

**Aus der Klinik für Chirurgie
der Universität zu Lübeck
Direktor: Prof. Dr. Tobias Keck**

**Verdachtsdiagnose Appendizitis bei Kindern –
welchen Stellenwert hat die körperliche Untersuchung im Vergleich zu
Laborparametern und Ultraschall?**

Inauguraldissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der Universität zu Lübeck

- Aus der Sektion Medizin -

vorgelegt von Angelika Seidel

aus Lilongwe (Malawi)

Lübeck 2013

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Dr. h.c. Peter Sterk

2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Wolfgang Küpker

Tag der mündlichen Prüfung: 4.10.2013

Zum Druck genehmigt: Lübeck, den 4.10.2013

Promotionskommission der Sektion Medizin

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Anatomie, Epidemiologie und Pathologie.....	2
1.2	Differentialdiagnosen.....	3
1.3	Ärztliches Vorgehen.....	4
1.3.1	Anamnese.....	4
1.3.2	Klinische Untersuchung.....	5
1.3.3	Labor.....	6
1.3.4	Bildgebung.....	6
1.3.4.1	Sonographie.....	6
1.3.4.2	Computertomographie.....	7
2	Material und Methodik.....	10
2.1	Material.....	10
2.2	Datenerfassungsbogen.....	10
2.2.1	Anonymisierte Personalien.....	10
2.2.2	Klinische Untersuchung.....	10
2.2.3	Diagnostik.....	11
2.2.4	Operation, Appendixhistologie und Verlauf.....	11
2.3	Statistik.....	12
3	Ergebnisse.....	13
3.1	Patientengut.....	16
3.1.1	Alters- und Geschlechtsverteilung.....	16
3.2	Klinische Untersuchung.....	19
3.2.1	McBurney und Lanz Druckschmerz.....	20
3.2.2	Lokale Abwehrspannung.....	22
3.2.3	Kontralateraler Loslassschmerz nach Blumberg.....	24
3.2.4	Rovsing-Zeichen.....	26
3.2.5	Psoas-Zeichen.....	28
3.2.6	Andere Peritonitiszeichen.....	29
3.2.7	Douglasschmerz.....	31
3.3	Labor.....	31
3.3.1	Blutbild.....	31

3.3.2	Differentialblutbild	34
3.3.3	C-reaktives Protein	35
3.4	Sonographie	38
3.4.1	Falsch positive Sonographiebefunde	39
3.4.2	Falsch negative Sonographiebefunde.....	40
3.4.3	Nicht sonographierte Kinder	40
4	Diskussion	41
4.1	Wesentliche Ergebnisse im Vergleich zu anderen Studien	41
4.1.1	Patientengut	41
4.1.2	Perforationsrate und Rate der negativen Appendektomien	42
4.1.3	Klinische Untersuchung	43
4.1.3.1	McBurney- und Lanz-Druckschmerz.....	43
4.1.3.2	Kontralateraler Loslassschmerz nach Blumberg.....	43
4.1.3.3	Lokale Abwehrspannung	44
4.1.3.4	Rovsing-Zeichen.....	45
4.1.3.5	Psoaszeichen	46
4.1.3.6	Andere Peritonitiszeichen	46
4.1.3.7	Douglasschmerz.....	47
4.1.4	Labor	47
4.1.4.1	Blutbild	47
4.1.4.2	Differentialblutbild	48
4.1.4.3	C-reaktives Protein	48
4.1.5	Sonographie	50
4.2	Stärken und Schwächen der Studie	51
4.3	Bedeutung der Studie	53
5	Zusammenfassung	54
6	Literaturverzeichnis	55
7	Anhang.....	61
8	Danksagung	64
9	Lebenslauf	65

1 Einleitung

Abdominelle Schmerzen gehören im Kindesalter zu den häufigsten Symptomen, die einen Arztbesuch nötig machen [11, 22]. Ursachen dieser Beschwerden reichen von einfachen Störungen (z.B. einer Obstipation) bis zu potentiell lebensbedrohlichen Erkrankungen (z.B. eine nicht reponierbare Invagination oder ein Volvulus) und schließen auch extraabdominelle Affektionen mit ein, die in den Bauchraum projiziert werden (z.B. eine basale Pneumonie). Der konsultierte Arzt hat die Aufgabe, die Dringlichkeit der Symptome einzuschätzen und die nötigen diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen in die Wege zu leiten. Bei interdisziplinärer Zusammenarbeit des Kinderarztes mit Kinderchirurgen führen etwa ein Fünftel der akuten abdominalen Beschwerden zur Operation, wobei der Verdacht auf eine Appendizitis die häufigste Operationsindikation bei Kindern mit Abdominalschmerzen darstellt [36, 46, 47, 63, 69].

Die Appendizitis von anderen Krankheiten zu unterscheiden stellt für den Arzt besonders bei Kindern eine große klinische Herausforderung dar – nicht nur wegen der Schwierigkeit, mit dem Kind zu kommunizieren und es körperlich zu untersuchen, sondern auch weil mehr als ein Drittel aller Kinder einen atypischen Krankheitsverlauf aufweist [6, 60, 82]. Dies mag eine Ursache für die oft beobachtete Verzögerung in der Diagnosestellung der Appendizitis vor allem im frühen Kindesalter sein, die dann mit erhöhten Perforationsraten einhergeht [11, 33, 59, 82]. Die Vielschichtigkeit in der Beurteilung kindlicher Abdominalschmerzen macht es auch angesichts immer modernerer Untersuchungstechniken notwendig, herauszufinden, welche Symptome und klinischen Zeichen eine Appendizitis wahrscheinlich machen, weitere diagnostische Verfahren erfordern oder einer sofortigen chirurgischen Intervention bedürfen. In der Literatur wird dazu eine Vielzahl verschiedener Tests beschrieben.

Ziel dieser Arbeit ist es, anhand des vorliegenden Patientenguts (nämlich aller 227 Kinder der Abteilung für Kinderheilkunde, Jugendmedizin und Neonatologie des Klinikum Kemptens, die dem Chirurgen desselben Hauses im Zeitraum vom 1. Januar 2005 bis zum 30. Juni 2006 konsiliarisch wegen eines Appendizitisverdachts vorgestellt wurden) darzustellen, welche Wertigkeit sowohl den klinischen Zeichen als auch den laborchemischen und sonographischen Daten zuzuordnen ist, wenn der Verdacht auf eine Appendizitis bei Kindern und Jugendlichen besteht.

1.1 Anatomie, Epidemiologie und Pathologie

Die Appendix vermiformis geht aus dem posteromedialen Ende des Zäkums ab und wächst von einer Länge von 4,5cm bei Neugeborenen auf eine durchschnittliche Länge von 7-9cm beim Erwachsenen heran [15, 60]. Lange als ein in der Entwicklung zurückgebildeter, funktionsloser Anteil des Zäkums betrachtet, wird ihr heute eine Aufgabe im darmassoziierten lymphatischen System zugeschrieben [15]. Neben der im Gastrointestinaltrakt gewöhnlichen Vierschichtung aus Tunica mucosa, Tela submucosa, Tunica muscularis und Tunica serosa weist sie typischerweise eine massive Ansammlung von Lymphfollikeln auf, die von der Tela submucosa in die Tunica mucosa reichen und bei Infekten heftig reagieren können.

Seine Lage ist sehr variabel: In etwa 65% der Fälle ist die Appendix hinter das Zäkum hochgeschlagen (aufsteigende retrozäkale Lage), in 31% reicht sie ins kleine Becken (absteigende Lage), in über 2% der Fälle liegt sie horizontal hinter dem Zäkum (transversale retrozäkale Lage), bei 1% der Menschen liegt sie hochgeschlagen vor dem Ileum (aufsteigende parazäkale, präiliakale Lage), bei rund 0,5% liegt sie aufsteigend hinter dem Ileum (aufsteigende parazäkale, retroiliakale Lage) [24].

In Deutschland wurde im Jahr 2010 bei insgesamt 122.210 stationär behandelten Patienten eine Appendizitis als Hauptdiagnose verschlüsselt. Der Altersgipfel liegt bei 10 bis 19 Jahren; so machten einen Großteil davon 45.682 Kinder und Jugendliche unter 20 Jahren aus [17]. Weitere gesicherte Risikofaktoren, eine Appendizitis zu entwickeln, sind das männliche Geschlecht und die weiße Rasse. Konkrete Infektionen oder Keime als mögliche Auslöser für eine akute Appendizitis konnten nicht identifiziert werden, eine maßgebliche Beteiligung von Infektionen an der Ätiologie kann jedoch nicht ausgeschlossen werden [52]. In den seltenen Fällen der Neugeborenen- und Säuglingsperiode kommen Ursachen wie Mesenterialinfarkte bei Herzvitien und Darmpassagestörungen bei angeborenen Erkrankungen wie dem Morbus Hirschsprung als Ursachen in Frage [60].

In den meisten Fällen (50-80%) ist die Entzündung der Appendix Folge einer Lumenverlegung – meist durch Kotaufstau oder Stenosen. Gallensteine, Fremdkörper, Tumoren oder Parasiten (*Oxyuriasis vermicularis*) sind seltene Ursachen. Der erhöhte intraluminale Druck, der durch die kontinuierliche Schleimsekretion der mukösen Drüsen entsteht, führt zur Hypoxie. Die folgende Ulzeration der Mukosa begünstigt die bakterielle Besiedelung mit entzündlichem Ödem und Exsudat, was eine fortschreitende Ischämie bedeutet [15, 21].

Das histopathologische Merkmal für die Diagnose einer akuten Appendizitis ist die Infiltration der Muskularis mit Neutrophilen. Dem Chirurgen fällt im frühen Stadium statt einer glänzenden, glatten Oberfläche eine stumpfe, raue und gerötete Serosa auf. In der Histologie ist dann eine fokal-oberflächliche Schleimhautläsion mit Serosahyperämie zu erkennen. Nur wenige Neutrophile können in diesem frühen Stadium der akuten Entzündung in der gesamten Wandschichtung gefunden werden. Diese infiltrieren die gesamte Darmwand nach etwa 6 bis 24 Stunden, wenn die Primärläsion in ein Ulkus übergeht und die Serosa einen fibrinös-eitrigen Bezug zeigt. Schreitet diese (ulcero-)phlegmonöse Appendizitis fort, bilden sich nach etwa 24 bis 48 Stunden flächige hämorrhagische Mukosa-Ulzerationen und grün-schwarze gangränöse Nekrosen, die sich bis auf die Serosa ausdehnen. Diese gangränöse Appendizitis kann rasch perforieren und birgt die Gefahr einer purulenten Peritonitis [15].

1.2 Differentialdiagnosen

Akute Abdominalschmerzen bei Kindern gehen häufig mit mehreren anderen Beschwerden einher und sind im Allgemeinen auf eine selbstlimitierende Erkrankung zurückzuführen [63]. Als häufigste Differentialdiagnose in diesem Alter wird die Gastroenteritis angegeben [33], aber auch Infektionen der oberen Atemwege oder Otitiden können durch Mitbeteiligung des abdominalen lymphatischen Gewebes in den Bauchraum projiziert werden und so eine Appendizitis nachahmen [63]. In der folgenden Übersicht ist eine Reihe der möglichen Differentialdiagnosen aufgeführt [18, 31, 38]:

Erkrankungen des Gastrointestinaltraktes wie

Akute Cholecystitis, Askariasis, Enterocolitis, Divertikulitis, Gastroenteritis, Hernien, Ileus (angeborene Obstruktion, Adhäsion, Invagination, Volvulus), Lymphadenitis mesenterialis, Meckel-Divertikel, Morbus Crohn, Obstipation, Oxyuriasis, perforiertes Ulkus, Sigmatorsion, Yersiniose, Zäkaltumor u.a.

Erkrankungen des Urogenitaltraktes wie

Cystitis, Harnstau, Hodentorsion, Nephrolithiasis, Urolithiasis, paranephritischer Abszess, Pyelonephritis, vesikoureteraler Reflux u.a.

Gynäkologische Erkrankungen wie

Adnexitis, Dysmenorrhoe, Extrauterin gravidität, Mittelschmerz, Salpingitis, stielgedrehte Ovarialzyste, Ovarialtorsion u.a.

Erkrankungen des Respirationstraktes wie

Pneumonie, Pleuritis, Pharyngitis

Andere Affektionen, z.B.

Coxitis fugax, diabetische Ketoazidose, Otitis media, Intoxikation u.a.

1.3 Ärztliches Vorgehen

Gemäß der Leitlinien für Diagnostik und Therapie der Deutschen Gesellschaft für Kinderchirurgie ist der klinische Abdominalbefund die entscheidende Untersuchung, wenn durch die in der Anamnese beschriebenen Leitsymptome der Verdacht auf eine Appendizitis aufkommt. Weiterführende Diagnostik schließt laborchemisch ein Blutbild mit Entzündungsmarkern und Urinsediment ein, als Bildgebung wird die Sonographie hinzugezogen. Erhärtet sich die Verdachtsdiagnose, so ist die Appendektomie, konventionell offen oder minimal invasiv laparoskopisch, die einzig kausale Therapie, die bei stabilen Patienten innerhalb von vier Stunden ab fachärztlich gestellter Indikation durchgeführt werden soll [74]. Je nach Operationsbefund muss diese durch eine Spülung, Drainage und/ oder eine antibiotische Therapie ergänzt werden. Als Komplikation können sich eine Peritonitis, ein Bauchdecken-, Douglas- oder subphrenischer Abszess und ein Bridenileus entwickeln.

1.3.1 Anamnese

Der klassische Krankheitsverlauf einer Appendizitis, wie er von Jugendlichen und Erwachsenen typischerweise berichtet wird, zeichnet sich durch anfänglich diffuse periumbilikale Abdominalschmerzen aus, die sich nach und nach in den rechten Unterbauch verlagern und von Inappetenz, Übelkeit und Erbrechen begleitet werden. Nach einer Episode von Wind- und Stuhlverhalt kann es seltener auch zu Diarrhöen kommen.

Allerdings präsentiert sich die Erkrankung bei jüngeren Kindern in über einem Drittel der Fälle atypisch [6, 60, 82] und die Symptome variieren mit dem Alter des Kindes: In den seltenen Fällen der Appendizitis bei Neugeborenen und Säuglingen treten keine charakteristischen Symptome auf. Unspezifische allgemeine Krankheitszeichen sind Lethargie, Meteorismus und Erbrechen.

Während die Eltern von Vorschulkindern häufig Erbrechen als erstes Anzeichen der Krankheit bemerken, setzen bei Schulkindern zuerst meist Bauchschmerzen ein, gefolgt von Inappetenz und Übelkeit. Erbrechen liegt hier in 68% - 95% der Fälle vor. Das kontroverse Leitsymptom Fieber geht besonders bei kleinen Kindern mit einer Entzündung des Wurmfortsatzes einher, entwickelt sich bei zwei Dritteln aller Schulkinder aber erst 24-48 Stunden nach Krankheitsbeginn [60].

Andere, gelegentlich assoziierte Symptome wie Diarrhö, Obstipation oder Dysurie können die Diagnose gerade bei kleineren Kindern erschweren [59, 60], sollten bei der Verdachtsdiagnose Appendizitis aber nicht irreführen. Bei Mädchen nach der Menarche sind die Fragen nach dem Zeitpunkt der letzten Menstruation sowie nach

Geschlechtsverkehr obligat, um festzustellen, ob gynäkologische Ursachen differentialdiagnostisch in Betracht kommen.

Insgesamt ist zu betonen, dass das Chamäleon der Appendizitis bei jeder Angabe von Abdominalschmerzen in die differentialdiagnostischen Überlegungen mit einbezogen und gegebenenfalls eine chirurgische Konsiliaruntersuchung veranlasst werden muss.

1.3.2 Klinische Untersuchung

Der gründlichen Anamnese, bei der das Kind bereits beobachtet wird, schließt sich die körperliche Untersuchung an, bei der man im Hinblick auf eine mögliche Appendizitis gezielte Techniken anwenden kann. Da sich diese Erkrankung klassischerweise mit zunächst diffusen Schmerzen im Nabelbereich präsentiert, die im Verlauf nach rechts unten wandern, wird der Druckschmerz im rechten Unterbauch als typisches klinisches Zeichen einer Appendizitis angegeben: Der McBurney-Druckpunkt befindet sich in der Mitte der Verbindungslinie zwischen rechter Spina iliaca anterior superior und Nabel, während der Druckpunkt nach Lanz auf der Verbindungslinie zwischen den beiden Spinae iliaca anteriores superiores liegt, zwischen rechtem äußeren und mittlerem Drittel.

Als zuverlässigstes Zeichen wurde in einer Metaanalyse der nach Blumberg bezeichnete Loslassschmerz ermittelt [11], der durch die peritoneale Reizung bei plötzlichem Loslassen nach Palpation im linken Unterbauch entsteht. Bei Kindern, die sich nicht gerne untersuchen lassen, kann eine ähnliche peritoneale Reizung auch spielerisch durch Husten oder Hüpfen hervorgerufen werden. Als Reaktion auf die peritoneale Reizung durch den lokalen Entzündungsprozess spannt sich die Bauchmuskulatur unwillkürlich an, was bei der klinischen Untersuchung als eine (anfängs lokale) Abwehrspannung imponiert.

Eine weitere Methode, eine mögliche Entzündung der Appendix zu testen, ist das Psoaszeichen. Um dieses Zeichen zu prüfen, wird der Psoasmuskel, auf dem die Appendix (v.a. bei retrozäkaler Lage) zu liegen kommt, durch Anheben des rechten Beines gegen Widerstand angespannt; es ist positiv, wenn die Bauchschmerzen bei diesem Manöver ausgelöst oder verstärkt werden.

Beim Rovsing-Zeichen werden die Schmerzen durch retrogrades Ausstreichen des Colon descendens hervorgerufen, und ein Douglas-Schmerz bedeutet Schmerzen im rechtsseitigen Douglas-Raum bei der digital-rektalen Untersuchung.

1.3.3 Labor

Die Aussagekraft laborchemischer Tests zur Diagnose der Appendizitis im Kindesalter ist in der Literatur umstritten [60]. Aktuelle Studien bestätigen den Nutzen, der sich durch die Kombination der Bestimmung von Leukozytenwerten und Linksverschiebung bzw. CRP-Werten ergibt [61, 70, 76]. Bei Erhöhung der Leukozytenwerte mit gleichzeitiger Linksverschiebung ergibt sich in einer Studie eine Spezifität der akuten Appendizitis von 94% [76], während ein Leukozytenwert im Normbereich bei gleichzeitig nicht erhöhtem CRP eine akute Appendizitis sehr unwahrscheinlich machen [70].

Bei einem pathologischen Urinbefund ist zu beachten, dass dieser nicht von der Verdachtsdiagnose der akuten Appendizitis ablenken darf (zum Beispiel als Anhalt für die evtl. irreführende Differentialdiagnose eines Harnwegsinfektes), da der Ureter zum Beispiel bei retrozäkaler und damit ureternaher Lage der Appendix bei der akuten Entzündung mitreagieren kann. So ist bei 7% bis 25% der jungen Patienten mit einer akuten Appendizitis eine Erythro- und Leukozyturie nachweisbar [21, 60].

1.3.4 Bildgebung

1.3.4.1 Sonographie

Der Einsatz der Sonographie als rasch verfügbare Bildgebung ohne Strahlenexposition wird bei abdominalen Symptomen als diagnostische Methode der ersten Wahl angesehen. Hierbei kann der erfahrene Untersucher andere akute Erkrankungen abgrenzen, wie z.B. die Lymphadenitis mesenterialis, einen Morbus Crohn oder eine stielgedrehte Ovarialzyste, den Verdacht der Appendizitis anhand festgelegter Kriterien aber auch bestätigen und die Schwere der Entzündung vorhersagen [37]. Die Genauigkeit dieser Untersuchung zur Diagnose der Appendizitis bei Kindern hat sich durch den Einsatz hochfrequenter linearer Schallköpfe so verbessert, dass Sensitivitäten zwischen 88% und 94% und Spezifitäten von 94% bis zu 100% berichtet werden [20, 28, 60].

Unter Ausübung eines gleichmäßigen Drucks wird die Appendix, die sich beim Gesunden als eine blind endende, tubuläre Struktur darstellen lässt, im rechten Unterbauch aufgesucht. Die Darstellbarkeit kann durch Luftüberlagerung, z. B. wegen atonischer, geblähter Darmschlingen oder Meteorismus, oder durch Adipositas beeinträchtigt werden. Starke Schmerzen und reflektorisches Anspannen der Bauchdecke, wie bei Peritonitis, erschweren die Darstellung der Appendix ebenso wie ein unkooperatives Kind, eine retrozäkale Lage oder eine bereits stattgehabte Perforation.

Bei einer Entzündung der Appendix lässt sich die im Lumen befindliche Flüssigkeitsansammlung durch Druck nicht beseitigen, die Appendix ist also nicht komprimierbar. Als genauestes sonographisches Zeichen einer Appendizitis hat sich eine Wandverdickung mit vergrößertem Axialdurchmesser über 6mm erwiesen [39]. Typisch

sind außerdem das Kokarden- oder Zielscheibenphänomen, das durch die zentrale Flüssigkeit umgeben von echogener Mukosa und hypoechogener Muskularis zustande kommt, der Nachweis freier Flüssigkeit (in der Umgebung als Frühexsudat oder im Douglasraum nach Perforation) und Schatten gebende Konkremente im Lumen, ein sogenannter Appendikolith. Auch eine verminderte Peristaltik im Bereich um den Blinddarm kann Hinweis auf eine Appendizitis geben. Ist eine farbkodierte Doppleruntersuchung verfügbar, kann eine vermehrte Durchblutung beobachtet werden, die jedoch mit fortschreitender Nekrose verschwindet [28].

Allerdings soll eine operative Behandlung nicht durch überflüssige Diagnostik verzögert werden, wie es laut einer retrospektiven Studie bei mehr als der Hälfte aller Kinder mit Verdacht auf Appendizitis gegeben ist [81]. Gemäß aktueller Studienlage hat die Sonographie ihren Stellenwert bei klinisch uneindeutigen Fällen und wird bei eindeutiger klinischer Diagnosestellung nicht als notwendig angesehen [28, 58, 64, 67].

1.3.4.2 Computertomographie

Der Einsatz computertomographischer Untersuchungstechniken in der Appendizitisdiagnostik ist auch bei Kindern Gegenstand aktueller Forschung. Nicht nur im US-amerikanischen Raum wird die Computertomographie (CT) als diagnostisches Mittel der Wahl für Verdachtsfälle einer akuten Appendizitis immer häufiger eingesetzt [30, 78, 81]. Als klare Vorteile der CT-Untersuchung im Vergleich zur sonographischen Diagnostik wird v.a. die große Aussagekraft bei gleichzeitiger Untersucherunabhängigkeit und die damit verbesserte Sensitivität und Spezifität genannt. Dadurch können die Perforationsraten und Raten negativer Appendektomien gesenkt und stationäre Aufenthalte zu Beobachtungszwecken verkürzt werden, was wiederum zu signifikanten Kosteneinsparungen führt [5, 12, 35, 68]. Dank verkürzter Aufnahmezeit ist die CT-Untersuchung zudem immer schneller verfügbar geworden. Auch die deutsche Gesellschaft für pädiatrische Radiologie hat sie in die Leitlinien zur Bildgebung bei akuten Bauchschmerzen im Kindesalter bei unklarem Ultraschallbefund in der Appendizitisdiagnostik aufgenommen [25].

Die damit verbundene Strahlenbelastung ist jedoch nicht zu unterschätzen. Obwohl aktuell noch keine epidemiologischen Studien zum Risiko einer zusätzlichen Strahlenbelastung durch CT-Untersuchungen vorliegen, wird dieses Risiko anhand von Modellen abgeschätzt, die aus der langjährigen Beobachtung von Überlebenden der Atombombe stammen. Demnach ergeben aktuelle Nutzen-Risiko-Schätzungen, dass von 550 Patienten in den USA, bei denen eine CT-Untersuchung des Abdomens durchgeführt wird, einer eine Karzinomerkrankung entwickeln wird [50] bzw. dass etwa 0,4% aller Krebserkrankungen in den Vereinigten Staaten auf eine CT-Untersuchung im Kindesalter

zurückzuführen sind [10]. Im Vergleich zu anderen Ländern ist der Umgang der CT-Diagnostik bei Kindern in Deutschland zwar noch gemäßigt [49], die vielfach höhere Strahlendosis der Computertomographie im Vergleich zur einfachen Röntgendiagnostik und das damit verbundene Risiko, Folgeschäden zu entwickeln, werden laut einer aktuellen Umfrage hierzulande jedoch unterschätzt. Zudem scheinen viele Ärzte laut dieser Umfrage (befragt wurden überwiegend Pädiater, Kinderchirurgen und Allgemeinärzte) oft nicht zu wissen, welche bildgebende Diagnostik für welche Fragestellung geeignet ist [49]. Um unnötige Strahlenbelastung in der Appendizitisdiagnostik bei Kindern zu vermeiden, sind daher Studien notwendig, die den Wert sowohl der Anamnese und klinischen Untersuchung als auch der Laborparameter und Sonographie ermitteln. Hierzu soll diese Arbeit in Form einer retrospektiven Studie einen Beitrag leisten.

