

**CT-Fluoroskopie gesteuerte perkutane Drainagenanlage bei
postoperativen intraabdominellen Flüssigkeitsverhalten nach
kolorektaler Tumorchirurgie: Technisches Outcome, Komplikationen
und klinische Ergebnisse von 61 konsekutiven Eingriffen**



Danilo Julian Hackner

2022

Aus der Klinik und Poliklinik für Radiologie
Klinik der Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorstand: Prof. Dr. Jens Ricke-Laville

**CT-Fluoroskopie gesteuerte perkutane Drainagenanlage bei
postoperativen intraabdominellen Flüssigkeitsverhalten nach kolorektaler
Tumorchirurgie: Technisches Outcome, Komplikationen und klinische
Ergebnisse von 61 konsekutiven Eingriffen**

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin

an der Medizinischen Fakultät der

Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Danilo Julian Hackner

aus München

2022

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. Christoph Trumm

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Martin Angele
Prof. Dr. Michael S. Kasperek

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr. Giovanna Negrao de Figueiredo Miller

Dekan: Prof. Dr. med. Thomas Gudermann

Tag der mündlichen Prüfung: 13.10.2022

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
1. Zusammenfassung.....	5
2. Abstract (English)	7
3. Abkürzungsverzeichnis	8
4. Einleitung.....	10
4.1 Kolorektale Karzinome	10
4.1.1 Epidemiologie.....	10
4.1.2 Ätiologie und Risikofaktoren	12
4.1.3 Pathogenese	13
4.1.4 Lokalisation der Karzinome und Einfluss auf die Metastasierung	15
4.1.5 TNM-Klassifikation, Stadieneinteilung der Union for International Cancer Control (UICC) und histopathologischer Differenzierungsgrad.....	17
4.1.6 Therapie des kolorektalen Karzinoms.....	20
4.1.7 Prognose.....	24
4.2 Postoperative Flüssigkeitsverhalte im Rahmen viszeralchirurgischer Eingriffe.....	26
4.2.1 Therapie postoperativer Flüssigkeitsverhalte.....	27
4.3 Anastomoseninsuffizienzen	29
4.4 Drainagenanlage mittels bildgebender Verfahren	31
4.5 Fragestellung und Zielsetzung der Arbeit	34
5. Material und Methoden	35
5.1 Patientenkollektiv	36
5.1.1 Einschlusskriterien	36
5.1.2 Ausschlusskriterien	38
5.2 CT-gesteuerte Drainagenanlage	39
5.2.1 CT-Fluoroskopie.....	39
5.2.2 Durchführung der Drainagenanlage.....	43
5.2.3 Strahlendosis	46
5.3 Auswertung der prä- und periinterventionellen Phase	48
5.3.1 Technischer Erfolg und Komplikationen	48
5.3.2 Dosis-Längen-Produkt.....	48
5.4 Auswertung der postinterventionellen Phase.....	50
5.4.1 Klinischer Erfolg im gesamten Kollektiv	50
5.4.2 Klinischer Erfolg bei „regulärem Verlauf“	51
5.4.3 Erfolgsfaktoren des direkten Therapieerfolgs von abdominalen Flüssigkeitskolektionen durch perkutane Drainagenanlage.....	51

5.4.4	Therapie von Anastomoseninsuffizienzen durch CT-gesteuerte perkutane Drainagenanlage	53
5.4.5	Mikrobiologische Ergebnisse	53
5.4.6	Entfernung der Drainage	54
5.5	Datenakquisition	55
5.6	Statistische Methoden	56
6.	Ergebnisse	57
6.1	Patientenkollektiv	57
6.1.1	Baseline-Werte	57
6.1.2	Vorbehandlung und operativer Eingriff	60
6.2	Interventionscharakteristika	63
6.3	Technischer Erfolg und Komplikationen	66
6.3.1	Technischer Erfolg	66
6.3.2	Komplikationen	67
6.4	Strahlendosis (DLP)	68
6.5	Klinischer Erfolg	71
6.5.1	Klinischer Erfolg im gesamten Kollektiv	71
6.5.2	Klinischer Erfolg bei Patienten mit „regulärem Verlauf“	76
6.5.3	Klinischer Erfolg bei Patienten mit Anastomoseninsuffizienz	78
6.6	Erfolgsfaktoren des direkten Therapieerfolgs von abdominellen Flüssigkeitskolektionen durch perkutane Drainagenanlage	81
6.7	Therapie von Anastomoseninsuffizienzen durch CT-gesteuerte perkutane Drainagenanlage	84
6.7.1	Therapie von Anastomoseninsuffizienzen im Bereich des Rektums	85
6.7.2	Therapie von Anastomoseninsuffizienzen im Bereich des Sigmas	85
6.8	Mikrobiologie	87
7.	Diskussion	90
8.	Literaturverzeichnis	98
9.	Tabellenverzeichnis	107
10.	Abbildungsverzeichnis	109
11.	Anhang A: Ethikvotum	111
12.	Anhang B: Detaillierte mikrobiologische Ergebnisse	113
13.	Publikationsliste	117
14.	Danksagung	119
15.	Affidavit	120

1. Zusammenfassung

Abdominale Flüssigkeitsverhalte können aufgrund diverser Ursachen – häufig entzündlicher Genese – entstehen, sind mit bis zu 5% aber auch eine Komplikation bei großen abdominalchirurgischen Eingriffen. Nach wie vor stellen sie eine gefürchtete Komplikation dar, da sie, wenn nicht zeitnah therapiert, mit einer hohen Mortalität einhergehen können. Die interventionelle perkutane Drainagenanlage (bspw. unter CT- oder Sonografie-Steuerung) hat die chirurgische Revision wann immer möglich und somit in großen Teilen ersetzt. Die CT-Fluoroskopie hat hierbei einen großen Stellenwert. Einerseits zeichnet sich diese durch eine sehr gute Auflösung aus und geht somit mit einem hohen Maß an Sicherheit für die Patienten¹ einher, andererseits ließ sich durch die Weiterentwicklung der CT-Technik die Strahlenbelastung kontinuierlich reduzieren.

Wir analysierten in einem Zeitraum über 16 Jahre (von Januar 2005 bis Dezember 2020) alle CT-fluoroskopisch gesteuerten Drainagenanlagen nach abdominalchirurgischen Eingriffen bei kolorektalen Tumoren an der Klinik der Universität München, Standort Großhadern. Die retrospektive Auswertung umfasste technische und klinische Faktoren sowie die Strahlenbelastung der Patienten im Vergleich der Jahre 2005 bis 2012 und 2013 bis 2020. Zusätzlich wurden in verschiedenen Subgruppen Faktoren für eine erfolgreiche Drainagenanlage und die mikrobiologischen Ergebnisse des Aspirats ausgewertet.

Insgesamt schlossen wir 61 Patienten in das Studienkollektiv ein. Die CT-gesteuerte fluoroskopische perkutane Drainagenanlage nach kolorektaler Tumorchirurgie war mit einer sehr hohen technischen Erfolgsrate von 96,7% bei keinerlei Komplikationen vergesellschaftet. Die Drainagenanlagen waren mit einer geringen Strahlenbelastung für die Patienten, deutlich unter publizierten Referenzwerten, möglich. In den Jahren von 2013 bis 2020 erfolgte eine weitere, jedoch nicht signifikante, Reduktion des prä- und intrainerventionellen Dosis-Längen-Produktes im Vergleich zu den Jahren 2005 bis 2012. Anhand fallender laborchemischer Entzündungsparameter in den 30 Tagen nach Drainagenanlage konnte bei 83% der Patienten ein klinischer Erfolg mit einer Tendenz zu höherer Erfolgsrate bei infizierten im Vergleich zu nicht-infizierten Verhalten gezeigt werden. Zusätzlich sahen wir eine höhere – wenn auch statistisch nicht signifikante –

¹ Aufgrund der besseren Lesbarkeit wird in dieser Arbeit das generische Maskulinum verwendet, gemeint sind jedoch immer alle Geschlechter. Die Gleichberechtigung ist selbstverständliche Grundlage des Menschenbildes, sodass auf eine zusätzliche Dopplung der Begriffe verzichtet wurde.

Wahrscheinlichkeit für einen direkten Therapieerfolg nach primär laparoskopischen als nach offenen Eingriffen ($p = 0,182$; Odds Ratio 2,640, 95%-Konfidenzintervall [0,634, 10,996]).

Bei Anastomosen- oder Hartmannstumpfsuffizienzen im Bereich des Rektums ist die Drainagenanlage sicher und hat vergleichbare Erfolgsraten und klinische Verläufe vorzuweisen wie im restlichen Kollektiv. Die mikrobiologischen Resultate entsprechen den üblicherweise vorherrschenden Erregern bei intraabdominellen Infektionen, eine Analyse der Resultate in Bezug zu den verschiedenen Eingriffstypen zeigte kein statistisch signifikantes Ergebnis.

2. Abstract (English)

Abdominal fluid collections can occur due to various reasons, often of inflammatory origin, but are also a complication of major abdominal surgery, accounting for up to 5% of cases. They are still a feared complication, as they can be associated with high mortality if not treated promptly. Interventional percutaneous drainage (e.g., under CT or sonography guidance) has replaced surgical revision whenever possible and thus to a large extent. CT fluoroscopy is of great importance in this context. On the one hand, it is characterized by a very good resolution and thus goes hand in hand with a high degree of safety for the patient. On the other hand, the further development of CT technology has led to a continuous reduction in radiation exposure.

We analyzed all CT-fluoroscopically guided drainage procedures after abdominal surgery for colorectal tumors at the University of Munich, Großhadern site, over a period of 16 years (from January 2005 to December 2020). The retrospective evaluation included technical and clinical factors as well as radiation exposure of patients compared from 2005 to 2012 and 2013 to 2020. In addition, factors for successful drain placement and microbiological results of the aspirate were evaluated in different subgroups.

We included a total of 61 patients in the study population. CT-fluoroscopically guided percutaneous drainage placement after colorectal tumor surgery was associated with a very high technical success rate of 96.7% with no complications. Drainage placement was feasible with low radiation exposure to patients, well below published reference values. From 2013 to 2020, there was a further, but not significant, reduction in the pre- and intra-interventional dose-length product compared with the period 2005 to 2012. Based on falling laboratory inflammatory parameters in the 30 days after drainage placement, clinical success was demonstrated in 83% of patients, with a tendency toward higher success rates in infected compared to non-infected collections. Additionally, we saw a higher, although not statistically significant, likelihood of direct therapeutic success after primary laparoscopic compared to open procedures ($p = 0.182$; odds ratio 2.640, 95% confidence interval [0.634, 10.996]).

In anastomotic or Hartmann's stump insufficiencies, drainage placement is safe and has comparable success rates and clinical courses as in the rest of the collective. The microbiological results correspond to the usually predominant pathogens in intra-abdominal infections; an analysis of the results in relation to the different types of surgery showed no statistically significant result.

3. Abkürzungsverzeichnis

AKS	Adenom-Karzinom-Sequenz
bspw.	Beispielsweise
bzw.	Beziehungsweise
ca.	Circa
CME	“Complete mesocolic excision”, komplette mesokolische Exzision
CT	Computertomographie
CTDI	“Computed Tomography Dose Index”, Messgröße in der Dosimetrie
DLP	Dosis-Längen-Produkt
Endo-VAC	endoluminale / endoskopische Vakuumschwammtherapie
et al.	Et alia (und andere)
etc.	Et cetera (und so weiter)
Fr	French, Maß für den Außendurchmesser von Drainagen
GIST	Gastrointestinale Stroma Tumore
GLMM	„Generalized linear mixed model“, Verallgemeinertes lineares gemischtes Modell
GSB	Gesamt Serum Bilirubin
h	Schichtdicke (der bestrahlten Schichten im CT)
HNPCC	Hereditäres Non-Polyposis Kolorektales Karzinom
I.d.R.	In der Regel
IEN	Intraepitheliale Neoplasien
KIS	Klinisches Informationssystem
KKE	Kolonkontrasteinlauf
KRK	Kolorektale Karzinome
kV	Kilo Volt
L	Links
I	Schichten (der Bestrahlung im CT)
M	Männlich
MA	Massachusetts (Bundesstaat der USA)

mKRK	Metastasiertes Kolorektales Karzinom
ml	Milliliter
MRT	Magnet-Resonanz-Tomographie
n	Anzahl
NET	Neuroendokriner Tumor
PACS	Picture Archiving and Communication System
PME	Partielle Mesokolische Resektion
R	Rechts
RFA	Radiofrequenzablation
RIS	Radiologisches Informationssystem
SIR	Society of Interventional Radiology
s.	Siehe
spp.	Spezies, alle Mitglieder der Gattung
TME	Totale Mesokolische Exzision
TSH	Thyreidea Stimulierendes Hormon
UICC	Union for International Cancer Control
USA	United States of America
UT	Utah (Bundesstaat der USA)
W	Weiblich
Z.n.	Zustand nach

4. Einleitung

4.1 Kolorektale Karzinome

4.1.1 Epidemiologie

Das Kolorektale Karzinom (KRK), häufig umgangssprachlich auch als „Darmkrebs“ bezeichnet, betrifft das Kolon (Grimmdarm) sowie das Rektum (Mastdarm). 2018 erkrankten 26710 Frauen und 33920 Männer neu in Deutschland am KRK, womit es ca. 12% der malignen Neuerkrankungen ausmacht [1]. Anders formuliert betrifft heutzutage jede achte Krebsdiagnose den Darm [2]. Der Anteil des KRK an den Krebsneuerkrankungen steht bei Frauen an zweiter Stelle der Häufigkeit, bei Männern an dritter (s. **Abbildung 1**). 90% der KRK werden dabei nach dem 55. Lebensjahr diagnostiziert, mit einem relativ hohen mittleren Erkrankungsalter von 75 (Frauen) bzw. 72 Jahren (Männer) [1]. Das sporadische KRK ist somit eine Erkrankung des höheren Lebensalters (s. **Abbildung 2**). Die Neuerkrankungsrate nimmt – außer beim aufsteigenden Kolon – in allen Darmabschnitten ab. So werden in Deutschland für das Jahr 2022 für Frauen 25000 bzw. 33100 Neuerkrankungen für Männer prognostiziert [1].

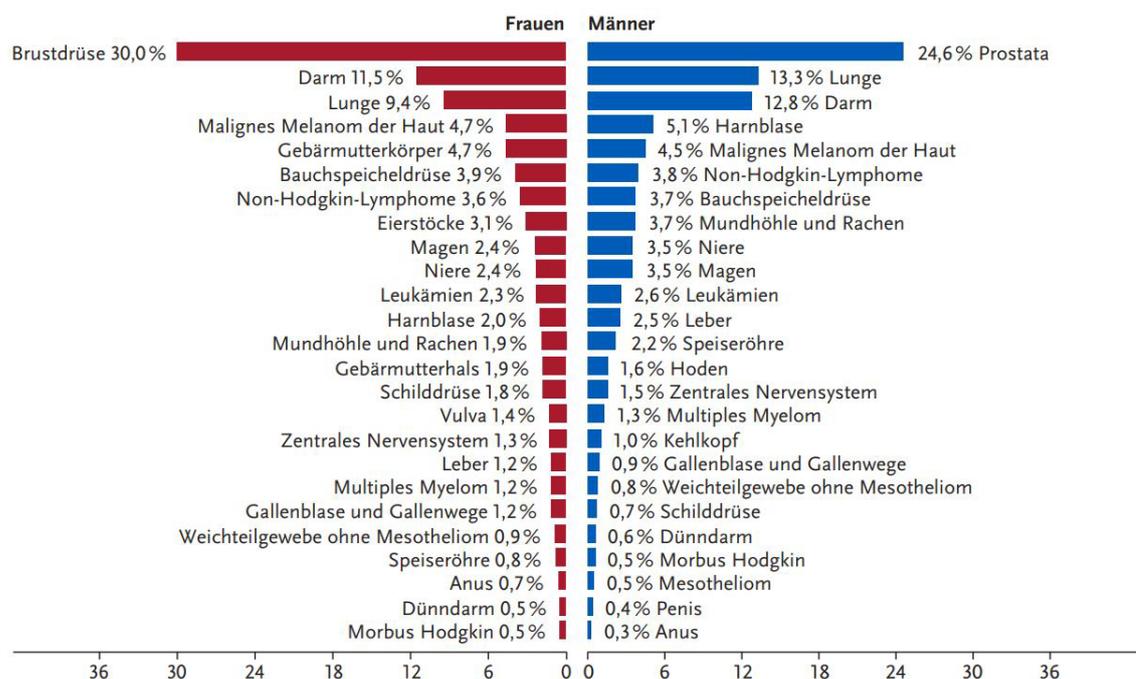


Abbildung 1: Prozentualer Anteil der häufigsten Tumorlokalisationen an allen Krebserkrankungen in Deutschland 2018. (entnommen aus [1])

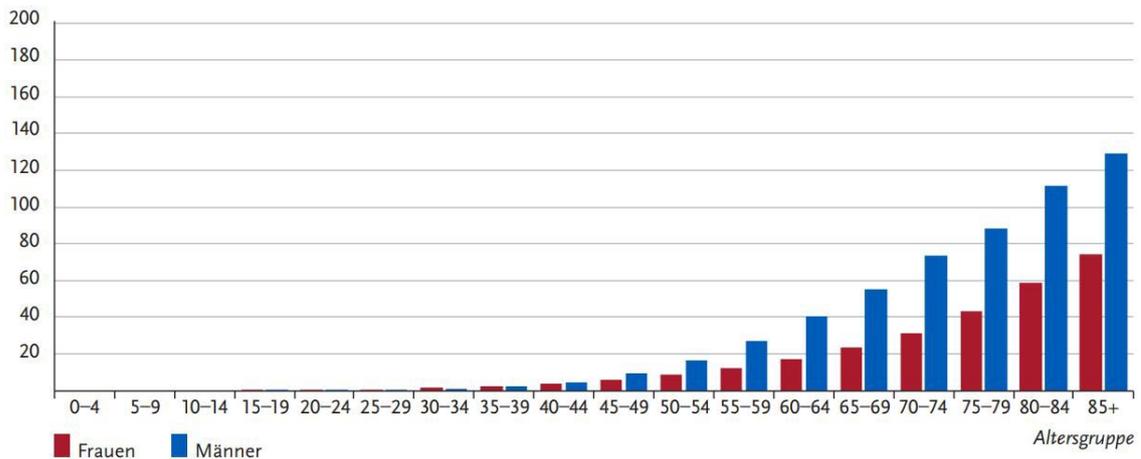


Abbildung 2: Altersspezifische Neuerkrankungsraten nach Geschlecht in Deutschland 2017–2018. (entnommen aus [1])

Weltweit schwankt die Inzidenz jedoch erheblich: Das Erkrankungsrisiko ist in Südafrika, Asien und Südamerika deutlich geringer [3]. In den Industrienationen hat sich die Prognose des KRK in den letzten Jahren deutlich verbessert. Dennoch liegt es bezogen auf alle Krebssterbefälle in Deutschland bei beiden Geschlechtern auf Platz 3 der Tumorlokalisationen (s. **Abbildung 3**).

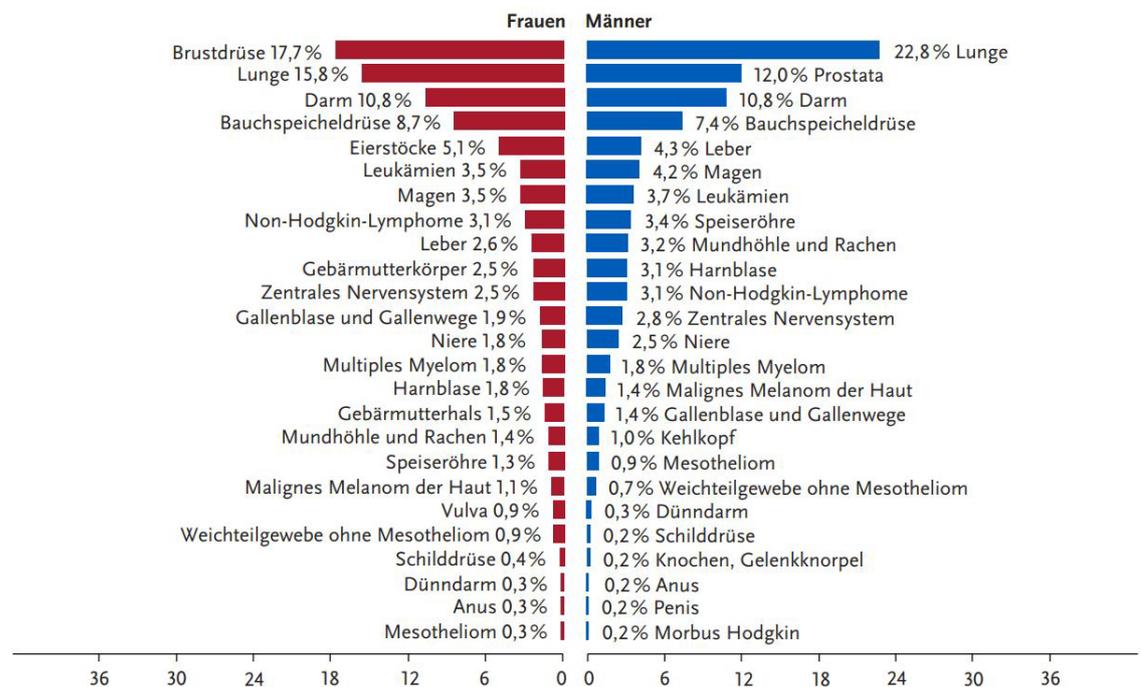


Abbildung 3: Prozentualer Anteil der häufigsten Tumorlokalisationen an allen Krebssterbefällen in Deutschland 2018. (entnommen aus [1])

Einen großen Beitrag zur Verbesserung der Prognose hat die Integration multimodaler Therapien in ein Gesamtbehandlungskonzept geleistet [2]. Dies zeigt sich beispiels-

weise bei inoperablen, metastasierten kolorektalen Karzinomen (mKRK). Goldstandard war zunächst eine Monotherapie mit Chemotherapeutika. Diese kann heutzutage vielfältig ergänzt werden, bspw. durch Einsatz der Strahlentherapie, monoklonaler Antikörper oder anderer zielgerichteter Therapien. Häufig werden dabei zytostatische Therapien um genotypadaptierte Therapien wie Anti-EGFR-Antikörper oder antiangiogenetisch wirkende Substanzen wie Anti-VEGF ergänzt [2]. So konnte das Gesamtüberleben in dieser Kohorte von zuvor ca. einem Jahr auf mehr als 30 Monate gesteigert werden [4]. Durch molekulargenetische Analysen, vor allem bezogen auf Mutationen im RAS-Gen, lassen sich so spezifische Anpassungen der Therapie an die zugrundeliegenden Eigenschaften der entsprechenden Tumorentitäten vornehmen.

Auch die Weiterentwicklung der chirurgischen Verfahren spiegelt sich in der verbesserten Prognose wider. Der heutige operative Goldstandard der totalen mesokolischen Exzision (TME) wurde durch den Chirurgen R.J. „Bill“ Heald schon 1986 publiziert [5] und seither konnte die Lokalrezidivrate nachweislich deutlich gesenkt werden [6, 7]. So konnte auch das Überleben deutlich verbessert werden. Die 5-Jahres Lokalrezidivrate nach kurativer Resektion beträgt heute unter 10% [8]. Erfolgt beim Rektumkarzinom die Kombination mit einer neoadjuvanten Radiochemotherapie, kann die Lokalrezidivrate weiter auf nur 3% gesenkt werden [9].

4.1.2 Ätiologie und Risikofaktoren

Prädisponierend für das KRK sind neben genetischen Faktoren diverse Vorerkrankungen. Der größte Teil der Fälle (88 bis 94%) ist jedoch nicht mit spezifischen Vorerkrankungen assoziiert [3], hingegen spielen vor allem Lifestyle-bedingte Risikofaktoren eine Rolle. Tabakkonsum und Übergewicht sind die wichtigsten Risikofaktoren für ein KRK.

