

Aus der Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie am Kath.  
Marienkrankenhaus GmbH, Hamburg  
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. Christian Habermann



***Das Konzept der Damage Control Surgery mit abdomineller  
Unterdrucktherapie in der Behandlung der perforierten  
Sigmadivertikulitis:  
eine retrospektive Analyse von 58 Patienten am  
Marienkrankenhaus Hamburg zwischen 2013-2019***

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnmedizin

an der Medizinischen Fakultät der

Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

Sophia Bürgel

aus

Hamburg

2022

---

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Erster Gutachter: Prof. Dr. Christian Müller  
Zweiter Gutachter: Priv. Doz. Dr. Helmut P. Arbogast  
Dritter Gutachter: Prof. Dr. Matthias Anthuber

Dekan: Prof. Dr. med. Thomas Gudermann

Tag der mündlichen Prüfung: 26.09.2022

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>3</b>
<b>Zusammenfassung:</b> .....	<b>5</b>
<b>Abstract (English):</b> .....	<b>7</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>9</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>9</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>10</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>11</b>
1.1 Fragestellung .....	11
1.2 Historischer Rückblick .....	12
<b>2. Material und Methoden</b> .....	<b>14</b>
2.1 Datenerhebung und Auswertung .....	14
2.2 Operationsmethode .....	16
2.2.1 Damage Control Surgery .....	16
2.2.2 Abdominelle Unterdrucktherapie mit Drainagefolie und PU-Schaum .....	17
2.2.3 Operationstechnik .....	20
2.3 Definitionen und Klassifikationen .....	23
2.3.1 C-reaktives Protein (CRP) .....	23
2.3.2 ASA – Klassifikation .....	23
2.3.3 Klassifikationen bei perforierter Sigmadivertikulitis .....	24
2.3.4 Mannheimer Peritonitis Index .....	27
2.4 Methodik der statistischen Auswertung .....	28
<b>3. Ergebnisse</b> .....	<b>29</b>
3.1 Demografische Daten .....	29
3.2 Klinische Daten .....	29
3.3 OP-Daten .....	31
3.4 Morbidität und Letalität .....	33
3.5 Nachbeobachtungsdaten .....	34
3.6 Ökonomische Daten .....	36
<b>4. Diskussion</b> .....	<b>38</b>
4.1 Einleitung .....	38
4.2 Das DCS-Konzept mit abdominaler Unterdrucktherapie im Literaturkontext .....	39
4.3 Ergebnisse des DCS-Patientenkollektivs im Literaturkontext .....	46
4.4 Ergebnisse des DOP- Patientenkollektivs im Literaturkontext .....	53
4.5 Therapiealgorithmus .....	59
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>61</b>
<b>Danksagung</b> .....	<b>70</b>

---

**Affidavit..... 71**

## **Zusammenfassung:**

Im Marienkrankenhaus Hamburg wurden 2013 - 2019 58 Patienten mit einer perforierten Sigmadivertikulitis operativ versorgt.

Die retrospektive Analyse der Behandlungsverläufe zeigte, dass bei 25 Patienten ein einzeitiges Vorgehen gewählt wurde. In 23 Fällen konnte eine Darmresektion mit primärer Anastomose durchgeführt werden, in 2 Fällen war eine primäre Diskontinuitätsresektion nach Hartmann erforderlich. 40% aller Eingriffe wurden in dieser Patientengruppe laparoskopisch begonnen, in 28% musste jedoch aufgrund schwieriger anatomischer Verhältnisse eine Konversion erfolgen. Die Anastomoseninsuffizienzrate lag bei 4,3%, die Letalität bei 0%.

Bei 33 der 58 Patienten mit perforierter Sigmadivertikulitis war aufgrund der ausgedehnten intraabdominellen Infektsituation ein differenzierteres, mehrzeitiges Vorgehen erforderlich. Hier wurde das Konzept der Damage Control Surgery mit abdominalen Unterdrucktherapie angewandt.

Das Konzept basiert auf den Prinzipien einer Minimierung des Operationstraumas durch kurze OP-Dauer und limitierte Darmresektion mit Lavage, einer perioperativen intensivmedizinischen Stabilisierung des Patienten und einer operativen Reevaluation der intraabdominellen Infektsituation mit der Möglichkeit der verzögerten rekonstruktiven Versorgung durch Anlage einer Anastomose oder eines endständigen Kolostomas (Hartmann-OP).

Die begleitende abdominale Unterdrucktherapie ermöglicht die kontinuierliche, effektive Reinigung der Abdominalhöhle durch Keimreduktion und Abtransport von Sekreten und Zytokinen. Durch das vakuumunterstützte Folien-Schwamm-System wird eine effiziente lokale Behandlung der Peritonitis erreicht.

Nach der notfallmäßigen Erstoperation mit Fokussanierung und Lavage konnte im Rahmen der geplanten Relaparotomien bei 61% der Patienten dieses Kollektivs eine Anastomose angelegt werden, in 39% musste der orale Darmschenkel als endständiges Kolostoma (Hartmann-Operation) ausgeleitet werden. Die Insuffizienzrate lag unter den anastomosierten Patienten bei 15%, in 2 der drei Fälle wurde bei der Revision eine Hartmann-Operation erforderlich. Die Revisionsquote betrug insgesamt 18%, die Abdomenverschlussrate zum Entlassungszeitpunkt 100% und die Letalität lag bei nur 6%. In 90% der Patienten

mit endständigem Kolostoma konnte nach median 5,7 Monaten eine Wiederherstellung der Kontinuität erreicht werden.

In Abhängigkeit vom Schweregrad der komplizierten Divertikulitis (Peritonitis, abdominelle Sepsis, septisches Organversagen) und patientenabhängigen Risikofaktoren kommt im Marienkrankenhaus Hamburg ein abgestufter Therapiealgorithmus zur Anwendung.

Bei leichteren Fällen einer perforierten Sigmadivertikulitis (Hinchey-Stadien I-II) wird ein einzelntages Vorgehen favorisiert. Nach laparoskopischer Darmresektion kann in den meisten Fällen eine Anastomose sicher und mit geringem Insuffizienzrisiko angelegt werden.

Bei schwereren Verlaufsformen mit diffuser Peritonitis (Hinchey-Stadien III-IV) und ggf. abdomineller Sepsis und septischem Multiorganversagen wird das Konzept der Damage Control Surgery mit abdomineller Vakuumtherapie unter Verwendung eines Folien-Schwamm-Systems verfolgt. Dieses moderne Konzept bietet bei akzeptabler Morbidität und Letalität und hoher sekundärer Kontinuitätsrate eine überzeugende Alternative zu anderen Therapieoptionen wie der primären Anastomosenanlage mit protektivem Stoma oder der Hartmann-Operation.

Die noch vor wenigen Jahren als Goldstandard geltende primäre Diskontinuitätsresektion nach Hartmann hat nur noch in wenigen ausgewählten Fällen ihren Stellenwert.

Das Prinzip der DCS mit abdomineller Unterdrucktherapie hat in den letzten Jahrzehnten eine rasante Entwicklung und Verbreitung erfahren und ist zu einem wertvollen und etablierten Instrument in der Therapie schwerer, komplizierter und häufig langwieriger abdomineller Infekte geworden. Es handelt sich um ein die etablierten Therapieverfahren ergänzendes Konzept mit guten Kurz- und Langzeitresultaten, das insbesondere bei fortgeschrittenen Erkrankungsstadien und multimorbiden Patienten indiziert ist. Auch wenn es bisher nur wenig evidenzbasierte Empfehlungen gibt, hat das Konzept einen festen Stellenwert im klinischen Alltag. Trotz häufig fehlender Vergleichbarkeit der Patientenkollektive und nur geringer Fallzahlen sollte eine Absicherung durch prospektiv-randomisierte Multicenter-Studien angestrebt werden.

## Abstract (English):

**Background/Purpose:** Perforated sigmoid diverticulitis with advanced generalized peritonitis is a life-threatening condition, associated to high rates of morbidity and mortality. The best surgical strategy for the management of perforated diverticulitis is yet to be clearly defined. The aim of this retrospective study was to evaluate the concept of damage control surgery with abdominal vacuum therapy; a surgical technique introduced in Marienkrankenhaus Hamburg in 2013.

**Methods:** All patients were included who underwent emergency intervention for perforated diverticular disease of the sigmoid colon in Marienkrankenhaus Hamburg between 2013 and 2019. Patients in the damage control study group (DCS) received a two-stage procedure: limited resection of the diseased colonic segment, closure of proximal colon and distal stump, and application of an abdominal vacuum at the initial surgery. After a period of 24-48h, during a second-look laparotomy, a decision was made between anastomosis and Hartmann's procedure. The control group (DOP) consisted of patients receiving the definitive reconstruction (anastomosis or Hartmann's procedure) at the initial operation. For both groups, all relevant epidemiologic, clinical, surgery-related, and economic data was collected and analyzed. Surgical quality parameters such as morbidity, mortality and primary/secondary continence rate were of particular significance. Furthermore, the results were compared and discussed relative to previous study groups/literature.

**Results:** Of the 58 patients included in this study, 33 were in the DCS group and 25 in the DOP group. The majority of patients in the DCS group were in stage III and IV according to the Hinchey classification (stage III: 60.6%; stage IV: 12.1%). Whereas in the DOP group, only 24% had purulent or fecal peritonitis (stage III: 20%; stage IV: 4%). In the DCS group, the median MPI was 17 (range 0-39), and 21% (7/33) of the patients suffered from organ failure at the time of the operation. In the DOP group the median MPI was 11 (range 0-35) and only 8% (2/25) had organ failure. All patients in the DCS group were treated according to the concept of Damage Control Surgery. In the median, 2 relaparotomies (range 1-6) were required. In this group, 20 of 33 patients (60.6%) received an anastomosis, whilst in 13 patients a discontinuity resection according to Hartmann was performed

(39.4%). The postoperative anastomotic leak rate was 15%, the revision rate 18%, and the 30-day mortality rate was 6%. After a median of 5.7 months, continence was restored in 90% of patients with terminal colostomy (secondary continence rate). In the DOP group, 92% (23/25) of the patients underwent an anastomosis, and in only 2 cases a discontinuity resection according to Hartmann was performed. The anastomotic leak rate was only 4.3%, the revision rate 16% and the 30-day mortality rate was 0%.

**Conclusion:** As a result of this retrospective study, a therapy algorithm has been established for the treatment of perforated diverticulitis. In less severe cases with localized peritonitis (Hinchey I-II), a one stage procedure with primary anastomosis can be performed with low morbidity and mortality. In patients with generalized peritonitis/abdominal sepsis, the DCS model with abdominal vacuum therapy is the recommended treatment of choice. It is a concept with proven short-term and long-term efficacy, supplementing the conventional therapeutic methods, and particularly indicated in advanced stages of disease and multimorbid patients. Although there have been few evidence-based recommendations, DCS has secured itself as a procedure in routine clinical practice.

**Key words:** Perforated diverticulitis, peritonitis, damage control surgery, abdominal vacuum therapy, abdominal sepsis



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Suprasorb® CNP Drainagefolie und Polyurethan-Schwamm.....	18
Abbildung 2: Suprasorb® CNP Drainagefolie (Abdruck mit Genehmigung der Fa. Lohmann & Rauscher GmbH & Co. KG) .....	19
Abbildung 3: Verschiedene VAC Therapieeinheiten (KCI,2014) (23).....	19
Abbildung 4: a) Status nach Lavage der Bauchhöhle, b) Einbringen der doppellagigen Drainagefolie, c) Faszienrand-Adaptation mit Einzelknopfnähten und Einpassen des PU-Schaums, d) Aufkleben des Track-Pads und Anschluss des Sog-Systems ...	21
Abbildung 5: a) Sigmaresektion mit End zu End Anastomose, b) Diskontinuitätsresektion nach Hartmann (24) .....	22
Abbildung 6: aus S2k Leitlinie Divertikulitis der AWMF (34).....	25
Abbildung 7: Klassifikation nach Hinchey (39).....	26
Abbildung 8: Verteilung der ASA-Klassen (a: DCS-Gruppe; b: DOP-Gruppe) ....	29
Abbildung 9: Stadienverteilung nach der Hinchey-Klassifikation (a: DCS-Gruppe; b: DOP-Gruppe) .....	30
Abbildung 10: Patientenverteilung auf DCS- und DOP-Gruppe .....	32
Abbildung 11: Übersicht der Beatmungstunden/Patient in der DCS-Gruppe (Patient 1-33).....	37
Abbildung 12: Übersicht des Relativgewicht/Patient in der DCS-Gruppe (Patient 1-33).....	37

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: ASA- Klassifikation (1).....	24
Tabelle 2: Klassifikation der Divertikulitis nach Hansen und Stock (2).....	27
Tabelle 3: Mannheimer Peritonitis Index (1).....	28
Tabelle 4: Ausgewählte epidemiologische und klinische Merkmale.....	31
Tabelle 5: Perioperative Morbidität und Mortalität.....	34
Tabelle 6: Nachbeobachtungsdaten der 15 Stomapatienten aus der DCS-Gruppe.....	35
Tabelle 7: Vergleich ausgewählter klinischer Parameter beider Patientengruppen.....	40
Tabelle 8: Vergleich der Outcome-Daten verschiedener Studien zur DCS.....	48
Tabelle 9: Grund für die Stomaanlage bei Patienten der DCS-Gruppe.....	50

## Abkürzungsverzeichnis

AI	Anastomoseninsuffizienz
APACHE II	Acute Physiology And Chronic Health Evaluation
ASA	American Society of Anesthesiologists
CDD	Classification of diverticular disease
CRP	C-reaktives Protein
CT	Computertomographie
DCS	Damage Control Surgery
DIC	Disseminierte intravasale Gerinnung
DOP	Definitive einzeitige Operation
DRG	Diagnosis Related Groups; deutsch: diagnosebezogene Fallgruppen
ICD	International Classification of Diseases and Related Health Problems"; deutsch: „Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme“
ICU	Intensive Care Unit; deutsch: Intensivstation
KCI	KCI Medizinprodukte GmbH
KIS	Krankenhausinformationssystem
MMP	Matrix-Metalloproteinasen
MPI	Mannheimer Peritonitis Index
OP	Operation
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
POSSUM	Physiological and Operative Severity Score for the enumeration of Mortality and Morbidity
PU	Polyurethan
SAPS II	Simplified Acute Physiology Score
V.A.C	Vacuum Assisted Closure
VWD	Verweildauer

# 1. Einleitung

## 1.1 Fragestellung

Die perforierte Divertikulitis mit Peritonitis ist bis heute trotz operationstechnischer und intensivmedizinischer Fortschritte sowie verbesserter antiinfektöser Therapiemöglichkeiten eine herausfordernde Erkrankung mit hoher Letalität. Während in leichteren Fällen meist eine einzeitige Operation mit Resektion und Anastomose sicher möglich ist, stehen bei schwereren Verlaufsformen der perforierten Sigmadivertikulitis verschiedene operative Verfahren zur Auswahl. Dazu zählen die primäre Resektion mit Anastomose und protektivem Stoma, die Diskontinuitätsresektion nach Hartmann und die Laparoskopische Lavage. Seit 2013 kommt im Marienkrankenhaus Hamburg das noch relativ neue Konzept der Damage Control Surgery mit abdomineller Unterdrucktherapie zum Einsatz. In der vorliegenden Arbeit werden verfahrensspezifische Vor- und Nachteile aufgeführt und das Konzept im Hinblick auf seine Ergebnisqualität überprüft. Die Ergebnisse werden kritisch analysiert und mit den Daten anderer Arbeitsgruppen verglichen. Bei derzeit noch nicht vorliegenden evidenzbasierten Empfehlungen soll aus dem Datenmaterial der eigenen, zwischen 2013-2019 behandelten Fälle ein stufenbasierter Therapiealgorithmus abgeleitet werden.

## 1.2 Historischer Rückblick

Morgagni beschrieb erstmals im Jahr 1761 Divertikel in seinem Werk „De sedibus et causis morborum – per anatomicos indagatis libri quinque“ (3,4). Cruveilhier beschrieb 1849 erstmals eine Divertikelentzündung (5).

Der Erlanger Chirurg Graser nahm 1898/1899 umfangreiche pathologisch-anatomische Studien an Divertikeln vor und beschrieb ausführlich die Divertikelentzündung mit ihren Komplikationen (6).

Mayo et al. führten 1907 eine Kolonresektion mit Anastomose durch. Daneben entwickelten sie Therapierichtlinien für die komplizierte Divertikulitis, wie die Drainage von Abszessen, die Anlage eines Anus praeter mit nachfolgender Resektion bei Darmobstruktionen sowie die primäre Resektion eines Darmsegments bei Tumoren mit fortschreitender Symptomatik (7).

Bereits 1908 wies Telling auf die Bedeutung der Divertikulitis hin und entwickelte eine Klassifikation für die komplizierte Divertikulitis (8). Allerdings wurde die Divertikelkrankheit erst in den dreißiger Jahren als Entität von klinischer Bedeutung gewürdigt (9,10).

Smithwick stellte im Jahr 1942 erstmals ein dreizeitiges Operationsverfahren bei komplizierter Divertikulitis vor, das er später wegen der hohen Morbiditäts- und Letalitätsrate auf ein zweizeitiges Verfahren umstellte (9–11).

Die erste primäre Resektion mit Anastomose bei perforierter Divertikulitis wurde 1955 von Gregg durchgeführt (12).

Mit zunehmender klinischer Erfahrung, den sich verbessernden Operationsmethoden sowie dem Einsatz von Antibiotika entwickelte sich die Resektion des perforierten Darmabschnitts zur Standardtherapie der komplizierten Sigmoiddivertikulitis. Während anfangs noch ein dreizeitiges Vorgehen bevorzugt wurde (Anlage doppeläufiges Transversostoma, Resektion und Anastomose, Transversostoma- Rückverlagerung) änderte sich die Taktik in den 1980er Jahren und die zweizeitige Resektion wurde zum Goldstandard bei perforierter Sigmoiddivertikulitis. Bei dieser sogenannte Diskontinuitätsresektion nach Hartmann wurde in einem ersten Schritt der betroffene Darmabschnitt reseziert, der Rektumstumpf blind verschlossen und ein endständiges Descendostoma

angelegt. In einem zweiten Schritt erfolgte dann die Wiederherstellung der Darmkontinuität durch Rückverlagerung des Descendostomas (2,13).

In den folgenden Jahren rückte insbesondere in den frühen Stadien der perforierten Sigmadivertikulitis (Hinchey I und II) die primäre Resektion mit Anastomose in den Vordergrund. In fortgeschrittenen Stadien (Hinchey III und IV) wurden zur optimierten Therapie der schweren Peritonitis mehrzeitige Verfahren entwickelt (u.a. programmierte Relaparotomie, kontinuierliche Peritoneallavage) (14).

Eine weitere Entwicklung stellt die im Folgenden zu diskutierende, relativ neue Technik der abdominalen Unterdrucktherapie dar.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Datenerhebung und Auswertung

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine retrospektive Untersuchung. Über das Krankenhausinformationssystem (KIS) des Marienkrankenhauses Hamburg wurden alle Patienten abgefragt, die zwischen 2013 und 2019 wegen einer perforierten Sigmadivertikulitis (CDD Klassifikation Typ 2a-c; Hinchey Stadium I-IV) stationär behandelt und operativ versorgt wurden.

Für die Diagnoseabfrage wurden die ICD-Codes K57.20-23 (Divertikulose des Dickdarms mit Perforation und Abszess) verwandt (aus: ICD-10 GM 2020).

Für die Prozedurenabfrage wurden die OPS-Codes 5-455 (partielle Resektion des Dickdarms) und 5-484 (Rektumresektion unter Sphinktererhaltung) verwandt (aus: OPS 2020).

Der OPS-Code 5-455 schließt neben der klassischen Sigmaresektion auch die Hemikolektomie links, die Diskontinuitätsresektion nach Hartmann als auch laparoskopische Vorgehen ein. Der OPS-Code 5-484 schließt neben der anterioren Rektumresektion auch die Rektosigmoidresektion und laparoskopische Vorgehen ein.

