 1,41 postoperativen Tagen) in die Wege. Hingegen wurden die Kinder mit einer offenen Appendektomie schneller kostaufgebaut (\bar{O} nach 2,31 postoperativen Tagen) als diejenigen mit einer operativen Konversion (\bar{O} nach 3,43 postoperativen Tagen).

4. Diskussion

Die akute Appendizitis stellt die häufigste Ursache des akuten Abdomens jenseits des Säuglingsalters dar [2–5] und bedarf daher einer besonderen Aufmerksamkeit. Gerade aufgrund der erschwerten Diagnosestellung und des häufig foudroyanten Verlaufes bei jüngeren Kindern sind eine frühzeitige Erkennung und adäquate Therapie dieser Erkrankung von unermesslichem Wert.

Beschreibung des Patientenkollektives

Das gesamte Patientenkollektiv (302 Kinder) weist einen Altersgipfel der acht- bis zwölfjährigen Kinder auf. Um die Altersverteilung der Patienten jedoch differenzierter beurteilen zu können, sollte man das Alter in Abhängigkeit von der jeweiligen definitiven Diagnose betrachten. So lässt sich bei den Patienten mit einer akuten Appendizitis ebenfalls einen Altersgipfel zwischen 7 und 12 Jahren ausmachen. Dieser Wert entspricht den Angaben der Literatur [2–4, 6, 7, 9, 13, 14, 18, 28, 29], wobei hier unterschiedliche Altersgipfel beschrieben werden (z.B. 8 bis 12 Jahre oder 10 bis 19 Jahre). Des Weiteren wurde in einer retrospektiven Analyse am Universitätsklinikum Würzburg aus dem Jahre 2005 [30], in der Kinder und Jugendliche bis zum vollendeten 18. Lebensjahr über einen Zeitraum von 10 Jahren erfasst wurden, ein Altersgipfel der Patienten mit einer akuten Appendizitis zwischen 8 und 12 Lebensjahren ermittelt. Dies ist ebenso mit dem aktuellen Ergebnis vereinbar. Ferner waren wenig Säuglinge und Kleinkinder von der Diagnose „akute Appendizitis“ betroffen, was in der Literatur ebenso beschrieben wird [3, 4, 6, 14, 18, 28]. In diesem Alter stehen erfahrungsgemäß andere Erkrankungen im Vordergrund, an welche man bei Verdacht auf ein akutes Abdomen in erster Linie denken sollte [3, 4] (vgl. Kapitel 1.1).

Eine chronische Appendizitis wird im Patientengut dieser retrospektiven Analyse regelmäßig ab 8 Jahren beschrieben (vgl. Abbildung 24). Dies entspricht ebenfalls dem Ergebnis der Untersuchung aus dem Jahr 2005 [30].

Sowohl im gesamten Patientenkollektiv (47% weiblich und 53% männlich) als auch im Kollektiv der Patienten mit einer akuten Appendizitis (44% weiblich und 56% männlich) erkennt man ein leichtes Übergewicht an männlichen Patienten. Von dieser Prädominanz für das männliche Geschlecht bei Patienten mit einer akuten Appendizitis wird auch in der Literatur berichtet [6, 9, 11, 18, 28, 29, 31], wobei das Life-Time-Risiko für eine akute

Appendizitis 7% für das weibliche und 9% für das männliche Geschlecht beträgt [32]. Darüber hinaus wird von einem im Vergleich zu den männlichen Patienten (10-14 Jahre) um fünf Jahre verzögerten Inzidenzgipfel bei Frauen (15-19 Jahre) berichtet [2, 18, 28, 32]. Dies deckt sich jedoch nicht mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit. Womöglich liegt das daran, dass die Fallzahl der Kinder mit einer akuten Appendizitis in dieser Studie lediglich 257 Patienten betrug.

Diagnostische Maßnahmen

Auch wenn sich bis heute noch kein international anerkannter Standard in der Diagnostik einer akuten Appendizitis bei Kindern durchgesetzt hat und dieses Thema immer noch kontrovers diskutiert wird [16], so entsprechen die diagnostischen Maßnahmen, welche in der Abteilung für Kinderchirurgie des Universitätsklinikums Würzburg im Rahmen der Appendizitisdiagnostik ergriffen wurden, den aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen (vgl. Kapitel 1.4).

Mit einer ausführlichen Anamnese und einer gründlichen körperlichen Untersuchung wurde die Diagnose einer Appendizitis in erster Linie klinisch gestellt. Eine Blutentnahme zur Bestimmung der Leukozytenzahl und des CRP erfolgte ebenfalls regelmäßig, wenngleich diese Werte relativ unspezifisch sind. Ergänzend können diese Laborparameter jedoch Hinweise für eine Appendizitis oder sogar eine eingetretene Perforation (Leukozytose > 20.000 Leukozyten/ μl) liefern [3]. Darüber hinaus erhielten alle Kinder eine Sonographie des Abdomens, was als wichtigstes bildgebendes Verfahren und somit als Goldstandard gilt [3, 7, 11, 16, 33, 34]. So konnte in einer Reihe von Studien nachgewiesen werden, dass der Einsatz der Sonographie die Treffsicherheit der klinischen Diagnose einer akuten Appendizitis verbessert [14]. Weitere bildgebende Verfahren kamen selten zum Einsatz, was auf lange Untersuchungszeiten (MRT), Strahlenbelastung (Röntgen, CT) und erhöhte Kosten zurückzuführen ist. Auch ein Urinstatus zum Ausschluss eines Harnwegsinfektes bzw. Infektes der ableitenden Harnwege erfolgte lediglich bei 47% aller Kinder, obwohl er heutzutage routinemäßig empfohlen wird [11].

Zuletzt ist noch zu erwähnen, dass der Stellenwert der Sonographie und Computertomographie weiterhin zunimmt. Diese Zunahme der bildgebenden Diagnostik korreliert jedoch nicht mit einer Abnahme der perforierten Appendizitis [31]. Da die Diagnostik einer

Appendizitis bis heute vor allem bei kleineren Kindern eine Herausforderung darstellt, sollte dieses Thema weiterhin Forschungsinhalt von Studien bleiben.

CRP und Leukozyten bei Patientenaufnahme

Sowohl das C-reaktive Protein als auch die Leukozytenzahl waren zum Zeitpunkt der Patientenaufnahme bei den Kindern mit einer akuten Appendizitis im Mittel erhöht (4,07 mg/dl bzw. 13590 Leukozyten/ μ l). Gerade im Falle einer bereits eingetretenen Perforation kann man einen deutlichen Anstieg des durchschnittlichen CRP um fast den fünffachen Wert beobachten (akute nicht-perforierte Appendizitis: 2,54 mg/dl bzw. akute perforierte Appendizitis: 12,63 mg/dl). Interessanterweise fiel der durchschnittliche Leukozytenwert in diesem Falle im Vergleich zur nicht-perforierten Appendizitis nur unwesentlich höher aus (akute nicht-perforierte Appendizitis: 13380 Leukozyten/ μ l bzw. akute perforierte Appendizitis: 14750 Leukozyten/ μ l). In beiden Fällen liegt im Mittel zwar eine Leukozytenzahl von über 10000 Leukozyten/ μ l vor, was für eine akute Appendizitis typisch ist, eine ausgeprägte Leukozytose über 20000 Leukozyten/ μ l, welche auf eine bereits eingetretene Perforation hinweisen kann [2–5], stellte bei den entsprechenden Kindern im Mittel jedoch nicht die Regel dar. Dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass sich die Leukozyten im Rahmen einer eingetretenen gedeckten Perforation im Bereich des perityphlitischen Abszesses konzentrieren können, was die Leukozytenzahl im Blut verringert [7]. Da jedoch nicht alle Perforationen gedeckt vorstatingen (in den Operationsberichten war von 23 gedeckten Perforationen die Rede), erklärt diese Hypothese den Sachverhalt nicht ausreichend.

