

Universitätsklinikum Ulm

Zentrum für Innere Medizin

Klinik für Innere Medizin I

Kommissarischer Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. G. von Wichert

**Vergleich von C1-5 MHz und C2-5 MHz Schallköpfen in der Beurteilung der
transabdominalen Darstellung des Rektums
bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen**

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin

der Medizinischen Fakultät der Universität Ulm

Jovana Louisa Vogt

Reutlingen

2011

Amtierender Dekan: Prof. Dr. Thomas Wirth

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Wolfgang Kratzer

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Daniel Walcher

Tag der Promotion: 14.06.2012

Meinen Eltern und David

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	I
1. Einleitung	1
1.1 Studienhintergrund	1
1.2 Chronisch entzündliche Darmerkrankungen	1
1.2.1 Charakteristika und Inzidenz	1
1.2.2 Ätiologie und Pathogenese	2
1.2.3 Klinik und Verlauf	3
1.2.4 Therapie	4
1.2.5 Diagnosestellung und Verlaufskontrolle	5
1.3 Diagnostische Verfahren	6
1.3.1 Magnetresonanz- und Computertomographie	6
1.3.2 Koloskopie	7
1.3.3 Transabdominale Rektumsonographie	8
1.4 Ziele der Studie	13
2. Material und Methoden	14
2.1 Setting	14
2.2 Auswahlschema	16
2.2.1 Ein- und Ausschlusskriterien	16
2.2.2 Datenerhebung	17
2.3 Auswertung	24

3. Ergebnisse	27
3.1 Altersverteilung	27
3.2 Verteilung der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen	28
3.3 Transabdominale Sonographie des Rektums bei CED	30
3.3.1 Darstellbarkeit des Rektums	30
3.3.2 Darstellbare Rektumabschnitte	34
3.3.3 Wanddicke des Rektums	39
3.4 Patientencharakteristika	48
3.4.1 Klinische Symptome bei CED	51
3.4.2 Operationen im Rahmen der CED	61
3.4.3 Medikamentöse Behandlung bei CED	67
3.5 Indizes zur Bestimmung der Krankheits- und Entzündungsaktivität bei CED	70
3.5.1 Crohn's Disease Activity Index und Colitis Activity Index	70
3.5.2 C-Reaktives Protein bei CED	72
3.6 Magnetresonanztomographie des Rektums bei CED	74
4. Diskussion	78
5. Zusammenfassung	91
6. Literaturverzeichnis	93
7. Anhang	103
8. Danksagung	112

Abkürzungsverzeichnis

BMI	Body-Mass-Index
BSG	Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit
BV	Blasenvolumen
C1	Curved Array Schallkopf mit ein bis fünf Megahertz
C1-5	Curved Array Schallkopf mit ein bis fünf Megahertz
C2	Curved Array Schallkopf mit zwei bis fünf Megahertz
C2-5	Curved Array Schallkopf mit zwei bis fünf Megahertz
C. ulcerosa	Colitis ulcerosa
CAI	Colitis Activity Index
CDAI	Crohn's Disease Activity Index
CED	chronisch entzündliche Darmerkrankungen
CRP	C-reaktives Protein
CT	Computertomographie
CU	Colitis ulcerosa
dist.	distal
DW	Darmwand
DW-Dicke	Darmwanddicke
ED	Erstdiagnose
GC	Glukokortikoide
Hb	Hämoglobin
HDI	high definition imaging
Histo	Histologie
Hkt	Hämatokrit

IBD	inflammatory bowel disease
iU22	Bezeichnung des in der Studie verwendeten Ultraschallgeräts
Kolo	Koloskopie
L	Lumen
M. Crohn	Morbus Crohn
MC	Morbus Crohn
MHz	Megahertz
MRT	Magnetresonanztomographie
MTX	Methotrexat
n.b.	nicht bestimmbar
neg.	negativ
OP(s)	Operation(en)
P. gangraenosum	Pyoderma gangraenosum
pos.	positiv
prox.	proximal
PSC	primär sklerosierende Cholangitis
py	packyears
Sectio	Sectio caesarea
TNF α	Tumornekrosefaktor alpha
VitD3	Vitamin D3
W	Wand

1. Einleitung

1.1 Studienhintergrund

Gekennzeichnet durch einen schubweisen Verlauf stellen chronisch entzündliche Darmerkrankungen eine Belastung für Patienten sowohl im Umgang mit der Erkrankung selbst, als auch durch häufigen Kontakt mit diagnostischen Verfahren dar. Regelmäßige Nachuntersuchungen sind notwendig um die bestmögliche, der aktuellen Beschwerdesymptomatik und Entzündungsaktivität entsprechende, Therapie für den einzelnen Patienten festzulegen um somit ein Fortschreiten der Erkrankung mit dem Auftreten etwaiger Komplikationen zu verhindern. In der diagnostischen Abklärung und Verlaufskontrolle chronisch entzündlicher Darmerkrankungen spielt die Darmwandsonographie als kostengünstiges und belastungsarmes Verfahren eine zentrale Rolle. Sie hat sich in den letzten Jahren als sensitive Methode zur Darstellung von Lokalisation, Befallsmuster und Länge, sowie von Komplikationen wie Abszessen, Fisteln und Stenosen der betroffenen Dick- und Dünndarmabschnitte etabliert [20; 34; 37; 41; 42; 44; 46]. In diesem Zusammenhang ist das sonographische Korrelat einer floriden Entzündung die Darstellung verdickter Darmwandabschnitte. Dennoch lässt sich nicht der gesamte Darmtrakt gleichermaßen verlässlich sonographisch darstellen, insbesondere die Untersuchung des Rektums war bisher limitiert [8; 25; 29; 31; 43; 45; 46; 48; 58; 60; 72; 73; 74]. Darüber hinaus liegen bislang keine Normwerte für die sonographisch bestimmte Darmwanddicke des Rektums vor. Die Entwicklung hochauflösender Schallköpfe ermöglicht es erstmals transabdominal die Darmwanddicke des Rektums zu bestimmen [18; 72].

1.2 Chronisch entzündliche Darmerkrankungen

1.2.1 Charakteristika und Inzidenz

Die chronisch entzündlichen Darmerkrankungen Morbus Crohn und Colitis ulcerosa sind unspezifische nichtinfektiöse Entzündungen des Gastrointestinaltraktes, die durch einen chronischen und schubweisen Verlauf charakterisiert sind [2; 11; 14; 30; 48; 67].

Wichtigste Unterscheidungskriterien der beiden Erkrankungen stellen das jeweilige Befallsmuster und die Entzündungsausbreitung dar.

Typische Merkmale von Morbus Crohn sind eine transmurale Entzündung und ein diskontinuierlicher segmentaler Befall der Darmabschnitte [46; 72]. Grundsätzlich ist ein Befall des gesamten Gastrointestinaltraktes möglich [2; 30], häufigste Lokalisationen sind jedoch das terminale Ileum (81,1%), gefolgt von Zökum (57,7%) und Colon ascendens (48%) [55]. Im Gegensatz dazu zeigt die Colitis ulcerosa meist eine auf die Schleimhaut begrenzte Entzündung und einen vom Rektum oralwärts schreitenden kontinuierlichen Befall des Darmes [2; 30; 31; 55; 72].

Die Inzidenz der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen hat in den letzten 20 Jahren deutlich zugenommen; aktuelle Inzidenzraten liegen bei 5,2 Neuerkrankungen pro 100.000 Einwohner pro Jahr in Deutschland [28]. Die Erkrankungsgipfel liegen zwischen dem 20. und 40. Lebensjahr, sowie im höheren Alter zwischen dem 60. und 70. Lebensjahr. Im europäischen Vergleich lässt sich ein Nord-Süd-Gefälle mit deutlich höheren Prävalenzen für Nordeuropa gegenüber Südeuropa erkennen. Die chronisch entzündlichen Darmerkrankungen sind in Industrieländern mit „amerikanisch-europäischer Lebensweise“ häufiger anzutreffen als in anderen Regionen der Welt wie beispielsweise Südostasien oder Südamerika. Aktuell liegt die Prävalenz bei 120-200 pro 100.000 Einwohner in Europa [16; 28; 37; 41; 50; 53; 75].

1.2.2 Ätiologie und Pathogenese

Die Ätiologie der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen ist bis heute noch weitestgehend ungeklärt. Als auslösende Faktoren werden sowohl eine genetische Disposition, autoimmune Genese oder auch Infektionen diskutiert [2; 50; 73]. Möglicherweise sind darüber hinaus verschiedene Umweltfaktoren an der Entstehung der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen involviert, was die unterschiedliche geographische Verteilung der Erkrankungen erklären könnte.

Eine familiäre Häufung in etwa 10-20% des Patientengutes deutet auf eine entscheidende Rolle genetischer Faktoren hin. In diesem Zusammenhang ist die für den Morbus Crohn typische NOD2-Mutation von großem Interesse. Insbesondere die erhöhte Konkordanz in Zwillingsstudien unterstreicht den entscheidenden genetischen Einfluss in der Ätiopathogenese der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen [23; 32; 50; 56; 70; 71].

Hinsichtlich einer autoimmunen Genese stehen eine fehlregulierte intestinale Immunantwort gegenüber körpereigenen Antigenen, ein Ungleichgewicht an pro- und anti-inflammatorischen Mediatoren und einer daraus resultierenden sich selbst unterhaltenden Entzündungsreaktion im Zentrum der Diskussion. [69; 70].

Persistierende Infektionen durch Erreger wie Mycobacterium paratuberculosis, Masernviren oder Listeria monocytogenes sind ebenfalls denkbar als Auslöser der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen. In diesem Kontext könnte eine Störung der Mukosabarriere und somit eine gesteigerte Permeabilität des intestinalen Epithels gegenüber proinflammatorischen Stoffen einen weiteren begünstigenden Faktor darstellen. Fraglich ist jedoch ob eine primäre Infektion als Auslöser vorliegt, oder ob es sich um eine sekundäre Infektion bei bereits vorgeschädigter Mukosa handelt [15; 23; 42; 50; 81].

1.2.3 Klinik und Verlauf

Patienten mit chronisch entzündlichen Darmerkrankungen präsentieren charakteristische klinische abdominelle Symptome, teilweise mit kolikartigen Schmerzen sowie Diarrhöen mit oder ohne Blutabgang. Der Verlauf ist gekennzeichnet durch rezidivierend auftretende akut entzündliche Schübe mit Beschwerdefreiheit im Intervall [2; 30; 53], wobei eine Persistenz der Krankheitssymptome über mindestens sechs Monate als chronisch angesehen wird. Daneben existieren zahlreiche unspezifische extraintestinale Symptome wie Arthritis, Erythema nodosum, Pyoderma gangränosum, Uveitis und Iritis, welche die frühzeitige Diagnosestellung erschweren können [28; 53]. Das Beschwerdebild der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen wird ergänzt durch

Malabsorptionssyndrome infolge der gestörten Darmfunktion und daraus resultierende zahlreiche Folgeerscheinungen. Unter diesen sind Gallensäure-, Eiweiß- und Vitaminmangel und dadurch die mögliche Entstehung von Gallen- und Nierensteinen, Ödemen, Anämie, Osteomalazie, Wachstums- oder Wundheilungsstörungen besonders hervorzuheben.

Direkte Komplikationen der Entzündungsaktivität sind Darmstenosen mit der möglichen Ausbildung eines (Sub)Ileus, Darmperforation sowie die Entstehung von Fisteln und Abszessen [2; 72]. Insbesondere bei Colitis ulcerosa auftretende primär sklerosierende Cholangitis (PSC) und ein erhöhtes Risiko für kolorektale Karzinome machen eine engmaschige Verlaufskontrolle bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen erforderlich [50; 60].

1.2.4 Therapie

Da bislang eine Heilung chronisch entzündlicher Darmerkrankungen nicht möglich ist, wird in der Regel zunächst eine symptomorientierte konservative Therapie durchgeführt [50]. Grundlage dieser Therapie bildet die parenterale Ernährung, an welche sich ein oraler Kostaufbau in Form einer Eliminationsdiät, frei von Laktose und Ballaststoffen, ergänzt durch eine supportive Therapie mit Substitution von Vitaminen, Elektrolyten und Eisen anschließt.

Ziel ist es die Remission der Erkrankung zu erreichen, welche durch Medikamente unterstützt und erhalten werden soll. Zur medikamentösen Behandlung werden 5-Aminosalizylsäurederivate (z.B. Mesalazin), topische und systemische Kortikosteroide (z.B. Budesonid, Prednisolon) sowie Immunsuppressiva (Azathioprin) und TNF α -Antikörper (z.B. Infliximab) eingesetzt [50]. Die Gabe von Metronidazol ist durch seine bakterizide Wirkung auf anaerobe Darmbakterien beim Vorliegen von Fisteln indiziert.

Chirurgische Interventionen kommen bei akuten Komplikationen wie Abszessbildung, persistierenden Fisteln, Ileus, Peritonitis oder Perforation zum Einsatz. Die operative Therapie hat jedoch nur einen palliativen Charakter, eine Heilung kann nicht erreicht

werden. Innerhalb von 10 Jahren nach Diagnosestellung müssen ein Großteil der Patienten mindestens einmal operiert werden [6; 7; 36].

Für die Einleitung einer an die aktuelle Beschwerdesymptomatik und das Erkrankungsstadium angepassten Therapie ist eine frühzeitige und sichere Diagnosestellung mit Einschätzung der Entzündungsaktivität äußerst wichtig [2].

1.2.5 Diagnosestellung und Verlaufskontrolle

Die Diagnosestellung einer chronisch entzündlichen Darmerkrankung umfasst eine Kombination aus Anamnese, klinischer Untersuchung, Labor sowie differentialdiagnostisch entscheidende Abgrenzung mikrobiologischer Krankheitsbilder [74; 33; 51]. Erhärtet sich der Verdacht auf eine bestehende chronisch entzündliche Darmerkrankung werden im Rahmen einer endoskopischen Untersuchung des Gastrointestinaltraktes in sog. Stufenbiopsien histologische Proben unterschiedlicher Darmabschnitte gewonnen [31; 48; 51; 53].

Im histologischen Präparat imponieren die chronisch entzündlichen Darmerkrankungen mit Störungen der Kryptenarchitektur und Infiltration der Darmwand durch Lymphozyten und Plasmazellen. Bei der Colitis ulcerosa beschränkt sich die Infiltration auf die Mukosa und Submukosa in Form von Kryptenabszessen und Becherzellverlust, wohingegen bei Patienten mit Morbus Crohn eine transmurale Entzündung und Infiltration mesenterialer Lymphknoten das histologische Bild dominieren [2]. Außerdem finden sich in circa 40 % der Fälle Epitheloidzellgranulome und mehrkernige Riesenzellen [57; 65; 79].

Neben der invasiven endoskopischen Diagnostik spielen verschiedene bildgebende Untersuchungsverfahren wie Sonographie, CT und MRT eine entscheidende Rolle in Diagnose und Verlaufsbeobachtung der Erkrankung.

Diese Verfahren zeigen jedoch erhebliche Unterschiede in Aufwand, Kosten-Nutzen, sowie Belastung des Patienten sowohl untereinander, als auch im Vergleich zur Endoskopie.

1.3 Diagnostische Verfahren

1.3.1 Magnetresonanztomographie und Computertomographie

Neue computertomographische Untersuchungen ergaben einen Zusammenhang zwischen radiologisch nachweisbaren Darmwandveränderungen und histologisch nachweisbaren entzündlichen Infiltraten der korrespondierenden Darmabschnitte; ähnliche Ergebnisse konnten für die Magnetresonanztomographie (MRT) belegt werden [5; 11; 13; 14].

Die Computertomographie ist aufgrund ihrer hohen Strahlenbelastung und der Notwendigkeit der Verwendung jodhaltiger Kontrastmittel im Rahmen der häufig erforderlichen Verlaufskontrollen für die Diagnosestellung des insbesondere sehr jungen Patientenkollektives eher ungeeignet [2; 30; 31; 38; 64]. Zusätzlich ist für die Durchführung der Computertomographie zur Darstellung von Darmstrukturen eine extensive Vorbereitung des Patienten notwendig: hierzu zählen vor allem abführende Maßnahmen und Nahrungskarenz, als auch die invasive Applikation von intravenösem oder oralem Kontrastmittel über nasojejunale oder anorektale Sonden [11; 31]. Nicht zuletzt aufgrund der Anwendung sedierender Medikamente zur Durchführung der Untersuchung, als auch ihrer im Vergleich zu den übrigen nicht invasiven bildgebenden Verfahren geringsten Sensitivität und Spezifität bei der Erkennung chronisch entzündlichen Darmerkrankungen ist die Computertomographie sowohl bei Patienten als auch Untersuchern wenig geschätzt [2; 30].

Insbesondere für die Erkennung früher Erkrankungszeichen sind sowohl die Computertomographie als auch die Magnetresonanztomographie unzweckmäßig, da sie sich fast ausschließlich auf das Vorhandensein einer verdickten Darmwand stützen. Nichtsdestotrotz kann der Grad der Anreicherung von Kontrastmittel in der Darmwand bei bekannter chronisch entzündlicher Darmerkrankung als Korrelat der Entzündungsaktivität verwendet werden [31]. Darüberhinaus ist die Computertomographie der Magnetresonanztomographie in der Darstellung der Erkrankungskomplikationen, insbesondere bei Fisteln und Abszessen, unterlegen [31; 82]. Bei der Beurteilung des Rektums ist die Computertomographie aufgrund der notwendigen

rektalen Kontrastmittelapplikation nicht aussagekräftig und daher in dieser Studie nicht weiter berücksichtigt.

Im Gegensatz zur Computertomographie ist die Magnetresonanztomographie strahlungsfrei [26; 30; 33; 82] und bietet gegenüber der Ultraschalluntersuchung den bedeutenden Vorteil die angefertigten Bilder für eine erneute Befundung im Rahmen der kontinuierlichen Verlaufskontrolle vollständig speichern zu können. Eine Re-Evaluation einer dynamischen Ultraschalluntersuchung anhand der zu Dokumentationszwecken angefertigten statischen Bilder ist, wenn überhaupt, nur sehr eingeschränkt möglich [30]. Dennoch benötigt auch die Magnetresonanztomographie extensive Vorbereitung des Patienten. So ist die Vorbereitung des Darmes mit abführenden Maßnahmen wie z.B. Klysmen oder dem Trinken von Spüllösungen sowie die Verwendung von enteralen Kontrastmitteln obligat, um eine sichere Diagnosestellung gewährleisten zu können [31; 33; 82]. Die Applikation des Kontrastmittels über eine anorektale Sonde erhöht die Sensitivität und Spezifität [30] bei der Erkennung von chronisch entzündlichen Darmerkrankungen gegenüber der weitaus patientenfreundlicheren oralen Applikation [31]. Am häufigsten verwendet werden die T1- und die T2-Wichtung bei der Beurteilung von Darmstrukturen. Die T2-Wichtung eignet sich besonders um die Darmwandschichtung zu beurteilen, die T1-Wichtung dagegen zur Beurteilung einer etwaigen Kontrastmittelanreicherung [31]. Insgesamt ist die Magnetresonanztomographie am ehesten indiziert zur Darstellung von Fisteln, Abszessen und vergrößerten Lymphknoten [26; 31; 33; 38; 53; 55; 73; 82].

1.3.2 Koloskopie

Zahlreiche Studien beschreiben die Koloskopie als das Mittel der Wahl zur Diagnosestellung und Verlaufskontrolle bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen [2; 25; 30; 31; 46; 50; 51; 59; 60; 64; 67; 73; 74]. Als invasives diagnostisches Verfahren erlaubt die Koloskopie die direkte bildliche intraluminale Darstellung der Schleimhautoberfläche und ist so als einziges Verfahren in der Lage auch frühe Krankheitsstadien sicher zu erkennen, jedoch nicht die transmurale Ausdehnung des

Befundes [11; 30; 51; 59; 60] oder das Ausmaß extraintestinaler Pathologien und Komplikationen [82]. Neben der rein diagnostischen Komponente eignet sich die Koloskopie auch für Interventionen wie beispielsweise die Bougierung von Stenosen oder das Verschließen von Fisteln. Gleichzeitig bringt dies die Notwendigkeit der im Vergleich mit den anderen nicht invasiven bildgebenden Verfahren größten Aufwand der Darmvorbereitung durch abführende Maßnahmen mit sich. Desweiteren ist die Koloskopie mit erheblichen Eingriffen in die Intimsphäre des Patienten verbunden und wird gemeinhin als sehr unangenehm empfunden und ist deshalb insbesondere in der Verlaufskontrolle von chronisch entzündlichen Darmerkrankungen mit geringer Akzeptanz verbunden [30; 33; 45; 50; 60; 74]. Darüber hinaus birgt die direkte invasive Untersuchung insbesondere im akuten Schub stets die erhöhte Gefahr einer Darmwandperforation [31; 43; 45; 48; 59; 60; 74].

Dennoch hat die Koloskopie unangefochten den höchsten Stellenwert bei der Primärdiagnostik chronisch entzündlicher Darmerkrankungen, da sie die Gewinnung histologischer Proben durch die Stufenbiopsie erlaubt und somit als einziges Verfahren die sichere Differenzierung zwischen Morbus Crohn und Colitis ulcerosa zulässt [60]. Auch bei der frühzeitigen Erkennung von Dysplasien und Frühstadien einer Krebserkrankung nimmt die Koloskopie nach wie vor einen hohen Stellenwert in der Verlaufskontrolle bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen ein [60; 73].

1.3.3 Transabdominale Darmwandsonographie

In diesem Kontext hat sich die Darmwandsonographie unter den bildgebenden Verfahren als belastungsarme, schnell verfügbare und kostengünstige diagnostische Methode in der Primärdiagnostik und Verlaufskontrolle chronisch entzündlicher Darmerkrankungen etabliert [26; 30; 31; 38; 46; 51; 54; 55; 59; 60; 73; 82].

Darüber hinaus benötigt die Ultraschalluntersuchung als nicht invasives Verfahren weder eine aufwendige Vorbereitung wie abführende Maßnahmen, noch ist für die Untersuchung selbst Kontrastmittel notwendig, sodass die sonographische Darstellung

der Darmwand bei den Patienten als auch Untersuchern hohe Akzeptanz besitzt [25; 31; 46; 60]. Als einzige dynamische Untersuchung in Echtzeit ermöglicht die Sonographie außerdem die Beurteilung von Peristaltik, Kompressibilität und Verschieblichkeit intestinaler Strukturen [38; 54; 74]. Gerade deshalb sind in den vergangenen Jahren große Anstrengungen unternommen worden, die transabdominale Darmwandsonographie als Mittel der Wahl zur Verlaufskontrolle bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen einzuführen [45; 46; 55; 59; 60; 67]. Zwar ist die transabdominale Ultraschalluntersuchung in der Lage die Anzeichen und Komplikationen chronisch entzündlicher Darmerkrankungen wie verdickte Darmwandabschnitte, Abszesse, Fistelbildungen und tiefe Ulzerationen sowie die transmurale Ausdehnung der Entzündung zu erfassen [2; 14; 43; 47; 48; 51; 73; 74], nichtsdestotrotz sind noch keine validen Grenzwerte, insbesondere für die Dicke der Darmwand, festgelegt [54]. Zahlreiche Studien verwenden als cut-off-Werte einer verdickten Darmwand drei bzw. vier Millimeter. Je niedriger dieser Grenzwert gewählt wird, desto höher ist zwar die Sensitivität bei der Erkennung chronisch entzündlicher Darmerkrankungen, allerdings zu Lasten der Spezifität [31; 45; 46; 51; 60; 72]. Die höchste diagnostische Genauigkeit (94,1% Sensitivität und 98,9% Spezifität) wurde bei einem cut-off-Wert von vier Millimetern erreicht [30].

Während die Untersuchung der Darmwand im Bereich der verschiedenen Colon-Abschnitte zuverlässig reproduzierbare Ergebnisse liefert, war die Darstellung von Rektum und Analkanal durch geringe Eindringtiefe und Auflösung der bisher verwendeten Ultraschallköpfe limitiert bzw. ein Resort der invasiven Endosonographie [39; 43; 46; 53; 54; 60; 72; 73]. Für die Erkennung chronisch entzündlicher Darmerkrankungen war die Sensitivität und Spezifität der Darmwandsonographie im Bereich des Colon descendens und sigmoideum am höchsten (81% bzw. 95% bei Morbus Crohn und 98% bei Colitis ulcerosa), für das Rektum am geringsten (18% bei Morbus Crohn und 15% bei Colitis ulcerosa) [26]. Vorrangig ist dies für Patienten mit Colitis ulcerosa, welche einen regelhaften Befall des Rektums aufweisen, aber auch für an Morbus Crohn Erkrankte mit Rektumbefall von großer Bedeutung [2]. Allerdings verwendeten bisherige Studien zur

Darstellung der Darmwand vor allem Linear- und Matrixschallköpfe im Bereich von 3,5 bis 10 MHz [25; 45; 48; 51; 54; 60; 67; 74; 80].

Mit der hohen Auflösung der in dieser Studie verwendeten Curved Array Schallköpfe mit 1-5 MHz bzw. 2-5 MHz lassen sich neben der reinen Dicke der Darmwand auch die charakteristischen fünf Schichten der Darmwand bildmorphologisch abgrenzen [8; 51; 54; 72; 80]. Eine Aufhebung dieser Schichtung ist ein unspezifisches Zeichen für einen akut entzündlichen Prozess, insbesondere typisch bei Morbus Crohn [2; 38; 80].

Die Darstellung der Darmwandschichtung und ihr morphologisches Korrelat sind in Tabelle 1 und Abbildung 1 dargestellt.

Tabelle 1: Sonographische Darmwandschichtung mit histologischem Korrelat

Sonographie	Histologie
1. echoreiche Schicht	Eintrittsreflex, Mukosa
2. echoarme Schicht	Mukosa
3. echoreiche Schicht	Submukosa
4. echoarme Schicht	Muscularis propria
5. echoreiche Schicht	Serosa/Subserosa, Austrittsreflex

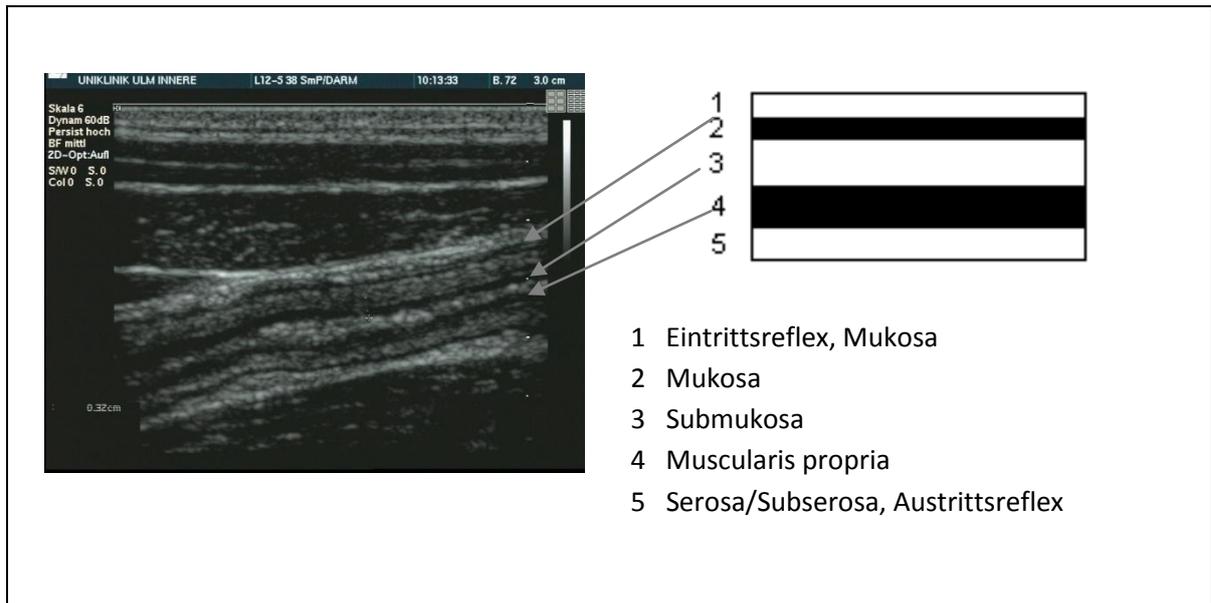


Abbildung 1: Verdickte Darmwand bei Morbus Crohn mit noch erkennbarer Wandschichtung (Ultraschallbefund / Schema)

Eine Differenzierung der Wandschichten ist in der Akutphase aufgrund der crohntypischen transmuralen Entzündungsausdehnung oft nicht mehr möglich, in ausgeprägten Fällen ist nur eine verdickte, homogen echoarme und verwaschene Darmwandstruktur zu erkennen [46]. Ein weiteres Zeichen einer floriden Entzündung der Darmwand ist die mittels Powerdopplersonographie nachweisbare erhöhte Darmwandvaskularisation [2]. Studien, welche die Darmwandvaskularisation mit der Powerdopplersonographie untersuchten, zeigten sowohl eine Korrelation mit klinischen Scores [14; 52] als auch mit der Endoskopie [76]. Ein Vorteil der Darstellung der Darmwandgefäße mittels Powerdoppler ist, entzündliche von post-entzündlichen, fibrotischen Wandverdickungen unterscheiden zu können. Die retrospektive Auswertung eigener Daten zeigte eine powerdopplersonographisch nachweisbare vermehrte Darmwandvaskularisation des terminalen Ileums und korreliert mit einer histologisch nachweisbaren Entzündungsaktivität [35].

Eine mögliche Einteilung der Darmwandvaskularisation ist die nach Limberg et al. [14; 40], bei der es sich um eine semiquantitative Klassifikation des Vaskularisierungsgrades in verschiedene Stadien handelt ohne jedoch die Anzahl der visualisierbaren Gefäße pro Quadratzentimeter zu berechnen. Eine schematische Darstellung dieser Einteilung ist Abbildung 2 zu entnehmen.



Legende: W=Wand, L=Lumen

Abbildung 2: Schematische Darstellung der Darmwand mit Veränderungen der Durchblutung nach Limberg [40]

In zahlreichen aktuellen Studien zur bildgebenden Diagnostik bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen wird der Ultraschall diagnostik der höchste Stellenwert gegenüber anderen weitaus aufwendigeren und nicht ubiquitär verfügbaren bildgebenden Verfahren wie der Magnetresonanztomographie oder der Computertomographie insbesondere bei der Darstellung der Darmwand eingeräumt [30].

Nichtsdestotrotz wurde nicht zuletzt aufgrund fehlender Aussagekraft bisher angewandter Schallköpfe mit drei, fünf und sieben Megahertz die Darstellung des Rektums in der Diagnostik chronisch entzündlicher Darmerkrankungen vernachlässigt [60; 72].

Im Vergleich mit anderen diagnostischen Verfahren wie der Koloskopie, der Endo- bzw. Perianalsonographie ist die transabdominale Sonographie von Darmstrukturen mit wesentlich geringerem Zeitaufwand verbunden und darüber hinaus für den Patienten unter der Wahrung der Intimsphäre und völlig schmerzfrei möglich [30; 60].

1.4 Ziele dieser Studie

Ziel dieser Studie ist es, den neu entwickelten Curved Array Schallkopf mit 1-5 MHz in der Diagnostik von Patienten mit chronisch entzündlichen Darmerkrankungen mit dem Curved Array Schallkopf mit 2-5 MHz insbesondere in Bezug auf die Darstellung des Rektums sowie mit der sehr aufwendigen Darstellung mittels Magnetresonanztomographie zu vergleichen und Normwerte für die Darmwanddicke des Rektums zu etablieren.