Anschließend erfolgte die Auswertung der Patientenakten im Hinblick auf das durchgeführte Operationsverfahren. Dabei wurden drei unterschiedliche Verfahren durchgeführt:

- Damage Control Surgery (DCS) mit Kolonresektion und abdomineller Unterdrucktherapie
- Kolonresektion mit primärer Anastomose
- Diskontinuitätsresektion nach Hartmann

Anhand dieser Unterteilung erfolgte die Zuordnung in zwei Patientengruppen:

1. Patienten mit Kolonresektion und abdomineller Unterdrucktherapie (im Folgenden DCS-Gruppe genannt)
2. Patienten mit einzeitiger, definitiver Versorgung- primäre Anastomose oder Hartmann-Operation (im Folgenden DOP-Gruppe genannt)

In die DCS-Gruppe konnten 33 Patienten eingeschlossen werden, in die DOP-Gruppe 25 Patienten.

Über das Krankenhausinformationssystem (KIS) des Marienkrankenhauses bestand Zugriff auf alle relevanten Patientenunterlagen wie Anamnese, Operationsbericht, Anästhesieprotokoll, Intensivbericht und Entlassungsbrief sowie klinische Befunde (wie z.B. Laborbefunde, röntgenologische Diagnostikbefunde, mikrobiologische Ergebnisse und Histologie).

Aus diesen Daten wurden verschiedene Untersuchungs- und Auswertungsparameter abgeleitet. Diese wurden in folgende Kategorien gruppiert und in einer Exceltabelle aufgelistet:

1. Demografische Daten:

Alter

Geschlecht

2. Klinische Daten:

CRP

ASA-Klassifikation

Hinchey-Klassifikation

Mannheimer Peritonitis-Index (MPI)

Perioperatives Organversagen

3. OP- Daten:

Zeitspanne (Aufnahme/OP)

Anzahl Relaparotomien

Anastomosenart

Anastomosenhöhe

OP-Zugang (Offen, Laparoskopisch, Konversion)

4. Perioperative Morbidität-/Letalität:
  - Allgemeine Komplikationen
  - Chirurgische Komplikationen
  - Anastomoseninsuffizienz
  - Revisionseingriffe
  - 30-Tage Letalität
  
5. Ökonomische Daten:
  - Krankenhausverweildauer
  - Verweildauer ICU
  - Postoperative Beatmungstunden
  - Relativgewicht (DRG)

Bei Patienten, die vor Ablauf der 30-Tage Frist aus stationärer Behandlung entlassen wurden, konnte in den meisten Fällen über eine Recherche im KIS (spätere Krankenhausaufenthalte) der Vitalstatus geklärt werden. In den Fällen, in denen keine Informationen vorlagen, erfolgte eine telefonische Abfrage.

Bei allen Patienten, bei denen im Behandlungsverlauf ein Stoma angelegt wurde, entweder im Rahmen einer Diskontinuitätsresektion nach Hartmann oder sekundär als Folge einer Anastomoseninsuffizienz, erfolgte eine Nachbeobachtung. In den meisten Fällen wurde die Stomarückverlegung im Marienkrankenhaus Hamburg vorgenommen, sodass der Eingriff im KIS dokumentiert war. In unklaren Fällen wurden die Patienten angeschrieben.

## **2.2 Operationsmethode**

### **2.2.1 Damage Control Surgery**

Der Begriff Damage Control Surgery (DCS) stammt ursprünglich aus der Unfallchirurgie und wurde 1993 erstmals von Rotondo et al. für das Management von traumatischen Abdominalverletzungen verwandt (15). Ziel der DCS war eine möglichst schnelle „Schadensbegrenzung“ bei der Erstversorgung von Patienten mit schweren Abdominaltraumen wie z.B. Leberruptur.



Um ein progredientes Schockgeschehen mit Azidose, disseminierter intravasaler Gerinnung (DIC) und drohendem Multiorganversagen zu verhindern, wurde ein mehrstufiges Behandlungskonzept entwickelt (16).

Danach sollte nach einer möglichst kurzen präoperativen Phase (Transport, Stabilisierung) die Notfalllaparotomie erfolgen, um Blutungen zu beherrschen und eine Kontamination der Bauchhöhle zu kontrollieren. Während der nachfolgenden Intensivphase wurde eine hämodynamische Stabilisierung, sowie ein Ausgleich von Azidose, Hypothermie und Koagulopathie vorgenommen. Nach einem Intervall von ca. 24 bis 48 Stunden konnte dann die definitive operative Versorgung der Abdominalverletzungen angestrebt werden (17,18).

In der Folgezeit wurde dieses Behandlungskonzept auch bei Nicht-Traumapatienten wie z.B. Patienten mit Darmperforation und Peritonitis eingesetzt. Perathoner et al. 2010 (19) und andere (20) behandelten auf diese Weise Patienten mit perforierter Sigmadivertikulitis und generalisierter Peritonitis. Ihr zweistufiges Konzept sah bei der Notfalloperation eine limitierte Darmresektion mit Blindverschluss der Darmenden und Lavage des Abdomens vor. Zum temporären Bauchdeckenverschluss wurde ein abdominelles Unterdruckverfahren eingesetzt. Nach einem Intervall von 24-48 Stunden erfolgte dann die Relaparotomie mit definitiver chirurgischer Rekonstruktion in Form einer Anastomosierung der Darmenden oder mit Anlage eines endständigen Kolostomas (Hartmann-Operation).

### **2.2.2 Abdominelle Unterdrucktherapie mit Drainagefolie und PU-Schaum**

Die abdominelle Unterdrucktherapie ist ein mittlerweile etabliertes Therapiekonzept zur effizienten Behandlung von Patienten mit perforierter Sigmadivertikulitis und diffuser Peritonitis.

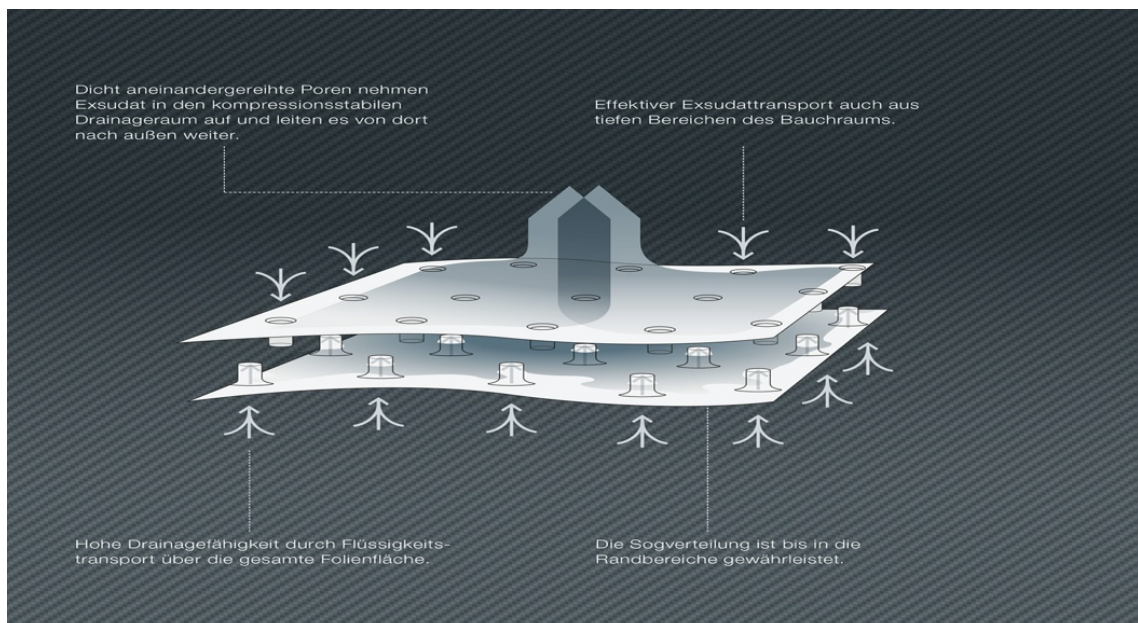
Neben dem Schutz des Intestinums ermöglicht die Folie eine kontinuierliche Drainage peritonealer Sekrete sowie eine Stabilisierung der Faszienvhältnisse (21,22).

Alle in unserer Untersuchung nach dem DCS-Konzept behandelten Patienten erhielten eine abdominelle Unterdrucktherapie mit Suprasorb® CNP Drainagefolie und Polyurethan-Schwamm (VAC® GranuFoam, KCI USA Inc., San Antonio, Texas).



Abbildung 1: Suprasorb® CNP Drainagefolie und Polyurethan-Schwamm

Wesentlicher Bestandteil des Systems ist die doppelagige Polyethylenfolie in einer Größe von 770 x 600mm. Die Suprasorb® CNP Drainagefolie besitzt kegelförmige Poren, die durch ihre Geometrie ein Kollabieren verhindern und so einen kontinuierlichen Abtransport der Sekrete zwischen beiden Lagen gewährleisten.



a)

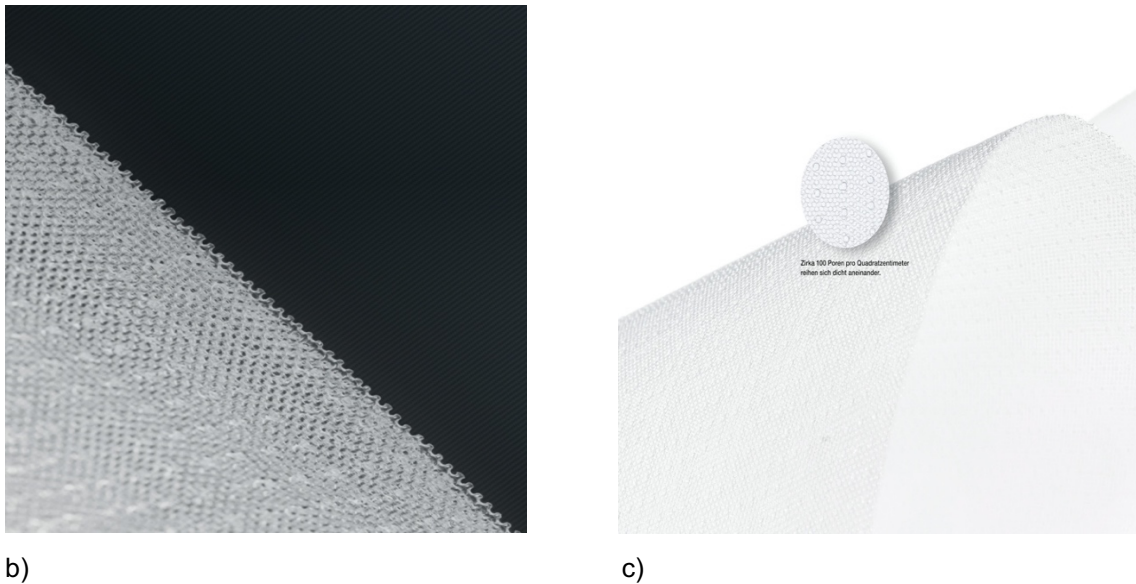


Abbildung 2: Suprasorb® CNP Drainagefolie (Abdruck mit Genehmigung der Fa. Lohmann & Rauscher GmbH & Co. KG)

Auf die Drainagefolie wird ein in der Größe zurechtgeschnittener Polyurethanschaum (PU-Schwamm) in den Fasziendefekt eingepasst. Die Wunde wird dann mit einer selbstklebenden Folie (V.A.C. Drape, KCI) versiegelt, zentral perforiert und ein vorgestanztes Pad mit Schlauchsystem (Sensa T.R.A.C. Pad, KCI) aufgeklebt.

Über eine elektronische Pumpe (KCI vac activac) wird durch permanenten Sog ein Unterdruck von -75mmHG aufgebaut. Die Kapillarwirkung und der angelegte Unterdruck bewirken synergistisch einen effektiven Abtransport von Sekreten (23).



Abbildung 3: verschiedene VAC Therapieeinheiten (KCI,2014) (24)

### 2.2.3 Operationstechnik

Im Folgenden wird das Operationsverfahren der Damage Control Surgery mit abdomineller Unterdrucktherapie, wie im Marienkrankenhaus Hamburg üblicherweise durchgeführt, beschrieben:

Es erfolgt zunächst eine Medianlaparotomie mit nachfolgender Exploration der Bauchhöhle und Entnahme eines bakteriologischen Wundabstrichs. Bei nachgewiesener Peritonitis wird eine Lavage des Bauchraumes mit 8 bis 10 Litern physiologischer Kochsalzlösung durchgeführt. Anschließend wird die Fokussanierung im Sinne einer Resektion des divertikeltragenden Kolonsegments vorgenommen. In den meisten Fällen handelt es sich vom Resektionsausmaß um eine klassische Sigmaresektion, in einzelnen Fällen ist eine erweiterte Resektion als Hemikolektomie links oder zusätzliche anteriore Rektumresektion erforderlich.

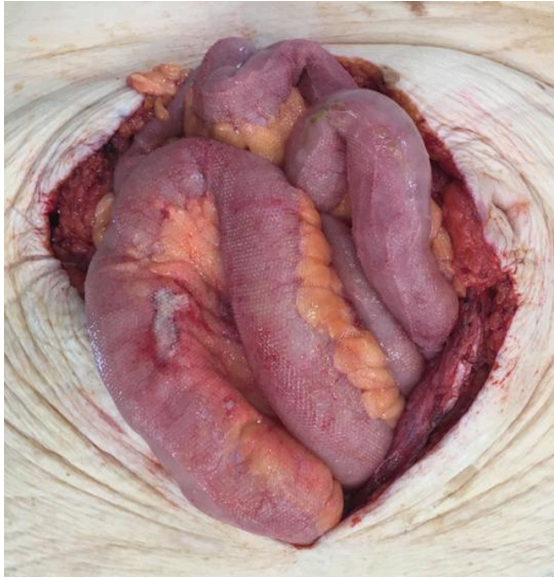
Das Absetzen des Darms im Bereich der Resektionsgrenzen wird mit einem linearen Klammernahtgerät vorgenommen, sodass zwei blindverschlossene Darmenden resultieren (oraler Descendensschenkel, aboraler Rektumstumpf).

Sollte aufgrund der Schwere der Peritonitis oder kritischen Situation des Patienten keine primäre Anastomose möglich sein wird eine abdominelle Unterdrucktherapie begonnen.

Die doppelagige Drainagefolie (Suprasorb® CNP Drainagefolie, Lohmann & Rauscher GmbH und Co. KG., Deutschland) wird so platziert, dass das gesamte Intestinum möglichst vollständig abgedeckt ist. Die Folienränder sollten dabei bis in beide parakolischen Rinnen, nach subhepatisch sowie ins kleine Becken reichen. Idealerweise sollte die Folie so gefältelt werden, dass auch interenterische Sekretstraßen drainiert werden. Bei der ausreichend groß dimensionierten Drainagefolie (770x600mm) ist dies in den meisten Fällen möglich. Auch kann die Folie entsprechend zurechtgeschnitten werden.

Anschließend erfolgt die Adaptation der Faszienränder mit Vicryl-Einzelknopfnähten (Ethicon® Vicryl TM Plus, 1 CT1; Ethicon, Norderstedt, Deutschland) von kranial nach kaudal, sodass zentral ein 10 x 5cm großer Fasziendefekt bestehen bleibt. Die Adaptation soll eine im Verlauf zu erwartende Retraktion der Faszienränder verhindern. In den Fasziendefekt wird ein entsprechend

zurechtgeschnittener Polyurethanschaum (VAC® GranuFoam, KCI USA Inc., San Antonio, Texas) eingepasst.



a)



b)



c)



d)

Abbildung 4: a) Status nach Lavage der Bauchhöhle, b) Einbringen der doppelagigen Drainagefolie, c) Faszienrand-Adaptation mit Einzelknopfnähten und Einpassen des PU-Schaums, d) Aufkleben des Track-Pads und Anschluss des Sog-Systems

Bei hohen intraabdominellen Drücken mit drohendem Kompartmentsyndrom kann die Faszienlücke auch großzügiger gewählt werden. Bei adipöser Bauchdecke kann zusätzlich ein weiterer subkutaner Schwamm platziert werden.

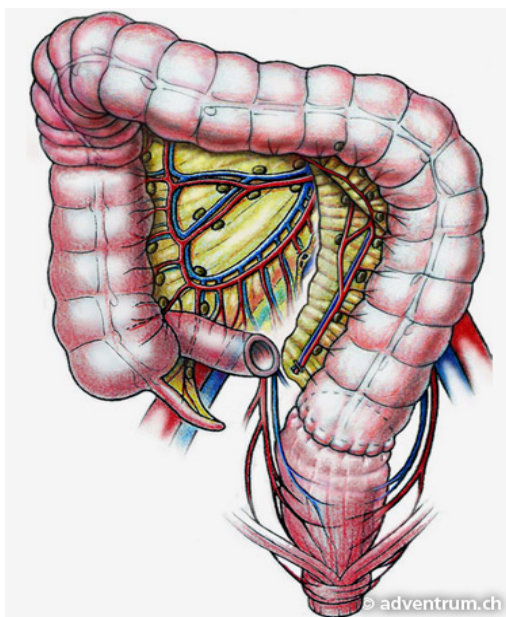
Versiegeln der Abdominalwunde mit einer selbstklebenden Folie (V.A.C. Drape, KCI), Aufkleben des vorgestanzten Klebe-Pads (Sensa T.R.A.C. Pad, KCI) und Anschluss der elektronischen Pumpe (KCI V.A.C. Freedom®, KCI USA Inc., San Antonio, Texas) mit einem kontinuierlichen Sog von -75mmHg.

Die geplante Relaparotomie sollte in Abhängigkeit vom Kontaminationsgrad der Bauchhöhle im Rahmen der Peritonitis nach ca. 48-72 Stunden erfolgen.

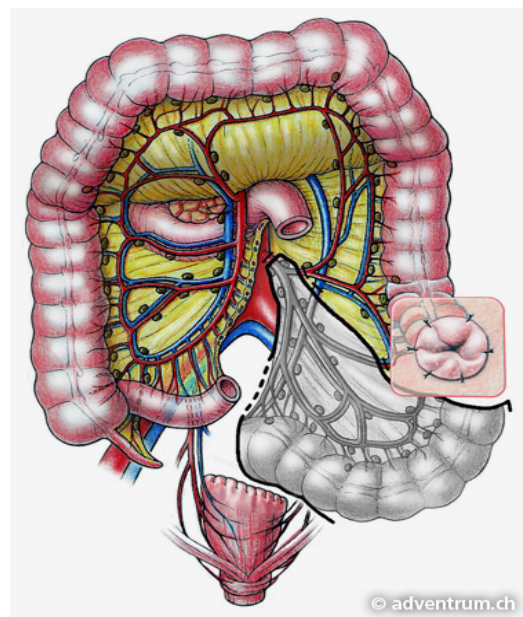
Sollte die abdominelle Unterdrucktherapie beendet werden können, muss der Operateur in Abhängigkeit von der abdominellen Infektsituation sowie dem Gesamtzustand des Patienten entscheiden, ob eine Anastomosierung durchgeführt werden kann oder eine Hartmann-Situation geschaffen wird.

Im Falle einer Anastomosierung erfolgt die Kontinuitätswiederherstellung in Double- Stapling-Technik durch End- zu Seit Descendorektostomie. Dabei wird das orale Descendensende auf die Rektumvorderwand platziert (Abb. 5a).

Im Falle einer Hartmann Situation wird ein endständiges Descendostoma angelegt. (Abb. 5b)



a)



b)

Abbildung 5: a) Sigmaresektion mit End zu End Anastomose, b) Diskontinuitätsresektion nach Hartmann (25)

Anschließend kann ein primärer Bauchdeckenverschluss erfolgen, der in fast allen Fällen erreicht werden kann. Zum Bauchdeckenverschluss wird eine fortlaufende Naht mit einer Vicrylschlinge vorgenommen (Ethicon® Coated

Vicryl™ 1CT). Bei persistierender Fasziendehiscenz kann das Einnähen eines Polyglactinnetzes mit nachfolgendem Hautverschluss unter Inkaufnahme einer Narbenhernie erforderlich werden.

## **2.3 Definitionen und Klassifikationen**

### **2.3.1 C-reaktives Protein (CRP)**

Das C-reaktive Protein wird überwiegend in der Leber als akut Phase Protein als Antwort auf eine Stimulation durch Interleukin IL-6, TNF- $\alpha$  und IL-1 $\beta$  am Entzündungsort produziert (26).