Tabelle 1: Ätiologie und Risikofaktoren des kolorektalen Karzinoms. (nach [10])

Sporadisches kolorektales Karzinom (88-94%)	
-	Nichtgenetische Faktoren
○	Diät: Fettreiche, proteinreiche, fleischreiche, ballaststoffarme Ernährung, kalziumarme Ernährung, andere Nahrungsbestandteile, Alkoholkonsum
○	Mangelnde körperliche Aktivität
○	Übergewicht
○	Rauchen
○	Zustand nach (Z. n.) Bestrahlung
○	Berufliche Exposition (z. B. Asbestexposition)
○	Cholezystolithiasis, Z. n. Cholezystektomie
○	Z. n. Magenresektion
○	Z. n. Ureterosigmoidostomie

<ul style="list-style-type: none"> ○ Hormonelle Faktoren: Kinderlosigkeit, späte erste Geburt, frühe Menopause - Genetische Faktoren <ul style="list-style-type: none"> ○ Verwandte ersten Grades mit kolorektalem Karzinom/Adenom - Frühere Krebserkrankungen <ul style="list-style-type: none"> ○ Z. n. kolorektalem Karzinom ○ Z. n. Dünndarm-, Endometrium-, Mamma-, Ovarialkarzinom
Kolorektales Karzinom bei hereditären Krebsyndromen (5-10%)
<ul style="list-style-type: none"> - Polyposissyndrome (1%) - HNPCC (hereditary non-polyposis colorectal cancer) - Andere familiär gehäufte kolorektale Karzinome
Kolorektales Karzinom bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen (1-2%)
<ul style="list-style-type: none"> - Colitis ulcerosa - Morbus Crohn

Auch ballaststoffarme Ernährung mit viel rotem oder verarbeitetem Fleisch sowie Bewegungsmangel sind von Relevanz [1, 3, 11]. Der hohe Einfluss dieser Umweltfaktoren kann unter anderem den Arbeiten von Correa et al. bzw. Doll et al. entnommen werden [12, 13]. Sie konnten initial zeigen, dass sich durch eine Übernahme des Lebensstils das Erkrankungsrisiko bei Zuwanderern dem des Einwanderungslandes angleicht. Potter et al. konnten diese Ergebnisse noch spezifizieren: Das Risiko für ein KRK bei Immigranten entsprach nach 20 Jahren in den Vereinigten Staaten Amerikas dem der weißen Bevölkerung [14]. Somit liegt es nahe, dass für die wesentlich höhere Inzidenz in den Industrienationen die „westliche“ Lebensweise, welche durch viele der genannten Umweltfaktoren geprägt ist, zumindest mitverantwortlich ist.

Zusammenfassend lassen sich nach Ätiologie drei Gruppen des KRK unterscheiden [10], welche **Tabelle 1** entnommen werden können.

4.1.3 Pathogenese

Etwa 90% der KRK entstehen aus Adenomen und sind somit Adenokarzinome [15-18]. Nach histologischem Aufbau finden sich am häufigsten tubuläre, gefolgt von tubulovillösen und villösen Adenomen. Neben anderen Faktoren ist der histologische Subtyp ein wichtiger Parameter für das Entartungsrisiko (**s. Tabelle 2**) [19-23]. Diesen Mechanismus der Karzinogenese über mehrere Schritte, ausgehend von normaler Schleim-

haut zum primär nicht-malignen Schleimhautadenom und schließlich zum malignen Karzinom, nennt man Adenom-Karzinom-Sequenz (AKS) [24, 25]. Diese stellt die Grundlage der aktuellen Präventionsmaßnahmen mit regelmäßiger Koloskopie und entsprechender Entfernung der Vorläuferläsion dar [15, 16]. Da es sich um eine regelhafte Abfolge von Ereignissen auf molekularer Ebene handelt, werden Adenome als Präkanzerose betrachtet.

Um eine klare Begrifflichkeit der Vorläuferläsionen des KRK zu ermöglichen, wurde durch die WHO der Begriff der intraepithelialen Neoplasie (IEN) eingeführt, welcher die unscharf definierte Dysplasie ersetzen soll [19]. IEN sind dabei als zweifelsfreie neoplastische Epithelproliferation, die mit einem erhöhten Karzinomrisiko einhergeht, definiert [26]. Sie werden in „low-grade“ und „high-grade“ unterschieden:

- Low-grade IEN:
leichte bis mäßige Störung von Kernmorphologie, Kernlagerung, Epithelschichtung
- High-grade IEN:
ausgeprägte zelluläre Veränderungen, schwere Architekturstörungen

Die IEN überschreiten hierbei die Lamina muscularis mucosae nicht, die Entwicklung hin zum KRK mit Infiltration der Submucosa ist je nach Entität zeitlich sehr heterogen und kann mehrere Monate bis Jahre dauern [19]. Durchschnittlich vergrößern Adenome ihr Volumen innerhalb von zwei Jahren um mehr als die Hälfte, manche können aber auch konstant bleiben oder sogar schrumpfen [27, 28]. Eine low-grade IEN entwickelt sich im Median in etwa 11 Jahren, eine high-grade IEN in etwa sieben Jahren zur malignen Läsion [29].

Tabelle 2: Risiko der malignen Entartung eines Adenoms anhand diverser Parameter. (nach [19-23])

<i>Parameter</i>	<i>Entartungsrisiko</i>	
<i>Größe</i>	≤5 mm	nicht erhöht
	6-15 mm	2%
	16-25 mm	19%
	26-35 mm	43%
	>35 mm	76%
<i>Dysplasiegrad</i>	Erhöht bei High-grade IEN	
<i>Histologischer Typ</i>	tubullär	2-3%
	tubulovillös	6-8%
	villös	10-18%
<i>Wuchsform</i>	Erhöht bei sessil wachsenden Adenomen	
<i>Anzahl der Adenome</i>	Erhöht bei ≥3	
<i>Lebensalter</i>	Erhöht in höherem Lebensalter	

Grundsätzlich besitzt somit jedes Adenom die Möglichkeit, maligne zu entarten. Eide et al. berechneten schon 1986 die jährliche Konversionsrate, also die Anzahl der jährlich auftretenden Krebserkrankungen prozentual am Anteil aller Personen mit Adenomen in Nord-Norwegen. In dieser Kohorte betrug diese jährlich nur 0,25%. Sie änderte sich jedoch bei Personen mit großen Adenomen (3%), villösen Strukturen (17%) oder ausgeprägter Dysplasie (37%) [30].

4.1.4 Lokalisation der Karzinome und Einfluss auf die Metastasierung

Trotz der zusammenfassenden Betrachtung der KRK muss eine klare Unterscheidung der Lokalisation nicht nur im Hinblick auf die Therapie erfolgen. Die KRK teilen sich zu etwa je 50% auf das Kolon und das Rektum auf. Sowohl das Rektum als auch das Kolon werden hinsichtlich der Lokalisation nochmals weiter unterteilt. Die Differenzierung erfolgt im Abstand von der Anokutanlinie. Die Häufigkeit der Lokalisationen im Kolon nimmt hierbei nach oral hin ab: 30% der KRK finden sich im Colon sigmoideum, etwa 10% im Colon transversum und Colon descendens sowie die restlichen 10% im Colon ascendens und Coecum [31]. Dies spielt auch für die Metastasierungswege eine ent-

scheidende Rolle. Bei etwa $\frac{1}{4}$ der Patienten liegt zum Zeitpunkt der Diagnose bereits eine Metastasierung in die Leber vor. Insgesamt entwickeln ca. 50% aller Patienten Lebermetastasen [32, 33]. Diese nehmen nicht nur durch ihre Häufigkeit einen besonderen Stellenwert ein, sondern sind auch die führende Todesursache des KRK [34].

Tabelle 3: Lokalisation und Metastasierungswege des kolorektalen Karzinoms. (nach [33])

Karzinom		Abstand von der Anokutanli- nie	Lymphogene Metas- tasierung	Hämatogene Me- tastasierung
Kolonkarzinom		≥ 16 cm	mesenteriale Lymph- knoten	Pfortader Typ: Metastasierung primär in die Leber
Rektumkarzinom	Oberes Drittel	12 - 16 cm	Paraaortale Lymph- knoten	Pfortader Typ: Metastasierung primär in die Leber
	mittleres Drittel	6 - <12 cm	Paraaortale Lymph- knoten & Beckenwand	
	unteres Drittel	< 6 cm	Paraaortale Lymph- knoten & Beckenwand & inguinale Lymphkno- ten	Cava-Typ: Metastasierung primär in die Lun- ge

Lymphogen erfolgt die Metastasierung, sobald Tumorzellen Anschluss an das Lymphsystem haben. Dies existiert erst in der Submucosa, die Metastasierung erfolgt dann sequenziell. So sind ca. 80% der Lymphknotenmetastasen 3 cm um den Primarius lokalisiert, in 10 cm Entfernung findet sich nur noch 1% [35]. Vor allem beim sehr tiefen Rektumkarzinom zeigen sich auch Metastasierungen bis in die inguinalen Lymphknoten (**s. Tabelle 3**). Des Weiteren erfolgt auch eine Metastasierung per continuitatem mit Infiltration von Nachbarorganen wie bspw. Harnblase oder Dünndarm und des umgebenden Binde- oder Fettgewebes.

Auch die zuvor erwähnten pathogenetischen Merkmale der Adenome, aus welchen sich das KRK entwickelt, spielen eine Rolle bei der Metastasierung. Sind sogenannte „fortgeschrittene Polypen“ („advanced Polyps“) die Ursache, ist nicht nur ein höheres Potential zur malignen Entartung, sondern auch zur metachronen Metastasierung gegeben [18, 36-38].

4.1.5 TNM-Klassifikation, Stadieneinteilung der Union for International Cancer Control (UICC) und histopathologischer Differenzierungsgrad

Die Klassifikation nach TNM wurde von Pierre Denoix in den Jahren 1943 bis 1952 zur Stadieneinteilung maligner Tumore entwickelt [39]. Seither wurde sie stetig weiterentwickelt und an die aktuellen Standards in Diagnostik und Therapie angepasst. T (Tumor) steht hierbei für den Primärtumor, N (Nodus) für die Lymphknotenbeteiligung und M (Metastasen) für die Fernmetastasierung. Die letzte Aktualisierung der TNM-Klassifikation erfolgte 2017, was der achten Auflage entspricht (**s. Tabelle 4**) [40]. Das Tis (Carcinoma in situ) entspricht dabei der oben genannten Entität der IEN, überschreitet also die Lamina muscularis mucosae nicht. Eine veraltete Einteilung, die Duke-Klassifikation mit Stadium A bis D, wird zunehmend verlassen.

Die „Union International Contre le Cancer“ (UICC) entwickelt auf Basis der TNM-Klassifikation fünf klinische Stadien für jede Tumorentität. An dieser orientieren sich einerseits Therapiemöglichkeiten, andererseits wird so auch eine Prognoseabschätzung der Tumoren anhand des jeweiligen Stadiums ermöglicht [41]. Die UICC-Stadien des KRK können **Tabelle 5** entnommen werden.

Tabelle 4: TNM-Klassifikation des kolorektalen Karzinoms. (nach [40])

<i>TNM</i>	<i>Ausdehnung</i>
<i>TX</i>	Primärtumor kann nicht beurteilt werden
<i>T0</i>	Kein Anhalt für Primärtumor
<i>Tis</i>	Carcinoma in situ
<i>T1</i>	Infiltration der Submukosa
<i>T2</i>	Infiltration der Muscularis propria
<i>T3</i>	Infiltration der Subserosa (intraperitoneale Anteile), Infiltration des perikolischen, perirektalen Fettgewebes (sekundär retroperitoneale Anteile)
<i>T4</i>	Perforation des viszeralen Peritoneums (T4a) oder Infiltration anderer Organe/Strukturen (T4b)
<i>NX</i>	Regionäre Lymphknoten können nicht beurteilt werden
<i>N0</i>	Keine regionären Lymphknotenmetastasen
<i>N1</i>	1–3 regionäre Lymphknoten
<i>N2a</i>	4–6 regionäre Lymphknoten
<i>N2b</i>	≥7 regionäre Lymphknoten
<i>M0</i>	Keine Fernmetastasen
<i>M1a</i>	Fernmetastasen: Nur ein Organ betroffen
<i>M1b</i>	Fernmetastasen: Mehr als ein Organ betroffen
<i>M1c</i>	Fernmetastasen im Peritoneum, mit oder ohne Befall anderer Organe

Der histologische Differenzierungsgrad („Grading“) spielt eine wichtige Rolle in der Behandlung und Prognose der KRK. Ein schlechter Differenzierungsgrad in Frühkarzinomen zeigt sich in Rezidivraten bis zu 38% nach endoskopischer Entfernung [42] (s. **Tabelle 6**).

Tabelle 5: Stadieneinteilung des kolorektalen Karzinoms der UICC. (nach [40])

KRK-UICC-Stadium		TNM
0		Tis (Carcinoma in situ)
I		Bis T2, N0, M0
II	IIA	T3, N0, M0
	IIB	T4a, N0, M0
	IIC	T4b, N0, M0
III	IIIA	Bis T2, N1, M0 oder T1, N2a, M0
	IIIB	T3/T4, N1, M0 oder T2/T3, N2a, M0 oder T1/T2, N2b, M0
	IIIC	T4a, N2a, M0 oder T3/T4a, N2b, M0 oder T4b, N1/N2, M0
IV	IVA	Jedes T, jedes N, M1a
	IVB	Jedes T, jedes N, M1b
	IVC	Jedes T, jedes N, M1c

Tabelle 6: Histopathologisches Grading des kolorektalen Karzinoms. (nach[3])**Grad Beschreibung**

<i>G I</i>	Gute Differenzierung: Ein Karzinom mit histologisch und zellulären Merkmalen, die normalem Epithel sehr ähnlich sind	„Low-grade“
<i>G II</i>	Mäßige Differenzierung: Ein Karzinom, das im Differenzierungsmuster zwischen G I und G III einzuordnen ist	
<i>G III</i>	Schlechte Differenzierung: Ein Karzinom mit histologisch und zellulären Merkmalen, die normalem Epithel kaum ähneln (mindestens eine Drüsenformation oder Schleimproduktion muss erkennbar sein)	„High-grade“
<i>G IV</i>	Undifferenziert: Es lassen sich keine glandulären oder plattenepitheltypischen Differenzierungsmuster erkennen (beim kolorektalen Karzinom nur für undifferenzierte und kleinzellige Karzinome anwendbar)	

Darüber hinaus wird eine schlechte histologische Differenzierung von weiteren ungünstigen histologischen Eigenschaften begleitet, wie beispielsweise lymphatischer Invasion oder der sogenannten Tumorzellsprossung („tumor budding“), welche ein Ausdruck der Tumorinvasivität ist [42].

4.1.6 Therapie des kolorektalen Karzinoms

Die Therapie des kolorektalen Karzinoms ist komplex und hängt von diversen Faktoren ab. Diese umfassen nicht nur die Lokalisation des Primarius, sondern auch die Ausdehnung, mögliche Metastasierung, die Molekularbiologie sowie den Allgemeinzustand des Patienten, etc. Grundsätzlich besteht, wie bei den meisten anderen soliden Tumoren, auch beim KRK die primäre Überlegung, ob ein kuratives oder palliatives Therapieziel verfolgt wird. Zuletzt spielt auch die Molekularbiologie eine entscheidende und an Bedeutung weiter zunehmende Rolle, vor allem unter dem Fokus der sogenannten personalisierten Medizin [4, 11, 33, 43]. Interessanter Aspekt der Therapie des KRK bleibt die neoadjuvante Therapie, die bis dato ein wichtiger Bestandteil der Therapie des Rektumkarzinoms ist, ohne dass ein entsprechend deutlicher Vorteil bei der Therapie des Kolonkarzinoms belegt werden konnte [11]. Weitere Forschung und Studien weichen dieses starre Dogma jedoch zunehmend auf. So konnte beispielsweise die FOxTROT-Studie [44] zeigen, dass die neoadjuvante Chemotherapie sicher ist und bei ausgewählten Patienten mit Kolonkarzinom einen Vorteil bieten kann. Viele weitere Studien zielen in den Bereich der Therapieindividualisierung, wodurch ein Abweichen von festgesetzten Therapieregimen immer häufiger nötig wird, mit für den Patienten wiederum gewinnbringenden Resultaten. Beispielhaft genannt sei die CIRCULATE-Studie, in der die Auswahl der Patienten anhand zirkulierender Tumor-DNA (ctDNA) erfolgt [45].

Der besseren Übersicht halber sind die Therapieempfehlungen in der vorliegenden Arbeit an den Empfehlungen der S3-Leitlinie Kolorektales Karzinom [11] orientiert und können somit nicht jede Eventualität abbilden. Es sei an dieser Stelle somit auch auf die Wichtigkeit der interdisziplinären Tumorboards sowohl im Rahmen der Therapieinitiierung sowie auch des Therapiemonitorings hingewiesen, was sich so auch in der Leitlinie als klare Empfehlung wiederfindet [11].

Therapie des nicht-metastasierten Kolonkarzinoms

Die Therapie des nicht-metastasierten Kolonkarzinoms kann **Tabelle 7** entnommen werden. In der Regel folgt auf die initiale Operation stadienabhängig eine adjuvante Chemotherapie. Chirurgisch hat sich das Prinzip der kompletten mesokolischen Exzision (CME) hierbei etabliert und ist der Operation ohne Beachtung der mesokolischen Schichten deutlich überlegen [46-48]. Sollte der Tumor primär resektabel sein, erfolgt dies zumeist mit einer kurativen Intention. Die Resektionsausmaße orientieren sich dabei an der Lokalisation des Tumors (**s. Tabelle 8**).

Tabelle 7: Stadiengerechte Therapieempfehlung des Kolonkarzinoms. (nach [33])

<i>KRK- UICC- Stadium</i>	<i>TNM</i>	<i>Leitliniengerechte Therapieempfehlung</i>
<i>0-I</i>	Tis bis T1	<ul style="list-style-type: none"> • Endoskopische Resektion • Weiteres Vorgehen abhängig von Histopathologie <ul style="list-style-type: none"> ○ Low-Risk-Situation und <ul style="list-style-type: none"> ▪ Komplette Resektion (R0): Keine Nachresektion ▪ Inkomplette Resektion: Komplette endoskopische/lokale Nachresektion ○ High-Risk-Situation: Radikale chirurgische Resektion • Keine adjuvante Chemotherapie
	T2, N0, M0	<ul style="list-style-type: none"> • Radikale chirurgische Resektion • Keine adjuvante Chemotherapie
<i>II</i>	Bis T4, N0, M0	<ul style="list-style-type: none"> • Radikale chirurgische Resektion • Adjuvante Chemotherapie individuell erwägen
<i>III</i>	Jedes T, N1, M0	<ul style="list-style-type: none"> • Radikale chirurgische Resektion • Adjuvante Chemotherapie
<i>IV</i>	Jedes T, jedes N, M1	<ul style="list-style-type: none"> • Individuelles Vorgehen je nach Befund (Vor allem entscheidend, ob kuratives oder palliatives Therapieregime)

Tabelle 8: OP-Verfahren bei nicht-metastasiertem Kolonkarzinom abhängig von der Tumorlokalisation. (nach [33])

Tumorlokalisation		OP-Verfahren
Coecum		Hemikolektomie rechts
Colon ascendens		
Colon transversum	Rechte Flexur	Erweiterte Hemikolektomie rechts
	Mittleres Colon transversum	Transversumresektion
	Linke Flexur	Erweiterte Hemikolektomie links
Colon descendens		Hemikolektomie links, ggf. radikuläre Sigmaresektion
Colon sigmoideum		

Therapie des nicht-metastasierten Rektumkarzinoms

Die Therapie des nicht-metastasierten Rektumkarzinoms fußt auf allen drei Therapie-säulen, also neoadjuvanter, operativer und adjuvanter Therapie. Die neoadjuvante und adjuvante Therapie werden ab dem UICC-Stadium II und III empfohlen, somit erst bei fortgeschrittener Erkrankung (**s. Tabelle 9**). Die neoadjuvante Therapie erfolgt dabei in der Regel als Radiochemotherapie, die adjuvante Therapie befundabhängig als Radiochemotherapie oder adjuvante Chemotherapie.

Auch hier gibt die Tumorlokalisation das Resektionsausmaß vor (**s. Tabelle 10**). Liegt der Tumor oberhalb der peritonealen Umschlagfalte, wird von einer anterioren Rektumresektion gesprochen. Der Beachtung der anatomischen Schichten kommt ebenfalls eine immanente Bedeutung zu. Das zugehörige Mesenterium und die Lymphabflussgebiete der Darmabschnitte werden hierbei ebenfalls mitentfernt, aufgrund der Anatomie jedoch nicht komplett, und man spricht hier somit von einer partiellen mesorektalen Exzision (PME) [49, 50]. Im Rahmen der tiefen anterioren Rektumresektion erfolgt entsprechend die totale mesokolische Exzision (TME), für welche auch überzeugende Daten, vor allem im Hinblick auf die Rezidivrate, vorliegen [51-53]. Tiefer sitzende Karzinome stellen eine besondere Herausforderung dar, da ein kontinenzhaltendes Vorgehen gegen einen ausreichenden Sicherheitsabstand der Resektion abgewogen werden muss. Je nach vorbestehendem Kontinenzlevel kann im Rahmen einer intersphinktären Resektion diese noch erhalten werden, bei einer Exstirpation erfolgt ein Verschluss des Anus und die Ausleitung des Darms meist als definitives Descendostoma.

Tabelle 9: Stadiengerechte Therapieempfehlung des Rektumkarzinoms. (nach [33])

KRK- UICC- Stadium	TNM	Leitliniengerechte Therapieempfehlung
0-I	Tis bis T1	<ul style="list-style-type: none"> • Low-Risk-Situation und Karzinom <3 cm: Lokale Exzision, bevorzugt transanale endoskopische Vollwandresektion • High-Risk-Situation: Rektumresektion / Rektumexstirpation • Keine neoadjuvante Therapie
	T2, N0, M0	<ul style="list-style-type: none"> • Rektumresektion / Rektumexstirpation • Keine neoadjuvante Therapie
II	Bis T4, N0, M0	<ul style="list-style-type: none"> • Tumoren im mittleren und unteren Drittel <ul style="list-style-type: none"> ○ Rektumresektion / Rektumexstirpation ○ I.d.R. neoadjuvante Radiochemotherapie oder Radiotherapie • Tumoren im oberen Drittel <ul style="list-style-type: none"> ○ I.d.R. Rektumresektion ○ Adjuvante Chemotherapie ○ Bei hohem Risiko für inkomplette Resektion: Neoadjuvante Radiochemotherapie oder Radiotherapie und Rektumresektion
III	Jedes T, N1, M0	
IV	Jedes T, jedes N, M1	Individuelles Vorgehen je nach Befund

Tabelle 10: OP-Verfahren bei nicht-metastasiertem Rektumkarzinom abhängig von der Tumorlokalisation. (nach [33])

Tumorlokalisation	OP-Verfahren
Oberes Rektumdrittel	Anteriore Rektumresektion (mit PME)
Mittleres Rektumdrittel Unteres Rektumdrittel	Tiefe anteriore Rektumresektion (mit TME)
Unteres Rektumdrittel, tiefsitzendes Rektumkarzinom	Intersphinkteräre Rektumresektion (mit TME) Abdominoperineale Rektumexstirpation (mit TME)

Therapie des metastasierten KRK

Die Therapie des metastasierten KRK wird zur besseren Übersichtlichkeit zusammengefasst und kann in dieser Arbeit nur grob dargestellt werden. I.d.R. ist hier nicht mehr von einem kurativen Therapieansatz auszugehen, außer die Metastasierung zeigt sich als möglicherweise resektabel und der Patient in einem guten Allgemeinzustand [11]. Grundsätzlich orientiert sich das Vorgehen in der metastasierten Situation sehr am Allgemeinzustand des Patienten und daran, welche Therapieintensität diesem zugemutet werden kann. In Abhängigkeit von der Molekularbiologie stehen dann diverse Behandlungsschemata mit zytoreduktiver oder lokal destruierender Therapie zur Verfügung [11].

