

Aus der Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Kinderchirurgie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Wolfram T. Knoefel

Früh elektive vs. elektive Resektion bei Sigmadivertikulitis:

Nicht nur der Zeitpunkt ist entscheidend

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Vorgelegt von

David Mario Probst

2024

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen

Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez.: Dekan: Prof. Dr. med. Nikolaj Klöcker

Erstgutachter/in: Prof. Dr. med. Andreas Krieg

Zweitgutachter/in: Prof. Dr. med. Sven Loosen

**Meiner Familie
und
meinen Freunden**

Teile dieser Arbeit wurden veröffentlicht:

S. Vaghiri, D. M. Jagalla, D. Prassas, W. T. Knoefel, und A. Krieg, „Early elective versus elective sigmoid resection in diverticular disease: not only timing matters-a single institutional retrospective review of 133 patients“, *Langenbecks Arch. Surg.*, Feb. 2022, doi: 10.1007/s00423-022-02464-1. [1]

I Zusammenfassung (deutsch)

Wir befassen uns mit der Frage, wann der optimale Zeitpunkt für eine *Sigmaresektion* in Abhängigkeit vom Erkrankungsstadium, definiert durch die Classification of Diverticular Disease (*CDD*), ist und welche anderen Faktoren das perioperative Ergebnis beeinflussen. Hierzu untersuchten wir *retrospektiv* alle Patienten, die sich zwischen Januar 2004 und Juli 2021 einer *laparoskopischen Sigmaresektion* in der Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Kinderchirurgie am Universitätsklinikum Düsseldorf unterzogen. Die insgesamt 133 Patienten wurden basierend auf dem Zeitintervall zwischen dem letzten akuten Schub der Sigmadivertikulitis und der OP in zwei Gruppen unterteilt: Eine frühelektive Gruppe A (≤ 6 Wochen) mit 88 Patienten (66,2%) und eine elektive Gruppe B (> 6 Wochen) mit 45 Patienten (33,8 %). Mit Hilfe von multivariaten Regressionsmodellen wurden Faktoren ermittelt, die eine Konversionslaparotomie, die Krankenhausaufenthaltsdauer und den postoperativen Verlauf beeinflussen können. Beide Gruppen unterschieden sich nicht in Bezug auf die demografischen Basisdaten wie beispielsweise Alter, Geschlecht oder *BMI*. Die Komorbiditäten waren, abgesehen von einer signifikant niedrigeren Rate von Diabetes mellitus in der frühelektiven Gruppe, gleichmäßig verteilt ($p = 0.009$). Die Konversionsrate zur Laparotomie war in der frühelektiven Gruppe A mit 26,1 % (23 von 88 Patienten) wesentlich höher als in der elektiven Gruppe B mit 6,7% (3 von 44 Patienten, $p = 0.007$). Mittels logistischer Regressionsanalyse wurden der Zeitpunkt der Operation und das *CDD*-Stadium als signifikante Prädiktoren für die intraoperative Konversion ermittelt. Der postoperative Verlauf wurde durch das hohe Patientenalter, sowie eine intraoperative Konversion beeinflusst. Die Länge des postoperativen Krankenhausaufenthaltes hingegen wurde durch eine Konversion, den präoperativen *CRP*-Wert und eine elektive Operation maßgeblich mit beeinflusst. Der OP-Zeitpunkt, sowie das Krankheitsstadium (nach der *CDD*-Klassifikation) beeinflussten signifikant die Konversionsrate bei einer laparoskopischen Sigmaresektion im Rahmen einer Divertikulitis. Patienten mit einer komplizierten akuten, oder chronischen Sigmadivertikulitis sollten im entzündungsfreien Intervall, d.h. frühestens 6 Wochen nach Abklingen des akuten Schubes operiert werden.

Schlüsselwörter: *CDD*; Klassifikation der Divertikelkrankheit; Divertikulose; Laparoskopische Chirurgie; Zeitpunkt der Operation.

II Zusammenfassung (englisch)

We aimed to analyze the timing of sigmoidectomy in patients with diverticular disease and its influence on postoperative course with respect to the classification of diverticular disease (CDD).

Patients who underwent elective laparoscopic sigmoidectomy were retrospectively enrolled and subdivided into two groups based on the time interval between the last attack and surgery: group A, early elective (≤ 6 weeks), and group B, elective (> 6 weeks). Multivariate regression models were used to identify factors, which predict conversion to laparotomy, postoperative course, and length of hospital stay. Both groups did not differ in terms of basic demographic data such as age, gender or BMI. Comorbidities were evenly distributed apart from a significantly lower incidence of diabetes in the early elective group ($p = 0.009$).

The conversion rate was significantly higher in group A in comparison to group B (group A vs. group B: $n = 23$ (26.1%) vs. $n = 3$ (6.7%), ($p = 0.007$). Logistic regression analysis revealed the timing of surgery and CDD stage as significant predictors for intraoperative conversion. Moreover, the postoperative course was influenced by high age as well as intraoperative conversion and length of hospital stay by conversion, preoperative CRP levels, and elective surgery.

Both, timing of surgery and the disease stage, influence the conversion rates in laparoscopic sigmoidectomy for diverticular disease. Accordingly, patients with complicated acute or chronic sigmoid diverticulitis should be operated in the inflammation-free interval.

III Abkürzungsverzeichnis:

ASA	American Society of Anesthesiologists
BMI	Body-Mass-Index
CDD	Classification of Diverticular Disease
CI	Konfidenzintervall
CRP	C-Reaktives Protein
CT	Computertomographie
DRU	Digitale rektale Untersuchung
Ek	Erythrozytenkonzentrat
Et al.	et alia = und weitere
GOF	goodness-of-fit Test
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
Hb	Hämoglobin
ICD	Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten
i.v.	intravenös
KHK	Koronare Herzkrankheit
Na	Natrium
Nn.	Nervi
Nnl.	Nodi lymphatici
NNT.	Number needed to treat
NSAID	Nonsteroidal antiinflammatory drugs
OR	Odds-Ratio
SD	Standartabweichung
TPN	Totale parenterale Ernährung
TSH	Thyreoida-stimulierendes Hormon
UKD	Universitätsklinikum Düsseldorf

IV Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Gemeldete Krankheitsfälle der GKV mit ICD K57	1
Abb. 2 Schematische Darstellung des histologischen Aufbaus des Colons.	4
Abb. 3 Falsches und echtes Divertikel	5
Abb. 4 Situation im Operationssaal	14
Abb. 5 Konversionsrate nach CDD Stadium	30
Abb. 6 Konversionsrate aufgeschlüsselt nach Operationszeitraum	31
Abb. 7 Nomogramm zur Ermittlung der Wahrscheinlichkeit einer Konversion	33
Abb. 8 Kalibrierkurve zum Hosmer-Lemeshow Test zur Ermittlung der Wahrscheinlichkeit einer Konversion	34
Abb. 9 Nomogramms zur Ermittlung der Wahrscheinlichkeit eines postoperativen Ereignisses	36
Abb. 10 Kalibrierkurve zur Ermittlung der Wahrscheinlichkeit eines postoperativen Ereignisses	37

V Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Bekannte Klassifikationssysteme der Divertikelkrankheit / Divertikulitis	
6	
Tabelle 2 Klassifikation nach Clavien Dindo	16
Tabelle 3 Patienteneigenschaften	24
Tabelle 4 Verteilung des ASA-Klassifikation und der Komorbiditäten innerhalb des Patientenkollektives.	25
Tabelle 5 Krankheitsverlauf und präoperative Labordaten im Patientenkollektiv	
27	
Tabelle 6 Verteilung der CDD Stadien im Patientenkollektiv	28
Tabelle 7 Operative Daten.	29
Tabelle 8 Prädiktoren für eine Umstellung auf Laparotomie	32
Tabelle 9 Postoperative Komplikationen	34
Tabelle 10 Faktoren eines ereignisvollen postoperativen Verlaufes.	35
Tabelle 11 Krankenhausaufenthalt beeinflussende Variablen	37

VI Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Epidemiologie	1
1.2	Ätiologie	2
1.3	Anatomie des Colon sigmoideum	3
1.3.1	Makroskopische Anatomie	3
1.3.2	Mikroskopische Anatomie	3
1.4	Pathophysiologie	4
1.5	Klassifikationssysteme	5
1.5.1	Einteilung nach Hinchey	6
1.5.2	Einteilung nach Hansen und Stock [27]	7
1.5.3	Einteilung nach CDD	7
1.6	Therapie der Sigmadivertikulitis	8
1.6.1	Stadium 0 nach CDD	8
1.6.2	Stadium 1 a und b nach CDD (akute unkomplizierte Sigmadivertikulitis)	9
1.6.3	Stadium 2a nach CDD (akute komplizierte Sigmadivertikulitis)	10
1.6.4	Stadium 2b nach CDD	10
1.6.5	Stadium 2c nach CDD (freie Perforation mit eitriger bzw. kotiger Peritonitis)	11
1.6.6	Stadium 3 nach CDD / Chronische Verläufe	11
1.7	Operationsablauf	13
1.7.1	Allgemeines	13
1.7.2	Laparoskopische Sigmaresektion mit Descendorektostomie	13
1.8	Postoperative Komplikationen	16
1.9	Aktuelle Literaturlage	17
1.10	Fragestellung	19
2	Methoden	20
2.1	Zeitbereich und Daten	20
2.2	Ethikvotum	23
2.3	Statistische Analyse	23
3	Ergebnisse	24
3.1	Patienteneigenschaften	24
3.2	ASA-Klassifikation und Komorbiditäten	25

3.3	Krankheitsverlauf und präoperative Labordaten	26
3.4	CDD Stadium	27
3.5	Chirurgische Daten	28
3.6	Postoperativer Verlauf	33
4	Wissenschaftliche Diskussion	38
5	Schlussfolgerung	43
6	Literatur und Quellenverzeichnis	44
7	Anhang	51
8	Danksagung	

1 Einleitung

1.1 Epidemiologie

Die Inzidenz der Sigmadivertikulitis liegt bei den unter 50-jährigen Personen in Deutschland bei ca. 13%. Mit zunehmendem Alter steigt sie auf etwa 30% für Personen zwischen 50 und 70 Jahren und auf über 50% bei Personen über 70 Jahren [2]. Die Divertikelkrankheit des Colon sigmoideum ist somit ein weit verbreitetes Krankheitsbild in westlichen Industrienationen. Frauen (51.537 Fälle im Jahr 2019) und Männer (50.382 Fälle im Jahr 2019) sind in etwa gleich häufig betroffen [3]. In Afrika und Asien hingegen sind weniger als 10% der Bevölkerung betroffen.

Die Anzahl der Fälle ist in Deutschland in den letzten Jahren stetig zunehmend, wie die Zahlen des Bundesgesundheitsministeriums zeigen. So wurden 2011 noch etwa 65000 Fälle gemeldet, während es 2019 bereits über 100.000 Fälle waren (Abb.1).

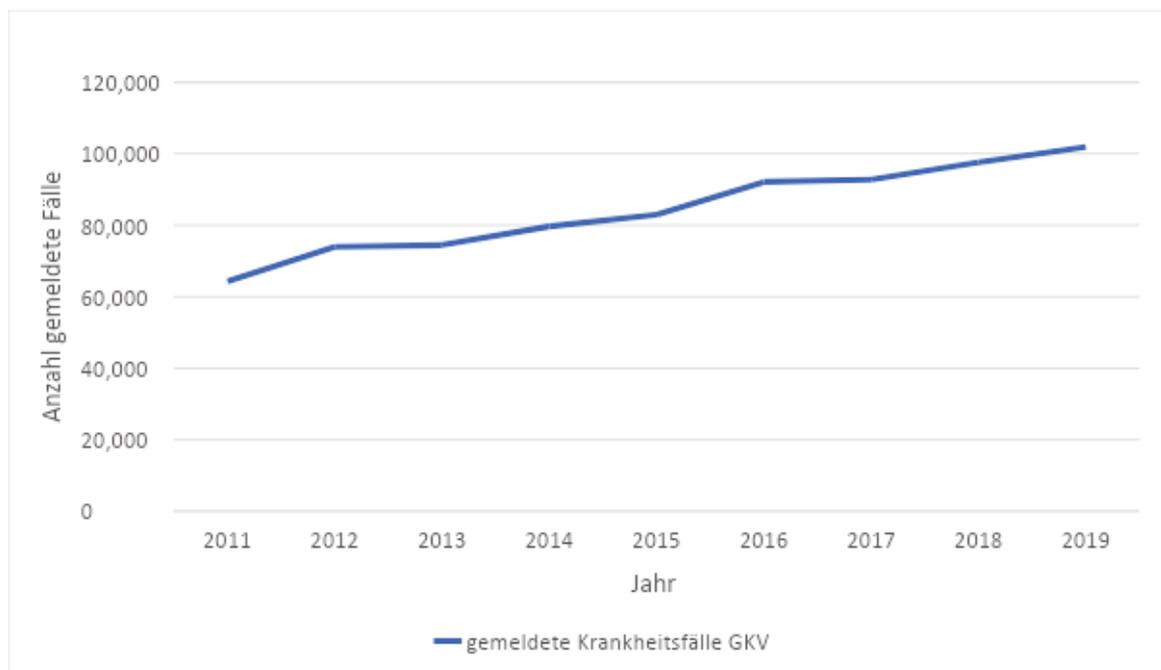


Abb. 1 Gemeldete Krankheitsfälle der GKV mit ICD K57 Entwicklung der Anzahl von gemeldeten Krankheitsfällen im Zeitraum von 2011-2019. [3]

Aktuell ist eine Zunahme *der Inzidenz insbesondere* in jüngeren Altersgruppen, vor allem in der Altersgruppe der 18 – 44 jährigen, festzustellen [4].

Die behandlungsbezogene Krankenhausaufenthaltsdauer lag 2019 im Durchschnitt bei 13 Tagen [3].

Die Sigmadivertikulitis, als eine der wichtigsten Folgeerscheinungen der Sigmadivertikulose, verdient aufgrund der hohen demografischen Verbreitung des starken Einflusses auf die Lebensqualität [5] und der daraus resultierenden therapeutischen Konsequenzen daher besondere Beachtung.

1.2 Ätiologie

Das Patientenalter stellt einen Hauptrisikofaktor für das Entstehen der Sigmadivertikulose dar. Populationsstudien zeigen, dass mit zunehmendem Alter auch der Anteil an Personen, die von einer Divertikulose betroffen sind zunimmt [3]. Des Weiteren sind Veränderungen der Bindegewebsfasern [6], sowie ein gestörter Metabolismus der bindegewebigen Matrix [7] bei den Patienten vorzufinden. Zu den weiteren Faktoren zählen zudem eine genetische Prädisposition und Bindegewebserkrankungen wie beispielsweise das Marfan Syndrom [8]. Zudem wird beschrieben, dass der Lebensstil, also Bewegungsmangel, Übergewicht [9], sowie eine Ernährung mit einem hohen Anteil an rotem Fleisch [10] und eine ballaststoffarme Nahrungsaufnahme [11], krankheitsfördernd seien. Des Weiteren stellt auch das Tabakrauchen [12] einen wichtigen Risikofaktoren dar.

Es sind einige Komorbiditäten beschrieben, die mit einem erhöhten Risiko für das Auftreten einer Sigmadivertikulose bzw. einer Sigmadivertikulitis mit komplizierten Verläufen assoziiert sind. Hierzu zählen unter anderem die Hypothyreose [9], arterielle Hypertonie [13], [14], Diabetes [13], Immunsuppression [15], Nierenerkrankungen [14], KHK [14], Leberzirrhose [16], akutes Koronarsyndrom [17] oder eine chronisch obstruktive Lungenerkrankung [18].

Einige Medikamente sind mit der Begünstigung einer Divertikelblutung assoziiert. Hierzu zählen Corticosteroide, Calciumantagonisten, NSAIDs und Aspirin sowie andere Antikoagulantien [19].

1.3 Anatomie des Colon sigmoideum

1.3.1 Makroskopische Anatomie

Das Colon sigmoideum befindet sich intraperitoneal im kleinen Becken. Es liegt ventral der Iliakalarterien und des Plexus sacralis [20].

Ventral des Colon sigmoideums liegen Dünndarmschlingen, welche bis in die Excavatio rectouterina bei der Frau, bzw. Excavatio rectovesicalis beim Mann reichen. Sie verlaufen somit zwischen dem Colon sigmoideum und Harnblase beim Mann, bzw. zwischen dem Uterus und Colon sigmoideum bei der Frau. Das Colon sigmoideum ist über das Mesocolon sigmoideum mit der hinteren Bauchwand verbunden [20]. Den Anfang des Colon sigmoideum stellt der Übergang aus dem sekundär retroperitoneal gelegenen Colon descendens dar. Von dort aus nimmt das Sigma einen S-förmigen Verlauf, welcher nach etwa 38,3 cm in das Rektum übergeht [21].

Die arterielle Versorgung erfolgt über die Arteriae sigmoideae aus der Arteria mesenterica inferior. Der venöse Abfluss erfolgt über die Vena mesenterica inferior.

Die Innervation erfolgt *sympathisch* über das Ganglion mesentericum inferius, welches aus Fasern der Nn. Splanchnici major, minor und lumbales besteht. Die *parasympathische* Innervation erfolgt über die Nn. Splanchnici pelvici.

Der Lymphabfluss erfolgt über die Nnl. Sigmoidi [22].

Die Funktion des Colon sigmoideum liegt hauptsächlich im Entzug von Flüssigkeit aus dem Stuhl, sowie der Retention und Portionierung von diesem.

1.3.2 Mikroskopische Anatomie

Der histologische Aufbau beginnt zunächst mit der Tunica mucosa. Diese besteht aus der einschichtig hochprismatischen Epithelschicht und Becherzellen. Es folgen die Lamina propria und die Muscularis mucosae. Darunter folgen die Tela submucosa und die Tunica muscularis, bestehend aus Stratum circulare und Stratum longitudinale. Die äußerste Schicht bildet, aufgrund der intraperitonealen Lage, die Tunica serosa [22] (Abb. 2).