2 Material und Methodik

2.1 Material

Das Patientengut dieser retrospektiven Studie umfasst 227 Patienten der Abteilung für Kinderheilkunde, Jugendmedizin und Neonatologie des Klinikums Kempten, akademisches Lehrkrankenhaus der Universität Ulm. Ausgewertet wurde jede zur Verfügung stehende Krankenakte derjenigen Kinder (bis einschließlich 17 Jahre), die im Zeitraum vom 1. Januar 2005 bis zum 30. Juni 2006 appendektomiert oder dem Chirurgen desselben Hauses konsiliarisch mit Verdacht auf bzw. zum Ausschluss einer Appendizitis vorgestellt wurden.

Hierzu wurde auf die zentrale Datenbank des Klinikums zugegriffen, um alle (gemäß DRG-Codierung) appendektomierten Patienten im entsprechenden Alter und Zeitraum zu ermitteln. Gelegenheitsappendektomien zum Beispiel im Rahmen diagnostischer Laparoskopien oder gynäkologischer Operationen wurden dabei ausgeschlossen. Da alle pädiatrischen Konsile seit Januar 2004 in einer eigenen Computer-Datenbank der Klinik für Chirurgie gesammelt werden, konnten zusätzlich auch die nicht operierten Kinder durch Herausfiltern der Fragestellungen V.a. Appendizitis, V.a. akutes Abdomen, akute/unklare/ chronisch rezidivierende Bauchschmerzen leicht erfasst werden.

2.2 Datenerfassungsbogen

Einen Überblick über die aus den Krankenakten gewonnenen Daten zeigt der im Anhang beigefügte Datenerfassungsbogen. Im Einzelnen wurden folgende Parameter erfasst, indem sie anonymisiert in eine Excel-Tabelle eingegeben wurden:

2.2.1 Anonymisierte Personalien

Unter dem Punkt Personalien wurden das Geschlecht und Geburtsdatum des Kindes sowie das Aufnahmedatum und die Fragestellung des Konsils anonymisiert erfasst.

2.2.2 Klinische Untersuchung

Bei der körperlichen Untersuchung wurde der Befund des Chirurgen verwendet. Hier wurde das Augenmerk auf die typischen Appendizitiszeichen gelenkt: McBurney- und Lanz- Druckschmerz, kontralateraler Loslassschmerz nach Blumberg, Rovsing- und

Psoaszeichen sowie Douglasschmerz und lokale Abwehrspannung gingen als entweder positiv oder negativ in die Erhebung ein. Es ist anzumerken, dass bei der Angabe „punctum maximum im rechten Unterbauch“ sowohl McBurney als auch Lanz als positiv gewertet wurden. Unter „andere Peritonitiszeichen“ wurden die Befunde „Klopfschmerz“, „Erschütterungsschmerz“ und „Schmerzen beim Hüpfen auf einem Bein“ zusammengefasst. Außerdem wurde ein anders lokalisierter Druckschmerz, zum Beispiel „epigastrisch“, „periumbilical“ oder „diffus“ dokumentiert. Waren die Angaben des chirurgischen Konsils unvollständig, wurden sie durch den Aufnahmebefund des Pädiaters ergänzt, sofern dieser ausführlicher und auf denselben Tag datiert war.

2.2.3 Diagnostik

Von den diagnostischen Methoden wurden Laborwerte und Ultraschallbefunde näher betrachtet. Im Blutserum waren die Leukozytenzahl, eine Linksverschiebung im Differentialblutbild und das C-reaktive Protein (CrP) von Interesse. Eine Linksverschiebung wurde angegeben, wenn die Stabkernigen mehr als 70% der neutrophilen Granulozyten ausmachten. Dies ist der vom Labor angegebene Grenzwert der Norm.

Eine Sonographie wurde regelhaft vom Pädiater durchgeführt. Aus dessen Befund wurde abgelesen, ob die Appendix überhaupt darstellbar und ob sie wandverdickt über 6mm oder blande zu erkennen war. Beschreibungen einer tubulären Struktur im rechten Unterbauch mit entzündlichen Veränderungen ohne Festlegung auf die Appendix wurden ebenfalls als auffällig gewertet, während andere deskriptive Angaben (z.B. suspekter Struktur, inhomogene Raumforderung) negativ in die Erhebung eingingen. Weiterhin wurde übernommen, ob sich eine Appendixkokarde zeigte, der Wurmfortsatz komprimierbar war und ob freie Flüssigkeit (in der Umgebung oder im Douglasraum) ausgemacht werden konnte. Eine pathologische Darmmotilität wurde vermerkt, wenn „Pendelperistaltik“, „Atonie“ oder „Subileus“ (im rechten Unterbauch) dokumentiert war. Abschließend wurde die kinderärztliche Beurteilung des Sonographiebefundes und ggf. sonstige Ursachen der Abdominalbeschwerden, die sonographisch festgestellt werden konnten, notiert.

2.2.4 Operation, Appendixhistologie und Verlauf

Falls weitere Diagnostik angefordert war, um die Beschwerden des jungen Patienten abzuklären, wurde die jeweilige Untersuchung verzeichnet (z.B. Blutkultur, Röntgen-Thorax, gynäkologisches Konsil); auch chirurgische Folgekonsile wurden unter dem Punkt „Sonstige Diagnostik“ aufgeführt.

Ansonsten wurde angegeben, ob und an welchem Tag eine konventionelle offene Operation, eine laparoskopische Appendektomie oder ein Wechsel der Operationstechniken erfolgte. Die Datensätze der Kinder, bei denen eine diagnostische Laparoskopie durchgeführt wurde, wurden unter der Gruppe „keine Operation“ ausgewertet.

Entsprechend der pathologisch-anatomischen Begutachtung wurde das histologische Ergebnis des Wurmfortsatzes folgendermaßen festgehalten: kein florider entzündlicher Schub beziehungsweise phlegmonöse/ empyematöse/ gangränöse Appendizitis oder chronisch unspezifisch rezidivierende Appendizitis. Der histologische Befund einer phlegmonösen, empyematösen und gangränösen Appendizitis wurde in den statistischen Berechnungen unter „akute Appendizitis“ zusammengefasst; chronisch unspezifisch rezidivierende Appendizitiden ohne weitere Spezifizierung bezüglich eines floriden Schubes wurden zur Gruppe „keine akute Appendizitis“ gezählt.

Ob eine makroskopisch sichtbare Perforation und eine Peritonitis mit oder ohne Abszess vorlag, wurde dem Operationsbericht entnommen. Zudem wurde die Dauer des stationären Aufenthaltes insgesamt und eine etwaige Wiedervorstellung des Patienten im Klinikum Kempten innerhalb von 6 Monaten nach Entlassdatum gesondert erwähnt.

2.3 Statistik

Die auf diese Art erhobenen Daten wurden als Datei des Tabellenkalkulationsprogramms „Microsoft Excel 2000“ (Microsoft Corporation, Redmond, USA) erfasst, für kategoriale Variablen wurde eine Null-Eins-Kodierung gewählt. Diagramme zur Veranschaulichung der Daten wurden im selben Programm erstellt. Die Auswertung erfolgte mithilfe des Statistikprogramms „Statistica Version 10“ (StatSoft, Tulsa, USA). Um signifikante Beziehungen zwischen qualitativen Merkmalen herauszufinden, wurden Mehrfeldertafeln angewandt. Zur Signifikanzbestimmung wurde der Chi-Quadrat Test verwendet. Erhaltene p-Werte $< 5\%$ wurden als signifikant betrachtet. Es wurde keine Adjustierung für multiples Testen vorgenommen. Aus diesem Grunde verstehen sich alle inferenzstatistischen Analysen letztlich deskriptiv (Abt. 1987).

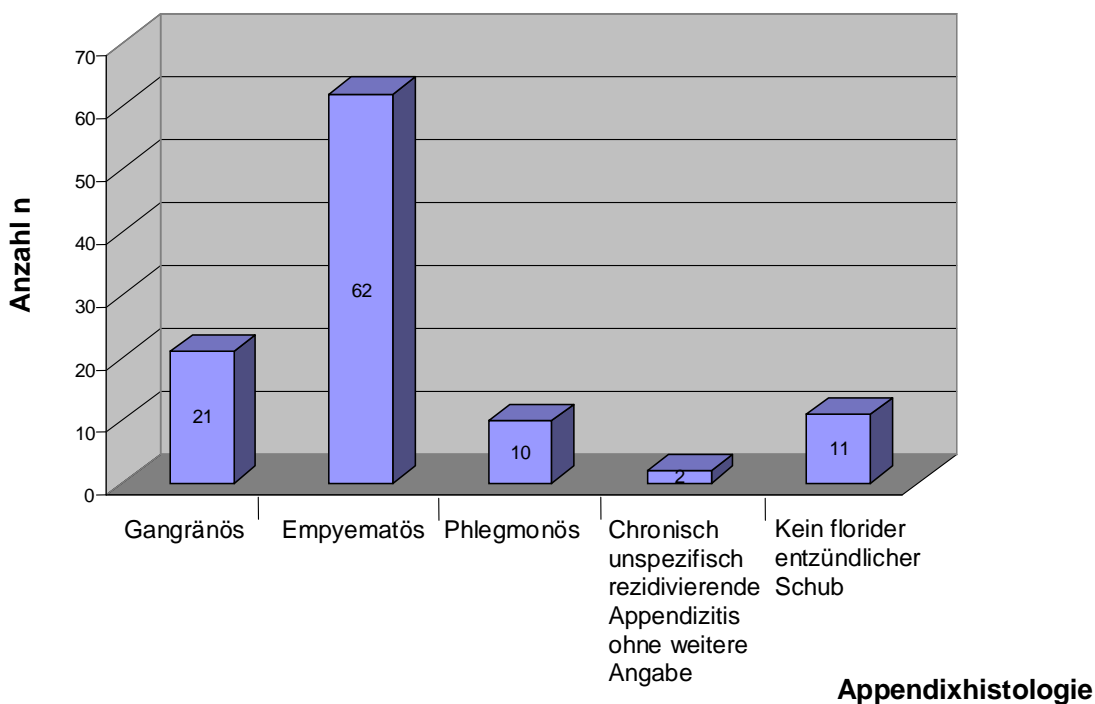
Es werden Sensitivität, Spezifität sowie positiver und negativer Vorhersagewert der einzelnen Untersuchungen berechnet. Dazu werden die Kinder in die beiden Gruppen „akute Appendizitis“ (einschließlich der „übersehenen“ Fälle) und „keine akute Appendizitis“ (operierte Kinder mit negativer Appendixhistologie + konservativ behandelte Kinder) eingeteilt.

3 Ergebnisse

Von 227 Kindern, die der Klinik für Chirurgie des Klinikums Kempten im Zeitraum vom 1. Januar 2005 bis zum 30. Juni 2006 zur Abklärung eines Appendizitisverdacht vorgestellt wurden, wurde bei 106 Kindern (von 227 = 47%) die eindeutige Indikation zur Appendektomie gestellt. Von diesen wurde in 93 Fällen (von 106 = 88%) eine akute Appendizitis histologisch nachgewiesen, 11 der Operierten (von 106 = 10%) hatten einen gesunden Wurmfortsatz. Bei 2 Präparaten (von 106 = 2%) wurde vom Pathologen eine chronisch unspezifisch rezidivierende Appendizitis befundet, jedoch keine Angaben zu einem akut entzündlichen Schub gemacht. (Diese wurden der Gruppe „keine akute Appendizitis“ zugeordnet, s. Material und Methodik.)

Die Präparate der 93 akut entzündeten Appendizes waren vom Pathologen im Einzelnen in 10 Fällen (von 93 = 11%) als phlegmonös, in 62 Fällen (von 93 = 67%) als empyematös und in 21 Fällen (von 93 = 23%) als gangränös beschrieben (s. Diagramm 1).

Diagramm 1: Appendixhistologien der 106 in der Klinik für Chirurgie operierten Kinder

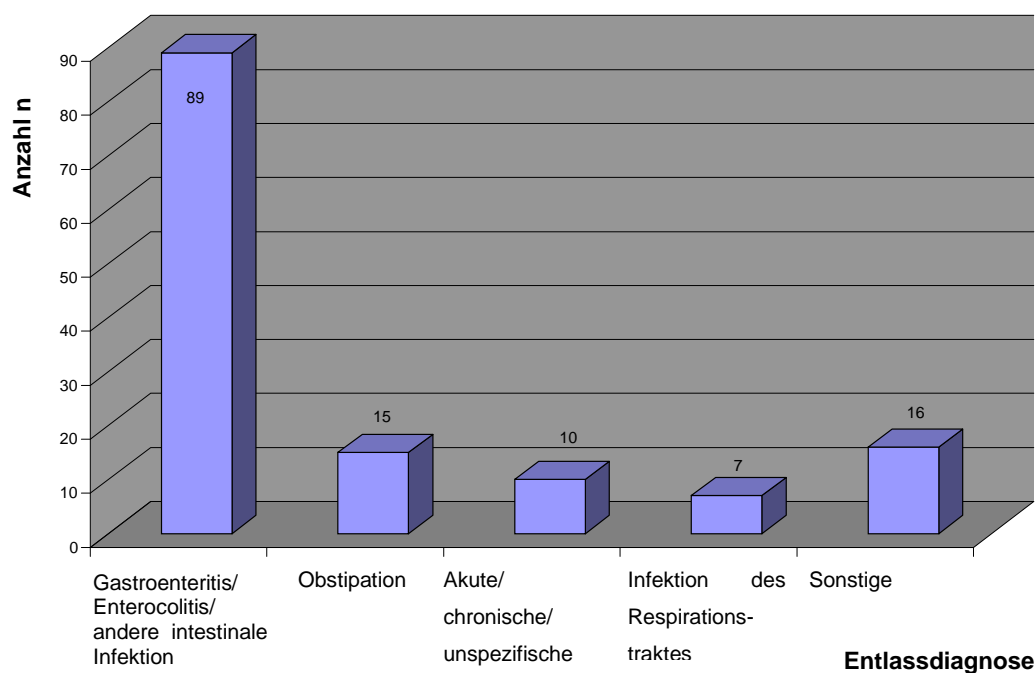


Von den 106 Kindern, die in der Klinik für Chirurgie appendektomiert wurden, wurden 85 Kinder (von 106 = 80%) bereits nach dem ersten Kontakt mit dem Chirurgen operiert, bei 21 Kindern (von 106 = 20%) war vor der Operation mindestens noch ein Folgekonsil ausgestellt worden.

117 Kinder (von 227 = 52%) wurden in der Abteilung für Pädiatrie konservativ behandelt, mit 3 Patienten (von 227 = 1%) wurde eine diagnostische Laparoskopie zur Abklärung in der Abteilung für Chirurgie vereinbart und eine Jugendliche (von 227 = 0,4%) wurde auf die Abteilung für Gynäkologie und Geburtshilfe verlegt. Letztere wurde während einer diagnostischen Laparoskopie schließlich bei histologisch gangränöser Appendizitis mit Peritonitis appendektomiert. Bei den 3 diagnostischen Laparoskopien zur Abklärung wurden Gelegenheitsappendektomien durchgeführt. Dabei wurde bei einem Mädchen eine phlegmonöse Appendizitis im Rahmen einer chronisch-rezidivierenden Appendizitis nachgewiesen, die histologischen Präparate der beiden anderen Kinder zeigten gesunde Appendizes, sie wurden mit der Diagnose einer Koprostase bzw. Adnexhydride und peritoneale Adhäsionen entlassen.

Bei den 117 konservativ behandelten Kindern wurde im Verlauf bei 89 Kindern (von 117 = 76%) eine Gastroenteritis diagnostiziert. Weiterhin ergaben sich bei 15 Kindern (von 117 = 13%) die Diagnose einer Obstipation, bei 10 Kindern (von 117 = 9%) akute/ chronische/ unspezifische Bauchschmerzen sowie bei 7 Kindern (von 117 = 6%) eine Infektion des Respirationstraktes. „Sonstige Diagnosen“ wie Fruktosemalabsorption, Laktoseintoleranz, Invagination, rupturierte Ovarialzyste, Regelschmerzen, Harnwegsinfekt, Emotionale Störung des Kindesalters, Psychogene Schmerzen, Oxyuriasis oder Adduktorenzerrung wurden bei 16 Kindern (von 117 = 14%) gestellt (s. Diagramm 2, Mehrfachnennungen möglich).

Diagramm 2: Entlassdiagnosen der 117 konservativ behandelten Kinder (Mehrfachnennungen möglich)



Von den konservativ behandelten Kindern stellten sich 5 (von 117 = 4%) innerhalb der nächsten 6 Monate erneut mit Abdominalschmerzen in der pädiatrischen Abteilung des Klinikums Kempten vor. Bei einem dieser Kinder (von 5 = 20%) wurde ein Kinderchirurg konsiliarisch hinzugezogen und eine diagnostische Laparoskopie vereinbart. Intraoperativ zeigte sich eine Koprostase, in der Histologie dieser Gelegenheitsappendektomie zeigte sich ein gesunder Wurmfortsatz.

Die Prävalenz der akuten Appendizitis in diesem Patientengut beträgt demnach 42% (95 Kranke von 227 Untersuchten). In 2 Fällen einer histologisch nachgewiesenen Appendizitis (von 95 = 2%) wurde die Indikation zur Appendektomie nicht eindeutig gestellt. Die Rate der negativen Appendektomien in der Klinik für Chirurgie liegt bei 12% (13 von 106), die Perforationsrate bei 15% (14 von 95).

Der Ergebnisteil ist nun folgendermaßen aufgebaut: Zunächst wird das Patientengut hinsichtlich Alter und Geschlecht näher betrachtet. Anschließend werden die Befunde der einzelnen klinischen Untersuchungen, laborchemischer sowie sonographischer Parameter dargestellt und aufgezeigt, wie viele Kinder appendektomiert wurden. Die Untersuchungsergebnisse aller 108 operierten Kinder (inklusive der beiden „übersehenen“ Appendizitisfälle) werden mit der Appendixhistologie als Goldstandard verglichen und die Gruppe der Kinder mit akuter Appendizitis den „Gesunden“ (operierte Kinder ohne akut

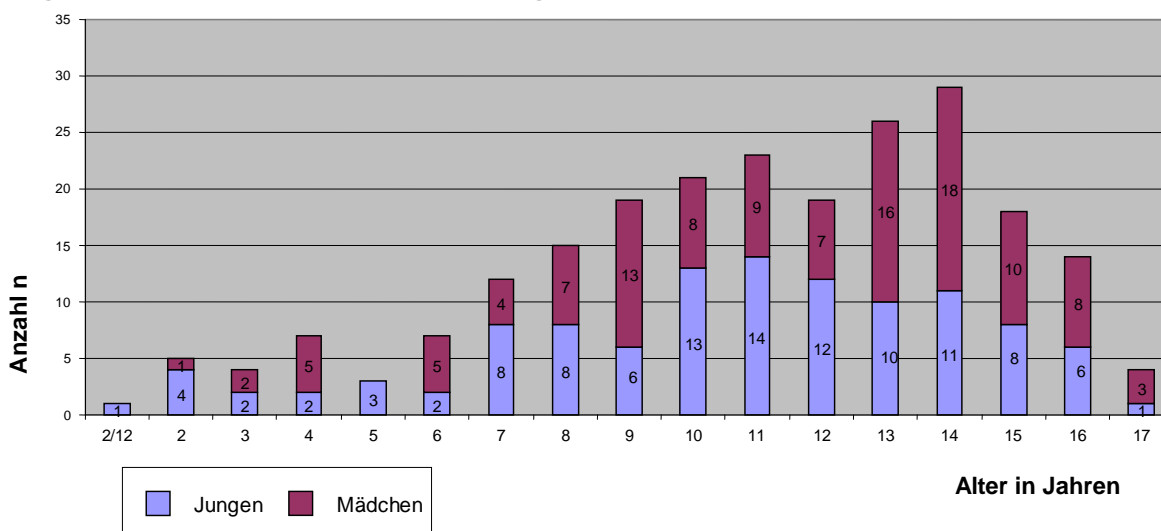
florider Entzündung in der Appendixhistologie + konservativ behandelte Kinder) gegenübergestellt. Es werden Sensitivität, Spezifität, positiver und negativer Vorhersagewert zur Beurteilung der Güte der diagnostischen Tests berechnet.

3.1 Patientengut

3.1.1 Alters- und Geschlechtsverteilung

Der Altersdurchschnitt aller untersuchten Patienten beträgt 11 Jahre, die Altersspanne vom 2 Monate alten Säugling bis zum Jugendlichen von 17 Jahren umfassend. Der Mittelwert beträgt 11 Jahre (Median ebenfalls 11 Jahre). Der Altersgipfel liegt mit 29 Kindern (von 227 = 13%) bei 14 Jahren (siehe Diagramm 3). Das Verhältnis Mädchen zu Jungen beträgt nahezu 1:1 (116 Mädchen von 227 = 51%, 111 Jungen von 227 = 49%).

Diagramm 3: Alters- und Geschlechtsverteilung aller 227 Patienten

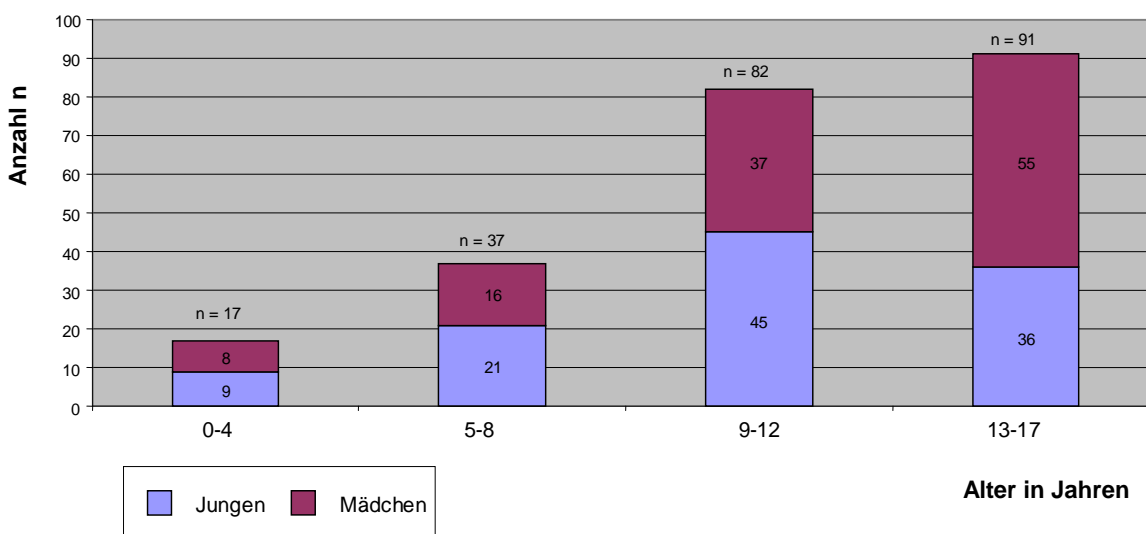


Zur besseren Veranschaulichung teilen wir die Patienten in vier Altersgruppen ein:

- | | |
|------------------|------------------------------|
| Altersgruppe I | Vorschulalter (0- 4 Jahre) |
| Altersgruppe II | Grundschulalter (5- 8 Jahre) |
| Altersgruppe III | Pre-Teenager (9-12 Jahre) |
| Altersgruppe IV | Teenager (13-17 Jahre) |

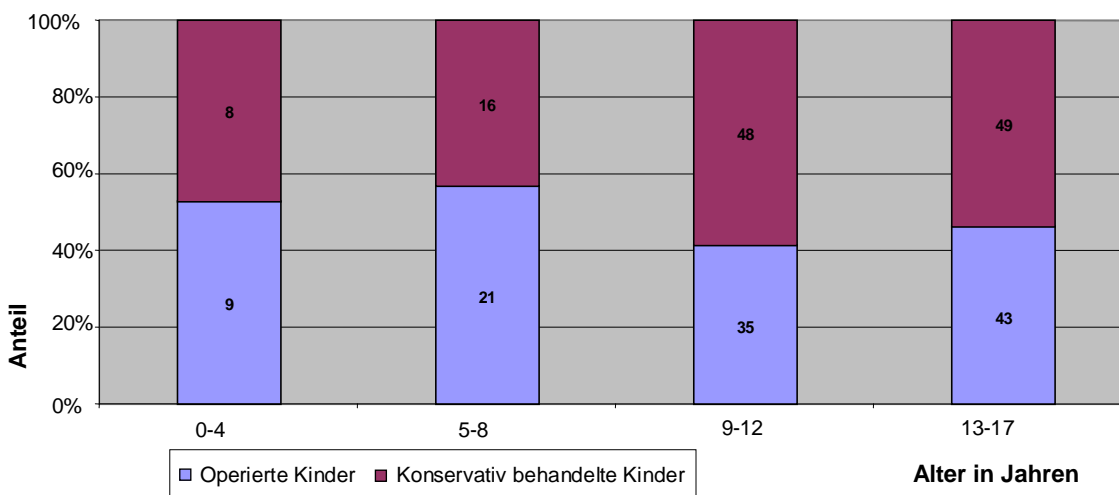
17 der wegen Appendizitisverdachts vorgestellten Kinder (von 227 = 8%) waren im Vorschulalter, 37 Kinder (von 227 = 16%) waren im Grundschulalter. 82 Kinder (von 227 = 36%) waren im Alter von 9-12 Jahren und 91 Patienten (von 227 = 40%) waren Jugendliche im Alter von 13-17 Jahren (s. Diagramm 4).