4.1.7 Prognose

Die Prognose unterscheidet sich beim KRK nicht nur hinsichtlich der verschiedenen Entitäten, sondern auch in Abhängigkeit des UICC-Stadiums. Die relative 5-Jahres-Überlebensrate, welche die krebsbedingte Sterblichkeit abbildet, liegt für alle Stadien bei Frauen bei 65% bzw. bei 63% bei Männern [1, 11]. Aus **Abbildung 4 und 5** können die absoluten und relativen Überlebensraten bis 10 Jahre nach Erstdiagnose sowie das relative 5-Jahres-Überleben nach UICC-Stadium und Geschlecht entnommen werden.

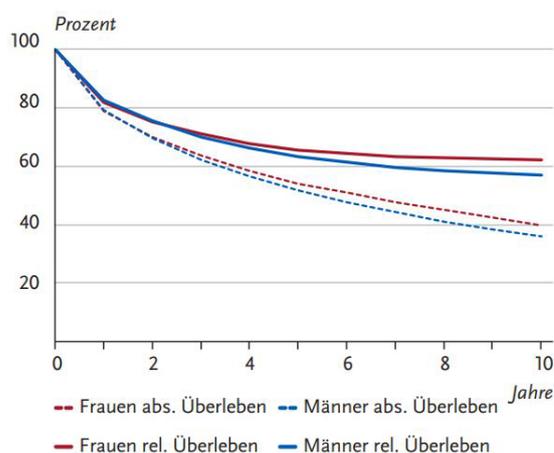


Abbildung 4: Absolute und relative Überlebensraten bis 10 Jahre nach Erstdiagnose, nach Geschlecht, Deutschland 2017-2018. (entnommen aus [1])

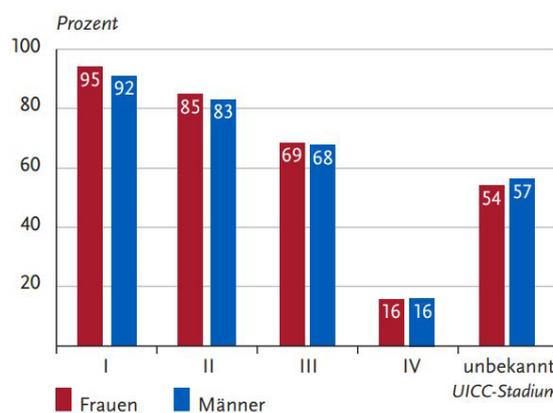


Abbildung 5: Relatives 5-Jahres-Überleben nach UICC-Stadium und Geschlecht, Deutschland 2016-2018. (entnommen aus [1])

Nicht unerwähnt bleiben soll an dieser Stelle, dass die chirurgische Expertise und somit letztlich die Qualität des Rektumresektates ein wesentlichen Einfluss auf die Prog-

nose haben, was vor allem an einer korrekt durchgeführten CME, PME oder TME liegt [54, 55].

4.2 Postoperative Flüssigkeitsverhalte im Rahmen viszeralchirurgischer Eingriffe

Postoperativ kann es zu Flüssigkeitskollektionen unterschiedlicher Genese kommen. Diese können in allen betroffenen Bereichen der Operation, also intra- und extraabdominal vorkommen. Meist handelt es sich um Serome, Hämatome oder Lymphozelen, welche sich bei keimreicher Umgebung auch trotz perioperativer antibiotischer Therapie superinfizieren können. Grundsätzlich unterscheidet man somit infizierte und nicht-infizierte Flüssigkeitskollektionen. Eine pauschale Behandlung ist nicht angezeigt, vor allem, wenn es sich um kleine, extraabdominale und nicht-infizierte Verhalte handelt. Dennoch stellt jeder Verhalt einen potenziellen Infektfokus dar. Die Vermehrung von Bakterien kann eine Peritonitis oder einen Abszess zur Folge haben, dies wiederum kann Grundlage einer septischen Dissemination sein.

Tabelle 11: Am häufigsten isolierte Pathogene bei intraabdominellen Infektionen. (nach [56])

Gruppe	Pathogene
<i>Gram-negative Bakterien</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Escheria coli • Enterobacter Spezies (spp.) • Klebsiella spp. • Proteus spp. • Pseudomonas aeruginosa • Acinetobacter spp.
<i>Gram-positive Bakterien</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Streptokokken • Enterokokken • Koagulase-negative Staphylokokken • Staphylococcus aureus
<i>Anaerobier</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Bacteroides spp. • Clostridium spp.
<i>Candida spp.</i>	

Erreger intraabdominaler Infektionen sind meist Bakterien der Darmflora. Am häufigsten finden sich Aerobier und fakultative und obligate Anaerobier; Enterokokken,

Enterobacteriaceae und Bacteroides fragilis werden am häufigsten isoliert [57]. Auch Superinfektionen mit Pilzen, wie bspw. Candida, sind möglich. **Tabelle 11** gibt einen Überblick über die am häufigsten isolierten Pathogene. Der Dickdarm ist, anders als der Dünndarm, mit 10^8 - 10^9 Keimen pro Gramm Stuhl besiedelt, daher sind Flüssigkeitskolektionen oder postoperative Komplikationen wie bspw. Anastomoseninsuffizienzen deutlich gefährdeter für infektiöse Komplikationen [58, 59]. Nicht unerwähnt bleiben soll aber auch der gegenteilige Fall, wobei es zu „sterilen“ Infektionen kommt. Berger et al. konnten zeigen, dass es im Fall einer sekundären Peritonitis bei einem Viertel der 374 betroffenen Patienten keinen Nachweis eines Bakterienwachstums gab [60].

4.2.1 Therapie postoperativer Flüssigkeitsverhalte

Die Therapie postoperativer Flüssigkeitsverhalte ist multimodal. Neben der zeitnahen Herdsanierung erfolgt i.d.R. eine antibiotische Behandlung der Patienten [57]. Die Herdsanierung kann hierbei in mehrere Aspekte unterschieden werden, welche unabhängig voneinander und auch zeitlich getrennt stattfinden können [61].

Drainage

Das Prinzip ist eine Ableitung liquider Anteile. Hierbei kommt es auf eine gute Indikationsstellung und Auswahl der Drainage an. Ziel sollte eine vollständige Entlastung der Flüssigkeitskolektion sein, um eine Herdsanierung zu erreichen. Vor einer Eskalation zur chirurgischen Ableitung ist es dann auch möglich, mehrere Drainagen in einen Flüssigkeitsverhalt zu legen [56]. Sollte auch dies nicht erfolgreich sein, sollte eine chirurgische Revision erfolgen, in manchen Fällen kann auch eine chirurgisch platzierte Drainage sinnvoll sein.

Débridement

Hierbei wird krankes und nekrotisches Gewebe entfernt, was auch als „Wundtoilette“ bezeichnet wird. In welchem Ausmaß dies zu erfolgen hat, wird noch kontrovers diskutiert [56]. Das Spektrum reicht von lediglicher Nekrosektomie bis hin zu ausgedehnten Eingriffen mit ausgiebiger intraabdominaler Lavage und Entfernung aller makroskopisch sichtbaren Auflagerungen [61].

Wiederherstellung der Anatomie und Funktion

Die Wiederherstellung der Anatomie und Funktion ist meist das finale Ziel einer chirurgischen Therapie. Meist kann die Anatomie und somit im Verlauf die Funktion im ersten Eingriff wiederhergestellt werden und es bedarf keiner weiteren Intervention. Es kann aber auch zunächst eine Konditionierung der Wunde mit entsprechender Verzögerung dieses letzten Schrittes notwendig sein [56]. Bis zur definitiven Versorgung können so lange Zeiträume vergehen, unter Umständen wird der Patient zwischenzeitlich aus der Klinik entlassen.

4.3 Anastomoseninsuffizienzen

Schardey et al. beschreiben eine Anastomoseninsuffizienz als „vollständigen Wanddefekt des Intestinums im Bereich einer chirurgischen Naht, so dass die intra- und extraluminalen Räume miteinander kommunizieren“ [62]. Auch wenn in den letzten Jahrzehnten deutliche Fortschritte in den operativen Techniken zu verzeichnen waren, gehören Anastomoseninsuffizienzen immer noch zu den schwerwiegenden Komplikationen und können Ursache von Sepsis, generalisierter Peritonitis bis hin zu Multiorganversagen und Tod sein. In großen Studien variieren die angegebenen Häufigkeiten jedoch erheblich. Anastomosenkomplikationen sind demnach in 13 bis 66% der Fälle für einen tödlichen Krankheitsverlauf verantwortlich [58, 59, 63-67]. Darüber hinaus werden sie auch mit schlechten funktionellen Ergebnissen [68] und erhöhten Raten an Tumorrezidiven in Verbindung gebracht [49, 69].

Die Ursachen einer Insuffizienz sind multifaktoriell. Es werden frühe Anastomoseninsuffizienzen (2. bis 5. postoperativer Tag) und Spätinsuffizienzen (ab dem 6. postoperativen Tag) unterschieden. Frühe Insuffizienzen sind meist Folge technischer Probleme während der Operation, späte Insuffizienzen können aufgrund Durchblutungsstörungen oder systemischer Faktoren entstehen [59]. Die Häufigkeit von Insuffizienzen ist abhängig von der Höhe der Anastomose, wobei tiefe Anastomosen oder Anastomosen nach TME eine höhere Insuffizienzrate aufweisen [59]. 5 bis 7 cm ab der Anokutanlinie ist das Risiko einer Insuffizienz fünf bis acht Mal so groß als in Bereichen oberhalb davon [59, 70]. Somit ist es am Chirurgen, durch sorgfältige Operationstechnik mit dem Anlegen einer spannungsfreien, an den Rändern gut durchbluteten Anastomose die optimalen Grundvoraussetzungen für eine suffiziente Heilung zu schaffen [71, 72]. Trotz intensiver Forschung hat sich bis heute sonst keine evidenzbasierte, spezifische Maßnahme zur Vermeidung einer Anastomoseninsuffizienz am unteren Gastrointestinaltrakt nachweisen lassen [59]. Willis et al. schlussfolgern zurecht, dass es „umso wichtiger ist, ein tragfähiges Konzept zur Diagnostik und Behandlung dieser schweren Komplikation zu haben“ [59]. Neben einer differenzierten Diagnostik ist somit die Entscheidung zwischen einem konservativen-, interventionellen oder chirurgischen Vorgehen zu treffen. Ein solches Konzept kann **Abbildung 6** entnommen werden.

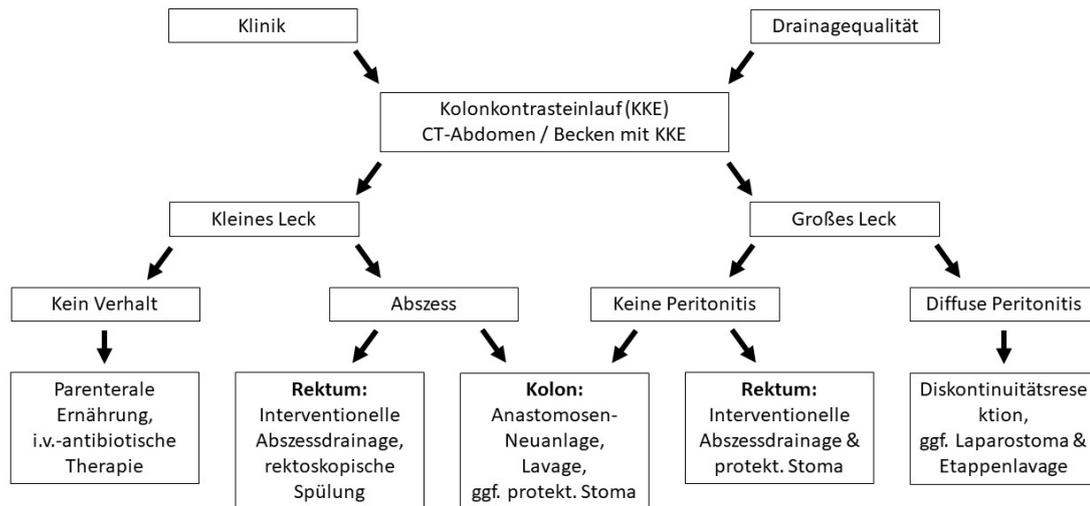


Abbildung 6: Diagnostischer und therapeutischer Algorithmus zur Diagnostik und Therapie bei Verdacht auf Anastomoseninsuffizienz im unteren Gastrointestinaltrakt. (nach [59]) i.v. = intravenöse, protekt. = protektives

Drainagequalität bezieht sich hierbei auf Zieldrainagen, welche bereits im Rahmen der initialen Operation eingebracht wurden. Die Unterscheidung zwischen einem „großen“ und „kleinen“ Leck wird in der einschlägigen Fachliteratur nicht definiert und bleibt somit der individuellen Einschätzung überlassen. Das Verfahren der endoluminalen bzw. endoskopischen Vakuumschwammtherapie (Endo-VAC-Therapie) wird heutzutage bei kleinen Leckagen zunehmend genutzt. Hierbei wird, wie bei der herkömmlichen Vakuumtherapie ein Schwamm, nun jedoch endoskopisch von rektal eingebracht und somit von endoluminal am insuffizienten Bereich der Anastomose platziert. Über einen Schlauch erfolgt dann ein Anschluss an ein Vakuumsystem, wodurch ein permanenter Unterdruck angelegt wird. Es resultieren vielfältige, für die Wundheilung positive Effekte, bspw. werden über den Schwamm Sekrete abgesaugt und auch die Wundheilung über eine Förderung der Durchblutung und so eine zusätzliche Stimulation der Bildung von Granulationsgewebe unterstützt [73]. Da dies immer eine individuelle Entscheidung und auch abhängig von der Verfügbarkeit eines in dieser Technik erfahrenen Endoskopikers ist, ist es in **Abbildung 6** nicht mit aufgeführt.

4.4 Drainagenanlage mittels bildgebender Verfahren

«The more imperfect the technique of the surgeon, the greater the necessity for drainage.

No drainage at all is better than the ignorant employment of it.»

William Halsted, 1898

Drainagenanlagen zur Ableitung natürlicher und pathologischer Flüssigkeitskollektionen sind seit langer Zeit ein bewährtes Vorgehen in der Medizin. Mit seinem bekannten Aphorismus „Ubi pus, ibi evacua“ (Latein: „Wo Eiter ist, dort entleere ihn“) hat Hippocrates von Kos (460 - 370 vor Christus) vor mehr als 2000 Jahren ein bis heute elementares Konzept der Versorgung etabliert; auch dieser nutzte bereits Hohlrohre zur Drainage von Abszessen [74, 75]. Seither gab es Weiterentwicklungen der Drainage-technik, ein entscheidender Fortschritt gelang Édouard Chassaignac (1804 - 1879) in der Mitte des 19. Jahrhunderts. Er tauschte die starren Röhren gegen flexible Kautschukschläuche mit seitlichen Löchern, welche Sekrete durch Sog ableiteten [75]. Drainagen – wie sie auch i.d.R. bei Interventionen genutzt werden – arbeiten jedoch ohne Sog, wobei die Sekrete der Schwerkraft folgen. Dieses Prinzip geht zurück auf Robinson, der die nach ihm benannte Drainage 1980 publizierte [76].

Ein heutzutage gängiges Vorgehen ist das Einbringen von abdominalen Drainagen bereits intraoperativ. Diese prophylaktische Indikation ist seit längerem Gegenstand kontroverser Diskussionen und zunehmend fordern Autoren einen zurückhaltenden Einsatz dieser Art von Drainagen [77-80]. Hierbei kann bei offenem Situs oder unter Kamerakontrolle im Rahmen von laparoskopischen Eingriffen das Ende der Drainagen relativ einfach im Bereich der Zielregion platziert werden. Ist jedoch eine Drainagenanlage außerhalb des Operationssaals notwendig, so bedarf es der Möglichkeit einer Visualisierung der anatomischen Gegebenheiten. Hierfür stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, wie bspw. Ultraschall, Computertomographie (CT), CT- oder andere Fluoroskopie gestützte Verfahren oder die Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT). Jedes dieser Verfahren bietet Vor- und Nachteile (**s. Tabelle 12**) und so muss die Auswahl des Verfahrens an die Intervention und vor allem auch an die Erfahrung des Interventionalisten angepasst erfolgen.

Tabelle 12: Vor- und Nachteile verschiedener bildgebender Verfahren. (nach [81])

	<i>Vorteile</i>	<i>Nachteile</i>
<i>Ultraschall</i>	Keine ionisierende Strahlung	Erkennen von tiefer liegenden Flüssigkeitskollektionen
	Schnelles und einfaches diagnostisches Hilfsmittel	Luft-Schall-Barriere der Darmschlingen
	Echtzeitsteuerung	
	Zugang zu oberflächlichen bzw. mobilen Flüssigkeitskollektionen	
	Bettseitig durchführbar	
	Kosten-Effektiv	
<i>CT</i>	Bessere räumliche Auflösung	Strahlenbelastung
	Bessere Erkennung von Ansammlungen und angrenzenden anatomischen Strukturen	Längere Prozedur
	Zugang zu tiefen oder unzugänglichen Flüssigkeitsansammlungen	Zugänglichkeit zu mobilen Ansammlungen wie subphrenische Abszesse
<i>CT-Fluoroskopie</i>	Echtzeitsteuerung	Strahlenbelastung
	Möglichkeit der intraprozeduralen i.v. KM-Gabe und besseren Differenzierung der Patientenanatomie	
	Möglichkeit des Austausches oder Wechsel auf eine größere Drainage	
<i>MRT</i>	Keine ionisierende Strahlung	Längere Prozedur
	Bessere Kontrastauflösung	MRT-Feld
	Bessere Erkennung von Ansammlungen und angrenzenden anatomischer Strukturen	Geeignetes Material notwendig
	Zugang zu tiefen oder unzugänglichen Ansammlungen	Vorhandensein
		Spezifische Kontraindikationen

Für die in dieser Arbeit untersuchten postoperativen Flüssigkeitsverhalte ist die CT-Fluoroskopie das Verfahren der Wahl zur bildgebenden Steuerung [81-84]. Die CT hat in den letzten 30 bis 40 Jahren weite Verbreitung zur Durchführung von Interventionen jeglicher Art gefunden [85, 86]. Neben den Drainageanlagen zählen hierzu bspw. auch:

- Schmerztherapie: Es erfolgt die Injektion von Lokalanästhetika oder Ethanol in die Nähe von Nervenplexus, z.B. Plexus lumbalis oder Plexus coeliacus.
- Biopsien: Eine meist diagnostische Indikation, um die weitere zytologische oder histologische Aufarbeitung von Gewebe zu ermöglichen.
- Vertebroplastien: Im Falle von z.B. schmerzhaften Wirbelkörpermetastasen oder osteoporotischen Sinterungsfrakturen.
- Tumorablationen: Z.B. die Radiofrequenzablation (RFA) bei Lebermetastasen im Rahmen des KRK.

Durch ständige technische Weiterentwicklung wurde den Nachteilen der CT-Bildgebung begegnet, so existiert heutzutage die Technik der Low-Milliampere Quick Step CT-Fluoroskopie, die die Strahlenbelastung deutlich reduzieren kann und weitere Vorteile bietet (s. Kapitel 5.2.1).

Ein entscheidender Punkt bei Drainageanlagen mittels bildgebender Verfahren ist die Planung des Zugangsweges. Grundsätzlich sind verschiedene Zugangswege möglich. Elementar ist ein Schutz von anatomisch wichtigen Strukturen wie bspw. Gefäßen, Nerven oder auch manchen Organen, um Komplikationen zu vermeiden. Ein transhepatischer oder transgastrischer Zugangsweg ist bei manchen Indikationen denkbar, Nieren, Dünndarm, Kolon oder Milz sollten nicht in der Punktionsroute liegen [81]. So nutzt man bei tiefliegenden abdominalen Verhalten häufig auch Zugangswege von dorsal, um die Route durch das Abdomen mit der Gefahr einer Verletzung kritischer Strukturen zu vermeiden [87-89]. Beispielhaft zu nennen wären hier der pararsakrale, paracoccygeale oder auch der transgluteale Zugangsweg. Eine weitere Möglichkeit zur Komplikationsvermeidung besteht darin, sich am Verlauf einer bereits chirurgisch eingebrachten Drainage zu orientieren und diesen Weg für eine neuen Drainagenanlage zu nutzen [90].

4.5 Fragestellung und Zielsetzung der Arbeit

Die Therapie von abdominalen Flüssigkeitskollektiven durch CT-gesteuerte Drainagenanlage ist bereits in zahlreichen Arbeiten untersucht worden und es konnten gute Ergebnisse – vor allem in Hinblick auf den klinischen Erfolg – gezeigt werden [80, 81, 83, 84, 91-97].

Dies ist jedoch die erste Arbeit, die sich ausschließlich mit der CT-fluoroskopisch gestützten Anlage von Drainagen nach kolorektaler Tumorchirurgie befasst.

Da sich Anastomoseninsuffizienzen in diesem Patientengut in der Regel mit symptomatischen abdominalen Abszessen sowie durch den Anstieg der laborchemischen Entzündungsparameter äußern, soll diese Arbeit nicht nur den technischen Erfolg und die Sicherheit der Drainagenanlagen im Sinne der Raten von Minor- und Major-Komplikationen analog der „Society of Interventional Radiology“ (SIR) [98] untersuchen, sondern auch, inwieweit eine definitive Therapie einer Anastomoseninsuffizienz durch Drainagenanlage möglich ist.

Folgende Fragen sollen adressiert werden:

- 1.) Wie hoch ist die technische Erfolgsrate der CT-fluoroskopisch gesteuerten Drainagenanlagen?
- 2.) Wie ist die Sicherheit der Interventionen, gemessen an der Rate an beobachteten Komplikationen?
- 3.) Wie hoch ist die klinische Erfolgsrate nach Drainagenanlage im gesamten Kollektiv? Gibt es Faktoren, welche diese positiv beeinflussen?
- 4.) Gibt es einen Unterschied bezüglich des klinischen Erfolgs im Kollektiv der Patienten mit Anastomoseninsuffizienz im Vergleich zum gesamten Kollektiv?
- 5.) Sind die Strahlendosen der Patient gemessen durch das Dosis-Längen-Produkt (DLP), einerseits im Vergleich zweier Untersuchungszeiträume (2005 bis 2012 vs. 2013 bis 2020), andererseits im Vergleich mit der aktuellen Literatur abweichend?

Diese retrospektive Studie soll dazu beitragen, die technische und klinische Erfolgsrate sowie die Komplikationen der CT-fluoroskopisch gesteuerten Drainagenanlage nach kolorektaler Tumorchirurgie an einem großen universitären Zentrum über einen langen Zeitraum zu quantifizieren und gegebenenfalls Behandlungsstrategien für Patienten mit postoperativen abdominalen Flüssigkeitsverhalten im postoperativen Setting aufzeigen zu können.

5. Material und Methoden

Zunächst erfolgte die systematische Suche in der Datenbank des radiologischen Informationssystems (RIS) des Instituts für diagnostische und interventionelle Radiologie des Universitätsklinikums München Großhadern der Ludwig-Maximilians-Universität. Unter verschiedenen Suchbegriffen (s. Kapitel 5.1.1) wurden für den Zeitraum vom 01.01.2005 bis 31.12.2020 insgesamt 4742 CT-Interventionen im Abdomen gefunden. Diese wurden anhand der fachärztlichen Diagnosen, entweder in der Anforderung des RIS oder den korrespondierenden Entlassungsbriefen der chirurgischen Klinik des Standortes Großhadern, gesichtet und katalogisiert.

Die CT-Bilder der in die Studie eingeschlossenen Patienten wurden dem in der Klinik verwendeten PACS (Picture Archiving and Communication System, Siemens Healthcare, Erlangen, Deutschland) entnommen. Die Messungen der Abszessgröße anhand des präinterventionellen CTs sowie die Analyse der Zugangswege wurden fachärztlich validiert.

Diese Arbeit wurde nach den geltenden Richtlinien sowie Standards der Ethikkommission der Ludwig-Maximilians-Universität München für retrospektive Studien durchgeführt. Ein Votum der Ethikkommission mit der Nummer 22-0030 ist der Arbeit angehängt (**s. Anhang A**). Darüber hinaus wurden die Grundsätze der Deklaration von Helsinki von 1964 beachtet [99]. Alle Patienten bzw. deren gerichtlich bestellte Betreuer willigten mindestens 24 Stunden vorher in den Eingriff schriftlich ein; im Falle eines Notfalleingriffs erfolgte die Einwilligung direkt vor der Prozedur.