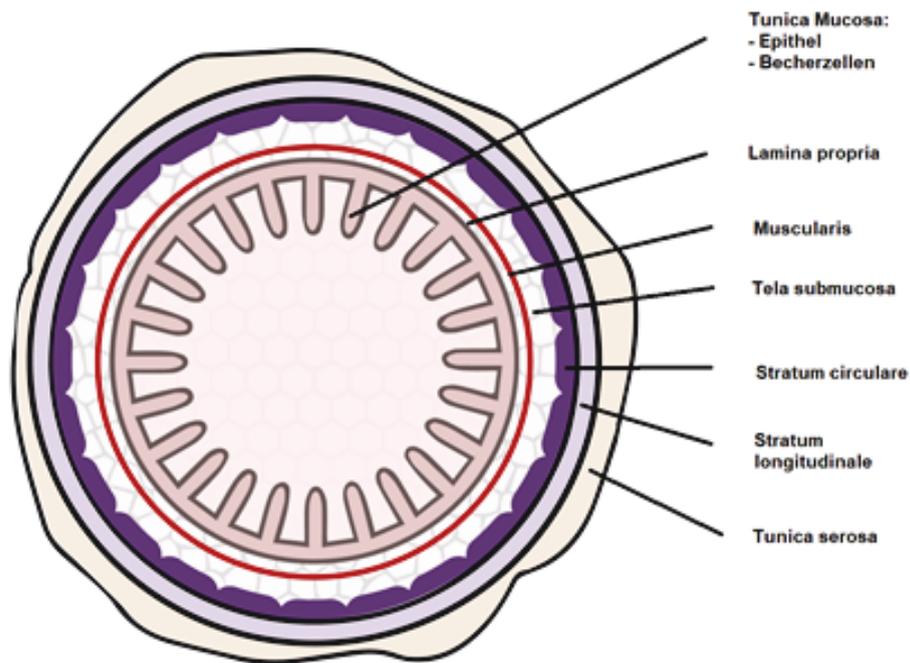


Abb. 2 Schematische Darstellung des histologischen Aufbaus des Colons. (Eigene Darstellung)

1.4 Pathophysiologie

Anhand der mikroskopischen Anatomie lässt sich die Pathogenese der Divertikulose am besten verstehen. Durch einen erhöhten intraluminalen Druck an muskelschwachen Stellen der Darmwand, meist im Bereich von Durchtrittsstellen der Arteriolen durch die Darmwand (Abb. 3), kommt es zu Ausstülpungen der Mucosa und der Submucosa durch Lücken in der Tunica muscularis [23].

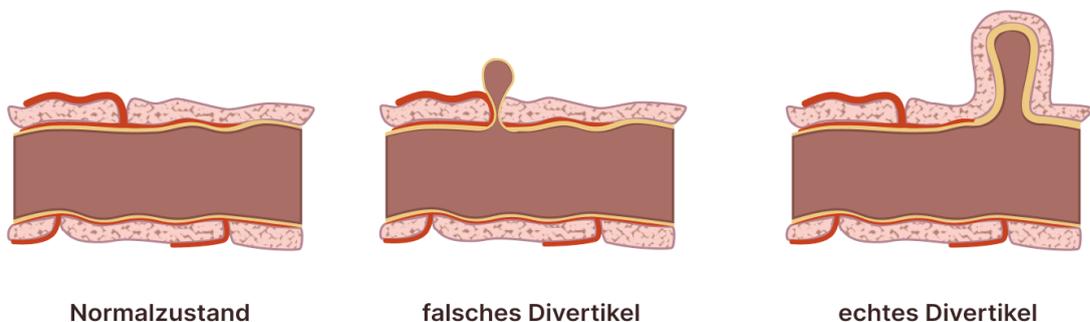


Abb. 3 Falsches und echtes Divertikel. Dargestellt ist der Normalzustand der Darmwand links, ein falsches Divertikel in der Mitte und ein echtes Divertikel rechts. (Eigene Darstellung)

Diese werden als Pseudodivertikel (oder falsche Divertikel) bezeichnet, da es im Gegensatz zu echten Divertikeln nicht zur Ausstülpung der Tunica muscularis kommt [24]. Entstehen durch diese Divertikel Beschwerden, so wird von der symptomatischen Divertikulose oder auch Divertikelkrankheit gesprochen. Diese zeigen sich beispielsweise durch Schmerzen im Unterbauch, Obstipation oder Stuhlunregelmäßigkeiten.

Entzündet sich eines der Divertikel und dessen Umgebung, so sprechen wir von einer Peridivertikulitis. Diese kann akut, meistens bemerkbar durch akute linksseitige Unterbauchschmerzen, oder chronisch sein. Die chronische Divertikulitis ist gekennzeichnet durch rezidivierende oder persistierende Entzündungsschübe, die zu Komplikationen (Stenose, Fisteln, Konglomerattumor) führen können [25]. Als weitere Komplikation können auch Divertikelblutungen entstehen [26].

Zur Beurteilung des Schweregrades der Erkrankung wurden verschiedene Klassifikationssysteme eingeführt. Diese unterteilen die Krankheit in verschiedene Stadien.

1.5 Klassifikationssysteme

Die drei bekanntesten Klassifikationssysteme sind die Einteilung nach Hansen und Stock [27], die Hinchey Klassifikation [28] und die Classification of Diverticular disease [29], kurz *CDD*. Zur kurzen Übersicht dient Tabelle 1.

Bekanntes Klassifikationssysteme der Divertikelkrankheit / Sigmadivertikulitis			
	Classification of Diverticular Disease (CDD) [29]	Hinchey-Klassifikation [28]	Klassifikation nach Hansen und Stock [27]
Asymptomatische Sigmadivertikulitis	0 Nachweis von Divertikeln	in dieser Einteilung nicht berücksichtigt	0 Nachweis von Divertikeln
akute unkomplizierte Sigmadivertikulitis	1a Divertikulitis ohne Umgebungsreaktion	0 Divertikulitis ohne Umgebungsreaktion	I Divertikulitis ohne Umgebungsreaktion
	1b Divertikulitis mit Phlegmone	I a Divertikulitis mit Phlegmone	

Akute komplizierte Divertikulitis	2a Divertikulitis mit Mikroabszess (>3cm)	I b Divertikulitis mit perikolischer Abszedierung	II a Divertikulitis mit Phlegmone
	2b Divertikulitis mit Makroabszess (<3cm)	II Divertikulitis mit Makroabszess	II b Divertikulitis mit Abszess
	2c1 freie eitrige Peritonitis	III freie eitrige Peritonitis	Iic freie Perforation
	2c2 freie fäkale Peritonitis	IV freie fäkale Peritonitis	
Chronische Divertikelkrankheit	3a Symptomatische unkomplizierte Divertikulitis		
	3b rezidivierende Divertikulitis ohne Komplikation		III chronisch-rezidivierende Divertikulitis
	3c Nachweis von Stenosen, Fisteln, Konglomerattumor -		
Divertikelblutung	4 Nachweis der Divertikelblutung		

Tabelle 1 Bekannte Klassifikationssysteme der Divertikelkrankheit / Divertikulitis [2]
Gegenübergestellt werden die drei meistverwendeten Klassifikationen: CDD, Hinchey-Klassifikation und Klassifikation nach Hansen und Stock

Im Folgenden werden alle drei Klassifikationssysteme in Kürze vorgestellt.

1.5.1 Einteilung nach Hinchey

Die älteste der genannten Klassifizierungssysteme stellt die 1978 erstmals vorgestellte Einteilung nach Hinchey dar [28]. Die Einteilung nach Hinchey sollte primär bei der Wahl des richtigen Operationsverfahrens bei makroskopisch unterschiedlich ausgeprägten Divertikulitiden unterstützen. Hierbei liegt der Blick also insbesondere auf Abszessen und Perforationen, sowie der Umgebungsreaktion. Sie ist daher insbesondere für die intra- oder postoperative Bewertung einer Divertikulitis geeignet.

Eine asymptomatische oder eine chronische Sigmadivertikuloze finden hier keine Berücksichtigung. Für die Erfassung verschiedener Verlaufsformen und somit auch Therapien und Prognosen ist sie somit nur bedingt anwendbar.

1.5.2 Einteilung nach Hansen und Stock [27]

Bei der 1998 erstmals vorgestellten Einteilung nach Hansen und Stock werden weitere Unterteilungen vorgenommen, um die Divertikulitis noch präziser beschreiben zu können. Hier wird im Gegensatz zur Einteilung nach Hinchey auch die chronisch rezidivierende Sigmadivertikulitis mitberücksichtigt. Allerdings wird bei der Einteilung nach Hansen und Stock nicht näher auf die Abszessgröße und Perforationsart eingegangen. Auch die chronische Divertikulitis wird nicht weiter unterteilt. So findet keine Unterscheidung zwischen der chronisch rezidivierenden Sigmadivertikulitis mit und ohne Komplikationen statt, wie es beispielsweise in der folgenden Einteilung nach *CDD* der Fall ist.

1.5.3 Einteilung nach *CDD*

Mit Einführung der „S2k-Leitlinie Divertikelkrankheit / Divertikulitis“ der Deutschen Gesellschaft für Gastroenterologie, Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten (DGVS) und der Deutschen Gesellschaft für Allgemein- und Viszeralchirurgie (DGAV) im Jahr 2014 wurde empfohlen, die Einteilung der *Sigmadivertikulitis* nach *CDD* vorzunehmen. Zudem sollte auch die Therapieentscheidung unter Zuhilfenahme der Einteilung nach *CDD* getroffen werden [30].

In der Einteilung nach *CDD* wird zwischen Mikro- (< 3 cm) und Makroabszess (> 3 cm) unterschieden, was für den weiteren Verlauf und die Therapie durchaus relevant ist und eine wichtige Unterscheidung darstellt [31]. So können Abszesse ab einer Größe von 3 cm durch eine interventionelle Drainage entlastet werden, während kleinere Abszesse stationär antibiotisch therapiert werden können. Zudem korreliert die Abszessgröße mit der Prognose eines Rezidivs [32]. Einen weiteren Unterschied zur Einteilung nach Hansen und Stock stellt die Einteilung der Perforation in eitrig und fäkal dar.

In Bezug auf die chronische Sigmadivertikulitis ist die *CDD* zudem die einzige Klassifikation, welche diese in drei weitere Untergruppen unterteilt:

- Typ 3a, welcher definiert ist als symptomatische unkomplizierte Divertikulose mit den typischen klinischen Beschwerden
- Typ 3b, bei dem eine rezidivierende Divertikulitis ohne Komplikationen vorliegt. Im Gegensatz zu Typ 3a liegen hier laborchemisch Entzündungszeichen vor und es zeigen sich in der Schnittbildgebung Veränderungen wie bei Typ 1a oder Typ 1b
- Typ 3c, welcher als rezidivierende Divertikulitis mit Komplikationen definiert ist und bei dem bereits Stenosen, Fisteln oder ein Konglomerattumor vorliegen

Verwendet wurde in unserer Arbeit primär mit der *CDD*, da diese durch mehrere Untergruppen innerhalb der einzelnen Stadien die präziseste Beschreibung ermöglicht [33]. Dies gilt insbesondere präoperativ, also schon bei der Schnittbildgebung. Zudem wird die Einteilung nach *CDD* wie bereits in der Version S2K auch in der aktuellen S3 Leitlinie von November 2021 empfohlen [25] und daher in der Klinik für Allgemein,- Viszeral- und Kinderchirurgie routinemäßig angewandt.

1.6 Therapie der Sigmadivertikulitis

Die Therapie der Sigmadivertikulitis erfolgt anhand verschiedener Faktoren wie persönlichem Leidensdruck, Allgemeinzustand und Krankheitsstadium. Eine präzise Einteilung nach der *CDD*-Klassifikation ist daher für die Therapie essenziell. Je nach Schwere der Erkrankung, beurteilt nach den oben genannten Kriterien und Symptomen, werden in den Leitlinien unterschiedliche Therapiewege vorgeschlagen.

1.6.1 Stadium 0 nach CDD

Liegt eine asymptomatische Sigmadivertikulitis als Zufallsbefund vor, so ist in der Regel keine Intervention notwendig. Eine Rückbildung der Divertikel ist nicht möglich. Protektiv wirken eine ballaststoffreiche Ernährung [34], die Reduktion der Aufnahme von rotem Fleisch [35], [36], das Einhalten des Normalgewichtes [37], sowie der Verzicht auf Nikotin [12].

1.6.2 Stadium 1 a und b nach CDD (akute unkomplizierte Sigmadivertikulitis)

Die S3 Leitlinie schlägt im Stadium 1a und 1b nach *CDD* eine primär konservative Therapie vor. Diese kann, sofern bestimmte Kriterien erfüllt sind, als eine ambulante Therapie erfolgen [38]. So sollte der Patient beispielsweise in der Lage sein, Flüssigkeiten und Medikamente oral zu sich zu nehmen, das Medikament muss oral verfügbar sein und die Schmerzen müssen adäquat kontrollierbar sein. Zudem sollte Zugang zu Follow-up Untersuchungen bestehen und in der Bildgebung sollte ein komplizierter Verlauf ausgeschlossen werden [25]. Eine stationäre Aufnahme ist, sofern keine Komorbiditäten wie Immunsuppression, Fieber oder Erbrechen vorliegen, in der Regel nicht nötig [39]. Die Therapie sollte aus Analgesie und ggf. der Gabe von Antibiotika bestehen. Der Einsatz von Mesalazin kann im Stadium 1a erwogen werden [40], im Stadium 1b sollte es nicht eingesetzt werden, da sich kein signifikanter Vorteil durch den Einsatz ergibt [41]. Probiotika zeigten sowohl im Stadium 1a [42] als auch im Stadium 1b [43] keine signifikanten Vorteile und werden daher nicht empfohlen. Auch eine spezielle Diät muss nicht eingehalten werden [44].

Wichtig ist hierbei zu beachten, dass neue Studien keinen signifikanten Unterschied zwischen einer Antibiotikatherapie und einer Therapie ohne Antibiotika feststellen konnten. So wurde im Rahmen einer Metaanalyse unter 2565 Patienten festgestellt, dass durch Breitspektrumantibiotika weder die Anzahl der Rezidive, noch der Komplikationen, Krankenhausaufnahmen oder der Notwendigkeit einer Operation reduziert werden konnte [45]. Liegen also keine Risikofaktoren für einen schwerwiegenden Verlauf vor und sind engmaschige ambulante Kontrollen möglich, so kann auf die Gabe von Antibiotika verzichtet werden [46].

Laut aktueller Leitlinie wird bei beschwerdefreien Patienten für eine Sigmadivertikulitis in diesem Stadium, unabhängig von den Vorerkrankungen, keine elektive Sigmaresektion empfohlen [25]. Leiden die Patienten allerdings unter langfristigen Beschwerden im Sinne einer „smoldering diverticulitis“, so

kann eine elektive Sigmaresektion zur Erhöhung der Lebensqualität erwogen werden [47].

Der Begriff „smoldering diverticulitis“ bezeichnet hierbei eine nach dem ersten Schub persistierende Divertikulitis.

1.6.3 Stadium 2a nach CDD (akute komplizierte Sigmadivertikulitis)

Liegt ein abzusehender komplizierter Verlauf oder bereits ein Mikroabszess (<3cm) vor, so sollte der Patient stationär aufgenommen und antibiotisch versorgt werden. Versagt die konservative Therapie, wird eine frühelektive Operation erwogen werden. Als frühelektiv wird eine Operation bezeichnet, welche früher als 6 Wochen nach Abschluss der konservativen Therapie bzw. Abklingen der akuten Entzündung erfolgt.

Diese sollte, aufgrund der besseren postoperativen Lebensqualität und überlegenen Minor-Komplikationen (Harnwegsinfekte, Wundinfekte, Pneumonien) minimal-invasiv und einzeitig sein [48], [49]. Zudem führen laparoskopische Eingriffe auch zu weniger Major-Komplikationen und weniger Schmerzen, was auch zu kürzeren Krankenhausaufenthalten führt [50]. Die Operationszeiten sind dadurch allerdings länger als bei offen chirurgischen Eingriffen [51]. Insgesamt sind die Kosten für das Gesundheitssystem bei laparoskopischen und offenen elektiven Sigmaresektionen vergleichbar [52].

1.6.4 Stadium 2b nach CDD

Bei einer Sigmadivertikulitis mit Makroabszess (>3cm) handelt es sich um eine potenziell lebensgefährliche Erkrankung. Das Risiko steigt mit der Größe des Abszesses. Liegt ein Makroabszess vor, so kann zunächst eine perkutane sonografisch oder CT-gesteuerte Drainage erwogen werden [53].

Das Evidenzlevel zur Abszessdrainage ist allerdings niedrig und viele Studien sehen keinen Benefit in der perkutanen Drainage im Vergleich zur alleinigen antibiotischen Behandlung in Bezug auf ein Therapieversagen [47], [54].

Des Weiteren erfolgt eine antibiotische Therapie, sowie das Abwägen eines elektiven Eingriffes [25]. Dieser kann bei Versagen der konservativen Therapie, bei starkem Leidensdruck oder auf Wunsch des Patienten, sowie individuellen

Risikofaktoren frühelektiv empfohlen werden. Der Eingriff bei Patienten, die initial erfolgreich konservativ behandelt worden sind kann elektiv, im entzündungsfreien Intervall nach 4-6 Wochen angeboten werden [25]. Der Grund für die Empfehlung einer Sigmaresektion ist unter anderem eine bessere Lebensqualität der Patienten [55]. Da die Wahrscheinlichkeit einer Rezidivdivertikulitis im ersten Jahr nach dem initialen Schub am höchsten ist, sollte diese möglichst schnell nach Abklingen der Entzündung erfolgen [56]. Die S3 Leitlinie Divertikelkrankheit und Divertikulitis nennt hierfür einen Zeitraum von etwa 6 Wochen nach Abklingen der akuten Entzündung.

1.6.5 Stadium 2c nach CDD (freie Perforation mit eitriger bzw. kotiger Peritonitis)

Liegt eine Perforation vor, so sollte laut aktueller Leitlinie innerhalb von 6 Stunden eine Notoperation erfolgen [25], [57]. Hierbei besteht die Möglichkeit zur primären Anastomosierung mit Anlage eines protektiven Stomas oder der Diskontinuitäts-Operation nach Hartmann mit endständigem Descendostoma und blind verschlossenem Rektum. Diese wird insbesondere bei septischen und instabilen Patienten empfohlen [58].

Eine neue Metaanalyse [59] von Cirocchi et al. zeigt, dass auch bei einer komplizierten Sigmadivertikulitis mit Perforation laparoskopische Eingriffe bei einigen selektierten Patienten in Bezug auf postoperative Morbiditäten, den offenen Eingriffen überlegen scheinen. Allerdings berücksichtigen die Daten nicht, warum primär offen operiert wurde. Grund hierfür könnten kränkere Patienten sein, was das Ergebnis entsprechend beeinflussen würde. Daher ist es wichtig, diesbezüglich weitere Forschungsergebnisse im Rahmen randomisierter Studien abzuwarten [25].