2 Material und Methoden

2.1 Setting

In der Ultraschalldiagnostik der Klinik für Innere Medizin I am Oberen Eselsberg werden täglich zwischen 30 bis 70 stationäre und ambulante Patienten des gesamten Universitätsklinikum Ulm mittels vier moderner Ultraschallgeräte untersucht. Neben der Abdomensonographie gehören die Untersuchung der Schilddrüse und die Darmwandsonographie sowie die Durchführung therapeutischer und diagnostischer Punktionen zu den Hauptarbeitsfeldern der Ultraschalldiagnostik.

Die Darmwandsonographie wird seit 1992 mit jährlich steigender Tendenz betrieben. Im Jahr 2009 wurden insgesamt 1406 Darmwandsonographien durchgeführt. Im Studienzeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010 waren es insgesamt 564 Untersuchungen der Darmwand.

Das Patientengut in der Sonographie umfasst sowohl stationäre Patienten aus dem gesamten Universitätsklinikum Ulm und umliegenden Kliniken, Notfallpatienten als auch ambulante Patienten der Spezialambulanzen (u.a. Crohn-Colitis-Ambulanz) und von niedergelassenen Ärzten der Umgebung.

Für die Untersuchung der Patienten stehen neben dem in der Studie verwendeten Ultraschallgerät Philips iU22 drei Geräte der Marke Philips HDI 5000 zur Verfügung. Das verwendete Ultraschallgerät Philips iU22 bietet sowohl modernste Ausstattung als auch einfache Bedienung. Neben dem tissue harmonic Doppler imaging steht auch ein contrast harmonic imaging, eine hohe Auflösung, sowie der Einsatz von verschiedenen Ultraschallsonden zur Verfügung.

In der Studie wurden die beiden Konvexschallköpfe (curved-array) C2-5 MHz und C1-5 MHz vergleichend angewandt. Ein Vorteil dieser Schallköpfe ist insbesondere die großflächige Darstellung der untersuchten Strukturen mit gutem Gesamtüberblick, bei jedoch schlechterer lateraler Auflösung. Ein ebenfalls mit dem Ultraschallgerät Philips iU22 anwendbarer Linearschallkopf, beispielsweise für die Darstellung der Schilddrüse,

oberflächlicher Weichteilstrukturen, Lymphknoten oder auch der Darmwand erzeugt ein rechteckiges Ultraschallbild und hat somit den Vorteil einer gleichbleibenden Bildqualität mit zunehmender Eindringtiefe. Der Konvexschallkopf C1-5 MHz ermöglicht durch seinen erweiterten Frequenzbereich bis 1 MHz und des TSI (tissue specific imaging) eine größere Eindringtiefe im Abdomen und somit eine bessere Darstellung von Strukturen in der Tiefe beispielsweise des Rektums. Durch Korrektur der Schallgeschwindigkeit (tissue aberration correction) erlaubt er außerdem eine verbesserte Darstellung bei schwierigen Untersuchungsbedingungen wie z.B. Adipositas.

Die Rektumsonographie in dieser Studie wurde von einem erfahrenen Untersucher durchgeführt. Insgesamt weist dieser Untersucher eine Gesamtzahl von 5966 Darmwandsonographien auf. Im Jahr 2009 wurden 472 Darmwandsonographien von diesem Untersucher durchgeführt, im Studienzeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010 waren es 280 Untersuchungen.

Die Abteilung der Inneren Medizin I des Universitätsklinikum Ulm betreibt zahlreiche Spezialambulanzen zu verschiedenen Krankheitsbildern und Symptomkomplexen. Die Sprechstunde der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen (Crohn-Colitis-Ambulanz) findet jeden Mittwoch und Donnerstag von 8:00 bis 13:00 statt. Bei akuten Notfällen können sich Patienten jederzeit über die internistische Notaufnahme am Oberen Eselsberg vorstellen. Im Rahmen der Sprechstunde wird bei jedem Patienten die Anamnese erhoben und eine körperliche Untersuchung durchgeführt. Gegebenenfalls erfolgen im Anschluss eine Darmwandsonographie und in der Regel eine Blutentnahme mit Bestimmung der Entzündungsparameter, des Blutbildes und anderer Werte. Weitere mögliche Untersuchungen sind die Endoskopie mit Gastroduodenoskopie und/oder Koloskopie, Endosonographie, CT und MRT. In einer Zusammenschau aus klinischen, laborchemischen, histologischen und apparativen Parametern wird die Diagnose einer chronisch entzündlichen Darmerkrankung gestellt. Im Anschluss werden in regelmäßigen Abständen Verlaufskontrollen zur Therapieanpassung durchgeführt.

Im Jahr 2009 wurden insgesamt 1929 Patienten in der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen behandelt. Von diesen Patienten erhielten insgesamt

525 eine Darmwandsonographie. Im Studienzeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010 wurden insgesamt 201 Patienten der Spezialambulanz mittels Darmwandsonographie untersucht.

Die nativdiagnostische Untersuchung mittels Magnetresonanztomographie erfolgte in dieser Studie mittels eines Siemens 1,5 Tesla Magnetom Avanto mit Anfertigung einer Beckenaufnahme. Die Untersuchung erfolgte in der Sequenz T2w TRUFI transversal, FOV 340 x 340 mit einer Schichtdicke von 3 mm bzw. in der Sequenz T2w TSE transversal, FOV 250 x 250 mit einer Schichtdicke von 5 mm. Die Patienten erhielten zur Vorbereitung 300 bis 500 ml rektal applizierte Tylose-Lösung, je nach Tolerierung. Im Anschluss wurden die Aufnahmen verblindet von zwei erfahrenen Fachärzten für Radiologie der Abteilung für diagnostische und interventionelle Radiologie der Universitätsklinik Ulm in Hinblick auf Wanddicke des proximalen, mittleren und distalen Rektumabschnittes ausgewertet.

2.2 Auswahlschema

2.2.1 Ein- und Ausschlusskriterien

In die vorliegende Studie wurden volljährige Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen der Abteilung Innere Medizin I des Universitätsklinikums Ulm aufgenommen, die mittels Darmwandsonographie untersucht worden sind. Die Patientenauswahl und Datenerhebung mittels eines standardisierten Fragebogens wurde von einer Studierenden im klinischen Studienabschnitt über den Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010 durchgeführt. Die transabdominale Rektumsonographie erfolgte durch einen erfahrenen Untersucher, die verblindete Auswertung der MRT-Befunde durch zwei erfahrene Fachärzte für Radiologie.

Als Grundgesamtheit definiert wurden alle Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen, die im Rahmen ihrer Vorstellung eine Darmwandsonographie erhielten. Ausgeschlossen wurden alle minderjährigen Patienten und diejenigen Patienten, die eine Darmwandsonographie aus anderer Indikation

erhielten. Anhand des Ultraschallbefundes wurden die Patienten im Nachhinein in zwei Gruppen eingeteilt. In die erste Gruppe wurden alle Patienten aufgenommen, deren mittels des C1-5 MHz Schallkopfes maximal gemessene Wanddicke in der transabdominalen Rektumsonographie ≤ 4 mm betrug. Die zweite Gruppe umfasste diejenigen Patienten, deren mittels des C1-5 MHz Schallkopfes maximal gemessene Wanddicke > 4 mm ergab.

Alle in das Studienkollektiv aufgenommenen Patienten haben schriftlich der Teilnahme an der/den Untersuchungen und der Verwertung ihrer Daten im Rahmen dieser Studie zugestimmt. Darüber hinaus wurden sie ausführlich über die Ziele dieser Studie unterrichtet und hatten ausreichende Möglichkeit Fragen sowohl zum Inhalt der Studie, als auch zum Schutz Ihrer Daten zu stellen.

2.2.2 Datenerhebung

In unmittelbarem zeitlichem Zusammenhang zur Ultraschalluntersuchung der Patienten wurden eine Befragung anhand eines standardisierten Fragebogens zum Krankheitsverlauf, aktueller Beschwerdesymptomatik, Begleiterkrankungen, aktueller Therapie und anderer Parameter durchgeführt.

Mit Hilfe dieser Daten und einiger Laborwerte (u.a. Hämatokrit, Hämoglobin, BSG, CRP), die dem klinischen Befunddokumentationssystem der Universitätsklinik Ulm entnommen wurden, wurde die klinische Erkrankungsaktivität mittels des CDAI (Crohn's Disease Activity Index nach Best) für Patienten mit Morbus Crohn und mittels des CAI (Colitis Activity Index) für Patienten mit Colitis ulcerosa berechnet. Die Berechnung dieser beiden Aktivitätsindizes ist Tabelle 2 und Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 2: Berechnung des Crohn's Disease Activity Index (CDAI) nach Best

Legende: Hkt=Hämatokrit

Anzahl weicher Stühle in der letzten Woche	x 2
Grad der Bauchschmerzen in der letzten Woche keine = 0, gering = 1, mäßig = 2, stark = 3	x 5
Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens in der letzten Woche keine = 0, gering = 1, mäßig = 2, stark = 3, unerträglich = 4	x 7
Anzahl der Crohn-assoziierten Symptome Gelenkbeschwerden, Arthritis Erythema nodosum Stomatitis aphosa Temperatur > 37,5°C Iritis, Uveitis Pyoderma gangraenosum Analfissur, Fisteln Abszesse	x 20
Symptomatische Durchfallbehandlung ja = 1, nein = 0	x 30
Resistenz im Abdomen palpabel nein = 0, fraglich = 2, sicher = 5	x 10
Hämatokrit Frauen: 42-Hkt, Männer: 47-Hkt	x 6
Gewicht Formel: $(1 - \text{Gewicht} / \text{Standardgewicht})$	x 100

Der errechnete CDAI wurde nach Stange et al. 2006 in mehrere Schweregrade eingeteilt [78]. Nach dieser Klassifikation entspricht ein CDAI von < 150 einer Remission, Werte zwischen 150 und 220 einer milden aktiven Entzündung und Werte zwischen 221 und 450 einer moderaten Entzündung. CDAI-Werte von > 450 entsprechen einer schweren Entzündung.

Tabelle 3: Berechnung des Colitis Activity Index (CAI)

Legende: BSG=Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit, Hb=Hämoglobin

Anzahl der Stühle pro Woche

< 18 = 0, 18 - 35 = 1, 36 - 60 = 2, > 60 = 3

Blut im oder auf dem Stuhl

kein = 0, wenig = 2, viel = 4

Allgemeinbefinden

gut = 0, mäßig = 1, schlecht = 2, sehr schlecht = 3

Bauchschmerzen

keine = 0, leicht = 1, mäßig = 2, stark = 3

Fieber infolge der Kolitis

37 = 0, > 38 = 3

Extraintestinale Manifestationen

Iritis = 2, Erythema nodosum = 3, Arthritis = 3

Laborbefunde

BSG > 50 mm (1 h) = 1, > 100 mm = 2, Hb < 10,0 g % = 4

Die Beurteilung der klinischen Krankheitsaktivität bei Patienten mit Colitis ulcerosa erfolgt mittels des CAI nicht anhand verschiedener Schweregrade, sondern lediglich durch die Feststellung ob ein akuter Schub vorliegt oder nicht. Indexwerte von > 4 sind beim CAI vereinbar mit einem akuten Schub.

Für die transabdominale Rektumsonographie wurde mittels des C1-5 MHz Schallkopfes zunächst die Blase in allen drei Dimensionen (Länge, Breite, Tiefe) vermessen und daraus später das Blasenvolumen in Milliliter berechnet. Im Anschluss erfolgte bei den männlichen Probanden eine Vermessung der Prostata, bei den weiblichen Probanden wurde lediglich die Darstellbarkeit des Uterus vermerkt. Das Rektum wurde mittels des C1-5 MHz und des C2-5 MHz Schallkopfes in Hinblick auf Darstellbarkeit (gut, mittel, schlecht, nicht darstellbar) und darstellbare Abschnitte (proximal, Mitte, distal, alle) beurteilt und jeweils seine maximal darstellbare Länge gemessen. Desweiteren wurde die

Darstellbarkeit des Sigmas registriert. Bezüglich der Darmwand des Rektums wurde in den darstellbaren Abschnitten mit beiden Schallköpfen die maximale Wanddicke sowohl im Längs- als auch Querschnitt vermessen und der größte gemessene Wert dokumentiert. Die Darmwandschichtung wurde beurteilt hinsichtlich einer erhaltenen, angedeuteten erhaltenen oder aufgehobenen Wandschichtung. Im Anschluss wurde die Darmwand des Rektums bezüglich ihrer Vaskularisation mittels Power- und Farbdoppler beurteilt und nach der Limberg-Klassifikation der entsprechende Schweregrad zugeordnet. Beispiele für die Darstellung und Vermessung des Rektums, seiner Abschnitte und der Wanddicke sind Abbildung 3 und Abbildung 4 zu entnehmen.



Abbildung 3: Transabdominal sonographische Darstellung des Rektums im Längsschnitt mit Messung der Darmwanddicke mittels des Curved Array Schallkopfes 1-5 Megahertz bei einer Patientin des Gesamtkollektives der 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

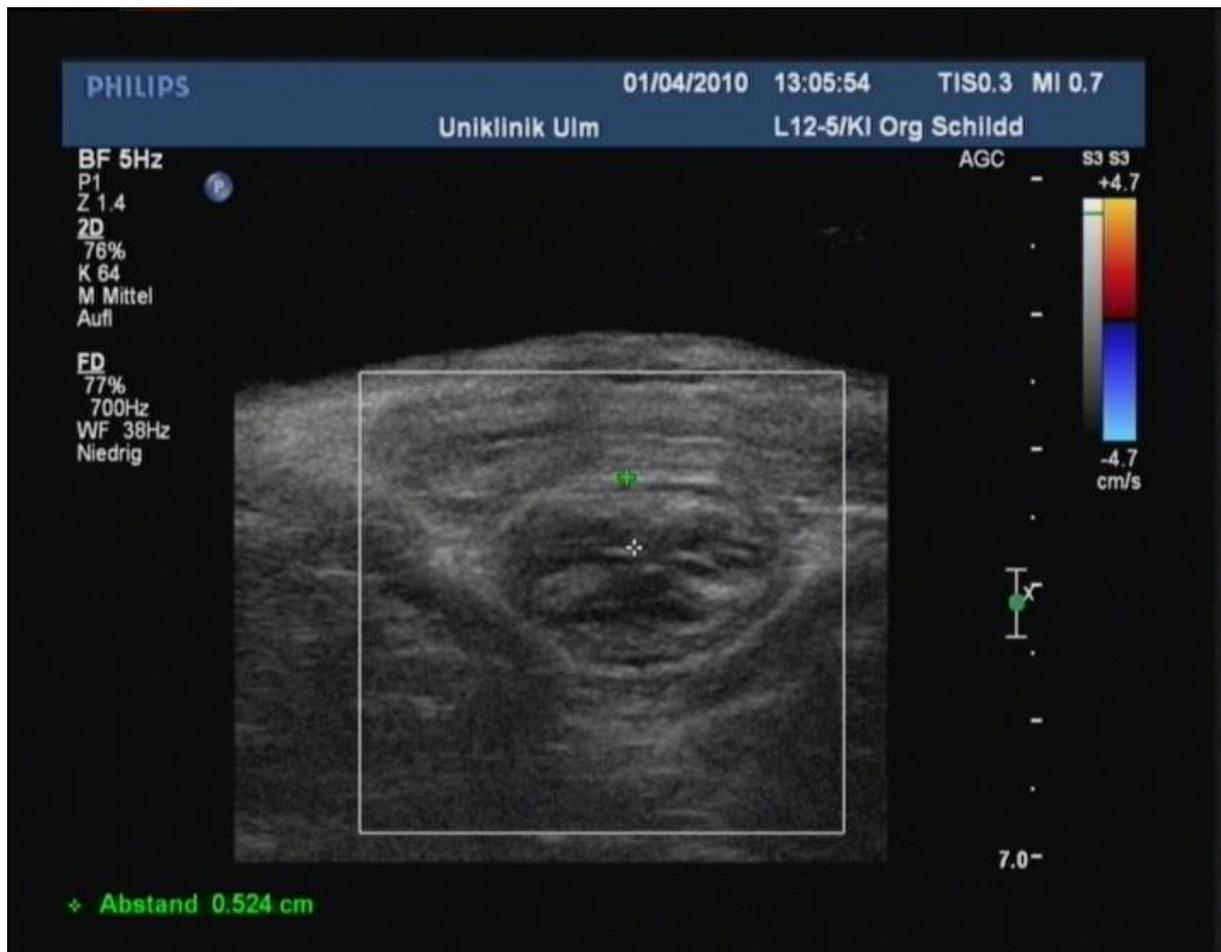
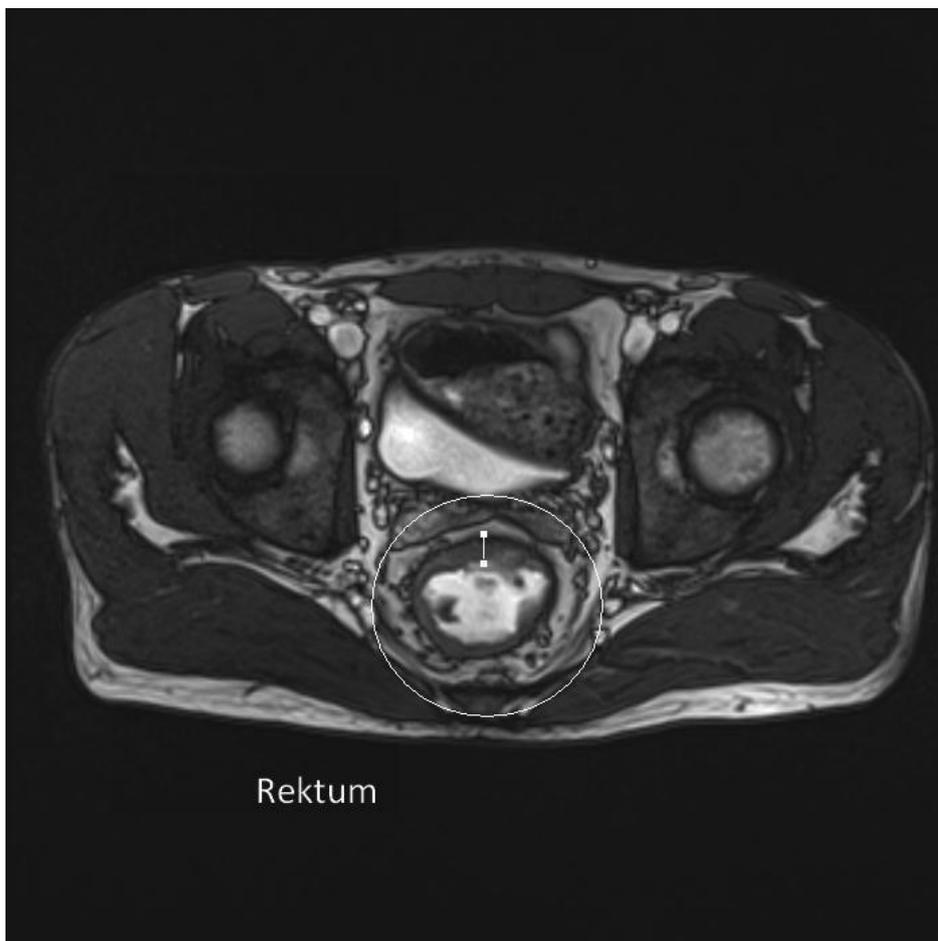


Abbildung 4: Transabdominal sonographische Darstellung des Rektums im Querschnitt mit Messung der Darmwanddicke mittels des Curved Array Schallkopfes 1-5 Megahertz bei einer Patientin des Gesamtkollektives der 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

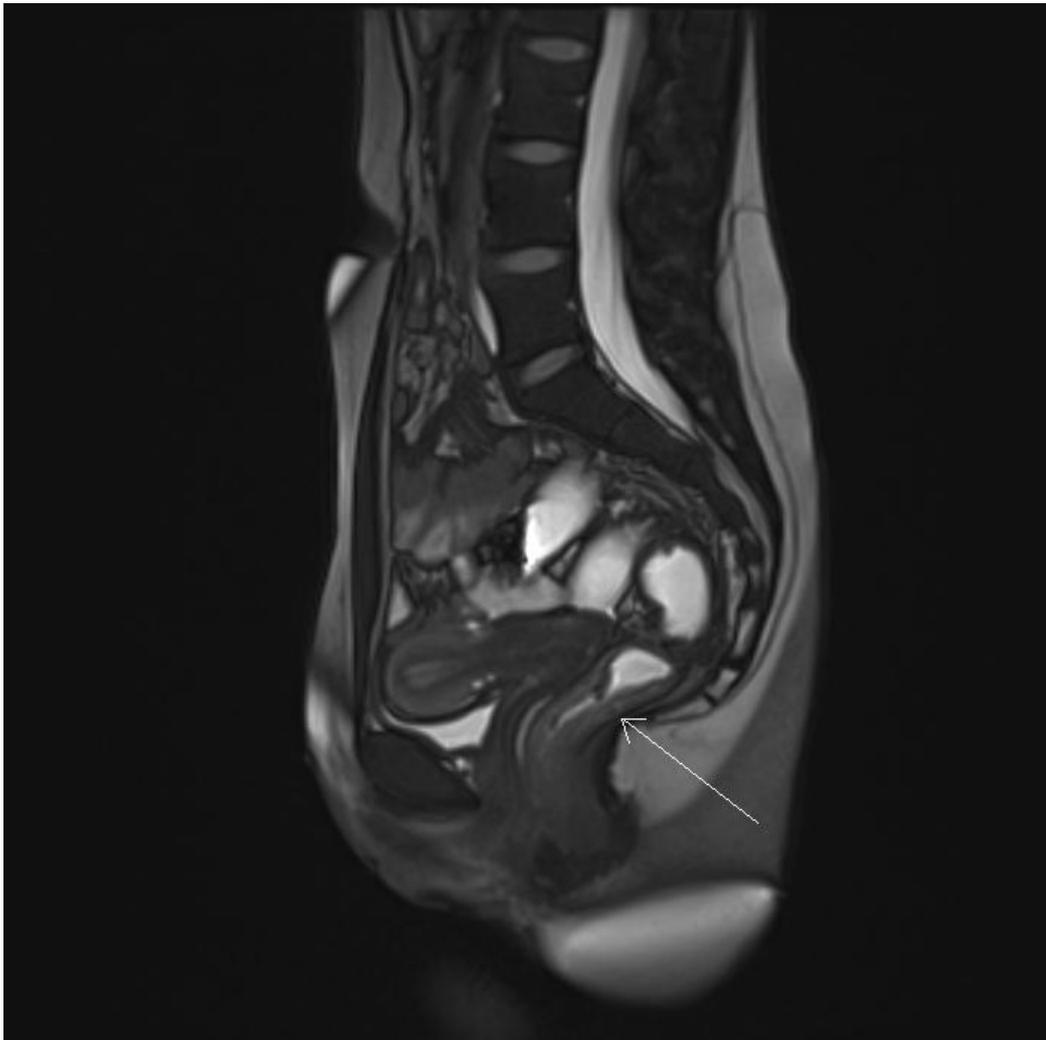
Unmittelbar nach der transabdominalen Rektumsonographie erklärten sich insgesamt elf Patienten des Gesamtkollektives bereit eine MRT-Beckenaufnahme anfertigen zu lassen. Diese Untersuchung wurde als Goldstandard zur Beurteilung der Darmwanddicke des Rektums definiert und dient als Vergleichsparameter zur Beurteilung der Messwerte mittels des C1-5 MHz und des C2-5 MHz Schallkopfes.

Wie bereits erwähnt wurden alle Patienten, die mittels MRT untersucht wurden, ausführlich über die Untersuchung aufgeklärt und hatten ausreichend Gelegenheit Fragen zu stellen. Die Beckenaufnahme wurde wie oben beschrieben durchgeführt und anschließend in Hinblick auf Wanddicke des Rektums ausgewertet. Die Darstellung des Rektums mittels Magnetresonanztomographie ist in den Abbildungen 5 und 6 exemplarisch dargestellt.



Legende: Kreis markiert das Rektum; Quadrate markierten die Darmwand des Rektums

Abbildung 5: Magnetresonanztomographie des Beckens im Transversalschnitt (T2-Wichtung) mit Darstellung des Rektums bei einem Patienten mit verdickter Darmwand aus dem Gesamtkollektiv der 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010



Legende: Pfeilspitze markiert das Rektum

Abbildung 6: Magnetresonanztomographie des Beckens im Sagittalschnitt (T2-Wichtung) mit Darstellung des Rektums bei einem Patienten mit verdickter Darmwand aus dem Gesamtkollektiv der 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

2.3. Auswertung und Statistik

Die folgenden mittels des standardisierten Fragebogens erfassten Daten wurden gemeinsam mit den Laborwerten aus dem klinischen Befunddokumentationssystem sowie den Messungen und ermittelten Daten aus den durchgeführten Untersuchungen in eine Datenbank eingepflegt:

1. Name, Vorname des Patienten
2. Geburtsdatum, Alter
3. Geschlecht
4. Untersuchungsdatum
5. Gruppe (entsprechend der gemessenen Darmwanddicke)
6. Größe, Gewicht, BMI
7. Jahr der Erstdiagnose
8. Art der CED
9. Anzahl und Datum der Operationen in Zusammenhang mit der CED
 - a. Ileozökalresektion
 - b. Hemikolektomie rechts
 - c. Hemikolektomie links
 - d. Strikturoplastik
 - e. andere
10. Anzahl und Datum der sonstige Bauchoperationen
 - a. Appendektomie
 - b. Cholezystektomie
 - c. Hernien
 - d. Ovar/Tube/Uterus
 - e. Sectio
 - f. andere
11. aktuelle Medikation
12. Alkohol-, Nikotinkonsum (Häufigkeit, packyears)
13. Allergien

14. Familienanamnese
15. aktuelle Beschwerdesymptomatik (Art, Dauer)
16. Schmerzanamnese (Lokalisation, Qualität, Dauer, Intensität)
17. Stuhlanamnese (Frequenz, Qualität, Hämatochezie)
18. Manifestationsorte der CED
19. Komplikationen
 - a. Malabsorptionssyndrom
 - b. Cholezystolithiasis
 - c. Nephrolithiasis
 - d. Darmstenose
 - e. Ileus
 - f. Darmperforation
 - g. Fistel
 - h. Abszess
 - i. Analfissur
 - j. Kolorektalkarzinom
 - k. andere
20. extraintestinale Manifestationen
 - a. Iridozyklitis/Uveitis
 - b. Erythema nodosum
 - c. Pyoderma gangraenosum
 - d. Arthritis
21. Fieber (Dauer, maximal gemessene Temperatur)
22. Übelkeit, Erbrechen (Dauer, Häufigkeit)
23. Appetit
24. CDAI bzw. CAI

Die deskriptive Auswertung und Erstellung der eingefügten Diagramme erfolgte mit dem Programm Excel 2007. Die statistischen Berechnungen wurden mit Hilfe der Statistik-Software SAS 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA) angefertigt. Für qualitative Merkmale wurde der Mittelwert mit Standardabweichung berechnet. Unterschiede zwischen den beiden Schallköpfen wurden bei quantitativen Merkmalen mit dem Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test und bei qualitativen Merkmalen mit dem MC-Nemar Test (Test auf Symmetrie nach Bowker) ermittelt. Im Anschluss daran folgte eine bivariate Analyse. Mit der einfaktoriellen Varianzanalyse wurden die potentiellen Einflussgrößen wie z.B. Stuhlfrequenz, Schmerzintensität, Schmerzdauer, CDAI, CAI oder CRP-Wert auf einen Zusammenhang mit der Wanddicke geprüft. Das Signifikanzniveau lag bei $\alpha = 0.05$ und wurde auf vier Nachkommastellen genau angegeben, Odds Ratio und 95%-Konfidenzintervall auf drei Nachkommastellen.

Diese Studie wurde der Ethikkommission der Universität Ulm vorgelegt und von dieser zustimmend begutachtet.

3. Ergebnisse

3.1 Altersverteilung

Für die Teilnahme an dieser Studie konnten insgesamt 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm, die mittels transabdominaler Rektumsonographie untersucht worden sind, gewonnen werden. Von 107 Patienten, die schriftlich ihre Zustimmung zur Teilnahme an der Studie erklärt hatten, wurden nachträglich vier Patienten von der Datenauswertung ausgeschlossen (bei drei Patienten konnte lediglich das Sigma aber nicht das Rektum dargestellt werden, bei einem Patienten war weder das Sigma noch das Rektum mittels Ultraschall einsehbar). Das untersuchte Patientenkollektiv setzte sich aus 50 weiblichen und 53 männlichen Probanden zusammen und wies ein mittleres Alter von 37,4 Jahren (Standardabweichung 12,6 Jahre) auf. Die in der Studie untersuchten Frauen waren im Mittel 39,7 Jahre (Standardabweichung 14,4 Jahre) alt; die männlichen Teilnehmer wiesen ein mittleres Alter von 35,3 Jahren (Standardabweichung 10,4 Jahre) auf. Tabelle 4 und Abbildung 7 zeigen die Verteilung der Studienteilnehmer in den verschiedenen Altersgruppen.