Diagramm 4: Einteilung aller 227 untersuchten Patienten in vier Altersgruppen



In der Gruppe der Vorschulkinder wurden 9 Kinder (von 17 = 53%) appendektomiert, in der Gruppe der 5-8-Jährigen 21 Kinder (von 37 = 57%). In der Altersgruppe der 9-12-Jährigen wurden 35 Kinder (von 82 = 43%) und in der Gruppe der Jugendlichen wurden 43 Patienten (von 91 = 47%) operiert (s. Diagramm 5).

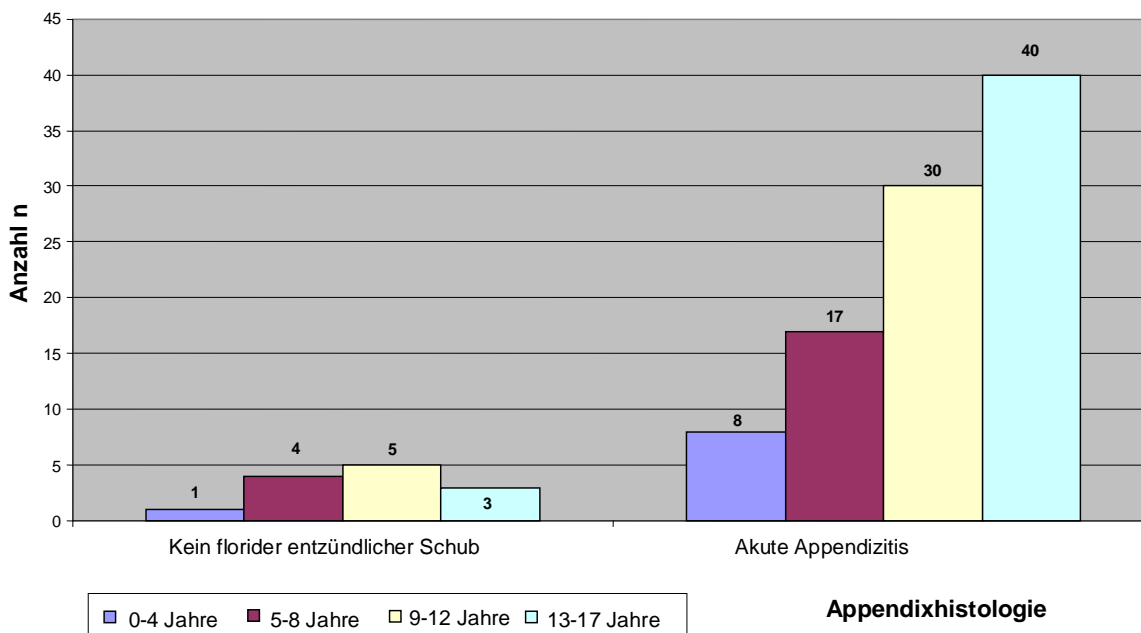
Diagramm 5: Anteil der operierten und konservativ behandelten Kinder aufgeteilt nach Altersgruppen



Der Altersgipfel der Kinder mit akuter Appendizitis liegt bei 13 Jahren. In der Altersgruppe der Jugendlichen waren 40 (von 91 vorgestellten Jugendlichen = 44%, von 43 operierten Jugendlichen = 93%) an einer akuten Appendizitis erkrankt. In der Altersgruppe der 9-13-Jährigen wurde bei 30 (von 82 Untersuchten = 37%, von 35 Operierten = 86%) ein akut entzündeter Wurmfortsatz gefunden, in der Altersgruppe der Grundschul Kinder bei 17

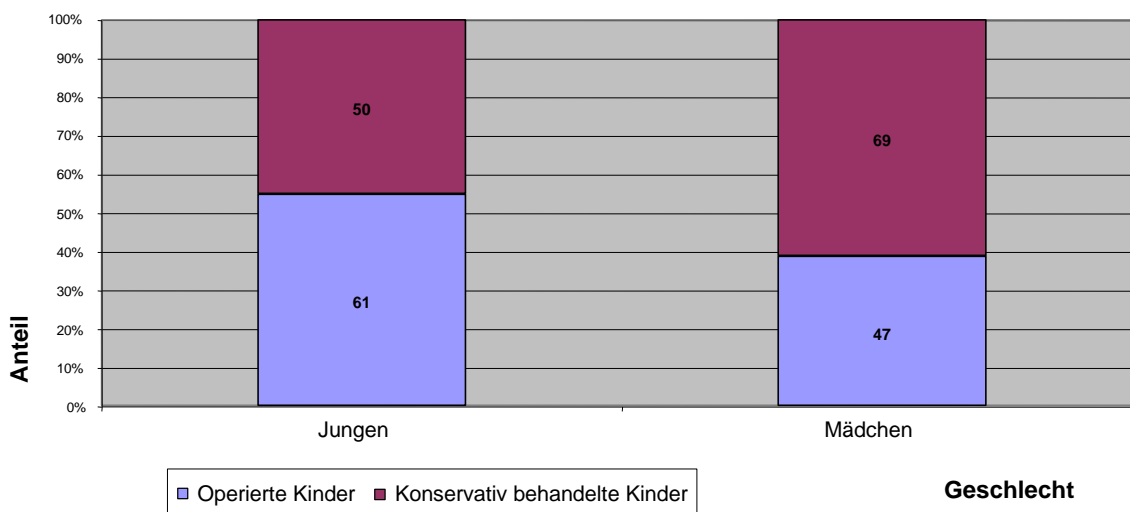
Kindern (von 37 Grundschulkindern = 46%, von 21 operierten Grundschulkindern = 81%). Bei den Vorschulkindern lag bei 8 (von 17 Vorschulkindern = 47%, von 9 appendektomierten Vorschulkindern = 89%) eine akute Appendizitis vor (s. Diagramm 6).

Diagramm 6: Appendixhistologie aller 108 operierten Kinder aufgeteilt nach Altersgruppe



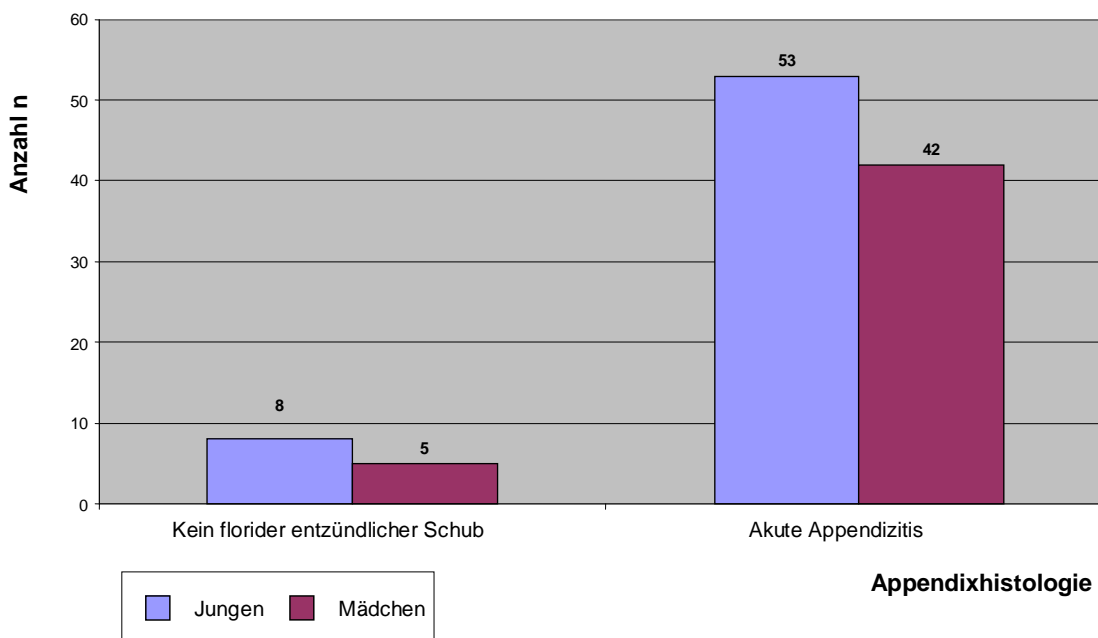
Von allen untersuchten Mädchen wurden 47 (von 116 = 41%) operiert (s. Diagramm 7), wobei eines dieser Mädchen in die Abteilung für Gynäkologie verlegt und eines in der Klinik für Chirurgie diagnostisch laparoskopiert wurde. Bei 42 Mädchen (von 47 operierten Mädchen = 89%, von 116 untersuchten Mädchen = 36%) bestätigte sich die Diagnose der akuten Appendizitis (s. Diagramm 8).

Diagramm 7: Anteil operierten und konservativ behandelten Kinder aufgeteilt nach Geschlecht



Bei 61 (von 111 = 55%) aller untersuchten Jungen wurde die Indikation zur Appendektomie gestellt (s. Diagramm 7). Bei 53 Jungen (von 111 Untersuchten = 48%, von 61 Operierten = 87%) wurde histologisch eine akute Appendizitis nachgewiesen (s. Diagramm 8).

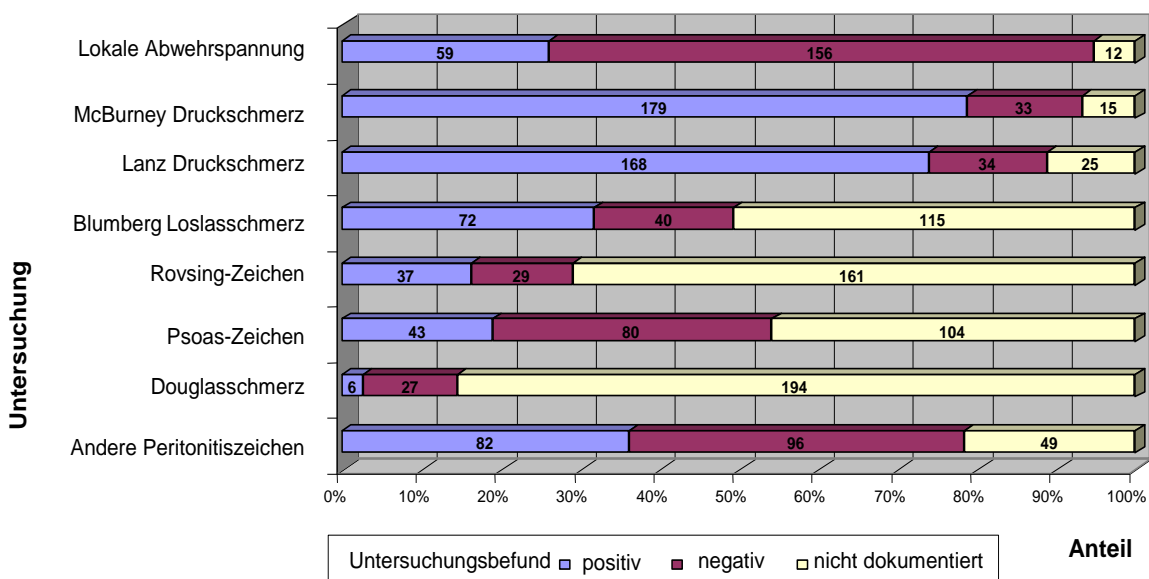
Diagramm 8: Appendixhistologie der operierten Kinder aufgeteilt nach Geschlecht



3.2 Klinische Untersuchung

Von den typischen Appendizitiszeichen sind am häufigsten die Befunde einer lokalen Abwehrspannung (bei 215 von 227 = 95%), Schmerzen an McBurney- (bei 212 von 227 = 93%) und Lanz-Druckpunkt (bei 202 von 227 = 89%) und Angaben zu anderen Peritonitiszeichen (bei 178 von 227 = 78%) dokumentiert. Auf einen Loslassschmerz nach Blumberg wurde bei 112 Patienten (von 227 = 49%) geachtet, das Rovsing-Zeichen wurde bei 66 Kindern (von 227 = 29%) untersucht, das Psoas-Zeichen bei 123 Kindern (von 227 = 54%). Ob Schmerzen im Douglasraum verspürt wurden, ist in 33 Akten (von 227 = 15%) vermerkt (s. Diagramm 9).

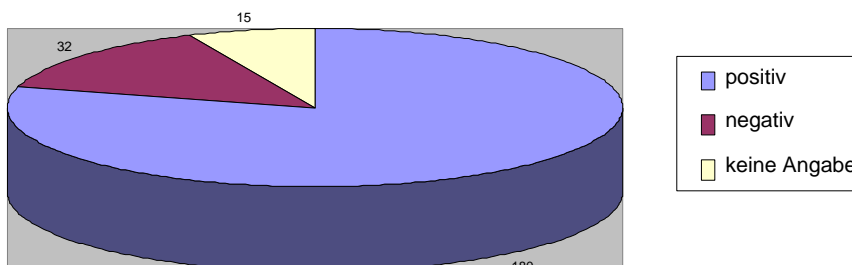
Diagramm 9: Klinische Untersuchungsbefunde aller 227 untersuchten Kinder



3.2.1 McBurney und Lanz Druckschmerz

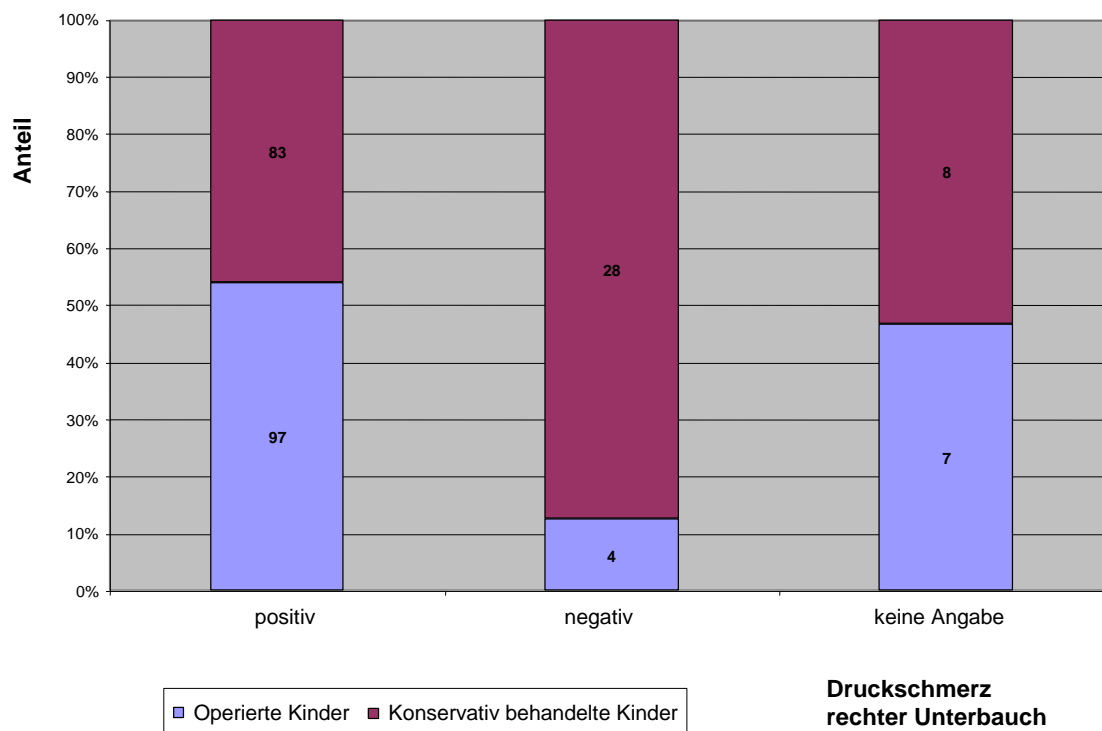
Da die Befunde am McBurney und Lanz Druckpunkt in den meisten Fällen miteinander übereinstimmen, werden diese im Folgenden unter „Druckschmerz im rechten Unterbauch“ zusammengefasst (s. Diagramm 10).

Diagramm 10: Klinischer Untersuchungsbefund „Druckschmerz rechter Unterbauch“



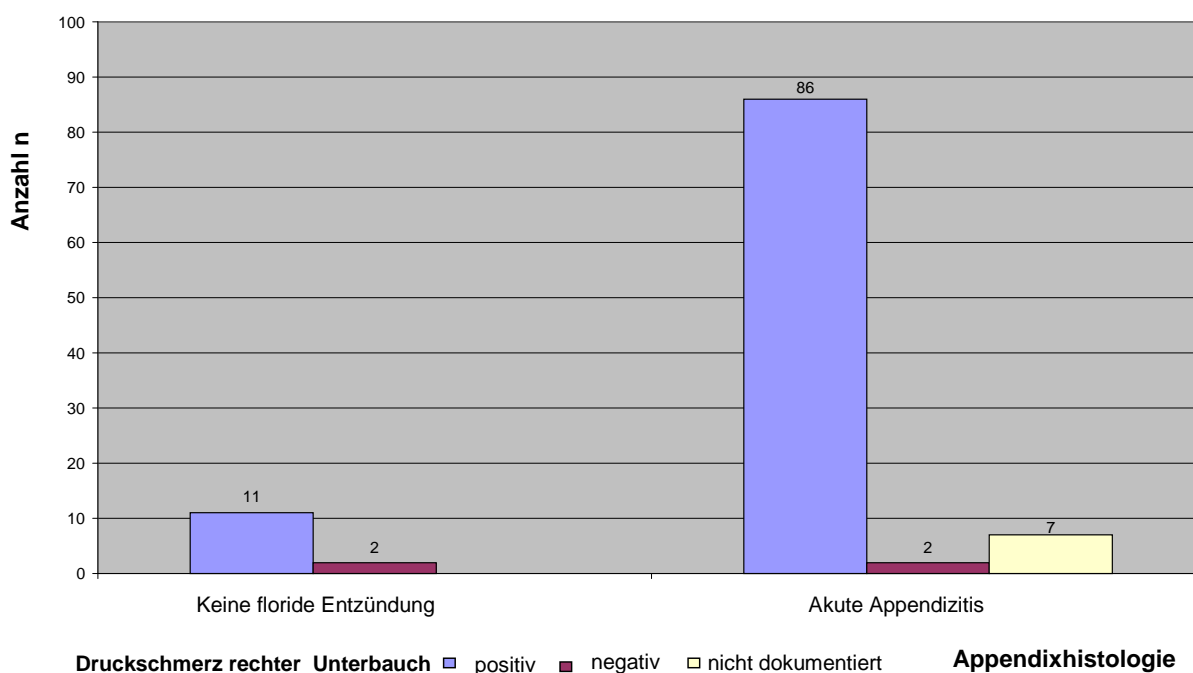
Insgesamt gaben 180 Kinder (von 227 = 79%) ihren Hauptschmerz im rechten Unterbauch an, 97 dieser Kinder (von 180 = 54%) wurden appendektomiert. Bei 32 Kindern (von 227 = 14%) ist explizit kein Druckschmerz am McBurney oder Lanz Druckpunkt dokumentiert, eine Operationsindikation wurde in 4 Fällen (von 32 = 13%) gestellt. Bei 15 Patienten (von 227 = 7%) fehlt die Dokumentation zu diesem Befund, 7 dieser Kinder (von 15 = 47%) wurden operiert (s. Diagramm 11).

Diagramm 11: Anteil der operierten und konservativ behandelten Kinder aufgeteilt nach Untersuchungsbefund am McBurney/ Lanz Druckpunkt



Bei den operierten Kindern, die ihren Hauptschmerz im rechten Unterbauch angaben, zeigt die Appendixhistologie in 86 Fällen (von 97 = 89%) eine akute Entzündung. Von den appendektomierten Kindern, für die die Untersuchung im rechten Unterbauch nicht schmerzhaft war, kann die Diagnose einer Appendizitis in 2 Fällen (von 4 = 50%) bestätigt werden. Bei allen 7 operierten Patienten, deren Untersuchungsbefund am McBurney und Lanz-Druckpunkt nicht angegeben ist, wird eine akute Appendizitis nachgewiesen (s. Diagramm 12).

Diagramm 12: Appendixhistologie aufgeteilt nach Untersuchungsbefund am McBurney und Lanz Druckpunkt



In Tabelle 1 ist die Gruppe der Kinder mit akuter Appendizitis der Gruppe der Kinder, bei denen sich keine akute Appendizitis zeigt, gegenübergestellt.

Tabelle 1: Vergleich der klinischen Untersuchungsbefunde am McBurney/ Lanz-Druckpunkt mit der Appendixhistologie bzw. Entlassdiagnose aller 212 diesbezüglich untersuchten Kinder

	Akute Appendizitis	Keine akute Appendizitis (operierte + konservativ behandelte Kinder)	Gesamt
Druckschmerz im rechten Unterbauch	86	94 (11 + 83)	180
Kein Druckschmerz im rechten Unterbauch	2	30 (2 + 28)	32
Gesamt	88	124	212

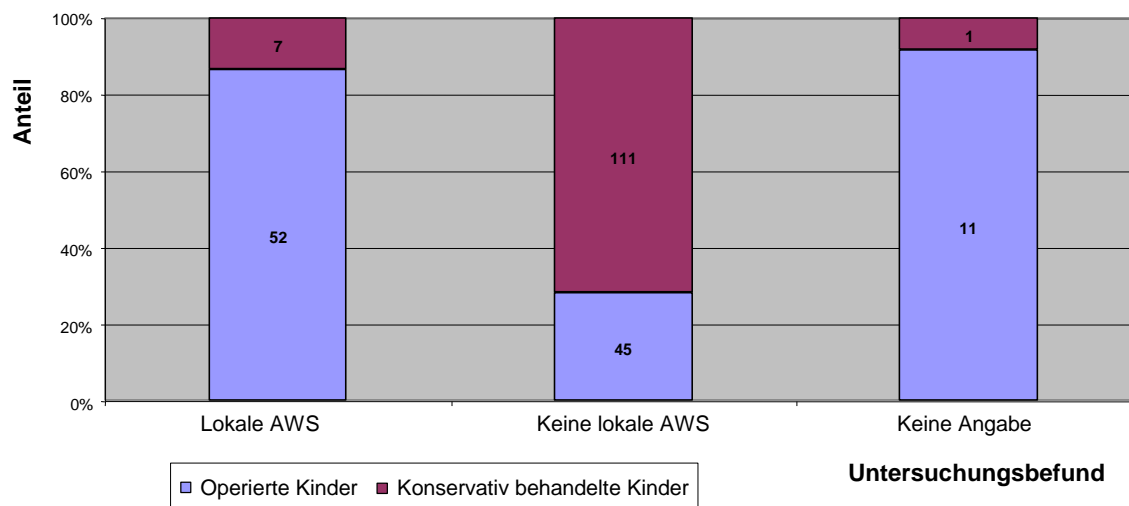
Hieraus ergibt sich eine Sensitivität des Untersuchungsbefundes „Druckschmerz im rechten Unterbauch“ von 97% und eine Spezifität von 24%. Der positive Vorhersagewert beträgt 48%, der negative Vorhersagewert beträgt 94%.

3.2.2 Lokale Abwehrspannung

Eine Lokale Abwehrspannung wurde bei 59 Kindern (von 227 = 26%) festgestellt. Davon wurden 52 (von 59 = 88%) operiert. 156 Kinder (von 227 = 69%) hatten kein abwehrgespanntes Abdomen, 45 von diesen (von 156 = 29%) wurden appendektomiert. Bei 12 Kindern (von 227 = 5%) ist der Befund der lokalen Abwehrspannung nicht

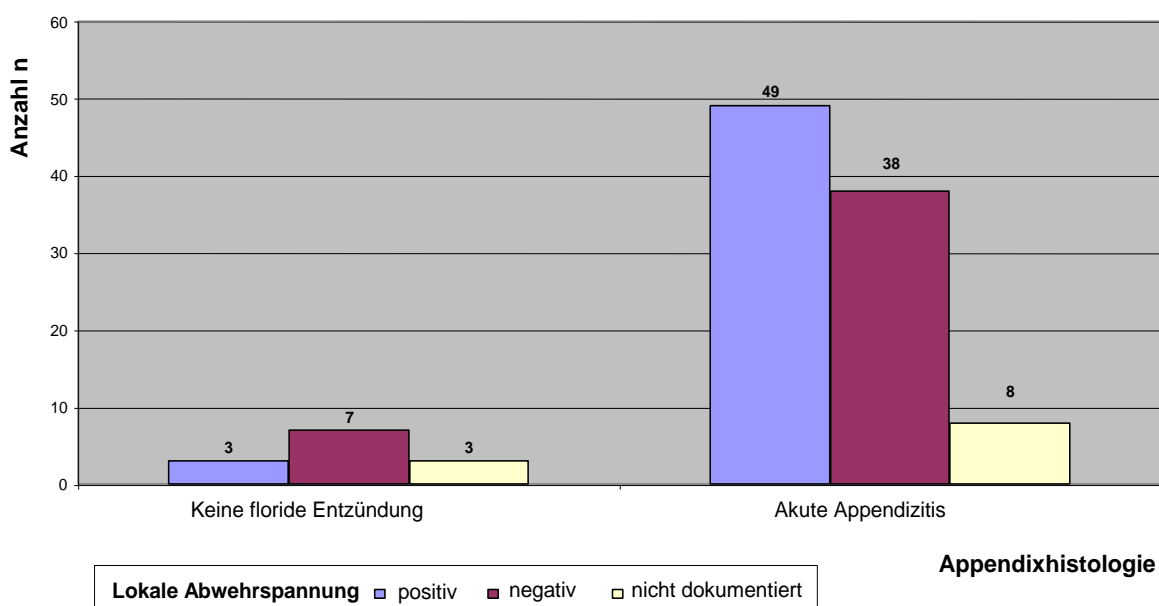
dokumentiert. Hiervon wurde bei 11 Patienten (von 12 = 92%) die Indikation zur Appendektomie gestellt (s. Diagramm 13).