Da der CRP-Serumspiegel lediglich durch eine chronische Lebererkrankung beeinflussbar ist und andere Einflussfaktoren wie z.B. Medikamente keine Rolle spielen (27,28), ist das CRP ein wertvoller Marker um die Aktivität einer entzündlichen Erkrankung nachzuweisen (26).

Käser et al. (27) konnten zeigen, dass das CRP ein statistisch signifikanter Marker bei komplizierter Divertikulitis ist. Dabei signalisiert ein CRP-Wert  $>200\text{mg/l}$  eine peritoneale Beteiligung und ist ein geeigneter Indikator für das Vorhandensein einer Perforation. Bei CRP Werten  $<50\text{mg/l}$  ist eine Perforation bei akuter Sigmadivertikulitis eher unwahrscheinlich.

Der Normalwert des CRPs im Serum beträgt bis  $5\text{mg/l}$ .

Von allen untersuchten Entzündungsmarkern wies das C-Reaktive Protein die größte diagnostische Genauigkeit bei der Diagnostizierung einer Perforation bei akuter Sigmadivertikulitis auf (27,29,30). Verschiedene Studien legen darüber hinaus nahe, dass das CRP auch prädiktiver Marker für das Auftreten einer post-operativen Anastomoseninsuffizienz nach kolorektalen Eingriffen sein könnte (31,32).

### **2.3.2 ASA – Klassifikation**

Die ASA Klassifikation (American Society of Anesthesiologists) ist eine häufig verwendete Einteilung von Patienten, die sowohl im klinischen Alltag als auch in wissenschaftlichen Untersuchungen zur Anwendung kommt. Die Einschätzung wird im Wesentlichen durch die Vorerkrankungen und den Akutzustand des Patienten zum Zeitpunkt der Operation beeinflusst (33).

Die ASA-Klassifikation ermöglicht eine relativ genaue präoperative Vorhersage über das Operationsrisiko sowie die perioperative Morbidität und Letalität.

Ein häufig auftretendes Problem bei der Anwendung der ASA-Klassifikation ist die Subjektivität der Beurteilung durch den Anästhesisten (33).

In unserer Untersuchung wurde bei fehlender Angabe der ASA-Klasse des Patienten die entsprechende Einteilung anhand der vorhandenen Anamnesedaten und klinische Parameter vorgenommen.

Tabelle 1: ASA- Klassifikation (1)

<b>Klasse</b>	<b>Gesundheitszustand des Patienten</b>
I	Patient normalerweise gesund
II	Patient mit mäßig schwerer systemischer Krankheit (Beispiel: Mäßige Hypertonie RR<200 mmHg, insulinpflichtiger Diabetes mellitus)
III	Patient mit schwerer systemischer Krankheit, die aber physisch nicht handlungsunfähig macht. (Beispiel: Kompensierte Herzinsuffizienz, Angina pectoris, chronische respiratorische Insuffizienz)
IV	Patient mit schwerer systemischer Krankheit, die physisch handlungsunfähig macht und/oder ständig sein Leben bedroht. (Beispiel: Myokardinfarkt innerhalb von 6 Monaten, schwere Hypertonie, Nieren- oder endokrine Insuffizienz)
V	Patient moribund, dessen Überleben nicht für mehr als 24 Stunden erwartet wird, mit oder ohne Operation

### 2.3.3 Klassifikationen bei perforierter Sigmadivertikulitis

In dieser Arbeit wurden ausschließlich Patienten mit einer perforierten Sigmadivertikulitis berücksichtigt, nach der derzeit gültigen CDD-Klassifikation (Classification of diverticular disease) entspricht das den Typen 2a-c. (Abb. 6)



Klassifikation der Divertikulitis / Divertikelkrankheit Classification of diverticular disease - CDD		
<b>Typ 0</b>	<b>Asymptomatische Divertikulose</b>	
		Zufallsbefund; asymptomatisch Keine Krankheit
<b>Typ 1</b>	<b>Akute unkomplizierte Divertikelkrankheit / Divertikulitis</b>	
<b>Typ 1a</b>	Divertikulitis/Divertikelkrankheit ohne Umgebungsreaktion	Auf die Divertikel beziehbare Symptome Entzündungszeichen (Labor): optional Typische Schnittbildgebung
<b>Typ 1b</b>	Divertikulitis mit phlegmonöser Umgebungsreaktion	Entzündungszeichen (Labor): obligat Schnittbildgebung: phlegmonöse Divertikulitis
<b>Typ 2</b>	<b>Akute komplizierte Divertikulitis wie 1b, zusätzlich:</b>	
<b>Typ 2a</b>	Mikroabszess	Gedechte Perforation, kleiner Abszess ( $\leq 1\text{cm}$ ); minimale parakolische Luft
<b>Typ 2b</b>	Makroabszeß	Para- oder mesokolischer Abszess ( $>1\text{cm}$ )
<b>Typ 2c</b>	Freie Perforation	Freie Perforation, freie Luft / Flüssigkeit generalisierte Peritonitis
<b>Typ 2c1</b>	Eitrige Peritonitis	
<b>Typ 2c2</b>	Fäkale Peritonitis	
<b>Typ 3</b>	<b>Chronische Divertikelkrankheit</b> Rezidivierende oder anhaltende symptomatische Divertikelkrankheit	
<b>Typ 3a</b>	Symptomatische unkomplizierte Divertikelkrankheit (SUDD)	Typische Klinik Entzündungszeichen (Labor): optional
<b>Typ 3b</b>	Rezidivierende Divertikulitis ohne Komplikationen	Entzündungszeichen (Labor) vorhanden Schnittbildgebung: typisch
<b>Typ 3c</b>	Rezidivierende Divertikulitis mit Komplikationen	Nachweis von Stenosen, Fisteln, Konglomerat
<b>Typ 4</b>	<b>Divertikelblutung</b>	Nachweis der Blutungsquelle

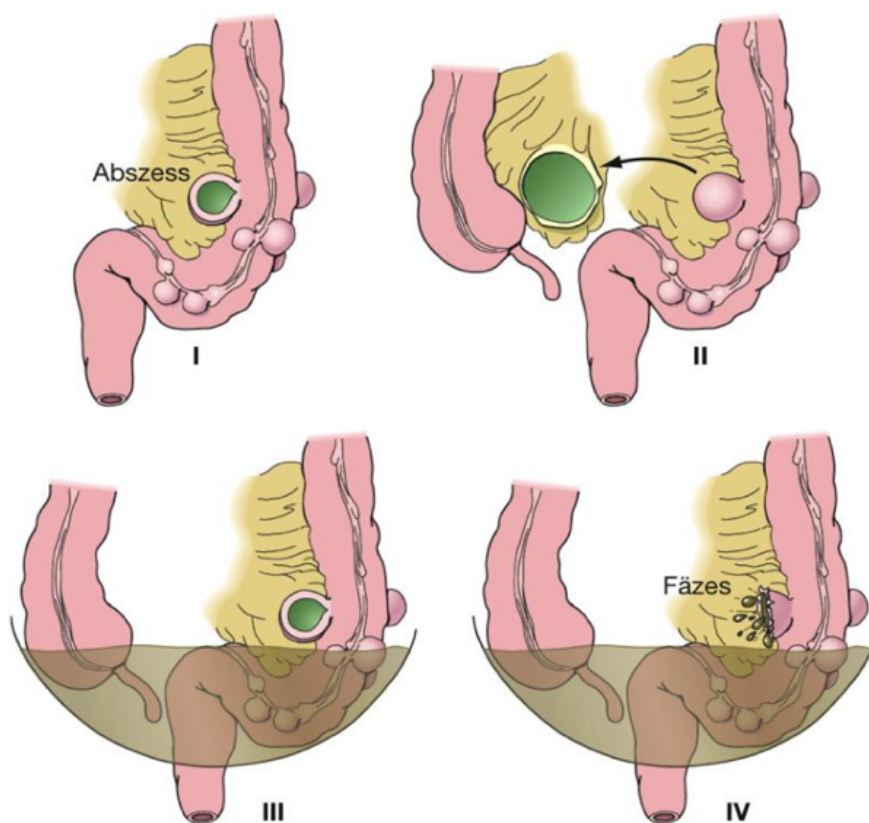
Abbildung 6: aus S2k Leitlinie Divertikulitis der AWMF (34)

Vor diesem Hintergrund wurde deshalb in der vorliegenden Arbeit zur Beurteilung des Schweregrads einer perforierten Divertikulitis die Hinchey -Klassifikation gewählt.

Durch verbesserte Bildgebung und die damit verbundene Festlegung der Behandlungsstrategie bei perforierter Divertikulitis wurde die originale Hinchey-Klassifikation mittlerweile mehrfach modifiziert.

Die in dieser Arbeit verwandte, ursprüngliche Hinchey-Klassifikation unterscheidet vier Stadien der perforierten Divertikulitis basierend auf dem intraoperativen Befund.

Im Stadium I findet sich ein lokalisierter, perikolischer Abszess. Im Stadium II besteht eine gedeckte Perforation mit Abszedierung im Unterbauch, Retroperitoneum oder kleinem Becken. Hinchey III definiert eine generalisierte, putride Peritonitis ohne Kommunikation zum Darmlumen, während im Stadium IV eine generalisierte kotige Peritonitis mit Kontakt zum Darmlumen vorliegt (2,32,35–38).



Aus: Harrisons Innere Medizin, 18. Auflage (Copyright: ABW Wissenschaftsverlag GmbH)

Abbildung 7: Klassifikation nach Hinchey (39)

Dagegen schlagen Hansen und Stock eine Stadieneinteilung vor, die verstärkt klinische Gesichtspunkte berücksichtigt, bereits prätherapeutisch eine Aussage über den Schweregrad einer Divertikulitis erlaubt (32,35) sowie eine stadienadaptierte Therapie ermöglicht (37,40–42).

Dabei werden in der Einteilung nach Hansen und Stock sowohl klinische und endoskopische als auch radiologische Befunde berücksichtigt (2).

Da es sich in der vorliegenden Arbeit lediglich um Fälle mit perforierter Divertikulitis handelt, war eine zusätzliche Berücksichtigung dieser Klassifikation nicht erforderlich.

Tabelle 2: Klassifikation der Divertikulitis nach Hansen und Stock (2)

<b>Hansen-Stock 0</b>	Asymptomatische Divertikulose
<b>Hansen-Stock 1</b>	Akute unkomplizierte Divertikulitis
<b>Hansen-Stock 2</b>	Akute komplizierte Divertikulitis Ila Peridivertikulitis/phlegmonöse Divertikulitis Ilb Gedeckte Perforation/perikolischer Abszess Ilc Freie Perforation/generalisierte Peritonitis
<b>Hansen-Stock 3</b>	Chronische Divertikulitis

### 2.3.4 Mannheimer Peritonitis Index

Bei dem Mannheimer Peritonitis Index handelt es sich um ein einfaches und effektives Scoring-System, das zur Beurteilung des Schweregrads einer Peritonitis sowie zu Abschätzung des Morbiditäts- und Letalitätsrisikos geeignet ist.

Der MPI wurde 1987 von Linder et al. erstmals beschrieben (43). Die dem Score zugrunde liegenden acht Parameter können prä- und intraoperativ ohne technischen Aufwand erhoben werden (44).

Die verschiedenen Parameter sind in der unten abgebildeten Tabelle aufgeführt. Der leicht zu erhebende Punktescore korreliert eng mit der Letalität. Nach Untersuchungen von Demmel et al. (45) betrug die Letalität bis zu einem Score

von 26 Punkten lediglich 5,5%, bei über 26 Punkten starben 36,3% der Patienten (43).

Der MPI Score ist jedoch nicht nur ein zuverlässiges Prognoseinstrument, sondern ermöglicht auch eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse verschiedener Patientenkollektive in operativen Therapiestudien.

Im Gegensatz zu anderen gebräuchlichen Score Systemen, wie dem APACHE II-Score, dem SAPS II-Score oder dem POSSUM-Score, ist mit dem MPI jedoch keine regelmäßige Verlaufsbeurteilung der intensivmedizinisch betreuten Patienten im Hinblick auf das individuelle Letalitätsrisiko möglich.

Tabelle 3: Mannheimer Peritonitis Index (1)

Risikofaktoren	Ladung	vorhanden	
		ja	nein
Alter >50 Jahre	5		
Geschlecht weiblich	5		
Organversagen	7		
Malignom	4		
Präoperative Peritonitisdauer >24 Stunden	4		
Ausgangspunkt nicht Kolon	4		
Ausbreitung diffus	6		
Exsudat (nur eine Antwort)			
klar	0		
trüb-eitrig	6		
kotig-jauchig	12		
<b>Summe der Ja – Antworten: Index =</b>			

## 2.4 Methodik der statistischen Auswertung

Im Rahmen der deskriptiven statistischen Auswertung erfolgte die Darstellung der Nominaldaten über Absolutwerte sowie Prozentangaben in Bezug auf die untersuchte Stichprobe.

Für die abgefragten Untersuchungs- und Auswertungsparameter wurden jeweils Mittelwert und Standardabweichung sowie Median und Range (Schwankungsbereich) ermittelt.

### 3. Ergebnisse

Im Marienkrankenhaus Hamburg wurden zwischen 2013 und 2019 insgesamt 58 Patienten mit einer perforierten Sigmadivertikulitis operiert.

Bei 33 Patienten wurde das Konzept der Damage Control Surgery mit abdomineller Unterdrucktherapie verfolgt (DCS-Gruppe). Bei 25 Patienten wurde eine definitive einzeitige operative Versorgung vorgenommen (DOP-Gruppe).

#### 3.1 Demografische Daten

Das durchschnittliche Alter der Patienten in der DCS-Gruppe betrug 60,2 (28-87) Jahre. Von den 33 Patienten waren 19 männlich und 14 weiblich.

In der DOP-Gruppe war das durchschnittliche Alter mit 58,9 (37-82) Jahren etwas geringer, der Anteil weiblicher Patient war mit 14 gegenüber 11 männlichen Patienten etwas höher.

#### 3.2 Klinische Daten

Von den 33 Patienten der DCS-Gruppe wiesen 4 eine ASA-Klasse 1 auf, 12 Patienten befanden sich in der ASA-Klasse 2. Insgesamt 52% (17/33) dieses Kollektivs hatten relevante Komorbiditäten der ASA-Klassen 3 (n=9) und 4 (n=8).

In der DOP-Gruppe dagegen befanden sich 15 von 25 Patienten in den ASA-Klassen 1/2 und lediglich 40% in den ASA-Klassen 3 und 4 (10/25).

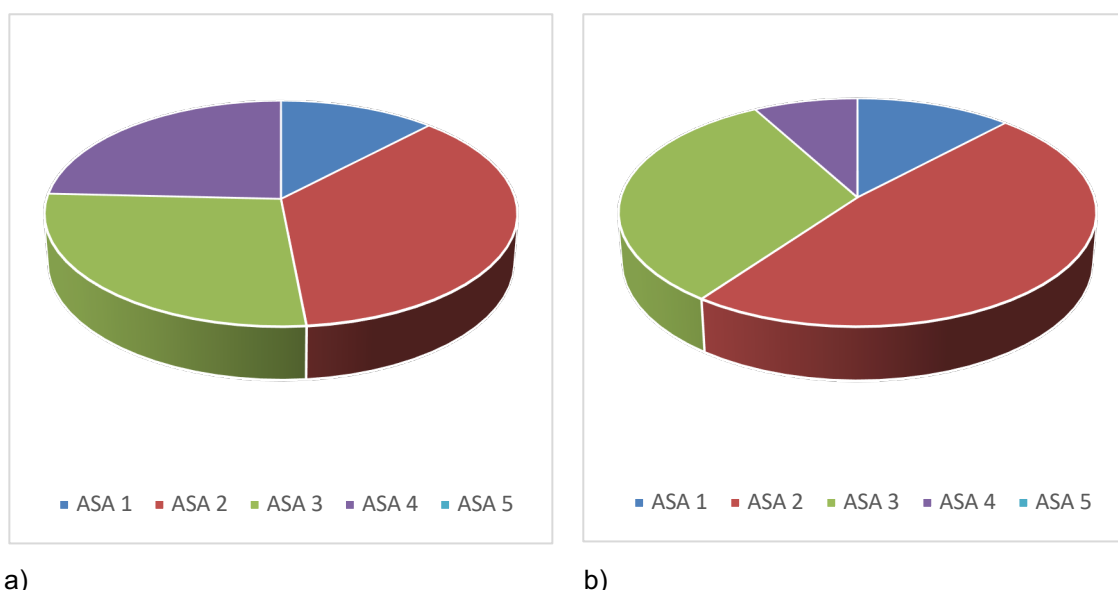


Abbildung 8: Verteilung der ASA-Klassen (a: DCS-Gruppe; b: DOP-Gruppe)

Der Großteil der Patienten der DCS-Gruppe befand sich im Stadium III und IV nach der Hinchey-Klassifikation (Stadium III: 60,6%; Stadium IV: 12,1%). In der DOP-Gruppe dagegen wiesen lediglich 24% eine eitrige oder kotige Peritonitis auf (Stadium III: 20%; Stadium IV: 4%). 19 von 25 Patienten dieses Kollektivs (76%) befanden sich im Stadium Hinchey I und II, in der DCS-Gruppe waren es nur 27,3%. In beiden Gruppen befand sich kein Patient im Hinchey Stadium I.

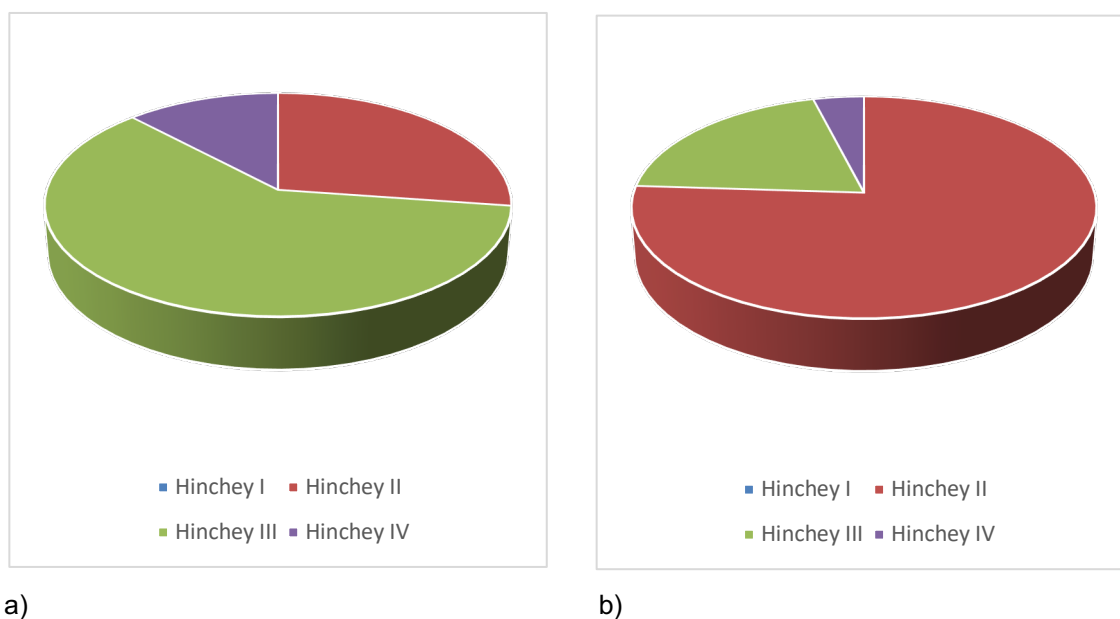


Abbildung 9: Stadienverteilung nach der Hinchey-Klassifikation (a: DCS-Gruppe; b: DOP-Gruppe)

In der DCS-Gruppe betrug der mediane MPI 17 (Range 0-39), 21% (7/33) der Patienten wiesen bereits zum Operationszeitpunkt ein Organversagen auf.

In der DOP-Gruppe betrug der mediane MPI 11 (Range 0-35), lediglich 2 von 25 Patienten (8%) hatten ein Organversagen.

Der in beiden Gruppen bei Aufnahme entnommene mediane CRP Wert differierte erwartungsgemäß deutlich. In der DCS-Gruppe lag er bei 152 mit einem Range von 2-471, in der DOP-Gruppe betrug der Median 90, der Schwankungsbereich 6-320.