1.6.6 Stadium 3 nach CDD / Chronische Verläufe

Ob es nach einem ersten Schub zu einem Rezidiv kommt, ist unter anderem von der Intensität des Schubes abhängig. Je nach Literaturangabe schwanken die Wahrscheinlichkeiten hierfür. Eine Literaturanalyse von Binda et al. kommt auf eine Rezidivrate von 25-35% bei einem 4-Jahres Follow-up. Rezidive gingen allerdings meist mit einem verringerten Risiko für schwere

Komplikationen wie beispielsweise Perforationen einher. Zudem war auch das Risiko für nachfolgende Notoperationen geringer als beim initialen Schub [60]. Die Rezidivraten wurden allerdings keinen Stadien zugeordnet, betrafen nur eine kleine Patientenzahl und ausschließlich hospitalisierte Patienten.

Noch bis vor kurzem bestand die Empfehlung zur Operation nach dem zweiten Schub. Hiervon wird mittlerweile abgeraten. Zwar steigt mit jedem Schub das Risiko eines weiteren Schubes [61], gleichzeitig sinkt aber auch das Risiko einer Perforation, welches beim 1. Schub am höchsten ist [62]. Die Indikation zur Operation sollte daher nicht allein aufgrund der Anzahl der Schübe getroffen werden.

Die Therapieoptionen sind im Stadium 3a und 3b nach CDD ähnlich derer in 2a und 2b. So kann eine Sigmadivertikulitis im Stadium 3a und 3b konservativ oder mit einer elektiven, bevorzugt minimal-invasiven Operation behandelt werden [48]. Die Art der Therapie ist abhängig von dem Ausmaß der Erkrankung und den individuellen Beschwerden der Patienten. Eine multizentrische, randomisierte Studie von van de Wall et al. kommt zu dem Fazit, dass die elektive Sigmaresektion bei Patienten mit rezidivierenden und persistierenden abdominalen Beschwerden nach einer Divertikulitisepisode zu einer besseren Lebensqualität als die konservative Therapie führt [47]. Demzufolge entspricht es in diesem Stadium oft dem Wunsch der Patienten eine Resektion anzustreben [63].

Im Stadium 3c liegen bereits Komplikationen wie Stenosen oder Fisteln vor. Hier sollte eine Operation erfolgen, da häufig nur durch die Operation septische Komplikationen vermieden werden und Beschwerdefreiheit erreicht werden kann [64], [65]. Dementsprechend wird diese in den meisten Leitlinien, wie auch in unserer S3 Leitlinie, empfohlen. Laparoskopische Eingriffe werden auch im Stadium 3c nach CDD zunehmend relevanter und gelten als sicher und komplikationsarm [66]. Die Operationsdauer verkürzt sich bei laparoskopischen Eingriffen je nach Erfahrung des Chirurgen [67]. In den meisten Fällen ist es möglich eine Resektion mit Anlage einer primären Anastomose durchzuführen [64], [65].

1.7 Operationsablauf

1.7.1 Allgemeines

Es gibt verschiedene Techniken die Operation durchzuführen. Zunächst besteht die Option den Eingriff offen oder laparoskopisch durchzuführen. In den meisten Fällen wird die minimal-invasive (laparoskopische) Operation bevorzugt. Stellt man während einer laparoskopischen Operation fest, dass es für das erfolgreiche Fortführen der Operation nicht möglich ist, weiterhin nur laparoskopisch zu operieren, so kann eine Konversion erfolgen.

In der Regel ist es das Ziel, nach Entfernung des betroffenen Darmabschnittes die beiden gesunden Darmabschnitte wieder zu verbinden. Dazu wird das Colon descendens mit dem Rektum anastomosiert (sog. Descendorektostomie). In einigen Fällen ist eine direkte Anastomosierung aufgrund der patientenbezogenen und intraoperativen Gegebenheiten risikoreich. Hier muss zunächst ein schützendes, doppelläufiges Stoma vorgeschaltet werden. Dieses kann auf verschiedenen Höhen angelegt werden und heißt dann entsprechend dem jeweiligen Darmabschnitt: Descendostoma, Transversostoma oder Ileostoma. Bei den meisten Patienten kann das Stoma in einer späteren, zweiten Operation wieder zurückverlagert werden. Dieses Vorgehen nennen wir dann zweizeitig. Zur zweizeitigen Operation gehört auch die Operation nach Hartmann. Zweizeitige Operationen erfolgen häufig bei Notfalloperationen mit Perforationen und Peritonitis, während primäre Anastomosen mit protektivem Stoma den aboralen Abschnitt und die neu geschaffene Anastomose temporär schonen sollen. Im Folgenden geben wir eine Übersicht über die Vorgehensweise bei den unterschiedlichen Operationen.

1.7.2 Laparoskopische Sigmaresektion mit Descendorektostomie

Zu Beginn der Operation wird der Patient auf einer Vakuummatratze in eine Steinschnittposition gebracht. Über eine Minilaparotomie wird ein Optiktrokar unter Sicht eingeführt. Anschließend wird durch das Einbringen von Kohlenstoffdioxid in den Bauchraum ein Kapnoperitoneum geschaffen. Durch das Kapnoperitoneum können die drei weiteren Arbeitstrokare unter Sicht eingebracht werden.

Es werden somit insgesamt 4 Trokare im Halbkreis, bzw. mondformig eingesetzt. Es handelt sich hierbei um einen Optiktrokar, sowie drei Arbeitstrokare (Abb.4).

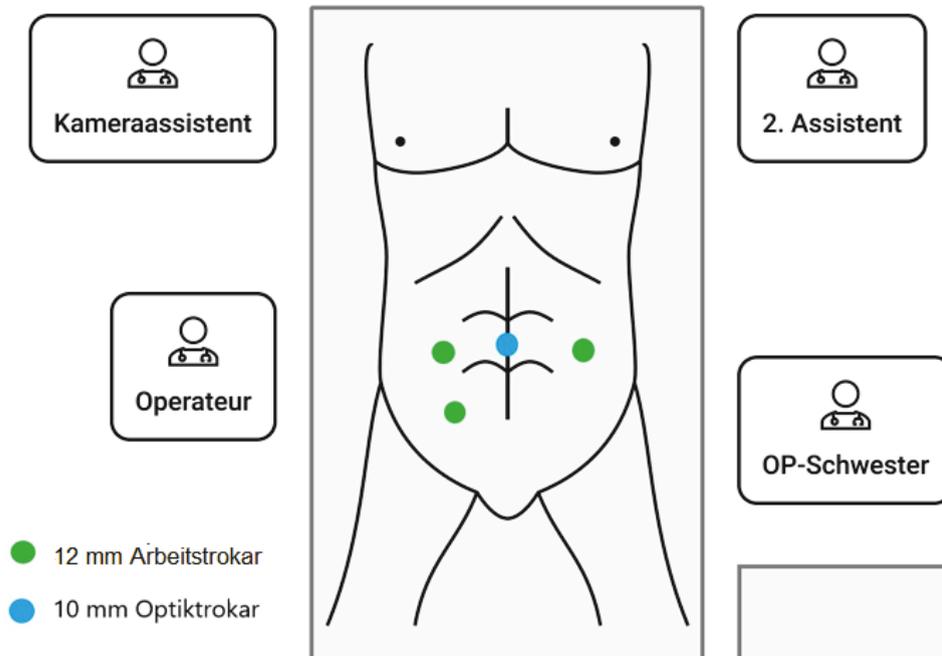


Abbildung 4 Situation im Operationssaal. Schematische Darstellung der Positionierung des OP-Personals und der Arbeitstrokare (eigene Darstellung)

Beim Blick auf das betroffene Colon sigmoideum wird auf Adhäsionen, Wandverdickungen bzw. Abszedierung und Fistelbildungen geachtet.

Es folgt die Mobilisation des Colon descendens aus dem Retroperitoneum. Dies geschieht durch Lösen von Adhäsionen, hocharbeiten bis zur linken Flexur. Um insbesondere die Iliakalgefäße und den linken Ureter nicht zu verletzen, sollten diese vorab dargestellt und sicher identifiziert werden. Im Anschluss daran kann die Bursa omentalis eröffnet werden. Sie wird schrittweise weiter eröffnet, bis hin zur linken Flexur, so dass die linke Flexur vollständig mobilisiert und in den Mittelbauch geschlagen werden kann. Dabei wird insbesondere auf Zeichen einer Blutung, sowie Zeichen einer Milzläsion geachtet, da durch den Zug beim Umschlagen die Milzkapsel verletzt werden kann. Nun erfolgt die Fortführung der Mobilisation des Colon descendens nach unten hin zum Colon sigmoideum. Das Colon sigmoideum kann anschließend in den Mittelbauch

herumgeschlagen werden. Es erfolgt die weitere Mobilisation in das kleine Becken hinein. Im gesunden Bereich wird eine geeignete Absetzungsstelle am rektosigmoidalen Übergang unter Einbeziehung der Hochdruckzone gesucht. Das Absetzen erfolgt mit der Hilfe eines linearen Klammernahtgerätes. Das Mesosigma wird in der Regel darmwandnah (tubulär) durchtrennt. Es wird noch einmal inspiziert und auf Zeichen einer Blutung und einer Ureterverletzung geachtet. Nun wird über ein etwa 5-6cm langer Pfannenstiel-Schnitt durchgeführt. Dabei wird das Subkutangewebe, die darunterliegende Faszie und auch die Muskulatur durchtrennt und der Bauch eröffnet. Das distal abgesetzte Colon sigmoideum kann vor die Bauchdecke gezogen werden. Die Resektion erfolgt proximal des entzündlichen Sigmaareals, meistens am Übergang zum Colon descendens. Der entnommene Darmabschnitt wird zur histopathologischen Aufarbeitung eingesandt. Es folgt das Einnähen der Andruckplatte eines zirkulären Staplerkopfs. Das Colon descendens mit der eingeknüpften Andruckplatte wird zurück in den Bauchraum verlagert und die Bauchdecke wieder verschlossen. Ist dies geschehen, so erfolgt erneut der Aufbau des Pneumoperitoneums. Im Anschluss wird ein Zirkularstapler vorsichtig von rektal eingeführt. Der Dorn wird ausgefahren und der Rektumstumpf möglichst mittig penetriert. Das Colon descendens wird mit der Andruckplatte verbunden und die Anastomose ausgelöst. Der Stapler kann nun vorsichtig entfernt werden. Die Anastomosenringe werden nun gründlich inspiziert. Zum Ende der OP werden die Trokare unter Sicht gezogen.

Ist es nicht möglich, die Operation durchgängig laparoskopisch durchzuführen, so besteht die Möglichkeit der Konversion. Konversion bedeutet, dass eine Laparotomie, also ein Bauchschnitt, durchgeführt wird, um offen chirurgisch weiterzuarbeiten.

Es kann nötig sein, dass Darmabschnitte durch ein vorgeschaltetes Stoma geschützt werden müssen. Wir unterscheiden zwischen einem endständigen Stoma und einem doppelläufigen Stoma. Bei dem endständigen Stoma wird ein Teil des Darmes ausgeleitet und der darauffolgende Teil blind verschlossen oder auch entfernt. Im Gegensatz dazu wird bei einem doppelläufigen Stoma eine Darmschlinge ausgeleitet und es werden zwei Öffnungen geschaffen.

Dieses Vorgehen erlaubt eine einfachere Rückverlagerung zur Wiederherstellung der Darmpassage.

Ein Beispiel für die Anlage eines endständigen Stomas stellt die Operation nach Hartmann dar. Diese erfolgt offen chirurgisch bzw. laparoskopisch und beinhaltet eine Resektion ohne sofortige Herstellung einer Anastomose. Es wird also ein endständiges Stoma angelegt und der *aborale* Teil, also der *Rektumstumpf*, mit einem Klammernahtgerät blind verschlossen. Nach 3-6 Monaten kann geprüft werden, ob der *Rektumstumpf* für einen Wiederanschluss geeignet ist. Die beiden Darmenden können dann in einer weiteren Operation mittels *End-zu End Anastomose* wieder zusammengeführt werden. Die Hartmann-Operation stellt einen Notfalleingriff dar und wird entsprechend bei *Perforationen* mit *Peritonitis* und *septischen* und instabilen Patienten angewandt.

1.8 Postoperative Komplikationen

Die Einteilung der postoperativen Komplikationen erfolgt nach der Clavien-Dindo Klassifikation [68]. Hierzu werden die Komplikationen je nach Schweregrad in 5 Stadien unterteilt, wobei die Stadien $\geq 3b$ schwerwiegende Komplikationen darstellen. (Tabelle 2)

Klassifikation nach Clavien-Dindo	
Grad 1	Abweichung vom normalen postoperativen Verlauf. Kein notwendiger Einsatz von pharmakologischen, chirurgischen, endoskopischen oder radiologischen Therapien. Lediglich Antiemetika, Antipyretika, Diuretika, Elektrolyten und Physiotherapie werden angewendet
Grad 2	Notwendigkeit anderer pharmakologischer Therapeutika als die oben genannten und/oder parenterale Ernährung, sowie Bluttransfusionen.
Grad 3	Notwendigkeit chirurgischer, endoskopischer oder radiologischer Interventionen:
	Grad 3a: ohne Vollnarkose
	Grad 3b: mit Vollnarkose

Grad 4	Auftreten von lebensbedrohlichen Komplikationen, die eine intensivmedizinische Behandlung erfordern. Dazu gehören auch Komplikationen, die das zentrale Nervensystem betreffen wie Hirnblutungen, ischämischer Insult oder Subarachnoidalblutungen. Eine Transitorische ischämische Attacke gehört nicht dazu
Grad 4a	Dysfunktion eines Organs (einschließlich Dialyse)
Grad 4b	Dysfunktion mehrerer Organe
Grad5	Tod des Patienten

Tabelle 2 Klassifikation nach Clavien Dindo [42], [43] beschrieben werden die 5 Einteilungsgrade nach Clavien Dindo zur Kategorisierung postoperativer Morbiditäten

1.9 Aktuelle Literaturlage

Die Therapieempfehlungen der Leitlinie erfolgen abhängig von der Klassifikation nach *CDD*. Die Therapie sollte immer individuell erfolgen [69]. Besteht keine *Notfallindikation*, wie eine *Sepsis*, ein akutes Abdomen oder eine freie *Perforation*, so stellt sich häufig die Frage, ob konservativ oder operativ vorgegangen werden sollte. Hierbei sollte eine sorgfältige Nutzen-Risiko-Abwägung erfolgen [33]. Viele Faktoren sind hierbei relevant, insbesondere die *Rezidivwahrscheinlichkeit* oder ob bestimmte Vorerkrankungen vorliegen. Auch das Alter beim ersten Schub kann eine Rolle bei der Entscheidungsfindung spielen [70]. Allem voran steht aber die Lebensqualität des Patienten als wichtigster Faktor für die Entscheidung der Therapie.

Im Artikel „Welchen Erfolg bringt die *Sigmaresektion* bei der akuten *Sigmadivertikulitis* tatsächlich?“, beschreiben Ritz et al., dass eine chirurgische Therapie effektiver ist als eine konservative Therapie, insbesondere bei der Behandlung von *persistierenden Beschwerden*, aber auch zur Prophylaxe eines möglichen *Rezidivs*. So traten bei nur 3% der operierten Patienten *Rezidive* auf. Bei den konservativ Behandelten waren es 32,5 %“ [71].

Derzeit gibt es keine einheitliche Festlegung für den optimalen Zeitpunkt einer Operation in den internationalen Leitlinien. Das Thema wird in Fachkreisen weiterhin kontrovers diskutiert. Unser Ziel ist es bei vorliegender Indikation zur

Operation den richtigen Zeitpunkt für eine Operation, sowie die Faktoren, die diesen Zeitpunkt beeinflussen, zu identifizieren. Dieser sollte sich möglichst nicht in der unmittelbar akuten Entzündungsphase befinden. Wir wollen also den optimalen Zeitpunkt nach einem akuten Schub einer *Sigmadivertikulitis* und vor einem möglichen weiteren Schub definieren. Viele Studien befassten sich mit dem Risiko eines weiteren Schubes und damit, wann dieser am ehesten eintritt. Die Studien kamen zu dem Schluss, dass das Risiko im ersten Jahr nach dem initialen Schub am höchsten ist, insbesondere bei Patienten mit vorausgegangener *Drainage* und einer komplizierten *Divertikulitis* [56], sowie bei Patienten, die älter als 50 Jahre alt sind [72]. Daraus ergab sich die Empfehlung, eine Operation möglichst rasch nach Abklingen des akuten Schubes durchzuführen. Die Leitlinien schlagen daher bei einem *Makroabszess*, also *CDD Stadium 2b*, eine *elektive* Operation ca. 6 Wochen nach Abschluss der konservativen Therapie vor. Der Grund hierfür ist, dass man die Operation nicht zu früh durchführen sollte, da im akuten Infektionsstadium erschwerte Operationsbedingungen vorliegen könnten. Demgegenüber steht aber auch die Befürchtung, dass in dem 6-wöchigen Intervall ein neuer Schub auftreten könnte, der dann mit einem komplizierteren Verlauf assoziiert sein könnte. Daher wird auch die Möglichkeit einer sogenannten frühelektiven Operation, also die Durchführung der Operation vor Ablauf der 6 Wochen, die für die elektive Operation anberaumt wird, diskutiert.

So haben Khan et al [73] in ihrer Metaanalyse den optimalen Zeitpunkt einer elektiven *Simgaresektion* analysiert. Der Metaanalyse umfasste drei retrospektive und eine prospektive Kohortenstudie mit insgesamt 1046 Patienten. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass eine *frühelektive* Operation mit einer längeren Operationszeit (SD 12,8 Minuten, 95 % CI [5,08–20,53], $p = 0,001$) und längerer Krankenhausaufenthaltsdauer (Durchschnittliche Differenz 4,41 Tage, 95 % CI- 0,34-8,53, $p = 0,03$) verbunden war. Zudem war in der *frühelektiv* operierten Gruppe bei Patienten mit einer *laparoskopischen* Operation die *Konversionsrate* auf eine offene Operation signifikant höher als in der *elektiven* Gruppe (OR 2,71, 95 % CI [1,36-5,40], $p = 0,005$).

Bezüglich der postoperativen Komplikationen wie z.B. postoperativer Wundinfektion (OR 1,61, 95 % KI 0,79–3,27, P = 0,19), intraabdomineller Abszess (OR 0,92, 95 % KI 0,21–4,00, P = 0,91), Anastomoseninsuffizienz (OR 1,27, 95 % CI 0,50–3,25, p = 0,61) konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden [73].