Diagramm 13: Anteil der operierten und konservativ behandelten Kinder aufgeteilt nach Untersuchungsbefund der lokalen Abwehrspannung (AWS)



Von allen operierten Patienten mit lokaler Abwehrspannung bestätigt sich bei 49 (von 52 = 94%) eine akute Appendizitis. In der Gruppe der operierten Kinder ohne lokale Abwehrspannung sind dies 38 Fälle (von 45 = 84%). Sind keine Angaben zur lokalen Abwehrspannung gemacht, zeigt sich bei 8 (von 11 = 73%) der Kinder eine akute Appendizitis (s. Diagramm 14).

Diagramm 14: Appendixhistologie aufgeteilt nach Befund der lokalen Abwehrspannung



Wird nun die Gruppe der Kinder mit histologisch gesicherter akuter Appendizitis der Gruppe der Kinder ohne akute Appendizitis (operierte Kinder mit negativer Appendixhistologie + konservativ behandelte Kinder) gegenübergestellt, so ergibt sich Tabelle 2.

Tabelle 2: Vergleich der klinischen Untersuchungsbefunde der lokalen Abwehrspannung mit der Appendixhistologie bzw. Entlassdiagnose aller 215 diesbezüglich untersuchten Kinder

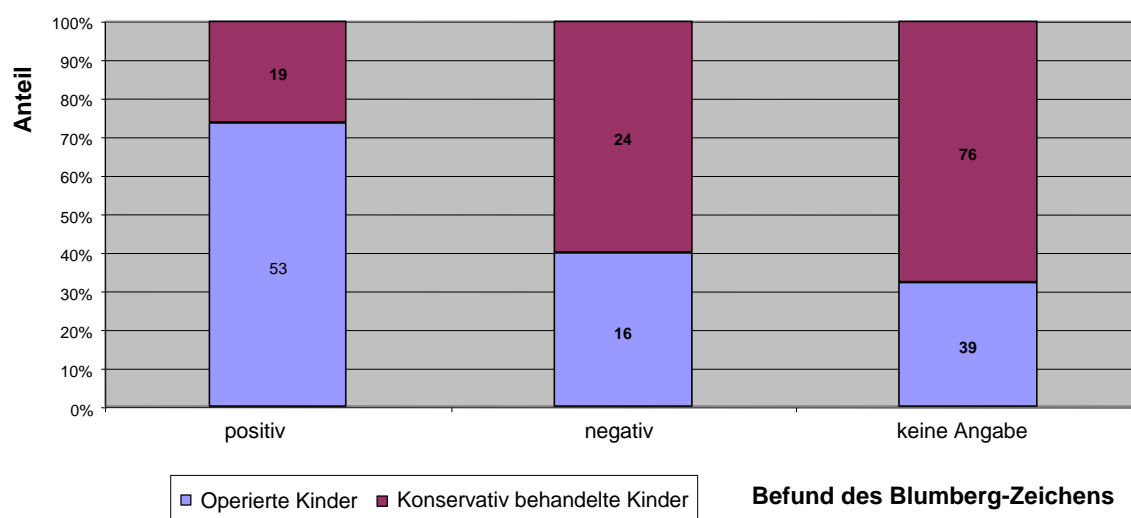
	Akute Appendizitis	Keine akute Appendizitis (operierte + konservativ behandelte Kinder)	Gesamt
Lokale Abwehrspannung	49	10 (3 + 7)	59
Keine lokale Abwehrspannung	38	118 (7 + 111)	156
Gesamt	87	128	215

Der Befund einer lokalen Abwehrspannung erreicht somit eine Sensitivität von 56% und eine Spezifität von 92%. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Kind mit lokaler Abwehrspannung an einer akuten Appendizitis erkrankt ist (positiver Vorhersagewert), liegt in dieser Studie bei 83%. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Kind ohne lokale Abwehrspannung keine akute Appendizitis hat (negativer Vorhersagewert), liegt bei 76%.

3.2.3 Kontralateraler Loslassschmerz nach Blumberg

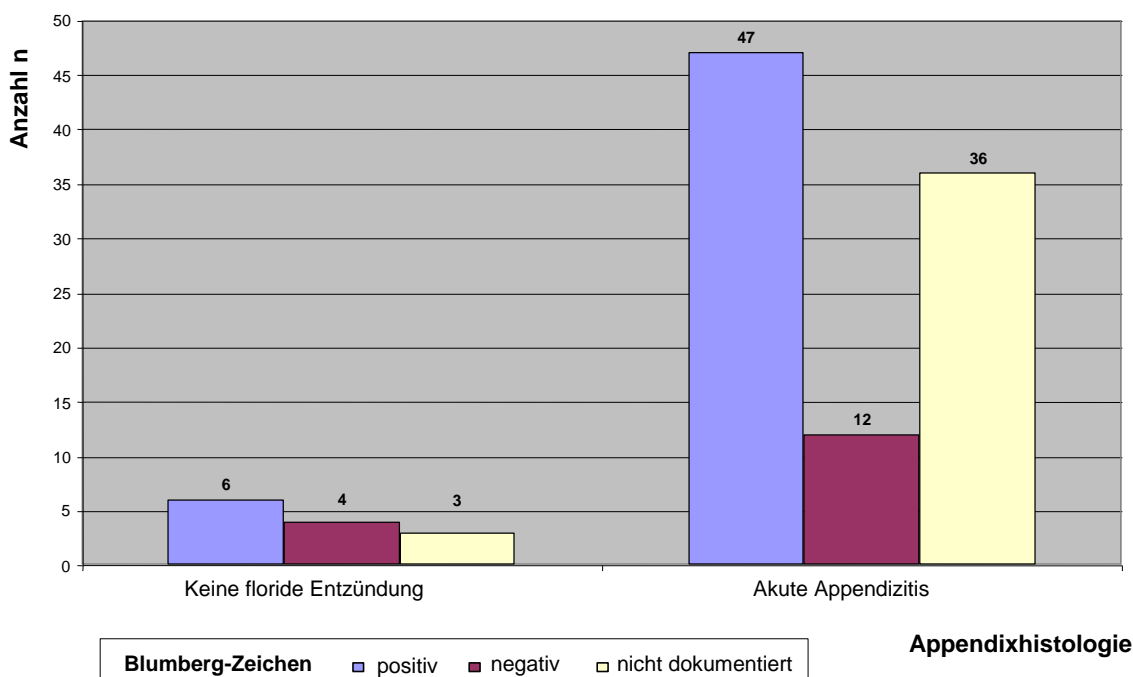
Bei 72 Patienten (von 227 = 32 %) ist ein kontralateraler Loslassschmerz nach Blumberg befundet, 53 dieser Kinder (von 72 = 74%) wurden appendektomiert. Bei 40 Kindern (von 227 = 18%) ist dieses Zeichen negativ, hiervon wurden 16 (von 40 = 40%) operiert. Bei 115 Patienten (von 227 = 51%) sind keine Angaben zum Blumberg-Zeichen dokumentiert, bei 39 (von 115 = 34%) dieser Patienten wurde die Indikation zur Appendektomie gestellt (s. Diagramm 15).

Diagramm 15: Anteil der operierten konservativ behandelten Kinder aufgeteilt nach Befund des Blumberg-Zeichens



Bei 47 (von 53 = 89%) der operierten Patienten mit kontralateralem Loslassschmerz wird eine akute Appendizitis histologisch bestätigt. Aus der Gruppe der operierten Kinder mit negativem Blumberg-Zeichen wird eine Appendizitis in 12 Fällen (von 16 = 75%) nachgewiesen. Ist kein Befund des Blumberg-Zeichens dokumentiert, so zeigt sich in 36 Appendixpräparaten (von 39 = 92%) eine akute Entzündung (s. Diagramm 16).

Diagramm 16: Appendixhistologie verglichen mit kontralateralem Loslassschmerz nach Blumberg



Werden die Kinder mit akuter Appendizitis nun der Gruppe der Kinder mit anderer Entlassdiagnose gegenübergestellt, so ergibt sich Tabelle 3.

Tabelle 3: Vergleich der klinischen Untersuchungsbefunde des Blumberg-Zeichens mit der Appendixhistologie bzw. Entlassdiagnose aller 112 diesbezüglich untersuchten Kinder

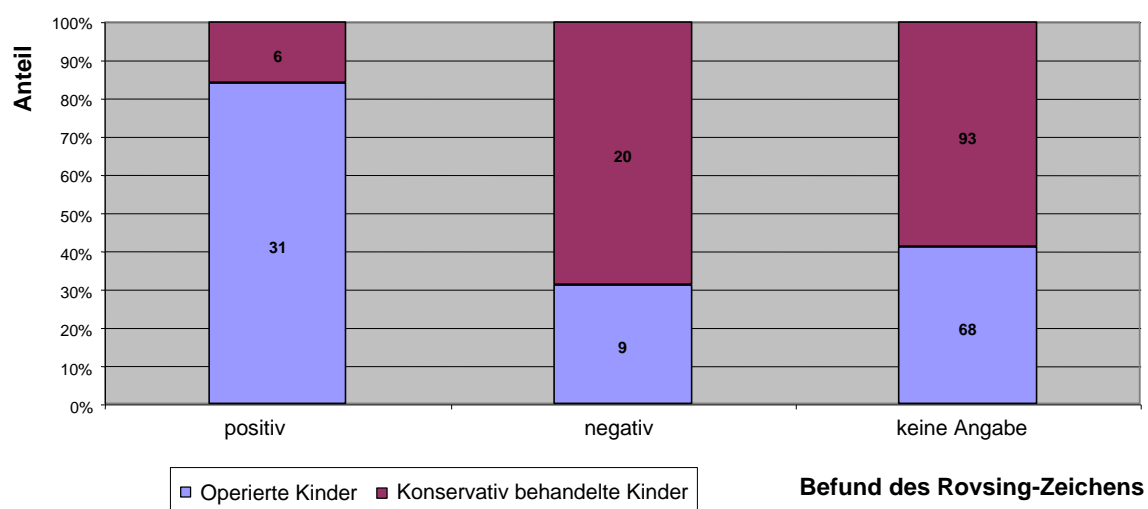
	Akute Appendizitis	Keine akute Appendizitis (operierte + konservativ behandelte Kinder)	Gesamt
Blumberg-Zeichen positiv	47	25 (6 + 19)	72
Blumberg-Zeichen negativ	12	28 (4 + 24)	40
Gesamt	59	53	112

Die Sensitivität des Blumberg-Zeichens beträgt nach diesen Angaben 80%, die Spezifität 53%. Der positive Vorhersagewert liegt bei 65%, der negative Vorhersagewert bei 70%.

3.2.4 Rovsing-Zeichen

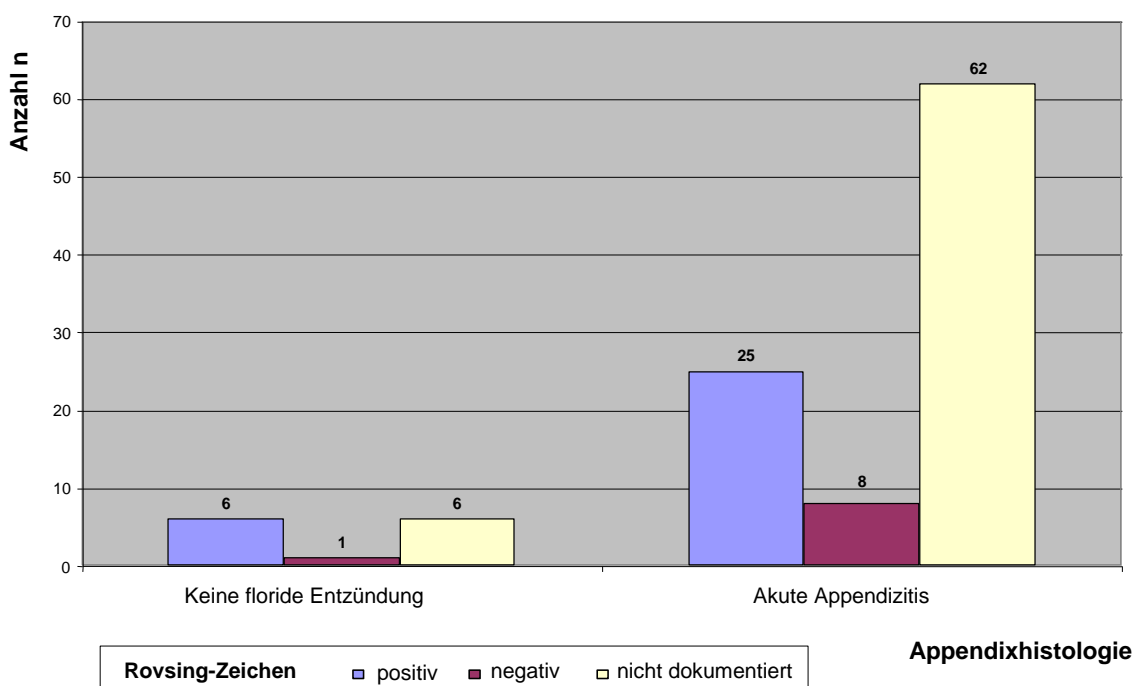
Das Rovsing-Zeichen war bei 37 Kindern (von 227 = 16%) positiv, bei 31 dieser Kinder (von 37 = 84%) wurde die Entscheidung zur Appendektomie getroffen. Bei 29 Patienten (von 227 = 13%) wurde es als negativ befundet, hiervon wurden 9 Kinder (von 29 = 31%) appendektomiert. In 161 Akten (von 227 = 71%) war das Rovsing-Zeichen nicht dokumentiert, 68 dieser Patienten (von 161 = 42%) wurde die Indikation zur Appendektomie gestellt (s. Diagramm 17).

Diagramm 17: Anteil der operierten und konservativ behandelten Kinder aufgeteilt nach Befund des Rovsing-Zeichens



Das histologische Präparat zeigt bei 25 der operierten Kinder mit positivem Rovsing-Zeichen (von 31 = 81%) eine akute Appendizitis. In der Gruppe der Appendektomierten mit negativem Rovsing-Zeichen bestätigt sich die Diagnose in 8 Fällen (von 9 = 89%). Von den operierten Patienten, deren Untersuchungsbefund bezüglich des Rovsing-Zeichens nicht dokumentiert ist, haben 62 (von 68 = 91%) eine histologisch nachgewiesene floride Entzündung der Appendix (s. Diagramm 18).

Diagramm 18: Appendixhistologie aufgeteilt nach Befund des Rovsing-Zeichens



In Tabelle 4 sind die Gruppen der Kinder „Akute Appendizitis“ und „Keine akute Appendizitis“ im Vergleich mit dem Untersuchungsbefund des Rovsing-Zeichens direkt gegenübergestellt.

Tabelle 4: Vergleich der klinischen Untersuchungsbefunde Rovsing-Zeichens mit der Appendixhistologie bzw. Entlassdiagnose aller 66 diesbezüglich untersuchten Kinder

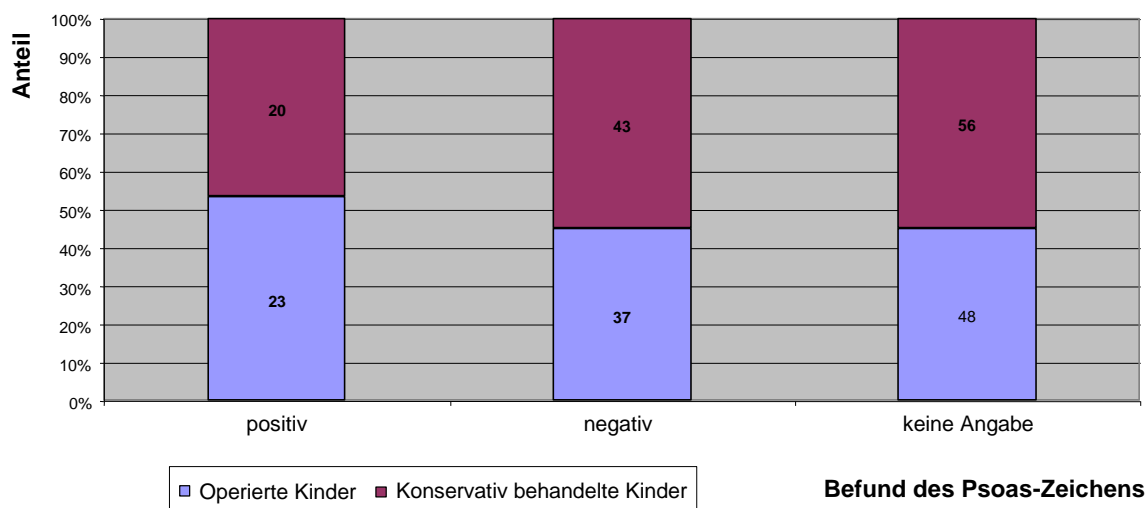
	Akute Appendizitis	Keine akute Appendizitis (operierte + konservativ behandelte Kinder)	Gesamt
Rovsing-Zeichen positiv	25	12 (6 + 6)	37
Rovsing-Zeichen negativ	8	21 (1 + 20)	29
Gesamt	33	33	66

Das Rovsing-Zeichen erreicht somit eine Sensitivität von 76%, eine Spezifität von 64%. Der positive Vorhersagewert des Rovsing-Zeichens beträgt 68%, der negative Vorhersagewert beträgt 72%.

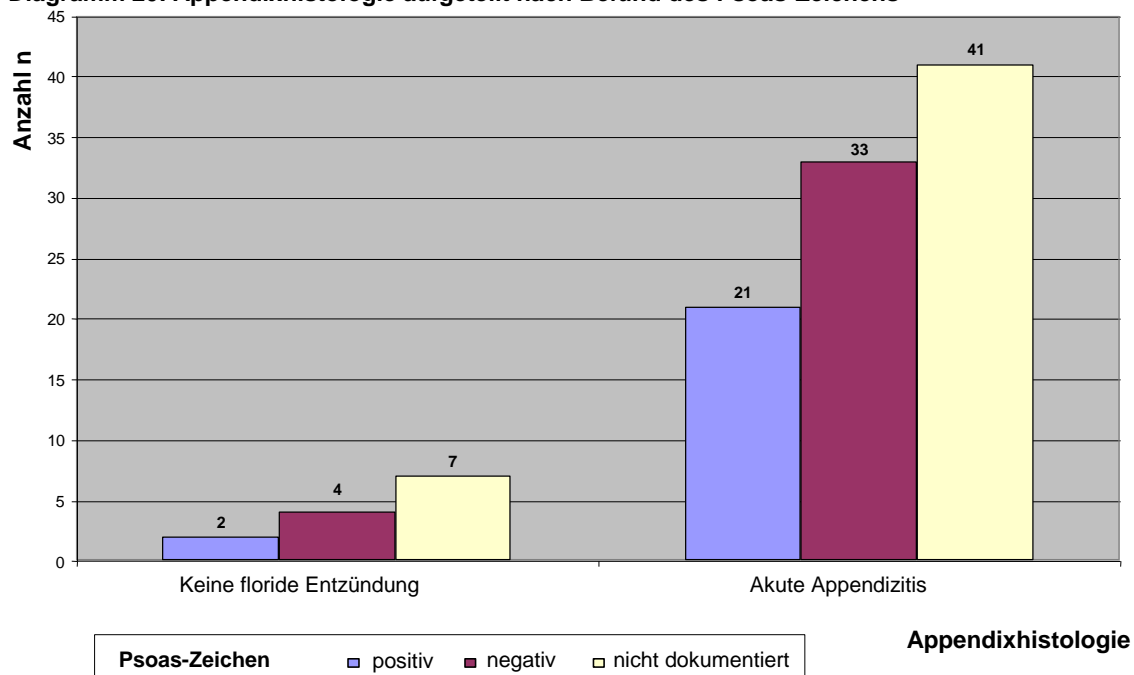
3.2.5 Psoas-Zeichen

Das Psoas-Zeichen ist bei 43 Kindern (von 227 = 19%) als positiv angegeben, 23 von diesen (von 43 = 53%) wurden operiert. 80 Kinder (von 227 = 35%) gaben keine Schmerzen bei Dehnung des M. Psoas an. Bei 37 dieser Patienten (von 80 = 46%) wurde die Operationsindikation gestellt. Bei 104 Patienten (von 227 = 46%) ist dieser Untersuchungsbefund nicht dokumentiert, aus dieser Gruppe wurden 48 Patienten (von 104 = 46%) appendektomiert (s. Diagramm 19).

Diagramm 19: Anteil der operierten und konservativ behandelten Kinder aufgeteilt nach Befund des Psoas-Zeichens



Von den operierten Kindern mit positivem Psoas-Zeichen bestätigt sich die Diagnose einer akuten Appendizitis in 21 Fällen (von 23 = 91%). In der Gruppe der operierten Kinder ohne Psoasdehnungsschmerz wird in 33 Fällen (von 37 = 89%) eine Appendizitis histologisch nachgewiesen. Dies ist bei 41 (von 48 = 85%) der operierten Patienten der Fall, in deren Akten kein Befund zum Psoas-Zeichen angegeben ist (s. Diagramm 20).

Diagramm 20: Appendixhistologie aufgeteilt nach Befund des Psoas-Zeichens

Werden die Gruppen „akute Appendizitis“ und „keine akute Appendizitis“ in Bezug auf das Psoas-Zeichen miteinander verglichen, so ergibt sich Tabelle 5.

Tabelle 5: Vergleich der klinischen Untersuchungsbefunde Psoas-Zeichens mit der Appendixhistologie bzw. Entlassdiagnose aller 123 diesbezüglich untersuchten Kinder

	Akute Appendizitis	Keine akute Appendizitis (operierte + konservativ behandelte Kinder)	Gesamt
Psoas-Zeichen positiv	21	22 (2 + 20)	43
Psoas-Zeichen negativ	33	47 (4 + 43)	80
Gesamt	54	69	123

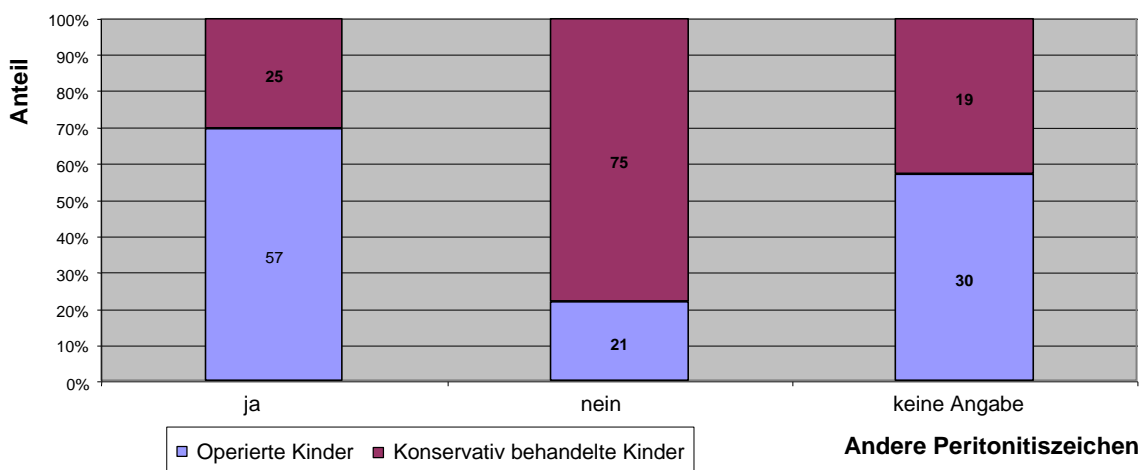
Insgesamt erzielt das Psoas-Zeichen aus diesen Angaben eine Sensitivität von 39% und eine Spezifität von 68%. Der positive Vorhersagewert des Psoas-Zeichens ergibt 49%, der negative Vorhersagewert liegt bei 59%.

3.2.6 Andere Peritonitiszeichen

82 Kinder (von 227 = 36%) wiesen einen Klopf- oder Erschütterungsschmerz oder Schmerzen beim Hüpfen auf einem Bein auf, von diesen wurden 57 Kinder (von 82 = 70%) appendektomiert. Bei 96 Patienten (von 227 = 42%) waren keine anderen Peritonitiszeichen vorhanden, 21 dieser Kinder (von 96 = 22%) wurden operiert. Bei 49

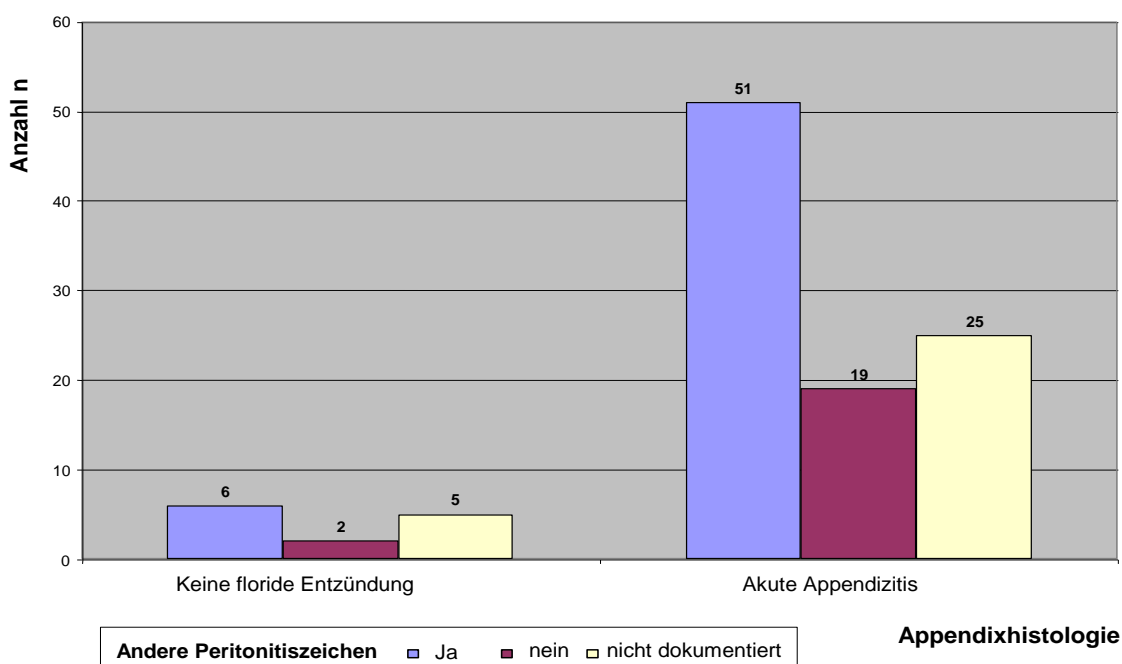
Kindern (von 227 = 22%) sind keine anderen Peritonitiszeichen erwähnt, aus dieser Gruppe wurde bei 30 Kindern (von 49 = 61%) die Indikation zur Appendektomie gestellt (s. Diagramm 21).