Tabelle 4: Ausgewählte epidemiologische und klinische Merkmale

	<b>DCS-Gruppe</b>	<b>DOP-Gruppe</b>
Alter (MW/range)	60,2 (28-87)	58,9 (37-82)
Geschlecht (m/w)	19/ 14	11/ 14
ASA Klassen 3/4 (n)	17	10
CRP (median/range)	152 (2-471)	90 (6-320)
Hinchey Stadium III & IV (n)	III=20 (60,6%); IV=4 (12,1%)	III=5 (20%); IV=1 (4%)
MPI (median/range)	17 (0-39)	11 (0-35)
Präoperatives Organversagen (n)	7	2
Postoperative Beatmungsstunden (median/range)	27 (0-690)	0 (0)
VWD ICU (median/range)	6 (0-31)	0 (0-7)
VWD Gesamt (median/range)	28 (10-66)	17 (6-83)

### 3.3 OP-Daten

Alle Patienten der DCS-Gruppe wurden nach dem Konzept der Damage Control Surgery behandelt. Nach der notfallmäßig durchgeführten Indexoperation mit Kolonsegmentresektion und Blindverschluss der Darmenden sowie Lavage des Abdomens, wurde zum temporären Bauchdeckenverschluss ein abdominaler Underdruckverband angelegt. Nach 24 bis 48 Stunden erfolgte die Second look-Laparotomie mit Reevaluation der intrabdominellen Infektsituation.

Im Median waren 2 Relaparotomien (Range 1-6) erforderlich, bis eine definitive Therapieentscheidung fiel und der Bauchdeckenverschluss vorgenommen werden konnte. Bei 20 von 33 Patienten dieses Kollektivs (60,6%) konnte eine Anastomose angelegt werden. In den meisten Fällen (75%) handelte es sich um eine End- zu- Seit Descendorektostomie.

Bei 13 Patienten wurde eine Diskontinuitätsresektion nach Hartmann durchgeführt (39,4%).

17 von 33 Patienten mussten am Aufnahmetag notfallmäßig operiert werden, in allen Fällen wurde ein konventioneller Zugang gewählt.

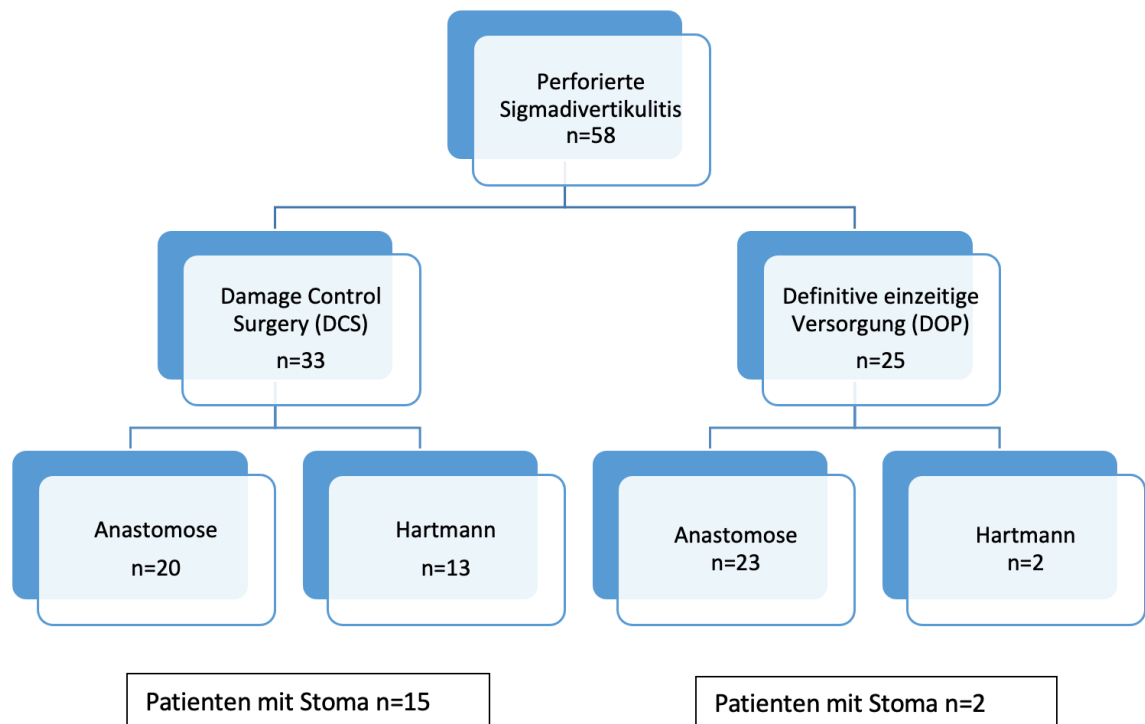


Abbildung 10: Patientenverteilung auf DCS- und DOP-Gruppe

In Vergleich zur DCS-Gruppe fiel im DOP-Kollektiv auf, dass lediglich 5 von 25 Patienten am Aufnahmetag notfallmäßig operiert wurden. Bei 5 weiteren Patienten erfolgte die operative Versorgung am ersten Tag nach stationärer Aufnahme.

In 21 von 25 Fällen konnte die Operation einzeitig vorgenommen werden. In 92% (23/25) der Fälle konnte eine Anastomose angelegt werden, bei 2 Patienten wurde eine Diskontinuitätsresektion nach Hartmann durchgeführt.

40% der Operationen wurden laparoskopisch begonnen, in 28% der Fälle musste allerdings im Operationsverlauf eine Konversion zum konventionellen Vorgehen erfolgen.



### 3.4 Morbidität und Letalität

Im DCS-Kollektiv trat bei 3 von 20 Patienten (15%) eine postoperative Anastomoseninsuffizienz auf. In 2 Fällen war bei begleitender Peritonitis eine Auflösung der Anastomose mit Umwandlung in eine Hartmannsituation erforderlich. In einem Fall konnte die umschriebene Insuffizienz durch interventionelle Spülung und Endo-VAC Einlage zur Ausheilung gebracht werden.

In 3 Fällen kam es im postoperativen Verlauf zu einer revisionspflichtigen Fasziendehiszenz (Platzbauch), in einem Fall musste wegen einer retroperitonealen Blutung eine Hämatomausräumung erfolgen. Somit mussten in der DCS-Gruppe insgesamt 6 Patienten revidiert werden, was einer Revisionsquote von 18% entspricht.

An allgemeinen Komplikationen traten eine Lungenembolie sowie in 3 Fällen eine Pneumonie auf.

Die 30-Tage Letalität betrug in diesem Patientenkollektiv 6%. Ein Patient entwickelte postoperativ eine schwere Pneumonie und verstarb in der kardiopulmonalen Insuffizienz, ein weiterer Patient nach Hartmannoperation im protrahierten septischen Schock.

In der DOP-Gruppe trat bei lediglich einem von 23 Patienten mit Anastomose postoperativ eine Insuffizienz auf. Die Insuffizienzrate lag dementsprechend bei 4,3%. Bei 2 Patienten musste wegen eines Platzbauches, bei einem Patienten wegen einer Nachblutung eine operative Revision erfolgen. In einem weiteren Fall kam es bei schwieriger Präparation zu einer revisionspflichtigen Harnleiterverletzung. Die Revisionsquote lag somit bei 16%.

Allgemeine Komplikationen wie eine Pneumonie und kurzfristige postoperative Asystolie wurden erfolgreich therapiert, die 30-Tage Letalität lag bei 0%.

Tabelle 5: Perioperative Morbidität und Letalität

	<b>DCS-Gruppe</b>	<b>DOP-Gruppe</b>
Anzahl OP (median/range)	3 (2-7)	1 (1-4)
Relaparotomien (median/range)	2 (1-6)	0 (0-3)
Anastomose (n)	20	23
Hartmann OP (n)	13	2
Anastomoseninsuffizienz (n)	3 (15%)	1 (4,3%)
Revisionseingriffe (n)	6 (18,1%)	4 (16%)
Chirurgische Komplikationen (n)	4	4
Allgemeine Komplikationen (n)	4	2
30-Tage Letalität (n)	2 (6%)	0 (0%)

### 3.5 Nachbeobachtungsdaten

Von den 33 Patienten, die nach dem DCS-Konzept behandelt wurden, musste bei 13 Patienten aus unterschiedlichen Gründen ein endständiges Kolostoma angelegt werden.

In den meisten Fällen verhinderte eine noch anhaltende Peritonitis mit kritischen lokalen Wundverhältnissen die Anlage einer Anastomose (Tabelle 6).

Darüberhinaus kam es bei 2 Patienten, die eine Anastomose erhalten hatten, zu einer Anastomoseninsuffizienz. Beide Patienten wurden revidiert und erhielten ein endständiges Kolostoma (Hartmann-Operation). Die primäre Stomarate betrug somit in unserem Kollektiv zum Entlassungszeitpunkt der Patienten 46%.

Ein Patient verstarb noch innerhalb des 30-Tage Zeitraums an einem septischen Schock, ein weiterer Patient einige Monate nach Entlassung im Rahmen einer palliativen Chemotherapie. Wie sich aus der Nachbeobachtung ergab, starb eine dritte Patientin ca. ein Jahr nach dem Krankenhausaufenthalt aus unbekanntem

Gründen. Bei 9 von 10 Patienten konnte eine Rückverlegung des Stomas vorgenommen werden. Bei diesen Patienten betrug der Zeitraum zwischen OP und Wiederherstellung der Kontinuität im median 174 Tage oder 5,7 Monate (Range 104-587). Bei einem 87-jährigen Patienten wurde aufgrund des Alters und der bestehenden Komorbiditäten auf eine Rückverlegung des Stomas verzichtet. Die sekundäre Kontinuitätsrate betrug somit 90%.

In 2 Fällen fanden sich im Krankenhausinformationssystem des Marienkrankenhaus Hamburg keine Informationen zum weiteren Verlauf. Diese Patienten wurden angeschrieben, es erfolgte jedoch keine Rückmeldung.

Tabelle 6: Nachbeobachtungsdaten der 15 Stomapatienten aus der DCS-Gruppe

Patient	Alter	Geschlecht	Rückverlegung Stoma (d)
P.E.	62	W	Keine Rückverlegung, verstorben während pall. Chemotherapie
L.S.	56	W	verstorben
K.T.	52	M	140
N.W.	49	M	292
Y.H.	24	M	197
A.I.	85	W	Verstorben (KH-Aufenthalt)
K.M.	57	M	Keine Rückmeldung
P.B.	62	W	104
K.W.	85	W	Keine Rückmeldung
S.A.	49	W	587
D.A.	70	M	314
J.A.	37	M	142
S.K.	61	M	174
S.H.	87	M	Keine Rückverlegung; Alter, Komorbiditäten
T.G.	50	M	126

In der DOP-Gruppe wurde bei 2 von 25 Patienten primär eine Diskontinuitätsresektion nach Hartmann durchgeführt. In einem Fall erfolgte die Wiederherstellung der Kontinuität bereits nach 54 Tagen. In dem anderen Fall fanden sich im Krankenhausinformationssystem des Marienkrankenhauses Hamburg keine Informationen zum weiteren Verlauf. Auf das Anschreiben gab es keine Rückmeldung.

### **3.6 Ökonomische Daten**

Patienten aus der DCS-Gruppe mussten im Median 6 Tage auf der Intensivstation (ICU) betreut werden, der Range lag zwischen 0 und 31 Tagen. Mehr als die Hälfte (51,5%) dieses Patientenkollektivs musste nachbeatmet werden. Die mediane Nachbeatmungsdauer betrug bei diesen Patienten 27 Stunden (Range 0-690).

Die Patienten verblieben im Median 28 Tage stationär, der Schwankungsbereich lag zwischen 10 und 66 Tagen.

Im Gegensatz zur DCS-Gruppe mussten aus der DOP-Gruppe lediglich 5 von 25 Patienten auf der Intensivstation behandelt werden. Der Median betrug 0 Tage bei einem Range von 0 bis 7 Tagen. Kein Patient aus der DOP-Gruppe musste nachbeatmet werden. Die mediane Krankenhausverweildauer dieser Patienten betrug 17 Tage (Range 6-83) und war damit 11 Tage kürzer als die aus der DCS-Gruppe.

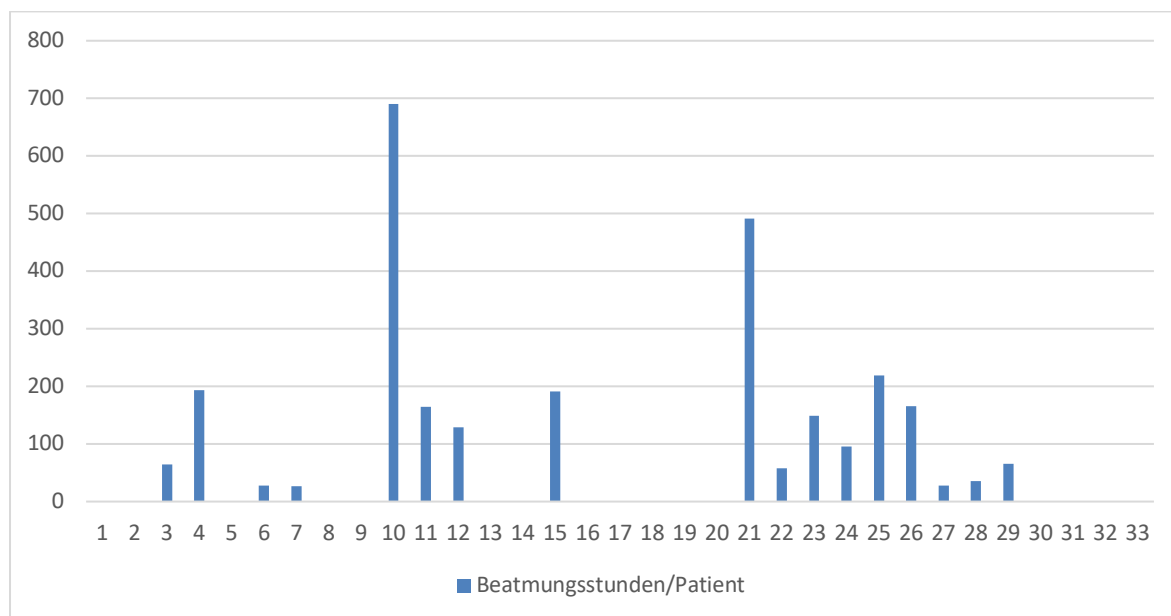


Abbildung 11: Übersicht der Beatmungsstunden/Patient in der DCS-Gruppe (Patient 1-33)

Das pro Krankheitsfall aus der DCS-Gruppe erlöste Relativgewicht betrug im Median 6,14 (Range 2,6-23,1). Bei einem durchschnittlichen Landesbasisfallwert von 3,300 (Hamburg 2013-2019) lagen die Erlöse pro Fall in dieser Gruppe bei 20.262 Euro.

In der DOP-Gruppe betrug das mediane Relativgewicht pro Fall 2,68 (Range 2,1-7,6). Dies entspricht einem Erlös pro Fall von 8.844 Euro.

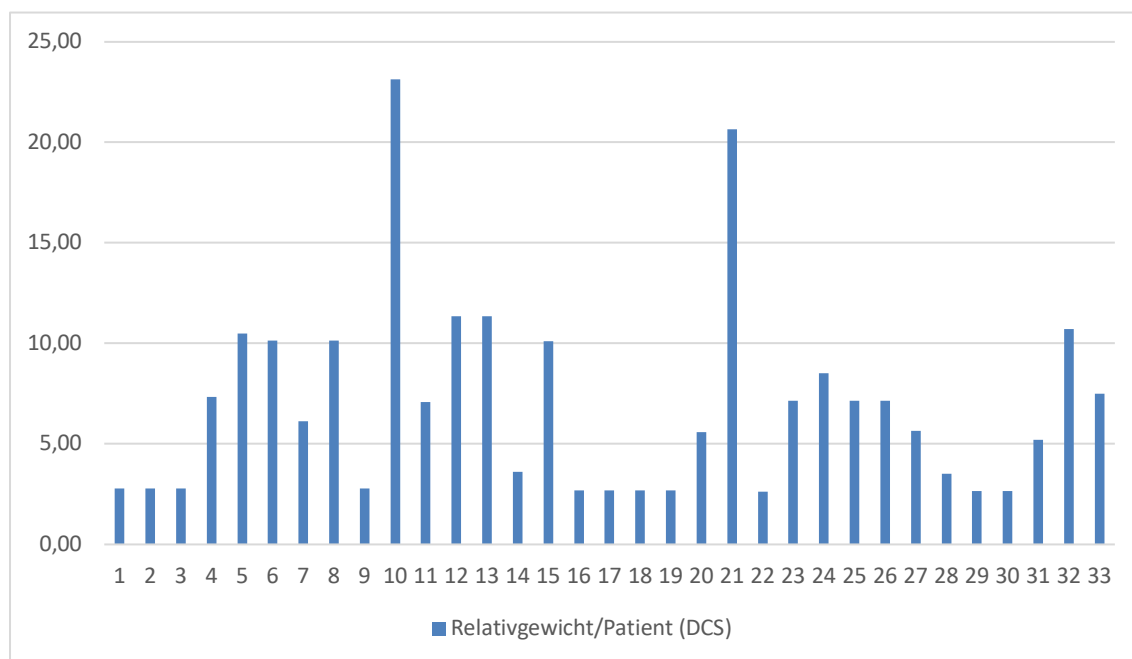


Abbildung 12: Übersicht des Relativgewicht/Patient in der DCS-Gruppe (Patient 1-33)

## 4. Diskussion

### 4.1 Einleitung

Bereits vor fast 100 Jahren hat M. Kirschner die noch heute gültigen Grundprinzipien der Peritonitisbehandlung beschrieben (46).

Sanierung („Verstopfung“) des Infektionsherdes

Beseitigung des Exsudats und Reinigung der Bauchhöhle

Ableitung des Exsudats

Nachbehandlung

Hierdurch konnte er eine Halbierung der Letalität erreichen. In den dann folgenden Jahrzehnten hat es zahlreiche operations- und materialtechnische Verbesserungen gegeben. Insbesondere aber mit der Anwendung des Penicillins, der zunehmenden Verbesserung antimikrobieller Therapien sowie dem Aufkommen intensivmedizinischer Behandlungsmöglichkeiten waren die Eckpfeiler einer erfolgreichen Peritonistherapie geschaffen (14). Die Peritonitis-assoziierte Letalität konnte auf 30-50% reduziert werden (47,48).

Seit den 1980er Jahren stagnierte jedoch die Sterblichkeitsrate der sekundären Peritonitis bei ca. 30% (49,50). Während sich in vielen Fällen eine Perforation mit Peritonitis durch ein einzeitiges Vorgehen mit Darmresektion und primärer Anastomose sowie Lavage und Drainage des Abdomens erfolgreich therapieren lässt, ist in ca. 10% der Fälle aufgrund der ausgedehnten intraabdominellen Infektsituation ein differenzierteres, mehrzeitiges Vorgehen erforderlich (14).

Um ein Persistieren der sekundären Peritonitis mit rezidivierenden intraabdominellen Abszedierungen zu verhindern, sind dazu in den 1980/1990er Jahren verschiedene weiterführende operative Behandlungskonzepte entwickelt worden (51–53): die kontinuierliche postoperative Peritoneallavage, die programmierte Relaparotomie (Etappenlavage) und die Relaparotomie on demand.

Die zur Infektkontrolle und Keimreduktion erforderlichen Relaparotomien mit provisorischem Bauchdeckenverschluß gingen jedoch mit einer relevanten Morbidität einher, die sich auch durch weitere Modifikationen wie die offene oder

geschlossene kontinuierliche Peritonellavage oder den „Reißverschluss“ (Ethizip) nicht wesentlich senken ließ (54,55).

Ungeachtet der beschriebenen chirurgisch-technischen Weiterentwicklungen ließ sich jedoch die Letalitätsrate nur marginal weiter senken. Dies konnte eine Übersichtsarbeit aus 90 Studien zur Peritonitistherapie seit den 1970er Jahren von Holzheimer und Dralle 2001 eindrucksvoll zeigen (50).

Mit der Entwicklung modernen Verfahren zur abdominellen Unterdrucktherapie konnte dann ein weiterer Schritt zu einer effizienteren Peritonitistherapie gegangen werden (21).

Das von uns favorisierte Vakuum-assistierte Verfahren verbindet das Konzept der Damage Control Surgery mit dem Einsatz eines offenporigen Drainagefolie-, PU-Schaum-Systems.