Aufgrund der Tatsache, dass das CRP als auch die Leukozytenzahl an sich unspezifisch sind und mit einer relativ niedrigen Spezifität und Sensitivität weder eine akute Appendizitis ausreichend und sicher bestätigen noch ausschließen können [35, 36], wird die Bedeutung dieser Labormarker für die Diagnostik einer Appendizitis bis heute kontrovers diskutiert und ist weiterhin Inhalt von Studien. Manche Autoren messen dem CRP eine besondere Bedeutung in der Diagnostik einer komplizierten Appendizitis bei. So ergab eine Studie von *Buyukbese Sarsu und Sarac* [37], dass das CRP bei Patienten mit einer komplizierten Appendizitis den höchsten Grad an diagnostischer Genauigkeit aufweist und der kombinierte Einsatz von CRP (Cutt-Off-Wert ≥ 1.17 mg/dl) und Leukozytenzahl (Cutt-Off-Wert $\geq 13.1 \times 10^3/\mu$ l) die Sensitivität in der Diagnostik einer komplizierten

Appendizitis erhöht. Die Autoren betonen jedoch, dass die Diagnostik einer Appendizitis in erster Linie klinisch gestellt werden sollte und dass offensichtlich spezifischere Marker benötigt werden. Eine weitere Studie von *Sammalkorpi et al.* [38] ergab ebenfalls, dass man eine komplizierte Appendizitis über ein hohes CRP-Level bei Patientenaufnahme identifizieren kann. *Shelton et al.* [39] berichten darüber, dass ein präoperativ hoher CRP-Spiegel eine erhöhte Rate an postoperativen Komplikationen prognostiziert. So traten bei den Patienten mit einem präoperativen CRP von mehr als 15 mg/dl mehr als doppelt so viele Komplikationen auf. Darüber hinaus führten *Shogilev et al.* [40] eine breite Medline-Analyse durch und kamen zu dem Ergebnis, dass Laborparameter für sich allein zwar einen sehr begrenzten diagnostischen Wert besitzen, die Kombination mehrerer Marker jedoch vielversprechend ist und den diagnostischen Nutzen stark erhöht.

Aus diesen Gründen sollte man weitere Studien zu Labormarkern und deren Kombination durchführen und das Nutzen von potenziellen neuen Markern untersuchen. Ein möglicher Marker könnte das Procalcitonin (PCT) sein. So ergab eine prospektive Studie, welche am Universitätsklinikum Würzburg an 20 Kindern durchgeführt wurde [30], eine deutliche PTC-Erhöhung auf durchschnittlich 3,36 ng/ml bei Kindern mit einer perforierten Appendizitis mit oder ohne Peritonitis. Bei den Patienten mit einer akuten nicht-perforierten Appendizitis zeigte sich lediglich eine leichte Erhöhung des PTC auf 0,25ng/ml. Eine weitere Analyse von *Yamashita et al.* [41], in welcher der Nutzen des PCT bei einer komplizierten Appendizitis untersucht wurde, zeigte auf, dass das präoperativ gemessene Procalcitonin einen nützlichen Marker für die Diagnostik einer akuten Appendizitis mit Abszess und/oder Perforation darstellte und in diesem Falle sogar die höchste diagnostische Genauigkeit aller untersuchten Marker (neben dem PCT auch CRP, Leukozytenzahl, Körpertemperatur und Neutrophile-Lymphozyten-Ratio) aufwies.

Klassifikation und Schweregrad der Appendizitis

Bei den insgesamt 302 Kindern wurde nach Zusammenschau der Befunde auf Basis des histopathologischen Befundes bei 85% (257 Kinder) die Diagnose „akute Appendizitis“ gestellt. Mit 67% litten die meisten Kinder an einer akuten phlegmonösen Appendizitis. Die präoperative Perforationsrate aller Patienten mit einer akuten Appendizitis betrug 15,2% (39 Kinder). Wie zuvor beschrieben, waren wenig Säuglinge und Kleinkinder von einer akuten Appendizitis betroffen. Gerade in der Altersgruppe der null- bis dreijährigen

Kinder war die Perforationsrate jedoch mit 72,7% am höchsten. Auch in der Literatur werden Werte zwischen 7 und 30% angegeben, wobei die Perforationsrate in Abhängigkeit vom Alter sogar bis zu 100% betragen kann [11, 13, 15, 33, 42, 43].

Die hohe Perforationsrate bei Säuglingen und Kleinkindern lässt sich dadurch erklären, dass die klinische Symptomatik einer Appendizitis in diesem Alter meist unspezifischer in Erscheinung tritt und die Patienten noch nicht in der Lage sind, sich adäquat auszudrücken und ihre Beschwerden detailliert zu beschreiben. Entsprechend erfolgt die Diagnostikstellung einer Appendizitis bei diesen Kindern meist verzögert, sodass zum Zeitpunkt der Patientenvorstellung bereits eine Perforation stattgefunden hat (vgl. Kapitel 1.3). Ferner ist das große Netz bei Säuglingen und Kleinkindern nur zart ausgebildet und noch nicht in der Lage, das Entzündungsgeschehen im Rahmen einer akuten Appendizitis durch Migration abzudecken [3].

Eine chronische Appendizitis ist eine lang anhaltende Entzündung oder Fibrose des Wurmfortsatzes, die sich klinisch mit prolongierten (>48 Stunden) oder intermittierenden abdominellen Schmerzen präsentiert [44]. Der Anteil der Patienten mit der histologisch gesicherten Diagnose „chronische Appendizitis“ beträgt in dieser Studie 9% (27 Kinder). In der Literatur hingegen liegen Angaben zwischen 1,5% und 30% vor [8, 44–46].

Da die Existenz dieser Diagnose bis heute umstritten und die chronische Appendizitis immer noch nicht als eigenständige Entität gänzlich anerkannt ist [3, 8, 44, 47], überrascht diese Varianz an Angaben in der Literatur nicht. So untersuchte *Hertzler* in einer Studie Appendices, die unter der Verdachtsdiagnose einer chronischen Appendizitis entfernt wurden. Überraschenderweise konnte er keine Unterschiede im Vergleich zu inzidentellen Appendektomiepräparaten finden [48].

Sprach der Pathologe im histopathologischen Befund weder von einer akuten, noch von einer chronischen Appendizitis, sondern von einer an sich entzündungsfreien Appendix, welche jedoch Anzeichen einer abgelaufenen Entzündung aufweist (z.B. lymphofollikuläre Hyperplasie, Fibrose, Vernarbung), so wurde dieser Befund unter der Diagnose „unklare abdominelle Beschwerden“ festgehalten. Der Anteil der Patienten mit entsprechender Diagnose betrug in dieser Arbeit 6% (18 Kinder). Da bei diesen Kindern meist intraoperativ ein Koprolith und/oder abdominelle Verwachsungen gefunden und/oder anamnestisch rezidivierende abdominelle Beschwerden angegeben wurden, könnte man diese