Diagramm 21: Anteil der operierten konservativ behandelten Kinder aufgeteilt nach Befund anderer Peritonitiszeichen



Bei 51 (von 57 = 89%) der operierten Kinder mit anderen Peritonitiszeichen bestätigt sich histologisch die Diagnose einer akuten Appendizitis. Dies ist bei 19 (von 21 = 90%) der operierten Kinder ohne andere Peritonitiszeichen der Fall. Bei den operierten Kindern, deren Untersuchungsbefund keine Angaben zu anderen Peritonitiszeichen macht, zeigt sich in 25 Fällen (von 30 = 83%) eine akute Appendizitis (s. Diagramm 22).

Diagramm 22: Appendixhistologie aufgeteilt nach Befund anderer Peritonitiszeichen



Die Gruppe der Kinder mit akuter Appendizitis ist in Bezug auf den klinischen Untersuchungsbefund anderer Peritonitiszeichen in Tabelle 6 der Gruppe der Kinder, bei denen sich keine akute Appendizitis als Entlassdiagnose herausstellt, gegenübergestellt.

Tabelle 6: Vergleich der klinischen Untersuchungsbefunde anderer Peritonitiszeichen mit der Appendixhistologie bzw. Entlassdiagnose aller 178 diesbezüglich untersuchten Kinder

	Akute Appendizitis	Keine akute Appendizitis (operierte + konservativ behandelte Kinder)	Gesamt
Andere Peritonitiszeichen	51	31 (6 + 25)	82
Keine Peritonitiszeichen anderen	19	77 (2 + 75)	96
Gesamt	70	108	178

Der Befund anderer Peritonitiszeichen hat in dieser Studie eine Sensitivität von 73% sowie eine Spezifität von 71%. Der positive Vorhersagewert anderer Peritonitiszeichen beträgt 62%, der negative Vorhersagewert liegt bei 80%.

3.2.7 Douglasschmerz

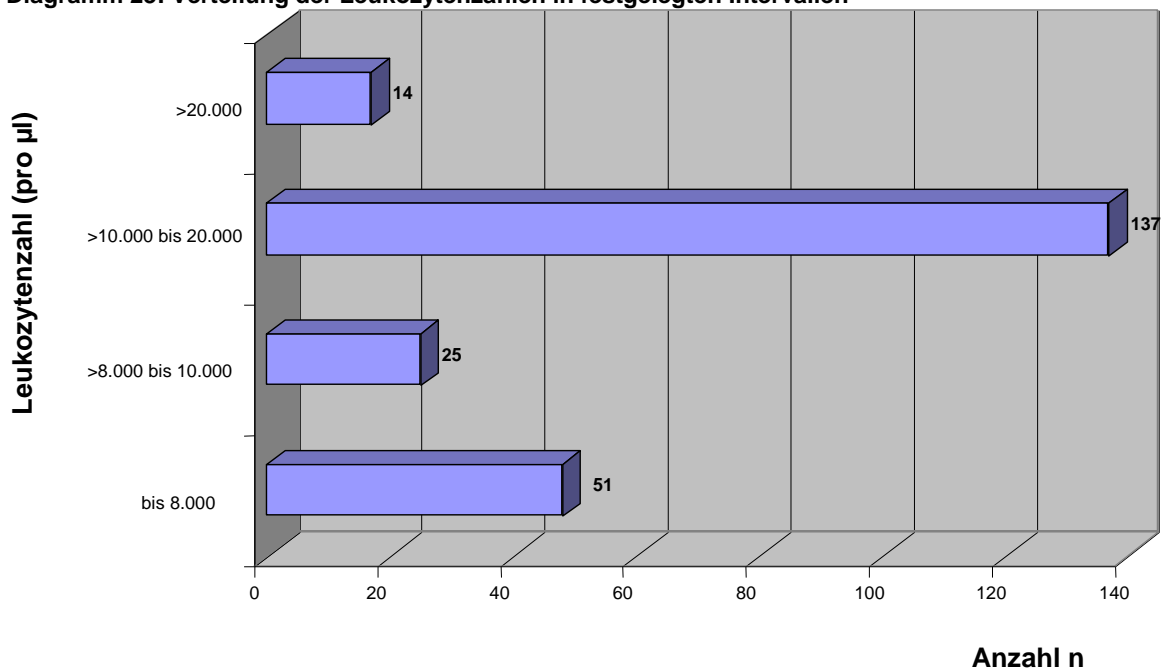
Der Douglasschmerz wurde bei 33 Kindern (von 227 = 15%) untersucht. Eine weitere Unterteilung erschien wegen der geringen Fallzahl nicht für sinnvoll.

3.3 Labor

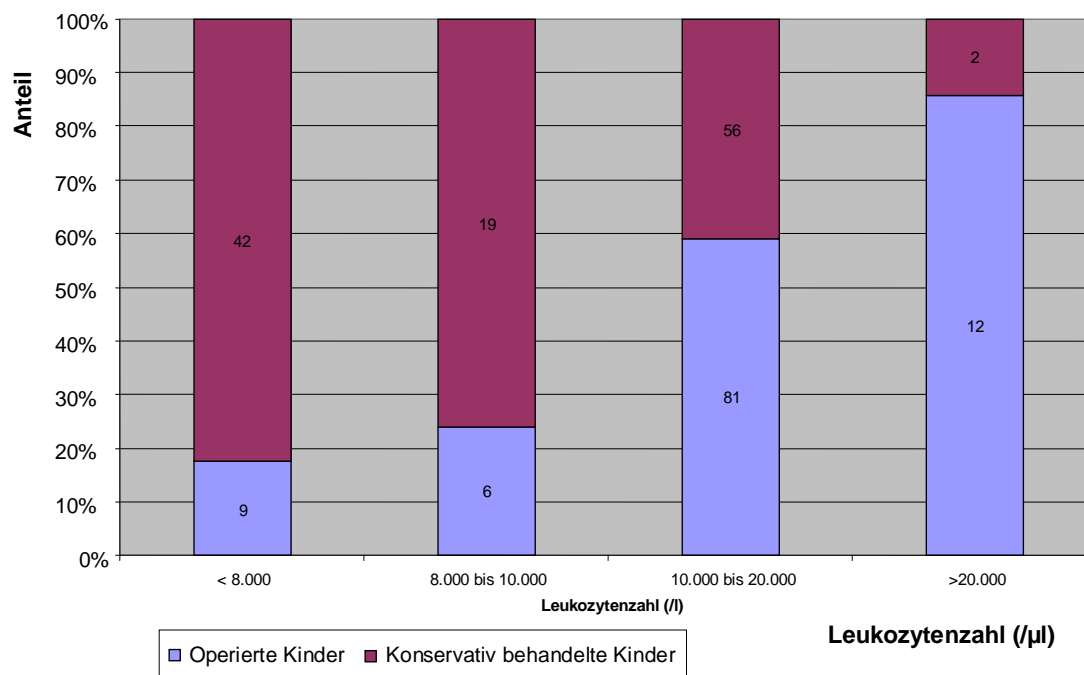
3.3.1 Blutbild

Bei mehr als zwei Drittel, nämlich bei 151 (von 227 = 67%) aller konsiliarisch vorgestellten Kinder ist der vom Labor definierte Normbereich von 10.000 Leukozyten/ μ l überschritten. Wie häufig die einzelnen Intervalle der Leukozytenwerte vertreten sind, ist aus Diagramm 23 ersichtlich.

Diagramm 23: Verteilung der Leukozytenzahlen in festgelegten Intervallen

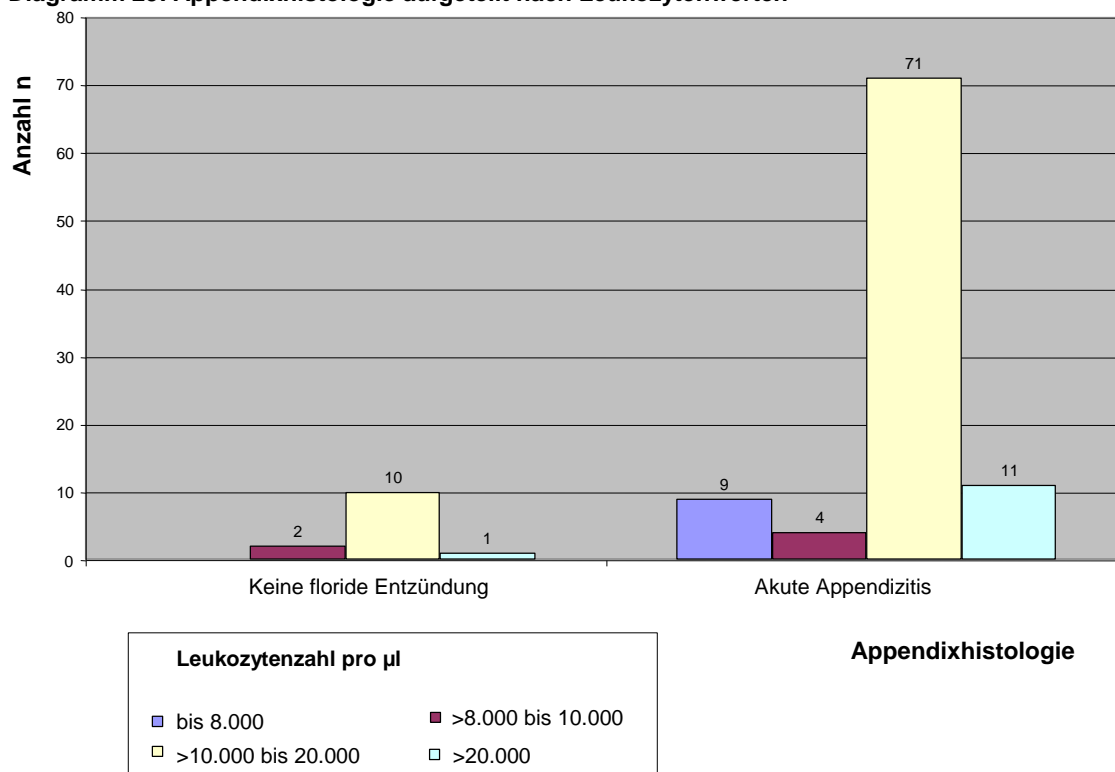


Von den Kindern mit niedrig-normalen Leukozytenwerten wurden 9 (von 51 = 18%) operiert, von den Kindern mit hoch-normalen Leukozytenwerten waren dies 6 (von 25 = 24%). Von den Kindern mit einer erhöhten Leukozytenzahl bis 20.000/ μ l wurde bei 81 (von 137 = 59%) die Indikation zur Appendektomie gestellt, bei Kindern mit stark erhöhten Werten über 20.000/ μ l in 12 Fällen (von 14 = 86%, s. Diagramm 24).

Diagramm 24: Anteil der operierten und konservativ behandelten Kinder aufgeteilt nach Anzahl der Leukozyten/ μ l

Bei allen operierten Kindern mit niedrig-normalen Leukozytenzahlen bis 8.000/ μ l wird die Diagnose einer akuten Appendizitis bestätigt. Bei 4 (von 6 = 67%) der appendektomierten Kinder mit hoch-normalen Leukozytenzahlen über 8.000/ μ l bis 10.000/ μ l zeigt sich histologisch eine akute Entzündung. Von den operierten Kindern mit Leukozytenzahlen über 10.000/ μ l bis zu 20.000/ μ l ist die Appendix histologisch in 71 Fällen (von 81 = 88%) akut entzündet, bei den Kindern mit stark erhöhter Leukozytenzahl über 20.000/ μ l sind dies 11 Fälle (von 12 = 92%, s. Diagramm 25).

Diagramm 25: Appendixhistologie aufgeteilt nach Leukozytenwerten



Stellt man die Gruppe der Kinder mit und ohne akuter Appendizitis in Bezug zur Leukozytenzahl (bis 10.000/ μ l bzw. über 10.000/ μ l), so ergibt sich Tabelle 7.

Tabelle 7: Vergleich der Leukozytenzahlen mit der Appendixhistologie bzw. Entlassdiagnose aller 227 Kinder

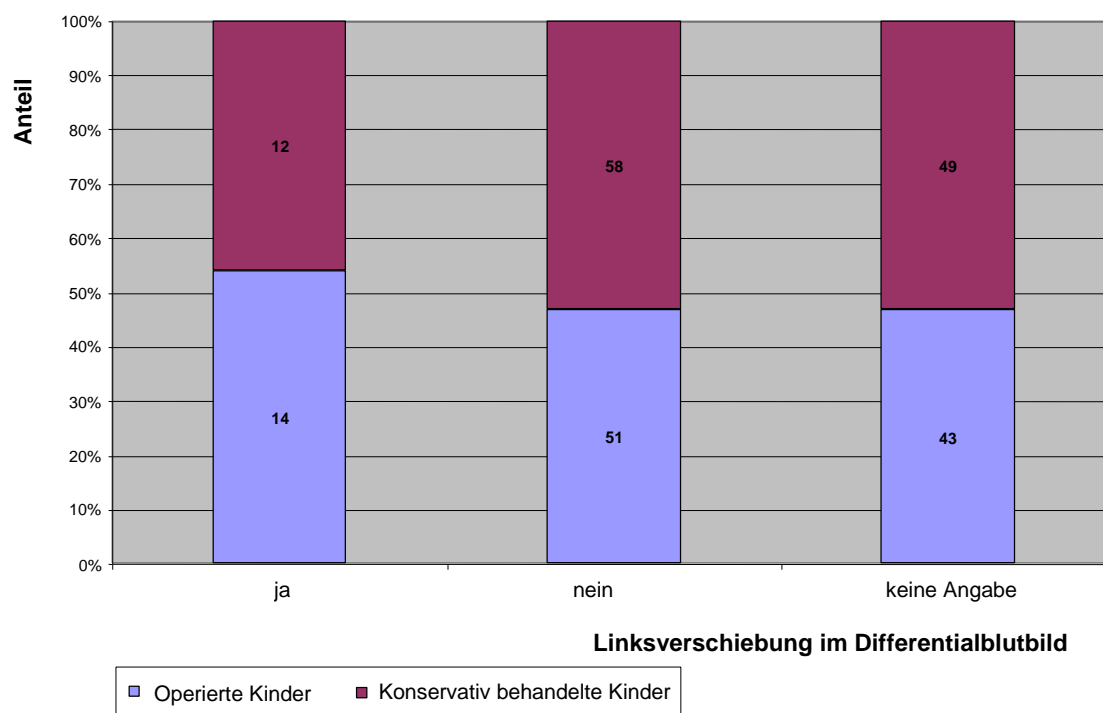
	Akute Appendizitis	Keine akute Appendizitis (operierte + konservativ behandelte Kinder)	Gesamt
Leukozytenzahl > 10.000/ μ l	82	69 (11 + 58)	151
Leukozytenzahl bis 10.000/ μ l	13	63 (2 + 61)	76
Gesamt	95	132	227

Somit ergibt sich als Maß der diagnostischen Güte einer Leukozytenzahl $>10.000/\mu\text{l}$ eine Sensitivität von 86% und eine Spezifität von 48%. Der positive Vorhersagewert liegt bei 54%, der negative Vorhersagewert bei 83%.

3.3.2 Differentialblutbild

Bei 135 der vorgestellten Kinder (von 227 = 59%) war ein Differentialblutbild angefertigt worden. Eine Linksverschiebung ist bei 26 Kindern (von 135 = 19%) erkenntlich, von diesen wurden 14 (von 26 = 54%) appendektomiert, von den Kindern ohne Linksverschiebung im Differentialblutbild wurden 51 (von 109 = 47%) operiert (s. Diagramm 26).

Diagramm 26: Anteil der operierten und konservativ behandelten Kinder aufgeteilt nach Linksverschiebung im Differentialblutbild



Von allen operierten Kindern mit Linksverschiebung im Differentialblutbild bestätigt sich die Diagnose einer akuten Appendizitis. Von den appendektomierten Kindern ohne Linksverschiebung im Differentialblutbild zeigt sich bei 45 (von 51 = 88%) histologisch eine akute Entzündung (s. Diagramm 27).

Diagramm 27: Appendixhistologie aufgeteilt nach Linksverschiebung im Differentialblutbild

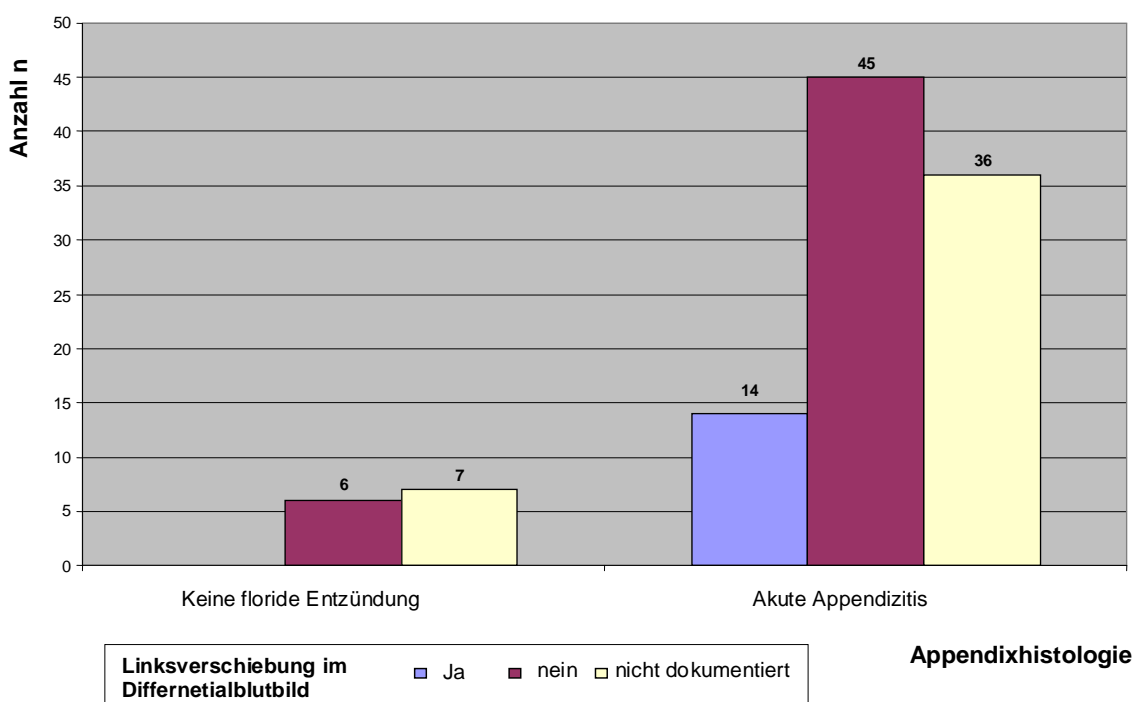


Tabelle 8 zeigt nun die Gruppen der Kinder mit akuter Appendizitis im Vergleich zu den Kindern ohne akute Appendizitis in Bezug auf eine Linksverschiebung im Differentialblutbild:

Tabelle 8: Vergleich der Befunde der Differentialblutbilder mit der Appendixhistologie bzw. Entlassdiagnose aller 135 diesbezüglich untersuchten Kinder

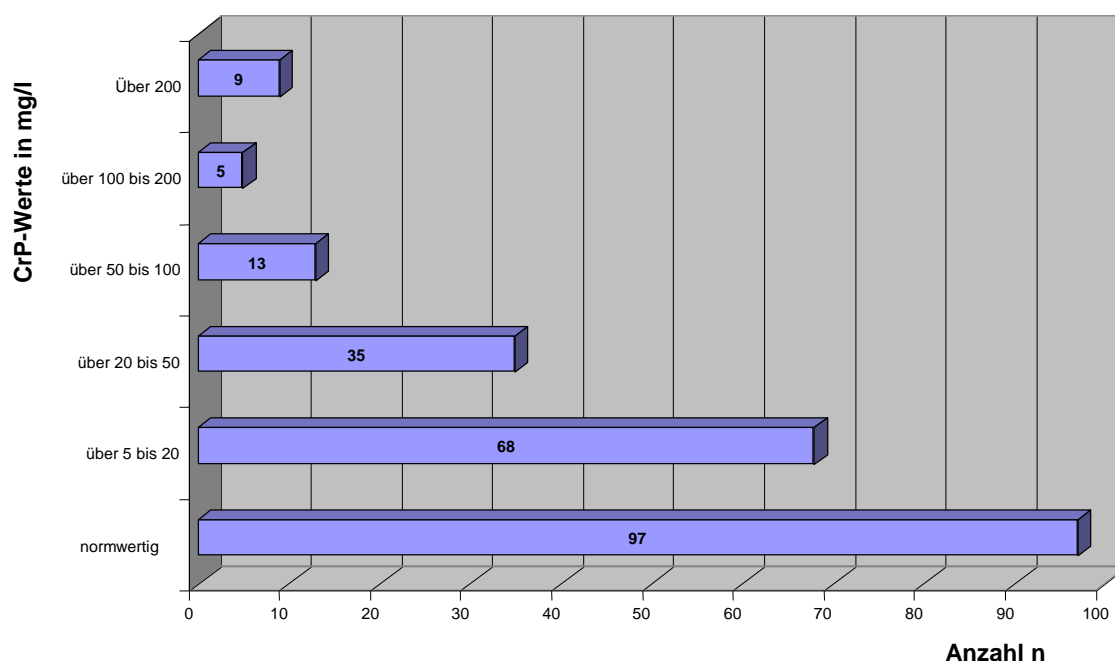
	Akute Appendizitis	Keine akute Appendizitis (operierte + konservativ behandelte Kinder)	Gesamt
Linksverschiebung	14	12 (0 + 12)	26
Keine Linksverschiebung	45	64 (6 + 58)	109
Gesamt	59	76	135

Somit ergibt sich für die Linksverschiebung im Differentialblutbild eine Sensitivität von 24%, eine Spezifität von 84%, ein positiver Vorhersagewert von 54% und ein negativer Vorhersagewert von 59%.

3.3.3 C-reaktives Protein

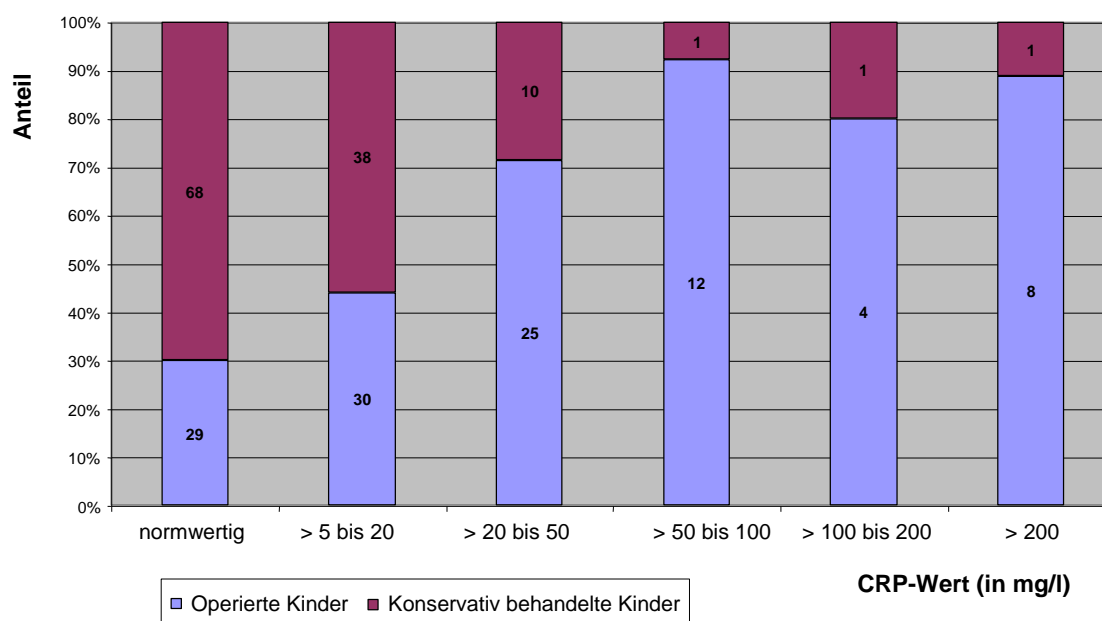
Bei 62 Kindern (von 227 = 27%) ist der CrP-Wert auf über 20mg/l erhöht, bei 165 Kindern (von 227 = 73%) ist dieser Wert nur gering erhöht oder liegt im Normbereich. Die einzelne Verteilung der CrP-Werte ist aus Diagramm 28 ersichtlich.