Tabelle 4: Einteilung der 103 Studienteilnehmer der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010 nach Altersgruppen

Altersgruppen	Männer	Frauen	Gesamt
≤ 20	4	3	7
21-30	17	13	30
31-40	13	13	26
41-50	16	10	26
≥ 51	3	11	14
	53	50	103

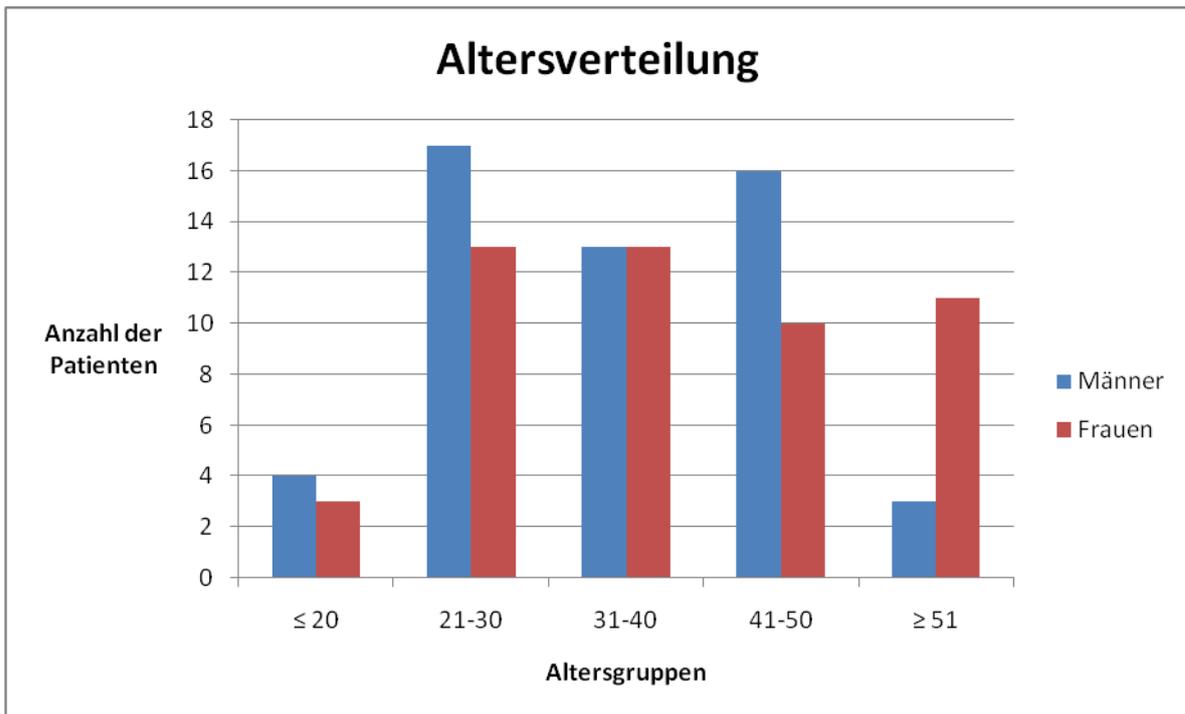


Abbildung 7: Altersverteilung der 103 Studienteilnehmer der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

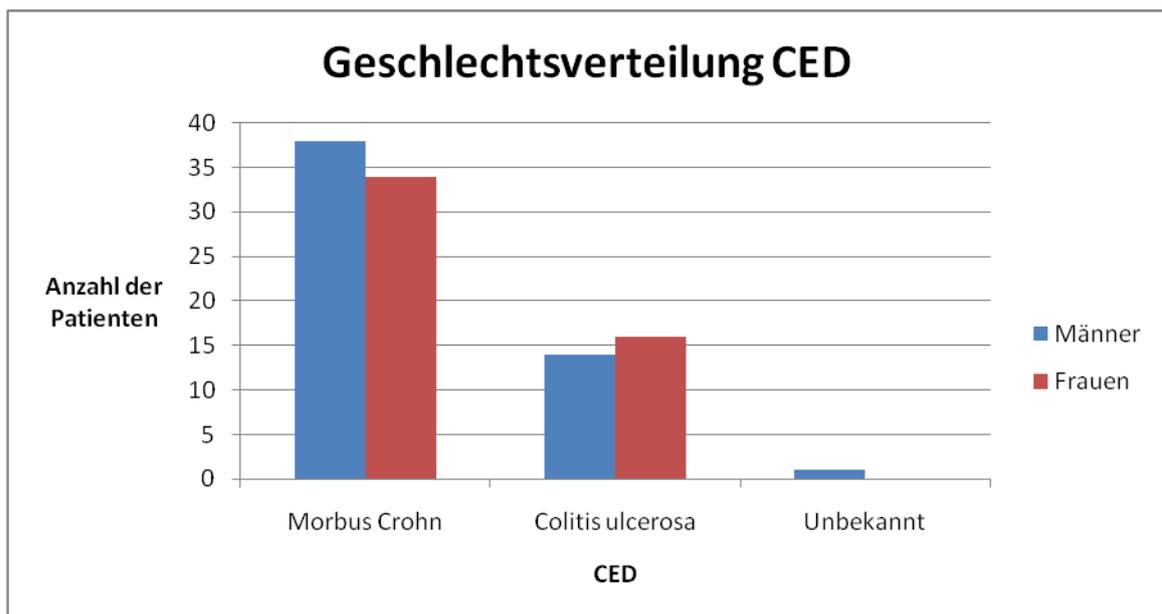
3.2 Verteilung der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen

Von den 103 rekrutierten Patienten waren insgesamt 72 Probanden an Morbus Crohn erkrankt (70%), die übrigen 30 Patienten (29%) litten unter Colitis ulcerosa. Bei einem 48-jährigen männlichen Studienteilnehmer (1%) war zum Zeitpunkt der Datenauswertung eine endgültige Diagnose noch nicht gestellt. Die Gruppe der Patienten mit Morbus Crohn hatte ein mittleres Alter von 38,2 Jahren (Standardabweichung 13,0 Jahre) und setzte sich aus 34 Frauen und 38 Männern zusammen. Die übrigen 16 weiblichen und 14 männlichen Probanden gehörten zur Gruppe der Patienten mit Colitis ulcerosa und waren im Mittel 35,3 Jahre (Standardabweichung 11,5 Jahre) alt. Die Verteilung der unterschiedlichen Krankheitsentitäten in den Altersgruppen und den Geschlechtern ist Tabelle 5 bzw. Abbildung 8 zu entnehmen.

Tabelle 5: Einteilung der 103 Probanden der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010 in Altersgruppen nach Art der CED

Legende: M.Crohn=Morbus Crohn; C.ulcerosa=Colitis ulcerosa

Altersgruppen	M. Crohn	C. ulcerosa	unbekannt
≤ 20	6	1	0
21-30	19	11	0
31-40	16	10	0
41-50	20	5	1
> 50	11	3	0
	72	30	1



Legende: CED = chronisch entzündliche Darmerkrankung

Abbildung 8: Geschlechtsverteilung der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen der 103 Studienteilnehmer der Spezialambulanz der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

3.3 Transabdominale Sonographie des Rektums bei CED

3.3.1 Darstellbarkeit des Rektums

Da es sich bei der Sonographie um eine subjektive und untersucherabhängige diagnostische Methode handelt, wurde in dieser Studie die Einteilung der Darstellbarkeit anhand der ordinal-skalierten Bezeichnungen „gut“, „mittel“, „schlecht“ sowie „nicht darstellbar“ gewählt.

Tabelle 6 zeigt den Vergleich der verwendeten Ultraschallköpfe in Bezug auf die jeweils darstellbaren Rektumabschnitte.

Tabelle 6: Rektumdarstellbarkeit im Vergleich der verwendeten Ultraschallköpfe bei dem Gesamtkollektiv von 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen der Universitätsklinik Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010.

Legende: C1-5=Curved Array Schallkopf 1-5 MHz, C2-5=Curved Array Schallkopf 2-5 MHz

Darstellbarkeit		C2-5				Summe
		gut	mittel	schlecht	nicht darstellbar	
C1-5	gut	38	22	0	0	60
	mittel	0	23	7	1	31
	schlecht	0	1	9	2	12
	nicht darstellbar	0	0	0	0	0
Summe		38	46	16	3	103

Zur statistischen Betrachtung wurde der Test auf Symmetrie durchgeführt. In diesem wurden alle Beobachtungen inklusive der nicht darstellbaren Beobachtungen berücksichtigt. Der Test auf Symmetrie ergab einen p-Wert von $p < 0.0001$ und deutet somit darauf hin, dass bei der Darstellbarkeit des Rektums mittels der Ultraschallköpfe keinerlei Unterschied in der Häufigkeitsverteilung dieses Merkmals besteht.

Die anschließend durchgeführte Berechnung des Kappa-Wertes ergab bei einem Wert von $\kappa=0,4935$ eine mittelmäßige Übereinstimmung (Konfidenzintervall 95%: 0,3615-0,6255) dieser beiden Beobachtungen.

Die Darstellbarkeit anatomischer Strukturen in der Sonographie des Abdomens hängt von zahlreichen Faktoren ab. Neben der Verwendung verschiedener Schallköpfe und der bereits beschriebenen technischen Geräteeinstellungen spielen insbesondere Patientencharakteristika wie die Dicke des Unterhautfettgewebes oder der Zustand der angrenzenden Organsysteme für die Darstellbarkeit der Darmwand und speziell des Rektums eine entscheidende Rolle. Als besonderes Merkmal ist hier zum einen der Body-Mass-Index, zum anderen aufgrund ihrer unmittelbaren anatomischen Beziehung zum Rektum die Blasenfüllung zu nennen. Flüssigkeit stellt aufgrund ihrer günstigen physikalischen Eigenschaften ein ideales Medium für den Ultraschall und damit die Darstellbarkeit des Rektums dar.

Das Patientenkollektiv wies einen durchschnittlichen Body-Mass-Index von $23,4 \text{ kg/m}^2$ (Standardabweichung = $3,8 \text{ kg/m}^2$) auf.

Die Darstellbarkeit des Rektums mittels des C2-5 MHz und des C1-5 MHz Schallkopfes in Abhängigkeit des nach BMI eingeteilten Patientenkollektives ist Tabelle 7 zu entnehmen.

Tabelle 7: Darstellbarkeit des Rektums mittels des C2-5 MHz und des C1-5 MHz Schallkopfes in Abhängigkeit des nach BMI eingeteilten Patientenkollektives (n=103) der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

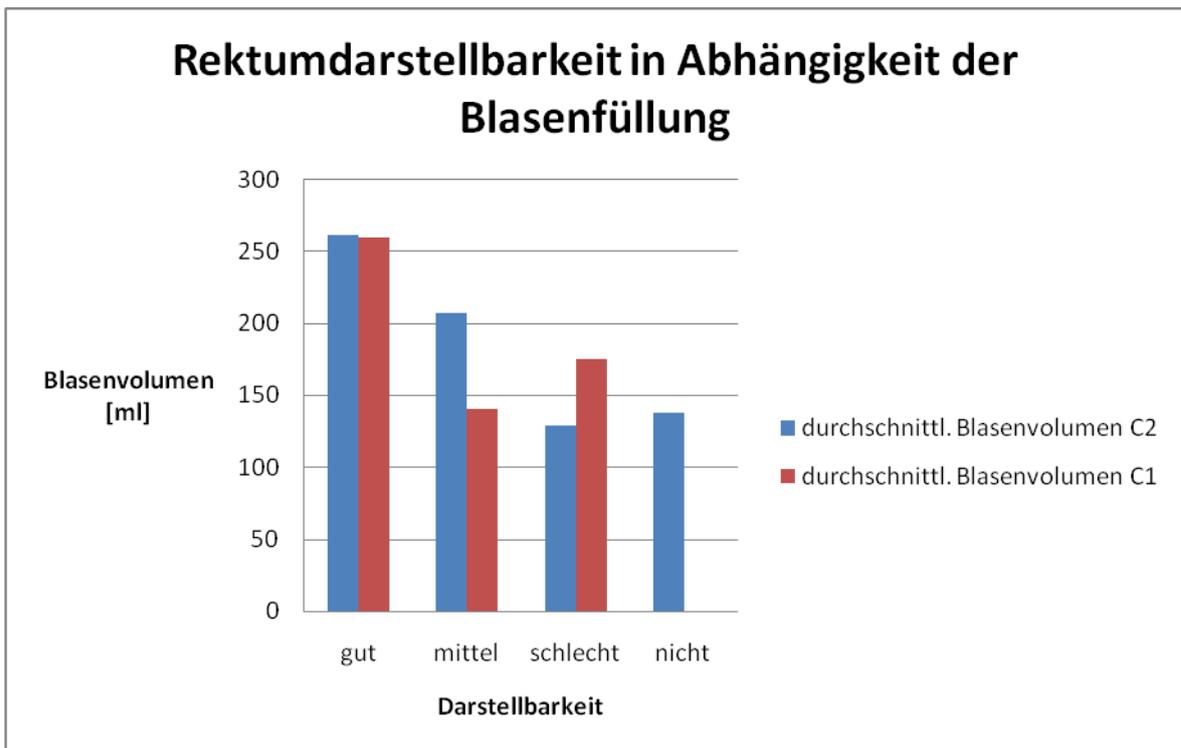
Legende: BMI = Body-Mass-Index [kg/m²]

BMI	Rektumdarstellung	C 2-5	C 1-5
< 18	gut	2	3
	mittel	1	0
	schlecht	0	0
	nicht darstellbar	0	0
	Gesamtzahl	3	3
18-24,9	gut	29	46
	mittel	34	19
	schlecht	5	4
	nicht darstellbar	1	0
	Gesamtzahl	69	69
25-29,9	gut	7	11
	mittel	9	10
	schlecht	10	5
	nicht darstellbar	0	0
	Gesamtzahl	26	26
> 30	gut	0	2
	mittel	2	3
	schlecht	1	0
	nicht darstellbar	2	0
	Gesamtzahl	5	5

Da es sich in dieser Studie bei der Darmwandsonographie um eine spontan durchgeführte Untersuchung handelte, zeigten sich unterschiedliche Blasenvolumina, die zwischen acht und 1060 ml, im Mittel 213 ml (Standardabweichung = 203 ml) betragen.

In der Betrachtung mittels des C2-5 MHz Schallkopfes betrug bei den 38 (37%) der insgesamt 103 Probanden, bei denen die Rektumdarstellbarkeit als „gut“ klassifiziert wurde, das mittlere Blasenvolumen 261 ml (Standardabweichung 201 ml). In der Untersuchung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes wurde bei 60 Patienten (58%) des Gesamtkollektives (n=103) die Rektumdarstellbarkeit als „gut“ bewertet. In dieser Gruppe betrug das Blasenvolumen im Mittel 259 ml (Standardabweichung 218 ml). Eine „mittelgradige“ Darstellbarkeit des Rektums zeigte sich bei 46 Patienten (44%) in der Untersuchung mittels des C2-5 MHz Schallkopfes; beziehungsweise bei 31 Patienten (30%) bei Verwendung des C1-5 MHz Schallkopfes. Das mittlere Blasenvolumen betrug hierbei 207 ml (Standardabweichung 226 ml) beziehungsweise 140 ml (Standardabweichung = 181 ml). Die Rektumdarstellbarkeit wurde bei 16 Patienten (16%) mittels des C2-5 MHz Schallkopfes und bei 12 Patienten (12%) mittels des C1-5 MHz Schallkopfes als „schlecht“ eingestuft. In dieser Gruppe betrug das Blasenvolumen im Mittel 129 ml (Standardabweichung 98 ml) beziehungsweise 175 ml (Standardabweichung 99 ml). Lediglich bei drei Patienten (3%) war das Rektum mittels des C2-5 MHz Schallkopfes nicht darstellbar; das mittlere Blasenvolumen betrug in dieser Gruppe 138 ml (Standardabweichung 130 ml).

Die Beziehung zwischen Rektumdarstellbarkeit und Blasenfüllung im Vergleich der beiden Schallköpfe ist in Abbildung 9 zusammengefasst.



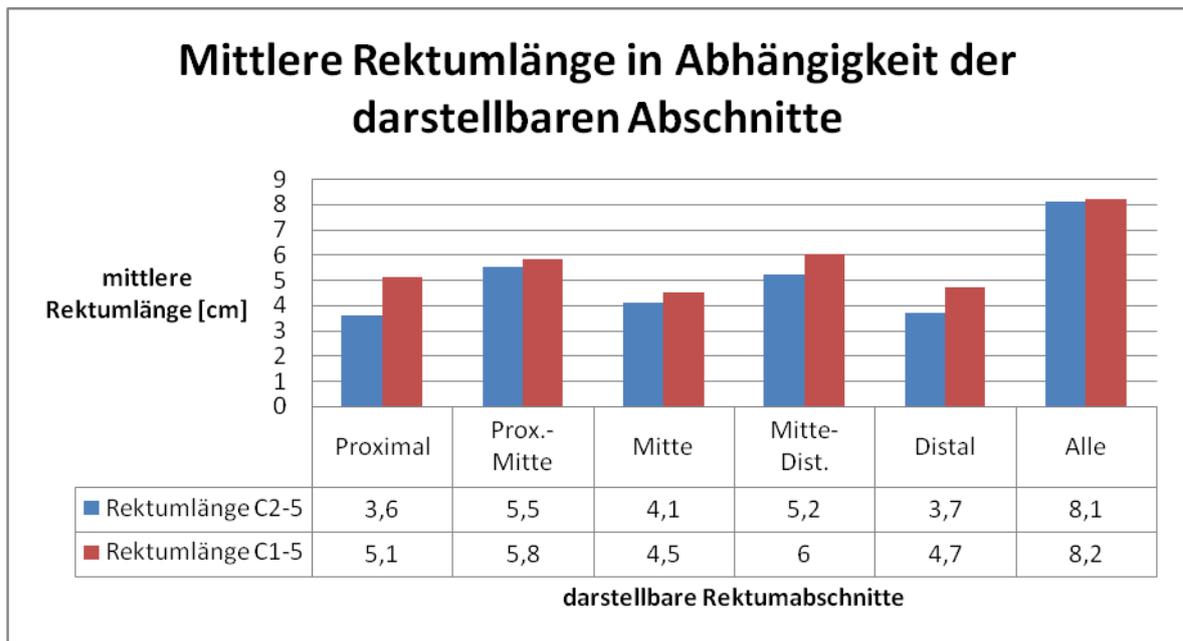
Legende: C2=Curved Array Schallkopf 2-5 MHz; C1=Curved Array Schallkopf 1-5 MHz;

Abbildung 9: Darstellbarkeit des Rektums in Abhängigkeit der Blasenfüllung im Vergleich zwischen dem C2-5 MHz und dem C1-5 MHz Schallkopf bei 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

3.3.2 Darstellbare Rektumabschnitte

In Abhängigkeit der Darstellbarkeit des Rektums konnten mittels der transabdominalen Sonographie verschiedene Abschnitte des Rektums (Proximal, Mitte, Distal, alle) dargestellt und somit die Gesamtlänge des darstellbaren Rektums ermittelt werden.

Die mit den zwei Schallköpfen durchschnittlich gemessene Rektumlänge in Abhängigkeit der darstellbaren Rektumabschnitte ist Abbildung 10 zu entnehmen. Unabhängig der jeweils darstellbaren Rektumabschnitte zeigen sich mittels des C1-5 MHz Schallkopfes höhere Durchschnittswerte für die gemessene Länge des Rektums als bei den Messungen mittels des C2-5 MHz Schallkopfes.



Legende: Prox. = Proximal; Dist. = Distal

Abbildung 10: Durchschnittlich gemessene Rektumlänge in Abhängigkeit der darstellbaren Rektumabschnitte der 103 Studienteilnehmer der Spezialambulanz der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Alle Rektumabschnitte waren bei 40 Patienten des Gesamtkollektives mittels des C2-5 MHz Schallkopfes darstellbar; bei Untersuchung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes war dies bei 49 Patienten der Fall. Die mittlere Länge des Rektums bei Darstellbarkeit aller Abschnitte betrug bei Messung mittels des C2-5 MHz Schallkopfes 8,1 cm (Standardabweichung 1,8 cm); bei Messung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes waren dies im Mittel 8,2 cm (Standardabweichung 1,6 cm). Lediglich der proximale Rektumabschnitt konnte mittels beider Schallköpfe bei jeweils einem Patienten dargestellt werden. Hierbei betrug die maximal darstellbare Rektumlänge 3,6 cm bei Messung mittels des C2-5 MHz Schallkopfes und 5,1 cm mittels des C1-5 MHz Schallkopfes. Bei insgesamt 34 Patienten konnten bei Verwendung des C2-5 MHz Schallkopfes der proximale und mittlere Abschnitt des Rektums dargestellt werden, bei Untersuchung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes wiesen 30 Patienten eine Darstellung

des proximalen und mittleren Rektumabschnittes auf. Die maximal darstellbare Rektumlänge betrug hier im Mittel 5,5 cm (Standardabweichung 1,2 cm) bei Verwendung des C2-5 MHz Schallkopfes und 5,8 cm (Standardabweichung 1,4 cm) mittels des C1-5 MHz Schallkopfes. Als einzig darstellbarer Abschnitt des Rektums konnte mittels des C2-5 MHz Schallkopfes bei 20 Patienten der mittlere Abschnitt mit einer mittleren Länge von 4,1 cm (Standardabweichung 1,5 cm) gemessen werden. Unter Verwendung des C1-5 MHz Schallkopfes war bei 17 Patienten der mittlere Abschnitt der einzig darstellbare und wies im Mittel eine Länge von 4,5 cm (Standardabweichung 1,3 cm) auf. Bei insgesamt drei Patienten des Gesamtkollektives konnte mittels des C2-5 MHz Schallkopfes lediglich der mittlere bis distale Abschnitt des Rektums mit einer mittleren Länge von 5,2 cm (Standardabweichung 1,3 cm) sonographisch dargestellt werden; bei Verwendung des C1-5 MHz Schallkopfes waren es entsprechend fünf Patienten, deren darstellbare Rektumabschnitte eine mittlere Länge von 6,0 cm (Standardabweichung 0,3 cm) aufwiesen. Der distale Abschnitt wurde als einzig Darstellbarer bei insgesamt zwei Patienten mittels des C2-5 MHz Schallkopfes mit einer mittleren Länge von 3,7 cm (Standardabweichung 1,3 cm) und bei einem Patienten mittels des C1-5 MHz Schallkopfes mit einer Länge von 4,7 cm verzeichnet werden. Bei drei Patienten war das Rektum mittels des C2-5 MHz Schallkopfes nicht darstellbar.

Für die statistische Betrachtung der Ergebnisse konnten lediglich die gemessenen Mittelwerte der Rektumlänge derjenigen Patienten verwendet werden, bei denen die Messung der entsprechenden Rektumabschnitte mit beiden Ultraschallsonden gelang. Eine Übersicht über die im Mittel gemessenen Rektumlängen im Vergleich der beiden Ultraschallköpfe und die daraus berechneten p-Werte nach darstellbaren Rektumabschnitten aufgegliedert ist Tabelle 8 zu entnehmen.

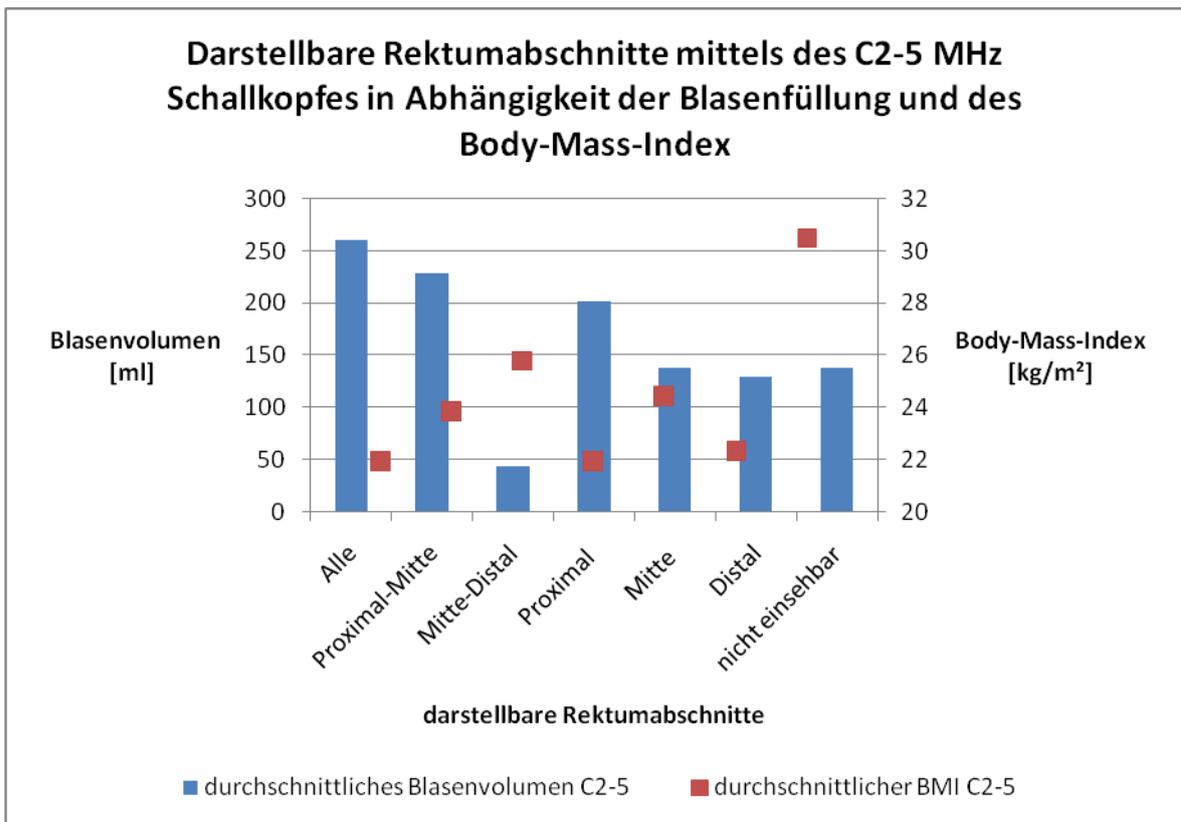
Tabelle 8: Durchschnittlich gemessene Rektumlänge in Abhängigkeit der darstellbaren Rektumabschnitte bei den 87 Patienten, deren jeweilige Rektumabschnitte mittels beider Ultraschallsonden darstellbar waren, aus dem Gesamtkollektiv der 103 Studienteilnehmer der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010.

Legende: C1=Curved Array Schallkopf 1-5 MHz, C2=Curved Array Schallkopf 2-5 MHz

Rektumabschnitte	Probandenzahl (n)	C1 [cm]	C2 [cm]	p-Wert
proximal	1	5,1	3,6	
proximal-Mitte	26	5,5 ± 1,1	6,0 ± 1,3	0,0003
Mitte	16	4,6 ± 1,3	4,0 ± 1,5	0,0587
Mitte-distal	3	5,9 ± 0,3	5,2 ± 1,3	0,416
distal	1	4,7	2,7	
alle	40	8,3 ± 1,6	8,1 ± 1,8	0,1695
	87			

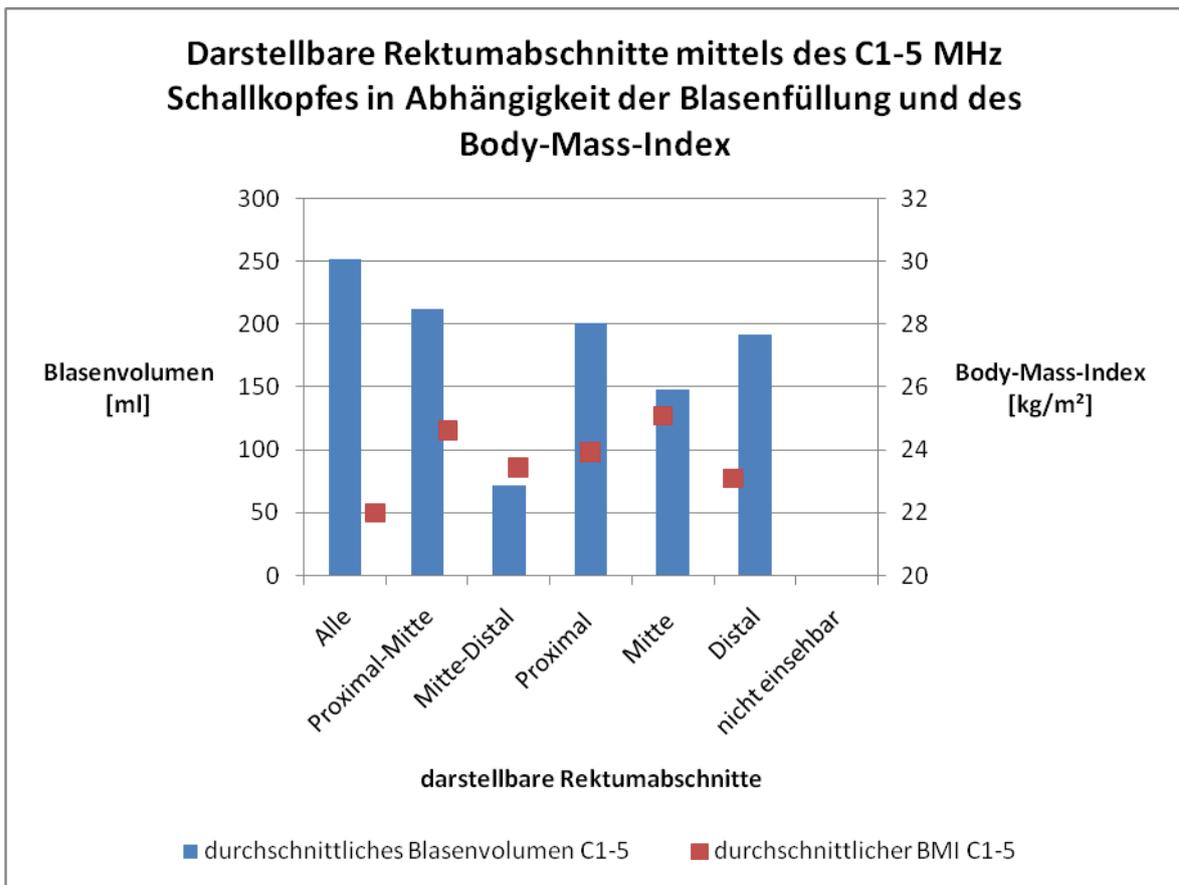
Wie Tabelle 8 zu entnehmen ist, konnte lediglich ein statistisch signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) in der gemessenen Rektumlänge für die gemeinsame Darstellbarkeit des proximalen und mittleren Rektumabschnitt zwischen den verwendeten Ultraschallköpfen nachgewiesen werden. Aufgrund der geringen Patientenzahl, bei der ausschließlich der proximale bzw. der distale Abschnitt darstellbar waren, konnte keine p-Wert-Berechnung durchgeführt werden. In der Patientengruppe, bei der nur der mittlere Rektumabschnitt dargestellt werden konnte ergab sich ein p-Wert von $p = 0,0587$ und lag damit nur knapp im nicht signifikanten Bereich. Für die gemessene Rektumlänge bei Darstellung aller übrigen Rektumabschnitte ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Verwendung der Ultraschallköpfe.

Analog zur oben beschriebenen Darstellbarkeit des Rektums sind in Abbildung 11 und Abbildung 12 die darstellbaren Rektumabschnitte mittels des C2-5 MHz Schallkopfes und des C1-5 MHz Schallkopfes in Abhängigkeit der Blasenfüllung und des Body-Mass-Index zu entnehmen.



Legende: BMI=Body-Mass-Index; C2-5=Curved Array Schallkopf 2-5MHz

Abbildung 11: Darstellbare Rektumabschnitte mittels des C2-5 MHz Schallkopfes in Abhängigkeit der Blasenfüllung und des Body-Mass-Index der 103 Studienteilnehmer der Spezialambulanz der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010



Legende: BMI=Body-Mass-Index; C1-5=Curved Array Schallkopf 1-5 MHz

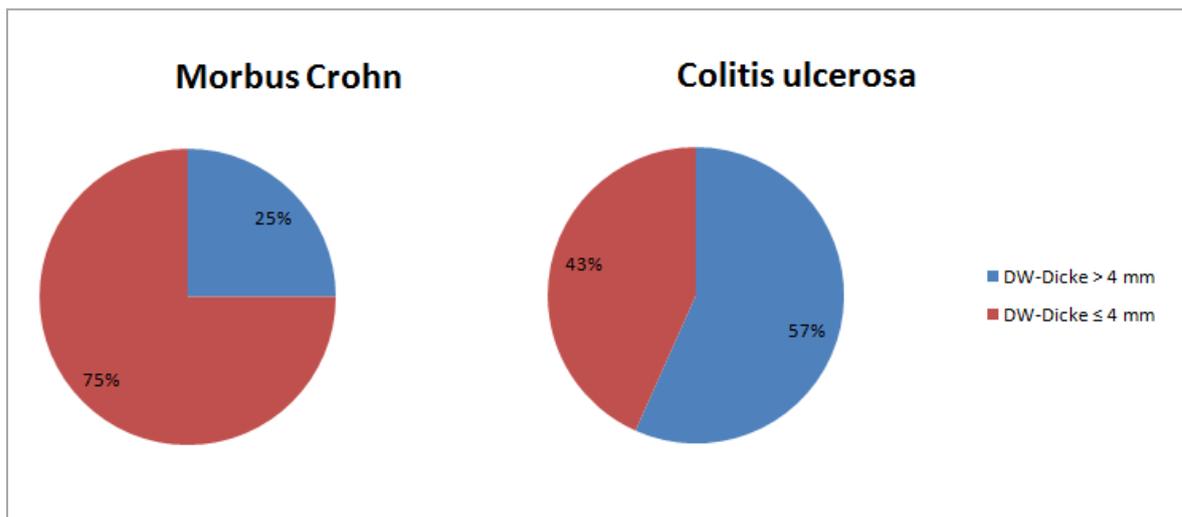
Abbildung 12: Darstellbare Rektumabschnitte mittels des C1-5 MHz Schallkopfes in Abhängigkeit der Blasenfüllung und des Body-Mass-Index der 103 Studienteilnehmer der Spezialambulanz der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

3.3.3 Wanddicke des Rektums

Die Verdickung der Darmwand ist das sonographische Korrelat einer floriden Entzündung.