Gruppe auch den Patienten mit einer chronischen Appendizitis zuordnen. Aus histologischer Sicht beobachtet man im Präparat einer chronischen Appendizitis eine Infiltration der Lamina propria mit Lymphozyten, Histiozyten und Plasmazellen und/oder eine Hyperplasie des lymphatischen Gewebes. Voraussetzung für die Diagnosestellung einer chronischen Appendizitis ist jedoch auch der Nachweis einer Fibrose und gegebenenfalls von Epitheldefekten. Eine Fibrose allein wiederum kennzeichnet lediglich den Zustand nach abgelaufener Entzündung. Ist also eine entsprechende Konstellation nicht gegeben, liegt lediglich eine inzidentelle Appendektomie bei unauffälligem Befund vor [18, 47]. Aus diesem Grund könnte eine erneute detailliertere Analyse der pathologischen Befunde Abhilfe verschaffen, ob man die Befunde der Patienten aus der Gruppe der „unklaren abdominellen Beschwerden“ als chronische Appendizitiden oder als blande Befunde bzw. negative Appendektomien einordnen sollte. Andererseits gibt es jedoch im Allgemeinen keine formalen Diagnosekriterien für eine chronische Appendizitis [46]. Darüber hinaus wird vom Pathologen selten eine Appendix ohne krankhaften Befund diagnostiziert und die Diagnose einer chronischen Appendizitis eher „großzügig“ gestellt [47]. Daher scheint es wohl stets eine Gruppe von Patienten zu geben, bei denen der histopathologische Befund nach einer Appendektomie nicht eindeutig ist. Ob hier eine Appendektomie im Nachhinein gerechtfertigt ist, könnten weitere prospektive Studien klären. Nach *Höcht und Meyer* rechtfertigt der histologische Nachweis von Entzündungszeichen mit Zellinfiltration und Fibrose bei Patienten mit chronisch-rezidivierenden Unterbauchschmerzen im Nachhinein nicht eine diagnostische Laparoskopie bzw. Appendektomie, wenn die Appendix intraoperativ unauffällig erschien [3]. Dies war bei der Gruppe der „unklaren abdominellen Beschwerden“ jedoch nicht der Fall, da intraoperativ der Verdacht auf eine akute oder chronische Appendizitis gestellt wurde. Der Nachweis einer Appendixobstruktion wiederum rechtfertigt eine Appendektomie [3], sodass diese bei den Kindern aus der Gruppe der „unklaren abdominellen Beschwerden“, bei denen zusätzlich ein Koproolith entdeckt wurde, vertretbar ist.

Abschließend muss noch erwähnt werden, dass die Auswertung der für die Ermittlung des Schweregrades relevanten Daten in manchen Fällen einen gewissen Interpretationsspielraum zuließ, da die dokumentierten Angaben (Operationsbericht, histopathologischer Befund, Arztbrief) nicht immer vollständig vorlagen. Beispielsweise wurde im Operationsbericht von einer akuten Appendizitis berichtet, ohne den histologischen

Schweregrad makroskopisch einzuschätzen. Aus der Beschreibung des intraoperativen makroskopischen Befundes konnte dieser jedoch im Nachhinein meist abgeleitet werden (z.B. makroskopisch entzündlich aufgetriebene und verdickte Appendix = akute phlegmonöse Appendizitis).

Diagnostische Trefferquote des Chirurgen und negative Appendektomien

Die diagnostische Trefferquote des Chirurgen bezüglich der intraoperativen Einschätzung des makroskopischen Befundes lag bei 89,7%. Auch andere Studien, bei denen der vom Chirurgen beschriebene intraoperative makroskopische Befund mit dem histopathologischen Befund verglichen wurde, ergaben eine Übereinstimmung beider Befunde bei rund 90% aller appendektomierten Kinder und Jugendlichen [16].

In 94,9% der Fälle erkannte der Chirurg bei den Kindern mit einer akuten Appendizitis intraoperativ eine eingetretene Perforation, welche im Folgenden der Pathologen bestätigte. Allerdings wurde in 5 Fällen eine falsch-positive Perforation diagnostiziert. In einer Studie von *Ponsky et al.*, in welcher 110 Chirurgen Operationsbilder beurteilen mussten, erkannten jedoch lediglich 27% eine perforierte Appendizitis [49]. Eine weitere Arbeit von *Bliss et al.* ergab, dass eine perforierte Appendizitis in Abhängigkeit von der Operationsmethode ebenfalls nur in 55% (offene Appendektomie) bzw. 54% (laparoskopische Appendektomie) der Fälle vom Chirurgen intraoperativ richtig diagnostiziert wurde [50]. Folglich war die intraoperative diagnostische Trefferquote des Chirurgen bezüglich einer perforierten Appendizitis in dieser Studie sehr hoch. Dies lässt sich vermutlich darauf zurückführen, dass die Angaben des Operateurs und des Pathologen in erster Linie aus dem Arztbrief entnommen wurden. In manchen Fällen änderte der Chirurg jedoch im Nachhinein seine Meinung, sodass seine Angaben im eigentlichen Operationsbericht nicht mit denen im Arztbrief übereinstimmten. Würde man sich also allein auf die Informationen aus den Operationsberichten beziehen, so würde die Trefferquote aller Voraussicht nach geringer ausfallen. Zudem muss erneut darauf hingewiesen werden, dass die Auswertung der für die Ermittlung des Schweregrades relevanten Daten manchmal einen gewissen Interpretationsspielraum zuließ (siehe oben). Trotz allem scheint die Einschätzung des makroskopischen Befundes durchaus untersucherabhängig zu sein, was die unterschiedlichen Ergebnisse aus den Studien bestätigen.

Von einer „negativen Appendektomie“ spricht man, wenn der Wurmfortsatz aufgrund des Verdachtes einer Appendizitis entfernt wurde, die histologische Aufbereitung jedoch keine akute Entzündung ergab. Die Rate an negativen Appendektomien wird inzwischen als Qualitätsmerkmal zur Ergebnisbewertung der Appendektomie herangezogen [51]. In der vorliegenden Arbeit betrug sie 2,6%. Zählt man die Patienten aus der Gruppe mit „unklaren abdominellen Beschwerden“ (siehe oben) dazu, so erhält man eine negative Appendektomierate von 7,9%. In der Literatur werden im Allgemeinen Werte zwischen 10 und 30% angegeben [11, 13, 18, 52], wobei die meisten Autoren von einer negativen Appendektomierate zwischen 10 und 15% berichten [51].

In der Vergangenheit wurde eine hohe Rate an negativen Appendektomien in Kauf genommen, um die Perforationsrate zu senken. Neuere Studien ergaben jedoch, dass hohe negative Appendektomieraten nicht länger akzeptabel sind und die Perforation kein Problem einer verzögerten Indikationsstellung, sondern einer verspäteten Patientenvorstellung darstellt [14]. Nach *Wente et al.* sollte man die in der Literatur beschriebene inverse Korrelation zwischen Perforationsrate und Rate an negativen Appendektomien nicht als Tatsache oder Kompromiss akzeptieren, sondern den Anspruch haben, beide Raten so weit wie möglich zu senken. Werte unter 10%, ja sogar 2%, wie sie in der Literatur teils beschrieben werden, gelten den Autoren zufolge daher als erstrebenswert, da die Komplikationsrate einer Appendektomie zwar niedrig, jedoch in Anbetracht der Entfernung einer gesunden Appendix grundsätzlich zu hoch sei [51]. Es besteht jedoch immer noch eine breite Übereinstimmung, dass man eine negative Appendektomierate von ca. 15% in Kauf nimmt, um die Perforationsrate zu senken [14, 53]

Die Rate an negativen Appendektomien in dieser Studie ist mit 2,6% bzw. 7,9% als sehr niedrig bzw. niedrig einzuschätzen, was durchaus positiv auffällt, da die Perforationsrate mit 15,18% gerade im Kindesalter in einem vertretbaren Rahmen lag. Trotzdem sollte man sich weiterhin mit der Frage beschäftigen, wie man beide Raten noch weiter senken kann. Inwiefern der Einsatz bildgebender Diagnostik die Rate an negativen Appendektomien reduziert, wird aufgrund unterschiedlicher Studienergebnisse weiterhin diskutiert. So ergab eine Studie aus Holland, dass der standardisierte Einsatz von Sonographie und Computertomographie die negative Appendektomierate signifikant von 18% auf 9,2% verringerte [54]. *Miano et al.* wiederum legen dar, dass der präoperative Einsatz der Computertomographie das Outcome von Kindern mit einer Appendizitis nicht verbesserte