5.1 Patientenkollektiv

5.1.1 Einschlusskriterien

Es erfolgte zunächst die Abfrage aller Patienten mit CT-gesteuerten Drainagenanlagen mit den RIS-Schlüsseln „CT gezielte Drainage im Abdomen“, „Drainage im Abdomenbereich“, „CT gezielte Drainage der Leber“ und „CT gezielte Drainage Pankreas“ (s. **Tabelle 13**).

Tabelle 13: Anzahl der CT-gesteuerten Drainagenanlagen im Abdomenbereich nach RIS-Schlüssel im Zeitraum 01.01.2005 bis 31.12.2020 am Klinikum der Universität München, Standort Großhadern.

RIS-Schlüssel: CT gezielte Drainage...

<i>Jahr</i>	<i>der Leber</i>	<i>im Abdomen</i>	<i>Pankreas</i>	<i>im Abdomenbereich</i>	<i>Gesamt</i>
2005	29	144	7	1	181
2006	33	118	2	-	153
2007	35	139	4	1	179
2008	40	149	3	2	194
2009	42	199	5	4	250
2010	27	173	5	1	206
2011	40	188	4	-	232
2012	57	210	13	1	281
2013	64	253	9	2	328
2014	72	246	12	3	333
2015	52	302	15	1	370
2016	39	326	3	3	371
2017	46	371	4	1	422
2018	24	389	5	-	418
2019	31	380	5	-	416
2020	33	366	6	3	408
Gesamt	664	3953	102	23	4742

Primär wurden n = 4742 katalogisierte Patienten mit einer CT-fluoroskopisch gesteuerten abdominalen Drainagenanlage zwischen dem 01.01.2005 und dem 31.12.2020 eingeschlossen.

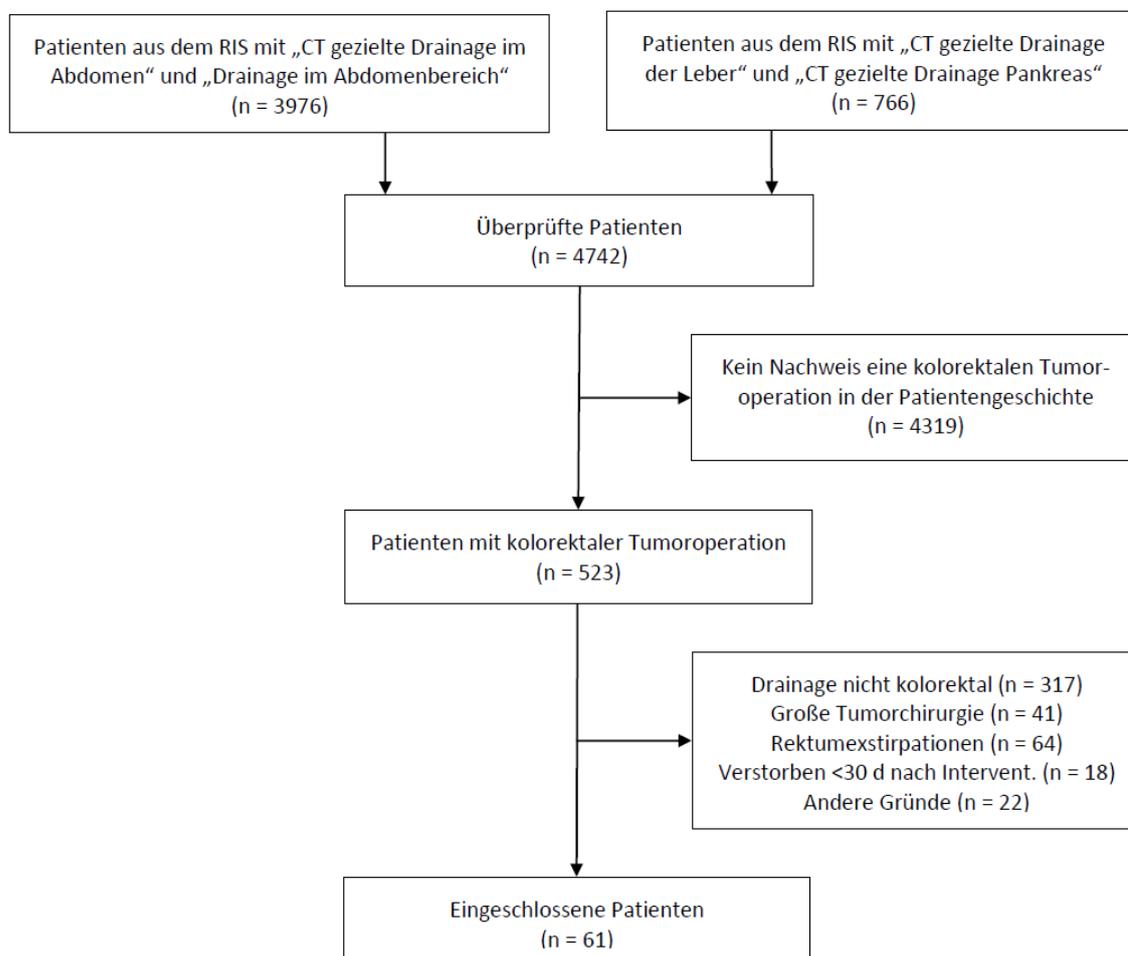


Abbildung 7: Flussdiagramm des Patienten-Auswahlprozesses. (n: Anzahl der Patienten; d: Tage; Intervent.: Intervention)

Hieraus wurden alle Patienten mit einem kolorektalen tumorchirurgischen Eingriff extrahiert (n = 523). Es wurden nur volljährige Patienten, die nach der Intervention noch für mindestens 30 Tage am Leben waren, in die weitere Analyse eingeschlossen. **Abbildung 7** gibt einen Überblick über den Selektionsprozess. Detailliert werden die Ausschlusskriterien im folgenden Absatz dargestellt und begründet.

5.1.2 Ausschlusskriterien

Die Patienten wurden nach weiteren Kriterien gefiltert (s. **Abbildung 7**). Folgende Patientengruppen wurden von der Arbeit ausgeschlossen:

- Alle Patienten (n = 41) mit abdomineller Exenteration wurden wegen der nicht gegebenen Vergleichbarkeit bei großem operativem Flurschaden ausgeschlossen. Eine zur kolorektalen Operation zusätzliche Organresektion wurde dazu nicht gezählt, diese in der Analyse jedoch zusätzlich vermerkt.
- Alle Patienten mit Rektumexstirpationen (n = 61) wurden ebenfalls nicht in die Analyse aufgenommen, da diese in der Regel ein definitives Kolostoma erhalten und somit keine Darmanastomose im eigentlichen Sinne erfolgt (vgl. hierzu auch Kapitel 5.1.6).
- Alle Patienten (n = 317), welche die Drainagenanlage in eine Flüssigkeitskollektion erhielten, welche nicht dem OP-Gebiet zugeordnet werden konnte.
- Mehrere Patienten (n = 6) wurden ausgeschlossen, da sie die Drainage bereits vor der Operation erhalten hatten. Bei den meisten dieser Patienten erfolgte die klinische Vorstellung bei initialem intraabdominalem Verhalten, in der weiteren Diagnostik wurde dann der dringende Verdacht auf eine Tumorperforation geäußert, sodass die Entscheidung für eine primäre Konditionierung des Verhaltens durch die Drainagenanlage und eine onkologische Operation im Verlauf getroffen wurde.
- 13 Patienten wurden ausgeschlossen, da sie die Drainagenanlage nach einem Folgeeingriff nach den eigentlichen tumorchirurgischen Operationen (in den meisten Fällen Ileo- oder Kolostomarückverlagerung) erhielten.
- Einige (n = 3) Patienten wurden nicht eingeschlossen, da sie im Rahmen eines „liver first approach“ bei synchron hepatisch metastasiertem Karzinom eine primäre Operation der Leber erhielten.
- Zwei Patienten wurden ausgeschlossen, da die Drainagenanlage nach Operation eines Analkarzinoms erfolgte.
- Ein Patient wurde ausgeschlossen, da die Drainagenanlage nach einer Ösophagusresektion erfolgte.

Insgesamt schlossen wir 61 Patienten aus dem initialen Kollektiv in das Studienkollektiv ein.

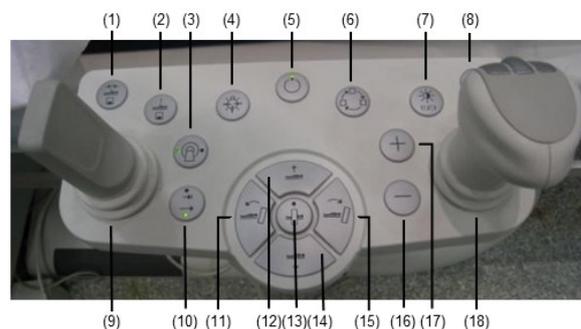
5.2 CT-gesteuerte Drainagenanlage

5.2.1 CT-Fluoroskopie

Der Begriff Fluoroskopie beschreibt ein Echtzeit-Bildgebungsverfahren, synonym spricht man auch von „Durchleuchtung“. Die konventionelle Durchleuchtung erfolgt als Röntgendurchleuchtung mit einem Bildwandler, dem sogenannten C-Bogen. Dieser liefert jedoch nur einen zweidimensionalen projektionsradiographischen Bildeindruck, während mit der CT als Schnittbildverfahren ein Volumendatensatz mit hoher räumlicher (= dreidimensionaler) Auflösung und gutem Weichteilkontrast akquiriert werden kann. Im CT lassen sich so weichteilige Strukturen und Organe voneinander abgrenzen, im Röntgen vor allem Knochen gegen Luft. Zur Intervention in tiefen und anatomisch komplexen Körperbereichen ist die Darstellung mit dem Bildwandler somit nicht ausreichend. Seit Beginn der 80er Jahre erfolgen Interventionen und auch andere Eingriffe wie bspw. Gewebeentnahmen unter sonographischer oder CT-Steuerung [100, 101].



Abbildung 8: Siemens SOMATOM Definition AS+/ Siemens SOMATOM Definition Edge, 70-120 kV, Erlangen, Deutschland.



- 1) Bewegt den Tisch zur gespeicherten Tischposition
- 2) Speichert die aktuelle Tischposition
- 3) Definiert i-Control Position: links oder rechts der „Gantry“
- 4) Schaltet die Lichtmarkierung ein/aus
- 5) Schaltet i-Control an/aus
- 6) Schaltet den Fokus der Bildsegmente um
- 7) Schaltet die Fenster-Einstellungen um
- 8) Bewegt den Tisch zur letzten Scanposition
- 9) Joystick zum Bewegen
- 10) Wechselt zwischen schrittweiser und anwenderbestimmter Tischbewegung
- 11) Kippt die „Gantry“ negativ
- 12) Bewegt den Tisch aufwärts
- 13) Bewegt den Tisch zur ausgewählten Position
- 14) Bewegt den Tisch abwärts
- 15) Kippt die „Gantry“ positiv
- 16) Blättert Bilder zurück
- 17) Blättert Bilder vorwärts
- 18) Joystick für Maus Bewegung

Abbildung 9: Beispiel eines multifunktionalen Bedienelements (iControl®) für eine CT-Steuerung. (Siemens, Erlangen, Deutschland)

Nach Planung des Zugangsweges durch ein sogenanntes natives oder kontrastverstärktes Planungs-CT müssen während der Intervention repetitiv CT-Spiralen angefertigt werden, um den intrakorporalen Verlauf der jeweiligen Nadel oder Drainage verfolgen und anpassen zu können (= sequentielle CT-Steuerung) [102]. Durch die Kombination beider Techniken (diagnostische CT und CT-Fluoroskopie) ist man in der Lage, nicht nur statische Bilder zu einem bestimmten Zeitpunkt zu erzeugen, sondern ähnlich zu einem Film wird nahezu in Echtzeit die Lageänderung von Nadel bzw. Drainage im Patienten visualisiert [101-104]. Grundsätzlich kann die Fluoroskopie mit anderen Untersuchungsmodalitäten kombiniert werden (bspw. Ultraschall), die vorliegende Arbeit fokussiert sich auf den klinischen Einsatz der CT-Fluoroskopie. Erstmals wurde diese 1994 von Katada et al. beschrieben [105]. Die Vorteile liegen hierbei auf der Hand. Durch die Darstellung der Behandlung nahezu in Echtzeit kann ein genau auf das Zielgebiet abgestimmtes Arbeiten mit präziser Zielführung erfolgen. Vor allem in atemabhängig bewegten Körperregionen, wie bspw. innerhalb des Abdomens, ist dies von großem Vorteil [106]. Darüber hinaus erfolgt die Drainageanlage i.d.R. unter Lokalanästhesie bei wachem Patienten, welche durch akzidentelle Bewegungen oder Atemmanöver die anatomischen Gegebenheiten maßgeblich beeinflussen können. So bietet die CT-Fluoroskopie eine größere Sicherheit bei sogar reduzierter Strahlenbelastung für den Patienten. Die Bilder im Rahmen der Intervention werden mit einem reduzierten Röhrenstrom-Zeit-Produkt und einer reduzierten Bildauflösung angefertigt, da keine vergleichbar detaillierte Auflösung wie im Rahmen eines diagnostischen CTs benötigt wird [103].

Technisch sind hohe Anforderungen an die Geräte zu stellen. Vor allem die Rechenleistungen der Geräte müssen in der Lage sein, große Datenmengen schnell zu verarbeiten, sodass eine Bildfolge mit 3 bis 6 Bildern pro Sekunde erreicht werden kann [106]. Die in der vorliegenden Arbeit genutzten Geräte (**s. Abbildung 8**) waren entweder ein 64-Zeilen- (Siemens SOMATOM 64; 70-140 kV, Erlangen, Deutschland) oder 128-Zeilen-Spiral-CT (Siemens SOMATOM Definition AS+/ Siemens SOMATOM Definition Edge, 70-120 kV, Erlangen, Deutschland).

Typischer Ablauf einer CT-fluoroskopisch gesteuerten Drainageanlage

Die Firma Siemens hat für die einzelnen Abschnitte der CT-Fluoroskopie spezifische Bezeichnungen etabliert (iFluoro, iSequence, iSpiral). Da am Klinikum der Universität München, Standort Großhadern, ausschließlich Geräte der Firma Siemens verwendet wurden, sind diese in den entsprechenden Passagen genannt. Zunächst erfolgt das Anfertigen eines präinterventionellen Planungs-CTs in der iSpiral-Einstellung, welche

die Eigenschaften und Qualität eines Spiral-CTs (80 - 120 kV Röhrenspannung und ca. 100 mAs Röhrenstrom-Zeit-Produkt) hat. Die eigentliche Intervention wird in der iFluoro-Einstellung mit einem Röhrenstrom-Zeit-Produkt von 10 - 20 mAs durchgeführt. So kann die Strahlenbelastung für den Patienten und den interventionellen Radiologen bei geringfügig schlechterer Bildqualität reduziert werden. Ist es individuell notwendig, besteht immer die Möglichkeit die Intervention sequenziell mit höherem Röhrenstrom-Zeit-Produkt (iSequence-Einstellung; z.B. 50 mAs) durchzuführen.

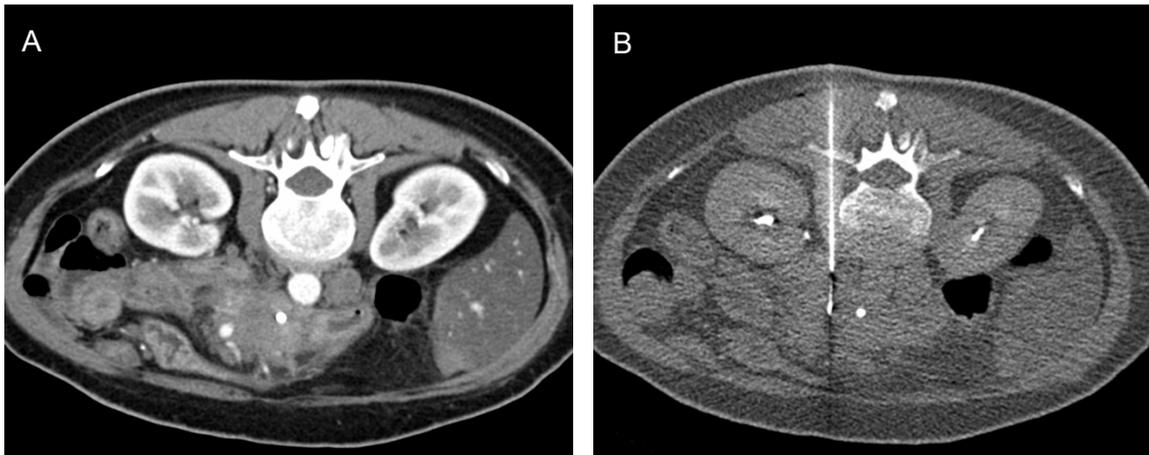


Abbildung 10: CT-Bild einer transretroperitonealen Biopsie über paravertebralen Zugang von dorsal bei Verdacht auf Pankreaskarzinom. A: Planungs-CT in der iSpiral-Einstellung. B: Intervention mit sichtbarer Biopsie-Nadel in der iFluoro-Einstellung.

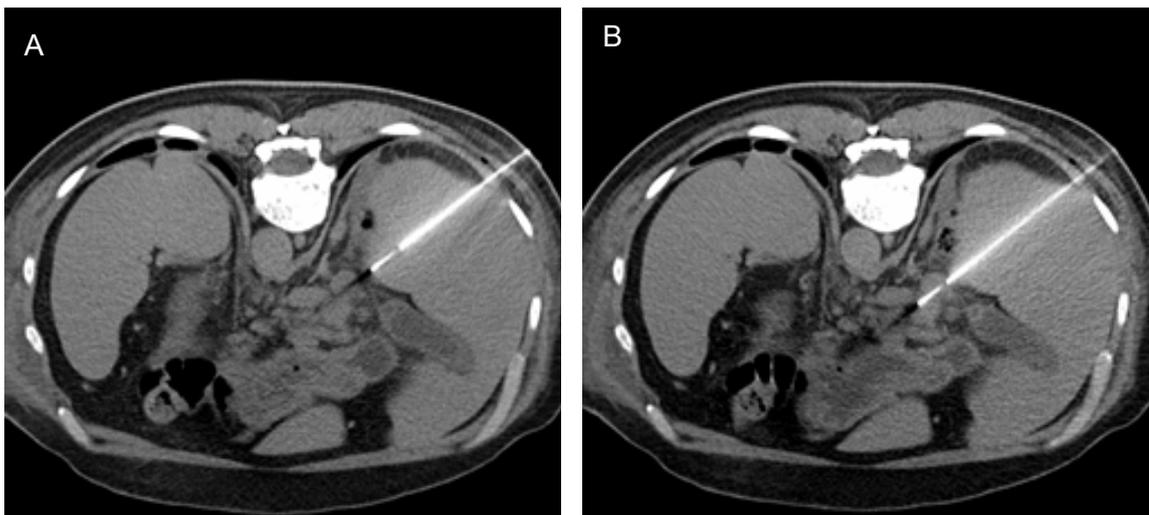


Abbildung 11: CT-Bild einer transhepatischen Lymphknotenbiopsie in der Leberpforte in iSequence-Einstellung. Deutlich bessere Auflösung des Bildes im Verlauf der Intervention (vgl. Vorschub der Nadel zwischen Bild A und B) im Vergleich zur Darstellung in der iFluoro-Einstellung in Abbildung 10B.

Hier lässt sich vor allem die Spitze eines Instruments in Relation zu kritischen anatomischen Strukturen wie bspw. Gefäßen besser darstellen (s. **Abbildung 11**). Die Strahlendosis liegt dabei zwischen der eines diagnostischen Spiral-CT und einer iFluoro-Akquisition.

Die effektivste Maßnahme zur Reduktion der Strahlenbelastung ist jedoch, die CT-Durchleuchtungszeit auf ein Minimum zu begrenzen. Dies gelingt auch durch Einsatz einer optimierten, schrittweisen statt kontinuierlichen Durchleuchtungstechnik, bekannt unter dem anglizistischen Begriff der „Quick-Check-Methode“. Durch repetitive CT-fluoroskopische „Einzelschüsse“ kontrolliert der Interventionalist hier den Fortschritt der Nadel während kritischer Passagen des Eingriffs [106, 107]. Die zu den Anfängen der Technik genutzte Real-Time-Methode mit längeren Phasen des kontinuierlichen Scannens kann so vermieden werden und ist mittlerweile bis auf einige Ausnahmen (bspw. im Falle eines Nadelpfades in unmittelbarer Nähe zu kritischen Strukturen wie den Mesenterialarterien) obsolet [108-110].



Abbildung 12: Beispiel einer CT-fluoroskopischen Drainagenanlage. Der Patient liegt im CT, der Bereich der späteren Drainagenanlage ist bereits steril abgedeckt (grüne Tücher). Im Hintergrund sieht man die „In Room-Monitore“, auf welchen die Bilder des Planungs-CTs (links) sowie die geplante Route der Drainagenanlage (rechts) zu sehen sind.

Im Anschluss an die Intervention erfolgt ein Kontroll-CT, um die Lage der Drainage zu verifizieren und dokumentieren sowie Komplikationen auszuschließen; dies erfolgt i.d.R. auch im iSpiral-Modus.

5.2.2 Durchführung der Drainagenanlage

Wie zuvor beschrieben, erfolgt die Aufklärung der Patienten analog des im Patientenrechtegesetz von 2013 [111] festgelegten Zeitintervalls vor dem Eingriff. Die Indikationsstellung erfolgt i.d.R. in einem interdisziplinären Konsens aus Allgemein Chirurgie und interventioneller Radiologie unter Einbeziehung weiterer radiologischer und klinischer Parameter. Hierzu zählt die Überprüfung laborchemischer Parameter wie der Gerinnungswerte, Thrombozyten, Thyroidea-stimulierendes Hormon (TSH) und des Kreatinins. Die Interventionen werden von Fachärzten für Radiologie mit langjähriger Erfahrung im Bereich der interventionellen Radiologie durchgeführt, oder jüngere bzw. unerfahrenere Ärzte bei der Durchführung von diesen angeleitet. Der Großteil der Interventionen wurde in Lokalanästhesie, manchmal ergänzt durch eine leichte Sedierung, vorgenommen. In einigen Fällen war der Zustand der Patienten so kompromittiert, dass diese bereits präinterventionell intensivmedizinisch behandelt wurden und im Rahmen dieser Behandlung in Allgemeinanästhesie und künstlich beatmet waren. In diesen Fällen erfolgte die Intervention in Allgemeinanästhesie.

Die Patienten werden je nach geplantem Zugangsweg auf dem CT-Tisch gelagert, in den meisten Fällen in Rückenlage. Im Anschluss wird das Planungs-CT angefertigt und der Zugangsweg erneut geprüft. Der durchführende Radiologe verschafft sich so einen genauen Überblick über wichtige anatomische Landmarken und potenziell gefährdete Strukturen im Verlauf des Punktionsweges. Eventuell wird der Zugangsweg nochmals angepasst, sollte dies sich als vorteilhafter erweisen. Des Weiteren wird versucht, die Drainage möglichst in der größten transversalen Ausdehnung des Verhaltes zu platzieren. In manchen Fällen erfolgt die Markierung des Zugangsweges auf Hautniveau. Nach eventueller Anpassung der Lagerung erfolgte das sterile Abwaschen (Braunol®, B. Braun, Melsungen, Deutschland) und Abdecken. Bei Durchführung der Intervention unter Lokalanästhesie wird nun die Haut sowie der subkutane Stichkanal (i.d.R. 10-20 Milliliter (ml)) mit Mepivacain 1% bzw. 2% (Scandicain®, AstraZeneca, Wedel, Deutschland) infiltriert. Nach Abwarten der Einwirkzeit erfolgt eine Überprüfung der suffizienten Analgesie, bei Bedarf erfolgt die Wiederholung der Gabe des Lokalanästhetikums.

Trokartechnik

Die Trokartechnik ist im untersuchten Kollektiv dieser Arbeit die deutlich häufiger genutzte Methode. Hierbei ist die Drainage (z.B. aus Polyurethan) bereits vorab auf einen Trokar (= starre Hohnadel mit zentralem Mandrin; **s. Abbildung 13**) aufgezogen.