Von den 103 rekrutierten Studienteilnehmern wiesen bei Messung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes insgesamt 35 Probanden, davon 18 Patienten mit Morbus Crohn und 17 Patienten mit Colitis ulcerosa, eine transabdominal sonographisch gemessene Wanddicke des Rektums von > 4 mm auf. Bei den übrigen 68 Probanden, darunter 54 Patienten mit

Morbus Crohn und 13 Patienten mit Colitis ulcerosa, wurde die Darmwanddicke von ≤ 4 mm gemessen. Bei dem Patienten, dessen Diagnose bei Beginn der Auswertung noch nicht eindeutig geklärt war, wurde eine Wanddicke des Rektums von ebenfalls ≤ 4 mm gemessen. Die mittels Ultraschall gemessenen Darmwanddicken bezüglich der vorliegenden CED sind in Abbildung 13 dargestellt.



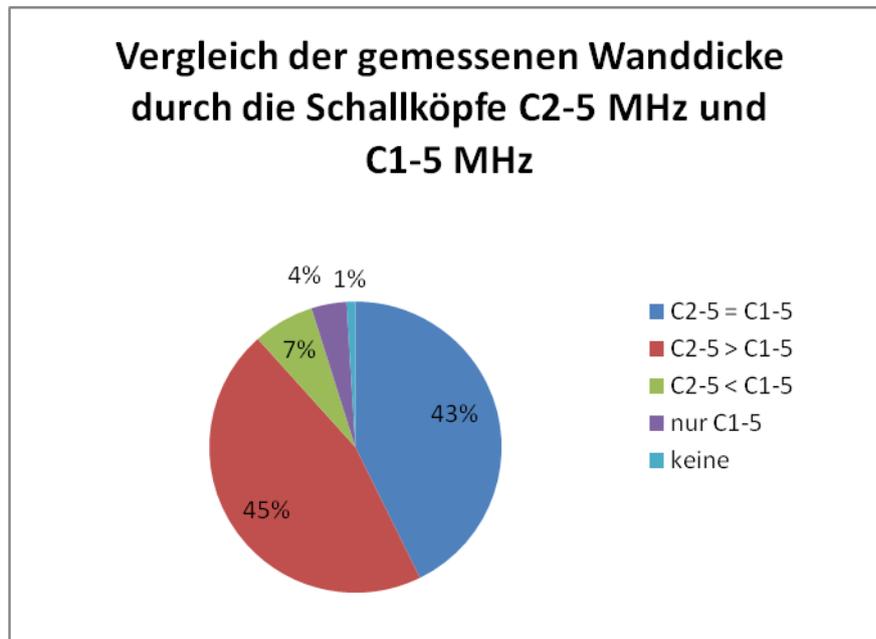
Legende: DW-Dicke = Darmwanddicke

Abbildung 13: Sonographisch gemessene Darmwanddicke bezüglich der vorliegenden CED der 103 Studienteilnehmer der Spezialambulanz der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

In der Gruppe mit einer sonographisch ermittelten Darmwanddicke von > 4 mm betrug die mittlere Wanddicke bei Messung mittels des C2-5 MHz Schallkopfes 6,4 mm (Standardabweichung 1,2 mm), bei Messung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes 6,0 mm (Standardabweichung 1,3 mm). Bei einem Patienten konnte die Wanddicke des Rektums lediglich mit dem C1-5 MHz Schallkopf ermittelt werden und betrug hierbei 5 mm.

Bei den Studienteilnehmern, die in der transabdominalen Sonographie eine Wanddicke des Rektums von ≤ 4 mm aufwiesen, konnte für die Messung mittels des C2-5 MHz Schallkopfes eine mittlere Wanddicke von 3,8 mm (Standardabweichung 0,9 mm), bei Messung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes von 3,2 mm (Standardabweichung 0,7 mm) ermittelt werden. Bei einem Patienten war die Wanddicke des Rektums weder mit dem C2-5 MHz Schallkopf noch mit dem C1-5 MHz Schallkopf messbar. Bei drei Patienten konnte ebenfalls nur mittels des C1-5 MHz Schallkopfes die Wanddicke ermittelt werden. Diese betrug jeweils 3 mm, 4 mm und 4 mm.

Abbildung 14 zeigt den Vergleich der beiden Schallköpfe in Bezug auf die gemessene Wanddicke. Bei 44 der 103 Patienten des Gesamtkollektives waren die maximal gemessenen Wanddicken mit beiden Schallköpfen identisch. In 47 aller Fälle ergaben sich höhere Werte für die maximal gemessene Wanddicke mittels des C2-5 MHz Schallkopfes im Vergleich zur Messung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes. Lediglich bei sieben Patienten zeigten sich niedrigere Werte bei Messung mittels des C2-5 MHz Schallkopfes. Bei vier Patienten ließ sich das Rektum nur mittels des C1-5 MHz Schallkopfes darstellen und somit konnte für die Verwendung des C2-5 MHz Schallkopfes keine Werte ermittelt werden. Bei einem Patienten war das Rektum mit keinem der beiden Schallsonden darstellbar.



Legende: C2-5=Curved Array Schallkopf 2-5MHz; C1-5=Curved Array Schallkopf 1-5MHz

Abbildung 14: Vergleich der gemessenen Wanddicke durch die Schallköpfe C2-5 MHz und C1-5 MHz bei 103 Studienteilnehmern der Spezialambulanz der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Um festzustellen, ob in den mittels der beiden verschiedenen Schallköpfe gemessenen mittleren Darmwanddicken ein statistisch signifikanter Unterschied besteht, wurde der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test durchgeführt. Es ergab sich ein p-Wert von $p < 0,0001$ und somit ein statistisch signifikanter Unterschied in den gemessenen Darmwanddicken mittels der verwendeten Ultraschallsonden.

In der sonographischen Evaluation der verschiedenen Wandschichten der Darmwand zeigten sich mit den beiden Ultraschallsonden folgende Ergebnisse:

Bei der Darstellung der Darmwand mit der C1-5 MHz Schallsonde wurde bei 58 von insgesamt 67 Patienten (87%) mit einer Darmwanddicke ≤ 4 mm eine erhaltene Wandschichtung nachgewiesen. Analog hierzu wurde bei lediglich 35 von insgesamt 51 Patienten (69%), die in der Messung mittels des C2-5 MHz Schallkopfes eine Darmwanddicke von ≤ 4 mm aufwiesen, eine erhaltene Wandschichtung festgestellt. Bei Betrachtung der Gruppen, die in der Darstellung mittels der Schallköpfe jeweils eine Wanddicke von > 4 mm zeigten, wurde bei 25 von 35 Patienten (71%) eine erhaltene Schichtung der Darmwand mittels des C1-5 MHz Schallkopfes, aber lediglich bei 26 von 47 Patienten (55%) in der Messung mittels des C2-5 MHz Schallkopfes nachgewiesen.

Die übrige Verteilung der Patienten in der Darstellung der Wandschichtung mittels beider Schallsonden ist Abbildung 15 und Abbildung 16 zu entnehmen:

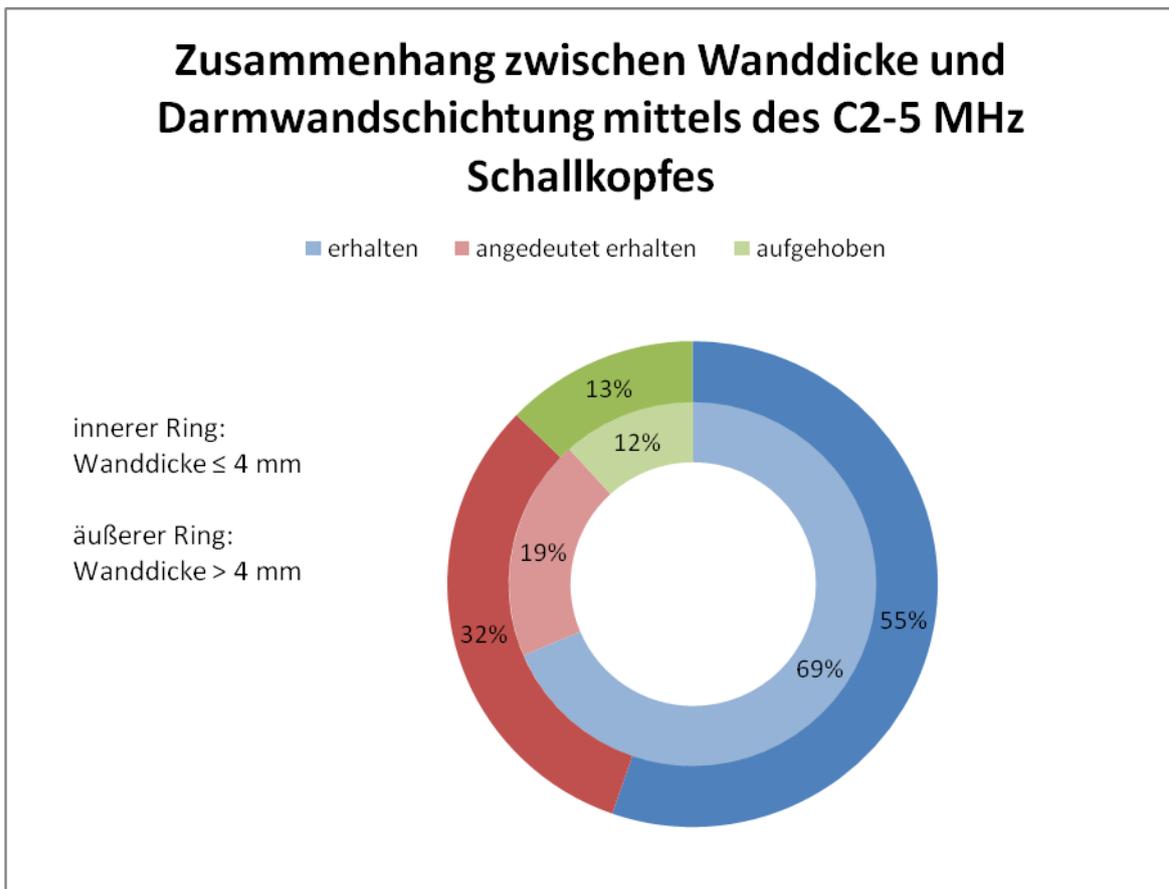


Abbildung 15: Zusammenhang zwischen Wanddicke und Darmwandschichtung bei Messung mittels des C2-5 MHz Schallkopfes bei 103 Studienteilnehmern der Spezialambulanz der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

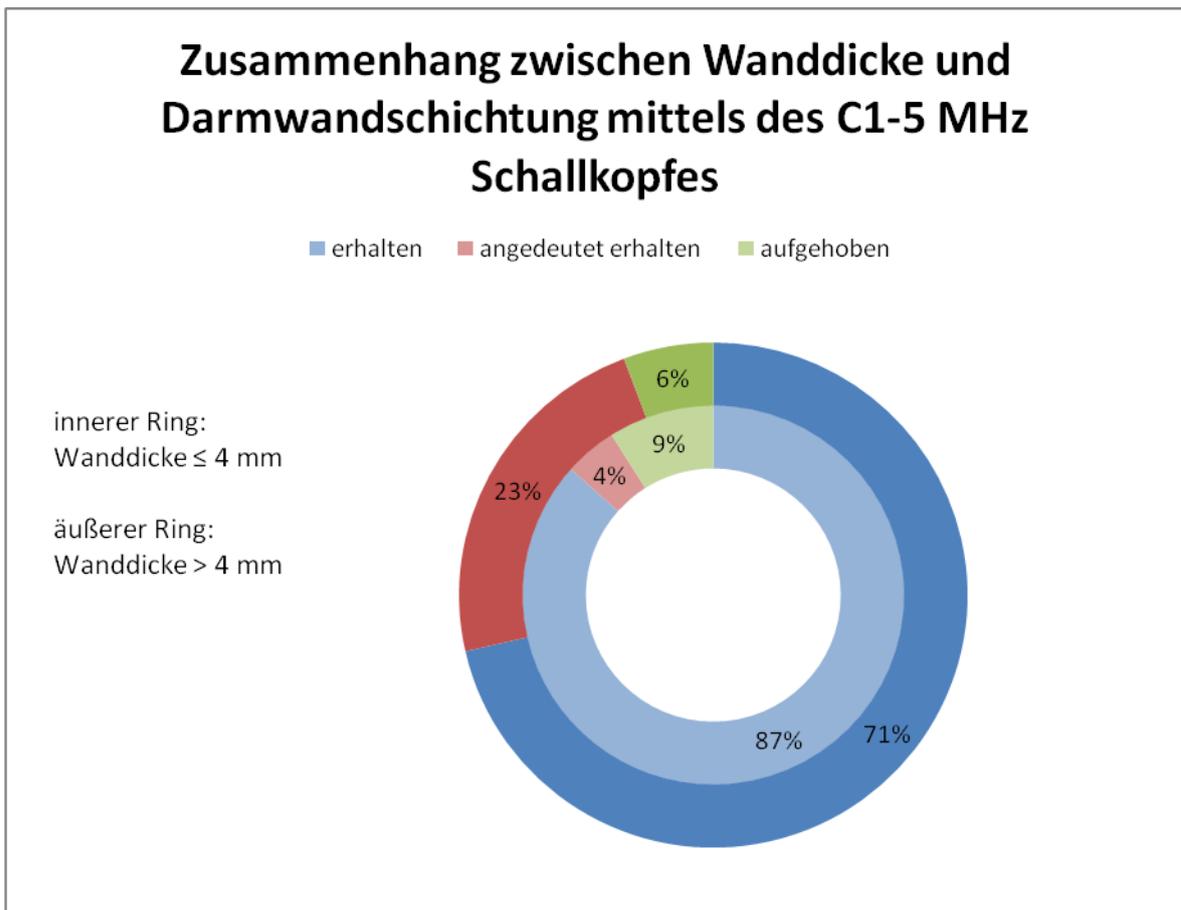


Abbildung 16: Zusammenhang zwischen Wanddicke und Darmwandschichtung bei Messung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes bei 103 Studienteilnehmern der Spezialambulanz der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Tabelle 9 zeigt den Vergleich der verwendeten Ultraschallköpfe in Bezug auf die jeweils darstellbare Schichtung der Darmwand.

Tabelle 9: Darmwandschichtung im Vergleich der verwendeten Ultraschallköpfe bei dem Gesamtkollektiv von 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen der Universitätsklinik Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010.

Legende: C1-5=Curved Array Schallkopf 1-5 MHz, C2-5=Curved Array Schallkopf 2-5 MHz

Darmwandschichtung	C2-5				Summe
	nicht beurteilbar	erhalten	nicht erhalten	angedeutet erhalten	
C1-5 nicht beurteilbar	2	1	0	0	3
C1-5 erhalten	1	61	7	14	83
C1-5 nicht erhalten	0	0	3	0	3
C1-5 angedeutet erhalten	0	0	3	11	14
Summe	3	62	13	25	103

Analog zum Verfahren bei der Beurteilung der Rektumdarstellbarkeit wurde auch für die Darmwandschichtung zur statistischen Betrachtung der Test auf Symmetrie durchgeführt. Der Test auf Symmetrie ergab einen p-Wert von $p=0.0005$ und deutet somit auch in diesem Falle darauf hin, dass bei der Darstellbarkeit der Darmwandschichtung des Rektums mittels der Ultraschallköpfe keinerlei statistisch signifikanter Unterschied in der Häufigkeitsverteilung dieses Merkmals besteht.

Die anschließend durchgeführte Berechnung des Kappa-Wertes ergab hierbei einen Wert von $\kappa=0,4713$ und somit ebenfalls eine mittelmäßige Übereinstimmung (Konfidenzintervall 95%: 0,318-0,6246) dieser beiden Beobachtungen.

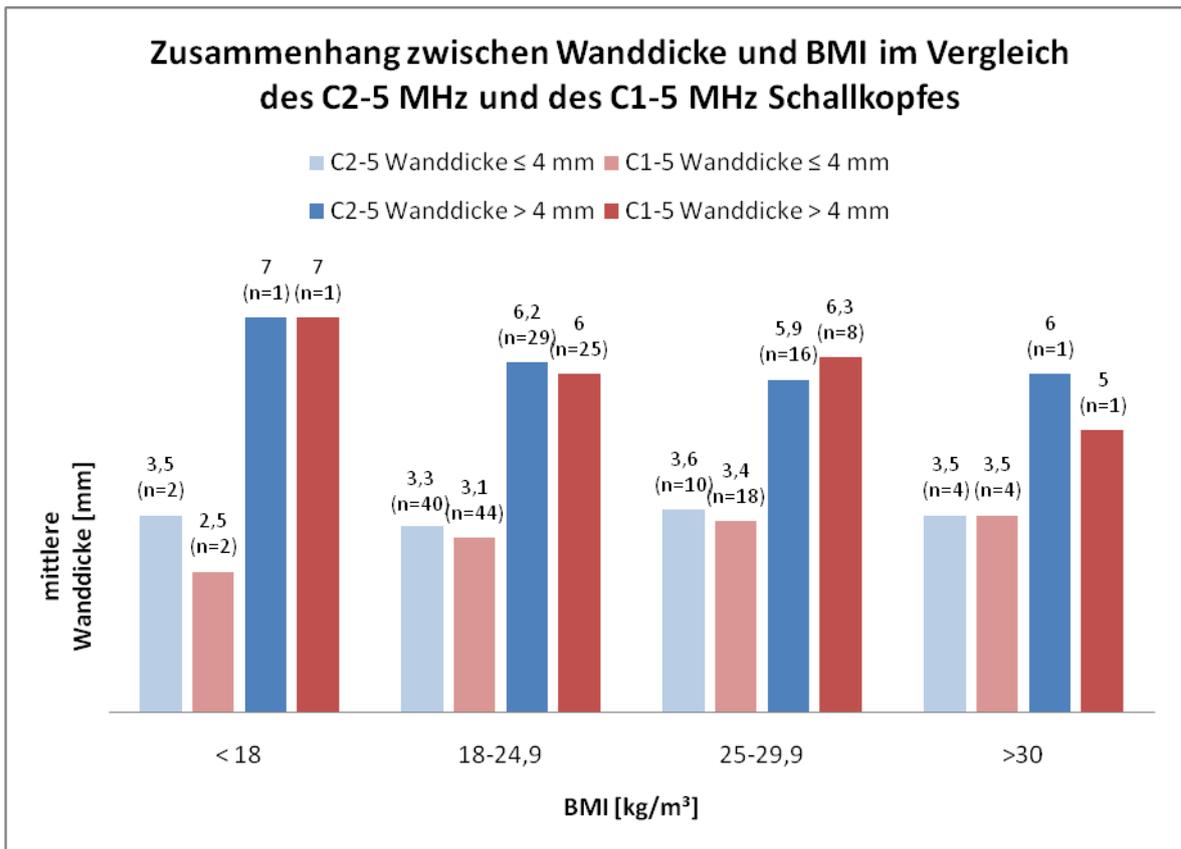
Der Body-Mass-Index spielt nicht nur für die bereits beschriebene Darstellbarkeit von anatomischen Strukturen eine zentrale Rolle, sondern möglicherweise auch für die durchschnittlich gemessene Wanddicke im Vergleich der beiden Schallköpfe. In der Einteilung des Patientenkollektives nach BMI-Gruppen zeigte sich das in Abbildung 17 und Tabelle 10 bezüglich der durchschnittlich gemessenen Wanddicke dargestellte Verteilungsmuster im Vergleich sowohl zwischen den Schallköpfen als auch den Gruppen mit einer Wanddicke größer beziehungsweise kleiner gleich 4 mm.

Tabelle 10: Zusammenhang zwischen Wanddicke und BMI im Vergleich des C2-5 MHz und des C1-5 Schallkopfes bei 103 Studienteilnehmern der Spezialambulanz der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Legende: BMI = Body-Mass-Index, C2-5=Curved Array Schallkopf 2-5 MHz, C1-5=Curved Array Schallkopf 1-5 MHz

BMI	Zahl der Patienten	C2-5 Wanddicke ≤ 4 mm	C1-5 Wanddicke ≤ 4 mm	C2-5 Wanddicke > 4 mm	C1-5 Wanddicke > 4 mm
< 18	3	3,5 ± 0,7 (n=2)	2,5 ± 0,7 (n=2)	7 ± 0(n=1)	7 ± 0(n=1)
18-24,9	69	3,3 ± 1,0 (n=40)	3,1 ± 0,7 (n=44)	6,2 ± 1,2 (n=29)	6 ± 1,4 (n=25)
25-29,9	26	3,6 ± 0,7 (n=10)	3,4 ± 0,7 (n=18)	5,9 ± 1,1 (n=16)	6,3 ± 1,2 (n=8)
>30	5	3,5 ± 0,7(n=4)	3,5 ± 0,6 (n=4)	6 ± 0(n=1)	5 ± 0 (n=1)
Zahl der Patienten		56	68	47	35

Für die statistische Betrachtung dieses Sachverhalts wurde eine bivariate Analyse durchgeführt, deren Merkmale Darmwanddicke des Rektums und BMI als stetig angesehen wurden. Der Zusammenhang zwischen der Wanddicke und dem BMI war weder in der Messung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes noch in der Messung mittels des C2-5 MHz Schallkopfes als statistisch signifikant anzusehen, da die errechneten p-Werte mit $p=0,9431$ (C1-5) bzw. $p=0,6948$ (C2-5) deutlich oberhalb eines als statistisch signifikant anzusehenden Grenzwertes von $p<0,05$ lagen.



Legende: n=Anzahl der Patienten; BMI=Body-Mass-Index

Abbildung 17: Zusammenhang zwischen Wanddicke und BMI im Vergleich des C2-5 MHz und des C1-5 Schallkopfes bei 103 Studienteilnehmern der Spezialambulanz der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

3.4 Patientencharakteristika

Das vorliegende Patientenkollektiv wurde anhand des im Anhang beigefügten Fragebogens sowohl bezüglich des Beschwerdemusters und der Manifestation der CED als auch dem Vorhandensein von Risikofaktoren charakterisiert. Eine Übersicht geordnet nach Krankheitsentitäten sind der Tabelle 11 und Tabelle 12 zu entnehmen.

Tabelle 11: Patientencharakteristika der 72 an Morbus Crohn erkrankten Patienten aus dem Gesamtkollektiv der 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Legende: M.Crohn=Morbus Crohn; BMI=Body Mass Index; GC=Glukokortikoide; Vit D3=Vitamin D3; py=Packungsjahre; pos.=positiv; neg.=negativ; P.gangraenosum=Pyoderma gangraenosum

	Alter bei Erstmanifestation [Jahre]	BMI [kg/m ²]	Medikamenten- anamnese	Alkoholkonsum	Nikotinkonsum	Allergien	Familien- anamnese	Manifestationsorte	Komplikationen	extraintestinale Manifestationen								
M. Crohn (n=72)	27,5 (± 10,4)	23,5 (± 3,8)	GC systemisch	22%	kein	43%	Ja	39%	ja	47%	pos.	14%	Mund- schleimhaut	1%	Keine	31%	keine	54%
			GC topisch	52%	moderat	43%	nein	61%	nein	53%	neg.	86%	Rachen	0%	Malabsorptionssyndrom	0%	Iridozyklitis/Uveitis	11%
			Azathioprin	38%	viel	1%	Py	4,2 (± 7,3)					Ösophagus	0%	Cholezystolithiasis	15%	Erythema nodosum	6%
			Antikörper	6%									Magen	4%	Nephrolithiasis	4%	P. gangraenosum	1%
			Aminosalizylate	7%									Duodenum	1%	Darmstenose	43%	Arthralgie	42%
			Calcium/Vit D3	17%									Jejunum	18%	Ileus	11%	andere	1%
			Methotrexat	1%									Ileum	85%	Darmperforation	11%		
			Keine	24%									Colon	38%	Fistel	39%		
												Rektum	19%	Abszess	17%			
												unbekannt	1%	Analfissur	3%			
														Kolorektalkarzinom	0%			

Tabelle 12: Patientencharakteristika der 30 an Colitis ulcerosa erkrankten Patienten aus dem Gesamtkollektiv der 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Legende: C.ulcerosa=Colitis ulcerosa; BMI=Body Mass Index; GC=Glukokortikoide; 10Vit D3=Vitamin D3; py=Packungsjahre; pos.=positiv; neg.=negativ; P.gangraenosum=Pyoderma gangraenosum

	Alter bei Erstmanifestation [Jahre]	BMI [kg/m ²]	Medikamenten- anamnese	Alkoholkonsum	Nikotinkonsum	Allergien	Familien- anamnese	Manifestationsorte	Komplikationen	extraintestinale Manifestationen								
C. ulcerosa (n=30)	27,6 (± 10,3)	23,1 (± 3,9)	GC systemisch	30%	kein	27%	Ja	13%	ja	37%	pos.	7%	Mund- schleimhaut	0%	Keine	80%	keine	53%
			GC topisch	3%	moderat	73%	nein	87%	nein	63%	neg.	93%	Rachen	0%	Malabsorptionssyndrom	0%	Iridozyklitis/Uveitis	3%
			Azathioprin	33%	viel	0%	Py	2,5 (± 5,9)					Ösophagus	0%	Cholezystolithiasis	3%	Erythema nodosum	3%
			Antikörper	10%									Magen	0%	Nephrolithiasis	3%	P. gangraenosum	0%
			Aminosalizylate	60%									Duodenum	0%	Darmstenose	3%	Arthralgie	37%
			Calcium/Vit D3	7%									Jejunum	3%	Ileus	0%	andere	0%
			Methotrexat	3%									Ileum	10%	Darmperforation	3%		
			Keine	17%									Colon	77%	Fistel	7%		
												Rektum	93%	Abszess	7%			
												unbekannt	3%	Analfissur	0%			
														Kolorektalkarzinom	0%			

3.4.1 Klinische Symptome bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen

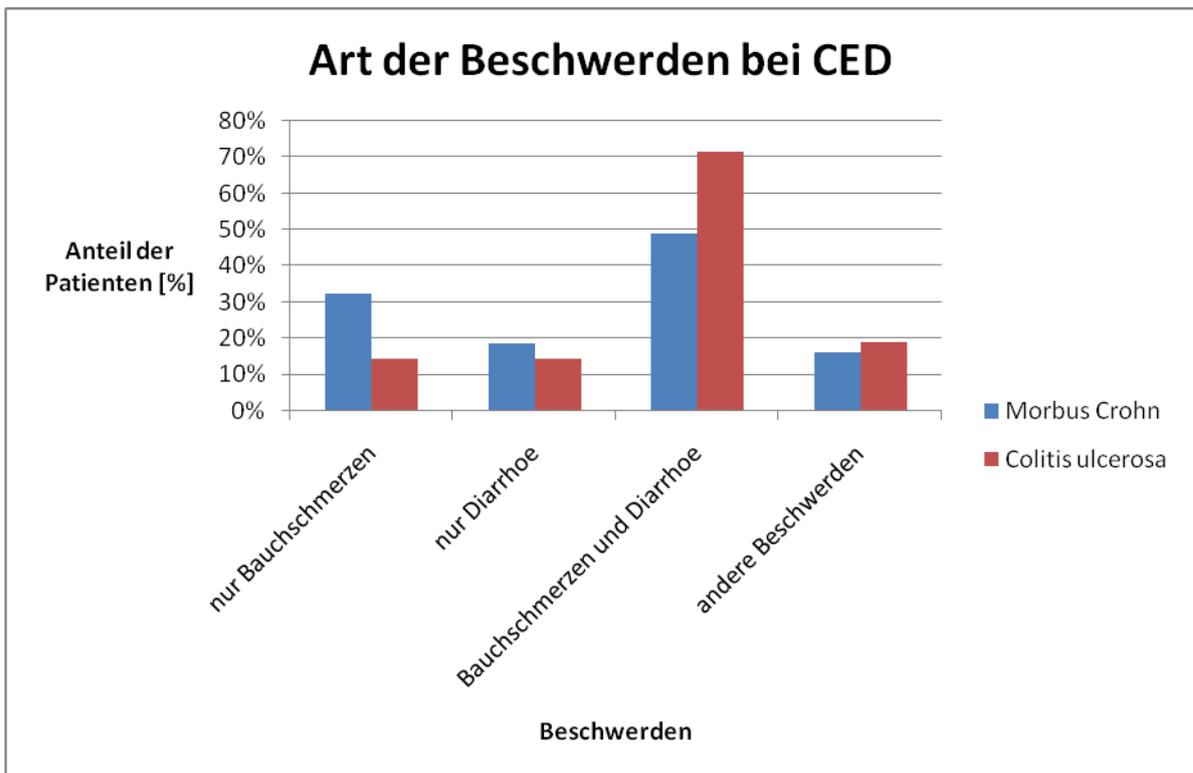
Häufige klinische Symptome der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen sind sowohl Diarrhoe und abdominale Schmerzen in unterschiedlicher Lokalisation als auch extraintestinale Manifestationen verschiedenster Ausprägung.

3.4.1.1 Art und Dauer der Symptome

Zum Zeitpunkt der Untersuchung klagten 65 der 103 Probanden (63,1%) des Gesamtkollektives über Beschwerden im Zusammenhang mit ihrer CED. Die übrigen 38 Patienten (36,9%) gaben bei der Befragung keinerlei Beschwerden im Zusammenhang mit ihrer CED an. Davon litten 29 (76,3%) an Morbus Crohn, neun Patienten (23,7%) an Colitis ulcerosa.

Aus der Patientengruppe, die unter Beschwerden litt (n=65), gaben 37 Patienten (56,9%) an, sowohl unter Schmerzen im Bereich des Abdomens als auch unter Diarrhoe zu leiden. Davon waren 21 Patienten an Morbus Crohn und 15 Patienten an Colitis ulcerosa erkrankt, bei einem Patienten war die endgültige Diagnose noch nicht bekannt. 14 der 43 an Morbus Crohn erkrankten Patienten (32,6%) klagten ausschließlich über abdominale Schmerzen; acht berichteten ausschließlich über Diarrhoe (18,6%). Weitere sieben an Morbus Crohn erkrankten Patienten (16,3%) gaben andere Beschwerden (z.B. Übelkeit, Erbrechen) im Rahmen ihrer CED an.

Aus der an Colitis ulcerosa erkrankten Patientengruppe (n=21) gaben jeweils drei Patienten (je 14%) an, entweder an ausschließlich abdominalen Schmerzen oder Diarrhoe zu leiden. Weitere vier Patienten (19%) klagten über andere Beschwerden. Diese Ergebnisse sind in Abbildung 18 zusammenfassend dargestellt.