[55]. Ob die offene oder die laparoskopische Appendektomie mit einer geringeren Rate an negativen Appendektomien einhergeht, ist ebenfalls unklar. Manche Autoren berichten von gleichwertigen Ergebnissen, andere sehen in der laparoskopischen Technik einen deutlichen Vorteil [51]. Des Weiteren ergab eine Studie von *Donagh et al.*, dass Kinder, die von einem kinderchirurgischen Team betreut wurden, eine geringere Rate an negativen Appendektomien aufwiesen. Die Autoren fordern jedoch weitere Studien [56]. Auch *Meyer* spricht sich dafür aus, dass die akute Appendizitis des Säuglings- und Kleinkindalters durch einen Kinderchirurgen behandelt werden sollte. Der Autor betont jedoch, dass dieses Krankheitsbild im Kindes- und Jugendalter durch jeden Chirurgen mit einem guten Outcome versorgt werden kann [25].

Zuletzt spielt sicherlich die Erfahrung des Chirurgen eine zentrale Rolle in der Diagnostik einer akuten Appendizitis. Darüber hinaus können Diagnostikscores wie der Alvarado-Score dem weniger erfahrenen Arzt Entscheidungshilfen geben [16, 51], auch wenn sie sich bis heute im Allgemeinen nicht durchsetzen konnten.

Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer Appendizitis und der jeweiligen Jahreszeit bzw. Wetterlage

Bei den meisten Kindern mit einer akuten Appendizitis erfolgte die stationäre Aufnahme in den Monaten März und Juli, im August wiederum wurden die wenigsten Patienten aufgenommen. Eine Korrelation zwischen der Wetterlage (Lufttemperatur und Niederschlagshöhe) im Umkreis der Stadt Würzburg zum Zeitpunkt der Patientenaufnahme und Anzahl an aufgenommenen Kindern konnte jedoch nicht nachgewiesen werden.

Da die Evidenz für einen jahreszeitlichen Einfluss auf die Pathogenese einer Appendizitis ohnehin nicht sehr ausgeprägt ist [28], ist dieses Ergebnis nicht verwunderlich. Trotz allem berichten einige Studien von einer saisonalen Häufung von Appendizitisfällen in den Sommermonaten, wobei der Unterschied zwischen den einzelnen Jahreszeiten nicht immer signifikant war [57–64]. So ergab beispielweise eine Medline-Suche von *Fares*, in welcher 30 Publikationen im Zeitraum 1970 bis 2012 analysiert wurden, dass in allen Ländern außer der Türkei und Nigeria vor allem im Sommer eine erhöhte Frequenz an Krankheitsfällen beschrieben wurde [65]. Andere Autoren wiederum konnten keine jahreszeitlichen Schwankungen feststellen [66, 67].

Als mögliche Gründe für einen jahreszeitlichen Einfluss werden heterogene extrinsische Faktoren wie Luftfeuchtigkeit, Sonneneinstrahlung, Ernährung, Allergene oder Infektionen genannt [28, 58]. Eine retrospektive Studie von *Bal et al.* ergab eine saisonale Häufung im Frühjahr und Herbst, wobei der Unterschied zwischen den Jahreszeiten nicht signifikant war. Darüber hinaus konnten die Autoren jedoch keinen Zusammenhang zwischen monatlicher Durchschnittstemperatur, Luftfeuchtigkeit, totaler Niederschlagsmenge und der Frequenz einer akuten Appendizitis nachweisen, was sich mit dem Ergebnis dieser Studie deckt [68].

Die Pathogenese einer Appendizitis scheint also ein multifaktorieller Prozess zu sein, wobei man trotz widersprüchlicher Studien extrinsische Faktoren wie Umweltfaktoren, Ernährung und Infektionen nicht außer Acht lassen, sondern weiterhin untersuchen sollte.

Ist die laparoskopische Appendektomie bei Kindern am Universitätsklinikum Würzburg ein Ausbildungseingriff?

Die laparoskopische Appendektomie ist nicht nur der am häufigsten durchgeführte minimalinvasive Eingriff im Kindesalter, sondern gilt zugleich als Einstiegsoperation für die laparoskopische Ausbildung eines Chirurgen und somit als Ausbildungseingriff [7, 13, 25, 69]. Unter fachärztlicher Aufsicht kann dieses Verfahren sicher durchgeführt werden [69], wobei die Konversionsrate akzeptabel niedrig bleibt [13].

In der kinderchirurgischen Abteilung des UKW hingegen erfolgten lediglich 14% der laparoskopischen Appendektomien (3 Trokare, Konversionen ausgeschlossen) durch einen Weiterbildungsassistenten unter fachärztlicher Aufsicht. Auch wenn der Anteil an Weiterbildungseingriffen durch einen Assistenzarzt während der regulären Arbeitszeit (8 bis 16 Uhr) und zu Beginn des Dienstes (16-20 Uhr) etwas höher war, so überwog der Anteil an fachärztlichen Eingriffen zu jeder Tageszeit deutlich.

Somit kann man also sagen, dass sich die laparoskopische Appendektomie bei Kindern am UKW bisher noch nicht als Ausbildungseingriff etabliert hat. Dies könnte möglicherweise daran liegen, dass dieses Operationsverfahren zunächst in erster Linie von Fachärzten durchgeführt wurde, um diesen Eingriff noch weiter zu optimieren. Sobald dies geschehen war, wurde den Weiterbildungsassistenten nach und nach mehr Verantwortung übertragen. Entsprechend war der Anteil an assistenzärztlichen Ausbildungseingriffen zunächst sehr niedrig (8-13%), bis er ab 2011 in den folgenden Jahren auf bis zu 33%

stetig anstieg. Um diese Hypothese zu verifizieren und zu überprüfen, ob sich die laparoskopische Appendektomie bei Kindern am UKW künftig als Ausbildungseingriff etablieren wird, ist eine weitere retrospektive bzw. prospektive Studie vonnöten, in welcher der Anteil an assistenzärztlichen laparoskopischen Appendektomien ab Juni 2013 erfasst wird. Ergänzend muss noch einmal angemerkt werden, dass die Jahre 2008 und 2013 in der aktuellen Arbeit lediglich anteilig repräsentiert werden, sodass der Anteil an assistenzärztlichen Eingriffen in diesem Zeitraum auch höher bzw. niedriger gewesen sein könnte.

Offene und laparoskopische Appendektomie im Vergleich

In der kinderchirurgischen Abteilung des UKW wurde der Großteil aller Kinder (88%) in laparoskopischer Technik appendektomiert, wobei die Konversionsrate lediglich 2% betrug. Über die Jahre hinweg kann man darüber hinaus eine Abnahme der offenen zugunsten der laparoskopischen Eingriffe beobachten, wobei die minimalinvasive Technik stets das dominierende Verfahren darstellte.

Auch in der Literatur wird in den letzten Jahren ein Wandel hinsichtlich der Operationstechnik von der konventionellen hin zur laparoskopischen Appendektomie beschrieben, der sich nicht nur in der Erwachsenen-, sondern auch in der Kinderchirurgie vollzogen hat [25, 70–73]. So ergab eine im Jahr 2013 veröffentlichte Studie von *Dingemann et al.*, in welcher 97 kinderchirurgische Abteilungen befragt wurden, dass die laparoskopische Appendektomie in 79% als Standardverfahren in den Kliniken zur Anwendung kam und somit das dominierende Verfahren in Deutschland ist [74].