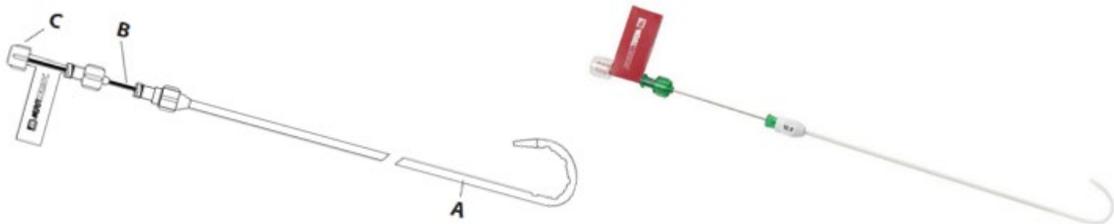


Abbildung 13: Beispiel einer Drainage für die Trokartechnik (ReSolve® NL, Firma Merit) in einer schematischen Abbildung und als Fotografie. A: Drainagekatheter mit hydrophiler Beschichtung. B: Starre Hohnadel aus Metall. C: Zentraler Mandrin. (entnommen aus [112])

Zunächst erfolgt im Bereich der Hautmarkierung die Stich- bzw. kurzstreckige Hautinzision mit dem Skalpell (FEATHER® Safety Razor Co., Ltd; Osaka, Japan). Anschließend folgt das perkutane Einbringen der mit Trokar und Mandrin montierten Drainage und das Vorschieben unter CT-fluoroskopischer Kontrolle in Quick-Check-Technik (vgl. 5.2.1), bis die Spitze in der Abszesshöhle liegt. Die Drainage wird über den Trokar als Führungselement vorgeschoben, so dass sie in der Abszesshöhle zu liegen kommt. Abschließend wird der Trokar mit dem Mandrin entfernt und die Drainage auf Hautniveau mit einer Naht fixiert.

Seldingertechnik

Die Seldingertechnik ist ein zur Anlage von Kathetern jeglicher Art häufig genutztes Verfahren. Anfänglich wird die Abszesshöhle mit einer geeigneten, langen Hohnadel (= Feinnadelpunktion; **s. Abbildung 14 A**) mit einem Durchmesser von meist 18 oder 19 Gauge punktiert. Hierdurch kann das Trauma geringgehalten werden, bis eine sichere Lage im Abszess besteht. Anschließend kann ein 0,035 Inch Führungsdraht (**s. Abbildung 14 B**) über die Hohnadel in die Abszesshöhle vorgeschoben werden. Die Nadel wird entfernt, es erfolgt ggf. eine Stichinzision an der Haut mit dem Skalpell (FEATHER® Safety Razor Co., Ltd; Osaka, Japan). Mit rigiden Plastikhülsen, den sog. Dilatoren, kann der Zugang bei Bedarf auf Hautniveau und bis ungefähr zur Faszie geweitet werden, sodass die später gewünschte Drainagengröße eingelegt werden kann.



Abbildung 14: A: Beispiel einer Seldingernadel (Peter Pflugbeil GmbH, Deutschland). B: Führungsdrähte mit gerader oder J-Konfiguration an der Spitze für die Seldingertechnik. (entnommen aus [113])

Zuletzt wird die Drainage über den Draht bis in die Abszesshöhle geschoben und bei sicherer Lage der Drainage im Zielgebiet der Draht entfernt. In der vorliegenden Arbeit wurden unterschiedliche Drainagen (z.B. ReSolve®, Merit Medical, South Jordan, UT, USA und Flexima®, Boston Scientific Corporation, Marlborough; MA, USA) mit verschiedenen Durchmessern (z.B. 8, 10, 12, 14 French (Fr)) genutzt. Für die Seldingertechnik wurden Seldingernadeln und verschiedene Führungsdrähte (z.B. Peter Pflugbeil GmbH, Zorneding, Bayern, Deutschland) sowie Dilatatoren in diversen Durchmessern (Fascial Dilator, Boston Scientific Corporation, Marlborough; MA, USA) verwendet. Die Technik der Drainageanlage, Art und Hersteller der Drainage sowie Durchmesser wurden individuell vom behandelnden Radiologen je nach Erfahrung und klinischem Befund gewählt.

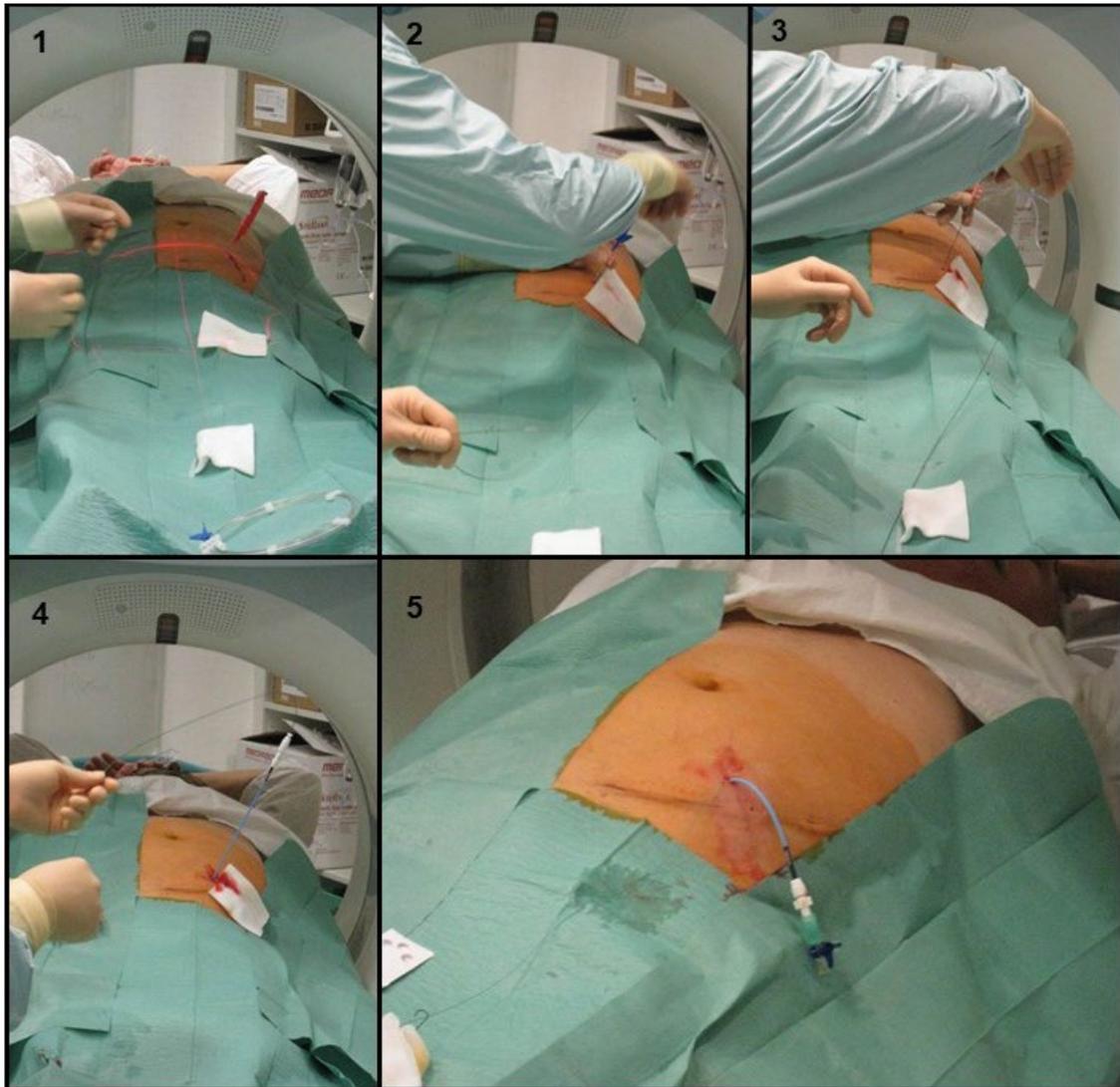


Abbildung 15: Drainageanlage in der Seldingertechnik. 1) Zunächst wird über die CT-Kontrolle der Zugangsweg markiert (s. auch rotes Fadenkreuz) und der Verhalt mit der Seldingernadel punktiert. 2) Über die Seldingernadel wird der Führungsdraht bis in die Verhaltformation vorgeschoben. 3) Die Seldingernadel wird entfernt, der Führungsdraht verbleibt in situ. 4) Über den Führungsdraht wird die Drainage vorgeschoben. 5) Die Drainage ist in der Verhaltformation platziert, der Führungsdraht wird entfernt. Nun wird die Drainage noch mit einer Naht auf Hautniveau fixiert (in der Abbildung nicht gezeigt).

5.2.3 Strahlendosis

Das Dosis-Längen-Produkt (DLP) ist ein Begriff aus der Dosimetrie und dient der Erfassung der Strahlenbelastung bei CT-Untersuchungen [113]. Im Anschluss an jede Intervention wird es im CT-Dosisprotokoll im PACS hinterlegt und kann so unkompliziert ausgewertet werden. Grundlage ist der CTDI (Computed Tomography Dose Index), welcher die adäquate Messgröße der Strahlung eines CT darstellt [113]. Hierbei findet die spezielle Technik der CT-Bildgebung Beachtung, wobei durch den Umlauf des Röntgenstrahlers der Patient von allen Seiten gleichermaßen exponiert wird. Somit

werden beim DLP zusätzlich die Anzahl der Schichten (l) und die Schichtdicke (h) mit in die Formel einbezogen.

$$\text{DLP} = \text{CTDI} \times l \times h \quad (1)$$

Folglich bildet das DLP die gesamte Strahlenexposition des Patienten in der Einheit Milli-Gray*Zentimeter (mGy*cm) ab [113]. Noch exakter ist die sog. Äquivalenzdosis, welche mit spezifischen Gewebewichtungsfaktoren abgeschätzt wird. Hierbei wird der Tatsache Rechnung getragen, dass die verschiedenen Körpergewebe die Strahlung auch verschieden stark absorbieren. Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass hierbei auch Unterschiede in Bezug auf Alter und Geschlecht beachtet werden müssen [114].

5.3 Auswertung der prä- und periinterventionellen Phase

5.3.1 Technischer Erfolg und Komplikationen

Technischer Erfolg ist definiert als eine Drainagenanlage in den Flüssigkeitsverhalt, der 1. komplett oder partiell aspiriert werden kann und 2., ohne dass es hierbei zu Komplikationen kommt. Diese werden analog der Leitlinie zur Qualitätsverbesserung für perkutane Drainage/Aspiration von Abszessen und Flüssigkeitsverhalten der „Society of Interventional Radiology“ (SIR) [98] gegliedert. Es erfolgt eine Einteilung in leichtgradige („minor“) und schwerwiegende („major“) Komplikationen (**s. Tabelle 14**). Somit ist eine erfolgreiche Anlage durch folgende Parameter gekennzeichnet:

- 1.) Nach der Drainagenanlage kommt es zu einem Rückfluss von Sekret bzw. lässt sich dieses komplett oder partiell aspirieren.
- 2.) Im Kontroll-CT zeigt sich eine regelrechte Drainageanlage im Zielgebiet.
- 3.) Es ergeben sich keine Komplikationen im Zeitraum bis zu 30 Tage nach Drainagenanlage.

Tabelle 14: SIR Standards der Praxis-Kommission, Klassifikation von Komplikationen nach Outcome. (nach [115])

<i>Schweregrad</i>	<i>Auswirkung</i>
<i>Leichtgradige Komplikationen</i>	A) Keine Therapie, keine Konsequenzen B) Nominelle Therapie, keine Folgen; beinhaltet auch die Aufnahme über Nacht zur Überwachung.
<i>Schwerwiegende Komplikationen</i>	C) Benötigt Therapie, kurzzeitige stationäre Aufnahme (< 48 Stunden) D) Benötigt umfangreiche Therapie, ungeplante Erhöhung des Versorgungslevels, längerfristige stationäre Aufnahme (> 48 Stunden) E) Dauerhafte Folgeschäden F) Tod

5.3.2 Dosis-Längen-Produkt

Die individuelle Strahlenbelastung des jeweiligen Patienten wird durch das CT-Gerät in einem eigenen CT-Dosis-Protokoll für jeden individuellen Schritt der Intervention – also Planung, Durchführung und Abschlusskontrolle – bereitgestellt. In der vorliegenden

Arbeit wurde neben dem Gesamt DLP in Milli-Gray*cm (mGy*cm), die Strahlendosis der Planungs-CTs (iSpiral), die Summe aller Interventions-CTs (iFluoro) sowie die postinterventionellen CTs zur Lagekontrolle (iSpiral) der Interventionen ausgewertet. Diese Daten wurden zwischen den Zeitintervallen der Jahre 2005 - 2012 und 2013 - 2020 mit dem Test nach Mann-Whitney-U (bzw. Wilcoxon Rangsummen-Test) verglichen.

5.4 Auswertung der postinterventionellen Phase

Das Studienkollektiv wurde in vier verschiedene Kohorten unterteilt, um die unterschiedlichen Fragestellungen bestmöglich adressieren zu können:

- 1.) Klinischer Erfolg im gesamten Kollektiv: Zur Betrachtung des Erfolgs der CT-fluoroskopisch gesteuerten Drainagenanlage im gesamten Kollektiv anhand fallender laborchemischer Entzündungswerte 30 Tage postinterventionell.
- 2.) Klinischer Erfolg bei „*regulärem Verlauf*“: Aus dem gesamten Kollektiv wurden Patienten extrahiert, welche einen unkomplizierten prä- wie postinterventionellen Verlauf hatten, um eine Beeinflussung der Laborchemie durch andere Faktoren als die in dieser Arbeit untersuchten zu minimieren.
- 3.) Um den direkten Therapieerfolg der Drainagenanlage besser abbilden zu können, wurde die Veränderung der laborchemischen Parameter fünf Tage nach Intervention betrachtet. Anschließend wurde in diesem Kollektiv untersucht, ob diverse Faktoren den Erfolg der Therapie mit CT-fluoroskopisch angelegten Drainagen beeinflussen.
- 4.) Im vierten Kollektiv wurden alle Patienten mit Anastomosen- oder Hartmannstumpfsuffizienz herausgearbeitet und der klinische Erfolg anhand fallender laborchemischer Parameter 30 Tage postinterventionell betrachtet, um diese mit dem gesamten Kollektiv vergleichen zu können.

5.4.1 Klinischer Erfolg im gesamten Kollektiv

Klinischer Erfolg ist definiert als ein Rückgang der laborchemischen Entzündungsparameter ohne das Auftreten von Komplikationen oder einen chirurgischen Eingriff innerhalb von 30 Tagen nach der Intervention. Hierfür wurde der zeitliche Verlauf der Entzündungsparameter innerhalb von 30 Tagen nach dem Eingriff betrachtet. Als Kontrollparameter wurde das Gesamt Serum Bilirubin (GSB) gewählt, da es regelhaft in diesem Kollektiv bestimmt wurde und kein direkter Einfluss der Intervention auf diesen Parameter zu erwarten ist. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse wurde der Erfolg des klinischen Ergebnisses nach dem Eingriff entweder durch einen Rückgang (> 50 %) der ursprünglich erhöhten Parameter CRP und Leukozytenzahl oder durch die Normalisierung dieser erhöhten Parameter innerhalb von 30 Tagen nach dem Eingriff definiert. Darüber hinaus wurde der klinische Erfolg dadurch definiert, dass keine chirurgische Revision im Zusammenhang mit dem Eingriff erforderlich war

In einer nachfolgenden Analyse wurde untersucht, wie sich der klinische Erfolg zwischen Patienten mit infizierten Verhalten (= positive Mikrobiologie) und nicht-infizierten Verhalten verhielt. Hierzu wurde die Anzahl von Patienten mit erhöhten Laborparametern am Tag der Intervention und die Anzahl der Patienten mit Normalisierung der Werte nach 30 Tagen in die Kollektive „infiziert“ und „nicht-infiziert“ unterschieden.

5.4.2 Klinischer Erfolg bei „regulärem Verlauf“

Es erfolgte eine Unterscheidung in ein Kollektiv mit „*regulärem Verlauf*“ nach Drainagenanlage, um der immer noch bestehenden Heterogenität im Studienkollektiv gerecht zu werden. Es wurden unter dieser Definition alle Patienten subsumiert, bei welchen:

- Die Drainagenanlage bis maximal 30 Tage nach der Operation erfolgte
- Die Drainage maximal 30 Tage in situ war
- Keine (auch nicht-Drainagen- oder mit der initialen Krankheitsentität assoziierte) Re-Operation 30 Tage nach der Drainagenanlage erfolgte
- Kein postinterventioneller prolongierter Intensivaufenthalt aufgrund anderer Erkrankungen als der initialen Krankheitsentität bestand

Aufgrund der zu erwartenden reduzierten Fallzahl wurden hier lediglich die Laborwerte CRP und Leukozyten untersucht. Die Definition des klinischen Erfolges ist unverändert zu der in Kapitel 5.4.1 genannten.

5.4.3 Erfolgsfaktoren des direkten Therapieerfolgs von abdominellen Flüssigkeitskollektionen durch perkutane Drainagenanlage

Der direkte Erfolg der Drainagenanlage wurde versucht abzubilden, indem ein Therapieerfolg nochmals anders definiert wurde. Da die Behandlung von intraabdominellen Flüssigkeitskollektionen i.d.R. multimodal erfolgt, ist der direkte Einfluss der Drainagenanlage auf den Therapieerfolg in einem Zeitfenster von 30 Tagen – wie im Rahmen des klinischen Erfolges geschehen – nur ein Teil mehrerer therapeutischer Bestrebungen. Der direkte Erfolg der Drainagenanlage wurde wie folgt definiert:

- Keine operative Revision 30 Tage nach Drainagenanlage
- Überleben bis mindestens 30 Tage nach Drainagenanlage
- Kein komplizierter postinterventioneller Verlauf mit Sepsis und / oder protrahiertem Intensivaufenthalt

- Abfallen der laborchemischen Entzündungsparameter (CRP und Leukozyten) im Vergleich des Interventionstags und 5 Tage postinterventionell, hierbei bedeutet Abfall
 - Normalisierung der Werte am 5. postinterventionellen Tag
 - Reduktion um mindestens 50% des Ausgangswertes vom Interventionstag
 - Bei diskrepantem Verhalten von Leukozyten und CRP wurde primär geprüft, ob das CRP die beiden o.g. Punkte erfüllt, wenn
 - ja, und die Leukozyten sich im Normbereich befanden, ist klinischer Erfolg als gegeben angenommen worden
 - ja, und die Leukozyten sich außerhalb des Normbereich befanden, ist klinischer Erfolg als nicht gegeben angenommen worden.

Anschließend wurde der Einfluss epidemiologischer, klinischer und interventioneller Faktoren auf den direkten Therapieerfolg der Drainagenanlage durch binominale logistische Regression berechnet. Diese Faktoren sind:

- Geschlecht
- Alter
- Zeitraum zwischen Operation und Drainagenanlage
- Tumorlokalisation
- Tumorstadium
- neoadjuvante Chemo- oder Strahlentherapie
- Art des operativen Eingriffs
- operatives Verfahren
- ob eine Stomaanlage erfolgte und wenn ja welche Art des Stomas
- Lokalisation der Verhalte
- Durchmesser der Verhalte
- Zugangsweg
- CT-graphische Hinweise auf Infektion oder Anastomoseninsuffizienz
- Durchmesser der Drainagen
- mikrobiologische Ergebnisse

Aus Gründen der Generierung explorativer Hypothesen wurde angesichts der niedrigen Fallzahl und somit verminderter Power des Modells eine Berechnung auf einem

Signifikanzniveau von Alpha = 0,05 sowie Alpha = 0,2 durchgeführt. Linearität wurde mit dem Box-Tidwell-Verfahren überprüft.

5.4.4 Therapie von Anastomoseninsuffizienzen durch CT-gesteuerte perkutane Drainagenanlage

Alle Patienten, bei welchen als Ursache des Verhaltes eine Anastomoseninsuffizienz nachgewiesen wurde oder der dringende Verdacht hierauf bestand, wurden aus dem gesamten Kollektiv extrahiert. Der dringende Verdacht begründete sich auf CT-graphischen Hinweisen wie einer offensichtlichen Diskontinuität der Darmwand oder paraluminalen Luft- bzw. Gaseinschlüssen in Kombination mit klinischem Korrelat des aspirierten Flüssigkeitsverhaltes direkt aus dem Bereich der Anastomose.

Eine Anastomoseninsuffizienz als Ursache des Verhaltes wurde entweder durch eine Koloskopie oder ein CT im Verlauf gesichert, und wurde entsprechend in der abschließenden Diagnoseliste des Patienten verschlüsselt oder in einem späteren klinischen Aufenthalt bestätigt.

Diese Fälle wurden nach der Lokalisation der Anastomose geordnet und für die einzelnen Lokalisationen sowohl der klinische Erfolg (vgl. 5.4.1) als auch der direkte Therapieerfolg der Drainagenanlage bestimmt. Im Anschluss wurde verglichen, ob in dieser Subgruppe signifikante Unterschiede zum gesamten Kollektiv bestehen.

5.4.5 Mikrobiologische Ergebnisse

Die mikrobiologischen Ergebnisse des über die Drainagen gewonnenen Sekrets wurden aus dem klinischen Informationssystem (KIS) übernommen. Die gefundenen Keime wurden mit der aktuellen Literatur verglichen. Es wurde berechnet, ob eine Korrelation zwischen bestimmten operativen Eingriffen und mikrobiologischen Ergebnissen besteht. Es erfolgte zusätzlich eine Subgruppenanalyse hinsichtlich des klinischen Erfolges bei infizierten und nicht-infizierten Flüssigkeitsverhalten.

Eine detaillierte Aufschlüsselung der genauen mikrobiologischen Ergebnisse für jeden Patienten kann dem Anhang dieser Arbeit entnommen werden (**s. Anhang B**).

5.4.6 Entfernung der Drainage

Die Entfernung der einliegenden Drainage erfolgt i.d.R. in einer Zusammenschau der klinischen wie laborchemischen Besserung der Patienten wie auch einer rückläufigen Fördermenge. Somit war dies eine individuelle Entscheidung der behandelnden Ärzte. Aus der vorhandenen Dokumentation ging leider nur in wenigen Fällen der genaue Zeitpunkt der Drainagenentfernung hervor, weshalb die Auswertung des in allen Fällen vorhandenen Entlasszeitpunkts erfolgte. Vice versa wurden aber auch Patienten mit einliegender Drainage entlassen und im Verlauf weiter ambulant betreut.

5.5 Datenakquisition

Die Erhebung der Daten erfolgte an einem Arbeitsplatz im Institut für Klinische Radiologie bzw. ab 2017 der Klinik und Poliklinik für Radiologie des Klinikums Großhadern der Ludwig-Maximilians-Universität München. In RIS und KIS wurden alle patientenrelevanten Daten wie Geburtsdatum, Datum der Drainagenanlage, sämtliche medizinische Vorbefunde inkl. Tumortyp und Operation, laborchemische und mikrobiologische Werte bzw. Befunde eingesehen. RIS und PACS (Picture Archiving and Communication System, Siemens Healthcare, Erlangen, Deutschland) arbeiten miteinander gekoppelt. Hieraus wurde der Durchmesser der Flüssigkeitskollektion, der Zugangsweg und das DLP entnommen. Die Entitäten der Flüssigkeitskollektionen wurden nicht unterschieden. Alle Daten wurden zunächst in Microsoft Excel (Microsoft Excel® für Microsoft Office 365, Version 2201, Redmond, USA) archiviert.

Zur Auswertung der Bilddateien wurde der am Arbeitsplatz vorhandene Befundungsmonitor (EIZO, RX320, Auflösung: 3 Megapixel, Hakusan, Ishikawa, Japan) verwendet.