Die Autoren kommen zu dem Entschluss, dass basierend auf den inkludierten Studien, die Ergebnisse dieser Metaanalyse einen eingeschränkten Evidenzgrad aufweisen und weitere randomisiert kontrollierte Studien nötig seien, um diese Frage beantworten zu können.

1.10 Fragestellung

Ist die Indikation zu einer Operation bei der Sigmadivertikulitis gegeben, so ist der Zeitpunkt der Operation für das Ergebnis entscheidend. Der optimale Zeitpunkt der Sigmaresektion ist jedoch nach wie vor umstritten. Unser Ziel war es, den besten Zeitpunkt für eine Sigmaresektion bei Patienten mit Divertikelkrankheit zu finden und den Einfluss des Operationszeitpunktes auf den postoperativen Verlauf, insbesondere im Hinblick auf die Klassifikation der Divertikelkrankheit nach CDD, zu analysieren.

Beobachtet wurden hierfür verschiedene intraoperative Parameter, wie z.B. die Operationsart, der lokale Befund einschließlich intraoperativer Morbiditäten, sowie die Anzahl der verabreichten Transfusionen während der Operation.

Um die Antwort auf die Frage des optimalen Operationszeitpunktes zu beantworten, haben wir im Anschluss analysiert, wie die postoperativen Komplikationen in den beiden Gruppen verteilt waren. Hierzu betrachteten wir postoperative Morbiditäten wie Wundinfektionen, Ileus, Anastomoseninsuffizienzen und Narbenhernien.

Abschließend verglichen wir die Krankenhausmortalität und die Verteilung der Krankenhausaufenthaltsdauer in den beiden Gruppen.

Um diese Frage zu beantworten, wurden somit sowohl die intra- als auch postoperativen Ergebnisse in Abhängigkeit vom jeweiligen OP-Zeitpunkt berücksichtigt.

2 Methoden

2.1 Zeitbereich und Daten

Wir analysierten retrospektiv alle Patienten mit einer akuten oder chronischen Sigmadivertikulitis, die sich im Zeitraum von Januar 2004 bis Juli 2021, in der Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Kinderchirurgie, des Universitätsklinikums Düsseldorf, einer laparoskopischen Sigmaresektion unterzogen hatten. Patienten mit kolorektalen Karzinomen und chronisch entzündlichen Darmerkrankungen wurden von der Studie ausgeschlossen.

Aus dem krankenhauseigenen Dokumentationssystem wurden folgende Parameter zu jedem Patienten extrahiert; Daten zu Demografie, Komorbiditäten, kürzlich aufgetretenen Divertikulitis-Attacken, klinischen und radiologischen Merkmalen zum Zeitpunkt der Vorstellung, Platzierung einer Abszessdrainage, intraoperativem und postoperativem Verlauf, einschließlich Morbidität und Mortalität nach Sigmoidektomie.

Diese Daten umfassten Alter, Geschlecht, Body-Mass-Index (BMI), die American Society of Anesthesiologists (ASA) Klassifikation, relevante Komorbiditäten (z. B. Herz-Kreislauf- oder Stoffwechselerkrankungen) und Immunsuppression. Zudem präoperative Laborparameter, einschließlich der Entzündungsmarker, dem Hämoglobin und den Thrombozyten, den präoperativen medizinischen Verlauf, das Zeitintervall zwischen dem letzten Schub und der Operation, Art und Dauer der Operation, Konversionsrate, Notwendigkeit einer Stomaanlage, sowie intraoperative Transfusionen.

Die postoperativen Minor- und Major-Komplikationen bis zum Tag der Krankenhausentlassung wurden dokumentiert, ebenso wie die Dauer des Krankenhausaufenthaltes. Die postoperativen Morbiditäten wurden nach der Clavien-Dindo-Klassifikation kategorisiert [68].

Durch das Zusammentragen von klinischen, radiologischen sowie intraoperativen Daten war es möglich, eine genaue Klassifizierung des Krankheitsstadiums bei jedem Patienten vorzunehmen. Die Einteilung wurde anhand der CDD durchgeführt [29].

Das Patientenkollektiv wurde in zwei Gruppen unterteilt. Die erste frühelektive Gruppe A und die zweite elektive Gruppe B. Als frühelektiv wurden Patienten inkludiert, welche sich innerhalb von 6 Wochen seit dem letzten Schub einer akuten oder chronischen Sigmadivertikulitis in unserem Hause einer laparoskopischen Sigmaresektion unterzogen haben. Gruppe B umfasst demnach alle Patienten, welche mindestens 6 Wochen nach ihrem letzten Schub, im entzündungsfreien Intervall, eine chirurgische Therapie erhielten. Bei Patienten mit großen intraabdominalen Abszessen wurde zunächst eine CT gesteuerte Abszessdrainage in Betracht gezogen.

Unsere Standardoperationsprozedur (S.O.P) für die frühelektive und elektive Sigmaresektion folgte den aktuellen deutschen Leitlinien [25] und sah wie folgt aus: Jeder Patient mit Verdacht auf eine Divertikulose erhielt bei Vorstellung in unserer Abteilung nach einer klinischen Untersuchung auch Laboruntersuchungen, sowie eine Computertomographie (CT) des Abdomens

Fälle mit einer freien Perforation (CDD 2c) wurden direkt für eine Notfalloperation vorgesehen. Patienten mit akuter oder chronischer symptomatischer Divertikulitis wurden stationär aufgenommen. Größere mesokolische oder pelvine Abszessformationen wurden aufgrund der bildgebenden Befunde ggf. interventionell drainiert. Unser Antibiotika-Schema umfasste Ceftriaxon 2 g (einmal täglich, i.v.) und Metronidazol 500 mg (dreimal täglich, i.v.) oder in schweren Fällen Piperacillin 4 g/Tazobactam 0,5 g alle 6 Stunden für mindestens 5–7 Tage. Zudem erfolgte anfänglich eine parenterale Ernährung, sowie im Anschluss der schrittweise Aufbau der oralen Nahrungsaufnahme.

Patienten, die auf die konservative Behandlung durch vollständige Symptomlinderung und Normalisierung der Laborparameter ansprachen, wurden entweder entlassen und zur engmaschigen Nachsorge an unsere Ambulanz überwiesen. Sie erhielten zudem die Möglichkeit einer frühelektiven Resektion, basierend auf ihrer persönlichen Präferenz und dem Einfluss der Krankheit auf ihre Lebensqualität. Dies erfolgte in enger Zusammenarbeit mit dem verantwortlichen bzw. betreuenden Operateur.

Somit basierte die Entscheidung für eine frühelektive und elektive Resektion neben der klinischen Präsentation und dem Erfolg der medikamentösen Therapie unter Berücksichtigung der aktuellen deutschen Leitlinien zur Sigmadivertikulitis [25] und der individuellen Patientenentscheidung auch auf der persönlichen Erfahrung und Präferenz des Operateurs, sowie der Lebensqualitätserwartungen und -einschränkungen. Bei Patienten mit anhaltenden Symptomen, klinischer Verschlechterung trotz konservativ-medikamentöser Therapie oder mit bekannten Risikofaktoren für einen komplizierteren Krankheitsverlauf (z. B. Immunsuppression oder relevante Komorbiditäten) wurde jedoch eine frühelektive Resektion während des Krankenhausaufenthalts durchgeführt.

Die Eingriffe während des Studienzeitraums wurden in beiden Gruppen mit der gleichen laparoskopischen Technik durchgeführt. Kurz zusammengefasst erfolgte nach der Platzierung von 4 Ports die Mobilisierung von lateral nach medial. Das Resektat wurde durch einen Pfannenstiel-Schnitt von etwa 5 cm Länge entnommen. Die Magen-Darm-Passage wurde durch eine End-zu-End-Anastomose mit einem zirkulären Klammernahtgerät wiederhergestellt. Der Lumendurchmesser der Anastomose betrug in der Regel 31 mm.

Patienten mit einer freien Perforation (CDD-Typ 2c) oder Sepsis, die eine Notfalloperation erforderten, sowie Patienten mit primär offenen Eingriffen wurden aus unserer Analyse ausgeschlossen. Die Eingriffe wurden ausschließlich von spezialisierten Chirurgen (Fachärzte für Viszeralchirurgie gemäß den Anforderungen der Bundesärztekammer) durchgeführt. Wenn nötig, insbesondere bei der Entscheidungsfindung zur Konversion zur Laparotomie, wurde ein erfahrener Oberarzt oder der Klinikdirektor während der Operation hinzugezogen. Alle Chirurgen waren in der offenen und laparoskopischen kolorektalen Chirurgie ausgebildet und erfahren.

Der intraoperative Befund und die Entscheidung des Operateurs bestimmten den operativen Verlauf inklusive der Konversion auf eine mediane Laparotomie, sowie die Anlage eines Stomas. Die postoperative Standardversorgung bestand

aus routinemäßigen Laboruntersuchungen, Mobilisierung und allmählicher Rückkehr zu einer normalen oralen Ernährung, nachdem ein Stuhlgang dokumentiert wurde. Patienten mit einer postoperativ prolongierten Darmlähmung wurde zusätzlich eine totale parenterale Ernährung (TPN) verabreicht. Nach der Entlassung aus dem Krankenhaus wurden alle Patienten regelmäßig zur klinischen Nachsorge in unserer chirurgischen Ambulanz angebunden.

2.2 Ethikvotum

Zur Durchführung dieser Arbeit lag das positive Votum der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf vor (Studien-Nr.: 2021-1346). Alle Verfahren und Schritte entsprachen den aktuellen ethischen Standards und Anforderungen in der neuesten Version der Deklaration von Helsinki.

2.3 Statistische Analyse

Die statistische Analyse wurde mit Hilfe der SPSS 23.0 Software [75] (IBM Corp., Armonk, NY) und R Version 4.1.1 [75] mit den Paketen Hmisc, readxl, rms, ResourceSelection und MASS durchgeführt. Die Normalverteilung der kontinuierlichen Variablen wurde durch den Kolmogorov-Smirnov- und Anderson-Darling-Test bewertet.

Für die deskriptive Datenanalyse wurden kontinuierliche Variablen mit dem t-Test oder dem Mann-Whitney U- Test verglichen. Kategorische Variablen wurden entweder mit dem Fisher-Exakt-Test oder dem Chi-Quadrat-Test verglichen. Die statistische Post-hoc-Power in Bezug auf die primären Endpunkte der Studie, die Konversionsrate in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Operation oder CDD, wurde mit der Software G*Power (Zitat, siehe Paper) berechnet und betrug 80,9 % bzw. 98,5 %, wobei ein Signifikanzniveau von 0,05 angenommen wurde. Für fehlende Daten haben wir das MICE-Paket verwendet, das unvollständige multivariate Daten durch verkettete Gleichungen imputiert. Das binäre logistische Regressionsmodell wurde in Fällen verwendet,

in denen die abhängige Variable aus zwei Kategorien bestand. Dazu wurden kontinuierliche Variablen, wie beispielsweise das Alter, bei normaler Verteilung als solche inkludiert oder bei fehlender Normalverteilung durch die Bildung von Gruppen entweder nach klinisch relevanten Klassifikationen wie dem BMI, der Klassifizierung nach CDD, der durchschnittlichen Operationszeit, oder durch Verwendung der log₁₀-Funktion, wie beispielsweise im Fall von CRP oder Leukozyten, standardisiert. Um ein klinisches Modell zu etablieren, haben wir zunächst nach unabhängigen Variablen gesucht, die auf einer schrittweisen Rückwärtsselektion basieren. Bei diesem wird das Modell mit dem niedrigsten Akaike-Informationskriterium ausgewählt. Für die Kreuzvalidierung haben wir die Bootstrap-Methode verwendet. Hierzu haben wir mit Austausch der Variablen je 100-mal neu gerechnet, um die Konsistenz der mit der schrittweisen Auswahl ausgewählten Prädiktoren zu bewerten. Schließlich führten wir das logistische Regressionsmodell durch, das von der Bootstrap-Methode vorgeschlagen wurde. Die unabhängigen Einflussfaktoren wurden genutzt, um ein Nomogramm zu zeichnen. Die Modelldiskriminierungsfähigkeit haben wir durch den C-Index bewertet. Liegt der C-Index bei 1, zeigt dies an, dass ein Modell ein Ergebnis perfekt vorhersagt. Liegt der C-Index bei über 0,8 zeigt dies ein starkes, bzw. über 0,7 ein gutes Modell an. Liegt der C-Index bei einem Wert von 0,5 bedeutet, dass das Modell nicht besser als zufällig vorhersagt. Die Goodness-of-Fit (GOF) wurde durch den Hosmer-Lemeshow-Test bewertet, bei dem p-Werte < 0,05 auf eine schlechte Passform hinweisen. Die GOF zeigt, wie gut ein erstelltes Modell tatsächlich gemessene Werte prognostizieren kann. Aufgrund der geringen Stichprobengröße haben wir die Reproduzierbarkeit unseres Modells intern durch die Bootstrap-Methode validiert, indem wir 100-mal neu gesampelt haben und die Kalibrierungskurven im Anschluss ausgewertet haben. Ein lineares Regressionsmodell wurde unter Verwendung einer schrittweisen Rückwärtsauswahl durchgeführt, sofern eine abhängige kontinuierliche Variable vorhanden war. In allen Analysen zeigte ein p-Wert von < 0,05 statistische Signifikanz an.

3 Ergebnisse

3.1 Patienteneigenschaften

Wir untersuchten im Zeitraum von Januar 2004 bis Juli 2021 insgesamt 133 Patienten, bei denen eine laparoskopische Sigmaresektion aufgrund einer Sigmadivertikulitis durchgeführt wurde. Die 133 Patienten wurden in zwei Gruppen unterteilt: eine frühelektive Gruppe A mit 88 Patienten (66,2 %) und eine elektive Gruppe B mit 45 Patienten (33,8 %). Patienten, die innerhalb von 6 Wochen nach dem letzten Schub der Divertikulitis operiert wurden, wurden der frühelektiven Gruppe A zugeteilt. Demzufolge setzte sich die elektive Gruppe B aus Patienten zusammen, die 6 Wochen nach dem letzten Schub operiert wurden. Das mittlere Zeitintervall in Gruppe A mit 12 (\pm 10,2 Tagen seit Abschluss der konservativen Therapie bis zur OP) war signifikant kürzer als in Gruppe B mit 62 (\pm 35,5 Tagen) ($p < 0,001$). Die demografischen Basisdaten waren in beiden Gruppen gleichmäßig verteilt. So zeigte sich weder in Bezug auf die Verteilung von Geschlecht, Alter, noch auf den BMI-Wert eine signifikante Differenz. Das mittlere Alter lag bei 55 Jahren zum Zeitpunkt der Operation. Insgesamt wurden 64 Frauen (48,1 %) und 69 Männer (51,9 %) in die Studie eingeschlossen. Eine Übersicht über die demografischen Charakteristika bietet Tabelle 3.

Patienteneigenschaften					
	Alle Patienten	Gruppe A (frühelektiv)	Gruppe B (elektiv)	P-Wert	
Gesamtübersicht	n = 133	n = 88	n = 45		
Zeitintervall zwischen letztem Schub und Operation (Tage) (median \pm SD)	20 \pm 37,4	20 \pm 37,4	62 \pm 35,5	0,000	
Männlich (%)	69 (51,9)	42 (47,7)	27 (60)	0,180	
Weiblich (%)	64 (48,1)	46 (52,3)	18 (40)		
Alter (median \pm SD)	55 \pm 12,3	56 \pm 12,3	53 \pm 13,1	0,602	
BMI (median \pm SD)	26,6 \pm 4,9	26,6 \pm 5,4	25,9 \pm 3,9	0,545	

Tabelle 3 Patienteneigenschaften Übersicht über die Anzahl der Teilnehmer und die Verteilung in den beiden Gruppen A und B sowie das Durchschnittsalter und der durchschnittliche Bodymaßindex (BMI) inklusive der Standardabweichung (SD).

3.2 ASA-Klassifikation und Komorbiditäten

Auch in Bezug auf die ASA-Klassifikation zeigte sich keine Differenz in den Gruppen. Ebenso waren die meisten Komorbiditäten, wie Hypothyreose, arterielle Hypertonie, Immunsuppression und Niereninsuffizienzen gleichmäßig auf die beiden Gruppen verteilt. Die einzige Ausnahme stellte die Inzidenz für Diabetes dar. Diese war in der frühelektiven Gruppe, also Gruppe A mit 1,1 %, signifikant niedriger ($p = 0,009$) als in Gruppe B mit 11,1 %. Zur Übersicht dient Tabelle 4.

	Alle Patienten n= 133	Gruppe A (Frühelektiv) n= 88	Gruppe B (Elektiv) n= 45	P-Wert
ASA				0,160
ASA I	25 (18,8%)	12 (13,6%)	13 (28,9%)	
ASA II	59 (44,4%)	38 (43,2%)	21 (46,7%)	
ASA III	18 (13,5%)	14 (15,9%)	4 (8,9%)	
ASA IV	3 (2,3%)	1 (1,1%)	2 (4,4%)	
ASA Grad unbekannt	28 (21,1%)	23 (26,1%)	5 (11,1%)	
Komorbiditäten				
Hypothyreose	22 (16,5%)	14 (15,9%)	8 (17,8%)	0,752
Diabetes	6 (4,5%)	1 (1,1%)	5 (11,1%)	0,009
Arterielle Hypertonie	46 (34,6%)	28 (31,8%)	18 (40,0%)	0,372
Chronische Niereninsuffizienz	8 (6%)	6 (6,8%)	2 (4,4%)	0,576
Immunsuppression	6 (4,5%)	5 (5,7%)	1 (2,2%)	0,357

Tabelle 4 Verteilung der ASA-Klassifikation und der Komorbiditäten innerhalb des Patientenkollektives. Die meisten Patienten erzielten eine ASA-Klassifikation von II. Die Komorbiditäten sind bis auf die Inzidenz für Diabetes gleichmäßig verteilt.

3.3 Krankheitsverlauf und präoperative Labordaten

In der frühelektiven Gruppe erhielten 7 Patienten (8 %) zuvor bereits eine Abszessdrainage. Im Vergleich dazu, war lediglich bei 2 Patienten (4,4 %) in

der elektiven Gruppe B ($p = 0,446$) eine Abszessdrainage notwendig. Die Anzahl der bereits durchgemachten Divertikulitis Schübe in beiden Gruppen war nicht signifikant unterschiedlich ($p = 0.843$).

Präoperativ zeigten sich signifikant höhere Entzündungswerte in Form einer erhöhten Anzahl von Leukozyten und einem erhöhten C-reaktiven Protein (CRP) in der frühelektiven Gruppe A. Zudem zeigten sich in Gruppe A auch erniedrigte Natriumspiegel im Vergleich zur Gruppe B ($p = 0,003$) vor der Operation.