## **4.2 Das DCS-Konzept mit abdomineller Unterdrucktherapie im Literaturkontext**

Am Marienkrankenhaus Hamburg wird das Konzept der Damage Control Surgery mit abdomineller Unterdrucktherapie unter Verwendung einer offenporigen Drainagefolie seit 2013 verfolgt.

Zuvor wurde bei Patienten mit perforierter Sigmadivertikulitis und Peritonitis im Rahmen der Notfalloperation in der Regel eine primäre Diskontinuitätsresektion nach Hartmann vorgenommen. Bei persistierender Peritonitis waren dann im Verlauf meist mehrere Folgelaparotomien im Abstand von 24-48h erforderlich (Etappenlavage). Für den provisorischen Bauchdeckenverschluß wurde zum Schutz des Intestinums eine einfache Kunststoffolie eingelegt und die Bauchdecke im Hautniveau mit mehreren Einzelknopfnähten adaptiert.

Die wiederholten Relaparotomien waren mit einem hohen operativen und pflegerischen Aufwand verbunden. Wie in der Literatur beschrieben, traten auch in unserem Patientenkollektiv wiederholt Komplikationen wie die Entstehung von Dünndarmfisteln, Darmwandverletzungen oder die persistierende Retraktion der Bauchdecken auf.

Zwischen 2013 und 2019 wurden 33 Patienten mit perforierter Sigmadivertikulitis und Peritonitis nach dem Konzept der DCS mit abdomineller Unterdrucktherapie behandelt.

Die meisten Patienten dieser Gruppe (DCS-Gruppe) hatten relevante Komorbiditäten (52% mit ASA 3/4) und wiesen eine Peritonitis mit Schweregrad Hinchey III-IV auf (73%). Der mediane MPI betrug 17, bei 7 von 33 Patienten lag ein Organversagen vor (21%).

Bei weiteren 25 Patienten mit perforierter Sigmadivertikulitis konnte ein einzeitiges Vorgehen mit definitiver operativer Versorgung im Rahmen der Indexoperation erfolgen (DOP-Gruppe). In 23 Fällen wurde eine Sigmaresektion mit primärer Anastomose durchgeführt, in 2 Fällen war eine Diskontinuitätsresektion nach Hartmann erforderlich.

In dieser Gruppe fanden sich bei der retrospektiven Aufarbeitung überwiegend Patienten mit einer gedeckt perforierten Sigmadivertikulitis mit Schweregrad I-II nach Hinchey (76%). 15 von 25 (60%) hatten ein ASA 1-2 Stadium, der mediane MPI lag hier bei 11. Bei 2 Patienten (8%) trat perioperativ ein Organversagen auf (Tabelle 7).

Eingeschlossen wurden in diese Gruppe auch solche Patienten, die eine gedeckte Perforation CDD Typ 2a aufwiesen, zunächst konservativ anbehandelt und erst bei Progredienz der abdominalen Symptomatik operiert wurden. Auch Patienten mit einem CDD Typ 2b, die zunächst CT- oder Sonografiegesteuert punktiert und drainiert wurden, fielen in diese Gruppe.

Tabelle 7: Vergleich ausgewählter klinischer Parameter beider Patientengruppen

	<b>DCS-Gruppe n=33</b>	<b>DOP-Gruppe n=25</b>
<b>Alter in Jahren</b> (median/range)	61 (24-87)	56 (37-82)
<b>ASA 3/4</b> (in%)	52	40
<b>Hinchey-Stadien III/IV</b> (in%)	73	24
<b>MPI</b> (median/range)	17 (0-39)	11 (0-35)
<b>Perioperatives Organversagen</b> (in%)	21	8
<b>Aufenthalt ICU in d</b> (Median /Range)	6 (0-31)	0 (0-7)
<b>Anzahl Relaparotomien</b> (Median /Range)	2 (1-6)	0 (0-3)



Über die reine Deskription hinaus ist aufgrund der heterogenen Zusammensetzung beider Patientengruppen ein direkter statistischer Vergleich nicht aussagekräftig. In der DOP-Gruppe fanden sich erwartungsgemäß überwiegend gesündere Patienten mit lokaler Abszessbildung oder geringerem Schweregrad einer Peritonitis, sodass diese meist nicht notfallmäßig, sondern frühelektiv und einzeitig operiert werden konnten.

Durch den Selektionsbias lassen sich relevante Kennzahlen wie Anastomoseninsuffizienzrate, Revisionsquote, 30-Tage -Letalität und primäre/sekundäre Stomarate beider Gruppen deshalb nicht direkt miteinander vergleichen, um eine verlässliche Aussage über die Überlegenheit eines Verfahrens zu treffen. Es handelt sich somit eher um ergänzende als konkurrierende operative Therapieverfahren.

Nach unseren Daten sowie vergleichenden Literaturangaben profitieren die nach dem DCS-Konzept mit abdomineller Unterdrucktherapie behandelten Patienten in besonderem Maße von den Vorteilen der beiden hier miteinander kombinierten Behandlungsprinzipien.

Das Konzept der Damage Control Surgery basiert im Wesentlichen auf 3 Prinzipien:

- einer Minimierung des Operationstraumas durch kurze OP-Dauer und die Beschränkung auf wesentliche, vordringliche operative Maßnahmen im Rahmen der Indexoperation (limitierte Darmresektion, Lavage und Drainage).
- der perioperativen intensivmedizinischen Stabilisierung des Patienten, aggressiven Sepsistherapie und gezielten antiinfektiven Therapie.
- der operative Reevaluation der intraabdominellen Infektsituation mit der Möglichkeit einer verzögerten rekonstruktiven Versorgung durch Anlage einer Anastomose oder eines endständigen Kolostomas (Hartmann-OP)

Das Konzept der abdominellen Unterdrucktherapie ermöglicht die kontinuierliche, effektive Reinigung der Abdominalhöhle durch Keimreduktion und Abtransport von Sekreten und Zytokinen. Durch das vakuumunterstützte Folien-Schwamm-System soll so eine effiziente lokale Behandlung der Peritonitis erreicht werden.

Der Schlüssel zum Erfolg für eine erfolgreiche Therapie ist die Beherrschung der abdominellen Peritonitis mit drohender Sepsis, septischem Schock und Multiorganversagen.

In verschiedenen Studien lag die Letalität einer sekundären Peritonitis stabil um ca. 30% (56–58). Die sekundäre Peritonitis hat nach perforierter Sigmadivertikulitis eine unverändert hohe Letalität von 13% im Hinchey-Stadium III und 43% im Stadium IV (19,59).

Nach Untersuchungen von Nathens et al. 1998 (60) und anderer (61) hängt die Letalität bei einer Erkrankung wie der perforierten Sigmadivertikulitis überwiegend vom Schweregrad der Peritonitis und weniger von der Art des chirurgischen Verfahrens ab.

Bei einer Darmperforation im Rahmen einer Sigmadivertikulitis kommt es mit Austritt von Darminhalt zu einer bakteriellen Kontamination der Bauchhöhle. In den meisten Fällen handelt es sich dabei um eine Mischinfektion, im Erregerspektrum finden sich typischerweise E.coli, Enterokokken und Anaerobier.

Pathophysiologisch wird hierdurch eine inflammatorische Reaktion des Peritoneums mit Ausbildung lokaler Abwehrmaßnahmen provoziert (16): die Aktivierung und Sezernierung proinflammatorischer Zytokine, ein Anstieg der Matrix-Metalloproteinasen (MMP) sowie eine zelluläre Reaktion (Makrophagen).

Die bakterielle Besiedlung verursacht eine Schädigung der peritonealen Zelloberflächenstrukturen mit daraus resultierender Zunahme der Gefäßwandpermeabilität und Exsudation von Plasma. Es kommt zur Stimulation der Fibrinproduktion und Ausbildung eines Fibrinbelages auf dem Intestinum. Dieser begünstigt die Entstehung von interenterischen Verhalten und Abszessen, bei fehlender Begrenzung der Infektsituation droht eine abdominelle Sepsis mit Schock und Multiorganversagen (62).

Patienten mit sekundärer Peritonitis, die nach dem Prinzip des „Open Abdomen“ behandelt werden, entwickeln im Verlauf in bis zu 84% intraabdominelle Abszesse (63) und in ca. 30-40% der Fälle ein Multiorganversagen (64).

Das ursprünglich bei Traumapatienten mit schweren Abdominalverletzungen eingeführte Prinzip der Damage Control Surgery wurde zunehmend auch auf die Behandlung von Nicht-Traumapatienten mit schwerer Peritonitis ausgedehnt (65,66).

Die Arbeitsgruppe um Perathoner entwickelte dazu 2010 ein Konzept, mit dem zwischen 2006 und 2008 27 Patienten mit einer schweren Peritonitis (Hinchey III/IV) behandelt wurden. In der prospektiven Studie beschrieben sie einen mehrstufigen Behandlungsalgorithmus, der die beiden Prinzipien Damage Control Surgery und abdominelle Unterdrucktherapie berücksichtigte. 56% der Studienpatienten wurden auf diese Weise therapiert, bei den übrigen wurde überwiegend einzeitig eine Darmresektion mit Anastomose oder eine Diskontinuitätsresektion nach Hartmann vorgenommen. Nach einer Fokussanierung durch limitierte Darmresektion und Drainage wurde zum temporären Bauchdeckenverschluß erstmals auch bei Nicht-Traumapatienten ein vakuumassistiertes Verfahren eingesetzt (Abdominal Dressing System, V.A.C. ATS, KCI, Austria). Bei der nach 48h vorgenommenen Second-look Laparotomie wurde dann eine definitive Versorgung durch Anastomosierung der blind verschlossenen Darmenden angestrebt oder ein endständiges Kolostoma angelegt (Hartmann-Operation). Mit dem beschriebenen Konzept konnte nach Angaben der Autoren im Vergleich zu herkömmlichen Techniken bei akzeptabler Mortalität eine verbesserte Sepsiskontrolle und langfristige Kontinuitätsrate erreicht werden (19,67).

Die mit Verzögerung nach 24-48h durchgeführte Second-Look Operation bietet die Möglichkeit, unter Berücksichtigung des klinischen Zustands und der Komorbiditäten des Patienten die intraabdominelle Infektsituation neu zu evaluieren. Die Entscheidung für eine primäre Anastomosierung, Hartmann-Operation oder aber Verlängerung der Unterdrucktherapie kann in einer Elektivsituation unter optimierten Verhältnissen verlässlicher getroffen werden.

Mit diesem Konzept berichteten Sohn et al. (20) in einer retrospektive Multicenter-Kohortenstudie an 74 Patienten (2011-17) von einer vergleichsweise niedrigen Stomarate von 58% am Ende des Krankenhausaufenthalts. Am Ende der Nachbeobachtung war sogar bei 77% der Patienten die Kontinuität wiederhergestellt.

Andere Arbeitsgruppen konnten diese positiven Beobachtungen bestätigen und sahen in der DCS mit abdomineller Unterdrucktherapie eine Chance, die Stomarate bei diesen Patienten zu verringern (68–70).

Kafka-Ritsch et al. (71), konnten dies erstmals in einer prospektiven, randomisiert-kontrollierten Studie zeigen.

Sohn et al. (20) stellten darüberhinaus fest, das bei 55% der Patienten mit perforierter Sigmadivertikulitis nach der Indexoperation (DCS-Konzept) makroskopisch Anzeichen einer persistierenden Peritonitis (“ongoing peritonitis”) zu beobachten waren. Diese war, insbesondere wenn durch Enterokokken oder *Candida albicans* verursacht, prognostisch deutlich ungünstiger für das Outcome der Patienten. In diesen Fällen wurde eine Stomaanlage, entweder als Hartmann -Operation oder als protektives Ileostoma nach Anastomosierung, dringend empfohlen.

Dabei hat das Prinzip der abdominalen Unterdrucktherapie in den letzten Jahrzehnten eine rasante Entwicklung erfahren und ist zu einem wertvollen und etablierten Instrument in der Therapie schwerer, komplizierter und häufig langwieriger abdominaler Infekte geworden. Auch wenn es bisher nur wenig evidenzbasierte Empfehlungen gibt, hat die abdominale Unterdrucktherapie heute einen festen Stellenwert im klinischen Alltag.

Bereits in den 1970er Jahren wurden verschiedene Verfahren zum temporären Bauchdeckenverschluß entwickelt, wenn die intraabdominale Infektsituation einen primären Verschluss nicht zuließ oder ein abdominelles Kompartmentsyndrom drohte. Im Rahmen der Etappenlavage wurde z.B. ein Kunststoffnetz oder ein Reißverschlußsystem (Ethizip) in die Faszie eingenäht (72,73). Der “Bogota-Bag” war ein wasserundurchlässiger, transparenter Kunststoffbeutel, der alle 24 h gewechselt wurde. Zum Abtransport der abdominalen Sekrete wurden Drainagen im Beutel platziert (74).

Mit dem Vakuum Pack wurde neben dem mechanischen Schutz des Intestinums durch eine Folie erstmals ein Sog angelegt (75).

Die perforierte Polyethylenfolie umschloss dabei die intestinalen Organe, auf die Folie wurden sterile Bauchtücher und Silikon drainagen zum kontinuierlichen Sekretabfluss gelegt. Mit einer selbstklebenden Folie wurde die Bauchdecke dann verschlossen und ein Vakuum mit einem Sog von 100-150 mmHg angelegt.

Einen weiteren Schritt zu einer möglichst effizienten und komplikationsarmen Therapie komplexer intraabdomineller Infektsituationen stellte die Entwicklung des Abdominal Dressing der Fa. KCI dar. In die perforierte Polyethylenfolie wurde zur besseren Druckverteilung und Optimierung der Sogwirkung bereits ein Polyurethanschwamm integriert. Das Abdomen wurde mit einer selbstklebenden Folie verschlossen und über ein sog. T.R.A.C. Pad (Fa. KCI) ein Vakuum mit einem Sog von 100-150 mmHg aufgebaut (76). Das System konnte fakultativ mit einem resorbierbaren Polyglactinnetz kombiniert werden. Der aufgebaute Unterdruck wirkte im Sinne eines Okklusivverbandes und sollte so die zu erwartende Faszien dehnszenz verringern (77).

Im Vergleich zur Vakuum Pack-Therapie konnte mit diesem System eine signifikante Reduktion der Letalität und Verbesserung der Faszienverschlussrate erreicht werden (78).

Vakuuassistierte Verfahren zum temporären Bauchdeckenverschluss gewährleisten eine kontinuierliche Sekretableitung und verhindern eine Kontamination der Bauchhöhle von außen. Sie bieten einen Schutz vor Austrocknung des Intestinums und verhindern mechanische Irritationen. Sie verhindern eine Herniation von Darmanteilen und können den Pflegeaufwand verringern (79).

Darüberhinaus konnten verschiedene Studien zeigen, dass moderne abdominelle Unterdrucksysteme wie die im Marienkrankenhaus Hamburg eingesetzte Suprasorb CNP Drainagefolie die Peritonistherapie effizienter machen (21) und die Rate intraabdomineller Abszessbildungen bei Peritonitis verringern können (80,81).

Die Unterdrucktherapie kann die im Rahmen der Entzündungsreaktion bei Peritonitis auftretende Ausschüttung proinflammatorischer Zytokine und Matrix-Metalloproteinasen vermindern (82–84). Der außerdem nachzuweisende Anstieg

der Spiegel von IL-6, IL-8 und VEGF könnte zu einer verbesserten Angiogenese und Wundheilung führen (85).

Durch die Verringerung des Wandödems und die damit verbundene verbesserte intestinale Durchblutung kann in Verbindung mit einem mechanischen Schutz durch die Drainagefolie auch die Rate enterokutaner Fisteln gesenkt werden (86–88).

Unterdrucksysteme haben in verschiedenen Studien außerdem eine vorbeugende Wirkung auf die zu erwartende Faszienretraktion beim offenen Abdomen gezeigt. Durch den Einsatz vakuumassistierter Verfahren war ein früherer Faszienverschluss sowie eine insgesamt höhere Faszienverschlussrate als bei den alternativen Methoden möglich (21,89).

### **4.3 Ergebnisse des DCS-Patientenkollektivs im Literaturkontext**

Am Marienkrankenhaus Hamburg wurden zwischen 2013 und 2019 33 Patienten mit einer perforierten Sigmadivertikulitis nach dem Konzept der Damage Control Surgery mit abdomineller Unterdrucktherapie behandelt. Im Vergleich zur DOP-Gruppe handelte es sich in 73% um Patienten mit diffuser Peritonitis (Hinchey-Stadium III-IV). Der mediane MPI lag mit einem Wert von 17 deutlich höher als im Patientenkollektiv der DOP-Gruppe (Median 11), deren heterogene Zusammensetzung mit tendenziell leichteren Fällen bereits unter 4.2. diskutiert wurde.

Bei allen Fällen wurde mit der Suprasorb CNP Drainagefolie ein Folien-/Schwamm-Unterdrucksystem der neueren Generation eingesetzt. Im Gegensatz zu anderen vakuumassistierten Verfahren kommt hier eine neuartige, doppelagige Folie aus Polyethylen, deren Porengeometrie ein Kollabieren verhindert und eine effektive Sogwirkung und damit kontinuierliche Drainage von Sekreten zwischen den beiden Lagen ermöglichen soll.

Da bisher keine vergleichenden Studien mit höherer Evidenz zu den auf dem Markt befindlichen abdominalen Unterdrucksystemen vorlagen, führten Müller et al. 2017 (90) eine retrospektive Vergleichsuntersuchung an zwei modernen Folien-/Schwamm-Systemen durch. Sie verglichen dabei das ABThera-System

der Fa. KCI mit der im Marienkrankenhaus seit 2013 eingesetzten Suprsorb CNP Drainagefolie der Fa. Lohmann&Rauscher.

Bei relativ kleinen Fallzahlen (n= 13/14) konnten keine signifikanten Unterschiede im Hinblick auf Morbidität/ Letalität und Faszienverschlussrate festgestellt werden.

Gasser et al. 2018 (91) verglichen an 78 Patienten ebenfalls die oben genannten Unterdrucksysteme. Im Median mussten bei beide Systemen 2 Operationen bis zum definitiven Bauchdeckenverschluß vorgenommen werden. In 53% (ABThera) resp. 74% (CNP) der Fälle konnte primär eine Anastomose angelegt werden. Die Anastomoseninsuffizienzrate betrug 23,1% (ABThera) resp. 20% (CNP), die Letalität lag bei 15% (ABThera) und 7% (CNP). Trotz tendenziell besserer Ergebnisse für die Suprasorb CNP Folie konnte eine statistische Signifikanz nicht nachgewiesen werden.

In der DCS-Gruppe waren nach der meist notfallmäßig durchgeführten Indexoperation im Median 2, in einem Fall 6 Relaparotomien erforderlich, bis eine definitive operative Versorgung erfolgen konnte. Bei einem Drittel der Fälle war kein weiterer Folienwechsel bis zum Bauchdeckenverschluß notwendig. Ursächlich für die Notwendigkeit wiederholter Relaparotomien war in nahezu allen Fällen ein Persistieren der Peritonitis („ongoing peritonitis“). Dies zeigte sich intraoperativ u.a. durch das Auftreten von interenterischen Abszessen und/oder Nachweis fibrinöser, purulenter oder fäkulenter Peritonealflüssigkeit.

Die Entscheidung über das definitive chirurgische Vorgehen wurde vom Operateur in Abhängigkeit vom Allgemeinzustand des Patienten, den Komorbiditäten und vor allem vom intraabdominellen Lokalbefund getroffen.

In 61% der Patienten der DCS-Gruppe wurde eine Anastomose angelegt, in 39% musste der orale Darmschenkel als endständiges Kolostoma (Hartmann-Operation) ausgeleitet werden. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass zur Evaluation der intraoperativen Infektsituation und Entscheidung über das operative Vorgehen die Expertise des Chirurgen von besonderer Bedeutung ist. Durch den Einsatz eines erfahrenen Kolorektalchirurgen konnte die Morbidität signifikant gesenkt werden (19,92,93).

Unter den 20 Patienten, die eine Anastomose erhielten, kam es in 3 Fällen zum Auftreten einer Anastomoseninsuffizienz. In einem Fall konnte die Insuffizienz

durch endoskopische Intervention erfolgreich ausbehandelt werden, in 2 Fällen war eine Relaparotomie mit Hartmann-Resektion erforderlich.