Diagramm 28: Verteilung der CrP-Werte in festgelegten Intervallen



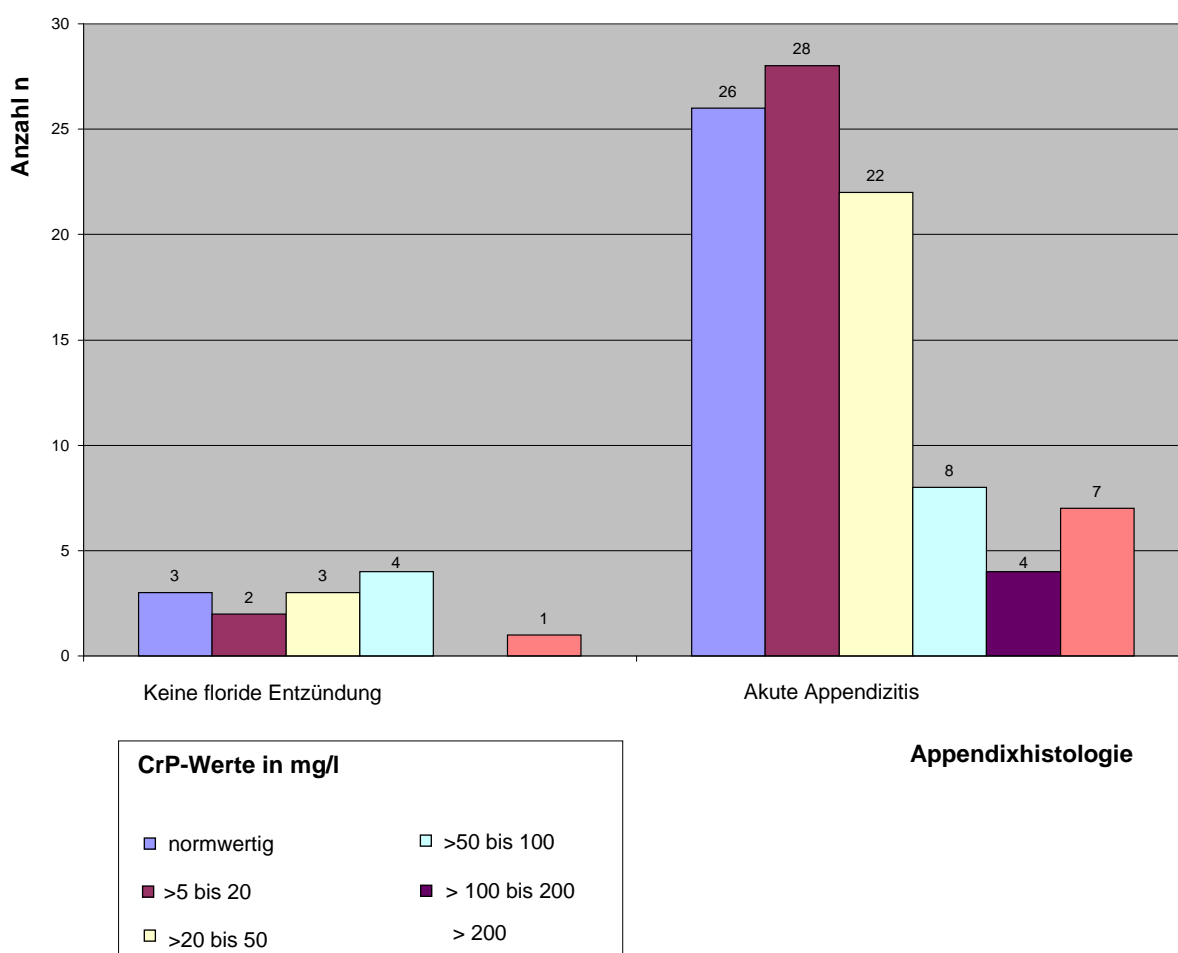
Von den Kindern mit CrP-Werten im Normbereich wurden 29 (von 97 = 30%) appendektomiert, von den Kindern mit leicht erhöhten CrP-Werten zwischen 5mg/l bis 20mg/l waren dies 30 Kinder (von 68 = 44%). In der Gruppe mit CrP-Werten über 20mg/l bis 50mg/l wurden 25 Kinder (von 35 = 71%) appendektomiert und in der Gruppe mit CrP-Werten über 50mg/l bis 100mg/l 12 Kinder (von 13 = 92%). Von den Kindern mit CrP-Werten über 100mg/l bis 200mg/l wurde in 4 Fällen (von 5 = 80%) die Indikation zur Appendektomie gestellt und von den Kindern mit CrP-Werten über 200mg/l wurden 8 (von 9 = 89%) operiert (s. Diagramm 29).

Diagramm 29: Anteil der operierten und konservativ behandelten Kinder aufgeteilt nach CrP-Werten



Die Diagnose der akuten Appendizitis bestätigt sich histologisch bei 26 (von 29 = 90%) der operierten Kinder mit normwertigem CrP sowie bei 28 (von 30 = 93%) der operierten Kinder mit leicht erhöhten CrP-Werten über 5mg/l bis 20mg/l. Bei den operierten Kindern mit CrP-Werten über 20mg/l bis 50mg/l zeigt sich eine akute Appendizitis in 22 Fällen (von 25 = 88%), bei den appendektomierten Kindern mit CrP-Werten zwischen 50mg/l bis 100mg/l sind dies 8 Fälle (von 12 = 67%). Bei allen Kindern, deren CrP-Wert auf über 100mg/l bis 200mg/l erhöht war, bestätigt sich eine akute Appendizitis, von den Kindern, deren CrP-Werte über 200mg/l gestiegen sind, zeigt sich in 7 Fällen (von 8 = 88%) eine histologisch nachgewiesene akute Entzündung des Wurmfortsatzes (s. Diagramm 30).

Diagramm 30: Appendixhistologie aufgeteilt nach CrP-Werten



Werden die einzelnen Intervalle der CrP-Werte zusammengefasst und eingeteilt in Werte bis einschließlich 20mg/l und über 20mg/l und diese beiden Gruppen mit den Entlassdiagnosen verglichen, so ergibt sich Tabelle 9.

Tabelle 9: Vergleich der CrP-Werte mit der Appendixhistologie bzw. Entlassdiagnose aller 227 Kinder

	Akute Appendizitis	Keine akute Appendizitis (operierte + konservativ behandelte Kinder)	Gesamt
CrP > 20mg/l	41	21 (8 + 13)	62
CrP bis einschließlich 20mg/l	54	111 (5 + 106)	165
Gesamt	95	132	227

Für einen CrP-Wert >20mg/l ergibt sich demnach eine Sensitivität von 43% und eine Spezifität von 84%. Der positive Vorhersagewert eines CrP-Wertes >20mg/l beträgt 66%, sein negativer Vorhersagewert 67%.

3.4 Sonographie

Bei 210 Kindern (von 227 = 93%) wurde vom behandelnden Pädiater eine Sonographie durchgeführt und dokumentiert. Bei 109 (von 210 = 52%) der durchgeführten sonographischen Untersuchungen konnte die Appendix dargestellt werden, wobei bei 53 Patienten (von 210 = 25%) mindestens eine der folgenden typischen Hinweise auf eine akute Appendizitis beschrieben war:

Appendix wandverdickt	bei 17 Patienten (von 210 = 8%)
Appendix nicht komprimierbar	bei 11 Patienten (von 210 = 5%)
Kokarde im rechten Unterbauch	bei 14 Patienten (von 210 = 7%)
Freie Flüssigkeit in Appendixregion/ im Douglasraum	bei 28 Patienten (von 210 = 13%)

Auf 56 Sonographiebefunden (von 210 = 27%) ist kein Hinweis für eine Appendizitis angegeben und bei 101 Kindern (von 210 = 48%) ist die Appendix als nicht darstellbar dokumentiert oder kein fassbarer Appendixbefund notiert (s. Diagramm 31).

Diagramm 31: Befunde der 210 durchgeführten sonographischen Untersuchungen

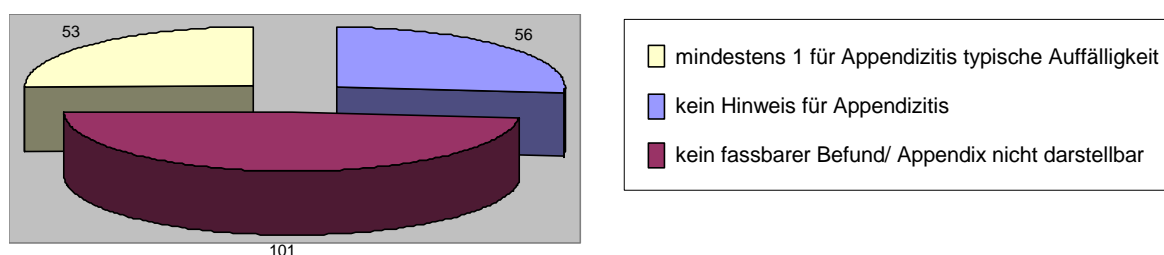


Tabelle 10 zeigt die Anzahl der positiven und negativen Sonographiebefunde aufgeteilt in die beiden Gruppen „akute Appendizitis“ und „keine akute Appendizitis“:

Tabelle 10: Vergleich der Ultraschallbefunde der Appendixregion mit der Appendixhistologie bzw. Entlassdiagnose aller 210 sonographierten Kinder

	Akute Appendizitis	Keine akute Appendizitis	Gesamt
Sonographie positiv	33	20	53
Sonographie negativ	12	44	56
Sonographie uneindeutig	34	67	101
Gesamt	79	131	210

Insgesamt erreicht die Sonographie in dieser Studie eine Sensitivität von 42% und eine Spezifität von 34%. Der positive Vorhersagewert beträgt 62%, der negative Vorhersagewert liegt bei 79%.

3.4.1 Falsch positive Sonographiebefunde

Von den 20 Kindern mit falsch positiven Befunden (von 210 = 10%) wurden 17 (von 20 = 85%) konservativ behandelt und 3 Kinder (von 20 = 15%) wurden appendektomiert. Von den 17 konservativ behandelten Kindern sind in 5 Fällen (von 20 falsch positiv Befundeter = 25%) zwei sonographische Zeichen einer Appendizitis dokumentiert, bei 12 Kindern (von 20 = 60%) ist ein einziges sonographisches Zeichen als Hinweis auf eine Appendizitis beschrieben. Im Einzelnen sind diese in den Tabellen 11 und 12 aufgelistet sowie den jeweiligen Entlassdiagnosen gegenübergestellt.

Tabelle 11: Falsch positive Ultraschallbefunde der 5 konservativ behandelten Kinder mit 2 sonographischen Appendizitiszeichen im Vergleich zu den jeweiligen Entlassdiagnosen

Sonographiebefund	Anzahl (von 20)	Entlassdiagnosen
Appendix wandverdickt, nicht komprimierbar	2 (10%)	- Gastroenteritis mit Begleitappendizitis - Gastroenteritis, Emotionale Störung des Kindesalters
Appendix wandverdickt, freie abdominelle Flüssigkeit	2 (10%)	- Gastroenteritis, Kolon-Invagination - Gastroenteritis
Kokarde rechter Unterbauch, nicht komprimierbar	1 (5%)	- Gastroenteritis mit Appendixreizung

Tabelle 12: Falsch positive Ultraschallbefunde der 12 konservativ behandelten Kinder mit genau 1 sonographischen Appendizitiszeichen im Vergleich zu den jeweiligen Entlassdiagnosen

Sonographiebefund	Anzahl (von 20)	Entlassdiagnosen
Appendix wandverdickt	1 (5 %)	Gastroenteritis (Begleitappendizitis)
Kokarde rechter Unterbauch	2 (10%)	- Appendixreizung - Gastroenteritis
Nicht komprimierbare Struktur	2 (10%)	- 2x Gastroenteritis
Freie abdominelle Flüssigkeit	7 (35%)	- 6x Gastroenteritis - rez. Ovarialzysten

Bei den 3 appendektomierten Kindern mit falsch positivem Sonographiebefund ist jeweils ein einziger sonographischer Hinweis auf eine Appendizitis dokumentiert, diese sind in Tabelle 13 der Entlassdiagnose gegenübergestellt.

Tabelle 13: Falsch positive Ultraschallbefund der 3 appendektomierten Kinder im Vergleich mit der jeweiligen Entlassdiagnose

Sonographiebefund	Anzahl (von 20)	Entlassdiagnosen
Appendix wandverdickt	1 (5%)	Follikuläre Appendixhyperplasie
Freie abdominelle Flüssigkeit	1 (5%)	Koprostase
Kokarde	1 (5%)	Entzündete Zyste mesenterial

3.4.2 Falsch negative Sonographiebefunde

Unter den 12 Kindern mit falsch negativem Sonographiebefund sind 3 (von 12 = 25%) mit einer perforierten Entzündung, 9 der Kinder (von 12 = 75%) haben eine akute Appendizitis ohne Perforation. Bei keinem der Kinder konnte die Appendix dargestellt werden.

3.4.3 Nicht sonographierte Kinder

Die 17 Kinder und Jugendliche (von 227 = 7%), die nicht sonographiert wurden, wurden alle appendektomiert. Bei 16 von diesen (von 17 = 94%) bestätigt sich eine akute Appendizitis, davon ist die Appendix bei 4 Kindern (von 16 = 25%) perforiert. Der nicht sonographierte Junge, der konservativ behandelt wurde, ist mit der Diagnose einer Gastroenteritis mit Obstipation entlassen.

4 Diskussion

4.1 Wesentliche Ergebnisse im Vergleich zu anderen Studien

4.1.1 Patientengut

Das Patientengut dieser Studie umfasst 227 Kinder und Jugendliche bis zu einem Alter von einschließlich 17 Jahren, die in der Abteilung für Chirurgie am Klinikum Kempten appendektomiert bzw. konsiliarisch wegen des Verdachts auf Appendizitis vorgestellt wurden. Im Klinikum Kempten werden alle Kinder und Jugendliche bis einschließlich 17 Jahre primär in der Abteilung für Kinderheilkunde, Jugendmedizin und Neonatologie aufgenommen, d.h. die hier eingeschlossenen Patienten wurden alle bereits von einem Pädiater gesehen, bevor sie beim (Kinder-) Chirurgen vorgestellt wurden. Es handelt sich also um ein vorselektiertes Patientengut.

Die wegen abdomineller Schmerzen untersuchten Patienten hatten ein mittleres Alter von 11 Jahren. Dies deckt sich mit Studien, die ein ähnliches Patientengut untersuchten und einen Altersdurchschnitt von 9,6 bis 11,9 Jahren ermittelten [6, 40, 44]. Der Altersgipfel aller vorgestellten Kinder liegt bei 14 Jahren, das der Kinder mit akuter Appendizitis bei 13 Jahren. In einer amerikanischen Studie wird ein Inzidenzgipfel der akuten Appendizitis in der Altersgruppe zwischen 10-19 Jahren errechnet, was auch eine deutsche Metaanalyse bestätigt [1, 52]. Obwohl beide Studien auch Erwachsene mit einschließen, fällt der Altersgipfel des vorliegenden Patientenkollektivs in diese ermittelte Altersspanne. Daraus lässt sich schließen, dass die akute Appendizitis überwiegend eine Erkrankung des Kindes- und Jugendalters ist.

Im Alter von 0-12 Jahren waren Jungen mit 53% - 57% in der Überzahl, allein in der Altersgruppe der 13- bis 17-Jährigen überwiegt der Anteil an Mädchen mit 60%. Dies deckt sich mit anderen Studien, die ebenfalls zeigen, dass die akute Appendizitis bei Männern häufiger vorkommt als bei Frauen [44, 52]. Auch die Auswertung der Appendixhistologien der vorliegenden Studie bestätigt diese Tatsache.

Im Jugendalter zeigt sich der Trend (statistisch kein signifikanter Unterschied, $p=0,14$), dass überwiegend Mädchen mit der Verdachtsdiagnose einer akuten Appendizitis untersucht werden. Dies könnte an der Geschlechtsreife der Mädchen und den damit verbundenen möglichen Gründen für Abdominalschmerz liegen: Dysmenorrhoe, ein

Follikelsprung, Entzündungen im Bereich der Genitalorgane oder eine stielgedrehte Ovarialzyste beispielsweise können eine Appendizitis vortäuschen. In mehreren Studien finden sich auch Angaben darüber, dass Mädchen eine höhere Wahrscheinlichkeit haben, trotz eines gesunden Wurmfortsatzes appendektomiert zu werden [1, 16, 52, 54, 65]. Diese erhöhte negative Appendektomie-Rate bei pubertierenden Mädchen wird in der vorliegenden Studie nicht bestätigt. Stattdessen findet sich hier eine erhöhte Rate an perforierten Appendizitiden von 16% im Vergleich zu Jungen desselben Alters, deren Perforationsrate bei 12% liegt ($p = 0,05$). In einigen Untersuchungen wird erkannt, dass das weibliche Geschlecht nicht mit einer erhöhten Rate an Appendixperforationen einhergeht [9, 54]. Eine mögliche Erklärung dafür, dass das Verhältnis in der vorliegenden Studie andersherum ist (niedrigere Rate negativer Appendektomien bei gleichzeitig erhöhter Perforationsrate bei Mädchen) ist, dass diese Tatsachen bereits aus den 1980er und 1990er Jahren bekannt sind, und der Versuch, der damals erhöhten negativen Appendektomie-Rate bei Mädchen entgegenzuwirken, eine größere Zurückhaltung in der Indikationsstellung zur Appendektomie nach sich gezogen hat. Einen Hinweis darauf gibt die in dieser Studie signifikant seltenere Indikationsstellung zur Appendektomie bei Mädchen als bei Jungen ($p = 0,01$).

4.1.2 Perforationsrate und Rate der negativen Appendektomien

Die ermittelte Perforationsrate von 15% liegt etwas niedriger als in anderen Studien, in denen Perforationsraten zwischen 17 und 44% genannt werden [9, 40, 44]. Beim Vergleich der Altersgruppen untereinander fällt die signifikant erhöhte Perforationsrate von 44% bei den unter Vierjährigen auf ($p = 0,02$). Dies deckt sich mit den Ergebnissen anderer Studien, in denen junges Alter als Risikofaktor einer Perforation ermittelt wurde [9, 13, 51, 59]. Dies kann einerseits darin begründet sein, dass die Erkrankung in dieser Altersgruppe sehr selten und die Differenzierung zu häufiger vorkommenden Leiden schwieriger ist. Andererseits gibt es auch Anhaltspunkte, dass die Entzündung bei diesen jüngeren Patienten andersartig und schneller verläuft als bei Älteren [15, 43, 60].

Die ermittelte Rate negativer Appendektomien von 12% liegt im oberen Bereich der Spanne von 2-15%, die in aktuellen Studien angegeben wird [34, 53, 56, 57, 65]. Dabei ist zu bedenken, dass die niedrigsten Raten negativer Appendektomien in Studien im US-amerikanischen Raum erreicht werden, wo der Einsatz der Computertomographie in der Appendizitisdiagnostik bei Kindern einen höheren Stellenwert hat als in Europa [34, 49]. Um die oben angegebene vergleichbar niedrige Perforationsrate zu erreichen, ist außerdem eine eher höhere Rate negativer Appendektomien in Kauf zu nehmen. Eine Rate bis zu 25% wird hierfür im Allgemeinen „als tragbar“ angesehen [82].

4.1.3 Klinische Untersuchung

4.1.3.1 McBurney- und Lanz-Druckschmerz

Die Untersuchungsergebnisse des McBurney- und Lanz-Druckpunktes unterscheiden sich in dieser Studie nicht wesentlich, so dass nach unseren Ergebnissen die vereinfachte Angabe eines Druckschmerzes im rechten Unterbauch für die Untersuchung bei der Verdachtsdiagnose einer akuten Appendizitis ausreichend ist. Dieser Untersuchungspunkt erreicht die höchste Sensitivität (97%) aller hier untersuchten Diagnostikparameter und wird allgemein als zuverlässigstes Zeichen einer akuten Appendizitis gesehen [72]. Dennoch ist er für sich genommen zur Diagnosestellung nur eingeschränkt hilfreich, da er in dieser Studie mit der niedrigsten Spezifität (24%) einhergeht. So war bei 52% (94 von 180) aller Kinder mit Druckschmerz im rechten Unterbauch eine nicht-chirurgische Diagnose ursächlich, wobei die häufigste Ursache (60 von 94 = 64%) die Gastroenteritis darstellte, eine Obstipation verursachte den falsch positiven Untersuchungsbefund am zweit-häufigsten bei Kindern ohne akute Appendizitis (12 von 94 = 5%). Ähnliche Ergebnisse zur Sensitivität und Spezifität werden in unterschiedlichen Studien erzielt [40, 54, 82].

Ein fehlender Druckschmerz bei Palpation im rechten Unterbauch hingegen macht eine akute Appendizitis sehr unwahrscheinlich: In einer großen aktuellen Metaanalyse wird eine Likelihood Ratio (LR) von 0.45 angegeben, wenn dieser Druckschmerz fehlt [11]. Je kleiner diese LR ist, desto besser ist die diagnostische Maßnahme geeignet, eine gesunde Person zu erkennen. Ein Wert zwischen 0,2 – 0,5 kann zwar nur als „schwache diagnostische Evidenz“ interpretiert werden [32], dennoch wird dieses Ergebnis auch durch unsere Studie bekräftigt, da der fehlende Druckschmerz im rechten Unterbauch den höchsten negativen Vorhersagewert (nämlich 94%) erreicht.

4.1.3.2 Kontralateraler Loslassschmerz nach Blumberg

Ein kontralateraler Loslassschmerz ist nach den Ergebnissen dieser Studie mit einer Sensitivität von 80% derjenige klinische Untersuchungsbefund, der – nach dem Druckschmerz im rechten Unterbauch – am zweit-häufigsten bei allen Kindern mit akuter Appendizitis erhoben wird. Andere Studien erzielen ähnliche Werte [26, 73]. In einer randomisierten prospektiven Studie wird für das Blumbergzeichen sogar die höchste Sensitivität (mit 95%) sowie der höchste negative Vorhersagewert (81%) aller klinischen Untersuchungsbefunde einer akuten Appendizitis ermittelt. In seiner (geringeren) Spezifität dagegen unterschied sich der kontralaterale Loslassschmerz in dieser Studie nicht wesentlich von anderen typischen Untersuchungsbefunden [2]. In unserer Studie fiel das Blumbergzeichen bei 22% (25 von 112) aller diesbezüglich untersuchten Kinder falsch positiv aus. Als häufigste Ursache war auch bei diesen Kindern eine Gastroenteritis

(bei 12 von 25 = 48%) diagnostiziert worden, in 5 Fällen (von 25 = 20%) war eine Obstipation ursächlich für den falsch positiven Befund des Blumbergzeichens.

Insgesamt wird der Loslassschmerz auch in der bereits zitierten Metaanalyse als das klinische Zeichen mit dem größten Nutzen bei der Verdachtsdiagnose akute Appendizitis ermittelt. Ist ein Kind nämlich an einer akuten Appendizitis erkrankt, so wird die peritoneale Reizung, die beim plötzlichen Loslassen nach Palpation im linken Unterbauch entsteht, mit einer 3x so hohen Wahrscheinlichkeit als schmerzhaft empfunden wie bei einem gesunden Kind (positive LR = 3) [11].

Der Befund des Blumbergzeichens wurde bei den hier untersuchten Kindern nur in 112 Fällen (von 227 = 49%) dokumentiert. Dies lässt vermuten, dass diesem Untersuchungsbefund nicht die Bedeutung beigemessen wird, die er nach unseren Ergebnissen erreicht. Insgesamt lässt sich daher der Rückschluss ziehen, dass die Bedeutung des Blumbergzeichens bisher unterschätzt wurde. Dieser Untersuchungsbefund sollte bei der Verdachtsdiagnose akute Appendizitis regelhaft erhoben und dokumentiert werden, da er einen wertvollen Hinweis in der Diagnosefindung geben kann.

4.1.3.3 Lokale Abwehrspannung

Eine fast genauso hohe Aussagekraft besitzt der Befund einer lokalen Abwehrspannung in dieser Metaanalyse. Die Autoren der Studie ermitteln eine positive LR von 1,6 – 2,6 sowie eine negative LR von 0,21 – 0,61 [11]. Auch in unserer Studie ragt dieser Untersuchungsbefund hinsichtlich zweier prädiktiver Werte heraus: das Vorhandensein einer lokalen Abwehrspannung erreicht von allen klinischen Untersuchungsbefunden den höchsten positiven Vorhersagewert mit 83% und deutet gleichzeitig am spezifischsten aller hier untersuchten Diagnoseparameter auf eine akute Appendizitis hin (92% Spezifität). Auch der negative Vorhersagewert liegt mit 76% bemerkenswert hoch. So waren nur 17% (10 von 59) aller Kinder mit lokaler Abwehrspannung nicht an einer akuten Appendizitis erkrankt. Auch unter diesen Kindern war die Gastroenteritis die häufigste Entlassdiagnose (bei 7 von 10 = 70%). Interessanterweise wurde bei 2 Kindern mit lokaler Abwehrspannung (von 10 = 20%) bis zur Entlassung keine Ursache gefunden.