In Bezug auf die Thrombozyten sowie den Hb-Wert zeigten sich keine signifikanten Unterschiede (Tabelle 5).

	Alle Patienten n= 133	Gruppe A (Frühelektiv) n= 88	Gruppe B (Elektiv) n= 45	P-Wert
CT Drainage vor der Operation (%)	9 (6,8)	7 (8,0)	2 (4,4)	0,446
Anzahl der Schübe (median \pm SD)	2 \pm 1,4	2 \pm 1,2	2 \pm 1,6	0,843
Labordaten (präoperativ)				
Na (mmol/l) (median \pm SD)	140 \pm 3,3	139.5 \pm 3,5	141 \pm 2,5	0,003
CRP (mg/dl) (median \pm SD)	2,2 \pm 7,2	4.6 \pm 7,6	0.3 \pm 3,6	0,000
Leukozyten (x1000/ μ l) (median \pm SD)	8,7 \pm 4,8	10.7 \pm 5,2	7.5 \pm 2,6	0,000
Hb (g/dl) (median \pm SD)	13,9 \pm 2,2	13.7 \pm 2,2	14.4 \pm 2,2	0,168
Thrombozyten (x1000/ μ l) (median \pm SD)	261,5 \pm 138,1	264 \pm 159,9	264 \pm 76,1	0,943

Tabelle 5 Krankheitsverlauf und Präoperative Labordaten im Patientenkollektiv. Zum Zeitpunkt der Operation erlitten die meisten Patienten bereits zwei Schübe. In der frühelektiven Gruppe zeigen sich zudem erhöhte Entzündungswerte im Vergleich zu der elektiven Gruppe.

3.4 CDD Stadium

In den beiden Gruppen haben wir eine gleichmäßige Verteilung der Divertikulitisstadien nach CDD beobachtet ($p = 0,304$). Zur besseren Übersicht

über die Verteilung der CDD-Klassifikationsstadien innerhalb der beiden Gruppen A und B dient Tabelle 6.

CDD Klassifikation	Alle Patienten n= 133	Gruppe A (Frühelektiv) n= 88	Gruppe B (Elektiv) n= 45	P-Wert
CDD				0,304
1b	12 (9,0)	8 (9,1)	4 (8,9)	
2a	37 (27,8)	25 (28,4)	12 (26,7)	
2b	22 (16,5)	19 (21,6)	3 (6,7)	
3a	2 (1,6)	1 (1,1)	1 (2,2)	
3b	35(26,3)	21 (23,9)	14 (31,1)	
3c	25 18,8	14 (15,9)	11 (24,4)	

Tabelle 6 Verteilung der CDD Stadien im Patientenkollektiv Es ist eine gleichmäßige Verteilung der CDD Stadien in den beiden Gruppen zu beobachten

3.5 Chirurgische Daten

Die mittlere Operationsdauer war in beiden Gruppen vergleichbar. In Gruppe A lag die Operationszeit bei $295 \pm 65,5$ min versus Gruppe B: $279 \pm 84,3$ min ($p = 0,553$). In der frühelektiven Gruppe A wurde bei den meisten Patienten (94,3 %), ($n = 83$) eine Sigmaresektion mit primärer Anastomose durchgeführt. Lediglich bei 4 Patienten, also 4,5 %, musste zusätzlich ein protektives Stoma angelegt werden. Bei einem Patienten in der frühelektiven Gruppe A war zudem ein Hartmann-Eingriff notwendig (1,1 %). Im Gegensatz dazu konnte bei allen Patienten der Gruppe B eine primäre Resektion mit Anastomose (100 %) erfolgen. In der elektiven Gruppe B war kein Diversionsstoma und keine Operation nach Hartmann erforderlich. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Notwendigkeit einer intraoperativen Transfusion von Blutkonserven, kristalloiden oder kolloidalen Infusionen. Eine Zusammenfassung der hier genannten operativen Daten ist in Tabelle 7 dargestellt.

Art der Operation	Alle Patienten N=133	Gruppe A (frühelektiv) n=88	Gruppe B (elektiv) n=45	p-Wert
Primär laparoskopische Sigmaresektion	107 (80,5)	65 (73,9)	42 (93,3)	0,007
Konversion zur offenen Laparotomie	26 (19,5)	23 (26,1)	3 (6,7)	
Sigmaresektion mit primärer Anastomose	128 (96,2)	83 (94,3)	45 (100)	0,103
Sigmaresektion mit primärer Anastomose und protektivem Stoma	4 (3)	4 (4,5)	0 (0)	0,146
Hartmann Operation	1 (0,8)	1 (1,1)	0 (0)	0,473
Intraoperative Infusion/Transfusion				
Kristalloide Infusion (ml) (median± SD)	5000±2205,7	5000±2206,8	5000±2225,1	0,627
Erythrozytenkonzentration (ml) (median± SD)	0±201,3	0±197,9	0±209,9	0,920

Tabelle 7 Operative Daten. In der elektiven Gruppe B konnte bei 100% eine primäre Resektion mit Anastomose durchgeführt werden. Es sind keine signifikanten Unterschiede bei der Transfusionsbedürftigkeit zu beobachten. Angaben in Millilitern.

Die Rate an Konversionen zur Laparotomie war mit 26,1 % (23 von 88 Patienten) in Gruppe A signifikant höher als in Gruppe B mit nur 6,7 % (3 von 44 Patienten) ($p = 0,007$). Die Hauptgründe für die Konversion waren schwere entzündliche Adhäsionen ($n = 17$), entzündlicher Konglomerattumor ($n = 6$) oder schwer stillbare Blutungen ($n = 3$). Zur Ermittlung eines möglichen Zusammenhanges zwischen Krankheitsstadium und Konversionsrate, wurden die Konversionsraten in Abhängigkeit zu der CDD-Klassifikation für die gesamte Studiengruppe grafisch dargestellt (Abb. 5).

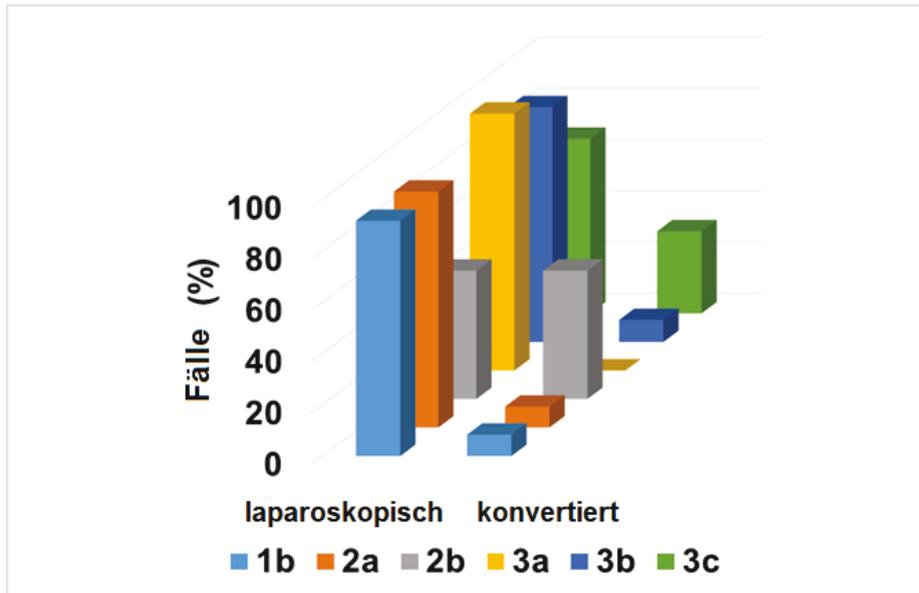


Abb. 5 Konversionsrate nach CDD Stadium. Insbesondere im Stadium 2b und 3c sind erhöhte Konversionsraten zu beobachten

Aus der Abbildung geht hervor, dass wir besonders bei Patienten, die sich wegen einer Sigmadivertikulitis im Stadium 2b nach CDD und im Stadium 3c nach CDD einer Laparoskopie unterzogen haben, höhere Konversionsraten zur Laparotomie beobachten können.

Im nächsten Schritt wurden die Konversionsraten in Zusammenhang mit der Stadieneinteilung nach CDD, in Bezug zum Zeitpunkt der Operation betrachtet. Es erfolgte also ein Vergleich zwischen den Gruppen frühelektiv und elektiv. Interessanterweise waren die Konversionsraten bei Patienten der frühelektiven Gruppe A, die an einer chronischen Sigmadivertikulitis im Stadium 3c nach CDD litten, signifikant höher ($p = 0,038$) als bei Patienten mit elektiver Operation wegen einer Sigmadivertikulitis im gleichen Stadium. (Abb. 6).

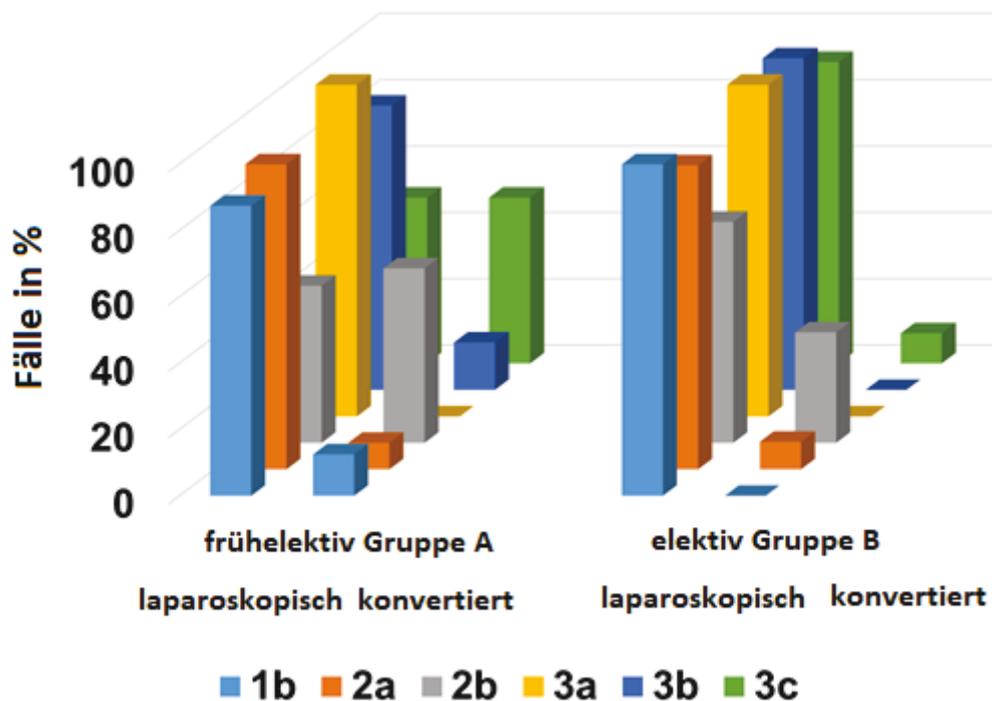


Abb. 6 Konversionsrate aufgeschlüsselt nach Operationszeitraum. Auffallend ist, dass eine höhere Anzahl an Konversionen in der frühelektiven Gruppe A erfolgten als in der elektiven Gruppe B

Daraus lässt sich schließen, dass sowohl das Krankheitsstadium nach CDD-Klassifizierung als auch der Zeitpunkt der Operation relevant sind, um die chirurgischen Konversionsraten vorhersagen zu können. Für den Test dieser Hypothese wurde eine binäre logistische Regressionsanalyse durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden Variablen eingeschlossen, die wir für klinisch relevant hielten. Dies waren die demografischen Parameter wie unter anderem Alter, Geschlecht, BMI und präklinische Laborwerte, wie z.B. präoperative Anzahl der Leukozyten und das CRP. Neben diesen Werten berücksichtigten wir aber auch das CDD-Stadium und den Zeitpunkt der Operation und führten auf diese Weise eine unabhängige Auswahl von Variablen durch. Dies taten wir, indem wir eine schrittweise Rückwärtsauswahl und Bootstrap-Resampling anwendeten. Dadurch konnten wir das Stadium der Erkrankung nach der CDD-Klassifizierung, sowie den Zeitpunkt der Operation, als die beiden wichtigsten Faktoren identifizieren, die mit einer Konversion zur Laparatomie assoziiert waren. Zur Übersicht über diese beiden wichtigsten Faktoren wurde Tabelle 8 angefertigt.

Variablen	OR	95% CI	P-Wert
CDD			
1b	Referenz		
2a	0,960	0,080 – 10,467	0,973
2b	9,562	1,016 – 89,995	0,048
3a	0,017	0,000 – inf	0,837
3b	1,119	0,102 – 10,225	0,927
3c	6,625	0,688 – 63,843	0,102
Zeitpunkt der Operation			
Gruppe A (frühelektiv)	Referenz		
Gruppe B (elektiv)	0,205	0,0529-0,796	0,022

Tabelle 8 Prädiktoren für eine Konversionslaparotomie. Insbesondere der Zeitpunkt der Operation und das Stadium nach CDD wurden als relevante Faktoren ermittelt.

Aus dem multivariaten Regressionsmodell erstellten wir schließlich ein Nomogramm (Abb.7). Aus diesem Nomogramm kann zwischen den beiden wichtigsten Prädiktoren für eine Konversion eine vertikale Linie zur Punkteachse gezogen werden. Dadurch erhaltenen wir einen Punktwert. Zum einen gibt es Punkte für den Zeitpunkt der Operation und zum anderen für das Krankheitsstadium nach CDD. Die Punkte werden addiert, um eine Gesamtpunktzahl zu erhalten. Zum Schluss kann eine vertikale Linie von der Gesamtpunktachse zur Achse "Wahrscheinlichkeit einer Konversion" gezogen werden. Der hierbei ermittelte Wert spiegelt die Wahrscheinlichkeit der Konversion zur Laparotomie wider.

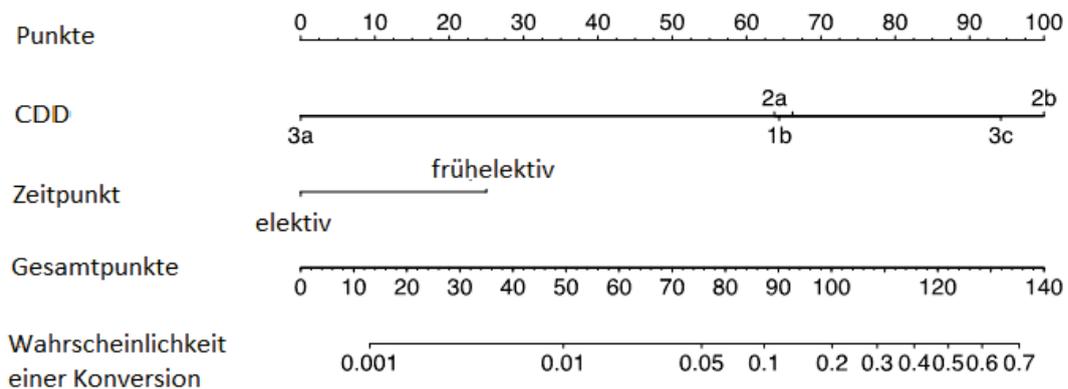


Abb. 7 Nomogramm zur Ermittlung der Wahrscheinlichkeit einer Konversion Mithilfe der ermittelten Faktoren kann die Wahrscheinlichkeit einer Konversion abgeschätzt werden.

So erhält zum Beispiel ein Patient, der sich einer frühelektiven laparoskopischen Sigmaresektion unterzieht, 25 Punkte, während bei einem elektiv durchgeführten Eingriff 0 Punkte vergeben werden würden. Nachfolgend wird das Krankheitsstadium nach CDD berücksichtigt. Ist die Divertikulitis beispielsweise im Stadium 3c nach CDD, so erhält der Patient 95 weitere Punkte. Hieraus ergibt sich im Falle einer frühelektiven Operation im Stadium 3c nach CDD eine Gesamtzahl von 120 Punkten, was einer Wahrscheinlichkeit von etwa 47 % für die intraoperative Konversionslaparotomie entspricht. Der ermittelte C-Index für dieses Modell liegt bei 0,798. Des Weiteren konnte der Hosmer-Lemeshow-Test die GOF ($p = 0,927$) bestätigen. Auch die Kalibrierkurve verlief nahezu deckungsgleich mit der Ideallinie, was auf ein gut kalibriertes Modell hinweist (Abb. 8).

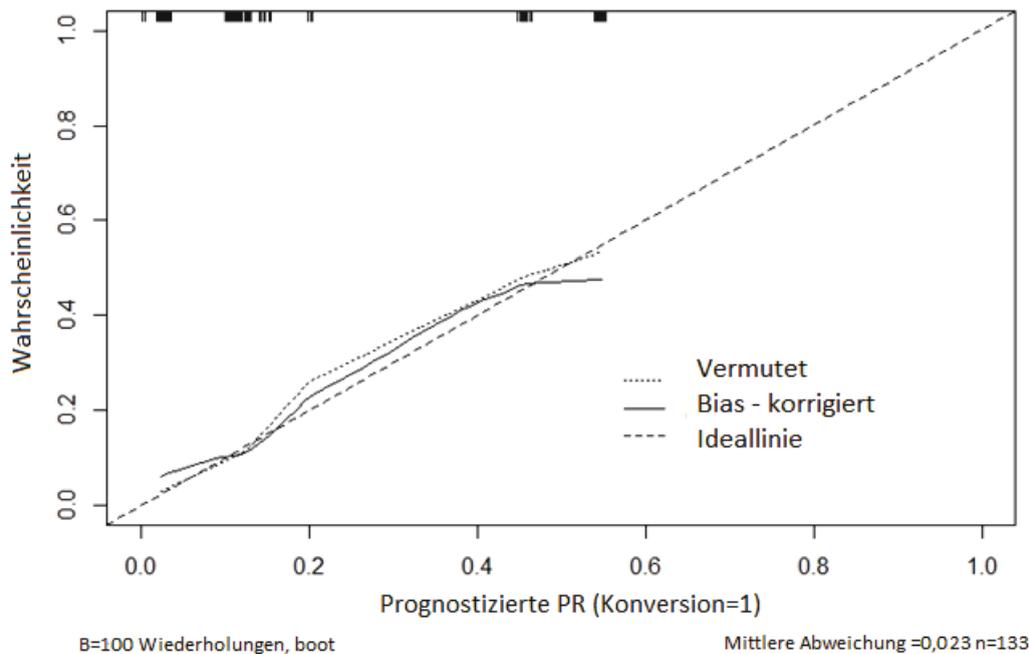


Abb. 8 Kalibrierkurve zur Ermittlung der Wahrscheinlichkeit einer Konversion. Die Kalibrierkurve ist annähernd deckungsgleich mit der Ideallinie.