5.6 Statistische Methoden

Zur Auswertung wurden Methoden der deskriptiven Statistik angewendet. Diskrete sowie kontinuierliche Daten wurden zunächst mit dem Shapiro-Wilk-Test und durch visuelle Inspektion ihrer Histogramme auf Normalität geprüft. Normalverteilte Variablen werden als Mittelwert \pm Standardabweichung (SD) angegeben. Variablen, die nicht normalverteilt sind, werden als Median (25%-; 75%-Quartile) angegeben.

Zur Untersuchung des zeitlichen Verlaufs der Blutparameter in den 30 Tagen nach der Intervention wurden die Werte log-transformiert, um eine Normalverteilung zu erhalten. Anschließend wurden verallgemeinerte lineare gemischte Modelle (GLMM) angewandt. Der feste Effekt war die Anzahl der Tage nach der Intervention. Die Zufallseffekte waren durch die nach Tagen wiederholte Probanden-ID gegeben. Der Mann-Whitney U Test für unabhängige Stichproben wurden verwendet, um die signifikanten Unterschiede zwischen der Strahlenbelastung, die in den beiden Zeiträumen festgestellt wurde, zu bestimmen.

Zur Untersuchung des klinischen Erfolgs der Intervention wurde der einseitige Binomialtest mit einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ verwendet. Der Zusammenhang zwischen dem klinischen Erfolg der infizierten und nicht-infizierten Verhalte wurde mit dem exakten Test nach Fisher berechnet.

Die Analyse der GLMM wurde mit R durchgeführt (R Core Team (2020; R: Eine Sprache und Umgebung für statistisches Rechnen. R Foundation for Statistical Computing, Wien, Österreich. URL <https://www.R-project.org/>, Version 4.0.2, abgerufen am 22. Juni 2020). Die restlichen statistischen Berechnungen erfolgten mit IBM SPSS Statistics, Version 28 (IBM Corp. Released 2020. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 28.0. IBM Corp; Armonk, NY).

Ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ wurde in der gesamten Studie verwendet. Wenn dies aus Gründen der Generierung explorativer Hypothesen nicht der Fall war, wurde dies in den entsprechenden Abschnitten deutlich kenntlich gemacht. Hierzu wurden entsprechende p -Werte berechnet. Ein p -Wert unter 0,05 wird als signifikant eingeschätzt und als wesentlich interpretiert.

6. Ergebnisse

6.1 Patientenkollektiv

6.1.1 Baseline-Werte

In diese Arbeit wurden 61 Patienten eingeschlossen, welche im Zeitraum von Januar 2005 bis Dezember 2020 eine CT-gesteuerte Drainagenanlage in einen intraabdominellen Flüssigkeitsverhalt nach kolorektaler Chirurgie erhalten haben. Im Mittel waren die Patienten $64,4 \pm 11,4$ Jahre alt, der jüngste war 29 Jahre, der älteste 89 Jahre alt. 16 Patienten waren Frauen, 45 Männer. Das Alter im Studienkollektiv folgt einer Normalverteilung (s. **Abbildung 16 und 17**), welches sich auch im Kolmogorov-Smirnov Test ($p = 0,20$) und Shapiro-Wilk Test ($p = 0,12$) bestätigen ließ.

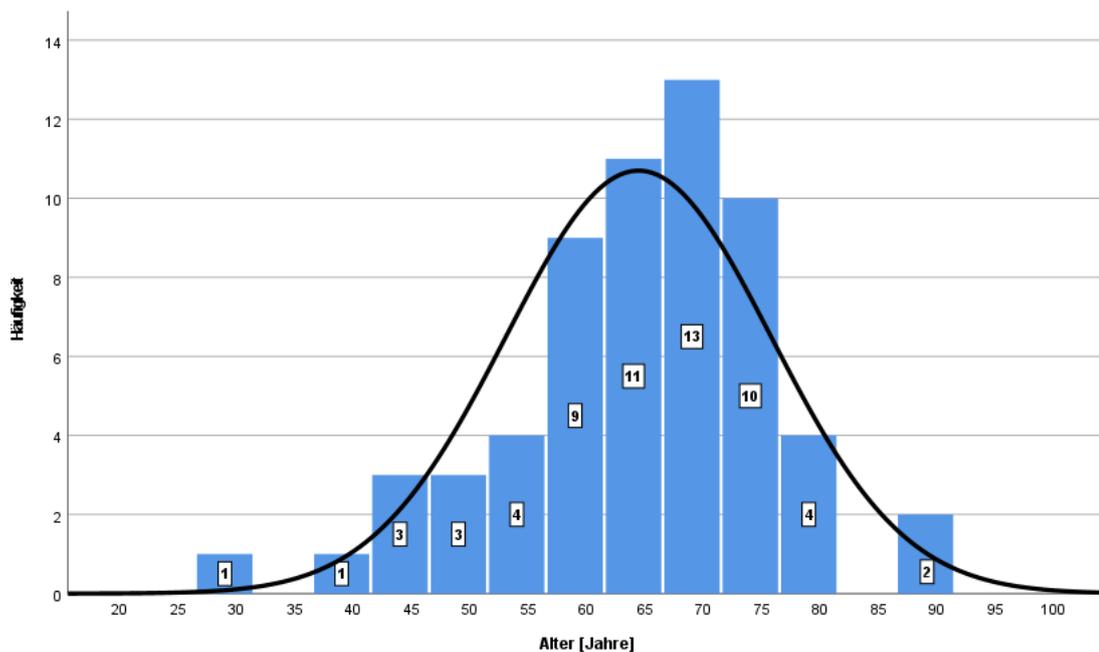


Abbildung 16: Histogramm des Patientenalters.

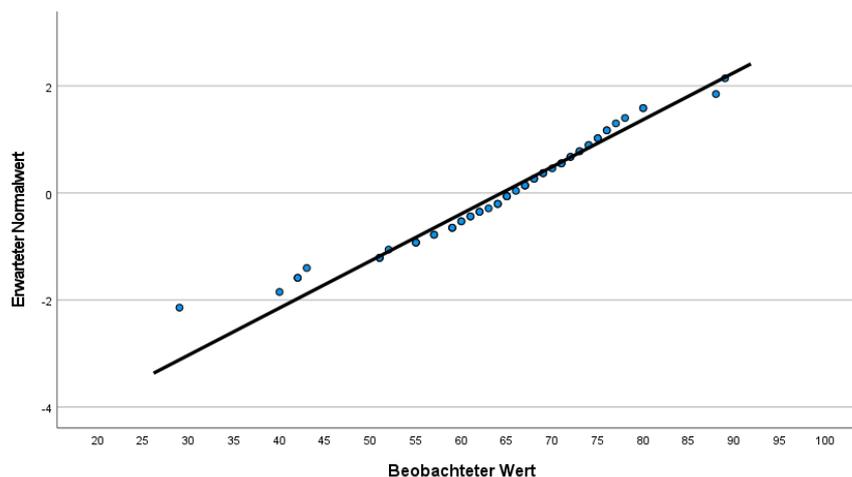


Abbildung 17: Q-Q-Diagramm des Alters [Jahren].

Es wurde überprüft, ob ein signifikanter Altersunterschied zwischen den Geschlechtern vorliegt. Sowohl im ungepaarten t-Test ($t(59) = 0,50$, $p = 0,62$) als auch im Welch Test ($t(20,79) = 0,43$, $p = 0,67$) gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern in Bezug auf das Alter.

49 Patienten (80,3%) erhielten eine Drainagenanlage nach Operation im Bereich des Rektums oder des rektosigmoidalen Übergangs, 4 (6,6%) Patienten nach Operation im Bereich des Sigmas, 6 (9,8%) im Bereich des Kolons und 2 (3,3%) Patienten andernorts. Ein Patient erhielt dabei die Drainage nach Operation eines muzinösen Appendixkarzinoms, der andere Patient bei Z. n. nodulärem Rezidiv eines neuroendokrinen Tumors des terminalen Ileums.

Die meisten Patienten ($n = 30$, 49,2%) waren im durch den Pathologen dokumentierten Tumorstadium pT3, gefolgt von 14 Patienten (23,0%) im Tumorstadium pT4, 9 Patienten (14,8%) im Stadium pT2 und 2 Patienten (3,3%) im Tumorstadium pT0, was einer Vollremission nach neoadjuvanter Vorbehandlung entspricht. Bei allen vorgenannten Patienten handelte es sich um Adenokarzinome. 3 Patienten (4,9%) hatten onkologische Erkrankungen, die nicht in einem Tumorstadium nach TNM klassifiziert werden. In zwei Fällen handelte es sich um einen neuroendokrinen Tumor (NET), in einem Fall um einen gastrointestinalen Stromatumor (GIST).

Zum Zeitpunkt der initialen Operation hatten 37 Patienten (60,7%) keine Metastasen, 24 Patienten (39,3%) hatten bereits ein metastasiertes Tumorleiden. Das am häufigsten durch eine Metastasierung betroffene Organ war die Leber ($n = 14$, 46,7%). 6 Patienten (20%) hatten bereits eine peritoneale und 2 Patienten (6,7%) eine pulmonale Metastasierung. Insgesamt 8 (26,7%) weitere Lokalisationen einer Metastasierung

wurden beobachtet, wobei hier unter anderem Lymphknoten-, ossäre und andere solide Organmetastasen zusammengefasst werden.

Tabelle 15: Baseline-Werte der in die Studie eingeschlossenen Patienten.

Variable

<i>Geschlecht</i>	weiblich	16 (26,2%) ²
	männlich	45 (73,8%) ²
<i>Alter [Jahre]</i>	64,4 ± 11,4 (29-89) ¹	
<i>Tumorlokalisierung</i>	<i>Rektum</i>	49 (80,3%) ²
	<i>Sigma</i>	4 (6,6%) ²
	<i>Kolon</i>	6 (9,8%) ²
	<i>Andere</i>	2 (3,3%) ²
<i>Tumorstadium</i>	<i>Nicht zutreffend</i>	3 (4,9%) ²
	<i>pT0 (Vollremission)</i>	2 (3,3%) ²
	<i>pT1</i>	3 (4,9%) ²
	<i>pT2</i>	9 (14,8%) ²
	<i>pT3</i>	30 (49,2%) ²
	<i>pT4</i>	14 (23,0%) ²
<i>Metastasen³</i>	<i>Keine</i>	37 (60,7%) ²
	<i>Peritoneal</i>	6 (20,0%) ²
	<i>Leber</i>	14 (46,7%) ²
	<i>Lunge</i>	2 (6,7%) ²
	<i>Andere</i>	8 (26,7%) ²
<i>Sepsis</i>	<i>Ja</i>	6 (9,8%) ²
	<i>Nein</i>	55 (90,2%) ²
<i>Dauer bis Entlassung [Tage]</i>	19,3 ± 21 (1-101) ¹	

¹: Mittelwert ± Standardabweichung (Spannweite)

²: Anzahl n (Prozent)

³: Wegen Metastasen in mehreren Organsystemen kann die Zahl der Beobachtungen die Anzahl der in die Arbeit eingeschlossenen Patienten übersteigen.

5 Patienten zeigten Metastasen an mehreren Organsystemen gleichzeitig, diese wurden in der Gesamtbetrachtung einzeln gelistet. So kommt es, dass bei 24 Patienten mit Metastasen insgesamt 30 von Metastasen betroffene Organsysteme aufgeschlüsselt werden.

6 (9,8%) der Patienten waren zum Zeitpunkt der Intervention als septisch eingestuft. Dies wurde in allen Fällen der entsprechenden Dokumentation so entnommen und stützt sich auf die Einschätzung des behandelnden Arztes in Zusammenschau der Befunde; zumeist war das entscheidende Korrelat die Organdysfunktion.

Im Durchschnitt wurden die Patienten $19,3 \pm 21$ Tage nach der Drainagenanlage aus der Hospitalisierung entlassen. Minimum war hierbei ein Tag nach Drainagenanlage, der maximale Zeitraum 101 Tage. 5 Patienten (8,2%) wurden mit einliegender Drainage entlassen.

6.1.2 Vorbehandlung und operativer Eingriff

Ungefähr die Hälfte der Patienten erhielten keine neoadjuvante Therapie ($n = 30$, 49,2%). 26 Patienten (42,6%) erhielten eine neoadjuvante Radiochemotherapie. Dies waren alle Patienten mit einem Rektumkarzinom als Diagnose. 2 Patienten (3,3%) erhielten eine neoadjuvante Bestrahlung. Beide Patienten hatten ein Rektumkarzinom mit individueller Entscheidung zur Kurzzeitbestrahlung. 3 Patienten (4,9%) erhielten eine neoadjuvante Chemotherapie. Ein Patient hatte ein Sigmakarzinomrezidiv mit Infiltration der Ureteren beidseits sowie Blasendachinfiltration, ein Patient einen peritoneal metastasierten GIST und ein Patient ein hepatisch metastasiertes Rektumkarzinom.

49 Patienten (80,3%) wurden offen operiert, 12 Patienten (19,7%) laparoskopisch. Hierbei erfolgte in der Mehrzahl der Fälle ($n = 41,7\%$) eine tiefe anteriore Rektumresektion. Bei 8 weiteren Patienten (12,9%) wurde diese um eine Sigmaresektion ergänzt. 6 Patienten (9,7%) bekamen eine Hemikolektomie rechts, 2 (3,2%) eine Hemikolektomie links. Insgesamt 5 andere Operationen (8,1%) wurden durchgeführt, hierunter vor allem Jejunumteilresektionen und Ileocoecalresektionen. Ein Patient erhielt in einem Eingriff eine tiefe anteriore Rektumresektion sowie eine Hemikolektomie links bei Rektumkarzinom mit synchron stenosierendem Colon descendens-Karzinom, somit werden bei 61 Patienten insgesamt 62 Eingriffe aufgeschlüsselt.

Tabelle 16: Präoperative Vorbehandlung und operative Therapie der in die Arbeit eingeschlossenen Patienten.

<i>Variable</i>		<i>Anzahl n (Prozent)</i>
<i>Neoadjuvante Therapie</i>	<i>Keine</i>	30 (49,2%)
	<i>Radiochemotherapie</i>	26 (42,6%)
	<i>Radiatio</i>	2 (3,3%)
	<i>Chemotherapie</i>	3 (4,9%)
<i>Operatives Verfahren</i>	<i>Offene Operation</i>	49 (80,3%)
	<i>Laparoskopische Operation</i>	12 (19,7%)
<i>Operation</i>	<i>Tiefe anteriore Rektumresektion</i>	41 (66,1%)
	<i>Tiefe anteriore Rektumresektion und Sigmaresektion</i>	8 (12,9%)
	<i>Hemikolektomie rechts</i>	6 (9,7%)
	<i>Hemikolektomie links</i>	2 (3,2%)
	<i>Andere</i>	5 (8,1%)
<i>Resektion weiterer Organe¹</i>	<i>Nicht erfolgt</i>	50 (82,0%)
	<i>Zystektomie</i>	4 (6,6%)
	<i>Adnexektomie</i>	3 (4,9%)
	<i>Hysterektomie / Prostatektomie</i>	5 (8,2%)
	<i>Leberresektion</i>	2 (3,3%)
	<i>Splenektomie</i>	2 (3,3%)
<i>Stomaanlage</i>	<i>Keine</i>	8 (13,1%)
	<i>Ileostoma</i>	41 (67,2%)
	<i>Kolostoma</i>	10 (16,4%)
	<i>Split-Stoma</i>	2 (3,3%)

¹: Wegen Resektion mehrerer Organe kann die Zahl der Beobachtungen die Anzahl der in die Arbeit eingeschlossenen Patienten übersteigen.

Bei 11 Patienten (18,0%) erfolgten im Rahmen der Eingriffe zusätzliche Organresektionen. Hierbei kam es bei einigen Patienten zu mehreren Resektionen, die genaue Auf-

schlüsselung der Organe und Anzahl kann **Tabelle 16** entnommen werden. 8 Patienten (13,1%) erhielten keine Anlage eines Stomas, in den meisten Fällen (n = 41, 67,2%) erfolgte die Anlage eine Ileostomas. Bei 10 Patienten (16,4%) wurde ein Kolostoma angelegt, 2 Patienten (3,3%) erhielten ein Split-Stoma bzw. Anastomosenstoma (Hierbei werden vor Ausleitung des Stomas die Hinterwände der beteiligten Darmabschnitte vernäht. Dies geschieht unter der Intention der leichteren Rückverlagerung, da keine Laparotomie mehr notwendig ist, sondern diese analog wie bei einem Loop-Ileostoma durch den Stomadurchtritt erfolgen kann).

6.2 Interventionscharakteristika

Insgesamt erfolgten im Klinikum der Universität München, Standort Großhadern, 4742 CT-gesteuerte Drainagenanlagen im Bereich des Abdomens im Zeitraum von 01.01.2005 bis 31.12.2020. 61 dieser Interventionen erfüllten die Einschlusskriterien für diese Arbeit und wurden somit weiter analysiert. Die Verteilung der gesamten CT-gesteuerten Drainagenanlagen und die in diese Arbeit eingeschlossenen kann nach Jahren gegliedert der **Abbildung 18** entnommen werden.

Bei 90,2% der Fälle (n = 55) wurde im Rahmen der Intervention eine Drainage eingebracht, in 9,8% (n = 6) wurden zwei Drainagen eingelegt. Somit ergeben sich bei den 61 eingeschlossenen Patienten 67 eingelegte Drainagen oder 1,1 Drainagenanlagen pro Intervention. Die Trokarttechnik wurde bei 58 Fällen (95,1%) und die Seldingertechnik bei 3 Fällen (4,9%) genutzt.

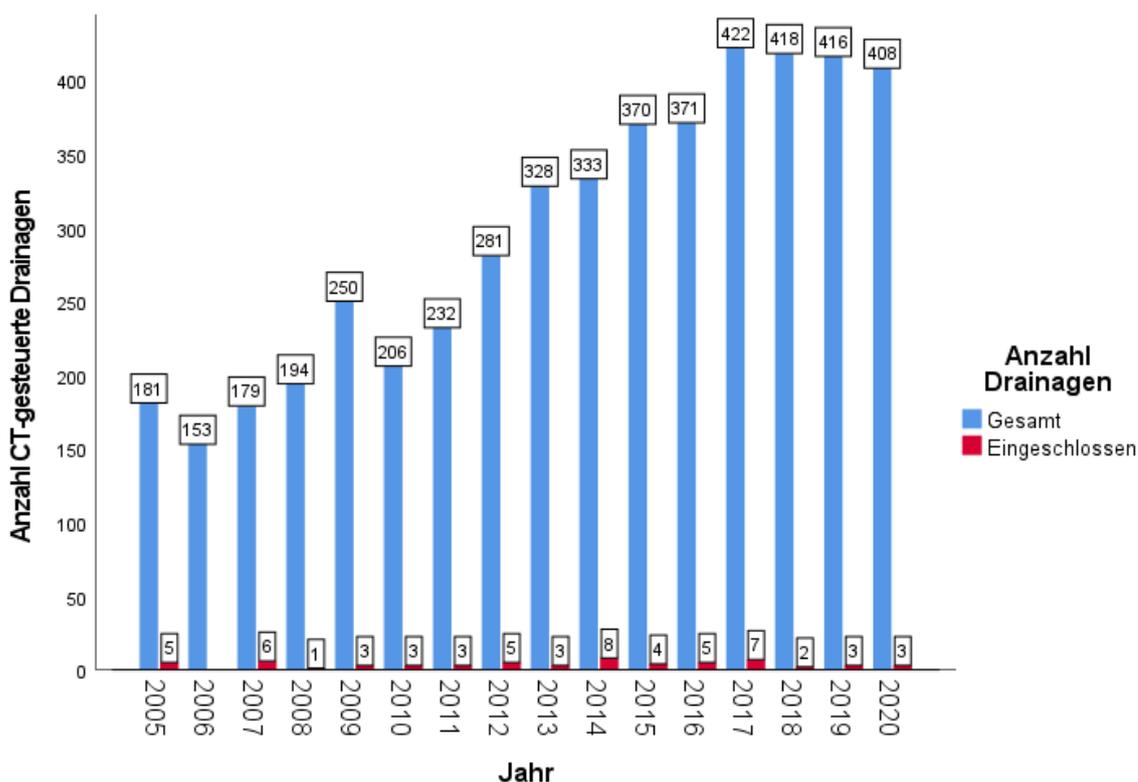


Abbildung 18: Anzahl der CT-gesteuerten Drainagen im Abdomenbereich im Zeitraum 01.01.2005 bis 31.12.2020 am Klinikum der Universität München, Standort Großhadern sowie davon in diese Arbeit eingeschlossene Drainagenanlagen nach Jahren gegliedert.

Bei 43 Patienten (70,5%) zeigte sich ein präsakraler Verlauf. Bei 95,3% (n = 41) der Patienten kam es hierzu nach Operationen im Bereich des Rektums, bei 2 Patienten (4,7%) nach Operationen im Bereich des Sigmas. 2 (3,3%) Verhalte waren parailikal lokalisiert, hiervon einer (1,7%) nach Operation im Bereich des Rektums, der andere

(1,7%) bei einer Ileocoecalresektion. 16 Verhalte (26,2%) waren an anderen Lokalisationen, bspw. parakolisch, retroperitoneal oder ohne konkrete Lagebeziehung zu anderen intraabdominellen Strukturen. Der kleinste Verhalt betrug 3,4 cm, der größte 15 cm im Durchmesser. Im Mittel hatten alle Verhalte einen Durchmesser von $6,6 \pm 2,7$ cm.

Tabelle 17: Interventionscharakteristika der in die Arbeit eingeschlossenen Patienten.

Variable

Lokalisation Verhalt	<i>präsakral</i>	43 (70,5%) ²
	<i>parailikal</i>	2 (3,3%) ²
	<i>andere</i>	16 (26,2%) ²
Durchmesser Verhalt [cm]	$6,6 \pm 2,7$ (3,4 - 15,0) ¹	
CT-graphische Hinweise...	<i>auf Anastomoseninsuffizienz</i>	30 (49,2%) ²
	<i>auf Superinfektion</i>	48 (78,7%) ²
Zugangsweg	<i>prä- bzw. parasakral</i>	30 (49,2%) ²
	<i>ventral</i>	17 (27,9%) ²
	<i>paracoccygeal</i>	10 (16,4%) ²
	<i>infracoccygeal</i>	4 (6,6%) ²
Anzahl Drainagen	<i>1 Drainage</i>	55 (90,2%) ²
	<i>2 Drainagen</i>	6 (9,8%) ²
Durchmesser Drainagen	<i>8 French</i>	28 (41,8%) ²
	<i>10 French</i>	31 (46,3%) ²
	<i>12 French</i>	6 (9%) ²
	<i>14 French</i>	2 (3%) ²
Technik	<i>Trokartechnik</i>	58 (95,1%) ²
	<i>Seldingertechnik</i>	3 (4,9%) ²
Dauer zwischen OP und Drainagenanlage [Tage]	$102,9 \pm 209,8$ (0-1126) ¹	

¹: Mittelwert \pm Standardabweichung (Spannweite)

²: Anzahl n (Prozent)

Im letzten CT vor der Intervention wurde in 30 Fällen (49,2%) der Verdacht auf eine Anastomoseninsuffizienz als Ursache des Verhaltes geäußert. Bei 22 der 30 Fälle (73,3%) bestätigte sich diese im weiteren Verlauf definitiv (meist durch Nachweis der Insuffizienz durch Spiegelung), in 8 Fällen (26,7%) konnte diese im weiteren Verlauf nicht sicher bestätigt werden. In 48 Fällen (78,7%) zeigten sich CT-graphische Hinweise auf eine Superinfektion der Flüssigkeitskollektion. Bei 37 dieser 48 Fälle (77,0%) war auch im Verlauf die mikrobiologische Auswertung positiv. 11 (23,0%) im CT als superinfiziert eingeschätzte Fälle zeigten im Anschluss kein Wachstum in der Mikrobiologie bzw. es wurde keine Probe zur weiteren mikrobiologischen Abklärung versendet.

30 Verhalte wurden via prä- bzw. parasakralem Zugangsweg punktiert. 27 dieser 30 Verhalte (90%) waren präsakral, ein Verhalt (3,3%) war parailiacal, zwei Verhalte (6,6%) an anderer Stelle lokalisiert. 17 Verhalte (27,9%) wurden von ventral punktiert, 10 (16,4%) von paracoccygeal und 4 Verhalte (6,6%) von infracoccygeal.