Seit der Einführung der laparoskopischen Appendektomie beschäftigen sich viele Studien mit den Vor- und Nachteilen dieser Operationstechnik und stellen diese der konventionellen Appendektomie gegenüber. Aufgrund widersprüchlicher Ergebnisse konnte sich diese minimalinvasive Operationstechnik in der Vergangenheit im Allgemeinen nicht durchsetzen, sodass die offene Appendektomie als Methode der Wahl galt [16]. Neuere Studien belegen jedoch, dass es neben einem besseren kosmetischen Ergebnis und der Möglichkeit einer diagnostischen Laparoskopie klare Vorteile der laparoskopischen im Vergleich zur offenen Appendektomie bezüglich des postoperativen Verlaufes gibt [5, 43, 72, 75–79]. So ergab eine Metaanalyse von *Esposito et al.*, in der Daten von 123628

Kindern und Jugendlichen aus 26 Studien analysiert wurden, dass die Patienten nach laparoskopischer Appendektomie weniger Analgetika benötigten, früher kostaufgebaut und schneller wieder entlassen werden konnten. Außerdem traten bei diesen Kindern weniger postoperative Wundinfektionen und Ileus auf [80]. Zwei weitere Metaanalysen randomisierter kontrollierter Studien bei Kindern und Erwachsenen von *Li et al.* [81] und *Sauerland et al.* [82] kamen zu ähnlichen Ergebnissen. Allerdings war die laparoskopische Technik hier mit einer erhöhten Rate an intraabdominellen Abszessen verbunden, welche bei *Li et al.* jedoch keine statistische Signifikanz aufwies. Während andere Autoren ebenfalls von einer erhöhten postoperativen Abszessrate berichten [13, 43, 70, 83], war diese in anderen Studien gleichwertig, ja zum Teil sogar im Vergleich zur konventionellen Appendektomie erniedrigt [72, 75, 84].

Vergleicht man das Outcome beider Operationsverfahren im Patientengut des Universitätsklinikums Würzburg, so erkennt man ebenfalls Vorteile der laparoskopischen Appendektomie im postoperativen Verlauf. Zum einen war die durchschnittliche stationäre Verweildauer im Falle einer laparoskopischen Appendektomie um 1,45 Tage kürzer (\bar{O} 5,15 bzw. 6,6 Tage). Dieser Wert sollte jedoch nicht überbewertet werden, da der stationäre Aufenthalt eines Patienten heutzutage durchaus durch den Fallpauschalen-Katalog beeinflusst werden kann. Beispielsweise liegt die obere Grenzverweildauer nach einer Appendektomie ohne Peritonitis bei einem Kind unter 10 Jahren (G23A) aktuell bei 8 Tagen [85]. Zum anderen war bei den Kindern der postoperative Analgetikabedarf geringer (\bar{O} 1,71 bzw. 2,52 postoperative Tage), da sie schneller schmerzfrei wurden. Darüber hinaus konnten die Patienten nach einer laparoskopischen Appendektomie im Mittel fast einen Tag früher kostaufgebaut werden (\bar{O} nach 1,41 bzw. 2,31 postoperativen Tagen). Außerdem bekamen die Kinder eine kürzere postoperative antibiotische Therapie (\bar{O} 2,41 bzw. 3,69 postoperative Tage). Da die Dauer der antibiotischen Abdeckung eines Patienten in erster Linie vom Schweregrad der Appendizitis abhängt und standardisiert erfolgt, ist diese nur begrenzt als Qualitätskriterium verwendbar. So kann eine intraoperativ begonnene Antibiose bei einer unkomplizierten Appendizitis in der Regel nach 2 Dosen gestoppt werden, wohingegen sie im Rahmen einer komplizierten Appendizitis (Perforation und/oder Peritonitis) bis zur Normalisierung der laborchemischen Parameter (CRP und Leukozyten) und des klinischen Zustandes weitergeführt werden sollte (vgl. Kapitel 1.5). Manche Operateure verzichten sogar gänzlich auf eine Antibiose.

Ferner konnten Autoren nachweisen, dass die laparoskopische Appendektomie bei Kindern und Erwachsenen nicht nur im Rahmen einer unkomplizierten, sondern auch im Falle einer komplizierten Appendizitis ein sicheres Verfahren darstellt [73, 83, 86]. So sind nach *Gosemann et al.* die Vorteile der laparoskopischen Appendektomie gerade bei Patienten mit einer komplizierten Appendizitis deutlich [76].

Aus oben genannten Gründen empfiehlt *Meyer*, im Rahmen einer Appendizitis ein primär laparoskopisches Vorgehen anzustreben [25]. *Esposito et al.* gehen sogar soweit, dass sie eine antibiotische Abdeckung und Verlegung des Kindes in ein entsprechendes kinderchirurgisches Zentrum fordern, sollte das Kind im eigenen Hause nicht laparoskopisch versorgt werden können [80].

Die laparoskopische Appendektomie hat sich also heutzutage zum dominierenden Verfahren in der operativen Therapie einer akuten Appendizitis entwickelt. Aufgrund der oben beschriebenen Vorteile im postoperativen Verlauf sollte sie als Methode der Wahl in der Therapie einer akuten Appendizitis angesehen werden. Da diese minimalinvasive Technik jedoch noch nicht in allen kinderchirurgischen Kliniken standardmäßig zur Anwendung kommt und in Deutschland immer noch häufiger von Allgemeinchirurgen als von Kinderchirurgen angewendet wird [76], sollte die laparoskopische Appendektomie gerade im Bereich der Kinderchirurgie weiterhin vorangeracht und standardisiert werden.

5. Zusammenfassung

Im Zeitraum vom 01.05.2008 bis 31.05.2013 wurden in der Abteilung für Kinderchirurgie des Universitätsklinikums Würzburg 302 Kinder und Jugendliche aufgrund der im Nachhinein histologisch gesicherten Diagnose einer akuten Appendizitis (85%), chronischen Appendizitis (9%) oder unklarer abdomineller Beschwerden (6%) appendektomiert. Im letzteren Fall beschrieb der Pathologe keine akute oder chronische Appendizitis, sondern wies auf ein entzündungsfreies Präparat mit möglichen Anzeichen einer abgelaufenen Entzündung hin. Darüber hinaus erfolgte bei 8 weiteren Kindern eine Appendektomie, obwohl der Wurmfortsatz laut histopathologischem Befund absolut entzündungsfrei war. Bei 15,2% der Patienten mit einer akuten Appendizitis wurde zum Zeitpunkt der Operation eine Perforation festgestellt, welche der Pathologe histologisch bestätigte. Während wenige Säuglinge und Kleinkinder von einer akuten Appendizitis betroffen waren, wiesen die Kinder gerade in diesem Alter die höchste Perforationsrate auf (72,7%).

Die präoperativen diagnostischen Maßnahmen, welche in der Kinderchirurgie des UKW im Rahmen der Appendizitisdiagnostik zur Anwendung kamen, entsprachen den aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen. So wurde die Diagnose einer Appendizitis mit einer exakten Anamnese und einer gründlichen körperlichen Untersuchung in erster Linie klinisch gestellt. Ergänzend zog man Labordiagnostik und Sonographie hinzu. Weitere bildgebende Verfahren wie die Computertomographie dienten nur in seltenen Fällen zur Abklärung differentialdiagnostischer Überlegungen.