3.6 Postoperativer Verlauf

Bei dem Großteil der Patienten, nämlich 91 (68,4 %) gestaltete sich der postoperative Verlauf ohne Komplikationen. Bei den Patienten mit Ereignissen zeigte sich im direkten Vergleich der Komplikationsraten zwischen den Patienten der frühelektiven Gruppe A und der elektiven Gruppe B kein statistisch signifikanter Unterschied ($p=0,540$) wie in Tabelle 9 aufgeführt. Dargestellt wurden die Komplikationen, die sich im Verlauf des Krankenhausaufenthaltes oder der postoperativen Nachsorgeuntersuchungen ereigneten. Die häufigsten Komplikationen stellten Wundinfektionen, Anastomoseninsuffizienzen und Darmverschlüsse dar. Aber auch Darmischämien, intraabdominale Abszesse, Harnleiterverletzungen sowie Narbenhernien wurden im Verlauf beobachtet.

Auch bezüglich der Verteilung der Notwendigkeit von Revisionseingriffen zeigten sich keine Unterschiede. In der frühelektiven Gruppe verstarb ein Patient während seines Krankenhausaufenthaltes. In der elektiven Gruppe

verstarb keiner der Patienten. Die postoperativen Komplikationen wurden gemäß der Clavien-Dindo Klassifikation [68] eingeteilt.

Postoperative Morbidität-und Mortalität				
	Alle Patienten n= 133	Gruppe A (Frühelektiv) n= 88	Gruppe B (Elektiv) n= 45	P-Wert
Postoperative Morbidität (%)				
Wundinfektionen	26 (19,5)	17 (19,3)	9 (20)	0,925
Anastomoseninsuffizienz	5 (3,8)	4 (4,5)	1 (2,2)	0,505
Ileus (paralytisch/mechanisch)	1 (0,8)	1 (1,1)	0 (0)	0,473
Andere Morbiditäten (%)				
Darmischämie	1 (0,8)	0 (0)	1 (2,2)	0,540
Harnleiterverletzung	2 (1,5)	2 (2,3)	0 (0)	
Narbenbruch	1 (0,8)	1 (1,1)	0 (0)	
Intraabdominaler Abszess	1 (0,8)	1 (1,1)	0 (0)	
Clavien-Dindo Klassifikation				0,540
1	2 (1,5)	1 (1,1)	1 (2,2)	
2	8 (6,0)	6 (6,8)	2 (4,4)	
3a	16 (12)	9 (10,2)	7 (15,6)	
3b	13 (9,8)	11 (12,5)	2 (4,4)	
4a	2 (1,5)	2 (2,3)	0 (0)	
5	1 (0,8)	1 (1,1)	0 (0)	
Revisionschirurgie (%)	15 (11,3)	11 (12,5)	4 (8,9)	0,388
Krankenhausaufenthaltsdauer nach der Intervention (Tage)	9±10,1	9±8,4	9±12,8	0,964
Krankenhaussterblichkeit (%)	1 (0,8)	1 (1,1)	0 (0)	0,512

Tabelle 9 Postoperative Komplikationen Es zeigt sich keine statistisch signifikante Differenz bezüglich der Verteilung von Komorbiditäten in den beiden Gruppen

In einem nächsten Schritt versuchten wir Prädiktoren für einen komplikativen postoperativen Verlauf zu identifizieren. Dazu wurde erneut eine binäre logistische Regressionsanalyse durchgeführt. Es wurden potentiell klinisch und laborchemisch relevante Variablen in ein binäres Regressionsmodell eingegeben: Alter zum Zeitpunkt der Operation, Geschlecht, Anzahl der Leukozyten, CRP, Konversionslaparotomie, Operationsdauer, CDD-Klassifikation und Zeitpunkt der Operation. Dabei wurde erneut eine schrittweise Rückwärtsauswahl durchgeführt und das beste Modell anhand des

niedrigsten AIC ausgewählt. Mittels Bootstrap-Resampling wurden durch die logistische Regressionsanalyse zwei Faktoren ermittelt, die als prädiktive Variablen für einen komplikativen postoperativen Verlauf relevant waren. Zum einen die Konversion zur Laparotomie und zum anderen ein erhöhtes Lebensalter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation. (Tabelle 10)

Ausgewählte Variablen	OR	95% CI	P-Wert
Alter	1,034	1,003 – 1,068	0,034
Konversion			
Nein	Referenz		
Ja	2,612	1,066 – 6,400	0,036

Tabelle 10 Faktoren eines ereignisvollen postoperativen Verlaufes. Ermittelt worden sind zum einen das Alter und zum anderen die Frage, ob eine Konversion erfolgte.

Ein weiteres Nomogramm mit den beiden ermittelten Faktoren Alter und Konversionslaparotomie wurde daraufhin erstellt. Dieses soll dabei helfen die Wahrscheinlichkeit eines komplikativen postoperativen Verlaufs abzuschätzen (Abb. 9). Hierzu werden je nach Alter verschiedene Punktzahlen vergeben. Zudem werden 43 Punkte vergeben, sofern eine Konversionslaparotomie erfolgte.

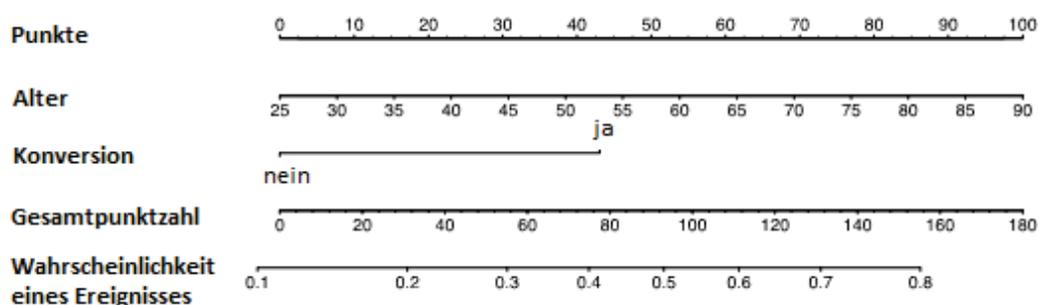


Abb. 9 Nomogramms zur Ermittlung der Wahrscheinlichkeit eines komplikativen postoperativen Verlaufs Mithilfe der Faktoren Alter und Konversion lässt sich die Wahrscheinlichkeit von Komplikationen ermitteln.

Das Modell lässt sich durch Ziehen von vertikalen Linien lesen. Ist der Patient beispielsweise 70 Jahre alt, so ziehen wir eine Linie nach oben und erzielen einen Wert von etwa 70 Punkten. Erfolgte während der laparoskopischen Sigmaresektion eine Konversion, so werden weitere 43 Punkte addiert.

Insgesamt ergeben sich somit 113 Punkte. Ziehen wir von der 113 eine vertikale Linie nach unten, so projiziert sich diese Linie auf die Wahrscheinlichkeit von etwa 60 % für einen komplikativen postoperativen Verlauf.

Auch für dieses Modell führen wir einen Hosmer-Lemeshow-Test durch ($p = 0,339$) und erstellten eine weitere Kalibrierkurve (Abb. 10) welche uns die GOF bestätigt.

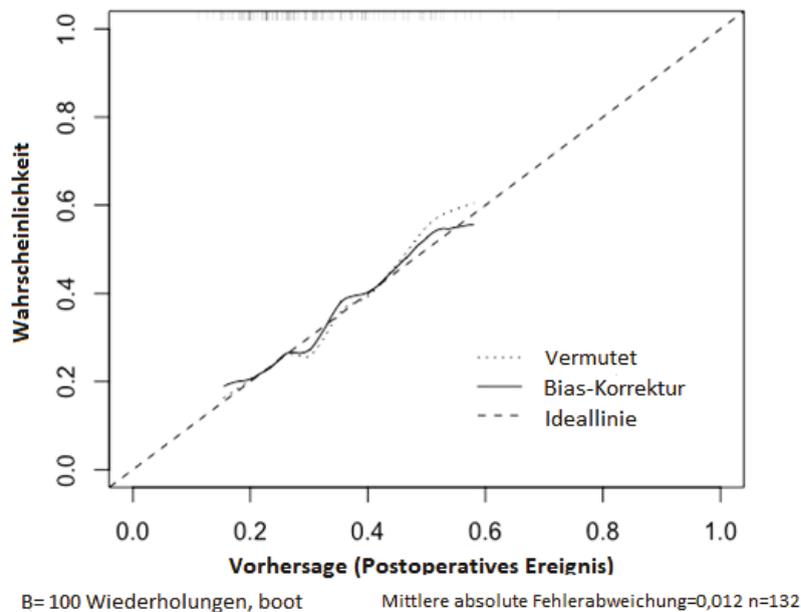


Abb. 10 Kalibrierkurve zur Ermittlung der Wahrscheinlichkeit eines postoperativen Ereignisses. Die Kalibrierkurve entspricht annähernd der Ideallinie.

Im Anschluss daran waren wir daran interessiert in unserem Patientenkollektiv Faktoren zu identifizieren, welche die Dauer des postoperativen Krankenhausaufenthaltes beeinflussten. Hierzu wurde eine rückwärts durchgeführte, schrittweise lineare Regression verwendet. In diese bezogen wir das Alter, Geschlecht, BMI, Leukozytenzahl, CRP, Operationszeitpunkt, Operationszeit, Konversion zur Laparotomie und den postoperativen Verlauf mit ein. In unserem Modell stellte sich heraus, dass ein erhöhtes präoperatives CRP, die Konversion auf eine offene Operation, sowie eine elektiv durchgeführte Operation Faktoren waren, um die Dauer des Krankenhausaufenthaltes zu beeinflussen (Tabelle 11).

Variablen	Koeffizient (B)	Standartabweichung	P-value
Konstante	13,5282	1.9356	< 0,001
CRP	0,3702	0,1198	0,003
Operationszeitpunkt			
Gruppe A (frühelektiv)	Referenz		
Gruppe B (elektive)	4,2911	1,8377	0,021
Konversion			
nein	Referenz		
ja	6,9160	2,0342	< 0,001
Postoperativer Verlauf			
Mit Ereignis	Referenz		
Ohne Ereignis	-9,3354	1,7012	< 0,001

Tabelle 11 Krankenhausaufenthalt beeinflussende Variablen. Die Krankenhausaufenthaltsdauer wird beeinflusst durch das präoperative CRP, den Operationszeitpunkt, ob eine Konversion erfolgte und ob postoperativ Ereignisse eintreten.

So wird beispielsweise ein Patient mit einem präoperativen CRP von 1 mg/dl, der einer elektiven laparoskopischen Sigmaresektion ohne Konversion mit einem komplikationslosen postoperativen Verlauf, höchstwahrscheinlich am 9. postoperativen Tag entlassen. Im Gegensatz dazu wird ein Patient mit einem präoperativen CRP von 15 mg/dl, der sich einer frühelektiven laparoskopischen Operation unterzieht, aber auf eine Laparotomie umgestellt werden muss und einen komplizierten postoperativen Verlauf erfährt, ein Krankenhausaufenthalt von 26 Tagen prognostiziert.

4 Wissenschaftliche Diskussion

Ziel der Arbeit war es herauszufinden, wann der optimale Zeitpunkt für eine laparoskopische Sigmaresektion in den verschiedenen Krankheitsstadien nach CDD ist. Die CDD-Klassifikation wurde erstmals 2014 in Deutschland eingeführt [29] und ist ein Instrument, welches im klinischen Alltag bei der therapeutischen Entscheidungsfindung unterstützen soll. Der Vorteil der CDD-Klassifikation gegenüber der etablierten modifizierten Hinchey-Klassifikation ist die Möglichkeit, Fälle von akuten komplizierten und rezidivierenden Divertikelerkrankungen zu unterscheiden [76]. Akute komplizierte Fälle werden als gedeckte Perforation mit Mikroabszess ≤ 3 cm (Typ 2a) oder Makroabszess > 3 cm (Typ 2b) und freie Perforation (Typ 2c) beschrieben. Die CDD ist die einzige Klassifikation, die Fälle mit einer chronischen Divertikelkrankheit weiter in drei Untergruppen einteilt. Die Untergruppe CDD 3a bezieht sich auf Patienten mit symptomatischer unkomplizierter Erkrankung, während CDD 3b die Fälle mit rezidivierender unkomplizierter Divertikulitis und CDD 3c die Fälle mit rezidivierender komplizierter Divertikulitis umfasst [30].

Die Ergebnisse unserer retrospektiven Studie mit 133 Patienten, die sich einer laparoskopischen Sigmoidektomie in unserem Hause unterzogen, zeigten signifikant höhere Konversionsraten für die CDD-Stadien 2b und 3c, unabhängig vom Zeitpunkt der Operation. Die Subgruppenanalyse nach dem Zeitpunkt der Resektion ergab jedoch höhere Konversionsraten für Patienten im Stadium CDD 3c, die sich einer frühelektiven Sigmaresektion unterzogen. Wir führten eine logistische Regressionsanalyse durch, bei welcher der Zeitpunkt der Operation zusammen mit den CDD-Stadien als Prädiktoren für die Konversion identifiziert worden sind. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass die Konversion zur Laparotomie zusammen mit einem höheren Patientenalter zum Zeitpunkt der Operation den postoperativen Verlauf nach einer laparoskopischer Sigmaresektion negativ beeinflussten. In diesem Zusammenhang konnten wir zeigen, dass eine elektive Operation, sowie ein präoperativ erhöhtes CRP und eine Konversion zur Laparotomie, die Dauer des postoperativen Aufenthalts beeinflussten.

Die Konversionsrate der laparoskopischen Eingriffe zur offenen Operation war in der frühelektiven Patientenuntergruppe, die als CCD 3c eingestuft wurde, deutlich höher. Diese Patientenuntergruppe ist definiert durch eine chronische symptomatische Divertikelkrankheit begleitet durch chronisch entzündungsbedingte Folgeerscheinungen wie Fisteln und Konglomerattumore im Becken. Diese Erkenntnisse lassen darauf schließen, dass diese Patienten von einem verzögerten Operationszeitpunkt profitieren würden, da bei Ihnen keine Konversion durchgeführt werden würde und sie nicht die Nachteile einer offenen Operation erfahren hätten.

Bei Betrachtung der signifikant unterschiedlichen Konversionsrate innerhalb der CCD 3c-Patientenuntergruppe wäre ein weiterer wichtiger Aspekt die Tatsache, dass diese Klassifikation der Divertikelkrankheit die Einzige ist, die Patienten mit chronischer Divertikelkrankheit weiter unterscheidet. So werden die Patienten in Gruppen eingeteilt, in denen dieser Unterschied durch diagnostische Bildgebung nachgewiesen werden kann. Bisher liegen wenig Daten vor, in welchen nach der deutschen CDD-Klassifikation bewertet wurde. Lauscher et al. [31] haben erst kürzlich in ihrer Studie gezeigt, dass eine Unterteilung der akuten komplizierten Stadien in Typ 2a und 2b sinnvoll ist. In der Studie zeigte sich, dass Fälle des Typs 2b häufiger bei der Indexeinweisung oder in der frühelektiven Phase operiert werden, was zu einem längeren Krankenhausaufenthalt führte. Des Weiteren fanden Lauscher et al. [31] heraus, dass Fälle mit CDD Typ 3c im Vergleich zur CDD Typ 3b Untergruppe mit unkomplizierter rezidivierender Divertikulitis einen ereignisreicheren postoperativen Verlauf zu haben scheinen. Durch die von uns neu präsentierten Daten, wird die Schwere der Operation in der frühelektiven Phase von CDD-Typ 3c unterstrichen, wie die signifikant höheren Konversionsraten zeigen.

Aufgrund der hohen Verbreitung der Sigmadivertikulitis und die hohe Hospitalisierungsrate der Erkrankung stellt diese einen erheblichen Kostenfaktor für das Gesundheitssystem dar [77]. Die Therapieempfehlungen variieren je nach Krankheitsstadium, Krankheitslast und individuellen Risikofaktoren. So können unkomplizierte Krankheitsfälle bei geringem Rezidiv- und Komplikationsrisiko oft nicht-operativ mit oder ohne Antibiotika behandelt

werden [46]. Bei komplikativen Verläufen mit beispielsweise Abszessen, Fisteln oder Stenosen ist hingegen oft eine Resektion indiziert. Diese kann dann frühelektiv ab 4-6 Wochen nach der Indexhospitalisierung oder im entzündungsfreien Intervall nach 6 Wochen erfolgen [25], [57]. Das minimal-invasive Verfahren sollte der chirurgische Ansatz der Wahl sein, wenn eine Kolonresektion geplant ist. Begründet wird dies damit, dass sie zu besseren Kurzzeit- und vergleichbaren Langzeitergebnissen führt, wie besserer Genesung, kürzerer Krankenhausaufenthaltsdauer, besserer Lebensqualität und geringerer Morbidität [50], [51], [66]. Dies wird durch mehrere randomisierte Studien belegt [50], [52]. Die Gesamtkosten der laparoskopischen gegenüber der offenen Operation waren vergleichbar. Obwohl die Indikation zur Operation bei Sigmadivertikulitis vom Stadium und Verlauf der Erkrankung abhängt [30], wird der ideale Zeitpunkt für eine Sigmaresektion nach wie vor in Fachkreisen kontrovers diskutiert. [30], [73], [78]. Diese Frage hat weitreichende Konsequenzen.