Im Literaturvergleich unterscheidet sich die Insuffizienzrate von 15% am Marienkrankenhaus nicht wesentlich von der anderer Arbeitsgruppen mit vergleichbarem Patientenkollektiv (Tabelle 8).

Tabelle 8: Vergleich der Outcome-Daten verschiedener Studien zur DCS

	Eigene Daten	Sohn 2018 (20)	Sohn 2016 (69)	Gasser 2018 (91)	Tartaglia 2019 (70)	Kafka- Ritsch 2012 (67)	Perathoner 2010 (19)
<b>Patienten (n=)</b>	33	74	19	27	34	51	15
<b>Alter</b>	61 (median)	66 (mean)	73 (median)	67 (median)	67 (mean)	69 (median)	66 (mean)
<b>ASA 3/4 (%)</b>	52%	78%	79%	63%	65%	98%	93%
<b>KH-Aufenthalt (d) (median)</b>	28	22 (average)	18	25	22	24	20
<b>ICU-Aufenthalt (d) (median)</b>	6	--	2	6	14	6	5
<b>Beatmungszeit in h (median)</b>	27	--	--	--	--	--	--
<b>MPI</b>	17 (median)	22 (average)	16 (median)	22 (median)	25 (mean)	26 (median)	24 (mean)
<b>Chirurgische Komplikationen (%)</b>	18%	35% (overall morbidity rate)	32%	74% (overall morbidity rate)	41% (overall morbidity rate)	--	11%
<b>Revisionseingriffe (%)</b>	18%	--	--	30%	9%	--	--
<b>Anastomosens- insuffizienz (%)</b>	15%	13%	--	20%	4%	13%	11%
<b>Letalität (%)</b>	6%	7%	11%	7%	12%	10%	20%
<b>Relaparotomien (median)</b>	2	2	2	2	--	--	--
<b>Abd. Faszien- verschlussrate (%)</b>	100%	--	--	--	--	100%	100%
<b>Primäre Stomarate (%)</b>	46%	58%	47%	32%	38%	24%	40%
<b>Stoma-frei Langzeit (%)</b>	90%	77%	88%	--	71%	93%	83%

In allen Fällen der DCS-Gruppe konnte zum Ende des Krankenhausaufenthalts ein Faszienverschluss (Abdomenverschlussrate 100%) erreicht werden, in 3 Fällen kam es im postoperativen Verlauf allerdings zu einer revisionspflichtigen Fasziendehiszenz. Die bei offenem Abdomen gefürchteten intestinalen



Blutungen und Dünndarmfisteln, die in der Literatur mit einer Häufigkeit von 15-30% beschrieben werden, waren in unserem Kollektiv nicht zu beobachten (94,95).

Bei 39% der Patienten (n=13) wurde im Rahmen der Second-look-Operation oder nach weiteren Relaparotomien mit Folienwechsel (Bridging) eine Hartmann-Operation durchgeführt. Neben den bereits genannten klinischen Einflussfaktoren wie Allgemeinzustand, Alter und Komorbiditäten des Patienten beeinflusste dabei vor allem der Lokalbefund die Entscheidung zur definitiven Stomaanlage (96,97).

Aus der Analyse der Operationsberichte unserer Patienten zeigte sich, dass in der Mehrzahl der Fälle im Bereich der durch Klammernaht verschlossenen Darmenden entweder entzündlich-ödematöse Veränderungen (n=5) oder eine unzureichende Gewebeschaffenheit der Darmwand (Ödem, Distension, Durchblutungsstörung, Dilatation; n=4) den Operateur veranlassten, auf eine Anastomosenanlage zu verzichten (Tabelle 9). Bei 5 Patienten betrug der Zeitraum zwischen Indexoperation und definitiver operativer Versorgung bedingt durch mehrfache Relaparotomien (4-6) bei persistierender Peritonitis bis zu 8 Tage. Trotz zwischenzeitlich intraoperativ durchgeführter offener Dekompression des oralen Dickdarms zwang die durch die lange Bridging-Phase zunehmende Distension den Operateur in einigen Fällen ein Stoma anzulegen. Im Hinblick auf ein deutlich erhöhtes Insuffizienzrisiko bei einer Anastomose wurde im Sinne der Patientensicherheit gehandelt. In keinem der genannten Fälle wurde vom jeweiligen Operateur als Alternative zur Hartmann-OP eine Anastomosierung unter dem Schutz eines doppelläufigen Ileostoma, wie sie von einigen Kliniken favorisiert wird, in Betracht gezogen.

Tabelle 9: Grund für die Stomaanlage bei Patienten der DCS-Gruppe

Patient	Alter	Hinchey-Klassifikation	MPI	Organversagen perioperativ	Relaparotomien	Grund für Stomaanlage
P.E.	62	III	26		1	Metastasiertes BC, Thrombopenie
L.S.	56	IV	39	Niere , Lunge	6	Ileostoma wegen Kolektomie
K.T.	52	III	17		2	Schwere pseudomembranöse Kolitis
N.W.	49	III	19	Niere, Lunge	5	Persistierende Peritonitis; retroperitoneale Blutung
Y.H.	24	III	12		4	Persistierende Peritonitis, Darmwanddistension
A.I.	85	II	17	Niere	1	Alter, AZ; sehr kurzer Rektumstumpf
K.M.	57	II	11		2	Keine Angabe OP-Bericht
P.B.	62	III	16		1	Rektumstumpf entzündlich-ödematös
K.W.	85	II	16		1	Rektumstumpf entzündlich-ödematös
S.A.	49	III	21		3	Riesiger Uterus, Anastomose technisch nicht möglich
D.A.	70	IV	17		1	Persistierende Peritonitis, Rektumstumpfnekrose
J.A.	37	IV	18		5	Persistierende Peritonitis, Darmwanddistension
S.K.	61	III	24	Niere	4	Persistierende Peritonitis, Darmwanddistension
S.H.	87	III	11		2	Anastomose, AI
T.G.	50	III	17		6	Anastomose, AI

Die auf den ersten Blick hoch erscheinende Rate an Hartmann-Operationen findet sich jedoch interessanterweise auch in anderen Publikationen. Tartaglia 2019 (70) berichtete über eine primäre Stomarate von 38%. Sohn et al. 2016 (69) hatten in ihrem Kollektiv einen Anteil von nur 21% Hartmannresektionen, legten aber bei 26% ein protektives Ileostoma an. Der Schutz der Anastomose durch ein doppelläufiges Ileostoma ist eine Alternative zur Hartmann-Operation, da die Rückverlegung technisch einfacher und die Eingriffsimmanente Morbidität geringer ist. Diese Variante birgt jedoch das Risiko einer höheren Insuffizienzgefahr der Anastomose, wie die Ergebnisse der Arbeit von Sohn et al. 2018 (20) zeigen. 24% der Patienten mit Anastomose erhielten zur Protektion ein Loop-Ileostoma, in 5 Fällen musste wegen einer Anastomoseninsuffizienz

nachträglich ein endständiges Stoma angelegt werden. Zusammen mit den 17%, die primär eine Hartmann-OP erhalten hatten, betrug die Stomaratte am Ende des Krankenhausaufenthalts letztlich 50%.

Dagegen berichteten Salem et al. 2004 (98) von einer Insuffizienzrate von 13,9%, die durch Vorschalten einer protektiven doppelläufigen Ileostomie auf 6,3% gesenkt werden konnte.

Letztlich muss die Expertise und Erfahrung des Operateurs unter Einbeziehung aller relevanten klinischen Parameter entscheiden. Dabei muss er in diesen Fällen das Risiko einer Anastomoseninsuffizienz gegen das Morbiditätsrisiko einer späteren Wiederherstellung der Kontinuität abwägen.

Die nur geringe Letalität von 6% in unserem Kollektiv ist neben einer effizienten Peritonistherapie durch das vakuumassistierte Folien-Schwamm-System vermutlich auch auf den höheren Anteil an Hartmann-Operationen zurückzuführen. Die definitive Stomaanlage stellte für die beteiligten Operateure im Vergleich zur primären Anastomose mit oder ohne Protektion das risikoärmere Verfahren dar. Die in anderen Studiengruppen beschriebene deutlich höhere Letalitätsrate erklärt sich möglicherweise aber auch durch den höheren Schweregrad der Erkrankungen in deren Patientenkollektiv (z.B. Tartaglia et al. 2019 (70): Letalität 12% bei einem MPI von 25).

Neben den 13 Patienten, die in dieser Gruppe nach Indexoperation eine Hartmann-Operation erhielten, erlitten zusätzlich 2 Patienten nach Anastomosenanlage eine Insuffizienz. Beide mussten revidiert und ein endständiges Stoma angelegt werden, sodass zum Entlassungszeitpunkt aus stationärer Behandlung 15 Patienten des DCS-Kollektivs ein Stoma hatten (primäre Stomaratte 46%).

Im Nachbeobachtungszeitraum konnte bei 13 der 15 Patienten der weitere Behandlungsverlauf verfolgt werden. Zu 2 Patienten ließen sich trotz Recherche im KIS des Marienkrankenhauses Hamburg und persönlichen Anschreibens keine Informationen gewinnen. 3 Patienten verstarben im Verlauf des ersten Jahres (Kap. 3.5. Ergebnisse). Von den lebenden 10 Patienten konnte in 9 Fällen eine Wiederherstellung der Kontinuität erreicht werden. Nach median 5,7 Monaten betrug die sekundäre Kontinuitätsrate somit 90%.

In einem Fall wurde wegen des fortgeschrittenen Alters und der zahlreichen Begleiterkrankungen auf eine Rückverlegung des Stomas verzichtet.

Entgegen der Angaben in der Literatur (99,100) war im DCS-Kollektiv keine erhöhte Morbidität und Letalität im Rahmen der Kontinuitätswiederherstellung zu beobachten. Auch wenn die Rückverlegungsoperation in einigen Fällen aufgrund der Adhäsionen langwierig und technisch anspruchsvoll sein kann, trat lediglich bei einem Patienten eine schwere Komplikation (Anastomoseninsuffizienz) auf. Die in unserem Kollektiv beschriebene sekundäre Kontinuitätsrate von 90% wird durch die Arbeiten von Sohn et al 2016 (69) und 2018 (20) bestätigt. Sie konnten zum Ende des Follow-up Kontinuitätsraten von 88% resp. 77% erzielen.

Nach Angaben von Vermeulen et al. (101) konnte bei 25% seiner Patienten aufgrund des hohen Patientenalters sowie von Komorbiditäten keine Wiederherstellung der Kontinuität im Beobachtungszeitraum erreicht werden.

Sohn et al. haben 2021 (102) in einer Übersichtsarbeit (systematic review) die Ergebnisse von 8 relevanten Studien zur Damage Control Surgery seit 2010 zusammengefasst und so einen Überblick über das Outcome in dieser Patientengruppe gegeben sowie den Vergleich mit konkurrierenden operativen Verfahren (primäre Anastomose mit protektivem Stoma, primäre Hartmann-Operation, Laparoskopische Lavage) ermöglicht.

Von den 256 inkludierten Patienten konnte bei 73% trotz fortgeschrittener Infektsituation (67% der Patienten hatten ein Hinchey III- Stadium, 30% ein Hinchey IV) eine Anastomose im Rahmen der Second look –Operation angelegt werden. In 15 % wurde die Anastomose durch ein doppelläufiges Ileostoma geschützt. 27% erhielten dementsprechend ein endständiges Stoma (Hartmann-Operation).

Im Vergleich dazu wurde im Patientenkollektiv des Marienkrankenhauses Hamburg in 61% der Fälle eine primäre Anastomose durchgeführt, bei 39% erfolgte im Rahmen der Second look –Operation eine definitive Stomaanlage.

Bei 13% trat nach Anastomosenanlage eine Insuffizienz auf (MK Hamburg 15%), die Revisionsrate lag bei 15% (MK 18%). Die Stomarate zum Entlassungszeitpunkt betrug bei Sohn et al. 45% (MK 46%), die Letalität 9% (MK 6%).

In der Schlussfolgerung halten die Autoren das Konzept der Damage Control Surgery (DCS) gerade bei schwereren Verlaufsformen der diffusen Peritonitis für ein sicheres und praktikables Verfahren. Im Vergleich zu den konkurrierenden Verfahren lässt sich mit dieser Technik bei akzeptabler Morbidität und Letalität bei einer Vielzahl der Patienten ein stomafreies Leben erreichen.

Das Konzept der Damage Control Surgery vereinigt auch nach unseren Ergebnissen die Anforderungen an eine überzeugende Therapieoption in der Behandlung der perforierten Sigmadivertikulitis mit generalisierter Peritonitis: eine möglichst niedrige Morbidität und Letalität, eine geringe Stomarate und eine praktikable Technik mit überschaubaren Kosten.

#### **4.4 Ergebnisse des DOP- Patientenkollektivs im Literaturkontext**

In der DOP-Gruppe sind alle Patienten mit perforierter Sigmadivertikulitis inkludiert, die durch einen einzeitigen operativen Eingriff saniert werden konnten. Im Vergleich zu den Patienten der DCS-Gruppe mussten nur 20% (n=5) notfallmäßig operiert werden, bei weiteren 20% erfolgte die Operation am Folgetag. In den übrigen Fällen wurde bei radiologischem Nachweis einer gedeckten Perforation und nur mäßig ausgeprägter klinischer Symptomatik zunächst ein konservativer Behandlungsversuch unternommen. In einigen Fällen erfolgte interventionell eine CT- oder Sonographie- gesteuerte Punktion und Drainage des perisigmoidalen Abszesses. 76% der Patienten befanden sich im Hinchey-Stadium I-II.

Die im Vergleich zur DCS-Gruppe offensichtlich geringere Erkrankungsschwere dieses Kollektivs manifestiert sich in einem medianen MPI von 11, einer medianen ICU-Verweildauer von 0 Tagen (Range 0-7 Tage) und lediglich 2 Patienten mit perioperativem Organversagen.

Bei 92% der Patienten konnte nach explorativer Laparotomie / Laparoskopie, Lavage und Darmresektion primär eine Anastomose angelegt werden. Bei 2 von 25 Patienten wurde eine Second-look-Operation erforderlich.

In verschiedenen Arbeiten konnte nachgewiesen werden, dass eine primäre Resektion mit Anastomose bei diesem Patientenkollektiv im Hinblick auf Morbidität und Letalität gegenüber der Hartmann-Operation nicht nachteilig ist (98,103,104). Salem et al 2004 (98) berichten von einer Letalitätsrate von 10% bei primärer Anastomosierung gegenüber 20% bei einer Diskontinuitätsresektion nach Hartmann. Die Insuffizienzrate nach primärer Anastomose lag bei 13,9%.

Bei der Entscheidung für ein entsprechendes Verfahren muss der Operateur verschiedene patientenbezogene und klinische Faktoren berücksichtigen: u.a. das Patientenalter, den Allgemeinzustand, relevante Begleiterkrankungen sowie den Schweregrad und die Ausbreitung der intraabdominellen Infektion (96,97). In dieser Situation muss er das Risiko einer Anastomoseninsuffizienz gegen die Risiken und Nachteile eines mehrzeitigen Vorgehens oder einer primären Diskontinuitätsresektion abwägen. Wenn nach der Darmresektion und Lavage eine spannungsfreie, gut durchblutete Anastomose bei zufriedenstellender Darmwandqualität angelegt werden kann, sollte dies angestrebt werden. Im Einzelfall kann die Anastomose durch ein doppelläufiges Ileostoma geschützt werden. Dabei wird das Ileostoma eine Insuffizienz nicht immer verhindern, beugt aber den Folgen einer schweren Peritonitis vor (105). In einem Cochrane-Review mit Metaanalyse von 6 RCT erwies sich das Stoma allerdings als protektiver Faktor gegen eine Anastomoseninsuffizienz nach Rektumresektion (106).

Lock et al. 2016 (31) sehen in der postoperativen Peritonitis eine lebensbedrohliche Komplikation, die bei diffuser Ausbreitung mit einer Letalität von bis zu 50% einhergeht (107). Sie hat einen Anteil von ca. 30% an der Gesamtheit aller sekundären Peritonitiden. Meist handelt es sich um eine bakterielle Mischinfektion an der „überproportional häufig selektionierte Keime mit potentieller Antibiotikaresistenz“ beteiligt sind.

Unabhängige, statistisch signifikante Risikofaktoren für das Auftreten einer Anastomoseninsuffizienz sind dabei u.a. das männliche Geschlecht, Adipositas, Alkoholabusus und Steroideinnahme. Weitere wichtige klinische Risikofaktoren, die insbesondere bei Patienten mit einer Kolonperforation und Peritonitis Bedeutung erlangen, sind die Operationsdauer, der Kontaminationsgrad der Bauchhöhle, die Notfallsituation und die Hypotension (108,109).

Trotz der Identifikation zahlreicher Patienten- und Operationsbezogener Risikofaktoren und technischer Fortschritte hat die Inzidenz der Anastomoseninsuffizienz bis heute nicht signifikant abgenommen. Sie bleibt eine lebensbedrohliche Komplikation mit hoher Morbidität und Letalität sowie erheblichem Einfluss auf die Lebensqualität.

Pathophysiologisch sind Makro- und Mikrozirkulationsstörungen an der Anastomose ein entscheidender Faktor für die Entstehung von Insuffizienzen (110,111). Neuere ätiopathogenetische Untersuchungen lassen als Ursache der Insuffizienz eine Veränderung des Mikrobioms, die Aktivierung Kollagenase-produzierender Bakterien sowie eine Suppression der Immunabwehr vermuten (112).

Im eigenen Patientenkollektiv (DOP-Gruppe) kam es lediglich in einem Fall zu einer Anastomoseninsuffizienz (AI-Rate 4,3%). Diese war nicht revisionspflichtig und konnte unter endoskopischer Kontrolle durch regelmäßige rektale Spülungen zur Ausheilung gebracht werden.

Alle Patienten erhalten in unserer Klinik nach einer Resektion am li. Hemikolon/Rektum um den 5. postoperativen Tag routinemäßig eine endoskopische Anastomosenkontrolle, um eine drohende Insuffizienz frühzeitig erkennen und therapieren zu können. Seit Umstellung der Anastomosentechnik auf eine End-zu-Seit Anastomose wurden im Marienkrankenhaus Hamburg deutlich weniger Heilungsstörungen im Bereich der Anastomose beobachtet (Ischämiezone, Ödem, Entzündungssaum). Bei dieser Technik wird der orale Descendens-Schenkel mit einem Zirkularstapler End-zu-Seit auf die Rektumvorderwand angeschlossen. Um die bisher rein empirischen Eindrücke zu objektivieren, läuft derzeit in dieser Klinik eine retrospektive Untersuchung von Patienten mit einer Anastomose im Bereich des Rektosigmoidalen Übergangs und Rektums bei kolorektalem Karzinom.

Eigenwald (113) verglich in ihrer Dissertation die Ergebnisse zweier Anastomosentechniken bei jeweils mehr als 300 Patienten. Dabei stellte er die E-E- Anastomose der S-E-Anastomose, die seit 2005 in Schleswig bevorzugt durchgeführt wurde, gegenüber. Die Anastomoseninsuffizienzrate unter den E-E-Anstomosen betrug 8,64%, unter den S-E-Anastomosen nur 1,93% und war

damit signifikant niedriger. Er folgerte, dass sich durch die Technik der S-E-Anastomose die Inzidenz von Insuffizienzen am li. Hemikolon und damit auch die Morbidität und Letalität des Eingriffs signifikant senken lässt.

Bei lediglich 2 von 25 Patienten der DOP-Gruppe wurde primär eine Diskontinuitätsresektion nach Hartmann durchgeführt, in allen anderen Fällen konnte eine Resektion mit Anastomose erfolgen. Seit den 1980er Jahren hatte sich die Hartmann-Operation als Goldstandard bei der perforierten Sigmadivertikulitis etabliert (114–116). Noch 1995 wurde sie von der Standard Task Force der American Society of Colon and Rectal Surgeons als Standardoperation bei Kolonperforation mit Peritonitis empfohlen (117).

Im Verlauf konnten jedoch Studien belegen, dass die primäre Resektion mit Anastomose der Hartmann-Operation im Hinblick auf postoperative Komplikationsraten und Letalität nicht unterlegen war (98,103,104) und in den meisten Fällen sicher und technisch durchführbar war (118–121). Auch durch die Einführung innovativer Techniken wie die intraabdominelle Vakuumtherapie und das Prinzip der Damage Control Surgery wurde die Indikation für eine primäre Diskontinuitätsresektion immer seltener gesehen.