Sowohl das CRP als auch die Leukozytenzahl waren bei den Patienten mit einer akuten Appendizitis zum Zeitpunkt der Patientenaufnahme im Mittel erhöht (\bar{O} 4,07 mg/dl bzw. 13590 Leukozyten/ μ l). Gerade im Falle einer eingetretenen Perforation stieg das durchschnittliche CRP im Vergleich zur nicht-perforierten Appendizitis um fast den fünffachen Wert an (\bar{O} 2,54 bzw. 12,63 mg/dl). Da beide Labormarker eine niedrige Spezifität und Sensitivität aufweisen, sind sie an sich relativ unspezifisch und können lediglich einen Hinweis für eine Appendizitis liefern. Möglicherweise kommt dem CRP jedoch in der Diagnostik einer komplizierten Appendizitis eine besondere Rolle zu, was weiter untersucht werden sollte. Darüber hinaus gibt es Hinweise dafür, dass die Kombination mehrerer Labormarker den diagnostischen Nutzen stark erhöht, sodass neue Labormarker gesucht und weitere Studien zu deren kombiniertem Einsatz durchgeführt werden sollten.

Die diagnostische Trefferquote des Chirurgen bezüglich der intraoperativen Einschätzung des makroskopischen Befundes war hoch. So stimmte die Einschätzung des Chirurgen in 89,7% der Fälle mit dem histopathologischen Befund überein. Entsprechend fiel die Rate an negativen Appendektomien mit 2,6% sehr niedrig aus. Zählt man die Patienten, deren Operationspräparat zwar entzündungsfrei war, jedoch mögliche Anzeichen einer abgelaufenen Entzündung aufwies („unklare abdominelle Beschwerden“) hinzu, so erhält man eine negative Appendektomierate von 7,9%.

Ferner wurden die meisten Kinder mit einer akuten Appendizitis in den Monaten März und Juli aufgenommen. Eine Korrelation zwischen dem Auftreten einer Appendizitis und der jeweiligen Jahreszeit bzw. Wetterlage konnte nicht nachgewiesen werden.

Darüber hinaus hat sich die laparoskopische Appendektomie mit 3 Trokaren in der Kinderchirurgie des UKW bisher noch nicht als Ausbildungseingriff etabliert. So wurden lediglich 14% aller laparoskopischen Eingriffe von einem Weiterbildungsassistenten unter Aufsicht durchgeführt.

Während die konventionelle Appendektomie in der Vergangenheit als Methode der Wahl galt, hat sich die laparoskopische Appendektomie heutzutage zum dominierenden Verfahren in der Therapie einer akuten Appendizitis entwickelt. Dementsprechend erfolgten auch in der Kinderchirurgie des UKW 88% aller Appendektomien in laparoskopischer Technik. Diese minimalinvasive Operationsmethode bietet im Vergleich zur konventionellen Appendektomie klare Vorteile im postoperativen Verlauf, was auch die Ergebnisse dieser Studie widerspiegeln. Die Kinder benötigten postoperativ weniger Analgetika (Ø 1,71 bzw. 2,52 postoperative Tage) und konnten fast einen Tag früher kostaufgebaut werden (Ø nach 1,41 bzw. 2,31 postoperativen Tagen). Darüber hinaus verkürzte sich die durchschnittliche stationäre Verweildauer im Falle einer laparoskopischen Appendektomie um 1,45 Tage (Ø 5,15 bzw. 6,6 Tage). Außerdem benötigten die Patienten eine kürzere postoperative antibiotische Therapie (Ø 2,41 bzw. 3,69 postoperative Tage). Aus diesen Gründen sollte die laparoskopische Appendektomie als Methode der Wahl in der Therapie einer Appendizitis angesehen und an weiteren kinderchirurgischen Kliniken, an denen sie noch nicht routinemäßig durchgeführt wird, standardisiert werden.

6. Literatur- und Abbildungsverzeichnis

- 1 <http://www.gbe-bund.de>.
- 2 Bruch H-P, Trentz O. Berchtold Chirurgie (6. Aufl.). Urban & Fischer / Elsevier 2008; S. 843-848 und S.1207.
- 3 Höcht B, Meyer T. Indikation und operatives Vorgehen bei der akuten Appendizitis im Kindesalter. Chirurgische Praxis 2009/2010; 71 (1): 83–95.
- 4 Heinrich M, Schäffer KK, Von Schweinitz D. Kinderchirurgie: Basiswissen und Praxis. Zuckschwerdt 2008; S. 133-135.
- 5 Hauser H, Buhr HJ, Mischinger H-J. Akutes Abdomen. Springer 2016; S. 413-424.
- 6 Siewert JR, Stein HJ. Chirurgie (9. Aufl.). Springer 2012; S.687-690 und S. 1052-1053.
- 7 Von Schweinitz D, Ure B. Kinderchirurgie: Viszerale und allgemeine Chirurgie des Kindesalters (2. Aufl.). Springer 2013; S. 465-474.
- 8 Mussack T, et al. Die chronische Appendizitis als eigenständige klinische Entität. Chirurg 2002; 73 (7): 710–715.
- 9 Müller M. Chirurgie: für Studium und Praxis (12. Aufl.). Medizinische Verl. - und Inform.-Dienste 2014/2015; S 188-191.
- 10 Backhaus K, Sperling P, Meyer T. Akute Appendizitis im Kindesalter. Ursachen und Konsequenzen einer verzögerten Diagnosestellung. Chirurgische Praxis 2015; 79 (1): 525–530.
- 11 Von Suchodoletz H, Volzer H. Besonderheiten der Appendizitis im Kindesalter. Zentralbl Chir 2008; 133 (6): 554–558.
- 12 Schimpl G. Appendizitis. Monatsschr Kinderheilkd 2010; 158 (5): 493–501.
- 13 Jauch KW, et al. Chirurgie Basisweiterbildung: In 100 Schritten durch den Common Trunk (2. Aufl.). Springer 2013; S. 417- 424.
- 14 Caspary WF, Mössner J, Stein J. Therapie gastroenterologischer Krankheiten. Springer 2005; S. 306-310.
- 15 Speer CP, Gahr M. Pädiatrie (4. Aufl.). Springer 2013; S. 918-920.
- 16 Ure B. Kindliche Appendektomie. Handbuch Kinderchirurgie Highlights 2011: Kapitel 4.
- 17 Williams RF, et al. Diagnosing ruptured appendicitis preoperatively in pediatric patients. J Am Coll Surg 2009; 208 (5): 819–825.

- 18 Kuhn R, Lippert H. Appendizitis. Allgemein- und Viszeralchirurgie up2date 2007; 1 (1): 9–22.
- 19 Van den Broek WT, et al. A normal appendix found during diagnostic laparoscopy should not be removed. Br J Surg 2001; 88 (2): 251–254.
- 20 Hussain A, Mahmood H, Singhal T, Balakrishnan S, El-Hasani S. What is positive appendicitis? A new answer to an old question. Clinical, macroscopical and microscopical findings in 200 consecutive appendectomies. Singapore Med J 2009; 50 (12): 1145–1149.
- 21 Stringel G, et al. Laparoscopy in the management of children with chronic recurrent abdominal pain. JSLS 1999; 3: 215–219.
- 22 Drenckhahn D, Waschke J. Benninghoff Drenckhahn: Taschenbuch Anatomie. Elsevier Urban & Fischer 2008; S. 269-270.
- 23 <http://www.twickenham-museum.org.uk>.
- 24 Schumpelick V, Kasperk R, Stumpf M. Operationsatlas Chirurgie (2. Aufl.). Thieme 2006; S. 292-304.
- 25 Meyer T. Muss die Appendizitis bei Kindern von Kinderchirurgen operiert werden? Pädiatrische Praxis 2015; 84: 295–304.
- 26 Kunze W, Gröger H-U. Perioperative Antibiotikaprophylaxe bei Appendizitis in der Pädiatrie. 21. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie (DGPI). German Medical Science GMS Publishing House 2013; Doc13dgp35.
- 27 <http://www.dwd.de>.
- 28 Ohmann C, et al. Neues zur Epidemiologie der akuten Appendizitis. Chirurg 2002; 73 (8): 769–776.
- 29 Treutner K-H, Schumpelick V. Epidemiologie der Appendizitis. Chirurg 1997; 68 (1): 1–5.
- 30 Lauer JS. Die Appendizitis im Kindesalter - Eine retrospektive Analyse über 10 Jahre (1/1992-12/2001). Dissertation 2005
- 31 Sahn M, Pross M, Lippert H. Akute Appendizitis - Wandel in Epidemiologie, Diagnostik und Therapie. Zentralbl Chir 2011; 136 (1): 18–24.
- 32 Gehring A, et al. Akute Appendizitis. Allgemein- und Viszeralchirurgie up2date 2014; 8 (5): 343–354.