Sowohl ein frühelektives als auch ein elektives chirurgisches Vorgehen birgt bei komplizierten akuten oder chronischen Schüben möglicherweise das Risiko eines unerwünschten Ereignisses. Zum Zeitpunkt dieser Arbeit lagen nach Durchsicht der aktuellen Literatur nur eine Handvoll Studien vor. Hierbei handelte es sich meist um retrospektive Beobachtungsstudien, die sich mit dem idealen Resektionszeitpunkt bei Sigmadivertikulitis befassten und dessen Auswirkungen auf die perioperative Morbidität und Mortalität untersuchten [79]–[86]. Interessanterweise gibt es allerdings keine einheitliche Definition bezüglich eines elektiven und frühelektiven Operationszeitraumes in Bezug auf den Beginn der Erkrankung. Die Interpretationen reichen von einem bis 90 Tage nach der Index-Krankenhausaufnahme bei frühelektiven Eingriffen und 30 Tage bis 13 Wochen bei den elektiven Eingriffen. Die meisten Studien zeigten signifikant niedrigere Konversions- und Komplikationsraten in der elektiven Gruppe [62], [80], [81]. Die erste Meta-Analyse zur Frage des optimalen Zeitpunktes einer Operation erfolgte durch Khan et al. [73]. Diese umfasste 1046 Patienten, welche sich einer Sigmoidektomie unterzogen. Diese konnte keinen Unterschied in Bezug auf postoperative Komplikationen und die Gesamtmorbidität feststellen, allerdings war eine frühe elektive Operation mit

einer verlängerten Operationszeit, höheren Konversionsraten und einem längeren Krankenhausaufenthalt verbunden. Dies deckt sich auch weitestgehend mit der Metaanalyse von Vaghiri et al. [87] welche 11 Studien einschloss und eine höhere Konversionsrate und eine längere Operationszeit zeigte, wenn die Sigmoidektomie frühelektiv erfolgte. Zudem konnten Vaghiri et al. in der elektiven Patientengruppe beobachten, dass die Patienten schneller wieder einen regelmäßigen Stuhlgang hatten. Die von Khan et al. hingegen als verlängert bezeichnete Krankenhausaufenthaltsdauer in der frühelektiven Gruppe konnte hier nicht bestätigt werden. Dies wird auf verschiedene Faktoren zurückgeführt.

Denn zum einen setzte sich die Krankenhausaufenthaltsdauer in der Metaanalyse von Khan et al. aus Studien zusammen, welche nur die postoperative Krankenhausaufenthaltsdauer betrachteten [79], als auch aus Studien, welche den gesamten Krankenhausaufenthalt betrachteten [80]. Drei weitere in Frage kommende Studien wurden zudem nicht in die Metaanalyse von Khan et al. aufgenommen [84], [86], [88]. In einer der eingeschlossenen Studien konnte zudem nicht klar definiert werden, welcher Zeitraum betrachtet wurde [82], weshalb diese in der Meta-Analyse von Vaghiri et al. ausgeschlossen wurde.

Einige Autoren konnten die Ergebnisse nicht bestätigen und sprachen sich für eine frühelektive Resektion aus, da diese ähnliche Morbiditäts- und Konversionsraten zeigte wie ein elektiver Eingriff [85]. Zudem entfiel durch einen frühelektiven Eingriff das potenzielle Risiko eines komplizierten Rezidivs während der Wartezeit auf einen elektiven Eingriff, welches eventuell eine Notfalloperation erfordern würde. [82], [85], [86]. Käser et al. [63] konnten zeigen, dass bei Patienten mit rezidivierenden Divertikuliden die chirurgische Behandlung zu einer deutlich besseren Symptomkontrolle führte. Dies könnte zur Folge haben, dass Patienten einen frühelektiven Eingriff bevorzugen könnten. Hierbei sollte jedoch zwischen diesen Vorteilen und den potenziellen Risiken eines komplizierten Operationsverlaufs bei frühelektiv operierten Patienten abgewogen werden. In unserer Kohorte war die Konversionsrate in der frühelektiven Gruppe deutlich höher als in der elektiven Gruppe (26,1 % gegenüber 6,7 %). Diese Beobachtung deckt sich mit denen anderer Studien

[80], [81], [89]. Betrachtet man die Rate der postoperativen Gesamtkomplikationen, einschließlich Anastomoseninsuffizienz, und die mediane Dauer des Krankenhausaufenthalts, so unterschieden sie sich nicht zwischen den beiden Gruppen. Faktoren, welche die Krankenhausaufenthaltsdauer nach einer Kolonresektion beeinflussen, wurden in der Literatur bereits identifiziert [90], [91]. Auffallend war, dass sich keine dieser Studien speziell auf die laparoskopische Sigmaresektion bei der Divertikelkrankheit fokussierte. Alle ermittelten Faktoren, welche bei der elektiven Sigmaresektion die Krankenhausaufenthaltsdauer beeinflussten, haben wir in unserem Nomogramm abgebildet. Dieses Modell soll sowohl Klinikern als auch dem administrativem Krankenhauspersonal dabei helfen, den Krankenhausaufenthalt auf der Grundlage perioperativer Parameter und des Operationsverlaufs genau zu prognostizieren und die Ergebnisse in ihre zukünftigen wirtschaftlichen Überlegungen einzubeziehen.

Bezüglich der histopathologischen Untersuchung der entnommenen Präparate zeigen zwei Studien eine signifikante Restentzündung bei Patienten mit einer frühelektiven Resektion [80], [89]. In der Studie von Reissfelder et al. waren 66 % der Konversionen aufgrund von anhaltenden Entzündungsprozessen notwendig [81]. Diese Ergebnisse sind ähnlich zu unseren Beobachtungen. Auch bei uns zeigten sich entzündliche Verwachsungen als die häufigste Ursache für Konversionen in der Gruppe der frühelektiven Eingriffe. Tatsächlich wurden von Le Moine et al. erst kürzlich drei Faktoren identifiziert, die mit einem signifikant erhöhten Konversionsrisiko assoziiert sind: chirurgische Expertise, komplizierte Sigmadivertikulitis mit Stenose oder Fistel und schwere Entzündung bei der histologischen Untersuchung [92].

Aufgrund ihres retrospektiven Charakters weist unsere Studie einige Einschränkungen auf. Die Studie erfolgte über einen langen Untersuchungszeitraum, zudem wurde nur eine kleine Stichprobe analysiert. Die Auswahl der Patienten in die frühelektive oder die elektive Behandlungsgruppe erfolgte zudem nicht randomisiert und bei der Interpretation der Daten ist auch die unterschiedliche Erfahrung und Präferenzen der durchführenden Chirurgen zu berücksichtigen. In Zukunft sind

daher randomisierte kontrollierte Studien mit einheitlichen Klassifizierungs- und Behandlungsprotokollen erforderlich, um den optimalen Zeitpunkt für einen chirurgischen Eingriff bei Sigmadivertikulitis zu ermitteln und die Ergebnisse in künftige nationale und internationale Praxisleitlinien einfließen zu lassen.

5 Schlussfolgerung

Die chirurgische Behandlung der Sigmadivertikulitis ist stadien- und zeitabhängig. Unser Nomogramm bietet ein auf klinischen Parametern basierendes, hilfreiches klinisches Instrument, um Patienten mit einem erhöhten Risiko einer intraoperativen Konversion zu identifizieren.

Der optimale Zeitpunkt der laparoskopischen Sigmaresektion sollte dementsprechend an das Krankheitsstadium nach CDD angepasst werden. Eine frühelektive laparoskopische Sigmaresektion in akuten Stadien einer unkomplizierten Divertikulose kann in der Regel sicher durchgeführt werden. Demgegenüber besteht ein erhöhtes Risiko zur Konversion auf eine Laparotomie in Fällen einer frühelektiven Sigmaresektion bei einer komplizierten Sigmadivertikulitis (CDD-Typ 2b und 3c). Diese präsentiert sich als akute oder rezidivierende Divertikulitis mit Fisteln, Stenosen, großen Abszessen oder Strikturbildung. Wenn klinisch möglich, sollte in diesen Fällen also der elektive Ansatz gewählt werden und eine Resektion im entzündungsfreien Intervall, 6 Wochen nach dem letzten Schub, erfolgen. Dennoch sollte die Entscheidung für eine elektive Resektion weiterhin auch von der klinischen Situation des Patienten abhängig gemacht werden.

6 Literatur und Quellenverzeichnis

- [1] S. Vaghiri, D. M. Jagalla, D. Prassas, W. T. Knoefel, und A. Krieg, „Early elective versus elective sigmoid resection in diverticular disease: not only timing matters—a single institutional retrospective review of 133 patients“, *Langenbecks Arch. Surg.*, Feb. 2022, doi: 10.1007/s00423-022-02464-1.
- [2] M. Delvaux, „Diverticular disease of the colon in Europe: epidemiology, impact on citizen health and prevention“, *Aliment. Pharmacol. Ther.*, Bd. 18, Nr. s3, S. 71–74, 2003, doi: 10.1046/j.0953-0673.2003.01720.x.
- [3] „Zahlen und Fakten der GKV: Geschäftsergebnisse“. <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/krankenversicherung/g/zahlen-und-fakten-zur-krankenversicherung/geschaeftsergebnisse.html> (zugegriffen 10. November 2021).
- [4] D. A. Etzioni, T. M. Mack, R. W. Beart, und A. M. Kaiser, „Diverticulitis in the United States: 1998-2005: changing patterns of disease and treatment“, *Ann. Surg.*, Bd. 249, Nr. 2, S. 210–217, Feb. 2009, doi: 10.1097/SLA.0b013e3181952888.
- [5] L. T. Bolster und S. Papagrigroriadis, „Diverticular disease has an impact on quality of life -- results of a preliminary study“, *Colorectal Dis. Off. J. Assoc. Coloproctology G. B. Irel.*, Bd. 5, Nr. 4, S. 320–323, Juli 2003, doi: 10.1046/j.1463-1318.2003.00458.x.
- [6] A. Rosemar, M.-L. Ivarsson, L. Börjesson, und L. Holmdahl, „Increased concentration of tissue-degrading matrix metalloproteinases and their inhibitor in complicated diverticular disease“, *Scand. J. Gastroenterol.*, Bd. 42, Nr. 2, S. 215–220, Feb. 2007, doi: 10.1080/00365520600960104.
- [7] T. Mimura *u. a.*, „Up-regulation of collagen and tissue inhibitors of matrix metalloproteinase in colonic diverticular disease“, *Dis. Colon Rectum*, Bd. 47, Nr. 3, S. 371–378; discussion 378-379, März 2004, doi: 10.1007/s10350-003-0050-5.
- [8] S. M. Suster, M. Ronnen, und J. J. Bubis, „Diverticulosis coli in association with Marfan’s syndrome“, *Arch. Intern. Med.*, Bd. 144, Nr. 1, S. 203, Jan. 1984.
- [9] U. Kopylov, S. Ben-Horin, A. Lahat, S. Segev, B. Avidan, und D. Carter, „Obesity, metabolic syndrome and the risk of development of colonic diverticulosis“, *Digestion*, Bd. 86, Nr. 3, S. 201–205, 2012, doi: 10.1159/000339881.
- [10] P.-H. Liu *u. a.*, „Adherence to a Healthy Lifestyle is Associated With a Lower Risk of Diverticulitis among Men“, *Am. J. Gastroenterol.*, Bd. 112, Nr. 12, S. 1868–1876, Dez. 2017, doi: 10.1038/ajg.2017.398.
- [11] M. W. Mahmood, M. Abraham-Nordling, N. Håkansson, A. Wolk, und F. Hjern, „High intake of dietary fibre from fruit and vegetables reduces the risk of hospitalisation for diverticular disease“, *Eur. J. Nutr.*, Bd. 58, Nr. 6, S. 2393–2400, Sep. 2019, doi: 10.1007/s00394-018-1792-0.
- [12] D. Aune, A. Sen, M. F. Leitzmann, S. Tonstad, T. Norat, und L. J. Vatten, „Tobacco smoking and the risk of diverticular disease - a systematic review and meta-analysis of prospective studies“, *Colorectal Dis. Off. J. Assoc. Coloproctology G. B. Irel.*, Bd. 19, Nr. 7, S. 621–633, Juli 2017, doi: 10.1111/codi.13748.

- [13] „Prevalence rates of type 2 diabetes and hypertension are elevated among middle-aged Japanese men with colonic diverticulum“. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2723646/> (zugegriffen 30. Dezember 2021).
- [14] R. Niikura, N. Nagata, J. Akiyama, T. Shimbo, und N. Uemura, „Hypertension and concomitant arteriosclerotic diseases are risk factors for colonic diverticular bleeding: a case–control study“, *Int. J. Colorectal Dis.*, Bd. 27, Nr. 9, S. 1137–1143, 2012, doi: 10.1007/s00384-012-1422-x.
- [15] F. Coccolini *u. a.*, „Acute abdomen in the immunocompromised patient: WSES, SIS-E, WSIS, AAST, and GAIS guidelines“, *World J. Emerg. Surg. WJES*, Bd. 16, S. 40, Aug. 2021, doi: 10.1186/s13017-021-00380-1.
- [16] J. Montomoli, R. Erichsen, L. L. Strate, L. Pedersen, T. Nilsson, und H. T. Sørensen, „Coexisting liver disease is associated with increased mortality after surgery for diverticular disease“, *Dig. Dis. Sci.*, Bd. 60, Nr. 6, S. 1832–1840, Juni 2015, doi: 10.1007/s10620-014-3503-x.
- [17] J.-N. Lin *u. a.*, „Increased Risk of Acute Coronary Syndrome in Patients With Diverticular Disease: A Nationwide Population-Based Study“, *Medicine (Baltimore)*, Bd. 94, Nr. 45, S. e2020, Nov. 2015, doi: 10.1097/MD.0000000000002020.
- [18] M. Nikberg, J. Ji, J. Leppert, K. Sundquist, und A. Chabok, „Socioeconomic characteristics and comorbidities of diverticular disease in Sweden 1997-2012“, *Int. J. Colorectal Dis.*, Bd. 32, Nr. 11, S. 1591–1596, Nov. 2017, doi: 10.1007/s00384-017-2853-1.
- [19] A. A. Jalil *u. a.*, „Factors associated with diverticular bleeding and re-bleeding: A United States hospital study“, *North. Clin. Istanb.*, Bd. 6, Nr. 3, S. 248–253, 2019, doi: 10.14744/nci.2018.23540.
- [20] D. M. S. GmbH, „Colon sigmoideum“, *DocCheck Flexikon*. https://flexikon.doccheck.com/de/Colon_sigmoideum (zugegriffen 13. November 2021).
- [21] M. Phillips, A. Patel, P. Meredith, O. Will, und C. Brassett, „Segmental colonic length and mobility“, *Ann. R. Coll. Surg. Engl.*, Bd. 97, Nr. 6, S. 439–444, Sep. 2015, doi: 10.1308/003588415X14181254790527.
- [22] „Zäkum und Kolon - AMBOSS“. <https://next.amboss.com/de/article/rK0f3S?q=colon%20sigmoideum#Zf16ce71b7846680d613611ebb4f1a33d> (zugegriffen 13. November 2021).
- [23] T. Wedel und M. Böttner, „Anatomie und Pathogenese der Divertikelkrankheit“, *Chir.*, Bd. 85, Nr. 4, S. 281–288, Apr. 2014, doi: 10.1007/s00104-013-2617-6.
- [24] J. Kupcinkas *u. a.*, „Pathogenesis of Diverticulosis and Diverticular Disease“, *J. Gastrointest. Liver Dis. JGLD*, Bd. 28, Nr. suppl. 4, S. 7–10, Dez. 2019, doi: 10.15403/jgld-551.
- [25] „021-020I_S3_KF_Divertikelkrankheit-Divertikulitis_2021-11.pdf“. Zugegriffen: 10. November 2021. [Online]. Verfügbar unter: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/021-020I_S3_KF_Divertikelkrankheit-Divertikulitis_2021-11.pdf
- [26] M. A. Meyers, D. R. Alonso, G. F. Gray, und J. W. Baer, „Pathogenesis of bleeding colonic diverticulosis“, *Gastroenterology*, Bd. 71, Nr. 4, S. 577–583, Okt. 1976.

- [27] O. Hansen, F. Graupe, und W. Stock, „[Prognostic factors in perforating diverticulitis of the large intestine]“, *Chir. Z. Alle Geb. Oper. Medizin*, Bd. 69, Nr. 4, S. 443–449, Apr. 1998, doi: 10.1007/s001040050436.
- [28] E. J. Hinchey, P. G. Schaal, und G. K. Richards, „Treatment of perforated diverticular disease of the colon“, *Adv. Surg.*, Bd. 12, S. 85–109, 1978.
- [29] W. Kruis, C.-T. Germer, und L. Leifeld, „Diverticular Disease: Guidelines of the German Society for Gastroenterology, Digestive and Metabolic Diseases and the German Society for General and Visceral Surgery“, *Digestion*, Bd. 90, Nr. 3, S. 190–207, 2014, doi: 10.1159/000367625.
- [30] Leifeld L, Germer CT, Böhm S et al (2014) S2k guidelines diverticular disease/diverticulitis. *Z Gastroenterol* 52:663–710., „S2k-Leitlinie Divertikelkrankheit/Divertikulitis“, *Z. Für Gastroenterol.*, Bd. 52, Nr. 07, S. 663–710, Juli 2014, doi: 10.1055/s-0034-1366692.
- [31] J. C. Lauscher u. a., „Validation of the German Classification of Diverticular Disease (VADIS)-a prospective bicentric observational study“, *Int. J. Colorectal Dis.*, Bd. 36, Nr. 1, S. 103–115, Jan. 2021, doi: 10.1007/s00384-020-03721-9.
- [32] B. Devaraj, W. Liu, J. Tatum, K. Cologne, und A. M. Kaiser, „Medically Treated Diverticular Abscess Associated With High Risk of Recurrence and Disease Complications“, *Dis. Colon Rectum*, Bd. 59, Nr. 3, S. 208–215, März 2016, doi: 10.1097/DCR.0000000000000533.
- [33] S. Böhm und W. Kruis, „Divertikulitis“, *Internist*, Bd. 58, Nr. 7, S. 745–752, Juli 2017, doi: 10.1007/s00108-017-0266-4.
- [34] D. Aune, A. Sen, T. Norat, und E. Riboli, „Dietary fibre intake and the risk of diverticular disease: a systematic review and meta-analysis of prospective studies“, *Eur. J. Nutr.*, Bd. 59, Nr. 2, S. 421–432, März 2020, doi: 10.1007/s00394-019-01967-w.
- [35] Y. Cao u. a., „Meat intake and risk of diverticulitis among men“, *Gut*, Bd. 67, Nr. 3, S. 466–472, März 2018, doi: 10.1136/gutjnl-2016-313082.
- [36] P.-H. Liu u. a., „Adherence to a Healthy Lifestyle is Associated With a Lower Risk of Diverticulitis among Men“, *Am. J. Gastroenterol.*, Bd. 112, Nr. 12, S. 1868–1876, Dez. 2017, doi: 10.1038/ajg.2017.398.
- [37] A. J. Tomiyama, J. M. Hunger, J. Nguyen-Cuu, und C. Wells, „Misclassification of cardiometabolic health when using body mass index categories in NHANES 2005-2012“, *Int. J. Obes.* 2005, Bd. 40, Nr. 5, S. 883–886, Mai 2016, doi: 10.1038/ijo.2016.17.
- [38] A.-M. E. Sirany, W. B. Gaertner, R. D. Madoff, und M. R. Kwaan, „Diverticulitis Diagnosed in the Emergency Room: Is It Safe to Discharge Home?“, *J. Am. Coll. Surg.*, Bd. 225, Nr. 1, S. 21–25, Juli 2017, doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2017.02.016.
- [39] „Empfehlungen zur Therapie der Divertikelkrankheit“, *springermedizin.de*. <https://www.springermedizin.de/viszeralchirurgie/divertikulitis/empfehlungen-zur-therapie-der-divertikelkrankheit/18185676> (zugegriffen 15. März 2022).
- [40] G. Comparato u. a., „Prevention of Complications and Symptomatic Recurrences in Diverticular Disease with Mesalazine: A 12-Month Follow-up“, *Dig. Dis. Sci.*, Bd. 52, Nr. 11, S. 2934–2941, Nov. 2007, doi: 10.1007/s10620-007-9766-8.