Legende: CED=chronisch entzündliche Darmerkrankung

Abbildung 18: Art der Beschwerden der 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Bezüglich der Dauer der aktuellen Beschwerdesymptomatik zeigte sich im Vergleich der Patienten, die an Morbus Crohn litten und denen, die an Colitis ulcerosa erkrankt waren, ein ähnliches Bild. 13 der insgesamt 65 aktuell unter Beschwerden leidenden Patienten (20%) gaben an, weniger als sieben Tage unter Symptomen ihrer CED zu leiden. Davon waren neun Patienten (69,2%) an Morbus Crohn und vier Patienten (30,8%) an Colitis ulcerosa erkrankt. Der überwiegende Teil der Patienten (n=25; 38,5%) gaben eine aktuelle Beschwerdedauer von acht bis 31 Tagen an, hiervon litten 15 Patienten (60%) an Morbus Crohn, zehn Patienten (40%) an Colitis ulcerosa. Insgesamt zehn Patienten (15,4%) - acht Patienten (80%) mit Morbus Crohn und zwei Patienten (20%) mit Colitis ulcerosa -

berichteten über eine Beschwerdesymptomatik, die bereits 32 bis 60 Tage anhielt. Zehn Patienten (15,4%) gaben eine bereits seit 61 bis 90 Tage bestehende Symptomatik an, davon litten sieben Patienten (70%) an Morbus Crohn und drei Patienten (30%) an Colitis ulcerosa. Sieben Patienten (10,8%) berichteten von einer Beschwerdedauer von 90 und mehr Tagen zum Zeitpunkt der Erhebung, wovon vier Patienten (57,1%) an Morbus Crohn und zwei Patienten (28,6%) an Colitis ulcerosa erkrankt waren sowie ein Patient (14,3%) dessen endgültige Diagnose noch nicht feststand.

Der Zusammenhang zwischen der Dauer der klinischen Symptomatik und der sonographisch gemessenen Darmwanddicke des Rektums ist Tabelle 13 zu entnehmen.

Tabelle 13: Zusammenhang zwischen Dauer der klinischen Symptomatik und der sonographisch gemessenen Darmwanddicke des Rektums bei 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Legende: M.Crohn=Morbus Crohn; C.ulcerosa=Colitis ulcerosa; C2-5 MHz=Curved Array Schallkopf 2-5MHz; C1-5 MHz=Curved Array Schallkopf 1-5 MHz

Symptomdauer	M. Crohn		C. ulcerosa	
	C2-5 MHz	C1-5 MHz	C2-5 MHz	C1-5 MHz
≤ 7 Tage	3,5 mm ± 1,0 mm	3,2 mm ± 0,8 mm	5,0 mm ± 0,8 mm	4,8 mm ± 1,7 mm
8-31 Tage	5,0 mm ± 2,0 mm	4,5 mm ± 2,0 mm	6,4 mm ± 1,5 mm	5,7 mm ± 2,0 mm
32-60 Tage	6,0 mm ± 2,0 mm	6,0 mm ± 2,3 mm	5,0 mm ± 1,4 mm	5,0 mm ± 1,4 mm
61-90 Tage	4,0 mm ± 1,2 mm	3,0 mm ± 0,6 mm	6,0 mm ± 1,0 mm	5,7 mm ± 0,6 mm
> 90 Tage	4,3 mm ± 1,3 mm	3,8 mm ± 1,0 mm	5,0 mm ± 2,8 mm	4,0 mm ± 1,4 mm

Von dieser Betrachtung ausgenommen sind die fünf Patienten, bei denen es nicht möglich war die Darmwanddicke sonographisch zu bestimmen.

Im Rahmen der bivariaten Analyse mit stetiger Betrachtung der Merkmale Wanddicke und Schmerzdauer ergaben sich folgende Ergebnisse:

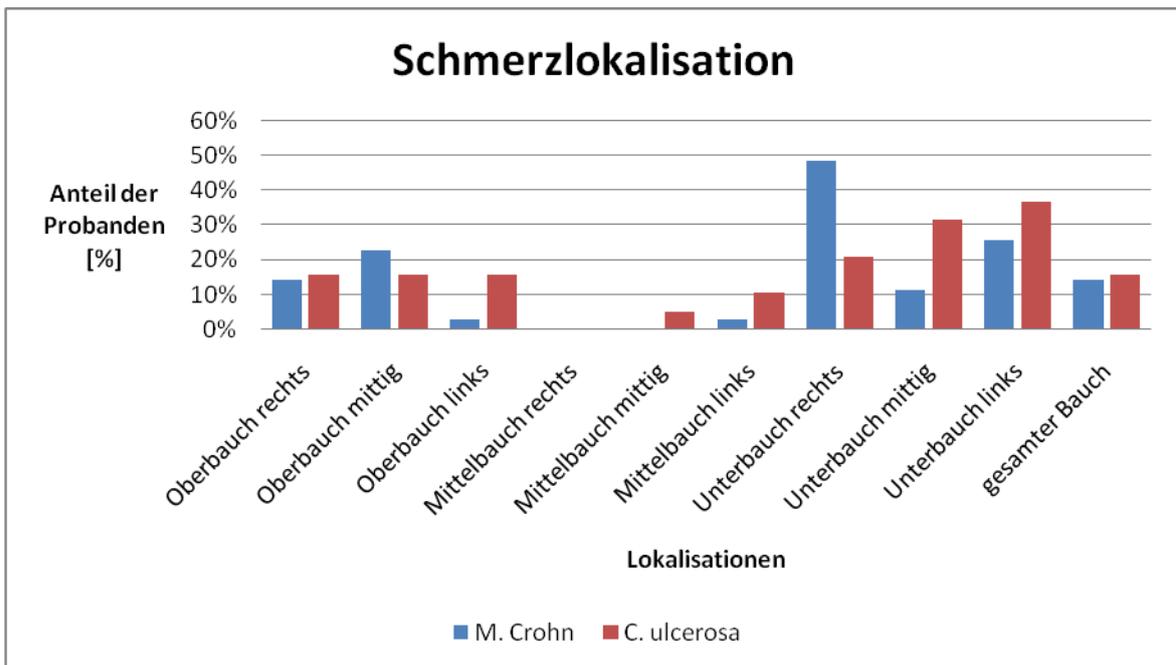
Weder die Korrelation der gemessenen Darmwanddicke des Rektums aus der Messung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes noch aus der Messung mittels des C2-5 MHz Schallkopfes ergab einen statistisch signifikanten Zusammenhang zur angegebenen Schmerzdauer. Dies ist den berechneten p-Werten von $p=0,0627$ für die Messwerte des C1-5 MHz Schallkopfes bzw. $p=0,0603$ für die Messwerte des C2-5 MHz Schallkopfes abgeleitet, da diese über dem als statistisch signifikant anzusehenden p-Wertes von $p<0,05$ liegen.

3.4.1.2 Abdominale Schmerzen bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen

Chronisch entzündliche Darmerkrankungen führen häufig zu charakteristischen abdominalen Schmerzen in für die jeweilige Erkrankung typischer Lokalisation. Von den insgesamt 65 Patienten mit Beschwerden gaben 54 Patienten (63,8%) abdominale Schmerzen an. Sowohl die an Morbus Crohn Erkrankten, als auch die Patienten mit Colitis ulcerosa gaben größtenteils (94% bzw. 95%) an unter kolikartigen abdominalen Schmerzen zu leiden. Die übrigen Patienten (6% bzw. 5%) charakterisierten den Schmerz als kontinuierlich vorherrschend.

Die Schmerzqualität bezeichneten die Patienten ($n=30$, 55,6%) beider Krankheitsentitäten hauptsächlich als stechend. Zu dieser Gruppe gehörten 20 der insgesamt 35 an Morbus Crohn erkrankten Probanden (57%) und zehn der insgesamt 19 an Colitis ulcerosa leidenden Patienten (53%). Als drückend beschrieben ihre Schmerzen 13 der Morbus Crohn Patienten (37%) und sechs der an Colitis ulcerosa Erkrankten (32%). Brennende Schmerzen wurden von fünf Patienten mit Morbus Crohn (14%) und zwei Patienten mit Colitis ulcerosa (11%) angegeben. Jeweils zwei der an Morbus Crohn Erkrankten (je 6%) und jeweils ein an Colitis ulcerosa erkrankter Patient (je 5%) charakterisierten ihre Schmerzen als schneidend bzw. dumpf.

Eine Übersicht der Schmerzlokalisationen in Abhängigkeit der Krankheitsentität ist Abbildung 19 zu entnehmen.



Legende: M.Crohn=Morbus Crohn; C.ulcerosa=Colitis ulcerosa

Abbildung 19: Lokalisation der abdominalen Schmerzen bei 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Auffällig ist eine Häufung der angegebenen Schmerzlokalisierung bei Patienten mit Morbus Crohn im Bereich des rechten Unterbauches (17 von 35 Patienten, 49 %) bzw. im Bereich des mittleren und linken Unterbauches bei Patienten mit Colitis ulcerosa (insgesamt 13 von 19 Patienten, 69%). Im Gegensatz dazu ließ sich kein Zusammenhang zwischen der angegebenen Schmerzlokalisierung und der sonographisch gemessenen Darmwanddicke des Rektums nachweisen. Vielmehr zeigte sich, dass unabhängig von der Schmerzlokalisierung bei Patienten mit Colitis ulcerosa eine Darmwandverdickung des Rektums nachweisbar war. Diese Ergebnisse sind in Tabelle 14 zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 14: Zusammenhang zwischen angegebener Schmerzlokalisierung und sonographisch gemessener Darmwanddicke des Rektums bei 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Legende: C2-5=Curved Array Schallkopf 2-5 MHz; C1-5=Curved Array Schallkopf 1-5 MHz

Schmerzlokalisierung	Morbus Crohn	Colitis ulcerosa
	(n=5)	(n=3)
Oberbauch rechts	C2-5: 4,6mm ± 2,1mm C1-5: 4,0mm ± 2,4mm	C2-5: 5,7mm ± 1,2mm C1-5: 6,0mm ± 1,0mm
	(n=8)	(n=3)
Oberbauch mittig	C2-5: 5,0mm ± 2,0mm C1-5: 4,8mm ± 2,4mm	C2-5: 5,7mm ± 1,2mm C1-5: 4,7mm ± 1,5mm
	(n=1)	(n=3)
Oberbauch links	C2-5: 3,0mm C1-5: 3,0mm	C2-5: 7,0mm ± 1,0mm C1-5: 5,7mm ± 0,6mm
Mittelbauch rechts	(n=0)	(n=0)
	(n=0)	(n=1)
Mittelbauch mittig		C2-5: 6,0mm C1-5: 5,0mm
	(n=1)	(n=2)
Mittelbauch links	C2-5: 7,0mm C1-5: 7,0mm	C2-5: 7,0mm ± 1,4mm C1-5: 5,5mm ± 0,7mm
	(n=16)	(n=4)
Unterbauch rechts	C2-5: 4,5mm ± 1,5mm C1-5: 3,9mm ± 1,6mm	C2-5: 6,3mm ± 2,1mm C1-5: 6,0mm ± 3,0mm
	(n=4)	(n=6)
Unterbauch mittig	C2-5: 4,5mm ± 2,4mm C1-5: 4,3mm ± 2,5mm	C2-5: 5,8mm ± 2,1mm C1-5: 5,3mm ± 2,6mm
	(n=7)	(n=7)
Unterbauch links	C2-5: 3,4mm ± 0,5mm C1-5: 3,1mm ± 0,4mm	C2-5: 6,6mm ± 1,6mm C1-5: 5,9mm ± 2,1mm
	(n=5)	(n=2)
Gesamter Bauch	C2-5: 5,2mm ± 2,8mm C1-5: 4,8mm ± 2,7mm	C2-5: 6,5mm ± 0,7mm C1-5: 5,5mm ± 2,1mm

Darüber hinaus war ebenfalls lediglich ein Zusammenhang zwischen der auf einer visuellen Analogskala von eins bis drei angegebenen Schmerzintensität und der gemessenen Darmwanddicke in der Messung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes nachzuvollziehen. Dies galt jedoch nicht für die Messung mittels des C2-5 MHz Schallkopfes. Dieses Ergebnis ist sowohl in Tabelle 15 als auch in der statistischen Berechnung dargestellt.

Tabelle 15: Zusammenhang zwischen Schmerzintensität und sonographisch gemessener Darmwanddicke des Rektums bei 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Legende: C2-5=Curved Array Schallkopf 2-5 MHz; C1-5=Curved Array Schallkopf 1-5 MHz

	Morbus Crohn		Colitis ulcerosa	
	C2-5	C1-5	C2-5	C1-5
leicht	5,1mm ± 1,7mm	4,6mm ± 2,2mm	5,0mm ± 0mm	5,7mm ± 1,2mm
Mittel	4,6mm ± 1,4mm	4,1mm ± 1,4mm	6,3mm ± 1,8mm	5,7mm ± 2,0mm
stark	4,0mm ± 2,1mm	3,7mm ± 2,2mm	6,0mm ± 0,8mm	4,3mm ± 1,0mm

Zur Verdeutlichung dieser Korrelation wurde eine bivariate Analyse mit stetiger Betrachtung der Merkmale Wanddicke und Schmerzintensität durchgeführt. Diese ergab für die Messung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes einen statistisch signifikanten Zusammenhang bei einem p-Wert von $p=0,0414$. Für die Messung mittels des C2-5 MHz Schallkopfes konnte aufgrund eines p-Wertes von $p=0,0813$ ein derart statistisch signifikanter Zusammenhang nicht nachgewiesen werden.

3.4.1.3 Besonderheiten des Stuhlgangs bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen

Neben abdominalen Schmerzen stehen Stuhlnormmäßigkeiten wie erhöhte Defäkationsfrequenz, veränderte Stuhlkonsistenz und Blutbeimengungen im Zentrum der Symptomatik bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen.

Bezüglich der Stuhlfrequenz zeigte sich im vorliegenden Patientenkollektiv (n=103) folgende Verteilung:

Der überwiegende Teil der Patienten (n=63) beider Krankheitsbilder gab eine Stuhlfrequenz von ein bis dreimal täglich an. Dieser Gruppe gehörten 48 der insgesamt 72 an Morbus Crohn erkrankten Patienten (67%) und 15 der insgesamt 30 an Colitis ulcerosa Erkrankten (50%) an. Jeweils sieben an Colitis ulcerosa Leidenden (je 23%) berichteten über Stuhlfrequenzen von vier bis sechsmal täglich bzw. mehr als sechsmal täglich.

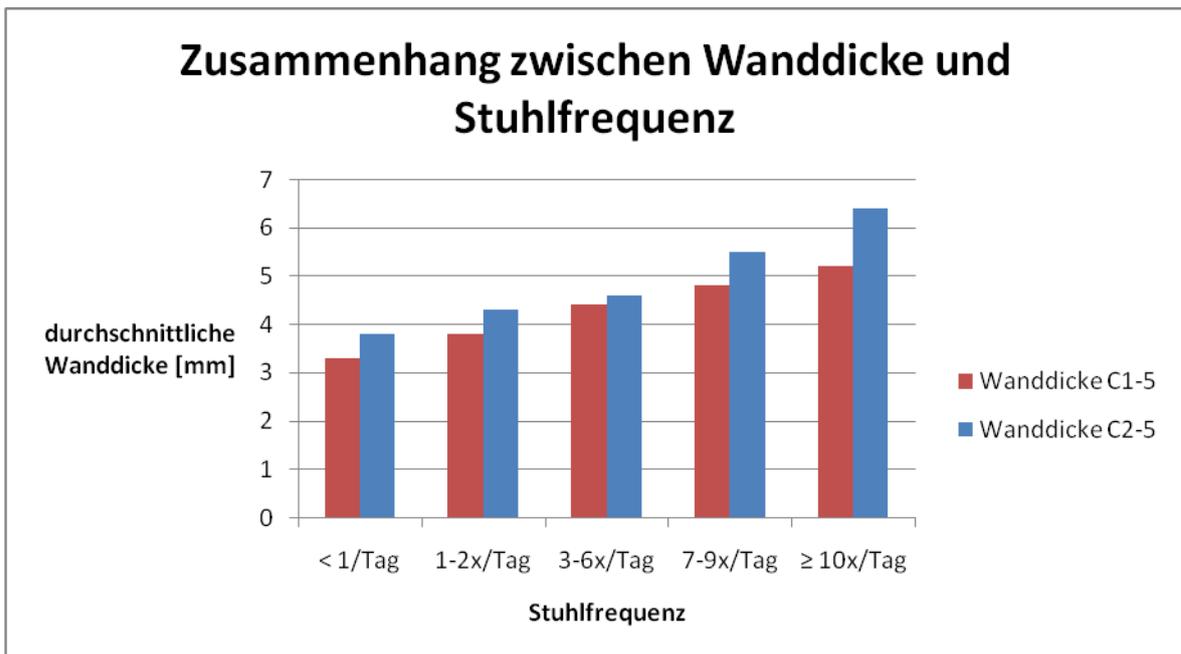
Analog dazu zeigte sich in der Gruppe der Morbus Crohn Patienten eine Verteilung von 16 Probanden (22%) mit vier bis sechs Stühlen pro Tag und fünf Probanden (7%) mit mehr als sechs Stühlen täglich. Nur ein geringer Teil des Gesamtkollektives (n=4) schilderte eine Frequenz von weniger als einem Stuhlgang pro Tag. Aus dieser Gruppe litten drei Patienten (4%) an Morbus Crohn und ein Proband an Colitis ulcerosa (3%). Der Patient dessen Diagnose zu Beginn der Datenauswertung noch nicht abschließend geklärt war, berichtete von fünf Stühlen pro Tag.

Hinsichtlich der Konsistenzveränderung des Stuhles machten die Patienten folgende Angaben: 16 der insgesamt 30 an Colitis ulcerosa Erkrankten (53%) gaben an unter flüssigen Stühlen zu leiden, wohingegen nur neun Patienten (30%) eine normale Stuhlkonsistenz beschrieben. Drei Colitis ulcerosa Patienten (10%) berichteten von wechselnder Stuhlkonsistenz. Von den an Morbus Crohn erkrankten Patienten nannten jeweils 26 Probanden (je 36%) eine normale bzw. flüssige Stuhlkonsistenz als vorherrschend, 15 Probanden gaben ein Mischbild an (21%).

Ein geringer Teil des Gesamtkollektivs berichtete über obstipative Symptome im Zusammenhang mit ihrer chronisch entzündlichen Darmerkrankung. Zu dieser Gruppe gehörten fünf Patienten mit Morbus Crohn (7%) und zwei Patienten mit Colitis ulcerosa (7%).

Zusätzlich zu Veränderungen der Frequenz und Konsistenz des Stuhls berichtete ein Teil der Probanden (n=39, 37,9%) über Blutbeimengungen im Stuhl. Frisches, hellrotes Blut im Stuhl gaben 17 an Morbus Crohn Erkrankte (24%) und 18 Patienten mit Colitis ulcerosa (60%) an. Lediglich ein Patient mit Morbus Crohn (1,4%) und drei Patienten mit Colitis ulcerosa (10%) klagten über teerstuhlartige Veränderungen des Stuhls.

Bei der Betrachtung der durch die Patienten angegebenen Stuhlfrequenz und der im Mittel sonographisch gemessenen Darmwanddicke des Rektums zeigte sich im Vergleich der beiden Schallköpfe der in Abbildung 20 dargestellte Zusammenhang.



Legende: C2-5=Curved Array Schallkopf 2-5 MHz; C1-5=Curved Array Schallkopf 1-5 MHz

Abbildung 20: Zusammenhang zwischen Stuhlfrequenz und sonographisch gemessener Darmwanddicke des Rektums bei 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Wie der Abbildung 20 zu entnehmen ist, nahm die durchschnittlich sonographisch ermittelte Darmwanddicke des Rektums proportional zur Stuhlfrequenz zu. Darüber hinaus fällt auf, dass die Messungen des C2-5 MHz Schallkopfes im Mittel größere Darmwanddicken ergaben, als die Darstellung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes.

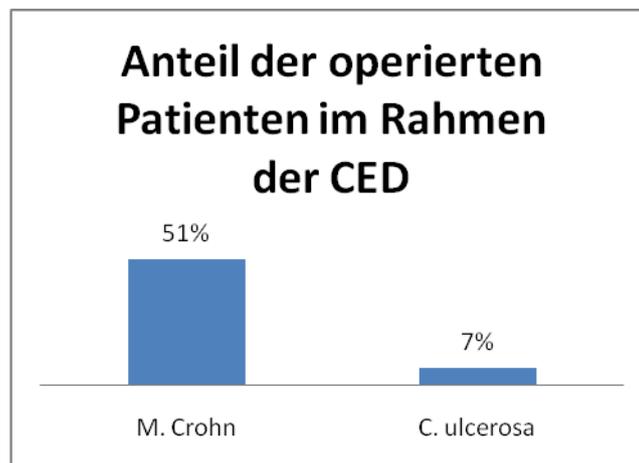
Die statistische Betrachtung dieses Sachverhalts mittels bivariater Analyse zeigte folgende Ergebnisse: Lediglich in der Messung der Darmwanddicke mittels des C2-5 MHz Schallkopfes konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang zur Stuhlfrequenz durch einen p-Wert von $p=0,0131$ nachgewiesen werden. Bei der Betrachtung des Zusammenhangs zwischen mittels des C1-5 MHz Schallkopfes gemessenen Darmwanddicke und der Stuhlfrequenz bestand ein derart statistisch signifikanter Zusammenhang mit einem p-Wert von $p=0,1285$ nicht.

3.4.2 Operationen im Rahmen der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen

Da die chirurgische Intervention eine wichtige Säule in der Therapie chronisch entzündlicher Darmerkrankungen darstellt, soll an dieser Stelle das Patientenkollektiv in Bezug auf die Häufigkeit von Operationen, als auch deren möglichen Einfluss auf die Qualität der Darmwandsonographie deskriptiv dargestellt werden.

3.4.2.1 Art und Häufigkeit chirurgischer Intervention bei CED

Von den 39 der insgesamt 103 Patienten (38%), die aufgrund ihres Leidens an einer chronisch entzündlichen Darmerkrankung operiert werden mussten, litten 37 (95%) an Morbus Crohn und nur 2 Patienten (5%) an Colitis ulcerosa. Die mittlere Erkrankungsdauer betrug in dieser Gruppe 16,1 Jahre (Standardabweichung 9,6 Jahre). Der prozentuale Anteil von Patienten, die aufgrund ihrer chronisch entzündlichen Darmerkrankung operiert werden mussten ist Abbildung 21 zu entnehmen.

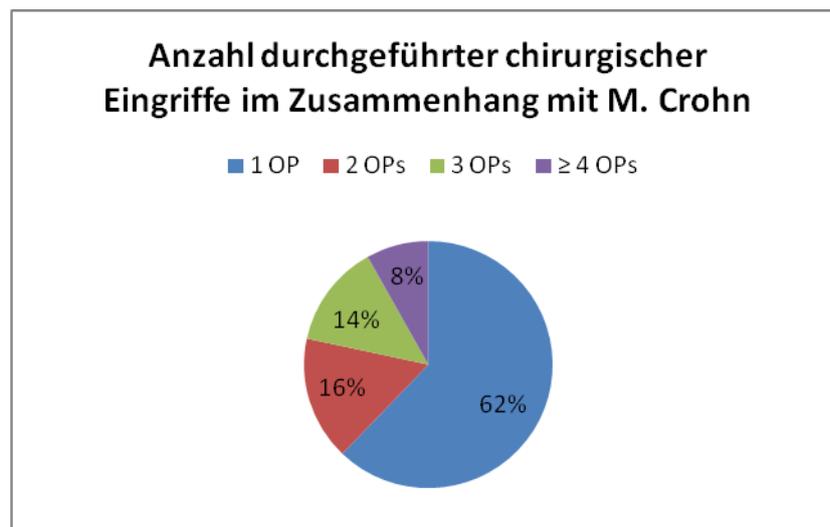


Legende: CED = chronisch entzündliche Darmerkrankung

Abbildung 21: Prozentualer Anteil der operierten Patienten im Rahmen ihrer chronisch entzündlichen Darmerkrankung aus insgesamt 103 Studienteilnehmern der Spezialambulanz für chronisch entzündlichen Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Von den 37 operierten Patienten mit Morbus Crohn unterzogen sich 22 Patienten (59%) einer Ileozökalresektion, ein Patient (3%) einer Hemikolektomie links, zwei Patienten (5%) einer Strikturoplastik und 20 (54%) Patienten anderen Eingriffen (z.B. Fisteln, Abszessspaltungen oder Dünndarmresektionen).

Die prozentuale Verteilung über die Häufigkeit der Operationen in Zusammenhang mit der Morbus Crohn Erkrankung ist Abbildung 22 zu entnehmen. Bei den beiden Patienten in der Gruppe der operierten Patienten mit Colitis ulcerosa wurde eine Ileozökalresektion durchgeführt, sowie bei einem der beiden Patienten zusätzlich ein anderer chirurgischer Eingriff im Rahmen der CED.

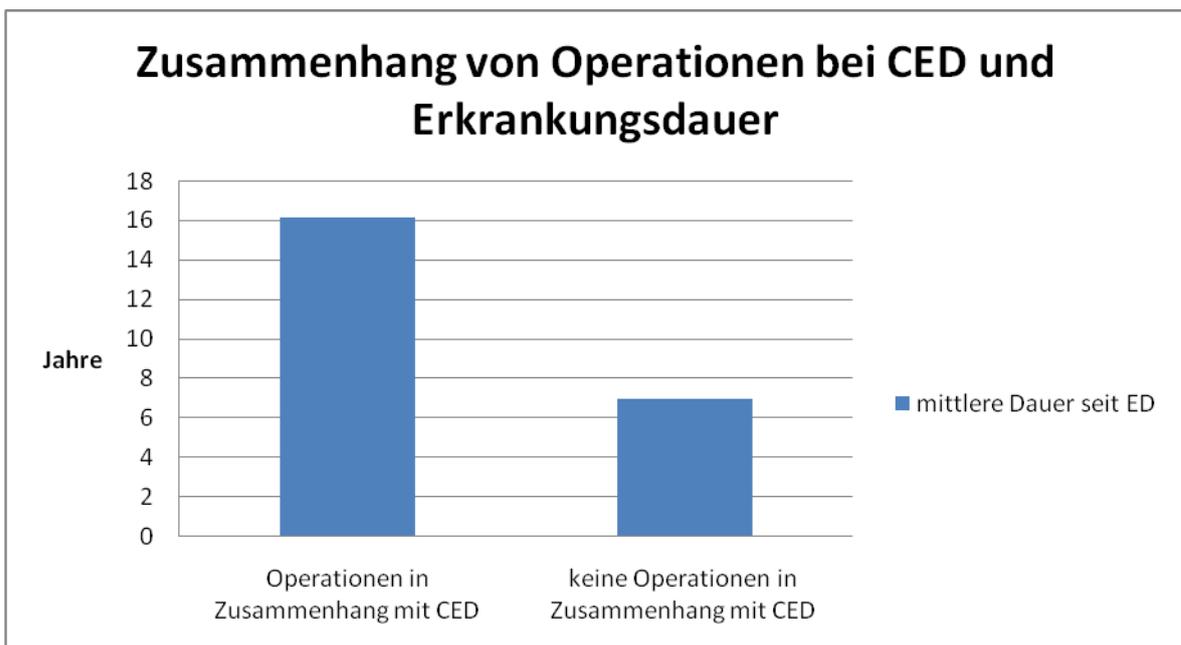


Legende: OP(s) = Operation(en), M. Crohn=Morbus Crohn

Abbildung 22: Anzahl durchgeführter chirurgischer Eingriffe in Zusammenhang mit Morbus Crohn bei 103 Studienteilnehmern der Spezialambulanz der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Die übrigen 64 Patienten (62%) waren zum Zeitpunkt der Datenerhebung noch nicht im Rahmen ihrer chronisch entzündlichen Darmerkrankung operiert worden und wiesen im Mittel eine Erkrankungsdauer von 7,0 Jahren (Standardabweichung = 6,1 Jahren) auf. In dieser Gruppe litten 35 Patienten (55%) an Morbus Crohn, 28 (44%) an Colitis ulcerosa und bei einem Patienten (1%) war zum Zeitpunkt der Datenerhebung die endgültige Diagnose noch nicht gestellt.

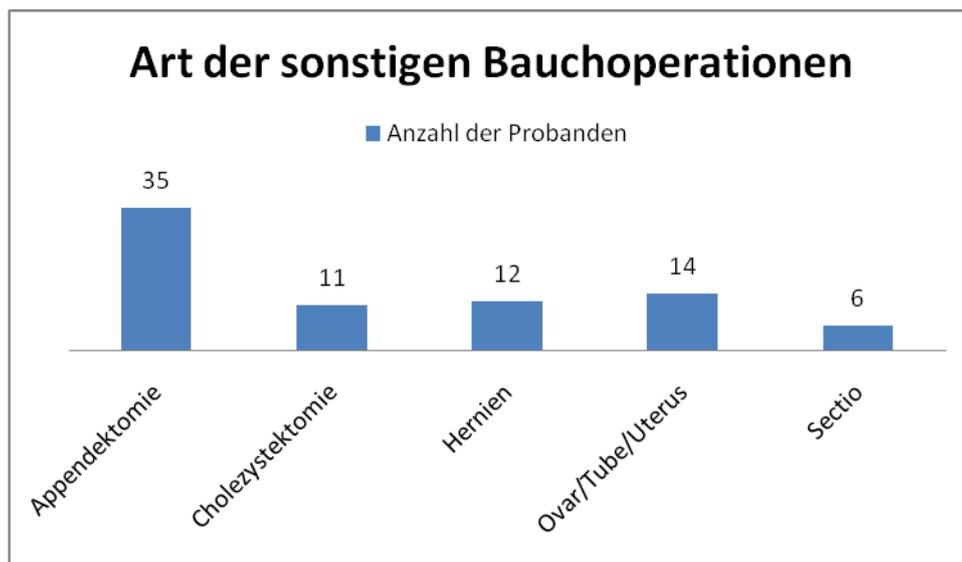
Der Zusammenhang von Operationen im Rahmen der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen und mittlerer Erkrankungsdauer bei den Patienten des Studienkollektives ist Abbildung 23 zu entnehmen.



Legende: CED=chronisch entzündliche Darmerkrankung, ED=Erstdiagnose

Abbildung 23: Zusammenhang von Operationen bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen und mittlerer Erkrankungsdauer bei 103 Studienteilnehmern der Spezialambulanz der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Im Gesamtkollektiv gab es 38 Patienten, die noch nie abdominell operiert wurden. 63 Patienten wurden anderen abdominellen chirurgischen Eingriffen, die nicht im Zusammenhang mit der chronisch entzündlichen Darmerkrankung standen, unterzogen. Die Art der sonstigen Bauchoperationen ist Abbildung 24 zu entnehmen.



Legende: Sectio=Sectio caesarea

Abbildung 24: Art der sonstigen abdominell chirurgischen Eingriffe bei 103 Studienteilnehmern der Spezialambulanz der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Die Verteilung der Häufigkeit der Bauchoperationen, die unabhängig der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen durchgeführt wurden, ist Abbildung 25 zu entnehmen.