Die Sensitivität der lokalen Abwehrspannung liegt in dieser Studie mit 56% im Vergleich zu anderen Studien niedriger; es werden Sensitivitäten zwischen 62% und 86% beschrieben [19, 40]. Wenn man bedenkt, dass sich eine Abwehrspannung erst bei weiter fortgeschrittenem Entzündungsprozess entwickelt, nämlich wenn auch das Peritoneum auf den Reiz der entzündeten Appendix reagiert (im Sinne einer zunächst lokalen Peritonitis), so könnte man diese vergleichsweise niedrige Sensitivität als Zeichen dafür sehen, dass die Indikation zur Appendektomie im Kindesalter am Klinikum Kempten eher

früh im Krankheitsprozess gestellt wird. Die verhältnismäßig hohe Rate an negativen Appendektomien (s.o.) stützt diese Vermutung. Tatsächlich liegt diese Rate bei den Studien, die eine höhere Sensitivität der lokalen Abwehrspannung zeigen, mit 7% - 8% deutlich niedriger als in unserer Studie. Wie oben diskutiert, geht dies jedoch zu Lasten der Perforationsrate, die in den verglichenen Studien bis zu 22% erreicht und in der vorliegenden Studie bei 15% liegt.

Insgesamt ist der Befund einer Abwehrspannung mit einer perforierten Appendizitis assoziiert, kann jedoch für sich alleine nicht als zuverlässiger prädiktiver Parameter einer Perforation herangezogen werden, wie eine retrospektive Studie über die Klinik der perforierten Appendizitis zeigt [7]. Dennoch sollte jeder Untersucher aufmerken, wenn er eine Abwehrspannung findet, da dann – genauso wie bei einem (kontralateralen) Loslassschmerz – eine chirurgische Ursache der Bauchschmerzen bei Kindern zu vermuten ist [46].

4.1.3.4 Rovsing-Zeichen

Das Rovsing-Zeichen – Schmerzen bei retrograder Darmausstreichung in Richtung Appendix – erreicht in der vorliegenden Studie eine Sensitivität von 76%, während seine Spezifität bei 64% liegt. In einer Studie wird die Abwesenheit des Rovsing-Zeichens als eines der häufigsten atypischen Befunde einer akuten Appendizitis bei Kindern beschrieben (bei 68% von 272 erkrankten Kindern [6]), was einer eher geringen Sensitivität gleichkommt. Auch laut anderen Studien liegt die Stärke des Rovsing-Zeichens eher in seiner Spezifität (bis 98%) bei geringerer Sensitivität (bis 30%) [14, 40]. Gleichzeitig fällt auf, dass dieser Untersuchungsbefund nur bei 66 Kindern (von 227 = 29%) dokumentiert war. Es könnte daher vermutet werden, dass das Prüfen des Rovsing-Zeichens in der körperlichen Untersuchung des Kindes vielen Untersuchern nicht mehr geläufig ist und dieser Befund daher vornehmlich von älteren, erfahreneren Ärzten erhoben wird. Wenn man davon ausgeht, dass diese Ärzte das Rovsing-Zeichen vor allem dann prüfen, wenn sie den spezifischen Verdacht auf eine akute Appendizitis haben, würde dies mit einer höheren Prätest-Wahrscheinlichkeit einhergehen und könnte die vergleichbar hohe Sensitivität bei guter Spezifität des Rovsing-Zeichens in unserer Studie erklären. Da es sich bei den angegebenen Studien um eine prospektive Versuchsplanung handelt, ist davon auszugehen, dass die Prätest-Wahrscheinlichkeit niedriger ist. Insgesamt bleibt dies jedoch spekulativ. An dieser Stelle ist jedoch anzumerken, dass immer eine vollständige körperliche Untersuchung des Kindes bei der Verdachtsdiagnose einer akuten Appendizitis anzustreben und zu dokumentieren ist. Dies würde auch eine leichtere Verlaufskontrolle ermöglichen.

4.1.3.5 Psoaszeichen

Die in dieser Studie ermittelte Sensitivität des Psoaszeichens bei der Verdachtsdiagnose einer akuten Appendizitis (39%) fällt ähnlich gering aus wie in anderen Studien. Seine Spezifität wird meist etwas höher (86-87%, in unserer Studie 68%) angegeben [40, 48]; in einer großen Metaanalyse zur Diagnostik der akuten Appendizitis bei Erwachsenen wird das Psoaszeichen sogar als der Untersuchungsbefund mit der höchsten Spezifität ermittelt [75].

Allerdings können die bei Erwachsenen ermittelten Werte nicht uneingeschränkt mit den Untersuchungsergebnissen an Kindern verglichen werden. Vor allem weil das Prüfen des Psoaszeichens eine aktive Mitarbeit des Patienten verlangt, der das rechte Bein gegen den Widerstand durch die Hand des Arztes anspannen muss, ist diese Untersuchung beim kleineren Kind oftmals schwierig durchzuführen und zu beurteilen. Dies kann auch erklären, weshalb nur bei 123 Kindern (von 227 = 54%) dieser Studie der Befund des Psoaszeichens dokumentiert wurde.

Dennoch wird auch in einer großen Metaanalyse zur Diagnostik der akuten Appendizitis bei Kindern eine positive LR von 2-2,5 ermittelt. Demnach kann das Psoaszeichen dem untersuchenden Arzt nützlich sein, wenn es positiv ausfällt, ist diagnostisch jedoch weniger wegweisend, wenn es negativ ausfällt (negative LR von 0,75-0,86) [11]. Die in dieser Metaanalyse genannten LR-Werte des Psoaszeichens bedeuten jedoch nur eine schwache diagnostische Evidenz [32]. Mit den relativ geringen Werten der Sensitivität, Spezifität sowie des positiven und negativen Vorhersagewertes (49% bzw. 59%) wird dieser eher geringe Nutzen in unserer Studie bestätigt.

4.1.3.6 Andere Peritonitiszeichen

Schmerzen durch peritoneale Reizung können auch spielerisch z.B. beim Hüpfen oder Husten hervorgerufen werden, was hier unter „andere Peritonitiszeichen“ zusammengefasst wird. Diese erreichen in unserer Studie eine Sensitivität (von 73%) und Spezifität (von 71%), die mit den Werten anderer Studien vergleichbar sind [14, 40]. Die beste Aussagekraft erreichen diese Zeichen nach den Ergebnissen unserer Studie im negativen Vorhersagewert mit 80%. Eine große prospektive Studie, die anhand der Befunde von 1170 Kindern mit Appendizitisverdacht einen pädiatrischen Appendizitisscore evaluiert, erreicht in diesen anderen Peritonitiszeichen sogar den höchsten negativen Vorhersagewert (88%) aller körperlichen Untersuchungsbefunde [62]. Wenn man dies bedenkt, ist verwunderlich, dass diese Befunde in vielen Studien nur selten genauer untersucht werden, zumal sie gerade bei Kindern oftmals leichter zu erheben sind als andere Zeichen, da die Kinder nicht direkt berührt werden müssen.

4.1.3.7 Douglasschmerz

Die Bedeutung des Douglasschmerzes konnte in der vorliegenden Studie nicht ausgewertet werden, da dieses Zeichen zu selten untersucht bzw. dokumentiert war. In der Literatur ist die rektale Untersuchung bei Kindern umstritten und als zu wenig sensitiv und spezifisch beschrieben, um obligatorisch gefordert zu werden [60]. In einer älteren retrospektiven Studie, die sich ausschließlich auf die Wertung des Douglasschmerzes in der Appendizitisdiagnostik konzentriert, kommen die Autoren zu dem Schluss, dass die rektale Untersuchung nicht primär zur Diagnosefindung beitragen, sondern vornehmlich dem Ausschluss gynäkologischer und urologischer Erkrankungen dienen soll [8]. Da diese Studie bereits aus dem Jahr 1979 stammt, als der körperlichen Untersuchung noch mehr Bedeutung zugeschrieben wurde als zu Zeiten, in denen man sich auf die Ergebnisse von etablierter Ultraschall- und CT-Diagnostik verlässt, ist dieses Ergebnis umso bemerkenswerter. Daher halten wir es für gerechtfertigt, dass auf diesen Schritt in der üblichen körperlichen Untersuchung bei der Verdachtsdiagnose einer akuten Appendizitis bei Kindern verzichtet wurde.

4.1.4 Labor

4.1.4.1 Blutbild

Das Ergebnis der Sensitivität und Spezifität von Leukozytenwerten $>10.000/\mu\text{l}$ (86% bzw. 48%) ist vergleichbar mit den Werten anderer Studien [27, 40, 45, 73, 79]. In der bereits zitierten Metaanalyse kommen die Autoren zu dem Ergebnis, dass ein höherer Schwellenwert der Leukozytenwerte nicht mit einer höheren positiven LR einer akuten Appendizitis einhergeht [11]. Auch mit dem Schweregrad der Entzündung scheint die Höhe der Leukozytose nicht zu korrelieren [61].

In einer anderen Studie, in der die Leukozytenwerte bei akuter Appendizitis nach Altersnormwerten aufgeteilt wurden, fällt auf, dass bei 30 % aller Kleinkinder und 44% aller Jugendlichen mit erhöhten Leukozytenwerten eine Appendizitis vorlag und der negative Vorhersagewert bei niedrigen Leukozytenwerten in diesen Altersgruppen besonders hoch lag (nämlich 96% bzw. 92%) [76]. Auch in der vorliegenden Studie ist der negative Vorhersagewert mit 83% relativ hoch. Verschiedene Autoren warnen jedoch davor, eine akute Appendizitis bei Kindern unabhängig vom Alter anhand eines normalen Leukozytenwertes (auch bei unauffälligem CrP-Wert, s.u.) auszuschließen [27, 76]. Dass dies in die Irre führen kann, wird in dieser vorliegenden Studie ebenfalls bestätigt, da bei 17% (13 von 76) aller Kinder mit Leukozytenwerten innerhalb des Normbereichs eine akute Appendizitis histologisch nachgewiesen wurde.

Eine niederländische Studie zieht aus der Kombination der klinischen Untersuchungsergebnisse mit den Laborwerten den Schluss, dass Kinder mit der

Verdachtsdiagnose einer akuten Appendizitis und Leukozytenwerten unter 10.000/ μ l zunächst beobachtet werden können, wenn der Loslassschmerz nach Blumberg fehlt [73]. Die beiden nicht operierten Kinder mit Leukozytenwerten >20.000/ μ l wurden jeweils mit der Diagnose einer Gastroenteritis entlassen, wobei bei einem Kind zusätzlich eine Invagination festgestellt wurde. Da eine Invagination bei längerem Bestehen zu einer Darmwandnekrose führen kann, könnte diese die hohe Leukozytose erklären.

4.1.4.2 Differentialblutbild

Eine Linksverschiebung im Differentialblutbild erzielt in dieser Studie eine sehr geringe Sensitivität von 24% bei mäßig guter Spezifität von 84%. Obwohl diese Werte in anderen Studien höher liegen (Sensitivitäten werden zwischen 59% und 87% angegeben, Spezifitäten zwischen 33% und 90%) [42, 76, 80], ist sich die Mehrheit der Autoren einig, dass das Vorliegen einer Linksverschiebung alleine kein ausreichender Marker einer akuten Appendizitis sein kann [42, 45, 66, 76]. In unserer Studie fällt auf, dass keines der Kinder, die eine Linksverschiebung im Differentialblutbild zeigten und nicht an einer akuten Appendizitis erkrankt waren (insgesamt 12 von 26 Kindern mit Linksverschiebung = 46%), operiert wurde. Es scheint, dass die eigentliche Ursache der Beschwerden hier klarer erkennbar war. In 2 Fällen (von 12 = 17%) wurde eine Pneumonie diagnostiziert, alle anderen Kinder dieser Gruppe (10 von 12 = 83%) waren an einer Enterokolitis erkrankt.

Bemerkenswert erscheinen die Ergebnisse der bereits zitierten Studien, in denen die Laborwerte nach Altersklassen aufgeteilt werden. In der Untergruppe der Kleinkinder einer prospektiven Studie wird für das Fehlen einer Linksverschiebung als alleiniger Parameter ein negativer Vorhersagewert von 98% erreicht [76]. In einer retrospektiven Studie zeigen die Autoren, dass bei 91% aller Kinder unter 5 Jahren mit akuter Appendizitis eine Linksverschiebung im Differentialblutbild auffällig ist [51]. Ganz unabhängig vom Alter werden in der Literatur jedoch die höchsten prädiktiven Werte in der Kombination der verschiedenen Entzündungsparameter beschrieben [51, 70, 76, 79, 80].

4.1.4.3 C-reaktives Protein

Daher verhält es sich auch beim CrP-Wert ähnlich: die Sensitivität und Spezifität für das Vorliegen einer akuten Appendizitis bei erhöhtem CrP-Wert liegt in dieser Studie mit 43% bzw. 84% verhältnismäßig niedrig. In der Literatur werden dazu sehr unterschiedliche Werte beschrieben (Sensitivitäten zwischen 42% und 96%, Spezifitäten zwischen 44% und 91%) [3, 42, 66, 70, 79], was jedoch an den unterschiedlich hohen Grenzwerten eines erhöhten CrP-Wertes liegen kann. Wegen dieser geringen Aussagekraft fordern die

Autoren einer kleineren Studie sogar, den CrP-Wert bei der Verdachtsdiagnose einer akuten Appendizitis gar nicht erst zu bestimmen [3]. Die Kombination eines erhöhten CrP-Wertes und einer Leukozytose und/ oder Linksverschiebung wird jedoch als geeigneter Prädiktor einer akuten Appendizitis gesehen [4, 55, 66, 70, 79].

Andere Autoren kommen zu dem Schluss, dass der größte Nutzen des CrP-Wertes in der Beurteilung des Schweregrades der Appendizitis liegt [41, 42, 61]. Ein erhöhter CrP-Wert war in zwei dieser Studien mit einer weit fortgeschrittenen (gangränösen oder perforierten) Appendizitis assoziiert [42, 61]. Bei einer weiteren, retrospektiven Studie, in der erhöhte CrP-Werte mit dem Schweregrad einer akuten Appendizitis signifikant korrelieren, muss allerdings einschränkend vermerkt werden, dass der Schweregrad der Appendizitis anhand verschiedener CT-Befunde eingruppiert wird und keine Histologie als Goldstandard vorliegt, weshalb diese Studien nicht uneingeschränkt verglichen werden können [41].

Interessanterweise wurde das nicht-operierte Kind der vorliegenden Studie mit einem CrP-Wert zwischen 100-200mg/l mit der Diagnose einer Obstipation entlassen. Eine Erklärung dafür, dass es bei dieser nicht-entzündlichen Erkrankung zu einem derartigen Anstieg dieses Entzündungsmarkers gekommen ist, könnte sein, dass eine Obstipation nicht selten zu Beginn einer Gastroenteritis auftritt, die den eigentlichen Grund der CrP-Erhöhung darstellt. Das nicht-operierte Kind mit dem CrP-Wert >200mg/l war an einer Pneumonie erkrankt. Bei den übrigen nicht-operierten Kindern mit erhöhten CrP-Werten wurde eine Gastroenteritis als häufigste Entlassdiagnose angegeben.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die laborchemischen Entzündungsparameter Leukozytenzählung, Differentialblutbild und CrP-Wert für sich alleine genommen keinen hohen diagnostischen Stellenwert bei der Verdachtsdiagnose einer akuten Appendizitis im Kindesalter haben. Dies wird in der vorliegenden Studie bestätigt. Die Bestimmung beider Werte scheint jedoch sinnvoll. Bei der kombinierten Interpretation sollte bedacht werden, dass ein Leukozytenanstieg üblicherweise früh im Krankheitsprozess zu erwarten ist und daher eher eine beginnende Appendizitis anzeigen kann [71], der CrP-Wert aber ein besserer prognostischer Prädiktor für den Schweregrad sein kann. Es bleibt ebenso wichtig, darauf hinzuweisen, dass auch unauffällige Laborwerte eine akute Appendizitis nicht ausschließen können.

4.1.5 Sonographie

Nahezu alle Patienten dieser Studie (210 von 227 = 93%) wurden sonographiert, wobei diese Untersuchung regelhaft vom diensthabenden Arzt der pädiatrischen Abteilung durchgeführt wird. Dabei wurde bei mehr als der Hälfte dieser Kinder und Jugendlichen (109 von 210 = 52%) dokumentiert, dass die Appendix darstellbar war. Angaben über die sonographische Darstellbarkeit der Appendix variieren in der Literatur stark. So war ein gesunder Wurmfortsatz bei Kindern in verschiedenen aktuellen Studien in einer Spannbreite von 26% bis zu 82% darstellbar [28, 37, 39, 77], wobei der zuletzt genannte Prozentsatz von erfahrenen Kinderradiologen erzielt wurde. Eine entzündete Appendix erreicht eine höhere Darstellbarkeit, sie wird zwischen 60% bis 86% angegeben [39, 67], manche Autoren fordern sogar, dass eine entzündete Appendix zu 100% im Ultraschall gesehen werden kann [37].

Eine mögliche Erklärung dafür, dass die Darstellbarkeit in dieser vorliegenden Studie mit insgesamt 52% geringer ausfällt als in den zitierten Studien, liegt darin, dass die sonographische Untersuchung von den jeweils diensthabenden Ärzten der Pädiatrie durchgeführt wird, die ein sehr unterschiedliches Maß an Erfahrung in dieser Diagnostik aufweisen.

Hiermit wäre auch erklärbar, weshalb die in dieser Studie erreichte Sensitivität und Spezifität von 42% bzw. 34% deutlich geringer ausfallen als in der Literatur beschrieben. Für die Diagnose einer akuten Appendizitis wird bei der Sonographie eine Sensitivität zwischen 75% und 94% [23, 28, 39, 58, 67, 68], bei Erwachsenen sogar zwischen 75% und 100% [29] beschrieben, die Spezifität reicht von 88% bis 100% [28, 39, 58, 67, 68] bei einer akuten, nicht perforierten Appendizitis bei Kindern. Das retrospektive Studiendesign der vorliegenden Studie erschwert einen direkten Vergleich zusätzlich: knapp die Hälfte (101 von 210 = 48%) aller durchgeführten Sonographien konnten nicht ausgewertet werden, da kein fassbarer Befund dokumentiert war. In einer prospektiven Studie kann dies dadurch verhindert werden, dass dem Untersucher bereits während der Sonographie ein Dokumentationsbogen vorliegt, auf dem alle interessierenden Befunde der Untersuchung zu dokumentieren sind. So wird lückenhaften Angaben vorgebeugt. Außerdem müssen deskriptive Angaben wie z.B. „suspekte Struktur“ in einer prospektiven Studie nicht interpretiert werden, da sich der Arzt, der die Sonographie durchführt, auf vorgegebene Begriffe festlegen muss, so dass eine einheitliche Nomenklatur ausgewertet werden kann.

Wenn man der Aufforderung eines Lehrbuchs Folge leistet, dass „jeder unklare sonographische Befund im Bereich der rechten Psoasloge hoch verdächtig auf das Vorliegen einer Appendizitis ist“ [28], und alle uneindeutigen Befunde als positiv werten

würde, so würde sich die Sensitivität des Ultraschalls in dieser Studie auf insgesamt 85% verdoppeln. Der positive Vorhersagewert würde jedoch von 62% auf 56% abfallen und die negative Appendektomie-Rate – wenn allein aufgrund des sonographischen Befundes operiert würde – deutlich höher ausfallen.

Bei Betrachtung der 20 falsch positiven Sonographiebefunde fällt auf, dass bei deutlich mehr als einem Drittel der Kinder (9 von 20 = 45%) freie Flüssigkeit in der Appendixregion oder im Douglasraum als einziger Hinweis für eine Appendizitis angegeben war. In einer aktuellen Studie, die sich auf die einzelnen sonographischen Appendizitiszeichen konzentriert, erreichte dieser sonographische Hinweis die niedrigste Sensitivität und Spezifität (nämlich 51% bzw. 71%) aller in dieser Studie untersuchten Ultraschallbefunde [39]. In unserer Studie ist die freie Flüssigkeit in der Appendixregion das einzige Zeichen, das nur einen indirekten Hinweis auf eine Appendizitis ist, während die anderen sonographischen Zeichen eine direkte Darstellung der Appendix erforderlich machen. Dies könnte erklären, weshalb die Spezifität hier vergleichsweise gering ausfällt. In der Folge kann gefordert werden, dass mindestens ein direktes sonographisches Zeichen einer Appendizitis benötigt wird, um diese Diagnostik zu verwerten.

Des Weiteren ist auffällig, dass fast alle Kinder, die nicht sonographiert wurden, operiert und eine akute Appendizitis histologisch bestätigt wurde. In diesen Fällen scheint die klinische Diagnose eindeutig gewesen zu sein, was eine Sonographie als überflüssig erscheinen liess. Zu diesem Ergebnis kommen auch die Autoren einer prospektiven Studie, die den Nutzen der Ultraschalldiagnostik bei Kindern untersucht [67].

4.2 Stärken und Schwächen der Studie

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine retrospektive Studie. Ihr großer Vorteil liegt darin, dass die Datenerhebung aus einem vollständigen und umfangreichen Krankenmaterial erfolgen kann, das auch Befunde wie z.B. die Histologie der Appendizes einschliesst, die häufig erst nach Entlassung der Patienten vorliegen. Wegen fehlender Standardisierung der Befunddokumentation müssen allerdings uneindeutige Beschreibungen interpretiert und manche Zeitangaben umgerechnet werden. Gerade bei der Sonographie stellt dies einen großen Nachteil dar, da die Befunde in der Regel deskriptiv dargestellt werden und oft erst in der Beurteilung eine definitive Aussage zur Appendix gemacht wird. So sind in dieser Arbeit nur die gängigen sonographischen Umschreibungen des Wurmfortsatzes, die sich in Lehrbüchern finden lassen, in die Statistik mit eingegangen; nicht fassbare Befunde konnten nicht gewertet werden.

In einer prospektiven Studie wird dies dadurch verhindert, dass dem Untersucher bereits ein standardisierter Datenerfassungsbogen vorliegt, auf dem er sich auf die

vorgegebenen Kriterien festlegen muss. Auf diese Art wird auch sicher gestellt, dass die für die Studie wichtigen Befunde auch aufgezeichnet werden. Nicht dokumentierte Befunde wirken sich in dieser retrospektiven Analyse deshalb nachteilig aus, da nicht bestimmt werden kann, ob sie als nicht pathologisch bewertet werden können oder eben nicht untersucht bzw. dokumentiert worden waren. An dieser Stelle ist anzumerken, dass es sinnvoll erscheint, ausnahmslos alle erfragten und untersuchten Informationen aufzuschreiben, um auch dem späteren Untersucher klaren Einblick zu verschaffen, z.B. hinsichtlich der Veränderung eines Befundes.

Ein weiterer Vorteil dieser Studie ist, dass sie die realen Abläufe im klinischen Alltag widerspiegelt. Die Befunde werden vom jeweils diensthabenden Arzt der Pädiatrie bzw. Chirurgie erhoben. Insbesondere nachts kann dies auch ein (weniger erfahrener) Arzt in Weiterbildung sein, der das weitere Vorgehen maßgeblich bahnt. Denn dieser muss entscheiden, welche Schritte für den Prozess der Diagnosefindung notwendig sind, ob ein chirurgisches Konsil erforderlich ist, welche Informationen z.B. aus dem Sonographiebefund verwertbar und v.a. auch wie diese zu interpretieren sind. In anderen Studien werden die entscheidenden Befunde oftmals von Spezialisten wie (Kinder-) Radiologen und Kinderchirurgen erhoben, weshalb die Ergebnisse dieser Studien nicht direkt auf kleinere Krankenhäuser, in denen diese Spezialisten nicht rund um die Uhr zur Verfügung stehen, übertragbar sind.

Manche Parameter, die bei der Konzeption der Studie als wichtig erachtet wurden, ließen allerdings eine statistische Auswertung wegen mangelnder Dokumentation nicht sinnvoll erscheinen. Dies ist z.B. der Fall beim rektalen Untersuchungsbefund zur Beurteilung der Schmerzen im Douglasraum (siehe hierzu auch die jeweiligen Unterpunkte in der Diskussion).

Wiederum zur Vergleichbarkeit und Auswertung müssen auch die histologischen Befunde mit einer einheitlichen Nomenklatur versehen werden, obwohl die Pathologen eine unterschiedliche Terminologie benutzen. Zur vereinfachten Auswertung und um Zwischenstadien in der akuten Entzündung nicht falsch zuzuordnen, werden die phlegmonöse, empyematöse und gangränöse Appendizitis als akute Appendizitis zusammengefasst. Außerdem werden zwei Fälle, in denen der histologische Befund einer chronisch rezidivierenden Appendizitis erhoben, aber keine Angabe zu einer akuten floriden Entzündung der Appendix gemacht wird, in den statistischen Berechnungen in die Menge der Kinder mit nicht akuter Appendizitis eingeschlossen.

4.3 Bedeutung der Studie

Diese Studie hilft dem mit Bauchschmerzen beim Kind konfrontierten Arzt, mithilfe der klinischen Zeichen und Symptome die Bedrohlichkeit der Lage einschätzen zu können. Es wird gezeigt, wie die einzelnen Befunde der körperlichen Untersuchung, Laborparameter und Sonographiebefunde in einem vorselektierten Patientengut bewertet werden können. Dadurch wird die Diagnosestellung "akute Appendizitis" im Kindesalter und die daraus resultierende Indikationsstellung zur Appendektomie erleichtert.