- [41] L. Nespoli *u. a.*, „Effect of oral mesalamine on inflammatory response in acute uncomplicated diverticulitis“, *World J. Gastroenterol. WJG*, Bd. 21, Nr. 27, S. 8366–8372, Juli 2015, doi: 10.3748/wjg.v21.i27.8366.
- [42] E. Lahner, C. Bellisario, C. Hassan, A. Zullo, G. Esposito, und B. Annibale, „Probiotics in the Treatment of Diverticular Disease. A Systematic Review“, *J. Gastrointest. Liver Dis. JGLD*, Bd. 25, Nr. 1, S. 79–86, März 2016, doi: 10.15403/jgld.2014.1121.251.srw.
- [43] N. Stollman, S. Magowan, F. Shanahan, E. M. M. Quigley, und DIVA Investigator Group, „A randomized controlled study of mesalamine after acute diverticulitis: results of the DIVA trial“, *J. Clin. Gastroenterol.*, Bd. 47, Nr. 7, S. 621–629, Aug. 2013, doi: 10.1097/MCG.0b013e31828003f6.
- [44] C. Dahl *u. a.*, „Evidence for Dietary Fibre Modification in the Recovery and Prevention of Reoccurrence of Acute, Uncomplicated Diverticulitis: A Systematic Literature Review“, *Nutrients*, Bd. 10, Nr. 2, S. E137, Jan. 2018, doi: 10.3390/nu10020137.
- [45] S. H. Emile, H. Elfeki, A. Sakr, und M. Shalaby, „Management of acute uncomplicated diverticulitis without antibiotics: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression of predictors of treatment failure“, *Tech. Coloproctology*, Bd. 22, Nr. 7, S. 499–509, Juli 2018, doi: 10.1007/s10151-018-1817-y.
- [46] A. Chabok, L. Pählman, F. Hjern, S. Haapaniemi, K. Smedh, und AVOD Study Group, „Randomized clinical trial of antibiotics in acute uncomplicated diverticulitis“, *Br. J. Surg.*, Bd. 99, Nr. 4, S. 532–539, Apr. 2012, doi: 10.1002/bjs.8688.
- [47] B. J. M. van de Wall *u. a.*, „Surgery versus conservative management for recurrent and ongoing left-sided diverticulitis (DIRECT trial): an open-label, multicentre, randomised controlled trial“, *Lancet Gastroenterol. Hepatol.*, Bd. 2, Nr. 1, S. 13–22, Jan. 2017, doi: 10.1016/S2468-1253(16)30109-1.
- [48] R. Daher, E. Barouki, und E. Chouillard, „Laparoscopic treatment of complicated colonic diverticular disease: A review“, *World J. Gastrointest. Surg.*, Bd. 8, Nr. 2, S. 134–142, Feb. 2016, doi: 10.4240/wjgs.v8.i2.134.
- [49] W. B. Gaertner *u. a.*, „The evolving role of laparoscopy in colonic diverticular disease: a systematic review“, *World J. Surg.*, Bd. 37, Nr. 3, S. 629–638, März 2013, doi: 10.1007/s00268-012-1872-x.
- [50] P. Gervaz, I. Inan, T. Perneger, E. Schiffer, und P. Morel, „A prospective, randomized, single-blind comparison of laparoscopic versus open sigmoid colectomy for diverticulitis“, *Ann. Surg.*, Bd. 252, Nr. 1, S. 3–8, Juli 2010, doi: 10.1097/SLA.0b013e3181dbb5a5.
- [51] B. R. Klarenbeek *u. a.*, „Laparoscopic sigmoid resection for diverticulitis decreases major morbidity rates: a randomized control trial: short-term results of the Sigma Trial“, *Ann. Surg.*, Bd. 249, Nr. 1, S. 39–44, Jan. 2009, doi: 10.1097/SLA.0b013e31818e416a.
- [52] B. R. Klarenbeek, V. M. H. Coupé, D. L. van der Peet, und M. A. Cuesta, „The cost effectiveness of elective laparoscopic sigmoid resection for symptomatic diverticular disease: financial outcome of the randomized control Sigma trial“, *Surg. Endosc.*, Bd. 25, Nr. 3, S. 776–783, März 2011, doi: 10.1007/s00464-010-1252-2.
- [53] M. Sartelli *u. a.*, „2020 update of the WSES guidelines for the management of acute colonic diverticulitis in the emergency setting“, *World J. Emerg. Surg. WJES*, Bd. 15, S. 32, Mai 2020, doi: 10.1186/s13017-020-00313-4.

- [54] D. P. V. Lambrichts *u. a.*, „Multicentre study of non-surgical management of diverticulitis with abscess formation“, *Br. J. Surg.*, Bd. 106, Nr. 4, S. 458–466, März 2019, doi: 10.1002/bjs.11129.
- [55] M. Brandlhuber, C. Genzinger, B. Brandlhuber, W. H. Sommer, M. H. Müller, und M. E. Kreis, „Long-term quality of life after conservative treatment versus surgery for different stages of acute sigmoid diverticulitis“, *Int. J. Colorectal Dis.*, Bd. 33, Nr. 3, S. 317–326, März 2018, doi: 10.1007/s00384-018-2969-y.
- [56] R. Gregersen, K. Andresen, J. Burcharth, H.-C. Pommergaard, und J. Rosenberg, „Long-term mortality and recurrence in patients treated for colonic diverticulitis with abscess formation: a nationwide register-based cohort study“, *Int. J. Colorectal Dis.*, Bd. 33, Apr. 2018, doi: 10.1007/s00384-018-2990-1.
- [57] J. F. Lock, C. Galata, C. Reißfelder, J.-P. Ritz, T. Schiedeck, und C.-T. Germer, „The Indications for and Timing of Surgery for Diverticular Disease“, *Dtsch. Arzteblatt Online*, Aug. 2020, doi: 10.3238/arztebl.2020.0591.
- [58] R. Costantini, „Hartmann’s Procedure for Complicated Diverticulitis: A Critical Reappraisal“, *Open Anesth. J.*, Bd. 13, S. 121–131, Nov. 2019, doi: 10.2174/2589645801913010121.
- [59] R. Cirocchi *u. a.*, „The role of emergency laparoscopic colectomy for complicated sigmoid diverticulitis: A systematic review and meta-analysis“, *The Surgeon*, Bd. 17, Nr. 6, S. 360–369, Dez. 2019, doi: 10.1016/j.surge.2018.08.010.
- [60] G. A. Binda, A. Amato, A. Serventi, und A. Arezzo, „Clinical presentation and risks“, *Dig. Dis. Basel Switz.*, Bd. 30, Nr. 1, S. 100–107, 2012, doi: 10.1159/000335907.
- [61] L. Hupfeld, J. Burcharth, H.-C. Pommergaard, und J. Rosenberg, „Risk factors for recurrence after acute colonic diverticulitis: a systematic review“, *Int. J. Colorectal Dis.*, Bd. 32, Nr. 5, S. 611–622, Mai 2017, doi: 10.1007/s00384-017-2766-z.
- [62] J.-P. Ritz, K. S. Lehmann, B. Frericks, A. Stroux, H. J. Buhr, und C. Holmer, „Outcome of patients with acute sigmoid diverticulitis: multivariate analysis of risk factors for free perforation“, *Surgery*, Bd. 149, Nr. 5, S. 606–613, Mai 2011, doi: 10.1016/j.surg.2010.10.005.
- [63] S. A. Käser, P. M. Glauser, G. Basilicata, D. A. Müller, und C. A. Maurer, „Timing of rectosigmoid resection for diverticular disease: the patient’s view“, *Colorectal Dis.*, Bd. 14, Nr. 3, S. e111–e116, 2012, doi: 10.1111/j.1463-1318.2011.02801.x.
- [64] G. Garcea, I. Majid, C. D. Sutton, C. J. Pattenden, und W. M. Thomas, „Diagnosis and management of colovesical fistulae; six-year experience of 90 consecutive cases“, *Colorectal Dis. Off. J. Assoc. Coloproctology G. B. Irel.*, Bd. 8, Nr. 4, S. 347–352, Mai 2006, doi: 10.1111/j.1463-1318.2005.00928.x.
- [65] J. Martinolich *u. a.*, „Laparoscopic Surgery for Diverticular Fistulas: Outcomes of 111 Consecutive Cases at a Single Institution“, *J. Gastrointest. Surg. Off. J. Soc. Surg. Aliment. Tract*, Bd. 23, Nr. 5, S. 1015–1021, Mai 2019, doi: 10.1007/s11605-018-3950-3.

- [66] R. Gonzalez *u. a.*, „Laparoscopic vs open resection for the treatment of diverticular disease“, *Surg. Endosc.*, Bd. 18, Nr. 2, S. 276–280, Feb. 2004, doi: 10.1007/s00464-003-8809-2.
- [67] A. Dwivedi *u. a.*, „Laparoscopic colectomy vs. open colectomy for sigmoid diverticular disease“, *Dis. Colon Rectum*, Bd. 45, Nr. 10, S. 1309–1314; discussion 1314–1315, Okt. 2002, doi: 10.1007/s10350-004-6415-6.
- [68] D. Dindo, N. Demartines, und P.-A. Clavien, „Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey“, *Ann. Surg.*, Bd. 240, Nr. 2, S. 205–213, Aug. 2004, doi: 10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae.
- [69] S. Biondo, J. Lopez Borao, M. Millan, E. Kreisler, und E. Jaurrieta, „Current status of the treatment of acute colonic diverticulitis: a systematic review“, *Colorectal Dis. Off. J. Assoc. Coloproctology G. B. Irel.*, Bd. 14, Nr. 1, S. e1–e11, Jan. 2012, doi: 10.1111/j.1463-1318.2011.02766.x.
- [70] R. C. Chautems, P. Ambrosetti, A. Ludwig, B. Mermillod, P. Morel, und C. Soravia, „Long-term follow-up after first acute episode of sigmoid diverticulitis: is surgery mandatory?: a prospective study of 118 patients“, *Dis. Colon Rectum*, Bd. 45, Nr. 7, S. 962–966, Juli 2002, doi: 10.1007/s10350-004-6336-4.
- [71] „Welchen Erfolg bringt die Sigmaresektion bei der akuten Sigmadivertikulitis tatsächlich?“, *springermedizin.de*. <https://www.springermedizin.de/welchen-erfolg-bringt-die-sigmaresektion-bei-der-akuten-sigmadiv/8019252> (zugegriffen 13. November 2021).
- [72] J. Rose, R. P. Parina, O. Faiz, D. C. Chang, und M. A. Talamini, „Long-term Outcomes After Initial Presentation of Diverticulitis“, *Ann. Surg.*, Bd. 262, Nr. 6, S. 1046–1053, Dez. 2015, doi: 10.1097/SLA.0000000000001114.
- [73] R. M. A. Khan, S. Hajibandeh, und S. Hajibandeh, „Early elective versus delayed elective surgery in acute recurrent diverticulitis: A systematic review and meta-analysis.“, *Int. J. Surg.*, 2017, doi: 10.1016/j.ijsu.2017.08.583.
- [74] F. Faul, E. Erdfelder, A.-G. Lang, und A. Buchner, „G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences“, *Behav. Res. Methods*, Bd. 39, Nr. 2, S. 175–191, Mai 2007, doi: 10.3758/BF03193146.
- [75] S. van Buuren und K. Groothuis-Oudshoorn, „mice: Multivariate Imputation by Chained Equations in R“, *J. Stat. Softw.*, Bd. 45, S. 1–67, Dez. 2011, doi: 10.18637/jss.v045.i03.
- [76] B. R. Klarenbeek, N. de Korte, D. L. van der Peet, und M. A. Cuesta, „Review of current classifications for diverticular disease and a translation into clinical practice“, *Int. J. Colorectal Dis.*, Bd. 27, Nr. 2, S. 207–214, 2012, doi: 10.1007/s00384-011-1314-5.
- [77] K. J. Van Arendonk, K. M. Tymitz, S. L. Gearhart, M. Stem, und A. O. Lidor, „Outcomes and costs of elective surgery for diverticular disease: a comparison with other diseases requiring colectomy“, *JAMA Surg.*, Bd. 148, Nr. 4, S. 316–321, Apr. 2013, doi: 10.1001/jamasurg.2013.1010.
- [78] C. Jurowich, F. Seyfried, und C. T. Germer, „Sigmadivertikulitis: Indikation und Zeitpunkt zur Operation“, *Chir.*, Bd. 85, Nr. 4, S. 304–307, Apr. 2014, doi: 10.1007/s00104-013-2620-y.
- [79] H. Hoffmann *u. a.*, „Surgical Treatment of Acute Recurrent Diverticulitis: Early Elective or Late Elective Surgery. An Analysis of 237 Patients“, *World*

- J. Surg.*, Bd. 36, Nr. 4, S. 898–907, Apr. 2012, doi: 10.1007/s00268-012-1456-9.
- [80] U. Zingg, I. Pasternak, L. Guertler, M. Dietrich, K.-A. Wohlwend, und U. Metzger, „Early vs. Delayed Elective Laparoscopic-Assisted Colectomy in Sigmoid Diverticulitis: Timing of Surgery in Relation to the Acute Attack“, *Dis. Colon Rectum*, Bd. 50, Nr. 11, S. 1911–1917, Nov. 2007, doi: 10.1007/s10350-007-9042-1.
- [81] C. Reissfelder, H. J. Buhr, und J.-P. Ritz, „What is the optimal time of surgical intervention after an acute attack of sigmoid diverticulitis: early or late elective laparoscopic resection?“, *Dis. Colon Rectum*, Bd. 49, Nr. 12, S. 1842–1848, Dez. 2006, doi: 10.1007/s10350-006-0730-z.
- [82] K. Bachmann *u. a.*, „Impact of early or delayed elective resection in complicated diverticulitis“, *World J. Gastroenterol. WJG*, Bd. 17, Nr. 48, S. 5274–5279, Dez. 2011, doi: 10.3748/wjg.v17.i48.5274.
- [83] R. Kassir *u. a.*, „Timing of laparoscopic elective surgery for acute left colonic diverticulitis. Retrospective analysis of 332 patients“, *Am. J. Surg.*, Bd. 220, Nr. 1, S. 182–186, Juli 2020, doi: 10.1016/j.amjsurg.2019.10.039.
- [84] S. Natarajan, E. L. Ewings, und R. J. Vega, „Laparoscopic sigmoid colectomy after acute diverticulitis: When to operate?“, *Surgery*, Bd. 136, Nr. 4, S. 725–730, Okt. 2004, doi: 10.1016/j.surg.2004.06.013.
- [85] F. B. Warwas und B. Schneider, „Elective vs. early elective surgery in diverticular disease: a retrospective study on the optimal timing of non-emergency treatment“, *Int. J. Colorectal Dis.*, Bd. 33, Nr. 5, S. 531–539, Mai 2018, doi: 10.1007/s00384-018-3022-x.
- [86] M. Zdichavsky *u. a.*, „Acute and Elective Laparoscopic Resection for Complicated Sigmoid Diverticulitis: Clinical and Histological Outcome“, *J. Gastrointest. Surg.*, Bd. 17, Nr. 11, S. 1966–1971, Nov. 2013, doi: 10.1007/s11605-013-2296-0.
- [87] S. Vaghiri, D. Prassas, W. T. Knoefel, und A. Krieg, „The optimal timing of elective surgery in sigmoid diverticular disease: a meta-analysis“, *Langenbecks Arch. Surg.*, Bd. 407, Nr. 8, S. 3259–3274, 2022, doi: 10.1007/s00423-022-02698-z.
- [88] P. Kirchhoff, D. Matz, S. Dincler, und P. Buchmann, „Predictive risk factors for intra- and postoperative complications in 526 laparoscopic sigmoid resections due to recurrent diverticulitis: a multivariate analysis“, *World J. Surg.*, Bd. 35, Nr. 3, S. 677–683, März 2011, doi: 10.1007/s00268-010-0889-2.
- [89] R. Kassir *u. a.*, „Timing of laparoscopic elective surgery for acute left colonic diverticulitis. Retrospective analysis of 332 patients“, *Am. J. Surg.*, Bd. 220, Nr. 1, S. 182–186, Juli 2020, doi: 10.1016/j.amjsurg.2019.10.039.
- [90] „Factors Influencing Length of Stay after Elective Bowel Resection within an Enhanced Recovery Protocol - Trent W. Stethen, Yasir A. Ghazi, R. Eric Heidel, Brian J. Daley, Linda Barnes, James M. McLoughlin, 2018“. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/000313481808400746> (zugegriffen 16. Juli 2022).
- [91] T. M. Schmelzer *u. a.*, „Factors Affecting Length of Stay Following Colonic Resection“, *J. Surg. Res.*, Bd. 146, Nr. 2, S. 195–201, Mai 2008, doi: 10.1016/j.jss.2007.08.015.
- [92] M.-C. Le Moine, J.-M. Fabre, C. Vacher, F. Navarro, M.-C. Picot, und J. Domergue, „Factors and consequences of conversion in laparoscopic

sigmoidectomy for diverticular disease“, *Br. J. Surg.*, Bd. 90, Nr. 2, S. 232–236, Feb. 2003, doi: 10.1002/bjs.4035.

7 Anhang

8 Danksagung

Ein besonderer Dank gilt Prof. Dr. med. Andreas Krieg als Doktorvater, sowie Dr. med. Sascha Vaghiri und den weiteren Co-Betreuern meiner Arbeit für ihre Geduld und Unterstützung.

Meiner Familie, ohne deren Unterstützung mir das Studium nicht möglich gewesen wäre.

Meiner Frau, für ihre Geduld und ihr Verständnis.

Patrick Pauluhn für die Unterstützung bei der Visualisierung der Abbildungen.

Meinen Freunden für den Rückhalt und die Motivation stets die bestmögliche Leistung zu zeigen.

Danke