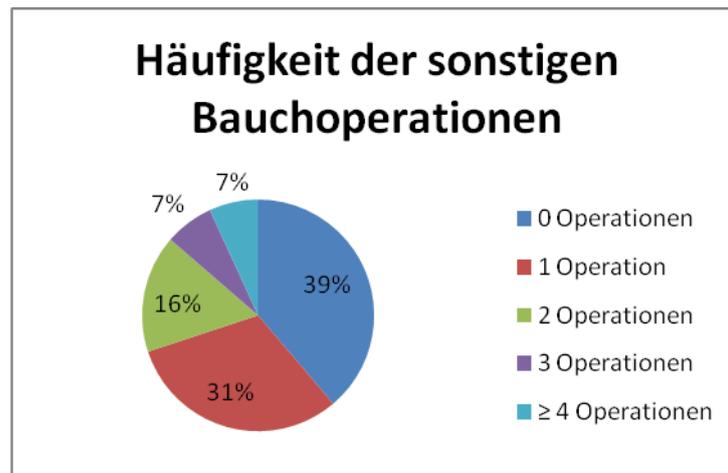


Abbildung 25: Verteilung der Häufigkeit der sonstigen Bauchoperationen unabhängig der CED bei 103 Studienteilnehmern der Spezialambulanz der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

3.4.2.2 Einfluss abdominaler Eingriffe auf die Darrstellbarkeit

Bezüglich der transabdominal sonographischen Darstellbarkeit des Rektums in Abhängigkeit der insgesamt durchgeführten Bauchoperationen ergibt sich das in Tabelle 16 dargestellte Bild.

Tabelle 16: Zusammenhang der Darstellbarkeit des Rektums und der Anzahl der insgesamt durchgeführten abdominalen chirurgischen Eingriffe bei 103 Studienteilnehmern der Spezialambulanz der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

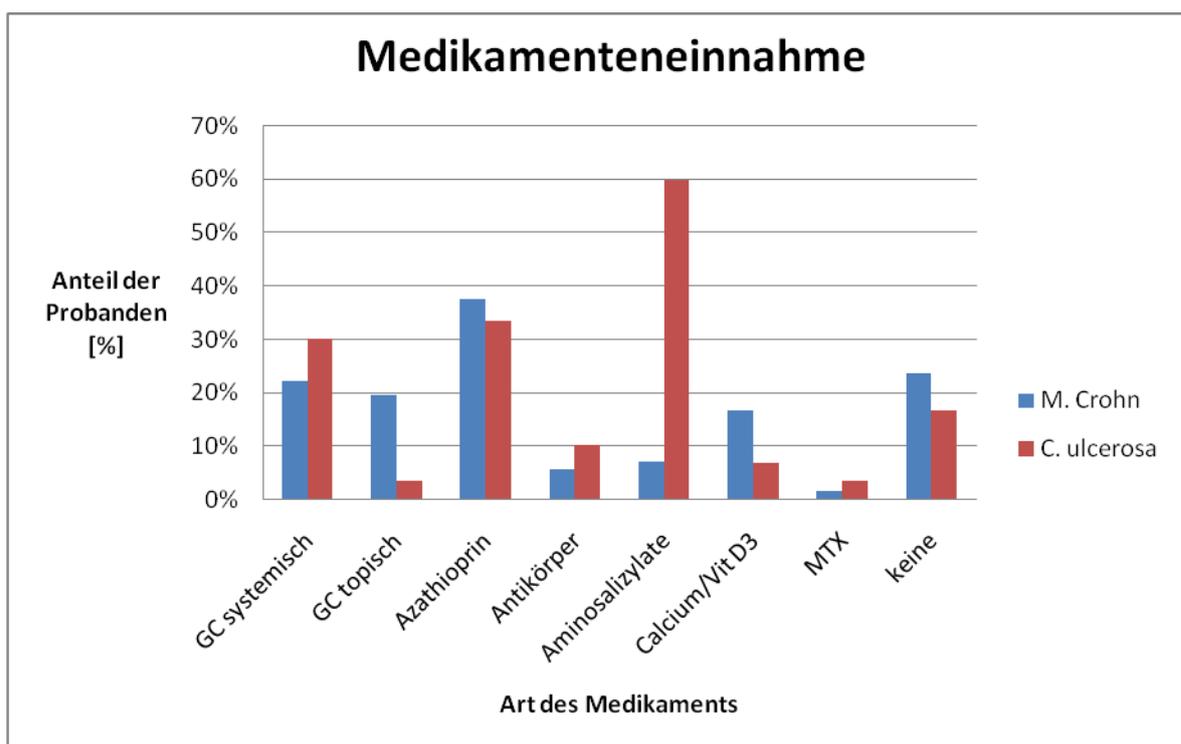
Legende: OPs = Operationen; C2-5=Curved Array Schallkopf 2-5 MHz; C1-5=Curved Array Schallkopf 1-5 MHz

Anzahl der OPs insgesamt	Beurteilbarkeit	C2-5	C1-5
0	Gut	45% (n=20)	61% (n=27)
	Mittel	39% (n=17)	34% (n=15)
	schlecht	16% (n=7)	5% (n=4)
		(n=44)	(n=44)
1	Gut	37% (n=7)	47% (n=9)
	Mittel	42% (n=8)	42% (n=8)
	schlecht	21% (n=4)	11% (n=2)
		(n=19)	(n=19)
2	gut	24% (n=4)	41% (n=7)
	Mittel	41% (n=7)	35% (n=6)
	schlecht	35% (n=6)	24% (n=4)
		(n=17)	(n=17)
3	Gut	45% (n=5)	91% (n=10)
	Mittel	55% (n=6)	9% (n=1)
	schlecht	0% (n=0)	0% (n=0)
		(n=11)	(n=11)
≥ 4	Gut	33% (n=4)	67% (n=8)
	mittel	50% (n=6)	17% (n=2)
	schlecht	17% (n=2)	17% (n=2)
		(n=12)	(n=12)

3.4.3 Medikamentöse Behandlung bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen

Neben der bereits beschriebenen chirurgischen Intervention nimmt die medikamentöse Behandlung der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen eine zentrale Rolle ein. Von den insgesamt 103 Patienten erhielten 22 Patienten (21,4%) zum Zeitpunkt der Datenerhebung keine spezifische medikamentöse Therapie ihrer chronisch entzündlichen

Darmerkrankung. Die übrigen 81 Patienten (78,6%) wurden medikamentös therapiert. Die eingesetzten Medikamente und Häufigkeitsverteilung ihrer Anwendung im untersuchten Patientenkollektiv getrennt nach Entität der CED sind Abbildung 26 zu entnehmen.

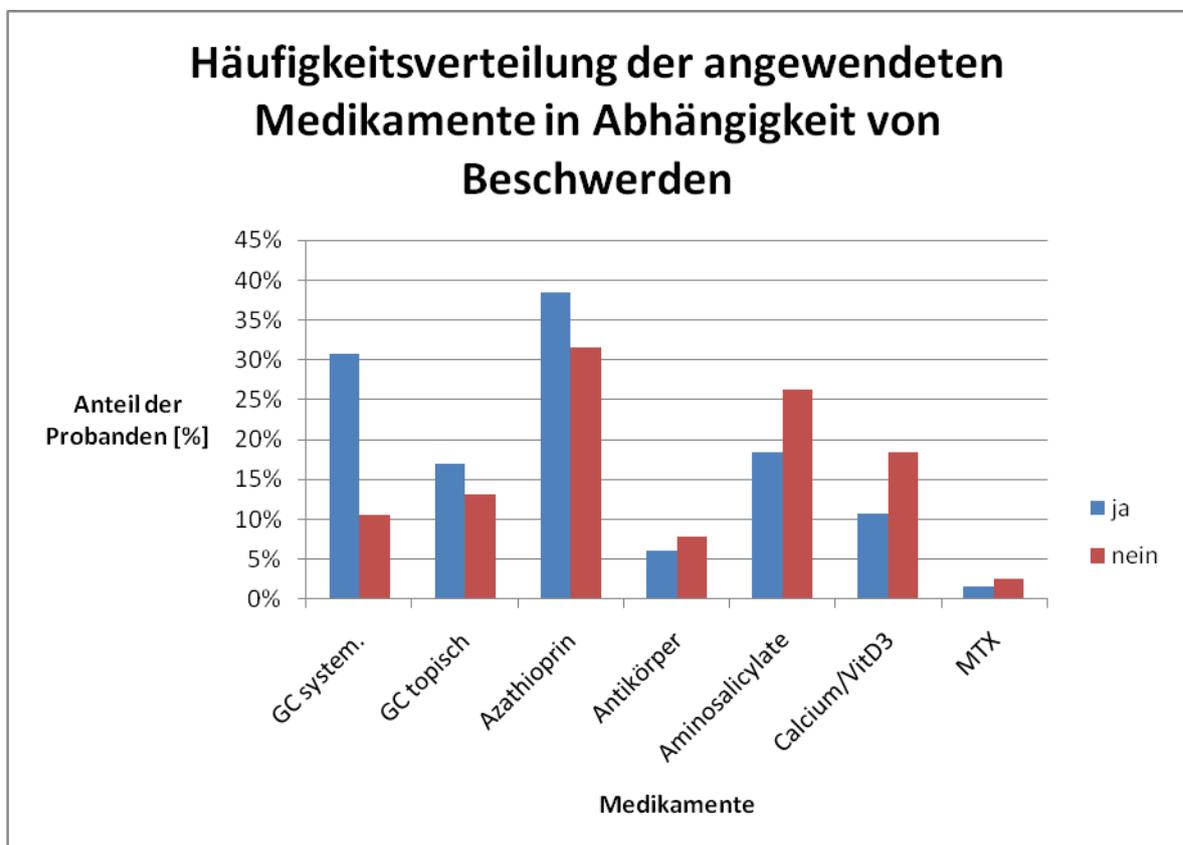


Legende: GC=Glukokortikoide; Vit D3=Vitamin D3; MTX=Methodretax; M.Crohn=Morbus Crohn; C.ulcerosa=Colitis ulcerosa

Abbildung 26: Übersicht der zur Therapie chronisch entzündlicher Darmerkrankungen eingesetzten Medikamente bei 103 Studienteilnehmern der Spezialambulanz der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

In der medikamentös behandelten Patientengruppe konnten eine deutliche Häufung der Anwendung systemischer Glukokortikoide bei Patienten mit akuten Beschwerden festgestellt werden; im Übrigen war die Anwendungshäufigkeit der Medikamente bei

Patienten mit und ohne Beschwerden ähnlich. Diese Ergebnisse sind in Abbildung 27 zusammengefasst.



Legende: GC=Glukokortikoide; Vit D3=Vitamin D3; MTX=Methotrexat

Abbildung 27: Anwendungshäufigkeit zur Therapie chronisch entzündlicher Darmerkrankungen eingesetzte Medikamente in Abhängigkeit von vorhandenen Beschwerden bei 103 Studienteilnehmern der Spezialambulanz der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Bei der Korrelation von Darmwanddicke und dem Vorhandensein von Beschwerden sowie der medikamentösen Behandlung zeigte sich das in Tabelle 17 zusammengefasste Bild.

Tabelle 17: Übersicht zum Zusammenhang zwischen Beschwerden, medikamentöser Behandlung und sonographisch gemessener Darmwanddicke des Rektums bei 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Legende: C2-5=Curved Array Schallkopf 2-5 MHz; C1-5=Curved Array Schallkopf 1-5 MHz

		Beschwerden	
		Ja (n=46)	nein (n=30)
Behandlung	Ja	C2-5: 4,8mm ($\pm 1,7$ mm) C1-5: 4,3mm ($\pm 1,8$ mm)	C2-5: 4,2mm ($\pm 1,2$ mm) C1-5: 3,5mm ($\pm 1,1$ mm)
	Nein	(n=14) C 2-5: 5,7mm ($\pm 1,7$ mm) C 1-5: 5,2mm ($\pm 1,8$ mm)	(n=8) C 2-5: 4,1mm ($\pm 1,6$ mm) C 1-5: 3,8mm ($\pm 1,7$ mm)

Im Vergleich der Patienten mit und ohne Beschwerden waren die sonographisch im Mittel bestimmten Darmwanddicken sowohl in der Messung mittels des C2-5 MHz Schallkopfes als auch in der Messung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes in der Patientengruppe mit Beschwerden deutlich größer. Analog stellten sich die Darmwanddicken im Vergleich der medikamentös behandelten und unbehandelten Patienten dar. So ergaben sich die im Mittel größten gemessenen Darmwanddicken bei denjenigen Patienten, die zum Zeitpunkt der Erhebung über Beschwerden klagten, jedoch keine medikamentöse Therapie erhielten. Erwartungsgemäß waren die durchschnittlich gemessenen Darmwanddicken in der Patientengruppe, die zum Zeitpunkt der Untersuchung keine Beschwerden angaben, aber unter medikamentöser Therapie standen, am geringsten.

Von dieser Betrachtung wurden fünf Patienten in der Gruppe mit Beschwerden und Behandlung ausgeschlossen, da sonographisch keine Darmwanddicke im Rektum gemessen werden konnte.

3.5 Indices zur Bestimmung der Krankheits- und Entzündungsaktivität bei CED

3.5.1 Crohn's Disease Activity Index (CDAI) und Colitis Activity Index (CAI)

In der Verlaufsbeobachtung der chronisch entzündlichen Darmerkrankungen werden klinische Aktivitätsindices wie der CDAI für Morbus Crohn und der CAI für Colitis ulcerosa verwendet. Diese sollen an Hand klinischer und laborchemischer Parameter eine Unterscheidung zwischen Patienten mit aktiver Entzündung und Patienten in Remission ermöglichen und so therapeutische Entscheidungen stützen.

Der Zusammenhang zwischen der sonographisch im Mittel bestimmten Darmwanddicke des Rektums und der nach bereits beschriebenem Schema berechneten CDAI-Werte bei Patienten mit Morbus Crohn ist in Tabelle 18 dargestellt. Diejenigen Patienten, deren Darmwanddicke des Rektums im Ultraschall nicht bestimmt werden konnte, wurden von dieser Betrachtung ausgeschlossen, sodass von 64 in Remission befindlichen Patienten und von drei Patienten mit moderater Entzündungsaktivität nur 61 bzw. zwei Probanden ausgewertet werden konnten.

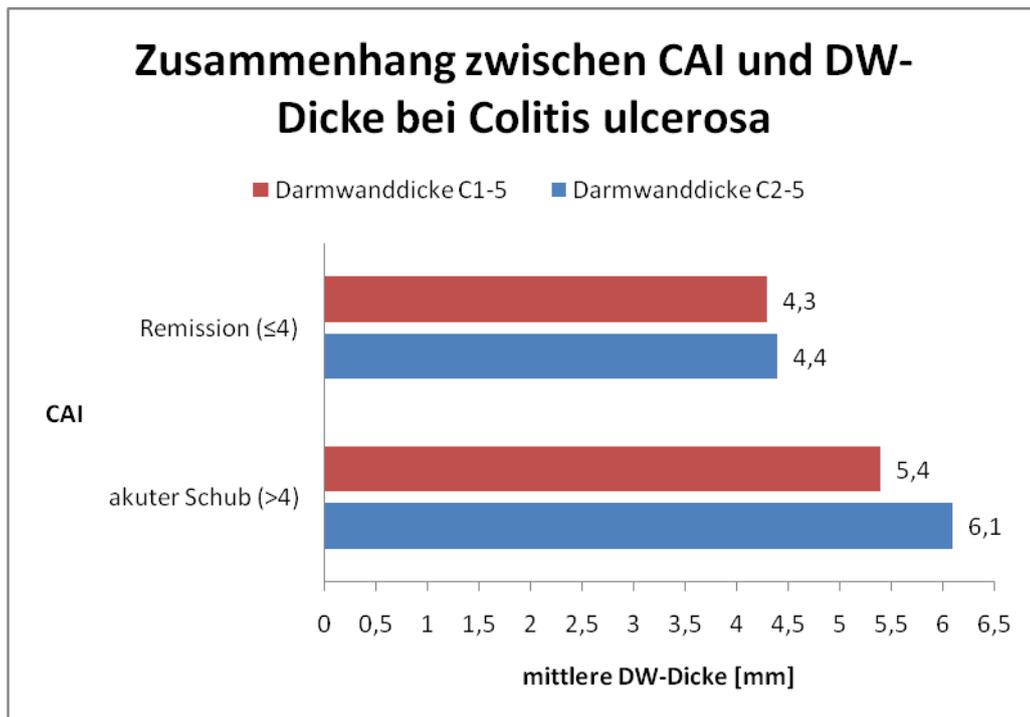
Tabelle 18: Korrelation zwischen CDAI-Werten und sonographisch gemessener Darmwanddicke des Rektums bei 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Legende: CDAI=Crohn's Disease Activity Index; C2-5=Curved Array Schallkopf 2-5 MHz; C1-5=Curved Array Schallkopf 1-5 MHz

CDAI		Darmwanddicke	
		C2-5	C1-5
Remission (<150)	(n=61)	4,5mm ± 1,6mm	3,9mm ± 1,6mm
milde Entzündung (150-220)	(n=6)	3,8mm ± 1,0mm	3,5mm ± 1,6mm
moderate Entzündung (221-450)	(n=2)	5,0mm ± 2,8mm	5,0mm ± 2,8mm
schwere Entzündung (>450)	(n=0)	0	0

Eine direkte Korrelation zwischen CDAI-Wert und sonographisch bestimmter Darmwanddicke des Rektums konnte in der hier vorliegenden Studie nicht nachgewiesen werden.

Im Gegensatz dazu zeigte sich bei der Betrachtung der CAI-Werte in Korrelation mit den durchschnittlich in der Sonographie gemessenen Darmwanddicken ein anderes Bild. Patienten in einem akuten Schub (n=16) wiesen im Mittel eine höhere Darmwanddicke des Rektums sowohl in der Messung mittels des C2-5 MHz Schallkopfes (6,1mm ± 1,4mm), als auch in der Messung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes (5,4mm ± 1,7mm) auf. Passend dazu zeigte sich bei den gemäß CAI in Remission befindlichen Patienten (n=12) im Mittel geringere Darmwanddicken des Rektums von 4,4mm (Standardabweichung 1,1mm) in der Messung des C2-5 MHz Schallkopfes bzw. 4,3mm (Standardabweichung 1,4mm) bei Messung mittels C1-5 MHz Schallkopfes. Von dieser Berechnung wurde ein Patient in akutem Schub ausgeschlossen, da sonographisch keine Darmwanddicke ermittelt werden konnte. Die vorliegenden Ergebnisse sind in Abbildung 28 graphisch dargestellt.



Legende: C2-5=Curved Array Schallkopf 2-5 MHz; C1-5=Curved Array Schallkopf 1-5 MHz; CAI=Colitis Activity Index; DW-Dicke=Darmwanddicke

Abbildung 28: Korrelation zwischen CAI-Werten und sonographisch gemessener Darmwanddicke bei 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

3.5.2 C-reaktives Protein (CRP) bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen

Bei der Betrachtung des laborchemischen Parameters C-reaktives Protein als Korrelat einer aktiven Entzündung im Zusammenhang mit der sonographisch bestimmten Darmwanddicke des Rektums bei Patienten mit chronisch entzündlichen Darmerkrankungen zeigte sich in der hier vorliegenden Studie folgendes Bild:

Aus dem Gesamtkollektiv (n=103) wurde bei 66 Probanden (64,1%) im Rahmen der Vorstellung in der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen das CRP bestimmt. Bei drei dieser Patienten konnte in der Ultraschalluntersuchung des

Darmes keine Darmwanddicke für das Rektum ermittelt werden, so dass diese von nachfolgender Betrachtung ausgeschlossen sind.

Von den verbleibenden 63 Patienten wiesen 33 zum Zeitpunkt der Untersuchung ein normwertiges CRP (≤ 5 mg/l) (52,4%) auf. In dieser Gruppe litten 25 Probanden an Morbus Crohn (75,8%), acht waren an Colitis ulcerosa erkrankt (24,2%). Die übrigen 30 Patienten hatten ein über den Grenzwert von 5 mg/l erhöhtes CRP in der Blutuntersuchung. Davon waren 22 an Morbus Crohn erkrankt (73,3%), wiederum acht Patienten litten an Colitis ulcerosa (26,7%). Die im Mittel sonographisch bestimmten Darmwanddicken des Rektums in Abhängigkeit vom Serumspiegel des C-reaktiven Proteins sind Tabelle 19 zu entnehmen.

Tabelle 19: Zusammenhang zwischen laborchemisch bestimmten CRP-Werten und sonographisch gemessener Darmwanddicke des Rektums bei 63 der insgesamt 103 Studienteilnehmer der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Legende: CRP=C-reaktives Protein; C2-5=Curved Array Schallkopf 2-5 MHz; C1-5=Curved Array Schallkopf 1-5 MHz

CRP	Morbus Crohn (n=47)		Colitis ulcerosa (n=16)	
	C2-5	C1-5	C2-5	C1-5
≤ 5 mg/l (n=25)	4,4mm \pm 1,6mm	3,6mm \pm 1,6mm (n=8)	5,0mm \pm 1,5mm	4,4mm \pm 1,3mm
> 5 mg/l (n=22)	4,7mm \pm 1,8mm	4,2mm \pm 1,9mm (n=8)	6,0mm \pm 1,5mm	5,6mm \pm 2,3mm

In der zusammenfassenden statistischen Analyse des Zusammenhanges der mittels der beiden Ultraschallsonden gemessenen Wanddicken des Rektums und den klinisch-laborchemischen Indizes CDAI, CAI und CRP ergab sich das in Tabelle 20 dargestellte Ergebnis.

Tabelle 20: Statistischer Zusammenhang zwischen Wanddicke des Rektums und CDAI, CAI und CRP bei 103 Patienten des Gesamtkollektives der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Studienzeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Legende: C1-5=Curved Array Schallkopf 1-5 MHz, C2-5=Curved Array Schallkopf 2-5 MHz, CDAI=Crohn's Disease Activity Index, CAI=Colitis Activity Index, CRP=C-reaktives Protein

	Wanddicke (stetig betrachtet)	
	C1-5 (p-Wert)	C2-5 (p-Wert)
CDAI	0,9239	0,5978
CAI	0,3366	0,0218
CRP	0,2126	0,3376

Grundsätzliche zeigte sich bei keinem der genannten Merkmale ein statistisch signifikanter Zusammenhang zur mittels der beiden Schallköpfe gemessenen Darmwanddicken des Rektums. Die einzige Ausnahme bildet hier der Zusammenhang zwischen der mittels des C2-5 MHz Schallkopfes gemessenen Darmwanddicke des Rektums mit dem CAI, da hier der p-Wert unter dem als statistisch signifikant anzusehenden Grenzwert von $p < 0,05$ liegt.

3.6 Magnetresonanztomographie des Rektums bei CED

Neben der Untersuchung mittels Ultraschall wurden elf Patienten (10,7%) des Gesamtkollektivs (n=103) zusätzlich mittels Magnetresonanztomographie bezüglich der Darmwanddicke des Rektums untersucht. Diesem Subkollektiv gehörten sieben männliche und vier weibliche Probanden mit einem mittleren Alter von 30,8 Jahren (Standardabweichung 11,6 Jahre) an. Von diesen waren fünf an Morbus Crohn sowie sechs an Colitis ulcerosa erkrankt.

Die durchgeführten MRT-Untersuchungen wurden durch zwei Fachärzte für Radiologie der Abteilung für diagnostische und interventionelle Radiologie der Universitätsklinik Ulm unabhängig voneinander befundet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 21 zusammengefasst.

Tabelle 21: Magnetresonanztomographisch bestimmte Darmwanddicke des Rektums bei elf der insgesamt 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Legende: prox.-Drittel=proximales Drittel; n.b.=nicht bestimmbar; grün=Übereinstimmung der Messergebnisse; gelb=Abweichung der Messergebnisse von 1-2mm; rot=Abweichung der Messergebnisse ≥ 3 mm

Proband	Untersucher 1			Untersucher 2		
	Prox.-Drittel	Mittleres-Drittel	Distales-Drittel	Prox.-Drittel	Mittleres-Drittel	Distales-Drittel
1	3	3	4	3	3	3
2	3	4	3	3	3	3
3	3	6	16	7	8	11
4	4	3	5	6	3	5
5	7	4	5	3	8	5
6	3	5	5	3	4	4
7	3	4	5	3	4	5
8	3	4	n. b.	4	4	3
9	4	5	16	5	4	3
10	3	4	5	3	4	5
11	4	10	6	5	6	7

Wie der Tabelle 21 zu entnehmen ist, bestehen bei deskriptiver Betrachtung dieser Ergebnisse bei der Auswertung der MRT-Bilder bezüglich der Darmwanddicken teilweise Unterschiede zwischen den Untersuchern.

Da sonographisch nicht bei jedem Patienten alle Rektumabschnitte darstellbar waren, konnte ein Vergleich der sonographisch gemessenen maximalen Darmwanddicken des Rektums nur mit den Messwerten der entsprechenden Rektumabschnitte aus der MRT-Untersuchung erfolgen. Eine Zusammenfassung dieser Werte ist für die elf mittels MRT untersuchten Probanden in Tabelle 22 dargestellt.

Im Gegensatz zur Sonographie ist die Untersuchung mittels MRT weitgehend von Patientencharakteristika wie des Body-Mass-Index (BMI) oder anatomischen Gegebenheiten wie der Blasenfüllung unabhängig. Zur besseren Vergleichbarkeit der Wertigkeit der in der Ultraschalluntersuchung ermittelten Darmwanddicken des Rektums mit den Werten aus der MRT-Untersuchung wurden diese Parameter in der Tabelle 22 mit aufgenommen.

Mittels des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests wurde eine statistische Auswertung dieser Ergebnisse durchgeführt. Diese ergab bezüglich den im MRT gemessenen Darmwanddicken bei einem p-Wert von $p=0,2656$ keinen signifikanten Unterschied zwischen den Messungen der beiden Fachärzte für Radiologie.

Um die sonographisch gemessenen Darmwanddicken mit den im MRT ermittelten Wanddicken zu vergleichen, wurde jeweils der Mittelwert des C1-5 MHz Schallkopfes und des C2-5 MHz Schallkopfes sowie der Mittelwert aus den beiden Messungen der Fachärzte für Radiologie ermittelt und diese dann miteinander verglichen. Die statistische Auswertung mittels des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests ergab auch hier bei einem p-Wert von $p=0,6953$ keinen signifikanten Unterschied zwischen den sonographisch gemessenen Wanddicken und den Messungen aus dem MRT.

Tabelle 22: Übersicht der elf mittels MRT untersuchten Probanden im Vergleich mit der sonographisch gemessenen maximalen Darmwanddicke des Rektums aus dem Gesamtkollektiv der 103 Patienten der Spezialambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen des Universitätsklinikums Ulm im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010

Legende: prox.=proximal; CED=chronisch entzündliche Darmerkrankung; MC=Morbus Crohn; CU=Colitis ulcerosa; C2-5=Curved Array Schallkopf 2-5 MHz; C1-5=Curved Array Schallkopf 1-5 MHz; BV=Blasenvolumen; BMI=Body Mass Index; DW=Darmwanddicke; MRT=Magnetresonanztomographie; dist.=distal

Proband	CED	Sonographie				BV [ml]	BMI [kg/m ²]	DW-Dicke des Rektums [mm]		MRT	
		darstellbare Rektumabschnitte		Darstellbarkeit				C2-5	C1-5	Untersucher 1	Untersucher 2
		C2-5	C1-5	C2-5	C1-5						
1	MC	prox.-mitte	prox.-mitte	gut	gut	383	21,8	3	3	3	3
2	MC	prox.-mitte	prox.-mitte	mittel	gut	252	23,8	7	7	4	3
3	MC	mitte-dist.	mitte-dist.	mittel	mittel	87	20,7	9	9	16	11
4	MC	Alle	alle	mittel	gut	115	26,9	7	7	5	6
5	MC	Alle	alle	mittel	gut	80	18,7	6	3	7	8
6	CU	prox.-mitte	alle	gut	gut	396	28,3	5	7	5	4
7	CU	prox.-mitte	prox.-mitte	mittel	mittel	75	23,3	4	3	4	4
8	CU	Mitte	Mitte	schlecht	mittel	41	20,6	5	5	4	4
9	CU	Mitte	Mitte	schlecht	schlecht	172	19,9	9	10	5	4
10	CU	Alle	alle	gut	gut	72	18,4	7	6	5	5
11	CU	Alle	alle	gut	gut	191	19,1	6	6	10	7

4. Diskussion

Nicht-invasive strahlungsunabhängige Untersuchungsverfahren, allen voran die transabdominale Ultraschalluntersuchung, ersetzen zunehmend invasive Methoden wie Koloskopie, Doppelballon-Enteroskopie sowie Endosonographie in der Diagnostik und Verlaufskontrolle chronisch entzündlicher Darmerkrankungen [24; 31; 43; 60]. Darüber hinaus ist die Ultraschalluntersuchung ein kostengünstiges und ubiquitär verfügbares sowie patienten- und untersucherfreundliches bildgebendes Verfahren [1; 30; 45; 54]. Es ist in der Lage behandlungsbedürftige Pathologien sowohl in symptomatischen als auch asymptomatischen Patienten sicher zu erkennen und erscheint somit als Screeningtool für Patienten mit chronisch entzündlichen Darmerkrankungen als geeignet [27].

Bisher war im Gegensatz zu den übrigen Darmabschnitten die sonographische Darstellung des Rektums limitiert [8; 25; 29; 31; 43; 45; 46; 48; 58; 60; 72; 73; 74]. Insbesondere die Ansammlung von Luft, welche ein denkbar schlechtes Medium für Ultraschallwellen darstellt, sowie die geringe Eindringtiefe der bisher verwendeten Ultraschallsonden verhinderten die transabdominale Darstellung [25; 29; 38; 53; 59; 60; 74]. Zudem war die transabdominal sonographische Untersuchung von adipösen Patienten bisher nur eingeschränkt möglich und damit vor allem der für den Patienten stark strahlenbelastenden Computertomographie vorbehalten [25; 38; 53; 59]. Aufgrund dessen haben zahlreiche andere Studien adipöse Patienten von ihren sonographischen Untersuchungen ausgeschlossen, so dass die Datenlage für dieses Patientenkollektiv eher lückenhaft ist [25; 74].

Die vom Hersteller des in dieser Studie verwendeten C1-5 MHz Schallkopfes angegebenen Verbesserungen bei der Darstellbarkeit von in der Tiefe liegenden Strukturen insbesondere bei schwierigen Schallbedingungen wurde versucht anhand der vorliegenden Studie nachzuvollziehen. [62; 63]. Es fanden sich erwartungsgemäß optimale Schallbedingungen bei niedrigem BMI und hohem Füllungsvolumen der Blase (> 250ml), was darauf zurückzuführen sein dürfte, dass die Flüssigkeit in der anatomisch vor dem Rektum liegenden Harnblase die Eindringtiefe der Ultraschallwellen deutlich erleichtert [8].