Am häufigsten erfolgte die Anlage einer 10 Fr Drainage (n = 31, 46,3%), gefolgt von 8 Fr (n = 28, 41,8%). In 6 Fällen (9,0%) wurde eine 12 Fr Drainage und in 2 Fällen (3,0%) eine 14 Fr Drainage genutzt.

Die Dauer zwischen der Operation und der Drainagenanlage variierte im untersuchten Kollektiv erheblich. Im Mittel betrug diese $102,9 \pm 209,8$ Tage. Im Falle des kürzesten Zeitraums erfolgte die Drainagenanlage noch am selben Tag der Operation, der längste Abstand betrug 1126 Tage bei einem Patienten mit Spätinsuffizienz.

6.3 Technischer Erfolg und Komplikationen

6.3.1 Technischer Erfolg

Bei 57 Fällen (93,4%) gelang die Platzierung der Drainage im Flüssigkeitsverhalt beim ersten Versuch. In zwei Fällen (3,3%) war die sofortige Re-Platzierung der Drainage notwendig. In einem Fall gelang die Punktion des Verhaltes beim zweiten Versuch. Im anderen Fall stellte sich eine sehr derbe Kapsel des Flüssigkeitsverhaltes dar, die eine Direktpunktion zunächst erschwerte, da die Drainage an der Kapsel entlang glitt, diese jedoch nicht durchstoßen konnte. Es wurde dann eine kleinere Drainage (8 Fr) genommen, mit dieser gelang schließlich die Penetration des Verhaltes.

In zwei weiteren Fällen (3,3%) war die Punktion des Flüssigkeitsverhaltes nicht möglich. Im ersten Fall wurde ein kleiner präsakraler Verhalt von parasakral mit einer 8 Fr Pigtail Drainage in Trokarttechnik punktiert. Im Kontroll-CT zeigte sich die Spitze der Drainage im Flüssigkeitsverhalt liegend, doch trotz forcierter Aspiration und des Versuchs der Neuplatzierung der Drainage ließ sich kein Material aspirieren, sodass man sich für die Entfernung der Drainage entschied. Im zweiten Fall wurde ebenfalls ein präsakraler Verhalt in Trokarttechnik punktiert. Es erfolgte das Einbringen einer 8 Fr Pigtail Drainage zunächst von direkt paracoccygeal links, anschließend über einen Zugang von weiter lateral parasakral / gluteal. Die Drainage ließ sich jedoch nicht erfolgreich innerhalb der Abszesshöhle positionieren und die Intervention wurde schließlich abgebrochen.

Insgesamt waren somit 59 der 61 Interventionen technisch erfolgreich, was einem technischen Erfolg von 96,7% entspricht.

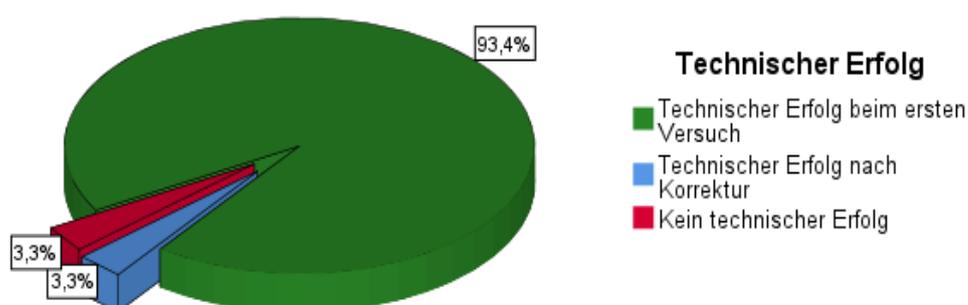


Abbildung 19: Technischer Erfolg der CT-gesteuerten Drainagenanlagen.

6.3.2 Komplikationen

Es wurde bei keinem der 61 Patienten eine Komplikation, welche auf die Drainagenanlage zurückzuführen ist, gefunden. Ebenso ergab sich kein Hinweis auf ein Versterben eines Patienten durch Punktion oder Drainagenanlage, so dass sowohl die verfahrensabhängige Mortalität als auch die gesamte Komplikationsrate mit 0% berichtet werden kann.

Insgesamt waren somit 61 der 61 Interventionen ohne Komplikation.

6.4 Strahlendosis (DLP)

Im kompletten Untersuchungszeitraum wurde das kumulierte DLP für 52 Drainagenanlagen erfasst und belief sich im Mittel auf 524 (417 / 708,8) mGy*cm. Präinterventionell konnten 48 Drainagenanlagen ausgewertet werden, wobei im Mittel 300 (230 / 378) mGy*cm gemessen wurden. Die mit Abstand geringste Strahlenbelastung erfolgte intrainterventionell (n = 45) mit 43 (19 / 81,5) mGy*cm. Der zweitniedrigste Wert wurde bei den 44 postinterventionellen Kontroll-CTs mit 195,5 (130,8 / 264,8) gemessen. Für die 21 Drainagenanlagen im Zeitraum von 2005 bis 2012 ergab sich ein Gesamt-DLP von 503 (394,5 / 689) mGy*cm, und für die 31 Drainagenanlagen von 2013 bis 2020 ein Gesamt-DLP von 556 (420 / 736). 2005 bis 2012 wurden 18 präinterventionelle Datensätze erfasst, wobei eine mittlere Strahlenbelastung von 320,5 (188,5 / 372,8) mGy*cm im Gegensatz zu den Jahren 2013 bis 2020 (n = 30) mit 289,5 (253,5 / 389,5) zu verzeichnen war. Intrainterventionell standen 16 Datensätze von 2005 bis 2012 mit im Mittel 53,5 (18 / 95,3) mGy*cm, und von 2013 bis 2020 29 Datensätze mit im Mittel 31 (19 / 60) mGy*cm zur Verfügung. 19 bzw. 25 Datensätze wurden im Zeitraum 2005 bis 2012 bzw. 2013 bis 2020 postinterventionell ausgewertet mit einem DLP von 172 (122 / 230) bzw. 203 (153 / 289) mGy*cm.

Tabelle 18: Dosis-Längen-Produkt aller Interventionen und aufgeteilt auf die Interventionen der Jahre 2005 - 2012 und 2013 - 2020 in mGy*cm (Median (25%-Quartile / 75%-Quartile); [Anzahl n]).

Dosis-Längen-Produkt (mGy*cm)	Gesamt	2005 - 2012	2013 - 2020
Gesamt	524 (417 / 708,8); [n = 52]	503 (394,5 / 689); [n = 21]	556 (420 / 736); [n = 31]
<i>Präinterventionell</i>	300 (230 / 378,3); [n = 48]	320,5 (188,5 / 372,8); [n = 18]	289,5 (253,5 / 389,5); [n = 30]
<i>Intrainterventionell</i>	43 (19 / 81,5); [n = 45]	53,5 (18 / 95,3); [n = 16]	31 (19 / 60); [n = 29]
<i>Postinterventionell</i>	195,5 (130,8 / 264,8); [n = 44]	172 (122 / 230); [n = 19]	203 (153 / 289); [n = 25]

Es erfolgte die Analyse der Interventionen der frühen (2005 bis 2012) und der späten Jahre (2013 bis 2020), wobei sich weder im Gesamt-DLP noch in den einzelnen Abschnitten der Interventionen ein signifikantes Ergebnis in Bezug auf die Strahlendosis

zeigte (Mann-Whitney-U-Test $p > 0,05$). Sowohl das Gesamt-DLP als auch das DLP der postinterventionellen Kontroll-CTs waren in den Jahren 2013 bis 2020 höher als in den Jahren zuvor. Prä- und intrainerventionell konnte in der zweiten Hälfte des Studienzeitraums (2013 bis 2020) mutmaßlich Strahlenbelastung eingespart werden, dieses Ergebnis war jedoch nicht statistisch signifikant.

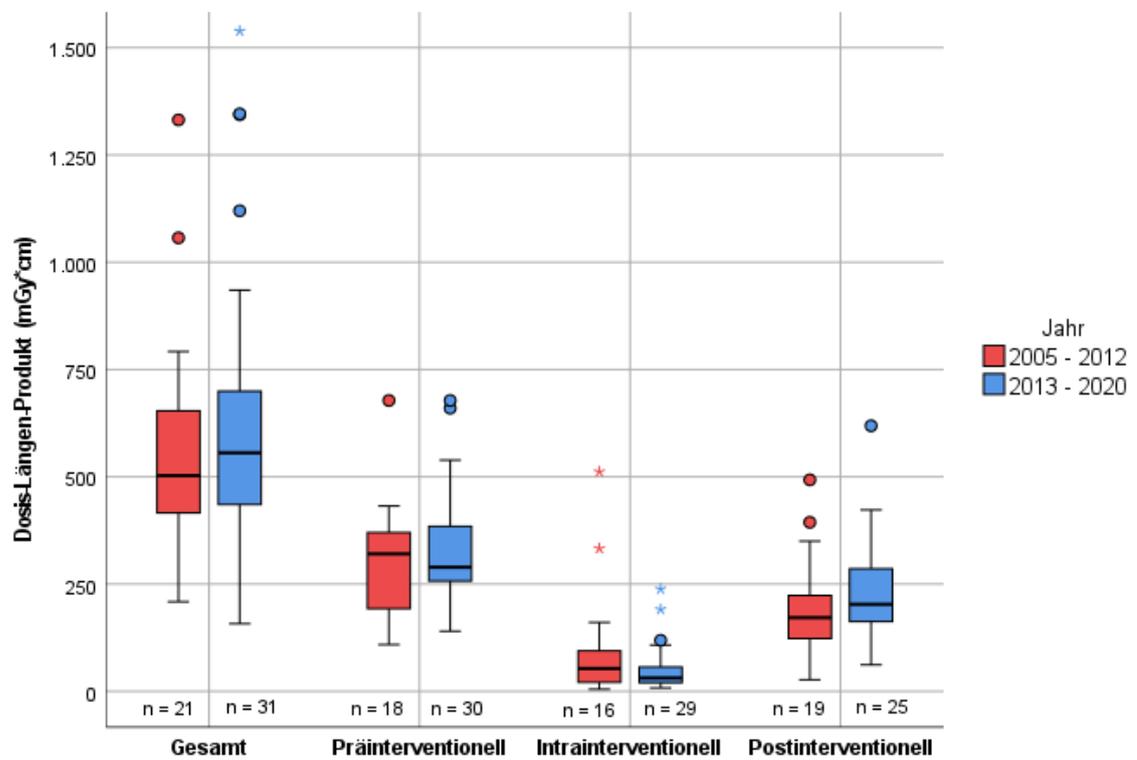


Abbildung 20: Boxplots der Mediane der Strahlendosis in den Zeitintervallen 2005 - 2012 und 2013 - 2020 für die gesamten Interventionen und Abschnitte der Interventionen.

Tabelle 19: Mann-Whitney-U-Test der Strahlenbelastung in DLP in den Zeitintervallen der Jahre von 2005 - 2012 und 2013 - 2020 für die gesamten Interventionen und Abschnitte der Interventionen.

<i>Dosis-Längen-Produkt (mGy*cm)</i>		<i>Ränge</i>			<i>Teststatistik</i>
		<i>N</i>	<i>Mittlerer Rang</i>	<i>Rangsumme</i>	<i>Signifikanz (2-seitig)</i>
<i>Gesamt</i>	<i>2005 – 2012</i>	21	25,1	527	0,582
	<i>2013 – 2020</i>	31	27,5	851	
<i>Präinterventionell</i>	<i>2005 – 2012</i>	18	23,7	426	0,749
	<i>2013 – 2020</i>	30	25	750	
<i>Intrainerventionell</i>	<i>2005 – 2012</i>	16	25,1	401,5	0,427
	<i>2013 – 2020</i>	29	21,8	633,5	
<i>Postinterventionell</i>	<i>2005 – 2012</i>	19	20,3	385	0,314
	<i>2013 – 2020</i>	25	24,2	605	

6.5 Klinischer Erfolg

Vier Patienten mussten von der weiteren postinterventionellen Analyse ausgeschlossen werden. Zwei Patienten, da bei diesen die Drainageanlage nicht erfolgreich war (s. Kapitel 6.3.1) und weitere zwei Patienten, da bei diesen die nachfolgenden Laborwerte nicht konklusiv waren. Somit wurden insgesamt 57 Patienten in die postinterventionelle Analyse eingeschlossen.

6.5.1 Klinischer Erfolg im gesamten Kollektiv

Der zeitliche Verlauf des CRP, der Leukozyten und des Interleukin 6 zeigte einen statistisch signifikanten Abfall ($p < 0,05$) innerhalb von 30 Tagen nach Intervention nach Analyse mit GLMM im *gesamten Kollektiv*.

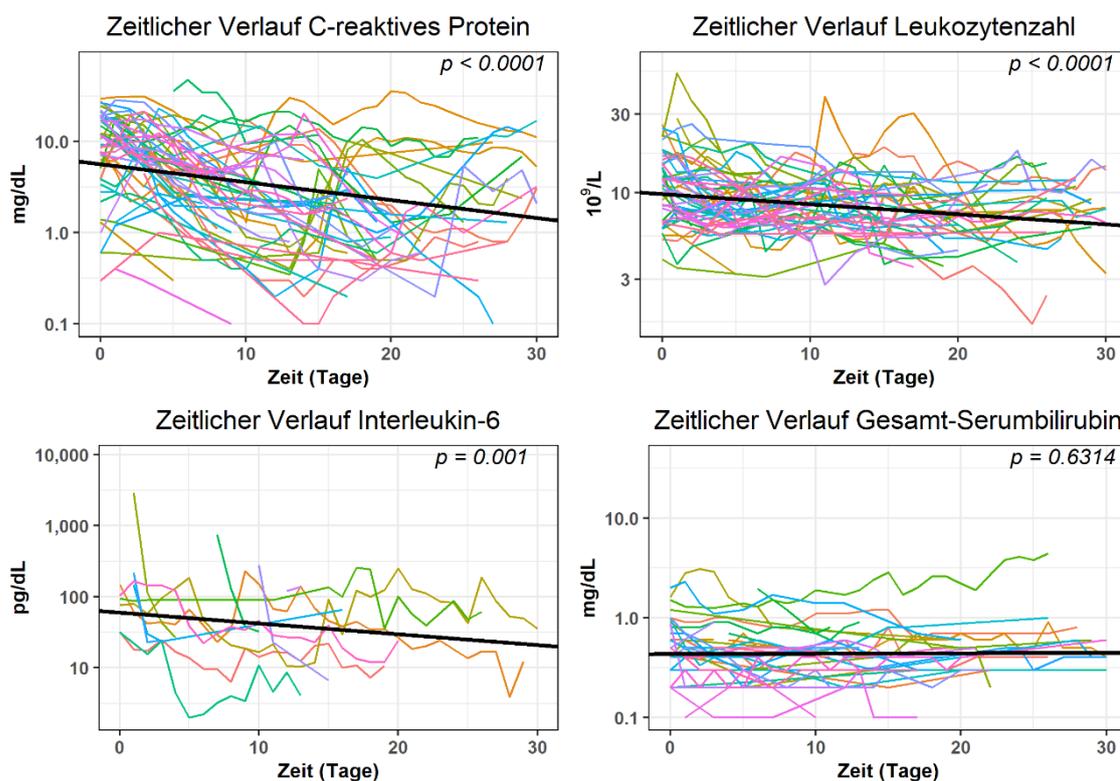


Abbildung 21: Entwicklung der Laborparameter innerhalb von 30 Tagen nach der Intervention im gesamten Kollektiv.

Das GSB zeigte hierbei einen statistisch nicht signifikanten Anstieg ($p > 0,05$) innerhalb der 30 Tage nach Intervention nach Analyse im GLMM (s. **Abbildung 21**). Die log-transformierten Werte fielen im Durchschnitt um $-0,0195$ mg/dl für CRP, $-0,0061 \times 10^9/L$ für Leukozyten und $-0,0152$ pg/dl für Interleukin 6 pro Tag. Das GSB zeigte einen Anstieg um $0,0004$ g/dl.

Das Zeitintervall in Tagen, bis sich die erhöhten Werte normalisiert hatten (Quartile), kann **Tabelle 20** entnommen werden.

Tabelle 20: Zeitintervall in Tagen, bis erhöhte Werte sich normalisierten [Quartile].

<i>Parameter</i>	<i>0%</i>	<i>25%</i>	<i>50%</i>	<i>75%</i>	<i>100%</i>
<i>CRP</i>	2	4	6	9	28
<i>Leukozyten</i>	1	3	4	8	20
<i>GSB</i>	7	12	17	18,5	20
<i>Interleukin 6</i>	1	2,75	5	6,5	19

Die detaillierten Parameter der Berechnung der GLMM im gesamten Kollektiv können **Tabelle 21** entnommen werden.

Tabelle 21: Parameter der GLMM, welche in Abbildung 21 verwendet wurden.

Prädiktoren	CRP			Leukozyten			Interleukin-6			Gesamt Serum Bilirubin		
	Schätzwert	CI	p	Schätzwert	CI	p	Schätzwert	CI	p	Schätzwert	CI	p
Achsenabschnitt	0.75	0.64 – 0.87	<0.001	0.99	0.95 – 1.03	<0.001	1.78	1.57 – 1.98	<0.001	-0.36	-0.44 – -0.29	<0.001
Zeit (Tage)	-0.02	-0.02 – 0.02	<0.001	-0.01	-0.01 – 0.00	<0.001	-0.02	-0.02 – 0.01	<0.001	0.00	0.00 – 0.00	0,631
Zufällige Effekte												
σ^2	0.16			0.02			0.13			0.02		
τ_{00}	0.14 Probanden ID			0.02 Probanden ID			0.12 Probanden ID			0.06 Probanden ID		
ICC	0.47			0.49			0.49			0.76		
N	56 Probanden ID			57 Probanden ID			17 Probanden ID			48 Probanden ID		
Beobachtungen	529			557			156			332		
Marginaler R^2 / Konditionaler R^2	0.085 / 0.514			0.067 / 0.524			0.055 / 0.514			0.000 / 0.760		

CI: Konfidenzintervall; R^2 : Bestimmtheitsmaß; σ^2 : Verteilungsspezifische Varianz; τ_{00} : Intersubjekt Varianz; ICC: Intraklassenkorrelation, N: Anzahl der Beobachtungen. Gefettete p-Werte zeigen signifikante Ergebnisse an.

In der nachfolgenden Analyse wurde der klinische Erfolg zwischen Patienten mit infiziertem und nicht-infiziertem Verhalten anhand der Laborparameter untersucht. Da das GSB nicht signifikant war, wurde es von der weiteren Analyse ausgenommen. Das CRP zeigte sich bei insgesamt 41 Patienten am Tag der Intervention erhöht, 32 dieser Verhalte waren infiziert, 9 nicht-infiziert. Bei den infizierten Verhalten zeigten 29 (50,9%), bei den nicht-infizierten 7 Patienten (12,3%) einen klinischen Erfolg. Beides war statistisch signifikant (Binominaltest $p < 0,001$). Im exakten Test nach Fisher zeigte sich kein signifikanter Unterschied im klinischen Erfolg, wenn die Verhalte zwischen infiziert und nicht-infiziert unterschieden wurden ($p = 0,164$). Die Werte können **Tabelle 22** entnommen werden.

Tabelle 22: Klinischer Erfolg anhand des CRP-Verlaufs, unterschieden in infizierte und nicht-infizierte Verhalte.

Verhalt...	CRP			p [Binominal]	p [Exakter Test nach Fisher]
	Erhöht (n)	Erfolg (n, %)	Kein Erfolg (n, %)		
Infiziert	32	29 (70,7)	3 (7,3)	< 0,001	0,164
Nicht- infiziert	9	7 (17,1)	2 (4,9)	< 0,001	
Gesamt	41	36 (87,8)	6 (12,2)	< 0,001	

Die Leukozyten waren bei insgesamt 28 Patienten am Tag der Intervention erhöht, 23 dieser Verhalte waren infiziert, 5 nicht-infiziert. Bei den infizierten Verhalten zeigten 21 (75,0%), bei den nicht-infizierten 2 Patienten (7,1%) einen klinischen Erfolg. Der klinische Erfolg bei den infizierten Verhalten war statistisch signifikant (Binominaltest $p < 0,001$), bei den nicht-infizierten Verhalten zeigte sich kein signifikantes Ergebnis (Binominaltest $p = 0,367$). Im exakten Test nach Fisher zeigte sich ein signifikanter Unterschied im klinischen Erfolg, wenn die Verhalte zwischen infiziert und nicht-infiziert unterschieden wurden ($p = 0,02$). Die Werte können **Tabelle 23** entnommen werden.

Tabelle 23: Klinischer Erfolg anhand des Leukozyten-Verlaufs, unterschieden in infizierte und nicht-infizierte Verhalte.

Leukozyten

Verhalt...	Erhöht (n)	Erfolg (n, %)	Kein Erfolg (n, %)	p [Binominal]	p [Exakter Test nach Fisher]
Infiziert	23	21 (75,0)	2 (7,1)	< 0,001	0,02
Nicht-infiziert	5	2 (7,1)	3 (10,7)	0,367	
Gesamt	30	25 (82,1)	5 (17,8)	< 0,001	

Das Il-6 zeigte sich bei insgesamt 9 Patienten am Tag der Intervention erhöht, 6 dieser Verhalte waren infiziert, 3 nicht-infiziert.

Tabelle 24: Klinischer Erfolg Anhand des Interleukin 6-Verlaufs, unterschieden in infizierte und nicht-infizierte Verhalte.

Interleukin 6

Verhalt...	Erhöht (n)	Erfolg (n, %)	Kein Erfolg (n, %)	p [Binominal]	p [Exakter Test nach Fisher]
Infiziert	6	4 (44,4)	2 (22,2)	0,038	0,50
Nicht-infiziert	3	3 (33,3)	0 (0)	0,016	
Gesamt	9	7 (77,7)	2 (22,2)	0,001	

Im Falle der infizierten Verhalte zeigten 4 (44,4%), bei den nicht-infizierten 3 Patienten (33,3%) einen klinischen Erfolg. Beide Ergebnisse waren statistisch signifikant (Binominaltest $p = 0,038$ und $p = 0,016$). Im exakten Test nach Fisher zeigte sich kein signifikanter Unterschied im klinischen Erfolg, wenn die Verhalte zwischen infiziert und nicht-infiziert unterschieden wurden ($p = 0,50$). Die Werte können **Tabelle 24** entnommen werden.

6.5.2 Klinischer Erfolg bei Patienten mit „regulärem Verlauf“

In das Kollektiv „regulärer Verlauf“ wurden 29 Patienten (50,9%) des gesamten Kollektivs eingeschlossen. Es wurden alle Patienten, die die Drainagenanlage bis nach 30 Tage nach der Operation erhielten, bei denen diese maximal 30 Tage in situ war und bei denen keine Reoperation bis 30 Tage nach der Drainagenanlage und auch kein prolongierter Intensivaufenthalt postinterventionell beobachtet wurde eingeschlossen. Auch hier zeigte der zeitliche Verlauf des CRP und der Leukozyten einen statistisch signifikanten Abfall ($p < 0,05$) innerhalb der 30 Tage nach Intervention nach Analyse mit GLMM (s. **Abbildung 22**).

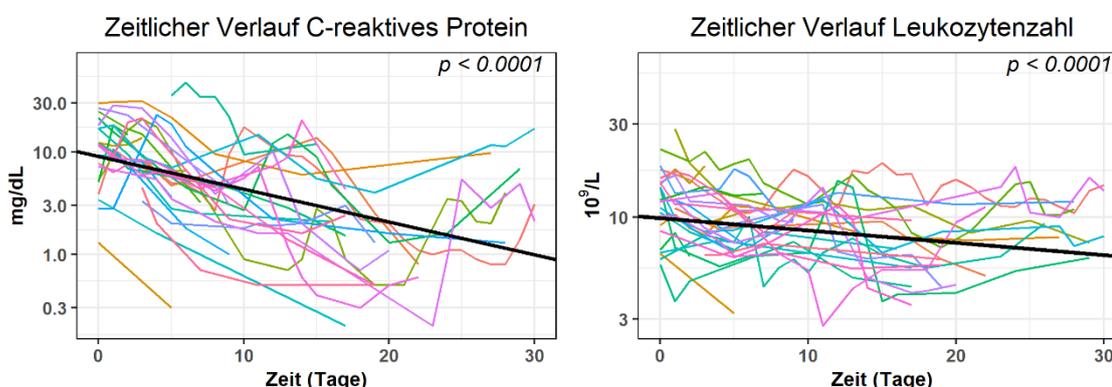


Abbildung 22: Entwicklung des CRP und der Leukozyten innerhalb von 30 Tagen nach der Intervention bei Patienten mit „regulärem Verlauf“.