Studiendaten zeigten auch, dass die Wiederherstellung der Kontinuität nach Hartmann-Operation mit einer nicht unerheblichen Morbidität vergesellschaftet war. Bei bis zu 30% der Patienten trat eine Anastomoseninsuffizienz auf (122,123), die Letalität lag bei bis zu 20% (98). Darüberhinaus zeigte sich, dass in bis zu 25% der Fälle aufgrund von Alter und Komorbiditäten der Patienten auf eine Kontinuitätswiederherstellung verzichtet wurde (101). Andere Arbeiten berichten von 20-50% der Patienten, die ihr Kolostoma aufgrund schwerer perioperativer Risiken nicht mehr verloren (98,124–126).

Die im Vergleich zur Kontinuitätsresektion hohen Letalitätsraten bei Hartmann-Operation waren nach Ansicht einiger Autoren jedoch nicht auf die OP-Technik sondern vielmehr auf das Ausmaß von Peritonitis und Sepsis nach perforierter Sigmadivertikulitis zurückzuführen (127). Durch einen gewissen Selektionsbias (128) erhielten Patienten mit hohem OP-Risiko, diffuser Peritonitis und schweren Komorbiditäten eher eine Diskontinuitätsresektion als eine primäre Anastomose (129).



In unserem Patientengut konnte das Stoma in einem Fall nach 54 Tagen komplikationsfrei rückverlegt werden, im anderen Fall ließen sich in der Nachbeobachtung keine Informationen über den weiteren Krankheitsverlauf des Patienten gewinnen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Hartmann-Operation im Behandlungskonzept des Marienkrankenhaus Hamburg bei Patienten mit perforierter Sigmadivertikulitis als einzeitiger, definitiver Eingriff nur noch eine untergeordnete Rolle spielt. Wir sehen die Indikation für eine primäre Diskontinuitätsresektion nur noch bei älteren Patienten in schlechtem Allgemeinzustand und fortgeschrittenen Erkrankungsstadium, bei denen eine spätere Wiederherstellung der Kontinuität unwahrscheinlich ist.

Neben der einen Anastomoseninsuffizienz traten in der DOP-Gruppe vier weitere chirurgische Komplikationen auf, die zu einer operativen Revision zwangen (Revisionsquote 16%). In zwei Fällen musste wegen eines Platzbauchs, in einem Fall wegen einer postoperativen Nachblutung revidiert werden. In einem weiteren Fall kam es bei ausgeprägter lokaler Entzündungsreaktion mit Ausbildung eines entzündlichen Konglomerattumors intraoperativ zu einer Harnleiterverletzung. Auch wenn es sich um einen Einzelfall handelte, zwangen schwierige anatomische Verhältnisse entzündungsbedingt in zahlreichen Fällen zu einer Änderung der OP-Strategie. 40% aller Eingriffe wurden in dieser Patientengruppe laparoskopisch begonnen, in 28% musste jedoch aufgrund schwieriger Präparation eine Konversion erfolgen.

Despouy (35) konnte 2007 anhand von 509 laparoskopisch begonnenen Sigmaresektionen bei Divertikulitis zeigen, dass eine laparoskopische Operation mit niedriger Morbidität vorgenommen werden kann. Eingeschlossen wurden in die Untersuchung Patienten mit akut-unkomplizierter, chronisch-rezidivierender und akut-komplizierter Verlaufsform. Der Anteil derer im akut-komplizierten Stadium betrug dabei 31%. Die Gesamt-Komplikationsrate lag bei 18,8%, die Anastomoseninsuffizienzrate bei 1,7%. In 6,9% aller laparoskopisch begonnenen Operationen musste konvertiert werden, bei komplizierter Divertikulitis jedoch signifikant häufiger als bei der unkomplizierten Form. Als wesentliche Gründe für einen Umstieg wurden, ähnlich wie in unserer Untersuchung, die fortgeschrittene Entzündung mit fehlender Identifikation anatomischer Leitstrukturen, Adhäsionen und technische Schwierigkeiten angegeben.

Die im Rahmen der Studie vorgenommene Literaturanalyse (42 Studien) konnte diese Daten bestätigen. Despouy (35) konstatierte für seine Klinik, dass die laparoskopische Operation bei komplizierter Divertikulitis ohne freie Perforation das offene Vorgehen als Standard mittlerweile abgelöst hat.

Bei der Betrachtung und Analyse der Ergebnisse der DOP-Gruppe ist jedoch von einem Selektionsbias auszugehen. Wie auch andere Autoren zeigen konnten (97), wird die Verfahrenswahl nicht zuletzt auch durch den Schweregrad der Peritonitis, die lokalen Wundverhältnisse, den Operationszeitpunkt (elektiv/Notfall), die Expertise des Operateurs und die Komorbiditäten des Patienten beeinflusst.

Dass kein Patient des DOP-Kollektivs perioperativ verstarb (Letalität 0%) und die chirurgischen Komplikationsraten niedrig waren, ist unter anderem auch darauf zurückzuführen, dass der Operateur im Zweifel auf ein einzeitiges, definitives Verfahren (Resektion mit Anastomose) verzichtete. Stattdessen entschied er sich zum Beispiel bei ausgeprägter lokaler Infektsituation, schlechtem Allgemeinzustand des Patienten oder in einer Notfallsituation bei fehlender kolorektaler Erfahrung im Sinne der Patientensicherheit eher für ein zweizeitiges Vorgehen mit DCS und intraabdomineller Vakuumtherapie. Nach zwischenzeitlicher intensivmedizinischer Stabilisierung und kontinuierlicher, effizienter Drainagetherapie über ein Folien-Schwamm-Unterdrucksystem konnte dann unter Elektivbedingungen im Rahmen der programmierten Relaparotomie eine Entscheidung über die Verfahrenswahl (Anastomose oder definitives Stoma) getroffen werden. Diese Patienten mit potentiell höherem Morbiditäts- und Letalitätsrisiko wurden dann dem DCS-Kollektiv zugerechnet.

Als Alternative zu den bisher beschriebenen operativen Verfahren bei perforierter Sigmadivertikulitis wurde seit den 2000er Jahren eine Operationsmethode vorgestellt, die auf eine Fokussanierung im Rahmen der Notfalloperation verzichtete. Bei dieser OP sollte zunächst eine alleinige laparoskopische Peritoneallavage und Drainage erfolgen, um so die Zeit bis zur definitiven operativen Versorgung zu überbrücken (130). Wegen der deutlich erhöhten Revisionsrate musste jedoch der Studienarm „laparoskopische Lavage und

Drainage“ vorzeitig geschlossen werden. Zwei weitere randomisierte Studien konnten diese Beobachtungen bestätigen (131,132).

Im DILALA-Trial (132) betrug die Revisionsquote nach alleiniger laparoskopischer Lavage und Drainage 28,3%, nach Resektion 8,8%. Bezüglich ICU-Aufenthalt, Letalität und Stomarate konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Myers et al. 2008 (133) fanden gegenüber den resezierenden Verfahren niedrigere Morbiditäts- und Letalitätsraten.

Wegen der hohen Revisionsrate findet die alleinige laparoskopische Lavage und Drainage im Marienkrankenhaus Hamburg im Therapiespektrum bei perforierter Sigmadivertikulitis keine Berücksichtigung.

## **4.5 Therapiealgorithmus**

Nach einer retrospektiven Analyse der Behandlungsverläufe von 58 Patienten, die wegen einer perforierten Sigmadivertikulitis im Marienkrankenhaus Hamburg zwischen 2013 und 2019 operiert wurden, konnten 2 Behandlungsgruppen definiert werden.

In der heterogen zusammengesetzten DOP-Gruppe erhielten die Patienten eine meist einzeitige, definitive operative Therapie in Form einer Darmresektion mit primärer Anastomose oder einer Diskontinuitätsresektion nach Hartmann. Die Patienten der DCS-Gruppe wurden nach dem mehrstufigen Konzept der Damage Control Surgery mit abdomineller Unterdrucktherapie behandelt.

Bei den genannten Regimen handelte es sich jedoch nicht um alternativ einzusetzende, konkurrierende Operationsverfahren. Die Analyse beider Patientengruppen und Ergebnisse zeigte, dass die Behandlungskonzepte in der Therapie der komplizierten Sigmadivertikulitis komplementär angewandt wurden und ihr Einsatz abgestuft erfolgte.

Für das Marienkrankenhaus Hamburg ergibt sich hieraus der nachfolgende Therapiealgorithmus:

Patienten mit einer gedeckt perforierten Sigmadivertikulitis und /oder lokalisierten Peritonitis (Hinchey-Stadium I-II) können meist einzeitig mit geringer Morbidität und Letalität durch eine Darmresektion mit primärer Anastomose versorgt werden. Wenn möglich sollte ein laparoskopisches Vorgehen gewählt werden. Bei spannungsfreier, gut durchbluteter Anastomose und beherrschbarer Infektsituation kann auf die protektive Anlage eines doppeläufigen Ileostoma verzichtet werden.

Für Patienten mit diffuser Peritonitis und drohender oder manifester abdomineller Sepsis (Hinchey-Stadium III-IV) ist das DCS-Konzept mit intraabdomineller Unterdrucktherapie das Verfahren der Wahl. In der Notfallsituation ermöglicht es zunächst die Fokussanierung und kontinuierliche Drainage der Abdominalhöhle. Nach 24-48 h kann im Rahmen der programmierte Relaparotomie eine Reevaluation der intraabdominellen Infektsituation vorgenommen und unter Elektivbedingungen über die weiteren Therapieoptionen entschieden werden: neben der Anastomosierung mit oder ohne protektives Ileostoma sind dies die Fortsetzung der Bridging-Therapie mit mehrmaliger Einlage eines vakuumassistierten Folien-Schwamm-Systems und die definitive Kolostomaanlage (Hartmann-Situation). Neben der niedrigen postoperativen Komplikationsrate ließ sich hierdurch auch bei Hartmann-Patienten eine hohe späte Kontinuitätsrate von 90% und eine überzeugende Abdomenverschlussrate (100%) erreichen.

Die noch vor wenigen Jahren als Goldstandard geltende primäre Diskontinuitätsresektion nach Hartmann hat nur noch in wenigen ausgewählten Fällen ihren Stellenwert. Wir sehen eine Indikation bei Patienten mit hohem Lebensalter, relevanten Begleiterkrankungen und schlechtem Allgemeinzustand im fortgeschrittenen Erkrankungsstadium, bei denen eine spätere Rückverlagerung des Stomas wenig wahrscheinlich ist.

## Literaturverzeichnis

1. Zwenzner E-M. Analyse von Kolonperforationen an der Klinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie der Friedrich-Schiller-Universität zu Jena über den Zeitraum von 1995 bis 2001. Dissertation. Friedrich-Schiller-Universität zu Jena; 2005.
2. Descloux A, Doß M, Keerl A, Kocher T, Rosenberg R. Aktuelle Konzepte der perforierten Sigmadivertikulitis. Praxis (Bern 1994). 2013;102(2):91–7.
3. Pontenagel U. Prognostische Kriterien bei komplizierter Divertikulitis Retrospektive Studie an Hand des Krankengutes der Chirurgischen Klinik der Kliniken der Landeshauptstadt Düsseldorf gGmbH am Krankenhaus Gerresheim. Dissertation. Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf; 2003.
4. Hoffmann M. Sigmadivertikulitis Stand der Therapie an der Frankwaldklinik Kronach. Dissertation. Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg; 2009.
5. Curveilhier J. Traite d'Anatomie Pathologique Generale. Vol. 1. Balliere, Paris; 1849.
6. Graser E. Über multiple falsche Darmdivertikel in der Flexura Sigmoidea. Münch Med Wschr. 1899;46:721–723.
7. Mayo WJ, Wilson LB GH. Acquired diverticulitis of the large intestine. Surg Gynecol Obstet. 1907;5:8–15.
8. David J, Schoetz, Jr. MD. Diverticular Disease of the Colon A Century-Old Problem. Dis Colon Rectum. 1999;42(6):703–9.
9. Painter NS, Burkitt DP. Diverticular Disease of the Colon: A Deficiency Disease of Western Civilization. Br Med J. 1971;2(5759):450–4.
10. Painter NS, Burkitt DP. Diverticular disease of the colon, a 20th century problem. Clin Gastroenterol. 1975;4(1):3–21.
11. Smithwick RH. Experiences with the Surgical Management of Diverticulitis of the Sigmoid. Ann Surg. 1942;115(6):969–85.
12. Gregg R. The place of emergency resection in the management of obstructing and perforating lesions of the colon. Surg. 1954;37:754–61.
13. Vermeulen J, Leijtens JWA, Mannaerts GHH. Reversal of Hartmann's procedure after perforated diverticulitis through the stomal side without additional incisions: The SIR procedure. Dig Surg. 2010;27(5):391–6.
14. Teichmann W, Herbig B. Therapie-Prinzipien bei der diffusen Peritonitis. Chirurg. 2000;71(1):120–8.
15. Rotondo MF, Schwab CW, McGonigal MD et al. 'Damage control': an approach for improved survival in exsanguinating penetrating abdominal injury. J Trauma. 1993;35(3):375–382.
16. Eisenächer AP. Die vakuumassistierte Wundbehandlung der Bauchwunde nach komplikationsreichem Verlauf. Dissertation. Universität zu Lübeck; 2011.
17. Benz D, Balogh ZJ. Damage control surgery: Current state and future

- directions. *Curr Opin Crit Care*. 2017;23(6):491–7.
18. Moore EE. Staged laparotomy for the Hypothermia, Acidosis, and Coagulopathy Syndrome. *Am J Surg*. 1996;172(5):405–10.
  19. Perathoner A, Klaus A, Mühlmann G, Oberwalder M, Margreiter R, Kafka-Ritsch R. Damage control with abdominal vacuum therapy (VAC) to manage perforated diverticulitis with advanced generalized peritonitis—a proof of concept. *Int J Colorectal Dis*. 2010;25(6):767–74.
  20. Sohn MA, Agha A, Steiner P, Hochrein A, Komm M, Ruppert R, et al. Damage control surgery in perforated diverticulitis: ongoing peritonitis at second surgery predicts a worse outcome. *Int J Colorectal Dis*. 2018;33(7):871–8.
  21. Cheatham ML, Demetriades D, Fabian TC, Bochicchio G, Sarani B, Rotondo MF. Prospective Study Examining Clinical Outcomes Associated with a Negative Pressure Wound Therapy System and Barker 's Vacuum Packing Technique. *World J Surg*. 2013;37(9):2018–30.
  22. Stone PA, Hass SM, Flaherty SK, Deluca JA, Lucente FC, Kusminsky RE. Abdominal Trauma. *J Trauma*. 2004;57(5):1082–6.
  23. Herbert PC, Drummond AJ, Singer J, Bernard GR, Russell JA. A simple multiple system organ failure scoring system predicts mortality of patients who have sepsis syndrome. *Chest*. 1993;104(1):230–9.
  24. Plazotta A. Die Vakuumtherapie. Abschlussarbeit. Ausbildungszentrum West für Gesundheitsberufe Innsbruck; 2016.
  25. Glättli A. Rückerverlagerung Kolostoma. Bern: Aventrum; 2020.
  26. Desai D, Faubion WA, Sandborn WJ. Review article: Biological activity markers in inflammatory bowel disease. *Aliment Pharmacol Ther*. 2007;25(3):247–55.
  27. Käser SA, Fankhauser G, Glauser PM, Toia D, Maurer CA. Diagnostic value of inflammation markers in predicting perforation in acute sigmoid diverticulitis. *World J Surg*. 2010;34(11):2717–22.
  28. Gasche C VS. Laboratory tests—what do they tell us? In: Kruis W, Forbes A, Jauch KW, Kreis ME, Wexner SD, editors. *Diverticular disease: emerging evidence in a common condition*. New York: Springer; 2006. p. 55–66.
  29. Tursi A. Biomarkers in diverticular diseases of the colon. *Dig Dis*. 2012;30(1):12–8.
  30. Kechagias A, Sofianidis A, Zografos G, Leandros E, Alexakis N, Dervenis C. Index C-reactive protein predicts increased severity in acute sigmoid diverticulitis. *Ther Clin Risk Manag*. 2018;14:1847–53.
  31. Lock JF, Eckmann C, Germer CT. Besonderheiten der postoperativen Peritonitis. *Chirurg*. 2016;87(1):20–5.
  32. Germer CT, Buhr HJ. Sigmadivertikulitis. Operationsindikation und -zeitpunkt. *Chirurg*. 2002;73(7):681–9.
  33. Irlbeck T, Zwißler B, Bauer A. ASA-Klassifikation: Wandel im Laufe der Zeit und Darstellung in der Literatur. *Anaesthesist*. 2017;66(1):5–10.

34. Deutsche Gesellschaft für Gastroenterologie, Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten, Deutsche Gesellschaft für Allgemein- und Viszeralchirurgie. Divertikulitis SLD. S2k Leitlinie Divertikelkrankheit/ Divertikulitis.
35. Torrent Despouy JP. Stellenwert der laparoskopischen Chirurgie bei akuter und chronisch-rezidivierender Sigmadivertikulitis: Ergebnisse bei 509 Patienten und Literaturanalyse. Dissertation. Universität zu Lübeck; 2007.
36. Hinchey EJ, Schaal PG, RG. Treatment of perforated diverticular disease of the colon. *Adv Surg.* 1978;12(5):85–109.
37. Stock W, Hansen HT. Erfahrungen mit einer klinisch-pragmatischen Stadieneinteilung. In: Schumpelick V, Kasperk R, editors. *Divertikulitis: Eine Standortbestimmung.* Berlin: Springer; 2001. p. 92–9.
38. Zachert HR. Divertikulitis: Einteilung nach Schweregraden. In: Schumpelick V, Kasperk R, editors. *Divertikulitis: Eine Standortbestimmung.* Berlin: Springer; 2001. p. 82–91.
39. Thieme. eHarriso@eRef [Internet]. 2021 [cited 2012 Sept 22]. Available from: [http://www.harrisons-online.de/b2c-web/public/images/chapter/cp\\_H18\\_14\\_297.jsessionid=E7CC290DA978A26ABFEC34C73945E86E.P2](http://www.harrisons-online.de/b2c-web/public/images/chapter/cp_H18_14_297.jsessionid=E7CC290DA978A26ABFEC34C73945E86E.P2).
40. Hansen O, Sternemann K, Heinz T SW. Rezidiv nach operativer Therapie der Kolondivertikulitis - Eine Nachuntersuchung. In: Schumpelick V, Kasperk R, editors. *Divertikulitis: Eine Standortbestimmung.* Berlin: Springer; 2001. p. 329–32.
41. Hansen O, Stock W. Prophylaktische Operation bei Divertikelerkrankung des Kolons – Stufenkonzept durch exakte Stadieneinteilung. *Langenbecks Arch Chir (Suppl II).* 1999;1257–60.
42. Hansen O, Zarras K, Graupe F, Dellana M SW. Die chirurgische Behandlung der Dickdarmdivertikulitis – Ein Plädoyer für die frühe elektive Resektion. *Zentralbl Chir.* 1996;121:190–200.
43. Linder MM, Wacha H, Feldmann U, Wesch G, Streifensand RA, Gundlach E. Der Mannheimer Peritonitis-Index. Ein Instrument Zur Intraoperativen Prognose Der Peritonitis. *Chirurg.* 1987;58(2):84–91.
44. Pauly S. Stellenwert der einzeitigen operativen Peritonitistherapie (Relaparotomie „on demand“). Dissertation. Universität Göttingen; 2007.
45. Demmel N, Maag K, Osterholzer G. [The value of clinical parameters for determining the prognosis of peritonitis - validation of the Mannheim Peritonitis Index] Wertigkeit klinischer Parameter zur Prognosebeurteilung der Peritonitis- Validierung des Mannheimer Peritonitis-Index. *Langenbeck's Arch Surg/Langenbeck's Arch für Chir.* 1994;379(3):152–158.
46. M K. Die Behandlung der akuten eitrigen freien Bauchfellentzündung. *Langenbecks Arch Chir.* 1926;(142):253–7.
47. Farthmann EH, Schöffel U. Principles and limitations of operative management of intraabdominal infections. *World J Surg.* 1990;14(2):210–217.
48. Seiler CA, Brügger L, Forssmann U, Baer HU, Büchler M. Conservative