- 33 Binnebosel M, et al. Akute Appendizitis. Moderne Diagnostik - der chirurgische Ultraschall. *Chirurg* 2009; 80 (7): 579–587.
- 34 Hahn H, Macdonald E, Steinborn M. Appendizitisdiagnostik im Kindesalter. *Radiologie up2date* 2006; 6 (2): 141–148.
- 35 Atema JJ, et al. Accuracy of white blood cell count and C-reactive protein levels related to duration of symptoms in patients suspected of acute appendicitis. *Acad Emerg Med* 2015; 22 (9): 1015–1024.
- 36 Lietzen E, et al. Clinical and laboratory findings in the diagnosis of right lower quadrant abdominal pain: outcome analysis of the APPAC trial. *Clin Chem Lab Med* 2016; 54 (10): 1691-1697 (DOI: 10.1515/cclm-2015-0981).
- 37 Buyukbese Sarsu S, Sarac F. Diagnostic value of white blood cell and C-reactive protein in pediatric appendicitis. *Biomed Res Int* 2016: (DOI: 10.1155/2016/6508619).
- 38 Sammalkorpi HE, Leppaniemi A, Mentula P. High admission C-reactive protein level and longer in-hospital delay to surgery are associated with increased risk of complicated appendicitis. *Langenbecks Arch Surg* 2015; 400 (2): 221–228.
- 39 Shelton JA, Brown JJS, Young JA. Preoperative C-reactive protein predicts the severity and likelihood of complications following appendicectomy. *Ann R Coll Surg Engl* 2014; 96 (5): 369–372.
- 40 Shogilev DJ, et al. Diagnosing appendicitis: evidence-based review of the diagnostic approach in 2014. *West J Emerg Med* 2014; 15 (7): 859–871.
- 41 Yamashita H, et al. Diagnostic value of procalcitonin for acute complicated appendicitis. *Nagoya J. Med. Sci.* 2016; 78: 79–88.
- 42 Kley CW, Becker H. Die akute Appendizitis. Die Entscheidungsfindung des Chirurgen. *Viszeralchirurgie* 2003; 38 (1): 14–20.
- 43 Jähne J, et al. Was gibt es Neues in der Chirurgie? Jahresband 2013: S. 216 und S. 221.
- 44 Kim D, Butterworth SA, Goldmann RD. Child Health Update. Chronic appendicitis in children. *Canadian Family Physician* 2016; 62: 304–305.
- 45 Lai D, et al. Chronic or recurrent appendicitis? *Rev Esp Enferm Dig.* 2007; 99 (10): 613–615.

- 46 Shah SS, et al. Chronic appendicitis: an often forgotten cause of recurrent abdominal pain. *Am J Med* 2013; 126 (1): e7-8.
- 47 Becker K, Höfler H. Pathologie der Appendizitis. *Chirurg* 2002; 73 (8): 777–781.
- 48 Hertzler AE. An inquiry into the nature of chronic appendicitis. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 1926; 11 (2): 155–170.
- 49 Ponsky TA, et al. Interobserver variation in the assessment of appendiceal perforation. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2009; 19 Suppl 1: S15-8.
- 50 Bliss D, et al. Discordance of the pediatric surgeon's intraoperative assessment of pediatric appendicitis with the pathologists report. *J Pediatr Surg* 2010; 45 (7): 1398–1403.
- 51 Wente MN, Waleczek H. Strategien zur Vermeidung negativer Appendektomien. *Chirurg* 2009; 80 (7): 588–593.
- 52 Grass G, et al. Negative Appendektomierate in einer Universitätsklinik: 123. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie. *German Medical Science* 2006: Doc06dgch5296.
- 53 Mostbeck G, et al. How to diagnose acute appendicitis: ultrasound first. *Insights Imaging* 2016; 7 (2): 255–263.
- 54 Hendriks IG, et al. Does the use of diagnostic imaging reduce the rate of negative appendectomy? *Acta Chir Belg.* 2015; 115 (6): 393–396.
- 55 Miano DI, et al. Abdominal CT does not improve outcome for children with suspected acute appendicitis. *West J Emerg Med* 2015; 16 (7): 974–982.
- 56 Healy DA, et al. Systematic review and meta-analysis on the influence of surgeon specialization on outcomes following appendectomy in children. *Medicine (Baltimore)* 2015; 94 (32): e1352 (DOI: 10.1097/MD.0000000000001352).
- 57 AFHSC. Seasonal variation in incident diagnoses of appendicitis among beneficiaries of the Military Health System, 2002-2011. *MSMR* 2012; 19 (12): 17.
- 58 Jangra B, et al. Seasonal and day of week variations in acute appendicitis in north Indian children. *J Indian Assoc Pediatr Surg* 2013; 18 (1): 42–43.
- 59 Noudeh YJ, Sadigh N, Ahmadnia AY. Epidemiologic features, seasonal variations and false positive rate of acute appendicitis in Shahr-e-Rey, Tehran. *Int J Surg* 2007; 5 (2): 95–98.

- 60 Stein GY, et al. Sex differences in the epidemiology, seasonal variation, and trends in the management of patients with acute appendicitis. *Langenbecks Arch Surg* 2012; 397 (7): 1087–1092.
- 61 Addiss DG, et al. The epidemiology of appendicitis and appendectomy in the United States. *Am J Epidemiol*. 1990; 132 (5): 910–925.
- 62 Luckmann R, Davis P. The epidemiology of acute appendicitis in California: racial, gender, and seasonal variation. *Epidemiology*. 1991; 2 (5): 323–330.
- 63 Wolkomir A, et al. Seasonal variation of acute appendicitis: a 56-year study. *South Med J*. 1987; 80 (8): 958–960.
- 64 Ilves I, et al. Seasonal variations of acute appendicitis and nonspecific abdominal pain in Finland. *World J Gastroenterol* 2014; 20 (14): 4037–4042.
- 65 Fares A. Summer appendicitis. *Ann Med Health Sci Res* 2014; 4 (1): 18–21.
- 66 Primatesta P, Goldacre MJ. Appendicectomy for acute appendicitis and for other conditions: an epidemiological study. *Int J Epidemiol* 1994; 23 (1): 155–160.
- 67 Berry Jr J, Malt RA. Appendicitis near its centenary. *Annals of Surgery* 1984; 200 (5): 567–575.
- 68 Bal A, et al. Demographic characteristics and seasonal variations of acute appendicitis. *Ann Ital Chir*. 2015; 86: 539–544.
- 69 Huber T, et al. Weiterbildungseingriff Appendektomie. Was hat sich in 10 Jahren geändert? *Chirurg* 2016; 87 (4): 326–331.
- 70 Jen HC, Shew SB. Laparoscopic versus open appendectomy in children: outcomes comparison based on a statewide analysis. *J Surg Res* 2010; 161 (1): 13–17.
- 71 Magdeburg R, Kahler G. Neue Wege in der operativen Behandlung der akuten Appendizitis? *Zentralbl Chir* 2013; 138 (3): 284–288.
- 72 Sahm M, et al. Akute Appendizitis: Klinische Versorgungsforschung zur aktuellen chirurgischen Therapie. *Zentralbl Chir* 2013; 138 (3): 270–277.
- 73 Masoomi H, et al. Laparoscopic appendectomy trends and outcomes in the United States: data from the Nationwide Inpatient Sample (NIS), 2004-2011. *Am Surg*. 2014; 80 (10): 1074–1077.
- 74 Dingemann J, Metzelder ML, Szavay PO. Current status of laparoscopic appendectomy in children: a nation wide survey in Germany. *Eur J Pediatr Surg* 2013; 23 (3): 226–233.