5 Zusammenfassung

Die Diagnose einer akuten Appendizitis ist im Kindesalter zuweilen schwierig. Dies hat sich auch durch den Einsatz neuer bildgebender Verfahren nicht geändert [24]. Ziel dieser retrospektiven Studie ist es, die Bedeutung der körperlichen Untersuchung, wesentlicher Laborparameter und der Sonographie im Diagnoseprozess bei der Verdachtsdiagnose einer akuten Appendizitis darzustellen.

Von 227 Kindern, die der Abteilung für Chirurgie des Klinikums Kempten wegen eines Appendizitisverdachts vorgestellt wurden, hatten 95 (42%) eine histopathologisch nachgewiesene akute Appendizitis, darunter waren 2 Mädchen, deren Appendizitis nicht eindeutig erkannt wurde. Insgesamt wurden 106 Kinder (47%) in der Abteilung für Chirurgie appendektomiert, die Rate negativer Appendektomien liegt somit bei 12% und damit in der oberen Spanne von 2-15%, die in aktuellen Studien angegeben wird. Die Perforationsrate liegt mit 15% vergleichsweise niedrig. Von 117 konservativ behandelten Kindern war die häufigste Entlassdiagnose (bei 89 von 117 = 76%) eine Gastroenteritis/Enterocolitis.

Bei der klinischen Untersuchung ist der Druckschmerz im rechten Unterbauch das Zeichen mit der höchsten Sensitivität (97%) und dem höchsten negativen Vorhersagewert (94%). Der Befund einer lokalen Abwehrspannung erreicht den höchsten positiven Vorhersagewert (83%) und die höchste Spezifität (92%). Das Blumberg-Zeichen steht mit einer Sensitivität von 80% an zweiter Stelle, wird aber bei weniger als der Hälfte der untersuchten Kinder dokumentiert. Von den untersuchten Laborparametern erreicht eine Leukozytose $>10.000/\mu\text{l}$ die höchste Sensitivität (86%), während eine Linksverschiebung und ein CrP-Wert $>20\text{mg/l}$ gleich hohe Spezifitäten besitzen (84%). Die positiven und negativen Vorhersagewerte fallen niedrig aus. Nahezu jedes Kind dieser Studie (210 von 227 = 93%) wurde sonographiert, die Darstellbarkeit der Appendix lag bei 52%. Die Sensitivität und Spezifität dieser Untersuchung lag mit 42% bzw. 34% vergleichsweise niedrig, wobei 48% aller Befunde uneindeutig dokumentiert waren.

Die klinische Untersuchung ist somit in dieser Studie zur Diagnosestellung der akuten Appendizitis bei Kindern am besten geeignet und muss daher die Grundlage im Diagnoseprozess bleiben. Laborparameter können in ihrer Kombination eine wertvolle Ergänzung sein, während die Sonographie einen geringen Nutzen besitzt.

6 Literaturverzeichnis

1. Addiss, D., Shaffer, N., Fowler, B. and Tauxe, R., *The Epidemiology of Appendicitis and Appendectomy in the United States*. Am J Epidemiol, 1990. **132**: p. 910-25.
2. Alshehri, M., Ibrahim, A., Abuaisha, N., Malatani, T., Abu-Eshy, S., Khairulla, S. and Bahamdan, K., *Value of rebound tenderness in acute appendicitis*. East Afr Med J, 1995. **72**: p. 504-6.
3. Amalesh, T., Shankar, M. and Shankar, R., *CRP in acute appendicitis--is it a necessary investigation?* Int J Surg, 2004. **2**: p. 88-9.
4. Andersson, R., *Meta-analysis of the clinical and laboratory diagnosis of appendicitis*. Br J Surg, 2004. **91**: p. 28-37.
5. Balthazar, E., Birnbaum, B., Yee, J., Megibow, J., Roshkow, J. and Gray, C., *Acute appendicitis: CT and US correlation in 100 patients*. Radiology 1994. **190**: p. 31-35.
6. Becker, T., Kharbanda, A. and Bachur, R., *Atypical clinical features of pediatric appendicitis*. Acad Emerg Med, 2007. **14**: p. 124-9.
7. Bekele, A. and Mekasha, A., *Clinical profile and risk factors for perforation of acute appendicitis in children*. East Afr Med J, 2006. **83**: p. 434-9.
8. Bonello, J. and Abrams, J., *The significance of a "positive" rectal examination in acute appendicitis*. Dis Colon Rectum, 1979. **22**: p. 97-101.
9. Brender, J., Marcuse, E., Koepsell, T. and Hatch, E., *Childhood Appendicitis: Factors Associated with Perforation*. Pediatrics, 1985. **76**: p. 301-6.
10. Brenner, D. and Hall, E., *Computed tomography--an increasing source of radiation exposure*. N Engl J Med, 2007. **357**: p. 2277-84.
11. Bundy, D., Byerley, J., Liles, E., Perrin, E., Katznelson, J. and Rice, H., *Does This Child Have Appendicitis?* . Jama, 2007. **298**: p. 438-51.
12. Callahan, M., Rodriguez, D. and Taylor, G., *CT of Appendicitis in Children*. Radiology, 2002. **224**: p. 325-32.
13. Cappendijk, V. and Hazebroek, F., *The impact of diagnostic delay on the course of acute appendicitis*. Arch Dis Child, 2000. **83**: p. 64-6.
14. Colvin, J., Bachur, R. and Kharbanda, A., *The presentation of appendicitis in preadolescent children*. Pediatr Emerg Care, 2007. **23**: p. 849-55.
15. Crawford, J., ed. *Appendix*. 6. Auflage ed. Robbins Pathologic Basis of Disease, ed. Cotran, R., Kumar, V. and Collins, T. 1999, W. B. Saunders Company: Philadelphia. 838-40.

16. Curran, T. and Muenchow, S., *The treatment of complicated appendicitis in children using peritoneal drainage: results from a public hospital*. J Pediatr Surg, 1993. **28**: p. 204-8.
17. Deutschland, Statistisches Bundesamt. *Gesundheit Diagnosedaten der Patienten und Patientinnen in Krankenhäusern (einschl. Sterbe- und Stundenfälle) 2010 Fachserie 12 Reihe 6.2.1*. 2011 [06.11.2012]; Available from: <http://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Krankenhaeuser/DiagnosedatenKrankenhaus.html>.
18. Dockter, G. and Sitzmann, F., eds. *Akute entzündliche Darmerkrankungen 3. Auflage ed. Duale Reihe Pädiatrie ed. Sitzmann, F.* 2007, Georg Thieme Verlag: Stuttgart. 269-72.
19. Dolgin, S., Beck, A. and Tartter, P., *The risk of perforation when children with possible appendicitis are observed in the hospital*. Surg Gynecol Obstet, 1992. **175**: p. 320-4.
20. Doria, A., Moineddin, R., Kellenberger, C., Epelman, M., Beyene, J., Schuh, S., Babyn, P. and Dick, P., *US or CT for Diagnosis of Appendicitis in Children and Adults? A Meta-Analysis*. Radiology 2006. **241**: p. 83-94.
21. Dürig, M., ed. *Appendix*. 2. Auflage ed. Duale Reihe Chirurgie, ed. Henne-Bruns, D., Dürig, M. and Kremer, B. 2003, Georg Thieme Verlag: Stuttgart. 381-9.
22. Ellert, U., Neuhauser, H. and Roth-Isigkeit, A., *Schmerzen bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland: Prävalenz und Inanspruchnahme medizinischer Leistungen*. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, 2007. **50**: p. 711-7.
23. Emil, S., Mikhail, P., Laberge, J., Flageole, H., Nguyen, L., Shaw, K., Baican, L. and Oudjhane, K., *Clinical versus sonographic evaluation of acute appendicitis in children: A comparison of patient characteristics and outcomes*. J Pediatr Surg, 2001. **36**: p. 780-3.
24. Fritsch, H. and Kühnel, W., eds. *Zäkum und Appendix vermiformis 7. Auflage ed. Taschenatlas der Anatomie Innere Organe ed. Fritsch, H. and Kühnel, W. Vol. 2*. 2001, Georg Thieme Verlag: Stuttgart. 202- 04.
25. Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie, Leitlinienkommission *Leitlinie: Bauchschmerzen - Bildgebende Diagnostik* [05.11.2012]; Available from: <http://kinder-radiologie.org/index.html>.
26. Graham, J., Pokorny, W. and Harberg, F., *Acute appendicitis in preschool age children*. Am J Surg, 1980. **139**: p. 247-50.
27. Gronroos, J., *Do normal leucocyte count and C-reactive protein value exclude acute appendicitis in children?* Acta Paediatr, 2001. **90**: p. 649-51.
28. Haber, H. and Hofmann, V., eds. *Magen-Darm-Trakt, Entzündungen* Ultraschalldiagnostik in Pädiatrie und Kinderchirurgie, ed. Hofmann, V., Deeg, K.-H. and Hoyer, P. Vol. 3. Auflage. 2012, Georg Thieme Verlag: Stuttgart. 389-99.
29. Horng, A., Reiser, M. and Clevert, D., *Moderne Sonographie zur Diagnostik des akuten Abdomens*. Radiologe, 2010. **50**: p. 214-25.

-
30. Hryhorczuk, A., Mannix, R. and Taylor, G., *Pediatric Abdominal Pain: Use of Imaging in the Emergency Department in the United States from 1999 to 2007*. Radiology 2012. **263**: p. 778-85.
 31. Humes, D. and Simpson, J., *Acute appendicitis*. BMJ, 2006. **333**: p. 530-4.
 32. Jaeschke, R., Guyatt, G. and Sackett, D., *Users' Guides to the Medical Literature. III. How to use an article about a diagnostic test. B. What are the results and will they help me in caring for my patients?*. JAMA, 1994. **271**: p. 703-7.
 33. Jakschik, J. and Hirner, A., eds. *Akute Appendizitis*. 4. Auflage ed. Schnitt für Schnitt, ed. Hirner, A. and Weise, K. 2004, Georg-Thieme-Verlag: Stuttgart 602-5.
 34. Jones, K., Peña, A., Dunn, E., Nadalo, L. and Mangram, A., *Are negative appendectomies still acceptable?* Am J Surg, 2004. **188**: p. 748-54.
 35. Kaiser, S., Frenckner, B. and Jorulf, H., *Suspected Appendicitis in Children: US and CT— A Prospective Randomized Study*. Radiology, 2002. **223**: p. 633-8.
 36. Kappler, M. and Till, H., *Akutes Abdomen beim Kind*. Notfall + Rettungsmedizin, 2004. **7**: p. 554-58.
 37. Kenitiro, K. and Mineyuki, T., *Ultrasound-based decision making in the treatment of acute appendicitis in children*. J Pediatr Surg, 2004. **39**: p. 1316-20.
 38. Kerbl, R., ed. *Akute Bauchschmerzen und akutes Abdomen* 3. Auflage ed. Checkliste Pädiatrie ed. Kerbl, R., Kurz, R., Roos, R. and Wessel, L. 2007, Georg Thieme Verlag Stuttgart. 124-30.
 39. Kessler, N., Cyteval, C., Gallix, B., Lesnik, A., Blayac, P., Pujol, J., Bruel, J. and Taourel, P., *Appendicitis: Evaluation of Sensitivity, Specificity, and Predictive Values of US, Doppler US, and Laboratory Findings*. Radiology 2004. **230**: p. 472-8.
 40. Kharbanda, A., Taylor, G., Fishman, S. and Bachur, R., *A Clinical Decision Rule to Identify Children at Low Risk for Appendicitis*. Pediatrics, 2005. **116**: p. 709-16.
 41. Kim, H., Yang, D., Lee, C., Jin, W., Nam, D., Song, J. and Kim, J., *Acute appendicitis: relationships between CT-determined severities and serum white blood cell counts and C-reactive protein levels*. Br J Radiol, 2011. **84**: p. 1115-20.
 42. Ko, Y., Lin, L. and Chen, D., *Laboratory aid and ultrasonography in the diagnosis of appendicitis in children*. Chung Hua Min Kuo Hsiao Erh Ko I Hsueh Hui Tsa Chih, 1995. **36**: p. 415-9.
 43. Koepsell, T., Inui, T. and Farewell, V., *Factors affecting perforation in acute appendicitis*. Surg Gynecol Obstet, 1981. **153**: p. 508-10.
 44. Kosloske, A., Love, C., Rohrer, J., Goldthorn, J. and Lacey, S., *The Diagnosis of Appendicitis in Children: Outcomes of a Strategy Based on Pediatric Surgical Evaluation*. Pediatrics, 2004. **113**: p. 29-34.
 45. Lau, W., Ho, Y., Chu, K. and Yeung, C., *Leucocyte count and neutrophil percentage in appendectomy for suspected appendicitis*. Aust N Z J Surg, 1989. **59**: p. 395-8.

-
46. Leung, A. and Sigalet, D., *Acute abdominal pain in children*. Am Fam Physician, 2003. **67**: p. 2321-6.
 47. Lin, Y. and Lee, C., *Appendicitis in infancy*. Pediatr Surg Int, 2003. **19**: p. 1-3.
 48. Lintula, H., Pesonen, E., Kokki, H., Vanamo, K. and Eskelinen, M., *A diagnostic score for children with suspected appendicitis*. Langenbecks Arch Surg, 2005. **390**: p. 164-70.
 49. Merzenich, H., Krille, L., Hammer, G., Kaiser, M., Yamashita, S. and Zeeb, H., *Paediatric CT scan usage and referrals of children to computed tomography in Germany - a cross-sectional survey of medical practice and awareness of radiation related health risks among physicians*. BMC Health Serv Res, 2012. **12**.
 50. Miller, A., *CT Scans on Children: Is This a Problem?* Clinical Pediatrics, 2008. **47**: p. 220-3.
 51. Nance, M., Adamson, W. and Hedrick, H., *Appendicitis in the young child: a continuing diagnostic challenge*. Pediatr Emerg Care, 2000. **16**: p. 160-2.
 52. Ohmann, C., Franke, C., Kraemer, M. and Yang, Q., *Neues zur Epidemiologie der akuten Appendizitis*. Der Chirurg, 2002. **73**: p. 769-76.
 53. Oyetunji, T., Ong'uti, S., Bolorunduro, O., Cornwell Iii, E. and Nwomeh, B., *Pediatric negative appendectomy rate: trend, predictors, and differentials*. J Surg Res, 2012. **173**: p. 16-20.
 54. Pearl, R., Hale, D., Molloy, M., Schutt, D. and Jaques, D., *Pediatric appendectomy*. J Pediatr Surg, 1995. **30**: p. 173-81
 55. Peltola, H., Ahlqvist, J., Rapola, J., Rasanen, J., Louhimo, I., Saarinen, M. and Eskola, J., *C-reactive protein compared with white blood cell count and erythrocyte sedimentation rate in the diagnosis of acute appendicitis in children*. Acta Chir Scand, 1986. **152**: p. 55-8.
 56. Peña, B., Taylor, G., Fishman, S. and Mandl, K., *Effect of an Imaging Protocol on Clinical Outcomes Among Pediatric Patients With Appendicitis*. Pediatrics, 2002. **110**: p. 1088-93.
 57. Ponsky, T., Huang, Z., Kittle, K., Eichelberger, M., Gilbert, J., Brody, F. and Newman, K., *Hospital- and patient-level characteristics and the risk of appendiceal rupture and negative appendectomy in children*. JAMA, 2004. **292**: p. 1977-82.
 58. Rice, H., Arbesman, M., Martin, D., Brown, R., Gollin, G., Gilbert, J., Caty, M., Glick, P. and Azizkhan, R., *Does early ultrasonography affect management of pediatric appendicitis? A prospective analysis*. J Pediatr Surg, 1999. **34**: p. 754-9.
 59. Rothrock, S., Skeoch, G., Rush, J. and Johnson, N., *Clinical features of misdiagnosed appendicitis in children*. Ann Emerg Med, 1991. **20**: p. 45-50.
 60. Rothrock, S. and Pagane, J., *Acute appendicitis in children: emergency department diagnosis and management*. Ann Emerg Med, 2000. **36**: p. 39-51.

-
61. Sack, U., Biereder, B., Elouahidi, T., Bauer, K., Keller, T. and Tröbs, R. *Diagnostic value of blood inflammatory markers for detection of acute appendicitis in children.* BMC Surg 2006 [06.11.2012]; Available from: <http://www.biomedcentral.com/1471-2482/6/15>.
 62. Samuel, M., *Pediatric appendicitis score.* J Pediatr Surg, 2002. **37**: p. 877-81.
 63. Scholer, S., Pituch, K., Orr, D. and Dittus, R., *Clinical outcomes of children with acute abdominal pain.* Pediatrics, 1996. **98**: p. 680-5.
 64. Schuh, S., Man, C., Cheng, A., Murphy, A., Mohanta, A., Moineddin, R., Tomlinson, G., Langer, J. and Doria, A., *Predictors of Non-Diagnostic Ultrasound Scanning in Children with Suspected Appendicitis.* The Journal of Pediatrics, 2011. **158**: p. 112-8.
 65. Seetahal, S., Bolorunduro, O., Sookdeo, T., Oyetunji, T., Greene, W., Frederick, W., Cornwell, E., Chang, D. and Siram, S., *Negative appendectomy: a 10-year review of a nationally representative sample.* Am J Surg, 2011. **201**: p. 433-37.
 66. Shafi, S., Afsheen, M. and Reshi, F., *Total leucocyte count, C-reactive protein and neutrophil count: diagnostic aid in acute appendicitis.* Saudi J Gastroenterol, 2009. **15**: p. 117-20.
 67. Sivit, C., Newman, K., Boenning, A., Nussbaum-Blask, A., Bulas, D., Sheldon, J., Attorri, R., Rebolo, L., Brown-Jones, C. and Garin, D., *Appendicitis: Usefulness of US in Diagnosis in a Pediatric Population.* Radiology, 1992. **185**: p. 549-52.
 68. Sivit, C., Applegate, K., Stallion, A., Dudgeon, D., Salvator, A., Schluchter, M., Berlin, S., Myers, M., Borisa, V., Weinert, D., Morrison, S. and Grisoni, E., *Imaging Evaluation of Suspected Appendicitis in a Pediatric Population: Effectiveness of Sonography Versus CT.* Am J Roentgenol, 2000. **175**: p. 977-80.
 69. Sivit, C., Siegel, M., Applegate, K. and Newman, K., *When appendicitis is suspected in children.* RadioGraphics, 2001. **21**: p. 247-62.
 70. Stefanutti, G., Ghirardo, V. and Gamba, P., *Inflammatory markers for acute appendicitis in children: are they helpful? .* J Pediatr Surg, 2007. **42**: p. 773-6.
 71. Turkyilmaz, Z., Sonmez, K., Karabulut, R., Elbeg, S., Moralioglu, S., Demirtola, A., Demirogullari, B., Ozen, I., Basaklar, A. and Kale, N., *Sequential cytokine levels in the diagnosis of appendicitis.* Scand J Clin Lab Invest, 2006. **66**: p. 723-31.
 72. Update, Pediatric Surgery. *Appendicitis.* 2003 08.11.2012]; Available from: home.coqui.net/titolugo/PSU20.html#2051.
 73. van den Broek, W., van der Ende, E., Bijnen, A., Breslau, P. and Gouma, D., *Which children could benefit from additional diagnostic tools in case of suspected appendicitis?* J Pediatr Surg, 2004. **39**: p. 570-4.
 74. Vinz, H., Richter, H. and Neu, J. *Zeitliche Verschiebung der Appendektomie bei gegebener Operationsindikation aus organisatorischen Gründen.* BDC online 2011 [06.11.2012]; Available from: <http://www.bdc.de/document.jsp?documentid=2307220B0BA50DC6C1257857003C3071&form=Dokumente&print=1&parent=null>.

-
75. Wagner, J., McKinney, W. and Carpenter, J., *Does This Patient Have Appendicitis?* JAMA, 1996. **276**: p. 1589-94.
 76. Wang, L., Prentiss, K., Simon, J., Doody, D. and Ryan, D., *The use of white blood cell count and left shift in the diagnosis of appendicitis in children* Pediatr Emerg Care 2007. **23**: p. 69-76.
 77. Wiersma, F., Šrámek, A. and Holscher, H., *US Features of the Normal Appendix and Surrounding Area in Children.* Radiology, 2005. **235**: p. 1018-22.
 78. Wong, K., Cheung, T. and Tam, P., *Diagnosing acute appendicitis: are we overusing radiologic investigations?* . J Pediatr Surg, 2008. **43**: p. 2239-41.
 79. Wu, H., Chang, C. and Lin, C., *Predictive inflammatory parameters in the diagnosis of acute appendicitis in children.* Acta Paediatr Taiwan, 2003. **44**: p. 227-31.
 80. Yang, H., Wang, Y., Chung, P., Chen, W., Jeng, L. and Chen, R., *Laboratory tests in patients with acute appendicitis.* Aust N Z J Surg, 2006. **76**: p. 71-4.
 81. York, D., Smith, A., Philliops, J. and von Allmen, D., *The influence of advanced radiographic imaging on the treatment of pediatric appendicitis.* J Pediatr Surg, 2005. **40**: p. 1908-11.
 82. Zielke, A., *Appendizitis Moderne Diagnostik.* Der Chirurg, 2002. **73**: p. 782-90.

7 Anhang

Datenerhebungsbogen - Appendizitis bei Kindern										
Erhebungsbogen Nr.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	2 = nein bzw. negativ
										1 = ja bzw. positiv
										0 = keine Angabe
Personalien										
Geburtsdatum	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Geschlecht (m/ w)
Aufnahmedatum	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Fragestellung
Klinische Untersuchung										
Lokale AWS	<input type="text"/>					Mc Burney DS				Lanz DS
Blumberg LLS	<input type="text"/>					Rovsing				Psoas
Andere Peritonitiszeichen	<input type="text"/>					Douglas				

Datenerhebungsbogen - Appendizitis bei Kindern			
Erhebungsbogen Nr.		0 = keine Angabe	1 = ja bzw. positiv 2 = nein bzw. negativ
Diagnostik			
Labor			
Leukozyten (/ μ l)		CRP (mg/dl)	Linksverschiebung
Sonographie:			
Appendix darstellbar		Blande	Verdickt/ auffällig
Komprimierbar		Appendixkokarden	Freie Flüssigkeit
Vergrößerte Lymphknoten		Pathologische Darmmotilität	
Beurteilung		Sonstige Ursache der Abdominalschmerzen	

Datenerhebungsbogen - Appendizitis bei Kindern				
Erhebungsbogen Nr.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	0 = keine Angabe	1 = ja bzw. positiv 2 = nein bzw. negativ
Histologie				
Kein florider entzündlicher Schub	<input type="checkbox"/>	Phlegmonös	<input type="checkbox"/>	Empyematös <input type="checkbox"/>
Gangränös	<input type="checkbox"/>	Chronisch-unspezifisch rezidiv. Appendizitis	<input type="checkbox"/>	Perforiert <input type="checkbox"/>
Verlauf				
Entlassdatum	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Entlassdiagnose <input type="text"/>
Wiedervorstellung	<input type="text"/>			spätere Appendektomie <input type="checkbox"/>

8 Danksagung

Zunächst möchte ich mich bei Herrn Prof. Aschoff, ärztlicher Direktor des Klinikums Kempten, für die Zustimmung zur Durchführung der Promotion bedanken.

Vielen Dank gilt Herrn Dr. Müller, Klinik für Pädiatrie des Klinikums Kempten, ebenfalls für die Zustimmung zur Durchführung der Promotion sowie für das Überlassen des Datenmaterials.

Besonderer Dank gilt Herrn Prof. Sterk für die Überlassung des Themas und die freundliche und sehr hilfsbereite Unterstützung.

Mein Dank geht an Herrn Dr. Köppen für die stets freundliche und geduldige Betreuung der Arbeit und seine Ratschläge.

Meinem Ehemann und meinen Eltern danke ich für ihre liebevolle und ausdauernde Unterstützung, meinem älteren Bruder zusätzlich für seine Vorbildfunktion.

9 Lebenslauf

Persönliche Angaben

Name: Angelika Chikondi Seidel,
geb. Offenberger

Geburtsdatum: 22. Oktober 1982



Ausbildung

05/2002 Abitur am Carl-von-Linde Gymnasium Kempten

09/2002 – 01/2008 Studium der Humanmedizin, Universität Ulm

08/2004 Ärztliche Vorprüfung

09/2005 – 03/2006 Austauschstudentin, Université d'Angers, Frankreich

02/2008 – 01/2009 Studentin im Praktischen Jahr, Universität Würzburg

02-04/2008 PJ-Tertial Pädiatrie, Klinikum Aschaffenburg

04-09/2008 PJ-Tertial Chirurgie
(Allgemein- und Unfallchirurgie, Orthopädie und Urologie),
Spital Zimmerberg, Horgen, Schweiz

09-11/2008 PJ-Tertial Innere Medizin
(Rhythmologie, Allgemeine Kardiologie und Palliativmedizin),
Klinikum Aschaffenburg

12/2008 – 01/2009 PJ-Tertial Innere Medizin
(Endokrinologie und Notaufnahme),
Wellington Hospital, Neuseeland

11/2009 Zweite Ärztliche Prüfung

Berufserfahrung

12/2009 – 07/2011 Assistenzärztin für Kinder- und Jugendmedizin,
Kinderklinik Aschaffenburg (Prof. Klepper)

Seit 10/2011 Assistenzärztin Innere Medizin,
Krankenhaus Bad Waldsee (Dr. Sapper)