Insgesamt war das mittlere Blasenvolumen bei denjenigen Patienten, bei denen die Darstellbarkeit des Rektums als „schlecht“ klassifiziert wurde, am geringsten. Da es sich bei der in dieser Studie verwendeten Klassifikation der Darstellbarkeit in „gut“, „mittel“ und „schlecht“ um eine rein subjektive Einschätzung des Untersuchers handelt, wurden darüber hinaus die jeweils darstellbaren Rektumabschnitte sowie die sonographisch erfassbare Gesamtlänge des Rektums ermittelt, um eine Objektivierung der vorherrschenden Schallbedingungen zu erreichen. Insgesamt ließ die deskriptive Auswertung der Ergebnisse eine Überlegenheit des C1-5 MHz Schallkopfes gegenüber dem C2-5 MHz Schallkopf vor allem bei schwierigen Schallbedingungen bei Patienten mit hohem BMI und niedrigem Blasenfüllungsvolumen vermuten. So war das Rektum im Gegensatz zum C2-5 MHz Schallkopf mittels des C1-5 MHz Schallkopfes bei allen Patienten darstellbar. Darüber hinaus konnte der C1-5 MHz Schallkopf in der hier vorliegenden Studie bei 49 gegenüber 40 Probanden in der Untersuchung mittels des C2-5 MHz Schallkopfes alle Rektumabschnitte darstellen. Nichtsdestotrotz ließ sich im Test auf Symmetrie kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden verwendeten Ultraschallsonden bezüglich der Verteilung der Ausprägungen des Merkmals Darstellbarkeit („gut“, „mittel“, „schlecht“) des Rektums nachweisen. Die Kappa-Statistik ergab eine mittelmäßige Übereinstimmung ($\kappa=0,49$) der Ergebnisse beider Schallköpfe. Zusammengenommen war die im Mittel gemessene Gesamtlänge des Rektums unabhängig von der Anzahl der darstellbaren Rektumabschnitte stets größer bei Erhebung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes. Unabhängig davon ließ sich lediglich für Darstellbarkeit des proximalen bis mittleren Rektumabschnittes ein statistisch signifikanter Unterschied ($p=0,0003$) in der Messung der verwendeten Ultraschallköpfe belegen. Für die Darstellung aller übrigen Rektumabschnitte bestand in der Messung der Gesamtlänge des Rektums kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen dem C1-5 MHz und dem C2-5 MHz Schallkopf.

Insgesamt deutet die deskriptive Auswertung der Ergebnisse zwar auf eine scheinbare Überlegenheit des C1-5 MHz Schallkopfes bei der Darstellbarkeit des Rektums bei Patienten mit chronisch entzündlichen Darmerkrankungen hin, die sich statistisch in dieser Studie jedoch kaum belegen lässt.

Im Gegensatz zu BMI und Füllungszustand der Harnblase zeigte sich bei deskriptiver Betrachtung der Häufigkeit der chirurgischen Interventionen im Bereich des Abdomens kein Zusammenhang zur Darstellbarkeit des Rektums. Daher ist davon auszugehen, dass Verwachsungen und Veränderung der anatomischen Beziehungen durch Teilresektion von Darmabschnitten als Folge solcher Eingriffe keinen Einfluss auf die transabdominale Sonographie des Rektums haben dürften. Unabhängig davon ist die abdominale Ultraschalluntersuchung in der Lage Patienten, die mit hoher Wahrscheinlichkeit operiert werden müssen, an Hand der Darmwanddicke zu identifizieren und eignet sich außerdem für die postoperative Verlaufskontrolle [47; 58]. So belegten Castiglione et al. in einer 2004 durchgeführten Studie, dass eine Verdickung der Darmwand auf >7mm ein Risikofaktor für eine bevorstehende chirurgische Intervention darstellt [9].

Zahlreiche Studien belegen, dass die sonographisch erfassbare Verdickung der Darmwand das Korrelat einer klinisch, laborchemisch und endoskopisch nachweisbaren floriden Entzündung bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen darstellt [30; 43; 45; 51; 58; 67; 74]. Aufgrund der Tatsache, dass das Ausmaß der Darmwandverdickung den Schweregrad der Entzündung widerspiegelt und mittels transabdominaler Sonographie leicht zu erfassen ist, eignet sich dieses Verfahren hervorragend für Diagnostik und Verlaufskontrolle bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen [19]. Nichtsdestotrotz existiert bisher insbesondere für das Rektum kein valider Grenzwert für die sonographisch gemessene Darmwanddicke. In der Literatur werden kontrovers Werte zwischen 1,5 mm bis zu einem Zentimeter als Referenzwerte für eine verdickte Darmwand als Korrelat einer floriden Entzündung diskutiert [8; 24; 25; 30; 31; 45; 48; 67]. Eine große Metaanalyse von Horsthuis et al. aus dem Jahre 2008 konnte zeigen, dass ein cut-off-Wert von vier Millimeter als Zeichen einer verdickten Darmwand die höchsten Werte für Sensitivität (94,1 %) und Spezifität (98,9%) und damit die höchste Genauigkeit bei der Diagnose einer chronisch entzündlichen Darmerkrankung liefert [30], jedoch die Sensitivität für proximale Dickdarmabschnitte deutlich größer ist, als für distal gelegene Abschnitte [43].

Vor diesem Hintergrund wurde in der hier vorliegenden Studie eine Verdickung der Darmwand von > 4 mm in der Messung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes als Zeichen einer aktiven chronisch entzündlichen Darmerkrankung definiert.

Im alltäglichen Kontakt zu Patienten mit chronisch entzündlichen Darmerkrankungen spielen die ausführliche Anamnese der klinisch prominenten Symptomatik vor jeder apparativen Diagnostik eine entscheidende Rolle, um diese effizient vor allem in der Primärdiagnostik als auch der Verlaufskontrolle optimal einsetzen zu können [54].

Jedoch zeigte sich bei der Betrachtung der verschiedenen klinischen Parameter mit der sonographisch gemessenen Darmwanddicke nicht immer ein Zusammenhang.

Studien, die andere Darmabschnitte untersuchten, konnten analog zu dieser Arbeit – trotz wesentlich niedrigerer Grenzwerte für eine verdickte Darmwand – keinen Zusammenhang zwischen sonographisch gemessener Darmwanddicke und Erkrankungsdauer nachweisen [11; 24; 45]. So belegte die bivariate Analyse der hier vorliegenden Daten weder für den C1-5 MHz Schallkopf ($p=0,06$) noch für den C2-5 MHz Schallkopf ($p=0,06$) einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen sonographisch gemessener Darmwanddicke des Rektums und angegebener Dauer der Symptome. Hingegen der zuvor aufgrund der Ergebnisse anderer Untersuchungen gefassten Annahme, dass ein durch den Patienten angegebenes Schmerzmaximum im linken Unterbauch auch eine Verdickung der Darmwand im Bereich des Rektums vermuten lassen könnte, ließ sich hier nicht nachweisen [67]. Insgesamt bestand kein Zusammenhang zwischen Schmerzlokalisierung und einer Verdickung der Darmwand. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass viszerale Schmerzen meist nur sehr schlecht zu lokalisieren sind und oftmals diffus ausstrahlen. Jedoch bestand ein Zusammenhang zwischen Schmerzlokalisierung und Krankheitsentität. Da bei Patienten mit Colitis ulcerosa sowie bei Patienten mit Colitis Crohn ein Befall des Rektums obligat vorliegt [2; 12; 30; 43; 60; 72], zeigte sich erwartungsgemäß, dass deutlich mehr Probanden mit Colitis ulcerosa eine Verdickung der Rektumwand aufwiesen, als es bei Studienteilnehmern mit Morbus Crohn der Fall war. Daher erscheint die transabdominale Ultraschalluntersuchung des Rektums vor allem für solche Patienten als geeignet. Desweiteren konnte insbesondere

für den verwendeten C1-5 MHz Schallkopf ein statistisch signifikanter Zusammenhang ($p=0,04$) zwischen gemessener Wanddicke des Rektums und vom Patienten angegebener Schmerzintensität nachgewiesen werden. Dieser Nachweis gelang für die Verwendung des C2-5 MHz Schallkopfes ($p=0,08$) jedoch nicht.

Hingegen der zuvor beschriebenen Ergebnisse, ergab sich analog zu ähnlichen Projekten ein in der deskriptiven Auswertung erscheinender linearer Zusammenhang zwischen der im Rahmen der CED auftretenden erhöhten Stuhlfrequenz und der sonographisch erfassbaren Verdickung der Darmwand bzw. der Fragilität des Gewebes [12; 67]. Im deskriptiven Vergleich der beiden Schallköpfe untereinander zeigte sich, dass abhängig von der Stuhlfrequenz die im Mittel festgestellte Darmwanddicke des Rektums in der Messung mittels des C2-5 MHz Schallkopfes stets über der mittels des C1-5 MHz Schallkopfes lag. Allerdings war der Zusammenhang zwischen sonographisch gemessener Wanddicke des Rektums und anamnestisch erhobener Stuhlfrequenz lediglich für den C2-5 MHz Schallkopf statistisch signifikant ($p=0,01$), nicht jedoch für die Verwendung des C1-5 MHz Schallkopfes ($p=0,13$). Aufgrund der nur sehr geringen Patientenzahlen, die mittels der Referenzmethode der MRT zur Bestimmung der Darmwanddicke untersucht wurde, lassen sich zwar keine Rückschlüsse auf die Präzision der einzelnen Schallköpfe ziehen dennoch verdeutlicht dieser Sachverhalt die Schwierigkeit der Festlegung valider Grenzwerte für die sonographisch gemessene Darmwanddicke. Zusammenfassend verdeutlichen diese Ergebnisse den hohen Stellenwert der anamnestischen Erhebung der Beschwerden bei Patienten mit chronisch entzündlichen Darmerkrankungen, da es möglicherweise die Sensitivität und Spezifität der eingesetzten diagnostischen Verfahren – insbesondere der Darmwandsonographie (unabhängig vom verwendeten Schallkopf) – deutlich erhöhen dürfte.

Neben der Verdickung der Darmwand ist die Aufhebung der Darmwandschichtung ein weiters wichtiges in der Darmwandsonographie erkennbares Korrelat einer floriden Entzündung und repräsentiert die transmurale Ausdehnung der Entzündung [19; 51; 58; 67; 74]. Insbesondere bei Patienten mit Morbus Crohn zeigt sich aufgrund des transmuralen Befallsmusters der Darmwand häufig eine Aufhebung der sonographisch charakteristischen Fünfschichtung der Darmwand, so dass sich die transabdominale

Rektumsonographie auch zu einer Unterscheidung zur Colitis ulcerosa in der Primärdiagnostik eignen könnte [2; 8; 38; 46; 72]. In der hier vorliegenden Studie zeigte sich in der deskriptiven Auswertung insgesamt, dass mit im Mittel zunehmender sonographisch gemessener Darmwanddicke des Rektums, die die Schwere der Darmwandentzündung repräsentiert, der Anteil von Probanden mit noch erhaltener Darmwandschichtung deutlich abnimmt sowie der Anteil mit lediglich angedeutet erhaltener Schichtung zunimmt [19]. Dies gilt zwar analog für beide verwendeten Schallköpfe, dennoch zeigte sich im direkten Vergleich, dass der Anteil der Patienten mit aufgehobener Darmwandschichtung in der Untersuchung mittels des C2-5 MHz Schallkopfes zwar ebenfalls minimal mit steigender Darmwanddicke zugenommen hat; in der Betrachtung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes zeigte sich hingegen sogar eine geringerer Anteil von Probanden mit aufgehobener Darmwandschichtung bei zunehmender Darmwanddicke. Darüber hinaus fand sich in der Untersuchung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes von vornherein ein deutlich größerer Anteil von Probanden mit erhaltener Darmwandschichtung. Unabhängig davon zeigte auch in diesem Fall der Test auf Symmetrie eine statistisch signifikante Gleichverteilung ($p=0,0005$) der Merkmalsausprägungen der Darmwandschichtung („erhalten“, „angedeutet erhalten“, „aufgehoben“) und eine mittelmäßige Übereinstimmung ($\kappa=0,47$) dieser Ergebnisse in der Kappa-Statistik im Vergleich der beiden Schallköpfe. Insgesamt ließ sich somit weder in der Darstellbarkeit des Rektums noch in der Darstellung der Darmwandschichtung ein statistisch signifikanter Unterschied in der Verwendung der C1-5 MHz und C2-5 MHz Schallköpfe nachweisen. Zusammenfassend fand sich also kein Beleg für die höhere Auflösung des neu entwickelten C1-5 MHz Schallkopfes und damit ist die Möglichkeit der primär sonographischen Unterscheidung, der Krankheitsentitäten chronisch entzündlicher Darmerkrankungen allein mittels transabdominaler sonographischer Darstellung der Wandschichtung als zweifelhaft anzusehen.

Die Aktivitätsindices CDAI und CAI bilden das tatsächliche Vorhandensein von Krankheitsaktivität nur bedingt ab und finden deshalb vor allem in der Forschung, weniger im klinischen Alltag Verwendung [60; 66].

Aufgrund des Einflusses subjektiver Parameter wie Schmerzen eignen sich diese Indizes kaum zur objektiven Quantifizierung der Entzündungsaktivität und weisen daher eine eher niedrige Sensitivität auf [48; 58; 59; 61].

Analog zu den hier vorliegenden Ergebnissen belegten auch andere Studien lediglich eine Korrelation zwischen CAI und sonographisch sowie magnetresonanztomographisch ermittelten Darmwanddicken bei Patienten mit Colitis ulcerosa, wohingegen der Zusammenhang zwischen CDAI und einer verdickten Darmwand bzw. histologisch gesicherten Entzündungsherden bei Patienten mit Morbus Crohn nicht so deutlich nachgewiesen werden konnte [14; 19; 45; 60]. Teilweise war für keinen der beiden Indizes ein Zusammenhang belegbar [49]. In der Betrachtung von der mittels transabdominaler Rektumsonographie gemessener Darmwanddicke und dem Crohn's Disease Activity Index (CDAI) konnte auch die hier vorliegende Arbeit für keine der verwendeten Ultraschallsonden einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen CDAI und gemessener Darmwanddicke des Rektums nachweisen (C1-5 MHz Schallkopf $p=0,92$, C2-5 MHz Schallkopf $p=0,6$). Allerdings wurde in dieser Studie nur die Darmwanddicke des Rektums berücksichtigt, das bei Morbus Crohn nicht obligat befallen ist, so dass bei einem CDAI von >150 , welcher eine aktive Entzündung widerspiegelt, durchaus verdickte Darmwandabschnitte außerhalb des Rektum vorgelegen haben könnten [46; 72]. Darüber hinaus war die Gruppe der Patienten, die nach berechnetem CDAI nicht in Remission waren mit lediglich acht Patienten sehr viel kleiner, als die Gruppe der in Remission befindlicher Patienten ($n=61$). Nichtsdestotrotz war in dieser Betrachtung kein bedeutender Unterschied zwischen den beiden zur Untersuchung verwendeten Schallköpfen erkennbar.

Im Gegensatz dazu war bereits in der deskriptiven Auswertung ein scheinbarer Zusammenhang zwischen dem Colitis Activity Index (CAI) und der sonographisch nachweisbaren Darmwanddicke des Rektums erkennbar. So wies die Probandengruppe, die sich nach CAI im akuten Schub befand, im Mittel eine deutlich höhere Darmwanddicke, als die nach CAI in Remission befindlichen Probanden auf. Zwar waren diese beiden Vergleichsgruppen mit 16 bzw. zwölf Probanden ebenfalls sehr klein, aber zahlenmäßig eher ausgewogen. Aufgrund der Tatsache, dass in der hier vorliegenden

Arbeit ausschließlich die Darmwanddicke des Rektums betrachtet wurde und Colitis ulcerosa obligat einen Rektumbefall aufweist, deckten sich diese Ergebnisse sowohl mit den zuvor getroffenen Annahmen, als auch mit den Ergebnissen anderer Studien [2; 30; 60; 72]. Unabhängig davon ergab die bivariate Analyse des Zusammenhangs zwischen CAI und Darmwanddicke des Rektums gemessen mittels beider Ultraschallköpfe lediglich für den C2-5 MHz Schallkopf einen scheinbar statistisch signifikanten Zusammenhang ($p=0,02$). Aufgrund der Tatsache, dass mittels des C2-5 MHz Schallkopfes sowohl in der Gruppe der Patienten in Remission (4,4 mm) als auch in der Gruppe der Probanden mit akutem Schub (6,1 mm) größere Darmwanddicken als in der Messung mittels des C1-5 MHz Schallkopfes (4,3 mm bzw. 5,4 mm) ermittelt wurden, ist an dieser Stelle von einem Pseudozusammenhang zwischen der Wanddicke und dem CAI-Wert in der Betrachtung mittels des C2-5 MHz Schallkopfes auszugehen.

Neben den klinischen Aktivitätsindizes für Morbus Crohn (CDAI) und Colitis ulcerosa (CAI) wurde in dieser Arbeit auch der Zusammenhang zwischen CRP und sonographisch gemessener Darmwanddicke des Rektums untersucht. Zwar zeigten die Daten in der vorliegenden Arbeit eine mit zunehmendem Serum-CRP-Spiegel auch eine zunehmende im Mittel sonographisch erfasste Darmwanddicke des Rektums, dennoch war in der Gruppe mit normwertigem CRP die Rektumwand insbesondere bei Patienten mit Colitis ulcerosa im Mittel bereits verdickt, so dass sich der Serum-CRP-Spiegel vorrangig für die Verlaufskontrolle als ungeeignet erweist. Andere Arbeiten konnten jedoch eine Korrelation zwischen sonographisch gemessener Darmwanddicke und CRP-Spiegel bei Patienten mit Colitis ulcerosa belegen [60]. In der bivariaten Analyse des Zusammenhangs zwischen sonographisch gemessener Darmwanddicke des Rektums und laborchemisch bestimmtem C-reaktiven Protein konnte weder bei Messung der Darmwand mittels des C1-5 MHz Schallkopfes ($p=0,21$) noch bei Verwendung des C2-5 MHz Schallkopfes ($p=0,34$) ein statistisch signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden. Des Weiteren dürfte sich die Bestimmung des CRP als Surrogatmarker gerade in der Primärdiagnostik chronisch entzündlicher Darmerkrankungen wenig eignen, da wichtige Differentialdiagnosen wie Infektionen ebenfalls mit einer Erhöhung des CRP im Serum einhergehen.

Für den Patienten selbst spielt der Grad der Entzündung, wie ihn die klinischen Aktivitätsindizes zu messen versuchen, nur eine untergeordnete Rolle; von entscheidender Bedeutung ist vielmehr, ob überhaupt eine behandlungsbedürftige Krankheitsaktivität nachweisbar ist [30].

Die medikamentöse Therapie chronisch entzündlicher Darmerkrankungen nimmt einen zentralen Stellenwert für die Remissionsinduktion und –erhaltung ein, vor allem um das Voranschreiten der Erkrankung sowie das Auftreten von Komplikationen wie Fisteln, Abszessen und Dysplasien bis hin zur malignen Entartung möglichst zu verhindern [12; 51; 68]. Dennoch ist der Einfluss der pharmazeutischen Therapie, insbesondere auf die bildmorphologisch erfassbaren Pathologien wie die Verdickung und Vaskularisation der Darmwand, bisher nicht ausreichend untersucht worden [14; 58]. Wenige Studien konnten unabhängig davon einen sonographisch messbaren Rückgang der Darmwanddicke unter antiinflammatorischer Therapie nachweisen [3; 48; 66]. Analog zu bisherigen Studienergebnissen, wurden auch in der hier vorliegenden Arbeit insbesondere Patienten mit akuter Symptomatik mit Glukokortikoide behandelt, da diese sich für die Remissionsinduktion eignen [12]. Wie bereits zuvor diskutiert, zeigte sich teilweise ein Zusammenhang zwischen der sonographisch gemessenen Darmwanddicke des Rektums und dem Vorhandensein klinischer Beschwerden wie Diarrhoe und Schmerzen. Dieser Effekt zeigte sich weitaus deutlicher im Vergleich zwischen medikamentös behandelten Patienten mit und ohne Beschwerden und Patienten, die nicht medikamentös behandelt wurden. Diese Ergebnisse unterstreichen den Stellenwert der Sonographie in der Therapie- und Verlaufskontrolle von Patienten mit chronisch entzündlichen Darmerkrankungen, insbesondere zur Planung von über die medikamentöse Therapie hinausgehenden operativen Interventionen [48]. Bisher war die Kontrolle des Therapieerfolges lediglich mittels endoskopischer Betrachtung der Schleimhaut beziehungsweise durch klinische und laborchemische Parameter möglich [66; 68; 77], so dass sich mit der nicht-invasiven Ultraschalluntersuchung möglicherweise eine Verbesserung für die Patienten ergibt.

Nach wie vor ist die transabdominale Sonographie untersucherabhängig [30; 54; 58; 59]. Deshalb wurde in dieser Studie analog zu ähnlich angelegten Projekten nur ein

Untersucher zur Durchführung der transabdominalen Rektumsonographie herangezogen, um interindividuelle Variation der Ergebnisse, insbesondere bei der Vermessung der Darmwand, zu vermeiden [4; 45; 24]. Im Gegensatz dazu gilt die Magnetresonanztomographie als weitgehend objektives Verfahren, das vor allem bei der Vermessung anatomischer Strukturen kaum einem Einfluss durch den Untersucher unterliegt. Um diese Annahme zu prüfen, wurden die MRT-Befunde der hier vorliegenden Studie von zwei erfahrenen Fachärzten für Radiologie der Abteilung für diagnostische und interventionelle Radiologie der Universitätsklinik Ulm unabhängig voneinander befundet. Nichtsdestotrotz ergaben sich interindividuelle Unterschiede, insbesondere bei der Vermessung der maximalen Darmwanddicken in den verschiedenen Abschnitten des Rektums, so dass zumindest in diesem Falle ebenfalls von einer Untersucherabhängigkeit der MRT ausgegangen werden muss.

Auch andere ähnlich angelegte Arbeiten konnten in der Befundung von magnetresonanztomographischen Untersuchungen teilweise Unterschiede zwischen den Ergebnissen verschiedener Untersucher feststellen [17; 21]. Aufgrund der in der hier vorliegenden Arbeit niedrigen Patientenzahl, die mittels MRT untersucht worden ist, sind keine endgültigen Schlüsse aus diesen Ergebnissen zu ziehen, so dass eine größer angelegte Untersuchung mit deutlich höherer Fallzahl anzustreben ist. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigten sowohl im Vergleich der Messungen durch die beiden Fachärzte für Radiologie ($p=0,2656$) als auch im Vergleich der sonographisch bestimmten Darmwanddicken mit den im MRT gemessenen Wanddicken ($p=0,6953$) keine statistisch signifikanten Unterschiede. Insgesamt deutet die Studienlage darauf hin, dass die Ultraschalluntersuchung zumindest auf segmentaler Ebene bei der Erkennung chronisch entzündlicher Darmerkrankungen der MRT im Vergleich mit der Goldstandarduntersuchung der Koloskopie als auch im direkten Vergleich überlegen sein könnte [33; 48; 55; 60]. Vor dem Hintergrund, dass die dynamische Ultraschalluntersuchung stärker von der Erfahrung des durchführenden Arztes abhängig ist, als es bei der MRT-Untersuchung der Fall ist, sollte die Auswahl des bildgebenden Verfahrens bei der Diagnostik chronisch entzündlicher Darmerkrankungen nicht zuletzt vom Ausbildungsstand des beurteilenden Radiologen, als auch von der Verfügbarkeit

abhängig gemacht werden [29; 30; 48]. Die nicht von der Hand zu weisenden Vorteile der Ultraschalluntersuchung sind die niedrigen Kosten, die schnelle und ubiquitäre Verfügbarkeit und die hohe Akzeptanz bei den Patienten, so dass der Ultraschall als Mittel der ersten Wahl bei der Diagnostik chronisch entzündlicher Darmerkrankungen empfohlen werden kann und die MRT-Untersuchung nur bei unerfahrenen Ultraschalluntersuchern beziehungsweise bei schwierigen Schallbedingungen zum Einsatz kommen sollte [1; 30; 31; 48].

Schlussfolgerungen

Der Stellenwert der abdominalen Darmwandsonographie bei Patienten mit chronisch entzündlichen Darmerkrankungen hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen und ist heute ein etabliertes Verfahren in der Primärdiagnostik und Verlaufskontrolle. Nichtsdestotrotz war die transabdominale sonographische Darstellung des Rektums durch die Verwendung bisheriger Matrix- und Linearschallköpfe limitiert. Eine Verbesserung der Darstellbarkeit des Rektums beziehungsweise Darmwandschichtung durch die Entwicklung des neuen hochauflösenden C1-5 MHz Schallkopfes ließ sich in dieser Studie gegenüber der Verwendung des herkömmlichen C2-5 MHz Schallkopfes nicht nachweisen. Nichtsdestotrotz scheint die transabdominale Rektumsonographie vor allem für Patienten mit Colitis ulcerosa von großer Bedeutung, da diese einen regelhaften Befall des Rektums aufweisen. Als nicht invasives, strahlungsfreies und ubiquitär verfügbares bildgebendes Verfahren, ist die transabdominale Rektumsonographie anderen diagnostischen Verfahren wie der weitaus aufwendigeren Koloskopie oder Endosonographie überlegen, da sie nicht in die Intimsphäre des Patienten eingreift.

Das sonographisch erfassbare Korrelat einer floriden Entzündung des Darmes ist die Verdickung der Darmwand und die Aufhebung ihrer charakteristischen Schichtung. Da in der Fachwelt bisher kein valider Grenzwert als allgemein gültig anerkannt ist, jedoch die höchste in Studien nachgewiesene Sensitivität und Spezifität bei der sonographischen Erkennung chronisch entzündlicher Darmerkrankungen mit einem Grenzwert von 4mm nachgewiesen wurde, wurde auch in der hier vorliegenden Arbeit ein Grenzwert für eine

pathologisch verdickte Darmwand von größer vier Millimeter verwendet. Erwartungsgemäß waren bei beiden Schallköpfen ein niedriger Body-Mass-Index und ein hohes Füllungsvolumen der Harnblase für optimale Untersuchungsergebnisse von Vorteil. Unabhängig davon waren die Ergebnisse im Test auf Symmetrie statistisch signifikant bei beiden Schallköpfen gleich verteilt, sodass die Schallköpfe in der Darstellung des Rektums als gleichwertig anzusehen sind. Dies gilt gleichermaßen für die Darstellung der Darmwandschichtung.

Eine Verschlechterung der Schallbedingungen durch vorhergehende chirurgische Intervention war für keinen der beiden Schallköpfe nachweisbar. Insgesamt konnte ein Zusammenhang zwischen der Stuhlfrequenz und der sonographisch gemessenen Darmwanddicke aufgezeigt werden, welcher zumindest für die Messung der Darmwand mittels des C2-5 MHz Schallkopfes als statistisch signifikant anzusehen war. Auch der Zusammenhang zur Schmerzintensität konnte lediglich für einen der beiden Schallköpfe – C1-5 MHz Schallkopf – als statistisch signifikant belegt werden. Bezüglich der klinischen Aktivitätsindizes für chronisch entzündliche Darmerkrankungen ließ sich lediglich ein Pseudozusammenhang zwischen Colitis Activity Index und sonographisch gemessener Darmwanddicke des Rektums mittels des C2-5 MHz Schallkopfes nachweisen; nicht jedoch für den Crohn's Disease Activity Index oder das laborchemisch bestimmte C-reaktive Protein.

Da lediglich elf der insgesamt 103 Patienten mittels der zuvor als Referenzmethode festgelegten Magnetresonanztomographie untersucht worden sind, kann keine absolute Aussage über die Präzision der eingesetzten Schallköpfe in der transabdominalen Darstellung des Rektums getroffen werden. Darüber hinaus zeigten sich interindividuelle Unterschiede in der Befundung durch die beiden an dieser Studie beteiligten Fachärzte für Radiologie, so dass die Magnetresonanztomographie ebenfalls untersucherabhängig zu sein scheint und daher möglicherweise als Goldstandardmethode für die Bestimmung der Darmwanddicke ungeeignet ist. Zusätzliche Studien mit größerem Patientenkollektiv erscheinen an dieser Stelle sinnvoll.

Insgesamt erschienen die beiden verwendeten Curved Array Schallköpfe in der Darstellung des Rektums sowie Vermessung der Darmwand als grundsätzlich ebenbürtig und unterschieden sich lediglich vereinzelt in statistisch signifikanter Weise. Dennoch kann die transabdominale Rektumsonographie nicht zuletzt aufgrund des nicht-invasiven und strahlungsunabhängigen Charakters der Sonographie zur regelmäßigen Verlaufskontrolle bei Patienten mit chronisch entzündlichen Darmerkrankungen empfohlen werden.

5. Zusammenfassung

Ziel dieser prospektiven Studie war es, den neu entwickelten Curved Array Schallkopf von ein bis fünf Megahertz in der Diagnostik von Patienten mit chronisch entzündlichen Darmerkrankungen mit dem Curved Array Schallkopf von zwei bis fünf Megahertz in der transabdominalen Darstellung des Rektums sowie in der Darstellung mittels Magnetresonanztomographie zu vergleichen und Normwerte für die Darmwanddicke des Rektums zu etablieren.

Im Zeitraum vom 21. Oktober 2009 bis 15. April 2010 wurden bei insgesamt 103 konsekutiven Patienten (53 Männer, 50 Frauen, mittleres Alter $37,4 \pm 12,6$ Jahre) der Ambulanz für chronisch entzündliche Darmerkrankungen sonographisch mittels der Curved Array Schallköpfe von ein beziehungsweise zwei bis fünf Megahertz der größte Darmwanddurchmesser des Rektums bestimmt. Zusätzlich wurden die Beurteilbarkeit der Darmwandschichtung sowie der Zusammenhang zu klinischen Parametern wie Schmerzdauer, Schmerzintensität, Stuhlfrequenz, Crohn's Disease Activity Index, Colitis Activity Index und C-reaktivem Protein ausgewertet. Elf Patienten des Gesamtkollektives erhielten darüber hinaus eine Untersuchung mittels Magnetresonanztomographie im Siemens 1,5 Tesla Magnetom Avanto.

Im Gesamtkollektiv waren 72 Patienten an Morbus Crohn und 30 Patienten an Colitis ulcerosa erkrankt. Bei einem Patienten war die Diagnose zum Zeitpunkt der Datenerhebung noch ungeklärt. In der transabdominalen Sonographie des Rektums konnten bezüglich darstellbarer Abschnitte, Länge und Darmwandschichtung keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Schallköpfen gezeigt werden. Lediglich für die Bestimmung der maximalen Darmwanddicken lag ein statistisch signifikanter Unterschied vor. Insgesamt 35 Probanden wiesen zum Zeitpunkt der Untersuchung eine Darmwandverdickung größer vier Millimeter mit einer durchschnittlichen Darmwanddicke von $6,0\text{mm} \pm 1,3\text{mm}$ mittels des Curved Array Schallkopf von ein bis fünf Megahertz auf. Bei den übrigen 68 Probanden lag eine Darmwanddicke von kleiner oder gleich vier Millimetern mit durchschnittlichen Wanddicken von $3,2\text{mm} \pm 0,7\text{mm}$ vor.

Im Vergleich der sonographisch ermittelten Wanddicken des Rektums mit den klinischen Parametern Schmerzdauer, Schmerzintensität und Stuhlfrequenz konnten nur vereinzelt statistisch signifikante Zusammenhänge (Curved Array Schallkopf von ein bis fünf Megahertz und Schmerzintensität ($p=0,0414$) sowie Curved Array Schallkopf von zwei bis fünf Megahertz und Stuhlfrequenz ($p=0,0131$)) nachgewiesen werden.