- 75 Adwan H, et al. Laparoscopic versus open appendectomy in children: a UK District General Hospital experience. *J Pediatr Surg* 2014; 49 (2): 277–279.
- 76 Gosemann J-H, et al. Appendectomy in the pediatric population - a German nation-wide cohort analysis. *Langenbecks Arch Surg* 2016; 401 (5): 651–659.
- 77 Mantoglu B, et al. Should appendectomy be performed laparoscopically? Clinical prospective randomized trial. *Ulus Cerrahi Derg* 2015; 31 (4): 224–228.
- 78 Cipe G, et al. Laparoscopic versus open appendectomy: where are we now? *Chirurgia (Bucur)* 2014; 109 (4): 518–522.
- 79 Kaselas C, et al. Postoperative bowel obstruction after laparoscopic and open appendectomy in children: a 15-year experience. *J Pediatr Surg* 2009; 44 (8): 1581–1585.
- 80 Esposito C, et al. Open versus laparoscopic appendectomy in the pediatric population: a literature review and analysis of complications. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2012; 22 (8): 834–839.
- 81 Li X, et al. Laparoscopic versus conventional appendectomy - a meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Gastroenterol* 2010; 10: 129.
- 82 Sauerland S, Jaschinski T, Neugebauer EA. Laparoscopic versus open surgery for suspected appendicitis. *Cochrane Database Syst Rev* 2010; (10): CD001546.
- 83 Horvath P, et al. Comparison of clinical outcome of laparoscopic versus open appendectomy for complicated appendicitis. *Surg Endosc* 2016: (DOI: 10.1007/s00464-016-4957-z).
- 84 Minutolo V, et al. Outcomes and cost analysis of laparoscopic versus open appendectomy for treatment of acute appendicitis: 4-years experience in a district hospital. *BMC Surg* 2014; 14: 14.
- 85 <http://www.g-drg.de>.
- 86 Slijper N, Mogilner JG, Sukhotnik I. Appendectomy for complicated appendicitis in children - laparoscopic or open? *Harefuah* 2015; 154 (12): S. 774-777, 804, 805.

Abbildungen:

- Abb. 1:** Katarrhalische Appendizitis in situ.
- Abb. 2:** Lagevarianten der Appendix veriformis [3].
- Abb. 3:** Schematische Zeichnung der Lagepunkte Mc Burney und Lanz.
- Abb. 4/5:** Sonographischer Befund einer akuten Appendizitis [3].
- Abb. 6:** Übliche Trokarpositionen für eine kinderchirurgische Appendektomie: 1x10mm + 2x5mm, 3x5mm oder 1x5mm + 2x3mm; modifiziert nach [25].
- Abb. 7:** Laparoskopische Appendektomie mit 3x5-mm-Trokaren.
- Abb. 8:** Skelettierung der Appendix.
- Abb. 9:** Patientenmaske zur Erarbeitung der patientenbezogenen Daten; modifiziert.
- Abb. 10:** Verteilung des Patientenkollektives nach Alter.
- Abb. 11:** Verteilung des Patientenkollektives nach Geschlecht.
- Abb. 12:** Verteilung des Patientenkollektives nach Altersklassen.
- Abb. 13:** Verteilung des Patientenkollektives nach Aufnahmejahr.
- Abb. 14:** Diagnostische Maßnahmen in der Abteilung für Kinderchirurgie des Universitätsklinikums Würzburg.
- Abb.15:** Verteilung des Patientenkollektives nach Klassifikation der Erkrankung.
- Abb. 16:** Klassifikation der akuten Appendizitis nach histologischen Kriterien.
- Abb. 17:** Verteilung der Patienten mit einer akuten Appendizitis nach Aufnahmemonat.
- Abb. 18:** Wetterlage [27] zum Zeitpunkt der Patientenaufnahme (akute Appendizitis).
- Abb. 19:** Verteilung der laparoskopischen Appendektomien (3 Trokare) nach Ausbildungsstand des „ersten Operateurs“.
- Abb. 20:** Anteil der laparoskopischen Appendektomien (3 Trokare) durch Fachärzte und Weiterbildungsassistenten nach Jahren.
- Abb. 21:** Verteilung der laparoskopischen Appendektomien (3 Trokare) nach Zeitraum.
- Abb. 22:** Verteilung des Patientenkollektives nach Operationsart.
- Abb. 23:** Verteilung der Operationsart nach Jahren.
- Abb. 24:** Durchschnittliche stationäre Verweildauer nach Jahren.

Tabellen:

- Tab. 1:** Differentialdiagnosen des akuten Abdomens nach Altersklassen [3].
- Tab. 2:** Verteilung des Patientenkollektives nach Altersklassen.
- Tab. 3:** Verteilung des Patientenkollektives nach Aufnahmejahr.
- Tab.4:** Verteilung des Patientenkollektives nach Klassifikation der Erkrankung.
- Tab. 5:** Perforationsraten der Kinder mit einer akuten Appendizitis .
- Tab. 6:** CRP bei Patientenaufnahme [mg/dl].
- Tab. 7:** Leukozytenwerte bei Patientenaufnahme [$n \cdot 1000/\mu\text{l}$].
- Tab. 8:** Stationäre Verweildauer [Tage] der Patienten mit einer akuten Appendizitis.
- Tab. 9:** Postoperativer Analgetikabedarf [Anzahl postoperativer Tage] der Patienten mit einer akuten Appendizitis.
- Tab. 10:** Postoperative Antibiotikabehandlung [Anzahl postoperativer Tage] der Patienten mit einer akuten Appendizitis.
- Tab. 11:** Beginn des postoperativen Kostaufbaus [Anzahl postoperativer Tage] der Patienten mit einer akuten Appendizitis.

7. Danksagung

Ich möchte mich besonders bei Herrn Professor Dr. med. Thomas Meyer bedanken, der mir das Dissertationsthema überlassen und mich stets als Doktorvater unterstützt und beraten hat.

Des Weiteren gilt mein Dank Frau Zeisel für die Bereitstellung der erforderlichen Patientendaten.

Außerdem möchte ich meiner Frau Céline dafür danken, dass sie mich immerzu in allen Lebenslagen unterstützt, motiviert und beim Korrekturlesen dieser Arbeit mitgewirkt hat.

Vielen Dank auch an Raphael und Pascal, die mir bei der Einarbeitung in das Programm „Access 2013“ geholfen haben.

Schließlich möchte ich mich bei meinen Eltern dafür bedanken, dass sie mir das Medizinstudium ermöglicht haben.

Zuletzt danke ich auch dem Rest der Familie, der mir jederzeit zur Seite steht.