- surgical treatment of diffuse peritonitis. *Surg.* 2000;127(2):178–84.
49. Lamme B, Boermeester MA, Reitsma JB, Mahler CW, Obertop H, Gouma DJ. Meta-analysis of relaparotomy for secondary peritonitis. *Br J Surg.* 2002;89(12):1516–24.
  50. Holzheimer RG, Dralle H. Paradigm Change in 30 Years of Peritonitis Treatment- A review on Source Control. *Eur J Med Res.* 2001;6(4):161–8.
  51. Schein M, Saadia R, Decker G. The open management of the septic abdomen. *Surg Gynecol Obs.* 1986;163(6):587–591.
  52. Schein M, Gecelter G, Freinkel W GH and BP. Peritoneal lavage in abdominal sepsis. A controlled clinical study. *Arch Surg.* 1990;125(9):1132–5.
  53. Teichmann W, Wittmann H, Andreone PA. Scheduled reoperation (Etappenlavage) for diffuse peritonitis. *Arch Surg.* 1986;121(2):147–52.
  54. Ciresi DL, Cali RF, Senagore AJ. Abdominal closure using nonabsorbable mesh after massive resuscitation prevents abdominal compartment syndrome and gastrointestinal fistula. *Am Surg.* 1999;65(8):720–724 (discussion724–725).
  55. Cuesta MA, Doblaz M, Benhoechea E. Sequential abdominal reexploration with the zipper technique. *World J Surg.* 1991;15(1):74–80.
  56. Schoeffel U, Jacobs E, Ruf G, Mierswa F, Von Specht BFE. Intraperitoneal micro-organisms and the severity of peritonitis. *Eur J Surg.* 1995;161(3):501– 508.
  57. Sotto A, Lefrant JY, Fabbro-Peray P, Muller L. Evaluation of antimicrobial therapy management of 120 consecutive patients with secondary peritonitis. *J Antimicrob Chemother.* 2002;50(4):569–76.
  58. De Waele J, Lipman J, Sakr Y, Marshall JC, Vanhems P, Groba CB, Leone M. Abdominal infections in the intensive care unit: characteristics, treatment and detremnants of outcome. *BMC Infect Dis.* 2014;29(14):420.
  59. Vermeulen J, Akkersdijk GP, Gosselink MP, Hop WCJ, Mannaerts GH, Van Der Harst E, et al. Outcome after emergency surgery for acute perforated diverticulitis in 200 cases. *Dig Surg.* 2007;24(5):361–6.
  60. Nathens AB, Rotstein OD, Marshall J. Tertiary peritonitis: clinical features of a complex nosocomial infection. *World J Surg.* 1998;22(2):158–63.
  61. Rakic M, Popovic D, Rakic M, Druzijanic N, Lojpur M, Hall B, Williams BA, Sprung J. Comparison of On-demand vs. Planned Relaparotomy for Treatment of Severe Intra-Abdominal Infections. *Croat Med J.* 2005;46(4):957–63.
  62. Scheuerlein H, Kube R, Gastinger IKF. Prospektive multizentrische Vergleichsstudie zur Peritonitisbehandlung. Qualitätssicherung bei schweren intraabdominellen Infektionen. *Zentralbl Chir.* 2000; 125(Suppl 2):199–204.
  63. Kaplan M. Managing the Open Abdomen. *Ostomy Wound Manag.* 2004;50(1A):C2.
  64. Balogh Z, McKinley B A, Holcomb J, Miller CC, Cocanour CS, Rosemary



- AK. Primary and secondary abdominal compartment syndrome can be predicted early and are harbingers of multiple organ failure. *J Trauma*. 2003;51(1):848–61.
65. Stawicki SP, Brooks A, Bilski T, Scaff D, Gupta R, Schwab CW, et al. The concept of damage control: Extending the paradigm to emergency general surgery. *Injury*. 2008;39(1):93–101.
66. Girard E, Abba J, Boussat B, Trilling B, Mancini A, Bouzat P, et al. Damage Control Surgery for Non-traumatic Abdominal Emergencies. *World J Surg*. 2018;42(4):965–73.
67. Kafka-Ritsch R, Birkfellner F, Perathoner A, Raab H, Nehoda H, Pratschke J, et al. Damage Control Surgery with Abdominal Vacuum and Delayed Bowel Reconstruction in Patients with Perforated Diverticulitis Hinchey III/IV. *J Gastrointest Surg*. 2012;16(10):1915–22.
68. Brillantino A, Andreano M, Lanza M, D'Ambrosio V, Fusco F, Antropoli M, et al. Advantages of Damage Control Strategy With Abdominal Negative Pressure and Instillation in Patients With Diffuse Peritonitis From Perforated Diverticular Disease. *Surg Innov*. 2019;26(6):656–61.
69. Sohn M, Agha A, Heitland W, Gundling F, Steiner P, Iesalnieks I. Damage control strategy for the treatment of perforated diverticulitis with generalized peritonitis. *Tech Coloproctol*. 2016;20(8):577–83.
70. Tartaglia D, Costa G, Camillò A, Castriconi M, Andreano M, Lanza M, et al. Damage control surgery for perforated diverticulitis with diffuse peritonitis: Saves lives and reduces ostomy. *World J Emerg Surg*. 2019;14(1):10–5.
71. Kafka-Ritsch R, Zitt M, Perathoner A, Gasser E, Kaufman C, Czipin S, et al. Prospectively Randomized Controlled Trial on Damage Control Surgery for Perforated Diverticulitis with Generalized Peritonitis. *World J Surg*. 2020;44(12):4098–105.
72. Teichmann W, Eggert A, Wittmann DH. Der Reißverschluß als neue Methode des temporären Bauchdeckenverschlusses in der Abdominalchirurgie. *Chir*. 1985;56(7):173–8.
73. Leguit P Jr. Zip-closure of the abdomen. *Neth J Surg*. 1982;34(1):40–1.
74. Fernandez L, Norwood S, Roettger R, Wilkins H 3rd. Temporary intravenous bag silo closure in severe abdominal trauma. *J Trauma* Feb. 1996;40(2):258–60.
75. Brock WB, Barker DE, Burns RP. Temporary closure of open abdominal wounds: the vacuum pack. *Am Surg*. 1995;61(1):30–5.
76. Oettinger P, Rau B. Abdomineller Vakuumsaugverband beim offenen Abdomen. *Der Chir*. 2006;7(3):586–93.
77. The Borden Institute. Damage control surgery. In: Department of the Army, The Borden Institute, editors. *Emergency war surgery, 3rd US revision*. New York: The Borden Institute; 2004; 12.1–12.10.
78. Eisenächer A, Harder K, Lenz S. Die Versorgung der offenen Bauch- wunde mittels Vakuumtherapie. *Chir Praxis*. 2009;70(1):11–22.
79. Hauer T, Sprengel K HN et al. Temporärer Bauchdeckenverschluss und

- Laparostoma. In: Flohé S, Matthes G, Paffrath T et al., editors. Schwerverletztenversorgung. Stuttgart: Thieme; 2018, p. 32–45.
80. Regner JL, Kobayashi L, Coimbra R. Surgical strategies for management of the open abdomen. *World J Surg.* 2012;36(3):497–510.
  81. Stevens P. Vacuum-assisted closure of laparostomy wounds: A critical review of the literature. *Int Wound J.* 2009;6(4):259–66.
  82. Green AK, Puder M, Roy R, Arsenault D, Kwei S, Moses MA, Orgill D. Microdeformational wound therapy: effects on angiogenesis and matrix-metalloproteinases in chronic wounds of 3 debilitated patients. *Ann Plast Surg.* 2006;56(4):418–22.
  83. Argenta LC, Morykwas MJ. Vacuum assisted closure: a new method for wound control and treatment. Clinical experience. *Ann Plast Surg.* 1997;38(6):563–77.
  84. Stechmiller JK, Kilapadi DV, Childress CB, Schultz G. Effect of vacuum-assisted closure therapy on the expression of cytokines and proteases in wound fluid of adults with pressure ulcers (letter to editor). *Wound Rep Regen.* 2006;14(3):371–4.
  85. Labler L, Mica L, Härter L, Trentz O, Keel M. Einfluss der V.A.C.® - Therapie auf Zytokine und Wachstumsfaktoren in Traumatischen Wunden. *Zentralblatt für Chir.* 2006;131:62–7.
  86. Banwell PE, Musgrave M. Topical negative pressure therapy: Mechanisms and indications. *Int Wound J.* 2004;1(2):95–106.
  87. Willms A, Schaaf S, Schwab R, Richardsen I, Jänig C, Bieler D, et al. Intensive care and health outcomes of open abdominal treatment: long-term results of vacuum-assisted wound closure and mesh-mediated fascial traction (VAWCM). *Langenbeck's Arch Surg.* 2017;402(3):481–92.
  88. Perez D, Wildi S, Demartines N, Bramkamp M, Koehler C, Clavien PA. Prospective Evaluation of Vacuum-Assisted Closure in Abdominal Compartment Syndrome and Severe Abdominal Sepsis. *J Am Coll Surg.* 2007;205(4):586–92.
  89. Stone PA, Hass SM, Flaherty S, DeLuca JA, Lucente R, Kusminsky RE. Vacuum-assisted fascial closure for patients with abdominal trauma. *J Trauma.* 2004;57(5):1082–1086.
  90. Müller V, Koplín G, Pratschke J, Raue W. The treatment of acute secondary peritonitis: A retrospective analysis of the use of continuous negative pressure therapy. *Medizinische Klin - Intensivmed und Notfallmedizin.* 2017;113(4):299–304.
  91. Gasser E, Alexander P, Reich-Weinberger S, Buchner S, Kogler P, Zitt M, et al. Damage control surgery for perforated diverticulitis: a two center experience with two different abdominal negative pressure therapy devices. *Acta Chir Belg.* 2018;119(6):370–5.
  92. Komen N, Dijk J, Klop L, Hop W, Kleinrenink J. After-hours colorectal surgery: a risk factor for anastomotic leakage. *Int J Color Dis.* 2009;24(7):789–795.
  93. Ansari MZ, Collopy BT, Hart WG, Carson NJ, Chandraja E. In-hospital

- mortality and associated complications after bowel surgery in Victorian public hospitals. *Aust N Z J Surg.* 2000;70(1):6–10.
94. Bosscha K, Hulstaert PF. Open management of the abdomen and planned reoperations in severe bacterial peritonitis. *Eur J Surg.* 2000;166(2):44–49.
  95. Shapiro MB, Jenkins DH, Schreiber M, Spinella PC, Beekley AC, Park MS, et al. Damage control: collective review. *J Trauma.* 2000;49(5):969–978.
  96. Mueller MH, Karpitschka M, Renz B, Hartley JE, Welbourn H, et al. Co-morbidity and postsurgical outcome in patients with perforated sigmoid diverticulitis. *Int J Color.* 2011;76(6):227–34.
  97. Trenti L, Biondo S, Golda T, Monica M, Kreisler E, Fracalvieri D, et al. Generalized peritonitis due to perforated diverticulitis: Hartmann's procedure or primary anastomosis? *Int J Colorectal Dis.* 2011;26(3):377–84.
  98. Salem L, Flum D. Primary anastomosis or Hartmann's procedure for patients with diverticular peritonitis? A systematic review. *Dis Colon Rectum.* 2004;47(11):1953–64.
  99. Banerjee S, Leather AJM, Rennie JA, Samano N, Gonzalez JG, Papagrigroriadis S. Feasibility and morbidity of reversal of Hartmann's. *Color Dis.* 2005;7(5):454–9.
  100. Aydin HN, Remzi FH, Tekkis PP, Fazio VW. Hartmann's reversal is associated with high postoperative adverse events. *Dis Colon Rectum.* 2005;48(11):2117–26.
  101. Vermeulen J, Coene P, Van Hout NM, Van Der Harst E, Gosselink MP, Mannaerts GH, et al. Restoration of bowel continuity after surgery for acute perforated diverticulitis: Should Hartmann's procedure be considered a one-stage procedure? *Color Dis.* 2009;11(6):619–24.
  102. Sohn M, Agha A, Iesalnieks I, Gundling F, Presl J, Hochrein A, et al. Damage control strategy in perforated diverticulitis with generalized peritonitis. *BMC Surg.* 2021;21(1):1–11.
  103. Menon VS, Gooszen AW, Tollenaar RAEM, Geelkerken RH, Smeets HJ, Bemelman WA, et al. Prospective study of primary anastomosis following sigmoid resection for suspected acute complicated diverticular disease. *Br J Surg.* 2002;89(2):246.
  104. Richter S, Lindemann W, Kollmar O, Pistorius GA, Maurer CA, Schilling MK. One-stage sigmoid colon resection for perforated sigmoid diverticulitis (Hinchey stages III and IV). *World J Surg.* 2006;30(6):1027–32.
  105. Rullier, E., Laurent, C., Garrelon, J. L., Michel, P., Saric, J., Parneix M. Risk factors for anastomotic leakage after rectal cancer surgery. *Brit J Surg.* 1998;85(4):384–7.
  106. Montedori A, Abraha I, Cirocchi R, Sciannoneo F. Covering ileo- or colostomy in anterior resection for rectal carcinoma. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008;(1).
  107. Wittmann DH, Schein M, Condon RE. Management of secondary peritonitis. *Ann Surg.* 1996;224(1):10–8.
  108. Meyer J, Naiken S, Christou N, Liot E, Toso C, Buchs NC, et al. Reducing

- anastomotic leak in colorectal surgery: The old dogmas and the new challenges. *World J Gastroenterol.* 2019;25(34):5017–25.
109. Parthasarathy M, Greensmith M, Bowers D, Groot-Wassink T. Risk factors for anastomotic leakage after colorectal resection: a retrospective analysis of 17 518 patients. *Color Dis.* 2016;19(3):288–98.
  110. Fink, M., Welsch B. Anastomoseninsuffizienz im Gastrointestinaltrakt. *Intensivmedizin up2date* 7. 2011.
  111. Mann, B., Blase, M., Kranz, D., Soenmez MY. Robotik-assistierte laparoskopische kolorektale Resektionen mit dem Da Vinci System- Erfahrungsbericht der ersten 73 Fälle. *Z Gastroenterol.* 2012.
  112. Foppa C, Ng SC, Montorsi M, Spinelli A. Anastomotic leak in colorectal cancer patients: New insights and perspectives. *Eur J Surg Oncol.* 2020;46(6):943–54.
  113. Eigenwald J. Einfluss der Anastomosentechnik auf die Anastomoseninsuffizienzrate in der kolorektalen Chirurgie - Eine retrospektive Vergleichsstudie der End-zu-End- vs. Seit-zu-End-Darm- Anastomosen-. Dissertation. Universität zu Lübeck; 2014.
  114. Janes SE, Meagher A, Frizelle F. Management of diverticulitis. *BMJ.* 2006;332(7536):271–275.
  115. Constantinides VA, Heriot A, Remzi F, Darzi A, Senapati A, Fazio VW, Paris PT. Operative strategies for diverticular peritonitis: a decision analysis between primary resection and anastomosis versus Hartmann's procedures. *Ann Surg.* 2007;245(1):94–103.
  116. Kohler L, Sauerland S, Neugebauer E. Diagnosis and treatment of diverticular disease: results of a consensus development conference. The Scientific Committee of the European Association for Endoscopic Surgery. *Surg Endosc.* 1999;13(4):430–436.
  117. The Standard Task Force AS of C and RS. Practice parameters for sigmoid diverticulitis. *Dis Colon Rectum.* 1995;38(2):125–32.
  118. Oberkofler CE, Rickenbacher A, Raptis DA, Lehmann K, Villiger P, Buchli C, et al. A multicenter randomized clinical trial of primary anastomosis or Hartmann's procedure for perforated left colonic diverticulitis with purulent or fecal peritonitis. *Ann Surg.* 2012;256(5): 819–26.
  119. Binda GA, Karas JR, Serventi A, Sokmen S, Amato A, Hydo L, et al. Primary anastomosis vs nonrestorative resection for perforated diverticulitis with peritonitis: A prematurely terminated randomized controlled trial. *Color Dis.* 2012;14(11):1403–10.
  120. Bridoux V, Regimbeau JM, Ouaisi M, Mathonnet M, Mauvais F, Houivet E, et al. Hartmann's Procedure or Primary Anastomosis for Generalized Peritonitis due to Perforated Diverticulitis: A Prospective Multicenter Randomized Trial (DIVERTI). *J Am Coll Surg.* 2017;225(6):798–805.
  121. Lambrichts DPV, Vennix S, Musters GD, Mulder IM, Swank HA, Hoofwijk AGM, et al. Hartmann's procedure versus sigmoidectomy with primary anastomosis for perforated diverticulitis with purulent or faecal peritonitis (LADIES): a multicentre, parallel-group, randomised, open-label,

- superiority trial. *Lancet Gastroenterol Hepatol.* 2019;4(8):599–610.
122. Krukowski ZH, Matheson N. Emergency surgery for diverticular disease complicated by generalized and faecal peritonitis: a review. *Br J Surg.* 1984;71(12):921–927.
  123. Komen N, Dijk JW, Lalmahomed Z, Klop K, Hop W, Kleinrensink GJ, Jeekel H, Schouten WR LJ. After-hours colorectal surgery: a risk factor for anastomotic leakage. *Int J Color Dis.* 2009;24(7):789–795.
  124. Constantinides VA, Tekkis PP, Athanasiou T, Aziz O, Purkayastha S, Remzi FH, Fazio VW, Aydin N, Darzi A. Primary resection with anastomosis vs. Hartmann's procedure in nonelective surgery for acute colonic diverticulitis: a systematic review. *Dis Colon Rectum.* 2006;49(9):966–981.
  125. Ferzoco LB, Raptopoulos V, Silen W. Acute diverticulitis. *N Engl J Med.* 1998;338(21):1521–1526.
  126. Seetharam S, Paige J, Horgan P. Impact of socioeconomic deprivation and primary pathology on rate of reversal of Hartmann's procedure. *Am J Surg.* 2003;186(2):154–157.
  127. Nespoli A, Ravizzini C, Trivella S, Segala M. The choice of surgical procedure for peritonitis due to colonic perforation. *Arch Surg.* 1993;128(7):814–8.
  128. Kriwanek S, Gschwantler M, Beckerhinn P, Armbruster C, Roka R. Langzeitergebnisse nach Hartmann-Operationen. *Chirurg.* 1999;70(1):49–53.
  129. Zorcolo L, Covotta L, Covotta N, Bartolo D. Safety of primary anastomosis in emergency colo-rectal surgery. *Color Dis.* 2003;5(3):262–9.
  130. Vennix S, Musters GD, Mulder IM, Swank HA, Consten EC, Belgers EH, et al. Laparoscopic peritoneal lavage or sigmoidectomy for perforated diverticulitis with purulent peritonitis: A multicentre, parallel-group, randomised, open-label trial. *Lancet.* 2015;386(10000):1269–77.
  131. Schultz JK, Yaqub S, Wallon C, Blecic L, Forsmo HM, Folkesson J, et al. Laparoscopic lavage vs primary resection for acute perforated diverticulitis: The SCANDIV randomized clinical trial. *JAMA - J Am Med Assoc.* 2015;314(13):1364–75.
  132. Marshall JR, Buchwald PL, Gandhi J, Schultz JK, Hider PN, Frizelle FA, et al. Laparoscopic lavage in the management of Hinchey Grade III diverticulitis. *Ann Surg.* 2017;265(4):670–6.
  133. Myers E, Hurley M, O'Sullivan GC, Kavanagh D, Wilson I, Winter DC. Laparoscopic peritoneal lavage for generalized peritonitis due to perforated diverticulitis. *Br J Surg.* 2008;95(1):97–101.

## Danksagung

*Meinen Eltern  
und  
meinem Bruder  
in Dankbarkeit gewidmet*

## Affidavit



### Eidesstattliche Versicherung

Bürgel, Sophia

Name, Vorname

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Titel:

*Das Konzept der Damage Control Surgery mit abdomineller Unterdrucktherapie in der Behandlung der perforierten Sigmadivertikulitis: eine retrospektive Analyse von 58 Patienten am Marienkrankenhaus Hamburg zwischen 2013-2019*

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

Hamburg, den 04.10.2022

Ort, Datum

Sophia Bürgel

Unterschrift Doktorandin bzw. Doktorand