Ebenso konnten keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen sonographisch ermittelter Wanddicke und dem klinischen Aktivitätsindex Crohn's Disease Activity Index sowie dem laborchemisch bestimmten C-reaktiven Protein gezeigt werden (p -Werte $>0,05$). Es ergab sich wiederum lediglich ein Pseudozusammenhang zwischen dem Colitis Activity Index und den Messungen der Sonographie mittels des Curved Array Schallkopfes von zwei bis fünf Megahertz ($p=0,0218$). Die durchschnittlich gemessenen Wanddicken bei den in Remission befindlichen Patienten ($n=61$ für Morbus Crohn und $n=12$ für Colitis ulcerosa) lagen bei 3,9 mm und 4,5 mm beziehungsweise 4,3 mm und 4,4 mm. Aufgrund dieser Tatsachen war es in der vorliegenden Studie nicht möglich Normwerte für die Wanddicke des Rektums zu etablieren, wobei weiterhin wie auch in anderen Studien begründet ein cut-off Wert von vier Millimetern sinnvoll erscheint.

Im Vergleich mit den Messungen aus der Magnetresonanztomographie ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede. Aufgrund der sehr geringen Fallzahl der in der vorliegenden Studie mittels Magnetresonanztomographie untersuchten Probanden lassen sich jedoch keine endgültigen Schlüsse für die Anwendung in der Diagnostik von Patienten mit chronisch entzündlichen Darmerkrankungen treffen. An dieser Stelle sind größer angelegte Studien mit deutlich höheren Fallzahlen, gegebenenfalls auch als Multi-Center-Studien, anzustreben.

Insgesamt kann die transabdominale Sonographie des Rektums schon allein aufgrund des nicht-invasiven, schnell verfügbaren und strahlungsunabhängigen Charakters sowie bei Wahrung der Intimsphäre des Patienten zur Diagnostik und Verlaufskontrolle bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen empfohlen werden, jedoch konnte die vorliegende Studie keine eindeutige Überlegenheit des Curved Array Schallkopfes von ein bis fünf Megahertz gegenüber konventionell benutzten Schallköpfen nachweisen.

6. Literaturverzeichnis

1. Albrecht DA: Pilotstudie zur Bewertung des Stellenwertes der abdominalen Sonographie im diagnostischen Procedere bei 145 Patienten der internistischen Notaufnahme der Universitätsklinik Ulm, unveröffentlichte Dissertation, Ulm 2010, S.1
2. Ambrosini R, Barchiesi A, Di Mizio V, Di Terlizzi M, Leo L, Filippone A, Canalis L, Fossaceca R, Carriero A. Inflammatory chronic disease of the colon: How to image. *Eur J Radiol* 2007; 61; 442-448
3. Arienti V, Campieri M, Boriani L, Gionchetti P, Califano C, Giancane S, Furno A, Gasparri G. Management of Severe Ulcerative Colitis with the Help of High Resolution Ultrasonography. *Am J Gastroenterol* 1996; 10; 2163-2169
4. Bargiggia S, Maconi G, Elli M, Molteni P, Ardizzone S, Parente F, Todaro I, Greco S, Manzionna G, Porro GB. Sonographic Prevalence of Liver Steatosis and Biliary Tract Stones in Patients with Inflammatory Bowel Disease: Study of 511 Subjects at a Single Center. *J Clin Gastroenterol* 2003; 36; 417-420
5. Bodily KD, Fletcher JG, Solem CA, Johnson CD, Fidler JL, Barlow JM, Bruesewitz MR, McCollough CH, Sandborn WJ, Loftus EV, Harmsen WS, Crownhardt BS. Crohn Disease: mural attenuation and thickness at contrast-enhanced CT Enterography--correlation with endoscopic and histologic findings of inflammation. *Radiology* 2006; 238; 505-516
6. Brambs HJ, Adler G. Bildgebende Verfahren in der Diagnostik chronisch entzündlicher Darmerkrankungen. *Bildgebung* 1995; 62; 81-92
7. Buhr HJ, Kroesen AJ, Herfarth C. Surgical therapy of recurrent Crohn's disease. *Chirurg* 1995; 66; 764-773
8. Cammarota T, Sarno A, Robotti D, Bonenti G, Deboni P, Versace K, Astegiano M, Pera A. US evaluation of patients affected by IBD: How to do it, methods and findings. *Eur J Radiol* 2009; 69; 429-437

9. Castiglione F, De Sio I, Cozzolino A, Rispo A, Manguso F, Del Vecchio Blanco G, Di Girolamo E, Castellano L, Ciacci C, Mazzacca G. Bowel wall thickness at abdominal ultrasound and the one-year-risk of surgery in patients with Crohn's disease. *Am J Gastroenterol* 2004; 99; 1977-1983
10. Cellier C, Sahmoud T, Froguel E, Belaiche J, Bretagne JF, Florent C, Bouvry M, Mary JY, Modigliani R. Correlations between clinical activity, endoscopic severity, and biological parameters in colonic or ileocolonic Crohn's disease. A prospective multicentre study of 121 cases. *Gut* 1994; 35; 231-235
11. Colombel JF, Solem CA, Sandborn WJ, Booya F, Loftus EV Jr, Harmsen WS, Zinsmeister AR, Bodily KD, Fletcher JG. Quantitative measurement and visual assessment of ileal Crohn's disease activity by computed tomography enterography: correlation with endoscopic severity and C reactive protein. *Gut* 2006; 55; 1561-1567
12. Cuffari C. Mucosal Healing: An Optimized Treatment Approach in Patients With Ulcerative Colitis. *Medscape Education Gastroenterology* 2006; 2; (online issue)
13. Dinter DJ, Chakraborty A, Brade J, Back W, Neff WK, Singer MV, Böcker U. Endoscopy and magnetic resonance imaging in patients with Crohn's disease: a retrospective single-centre comparative study. *Scand J Gastroenterol* 2008; 43; 207-216
14. Drews BH, Barth TFE, Hänle MM, Akinli AS, Mason RA, Muche R, Thiel R, Pauls S, Klaus J, von Boyen G, Kratzer W. Comparison of sonographically measured bowel wall vascularity, disease activity and histology in Crohn's disease. *European Radiology* 2009; 6; 1379-1386
15. Ekbom A, Daszak P, Kraaz W, Wakefield AJ. Crohn's disease after in-utero measles virus exposure. *Lancet* 1996; 348; 515-517
16. Feuerbach S, Schölmerich J. Chronisch entzündliche Darmerkrankungen: Morbus Crohn und Colitis ulcerosa. *Radiologe* 2000; 40; 324-338

17. Florie J, Horsthuis K, Hommes DW, Nio CY, Reitsmar JB, van Deventer SJ, Stoker J. Magnetic resonance imaging compared with ileocolonoscopy in evaluating disease severity in Crohn's disease. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2005; 3; 1221-1228
18. Fraquelli M, Colli A, Casazza G, Paggi S, Colucci A, Massironi S, Duca P, Conte D. Role of US in Detection of Crohn Disease: Meta-Analysis. *Radiology* 2005; 236; 95-101
19. Futagami Y, Haruma K, Hata J, Fujimura J, Tani H, Okamoto E, Kajiyama G. Development and validation of an ultrasonographic activity index of Crohn's Disease. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 1999; 11; 1007-1012
20. Gasche C, Moser G, Turetschek K, Schober E, Moeschl P, Oberhuber G. Transabdominal bowel sonography for the detection of intestinal complications in Crohn's disease. *Gut* 1999; 44; 112-117
21. van Gemert-Horsthuis K, Florie J, Hommes DW, Lavini Mphil C, Reitsmar JB, van Deventer SJ, Stoker J. Feasibility of evaluating Crohn's disease activity at 3.0 Tesla. *J Magn Reson Imaging* 2006; 24; 340-348
22. Giovannini M, Ardizzone S. Anorectal ultrasound for neoplastic and inflammatory lesions. *Best Pract Res Clin Gastroenterol* 2006; 20; 113-135
23. Greenstein RJ. Is Crohn's disease caused by a mycobacterium? Comparisons with leprosy, tuberculosis, and Johne's disease. *Lancet Infect Dis* 2003; 3; 507-514
24. Haber HP, Busch A, Ziebach R, Dette S, Ruck P, Stern M. Ultrasonographic Findings Correspond to Clinical, Endoscopic, and Histologic Findings in Inflammatory Bowel Disease and Other Enterocolitides. *J Ultrasound Med* 2002; 21; 375-382
25. Hata J, Haruma K, Suenaga K, Yoshihara M, Yamamoto G, Tanaka S, Shimamoto T, Sumii K, Kajiyama G. Ultrasonographic Assessment of Inflammatory Bowel Disease. *Am J Gastroenterol* 1992; 87; 443-447
26. Herfarth H, Rogler G. Inflammatory Bowel Disease. *Endoscopy* 2005; 37; 42-47

27. Hirche TO, Russler J, Schroder O, Schuessler G, Kappeser P, Caspary WF, Dietrich CF. The value of routinely performed ultrasonography in patients with Crohn disease. *Scand J Gastroenterol*; 2002; 37; 1178-1183
28. Hoffmann JC, Preiß JC, Autschbach F, Buhr HJ, Häuser W, Herrlinger K, Höhne W, Koletzko S, Krieglstein CF, Kruis W, Matthes H, Moser G, Reinshagen M, Rogler G, Schreiber S, Schreyer AG, Sido B, Siegmund B, Stallmach A, Bokenmeyer B, Stange EF, Zeitz M. S3-Leitlinie "Diagnostik und Therapie des Morbus Crohn" Ergebnisse einer Evidenz-basierten Konsensuskonferenz der deutschen Gesellschaft für Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten zusammen mit dem Kompetenznetz Chronisch entzündliche Darmerkrankungen. *J Gastroenterol* 2008; 46; 1094-1146
29. Hollerbach S, Geissler A, Schiegl H, Kullmann F, Lock G, Schmidt J, Schlegel J, Schoelmerich J, Andus T. The Accuracy of Abdominal Ultrasound in the Assessment of Bowel Disorders. *Scand J Gastroenterol* 1998; 33; 1201-1208
30. Horsthuis K, Bipat S, Bennink RJ, Stoker J. Inflammatory Bowel Disease Diagnosed with US, MR, Scintigraphy, and CT: Metaanalysis of Prospective Studies. *Radiology* 2008; 247; 64-79
31. Horsthuis K, Stokkers PC, Stoker J. Detection of inflammatory bowel disease: diagnostic performance of cross-sectional imaging modalities. *Abdom. Imaging* 2008; 33; 407-416
32. Hugot JP, Laurent-Puig P, Gower-Rousseau C, Olson JM, Lee JC, Beaugerie L, Naom I, Dupas JL, van Gossum A, Orholm M, Bonaiti-Pellie C, Weissenbach J, Mathew CG, Lennard-Jones JE, Cortot A, Colombel JF, Thomas G. Mapping of a susceptibility locus for Crohn's disease on chromosome 16. *Nature* 1996; 379; 821-823
33. Koh DM, Miao Y, Chinn RJ, Amin Z, Zeegen R, Westaby D, Healy JC. MR Imaging Evaluation of the Activity of Crohn's Disease. *AJR* 2001; 177; 1325-1332

34. Kohn A, Cerro P, Milite G, De Angelis E, Prantera C. Prospective evaluation of transabdominal bowel sonography in the diagnosis of intestinal obstruction in Crohn's disease: comparison with plain abdominal film and small bowel enteroclysis. *Inflamm Bowel Dis* 1999; 5; 153-157
35. Kratzer W, Foeller T, Kaechele V, Reinshagen M, Tirpitz CV, Haenle MM. Intestinal wall vascularisation in Crohn's disease. *J Gastroenterol* 2004; 42; 973-978
36. Kroesen AJ, Buhr HJ. New aspects of surgical therapy of recurrent Crohn's disease. *Yonsei Med J* 2000; 41; 1-7
37. Lakatos PL. Recent trends in the epidemiology of inflammatory bowel diseases: Up or down? *World J Gastroenterol* 2006; 12; 6102-6108
38. Ledermann HP, Heinz W, Stuckmann G, Steinbrich W. Hat die transabdominelle Sonographie einen Stellenwert in der radiologischen Abklärung des Magen-Darm-Traktes? *Praxis* 2004; 93; 1351-1354
39. Lew RJ, Ginsberg GG. The role of endoscopic ultrasound in inflammatory bowel disease. *Gastrointest Endoscopy Clin N Am* 2002; 12; 561-571
40. Limberg B. Diagnostik von chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen durch Sonographie. *Z Gastroenterol* 1999; 37; 495-508
41. Loffler A, Glados M. Data on the epidemiology of Crohn disease in the city of Cologne. *Med Klin* 1993; 88; 516-519
42. Loftus EV. Clinical epidemiology of inflammatory bowel disease: Incidence, prevalence, and environmental influences. *Gastroenterology* 2004; 126; 1504-1517
43. Maconi G, Ardizzone S, Parente F, Porro GB. Ultrasonography in the Evaluation, Activity, and Follow-up of Ulcerative Colitis. *Scand J Gastroenterol* 1999; 11; 1103-1107
44. Maconi G, Bollani S, Porro GB. Ultrasonographic Detection of Intestinal Complications in Crohn's Disease. *Dig Dis Sci* 1996; 41; 1643-1648

45. Maconi G, Parente F, Bollani S, Cesana B, Bianchi Porro G. Abdominal Ultrasound in the Assessment of Extent and Activity of Crohn's Disease: Clinical Significance and Implication of Bowel Wall Thickening. *Am J Gastroenterol* 1996; 8; 1604-1609
46. Maconi G, Radice E, Greco S, Porro GB. Bowel ultrasound in Crohn's disease. *Best Pract Res Clin Gastroenterol* 2006; 20; 93-112
47. Maconi G, Sampietro GM, Sartani A, Bianchi Porro G. Bowel ultrasound in Crohn's disease: surgical perspective. *Int J Colorectal Dis* 2008; 23; 339-347
48. Martínez MJ, Ripollés T, Paredes JM, Blanc E, Martí-Bonmatí L. Assessment of the extension and inflammatory activity in Crohn's disease: comparison of ultrasound and MRI. *Abdom Imaging* 2009; 34; 141-148
49. Mayer D, Reinshagen M, Mason RA, Mucbe R, von Tirpitz C, Eckelt D, Adler G, Beckh K, Kratzer W. Sonographic measurement of thickened bowel wall segments as a quantitative parameter for activity in inflammatory bowel disease. *Z Gastroenterol* 2000; 38; 295-300
50. McLemore LJ. Inflammatory Bowel Disease. *Radiol Technol* 2007; 78; 291-305
51. Migaleddu V, Quaia E, Scano D, Virgilio G. Inflammatory activity in Crohn disease: ultrasound findings. *Abdom Imaging* 2007; 33; 589-597
52. Minderhoud IM, Samsom M, Oldenburg B. What predicts mucosal inflammation in Crohn's disease patients? *Inflamm Bowel Dis* 2007; 13; 1567-1572
53. Nikolaus S, Schreiber S. Diagnostics of Inflammatory Bowel Disease. *Gastroenterol* 2007; 133; 1670-1689
54. Nuernberg D, Ignee A, Dietrich CF. Aktueller Stand der Sonografie in der Gastroenterologie – Darm und oberer Gastrointestinaltrakt – Teil 1. *Z Gastroenterol* 2007; 45; 629-640

55. Nuernberg D, Ignee A, Dietrich CF. Aktueller Stand der Sonografie in der Gastroenterologie – Darm und oberer Gastrointestinaltrakt – Teil 2. Z Gastroenterol 2008; 46; 355-366
56. Ohmen JD, Yang HY, Yamamoto KK, Zhao HY, Ma Y, Bentley LG, Huang Z, Gerwehr S, Pressmann S, McElree C, Targan S, Rotter JL, Fischel-Ghodsian N. Susceptibility locus for inflammatory bowel disease on chromosome 16 has a role in Crohn's disease, but not in ulcerative colitis. Hum Mol Genet 1996; 5; 1679-1683
57. van Oostayen JA, Wasser MN, Griffioen G, van Hogezaand RA, Lamers CB, de Roos A. Diagnosis of Crohn's ileitis and monitoring of disease activity: value of Doppler ultrasound of superior mesenteric artery flow. Am J Gastroenterol 1998; 93; 88-91
58. Parente F, Greco S, Molteni M, Anderloni A, Bianchi Porro G. Imaging inflammatory bowel disease using bowel ultrasound. Eur J Gastroenterol Hepatol 2005; 17; 283-291
59. Parente F, Greco S, Molteni M, Anderloni A, Maconi G, Bianchi Porro G. Modern Imaging of Crohn's Disease Using Bowel Ultrasound. Inflamm Bowel Dis 2004; 10; 452-461
60. Pascu M, Roznowski AB, Müller HP, Adler A, Wiedenmann B, Dignass AU. Clinical Relevance of Transabdominal Ultrasonography and Magnetic Resonance Imaging in Patients With Inflammatory Bowel Disease of the Terminal Ileum and Large Bowel. Inflamm Bowel Dis 2004; 10; 373-382
61. Pauls S, Kratzer W, Rieber A, Schmidt SA, Mittrach C, Adler G, Brambs HJ, Gabelmann A. Kontrastmittel-gestützte dynamische MRT des Dünndarms zur Beurteilung der lokalen Entzündungsaktivität bei Morbus Crohn. Fortschr Röntgenstr 2003; 175; 1093-1099
62. Philips: C5-1 Convex-Schallkopf mit PureWave Kristalltechnologie, http://www.healthcare.philips.com/de_de/products/ultrasound/Transducers/c5_1.wpd, Stand: 03.01.2011

63. Philips: Korrektur von unterschiedlichen Schallgeschwindigkeiten, http://www.healthcare.philips.com/de_de/products/ultrasound/technologies/tissue_aberration.wpd, Stand: 03.01.2011
64. Pickhardt PJ. Noninvasive radiologic imaging of the large intestine: a valuable complement to optical colonoscopy. *Curr Opin Gastroenterol* 2010; 26; 61-68
65. Pulimood AB, Ramakrishna BS, Kurian G, Peter S, Patra S, Mathan VI, Mathan MM. Endoscopic mucosal biopsies are useful in distinguishing granulomatous colitis due to Crohn's disease from tuberculosis. *Gut* 1999; 45; 537-541
66. Ripollés T, Martínez MJ, Barrachina MM. Crohn's Disease and Color Doppler Sonography: Response to Treatment and It's Relationship with Long-Term Prognosis. *J Clin Ultrasound* 2008; 36; 267-272
67. Ruess L, Nussbaum Blask AR, Bulas DI, Mohan P, Bader A, Latimer JS, Kerzner B. Inflammatory Bowel Disease in Children and Young Adults: Correlation of Sonographic and Clinical Parameters During Treatment. *AJR* 2000; 175; 79-84
68. Rutgeerts P, Vermeire S, Van Assche G. Mucosal healing in inflammatory bowel disease: impossible ideal or therapeutic target? *Gut* 2007; 56; 453-455
69. Sartor RB. Cytokines in intestinal inflammation: pathophysiological and clinical considerations. *Gastroenterol* 1994; 106; 533-539
70. Sartor RB. Pathogenesis and immune mechanisms of chronic inflammatory bowel diseases. *Am J Gastroenterol* 1997; 92; 5-11
71. Satsangi J, Jewell DP, Bell Ji. The genetics of inflammatory bowel disease. *Gut* 1997; 40; 572-574
72. Schacherer D, Schlottmann K. Darmwandsonographie: Indikation – Durchführung – Stellenwert im diagnostischen Konzept bei Darmerkrankungen. *J Gastroenterol* 2005; 10; 77-93

73. Schölmerich J. Inflammatory Bowel Disease. *Endoscopy* 2003; 35; 164-170
74. Schwerk WB, Beckh K, Raith M. A prospective evaluation of high resolution sonography in the diagnosis of inflammatory bowel disease. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 1992; 4; 173-182
75. Shivananda S, Lennard-Jones J, Logan R, Fear N, Price A, Carpenter L, van Blankenstein M. Incidence of inflammatory bowel disease across Europe: is there a difference between north and south? Results of the European Collaborative Study on Inflammatory Bowel Disease (EC-IBD). *Gut* 1996; 39; 690-707
76. Sostegni R, Daperno M, Scaglione N, Lavagna A, Rocca R, Pera A. Review article: Crohn's disease: monitoring disease activity. *Aliment Pharmacol Ther* 2003; 17; 11-17
77. Stallmach A, Zeitz M. Immunsuppression bei Morbus Crohn „Hit hard and early“ – eine neue Therapiestrategie. *Dtsch Arztebl* 2003; 43; 2787-2792
78. Stange EF, Travis SP, Vermeire S, Beglinger C, Kupcinkas L, Geboes K, Barakauskiene A, Villanacci V, Von Herbay A, Warren BF, Gasche C, Tilg H, Schreiber SW, Schölmerich J, Reinisch W; European Crohn's and Colitis Organisation: European evidence based consensus on the diagnosis and management of Crohn's disease: definitions and diagnosis. *Gut* 2006; 55; 11-15
79. Tanaka M, Riddell RH, Saito H, Soma Y, Hidaka H, Kudo H. Morphological criteria applicable to biopsy specimen for effective distinction of inflammatory bowel disease from other forms of colitis and of Crohn's disease from ulcerative colitis. *Scand J Gastroenterol* 1999; 34; 55-67
80. Valette PJ, Rioux M, Pilleul F, Saurin JC, Fouque P, Henry L. Ultrasonography of chronic inflammatory bowel diseases. *Eur Radiol* 2001; 11; 1859-1866
81. Wakefield AJ, Ekobom A, Dhillon AP, Pittilo RM, Pounder RE. Crohn's disease: pathogenesis and persistent measles virus infection. *Gastroenterol* 1995; 108; 911-916

82. Wiesner W, Steinbrich W. Bildgebende Diagnostik chronisch entzündlicher Darmerkrankungen. Therapeutische Umschau 2003; 60; 137-14

7. Anhang

Erhebungsbogen

Name, Vorname: _____

Geburtsdatum: _____

Untersuchungsdatum: _____

Anamnese

Eigenanamnese:

Alter: _____ Jahre Geschlecht: weiblich männlich

Beruf: _____

Körpergröße: _____ cm Körpergewicht: _____ kg

BMI: _____ kg/m²

Erstdiagnose IBD am: _____ Crohn Colitis

Histo: _____

Letzte Kolo am: _____

Z. n. Operation: Ja Nein

In Zusammenhang mit M.Crohn/Colitis:

Ileozökalresektion Jahr: _____

Hemikolektomie rechts Jahr: _____

Hemikolektomie links Jahr: _____

Strikturoplastik Jahr: _____

Andere: _____

Unabhängig von M.Crohn/Colitis:

- Appendektomie Jahr: _____
- Cholezystektomie Jahr: _____
- Hernien: _____ Jahr: _____
- an Ovar/Tube/Uterus Jahr: _____
- Sectio Jahr: _____
- Andere: _____

Sonstige Erkrankungen: _____

Aktuelle Medikation: _____

Antikörper seit: _____ Art: _____

Alkoholgenuss: Ja Nein falls ja: Menge/Art _____Nikotingenuss: Ja Nein falls ja: _____ packyears

Allergien: _____

Familienanamnese:Darmerkrankungen: Ja Nein

falls ja: Art _____ Verwandtschaftsgrad _____

Andere Erkrankungen: Ja Nein

falls ja: Art _____ Verwandtschaftsgrad _____

Crohn/Colitis Anamnese:Derzeit Beschwerden? *Ja* *Nein*

falls ja: seit wann _____ Art: _____

Übliche Schmerzen: Lokalisation Oberbauch Mittelbauch Unterbauch rechts mittig linksQualität stechend schneidend drückend brennend dumpfDauer kolikartig kontinuierlich

mittl. Intensität (0=keine, 3=stark): _____

im akuten Schub (0=keine, 3=stark): _____

Stuhlgang: Häufigkeit: _____/d bzw. _____/Woche

 Obstipation normal DiarrhoeBlut im Stuhl? *Ja* *Nein* Teerstuhl? *Ja* *Nein* Manifestationsstellen: Mundschleimhaut Rachen Ösophagus Magen Duodenum Jejunum Ileum Colon RectumKomplikationen: Malabsorptionssyndrom Cholezystolithiasis Nephrolithiasis Darmstenose Ileus Darmperforation Fistel Abszess Analfissur Kolorektales Karzinom Andere: _____

Extraintestinale Manifestationen: Iridozyklitis/Uveitis Erythema nodosum
 Pyoderma gangraenosum Arthralgie
 Andere: _____

Gehäuft Fieber? *Ja* *Nein* falls ja: max. Temperatur in °C: _____

Appetit: gut mittel schlecht

Übelkeit: *Ja* *Nein* falls ja: seit wann? _____

Erbrechen: *Ja* *Nein* falls ja: Häufigkeit? _____

Crohn's Disease Activity Index (CDAI):

Anzahl weicher Stühle in der letzten Woche _____ (x2) = _____

Grad der Bauchschmerzen in der letzten Woche _____ (x5) = _____
keine = 0, gering = 1, mäßig = 2, stark = 3

Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens in der letzten Woche
keine = 0, gering = 1, mäßig = 2, stark = 3, unerträglich = 4
_____ (x7) = _____

Anzahl der Crohn-assoziierten Symptome _____ (x20) = _____
Gelenkbeschwerden, Arthritis
Erythema nodosum
Stomatitis aphthosa
Temperatur >37.5°C
Iritis, Uveitis
Pyoderma gangraenosum
Analfissur, Fisteln
Abszesse

Symptomatische Durchfallbehandlung _____ (x30) = _____
Ja = 1, Nein = 0

Resistenz im Abdomen palpabel _____ (x10) = _____
nein = 0, fraglich = 2, sicher = 5

Hämatokrit _____ (x6) = _____
Frauen: 42-Hkt, Männer: 47-Hkt

Gewicht Formel: $(1 - \text{Gewicht} / \text{Standardgewicht})$ _____ (x100) = _____

Einteilung des ermittelten Wertes in folgende Schweregrade:

- | | |
|--|-------------------------|
| <input type="checkbox"/> CDAI < 150: | Remission |
| <input type="checkbox"/> CDAI 150 – 220: | milde aktive Entzündung |
| <input type="checkbox"/> CDAI 220 – 450: | moderate Entzündung |
| <input type="checkbox"/> CDAI > 450: | schwere Entzündung |

Colitis Activity Index (CAI):

Anzahl der Stühle pro Woche

< 18 = 0, 18 - 35 = 1, 36 - 60 = 2, > 60 = 3 _____

Blut im oder auf dem Stuhl

kein = 0, wenig = 2, viel = 4 _____

Allgemeinbefinden

gut = 0, mäßig = 1, schlecht = 2, sehr schlecht = 3 _____

Bauchschmerzen

keine = 0, leicht = 1, mäßig = 2, stark = 3 _____

Fieber infolge der Kolitis

37 = 0, > 38 = 3 _____

Extraintestinale Manifestationen

Iritis = 3, Erythema nodosum = 3, Arthritis = 3 _____

Laborbefunde

BSG > 50 mm (1 h) = 1, > 100 mm = 2, _____

Hb < 10,0 g % = 4

Summe: _____

Indexwerte >4 sind vereinbar mit akutem Schub

Akuter Schub?

Ja Nein

Untersuchungsdatum: _____ Untersucher: _____

Ultraschallbefunde im Vergleich

	Ultraschallsonde C2-5		Ultraschallsonde C1-5		Kommentare
Beurteilbarkeit	<i>Gut</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Gut</i>	<input type="checkbox"/>	
	<i>Mittel</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Mittel</i>	<input type="checkbox"/>	
	<i>Schlecht</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Schlecht</i>	<input type="checkbox"/>	
Abbildungsqualität	<i>Gut</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Gut</i>	<input type="checkbox"/>	
	<i>Mittel</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Mittel</i>	<input type="checkbox"/>	
	<i>Schlecht</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Schlecht</i>	<input type="checkbox"/>	
Sigma darstellbar	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>	
	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>	
Rektum darstellbar	<i>Nicht</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Nicht</i>	<input type="checkbox"/>	
	<i>Gut</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Gut</i>	<input type="checkbox"/>	
	<i>Mittel</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Mittel</i>	<input type="checkbox"/>	
	<i>Schlecht</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Schlecht</i>	<input type="checkbox"/>	
Rektum über allen Abschnitten einsehbar	<i>Proximal</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Proximal</i>	<input type="checkbox"/>	
	<i>Mitte</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Mitte</i>	<input type="checkbox"/>	
	<i>Distal</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Distal</i>	<input type="checkbox"/>	
	<i>Gesamt</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Gesamt</i>	<input type="checkbox"/>	
Länge des Rektums	_____ cm	_____ cm			
Wanddicke des Rektums	_____ mm	_____ mm			
	<i>Nicht beurteilbar</i> <input type="checkbox"/>	<i>Nicht beurteilbar</i> <input type="checkbox"/>			
Wandschichtung erhalten	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>	
	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>	
Darmwand- vaskularisation	<i>Power-Doppler</i>		<i>Power-Doppler</i>		
	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>	
	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>	
	<i>Farb-Doppler</i>		<i>Farb-Doppler</i>		
	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>	
	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>	

Limberg Klassifikation	<i>0</i>	<input type="checkbox"/>	<i>0</i>	<input type="checkbox"/>
	<i>I</i>	<input type="checkbox"/>	<i>I</i>	<input type="checkbox"/>
	<i>II</i>	<input type="checkbox"/>	<i>II</i>	<input type="checkbox"/>
	<i>III</i>	<input type="checkbox"/>	<i>III</i>	<input type="checkbox"/>
	<i>IV</i>	<input type="checkbox"/>	<i>IV</i>	<input type="checkbox"/>
Extraintestinale Komplikationen	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>
	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>
Fistel	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>
	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>
Stenose	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>
	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>
Abszess	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>
	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>
Druckschmerz	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>
	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>
Vagina darstellbar	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>
	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>
Prostata darstellbar	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Ja</i>	<input type="checkbox"/>
	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Nein</i>	<input type="checkbox"/>
Harnblase in mm	<i>Länge:</i>	_____	<i>Länge:</i>	_____
	<i>Breite:</i>	_____	<i>Breite:</i>	_____
	<i>Tiefe:</i>	_____	<i>Tiefe:</i>	_____
Blasenvolumen ml	_____	_____	_____	_____

Weitere Bildgebung Ja Nein

MRT durchgeführt am: _____

Eingesetztes KM Ja Nein

i.v. oral

Gadolinium Sonstige: _____

Menge KM (i.v.) _____ ml Menge KM (oral) _____ ml

Komplikationen: Ja Nein

falls ja: welche? _____

Befund: Wanddicke Rectum in mm: _____

Sonstige: _____

8. Danksagung

Mein größter Dank gilt meinem Freund David – ohne seine Unterstützung und unermüdliche Motivation würde es diese Arbeit nicht geben.

Desweiteren möchte ich meinen Eltern ganz herzlich danken – sie haben mich zu dem gemacht, was ich heute bin und haben mich auf meinem bisherigen Lebensweg immer unterstützt und stets an mich geglaubt.

Darüber hinaus gilt mein besonderer Dank Prof. Dr. Wolfgang Kratzer und dem Team der Ultraschalldiagnostik für die Überlassung des Themas, die gute Zusammenarbeit während der Datenerhebung und die hervorragende Betreuung bei der Erstellung dieser Arbeit.

Ein herzliches Dankeschön ebenfalls an Sümeyra Öztürk für die Unterstützung bei der Durchführung der statistischen Auswertungen.

Nicht zuletzt möchte ich Dr. Oliver Klass und Dr. Stefan Schmidt für die Auswertung der angefertigten MRT-Aufnahmen und für ihre freundliche Zusammenarbeit danken.

Der Lebenslauf wurde aus Gründen des Datenschutzes in der elektronischen Version entfernt.