Die log-transformierten Werte fielen im Durchschnitt um $-0,0320$ mg/dl für CRP und $-0,0063 \times 10^9/L$ für Leukozyten pro Tag. 22 der 29 Patienten (75,9%) zeigten am Tag der Drainagenanlage ein erhöhtes CRP, 15 (51,7%) eine Leukozytose. Hiervon normalisierten sich im Verlauf der 30 Tage 19 der Patienten mit erhöhtem CRP-Wert (86,4%) und 11 der Patienten mit erhöhtem Leukozyten-Wert (73,3%).

Das Zeitintervall in Tagen, bis sich die erhöhten Werte normalisiert hatten (Quartile), kann **Tabelle 25** entnommen werden.

Tabelle 25: Exakte Zeitdauer in Tagen, bis erhöhte Werte sich normalisierten [Quartile].

Parameter	0%	25%	50%	75%	100%
CRP	4	5	6	9	28
Leukozyten	1	3	4	8	16

Tabelle 26: Parameter der GLMM, welche in Abbildung 22 verwendet wurden.

Prädiktoren	CRP			Leukozyten		
	Schätzwert	CI	p	Schätzwert	CI	p
Achsenabschnitt	0.95	0.82 – 1.09	<0.001	1.00	0.94 – 1.05	<0.001
Zeit (Tage)	-0.03	-0.04 – -0.03	<0.001	-0.01	-0.01 – 0.00	<0.001
Zufällige Effekte						
σ^2	0.11			0.01		
τ_{00}	0.10 _{pseudonym}			0.02 _{pseudonym}		
ICC	0.47			0.61		
N	28 _{pseudonym}			29 _{pseudonym}		
Beobachtungen	221			240		
Marginaler R ² / Konditionaler R ²	0.261 / 0.610			0.076 / 0.638		

CI: Konfidenzintervall; R²: Bestimmtheitsmaß; σ^2 : Verteilungsspezifische Varianz; τ_{00} : Intersubjekt Varianz; ICC: Intraklassenkorrelation, N: Anzahl der Beobachtungen. Gefettete p-Werte zeigen signifikante Ergebnisse an.

6.5.3 Klinischer Erfolg bei Patienten mit Anastomoseninsuffizienz

In das Kollektiv *Anastomoseninsuffizienz* wurden 30 Patienten (52,6%) des gesamten Kollektivs eingeschlossen.

Auch hier zeigte der zeitliche Verlauf des CRP und der Leukozyten einen statistisch signifikanten Abfall ($p < 0,05$) innerhalb der 30 Tage nach Intervention nach Analyse mit GLMM (s. **Abbildung 23**).

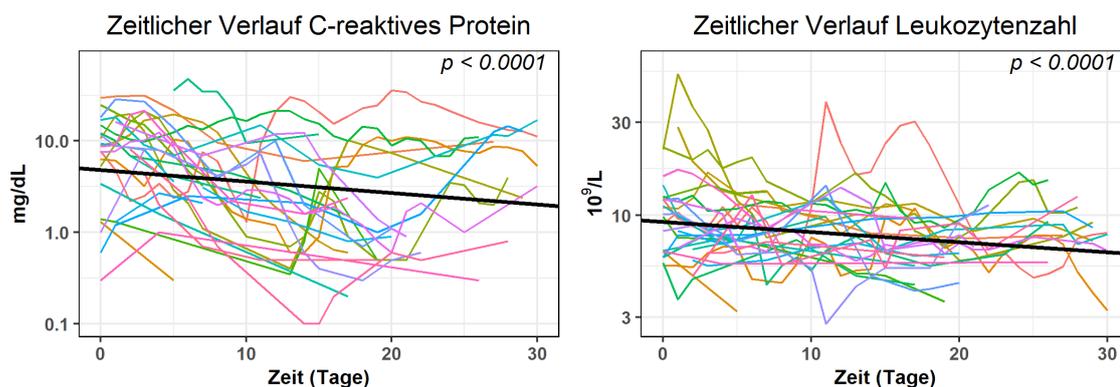


Abbildung 23: Entwicklung des CRP und der Leukozyten innerhalb von 30 Tagen nach der Intervention bei Patienten mit Anastomoseninsuffizienz.

Die log-transformierten Werte fielen im Durchschnitt um $-0,0125$ mg/dl für CRP und $-0,0052 \times 10^9/L$ für Leukozyten pro Tag. 20 der 30 Patienten (66,6%) zeigten am Tag der Drainagenanlage ein erhöhtes CRP, 13 (43,3%) eine Leukozytose. Hiervon normalisierten sich im Verlauf der 30 Tage 18 der Patienten mit erhöhtem CRP-Wert (60%) und 12 der Patienten mit erhöhtem Leukozyten-Wert (46,7%).

Das Zeitintervall in Tagen, bis sich die erhöhten Werte normalisiert hatten (Quartile), kann **Tabelle 27** entnommen werden.

Tabelle 27: Exakte Zeitdauer in Tagen, bis erhöhte Werte sich normalisierten [Quartile].

Parameter	0%	25%	50%	75%	100%
CRP	2	5	8	9	23
Leukozyten	1	3	4,5	8	17

Tabelle 28: Parameter der GLMM, welche in Abbildung 23 verwendet wurden.

Prädiktoren	CRP			Leukozyten		
	Schätzwert	CI	p	Schätzwert	CI	p
Achsenabschnitt	0.68	0.51 – 0.85	<0.001	0.97	0.91 – 1.02	<0.001
Zeit (Tage)	-0.01	-0.02 – -0.01	<0.001	-0.01	-0.01 – 0.00	<0.001
Zufällige Effekte						
σ^2	0.17			0.02		
τ_{00}	0.16 <small>pseudonym</small>			0.02 <small>pseudonym</small>		
ICC	0.48			0.45		
N	30 <small>pseudonym</small>			30 <small>pseudonym</small>		
Beobachtungen	289			314		
Marginaler R ² / Konditionaler R ²	0.033 / 0.498			0.053 / 0.477		

CI: Konfidenzintervall; R²: Bestimmtheitsmaß; σ^2 : Verteilungsspezifische Varianz; τ_{00} : Intersubjekt Varianz; ICC: Intraklassenkorrelation, N: Anzahl der Beobachtungen. Gefettete p-Werte zeigen signifikante Ergebnisse an.

Tabelle 29 gibt abschließend einen Überblick über den klinischen Erfolg in den unterschiedlichen Kollektiven.

Tabelle 29: Klinischer Erfolg der in dieser Arbeit untersuchten Patienten nach Kollektiv und Entzündungsparametern.

<i>Kollektiv</i>	<i>Laborwert</i>	<i>Klinischer Erfolg (n, %)</i>	<i>Kein klinischer Erfolg (n, %)</i>
<i>Gesamt</i>	<i>Leukozyten</i>	25 (82,1%)	5 (17,8%)
	<i>CRP</i>	36 (87,8%)	6 (12,2%)
	<i>IL-6</i>	7 (77,7%)	2 (22,2%)
<i>„Regulärer Verlauf“</i>	<i>Leukozyten</i>	11 (73,3%)	4 (26,7%)
	<i>CRP</i>	19 (86,4%)	3 (13,6%)
<i>Infiziert</i>	<i>Leukozyten</i>	23 (92%)	2 (8%)
	<i>CRP</i>	32 (91,4%)	3 (8,6%)
	<i>IL-6</i>	4 (66,6%)	2 (33,4%)
<i>Nicht-infiziert</i>	<i>Leukozyten</i>	2 (40%)	3 (60%)
	<i>CRP</i>	9 (75%)	3 (25%)
	<i>IL-6</i>	3 (100%)	0 (0%)

6.6 Erfolgsfaktoren des direkten Therapieerfolgs von abdominellen Flüssigkeitskolektionen durch perkutane Drainagenanlage

34 (58,6%) der in die postinterventionelle Analyse eingeschlossenen 58 Patienten zeigten einen direkten Therapieeffekt durch die Drainagenanlage, 24 (41,4%) zeigten dies nicht. Es wurden die Faktoren Geschlecht, Alter, Zeitraum zwischen Operation und Drainagenanlage, die Tumorlokalisation, das Tumorstadium, eine neoadjuvante Chemo- oder Strahlentherapie, der operative Eingriff, das operative Verfahren, eine Stomaanlage, die Lokalisation der Verhalte, der Durchmesser der Verhalte, der Zugangsweg, ein CT-graphischer Hinweis auf Infektion oder Anastomoseninsuffizienz, der Durchmesser der Drainagen sowie die mikrobiologischen Ergebnisse und deren Einfluss auf den direkten Therapieerfolg durch binominale logistische Regression berechnet. In das Regressionsmodell wurde keiner der genannten Parameter aufgenommen, somit ist keiner der in die Analyse eingeschlossenen Parameter statistisch signifikant auf einem Niveau von $\alpha = 0,05$.

Auf einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,2$ war das Regressionsmodell statistisch signifikant, $\chi^2(1) = 1,953$, $p < 0,162$, mit einer geringen Varianzaufklärung von Nagelkerkes $R^2 = 0,044$, gemäß den Empfehlungen von Backhaus et al. [116]. Für den Term im Modell wurde die Bonferroni-Korrektur angewendet. Basierend darauf konnte Linearität für die Variable angenommen werden. Der Gesamtprozentsatz korrekter Klassifikation war 57.6%. Ausreißer wurden keine gefunden. Von den 16 Variablen war lediglich das operative Verfahren ($p = 0,182$) signifikant und wurde in das Modell aufgenommen. Das operative Verfahren hatte einen positiven direkten Therapieeffekt, mit einer Odds Ratio von 2,640 (95%-KI [0,634, 10,996]). Alle Modellkoeffizienten und Odds Ratio Werte können **Tabelle 30 und 31** entnommen werden.

Tabelle 30: In die Gleichung des Regressionsmodell aufgenommene Variable.

Variable	Regressi- onskoeffi- zientB	Stan- dard- fehler	Wald	df	Sig.	Exp (B)	95% Konfiden- zintervall für EXP (B)	
							Unte- rer Wert	Obe- rer Wert
<i>Operatives Verfah- ren: Offen vs. lapa- roskopisch</i>	0,971	0,728	1,778	1	0,182	2,64 0	0,634	10,99 6
<i>Konstante</i>	0,128	0,292	0,191	1	0,662	1,13 6		

Tabelle 31: Nicht in die Gleichung des Regressionsmodells aufgenommene Variablen.

Variable	Wert	df	Sig.	
<i>Geschlecht</i>	0,001	1	0,974	
<i>Alter</i>	0,873	1	0,360	
<i>Zeitraum zwischen Operation und Drai- nagenanlage</i>	0,805	1	0,369	
Tumorlokalisation	<i>Rektum</i>	3,736	2	0,154
	<i>Sigma</i>	3,141	1	0,076
	<i>andere</i>	0,336	1	0,562
<i>Tumorstadium</i>	0,016	1	0,899	
<i>neoadjuvante Chemotherapie</i>	1,695	1	0,193	
<i>neoadjuvante Strahlentherapie</i>	0,201	1	0,654	
Operativer Eingriff	<i>TAR</i>	4,267	4	0,371
	<i>TAR & Sigmare- sektion</i>	0,775	1	0,379
	<i>Hemikolektomie rechts</i>	0,502	1	0,479
	<i>Hemikolektomie links</i>	0,899	1	0,343

	<i>andere</i>	2,476	1	0,116
Stomaanlage	<i>Kein</i>	3,587	3	0,310
	<i>Ileostoma</i>	2,347	1	0,126
	<i>Kolostoma</i>	0,108	1	0,742
	<i>Split-Stoma</i>	1,838	1	0,175
Verhaltlokalisation	<i>präsakral</i>	2,689	2	0,261
	<i>parailliacal</i>	2,374	1	0,123
	<i>andere</i>	0,595	1	0,440
Durchmesser des Verhaltes		0,173	1	0,678
Zugangsweg	<i>prä- bzw. parasak- ral</i>	3,249	3	0,355
	<i>ventral</i>	0,402	1	0,526
	<i>paracoccygeal</i>	0,20	1	0,887
	<i>infracoccygeal</i>	3,141	1	0,76
<i>CT Infektion</i>		0,110	1	0,740
<i>CT Anastomoseninsuffizienz</i>		0,862	1	0,353
<i>Durchmesser der Drainage</i>		0,006	1	0,936
<i>positive Mikrobiologie</i>		0,307	1	0,579
<i>Gesamtstatistik</i>		21,221	28	0,816

6.7 Therapie von Anastomoseninsuffizienzen durch CT-gesteuerte perkutane Drainagenanlage

Von den 57 in die postinterventionelle Analyse eingeschlossenen Patienten bestand bei 27 (47,3%) der Patienten der Verdacht auf eine Anastomoseninsuffizienz als Ursache des intraabdominellen Verhaltes.

Tabelle 32: Anzahl und Charakteristika der Patienten mit Drainagenanlage nach Anastomosen- oder Hartmanninsuffizienzen.

<i>Variable</i>	<i>Anzahl n (Prozent)</i>	
<i>Anastomosen- oder Hartmannstumpfsuffizienz</i>	<i>Ja</i>	31 (53,4%)
	<i>Nein</i>	27 (46,6%)
<i>Von allen Patienten mit Anastomosen- oder Hartmannstumpfsuffizienzen</i>		
<i>Lokalisation</i>	<i>Rektum</i>	30 (96,7%)
	<i>Sigma</i>	1 (3,3%)
	<i>Kolon</i>	-
	<i>andere</i>	-
<i>Operatives Verfahren</i>	<i>offen</i>	25 (80,6%)
	<i>laparoskopisch</i>	6 (19,4%)
<i>Verlauf</i>	<i>Regulär</i>	14 (45,2%)
	<i>Nicht regulär</i>	17 (54,8%)
<i>Direkter Therapieerfolg</i>	<i>Ja</i>	15 (48,4%)
	<i>Nein</i>	16 (51,6%)
<i>Stomaanlage</i>	<i>Nein</i>	-
	<i>Ileostoma</i>	25 (80,6%)
	<i>Kolostoma</i>	6 (19,4%)
	<i>Split-Stoma</i>	-

Bei 4 Patienten (7,0%) bestand weiterhin der Verdacht auf eine Insuffizienz des Hartmannstumpfes. Diese wurden bei der weiteren Aufarbeitung wie Anastomoseninsuffizienzen betrachtet. Bei 26 (96,3%) Patienten bestand die Insuffizienz bei Operationen im

Bereich des Rektums, ebenso wie alle Insuffizienzen des Hartmannstumpfes ($n = 4$, 100%) in diesem Bereich lagen. Eine Anastomoseninsuffizienz (3,7%) war im Bereich des Sigmas. Die genaue Verteilung der Anastomoseninsuffizienzen kann **Tabelle 32** entnommen werden.

6.7.1 Therapie von Anastomoseninsuffizienzen im Bereich des Rektums

30 (96,7%) der Anastomoseninsuffizienzen, die durch eine CT-gesteuerte Drainagenanlage behandelt wurden, waren im Bereich des Rektums. Bei 24 dieser Patienten (80,0%) erfolgte ein offener Eingriff, bei 6 Patienten (20,0%) ein laparoskopischer. 14 dieser Patienten (46,7%) zeigten einen direkten Therapieerfolg und einen „regulären Verlauf“, 16 Patienten (53,3%) zeigten weder einen direkten Therapieerfolg noch einen „regulären Verlauf“.

Im exakten Test nach Fisher zeigte sich kein signifikanter Unterschied im direkten Therapieerfolg durch CT-gesteuerte Drainagenanlage, wenn die Therapie von Anastomoseninsuffizienzen im Bereich des Rektums mit der Therapie aller abdomineller Flüssigkeitskollektionen in dieser Arbeit verglichen wurde ($p = 0,50$).

Ebenso zeigte sich im exakten Test nach Fisher kein signifikanter Unterschied bezogen auf einen „regulären Verlauf“ durch CT-gesteuerte Drainagenanlage, wenn die Therapie von Anastomoseninsuffizienzen im Bereich des Rektums mit der Therapie aller abdomineller Flüssigkeitskollektionen in dieser Arbeit verglichen wurde ($p = 0,83$).

Tabelle 33: Therapieerfolg und Verlauf von Patienten mit Anastomoseninsuffizienzen im Bereich des Rektums.

Variable		direkter Therapieerfolg	
		Ja	Nein
Anastomoseninsuffizienzen	Regulärer Verlauf	8 (29,6%)	4 (14,8%)
	kein regulärer Verlauf	5 (18,5%)	10 (37,0%)
Hartmannstumpfinsuffizienzen	Regulärer Verlauf	1 (25%)	1 (25%)
	Kein regulärer Verlauf	1 (25%)	1 (25%)

6.7.2 Therapie von Anastomoseninsuffizienzen im Bereich des Sigmas

Eine (3,3%) der Anastomoseninsuffizienzen, die durch eine CT-gesteuerte Drainagenanlage behandelt wurden, lag im Bereich des Sigmas. Zuvor erfolgte bei diesem Pati-

enten ein offener Eingriff. Er zeigte einen direkten Therapieerfolg bei „nicht-regulärem Verlauf“.

6.8 Mikrobiologie

Die mikrobiologischen Ergebnisse der Punktate waren bei 45 Patienten (73,8%) positiv und bei 16 Patienten (26,2%) negativ bzw. wurde keine Probe zur mikrobiologischen Untersuchung abgenommen. Am häufigsten fanden sich dabei *Escheria coli* und Enterokokken bei insgesamt 21 Patienten (25,6%). 3 Patienten hatten hierbei eine Infektion mit einem multiresistenten gramnegativen Stäbchen mit Resistenz gegen drei von vier Antibiotikagruppen (3-MRGN, i.d.R. resistent gegen Piperacillin, 3. Generations-Cephalosporine und Chinolone), in allen Fällen handelte es sich hierbei um *E. coli*. Bei 7 Patienten (8,5%) fanden sich Anaerobier, in der Mehrzahl der Fälle Clostridien. 3 Patienten (3,7%) hatten eine Infektion mit Pilzen, hierbei handelte es sich in allen Fällen um *Candida*. Eine detaillierte Darstellung der mikrobiologischen Ergebnisse kann **Tabelle 34** entnommen werden.

Tabelle 34: Mikrobiologische Ergebnisse der Patienten im Studienkollektiv.

<i>Variable</i>	<i>Anzahl n (Prozent)</i>	
<i>Mikrobiologie</i>	<i>positiv</i>	45 (73,8%)
	<i>negativ oder keine Vorhanden</i>	16 (26,2%)
<i>Keime</i>	<i>E. coli</i>	21 (25,6%)
	<i>Enterobacter spp.</i>	5 (6,1%)
	<i>Streptokokken</i>	1 (1,2%)
	<i>Enterokokken</i>	21 (25,6%)
	<i>Klebsiellen</i>	5 (6,1%)
	<i>Anaerobier</i>	7 (8,5%)
	<i>E. coli (3-MRGN)</i>	3 (3,7%)
	<i>Candida</i>	3 (3,7%)
	<i>Andere</i>	16 (19,5%)

Zusätzlich erfolgte eine Auswertung der Mikrobiologie nach der Art der operativen Eingriffe (**s. Tabelle 35**). Da die meisten Eingriffe in dieser Arbeit im Bereich des Rektums stattfanden, ist es nicht überraschend, dass hier auch die meisten positiven mikrobiologischen Ergebnisse gefunden wurden.

Tabelle 35: Auswertung der mikrobiologischen Ergebnisse nach Art des operativen Eingriffs.

	Rektum	Sigma	Kolon	Andere	Gesamt
<i>E. coli</i>	18	2	0	1	21
<i>Enterobacter spp.</i>	4	0	1	0	5
<i>Streptokokken</i>	1	0	0	0	1
<i>Enterokokken</i>	19	2	0	0	21
<i>Klebsiellen</i>	4	0	0	1	5
<i>Anaerobier</i>	5	0	2	0	7
<i>E. coli (3-MRGN)</i>	1	0	2	0	3
<i>Candida</i>	3	0	0	0	3
<i>Andere</i>	13	1	1	1	16
Gesamt	68	5	6	3	82

Es wurde die Korrelation der mikrobiologischen Ergebnisse mit den Eingriffen berechnet. Sowohl im Chi-Quadrat Test, Phi / Cramer-V Test als auch im Kontingenzkoeffizient ergibt sich hierbei ein statistisch nicht signifikantes Ergebnis ($p = 0,11$).

Tabelle 36: Korrelation der mikrobiologischen Ergebnisse mit den Eingriffen im Chi-Quadrat-Test.

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
<i>Pearson-Chi-Quadrat</i>	32,690 ^a	24	0,111
<i>Anzahl der gültigen Fälle</i>	82		

^a: 32 Zellen (88,9%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 0,04.

Tabelle 37: Korrelation der mikrobiologischen Ergebnisse mit den Eingriffen im Phi / Cramer-V Test als auch mit Kontingenzkoeffizient.

		Wert	Näherungsweise Signifikanz
<i>Nominal- bzgl. Nominal- maß</i>	<i>Phi</i>	0,631	0,111
	<i>Cramer-V</i>	0,365	0,111
	<i>Kontingenzkoeffizient</i>	0,534	0,111
<i>Anzahl der gültigen Fälle</i>		82	

7. Diskussion

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der CT-fluoroskopisch gesteuerten Drainagenanlage von pelvinen und abdominalen Flüssigkeitsverhalten nach kolorektaler Chirurgie über eine Zeitspanne von 16 Jahren am Klinikum der Universität München, Standort Großhadern. Abdominale Flüssigkeitsverhalte können primär aufgrund diverser Umstände – häufig entzündlicher Genese – wie bspw. bei Morbus Crohn, Sigmadivertikulitis oder der akuten Appendizitis entstehen, sind mit bis zu 5% aber auch eine häufige Komplikation bei großen abdominalchirurgischen Eingriffen [117]. Wie auch in der vorliegenden Studie bei allen Patienten erfolgt, ist eine zügige kalkulierte und im Verlauf an die Erreger spezifisch angepasste antibiotische Therapie ebenso wie die Herdsanierung ein wichtiger therapeutischer Baustein. Dieser Erkenntnisgewinn ist ein gutes Beispiel für die Wichtigkeit retrospektiver Analysen wie dieser Arbeit, welche in Zusammenschau mit klinischer Erfahrung einen Übergang zu Behandlungsstandards möglich machen; prospektive, kontrollierte, randomisierte Studien, welche die chirurgische Revision mit der bildgesteuerten Drainagenanlage nach postoperativen Flüssigkeitsverhalten vergleichen, sind nach Wissen des Autors bis dato nicht existent und zukünftig auch nicht wahrscheinlich.

Im Vergleich zu den epidemiologischen Maßzahlen für Deutschland in 2018 [1] ist das in dieser Arbeit untersuchte Patientengut ein adäquates Abbild, bezogen auf das mittlere Erkrankungsalter, das Geschlechterverhältnis wie auch das Tumorstadium der Patienten. Theisen et al. [118] untersuchten den Erfolg perkutaner Drainagenanlagen bei intraabdominellen Verhalten nach großen abdominalen Eingriffen. Hierbei schlussfolgerten die Autoren ebenso, dass „wegen der hohen Erfolgsrate, der geringen Rate an prozedur-assoziierten Komplikationen und der moderaten Invasivität von intraabdominellen Verhalten die perkutane Drainagenanlage der Behandlungsstandard bei abdominaler Sepsis ist“. Aus **Tabelle 38** können Erfolgsraten und Komplikationen abdominalen Drainagenanlagen aus dieser und weiteren Publikationen über einen langen Zeitraum entnommen werden. In dieser Arbeit präsentieren wir eine technische Erfolgsrate von 96,7%, was im Vergleich zur zitierten Literatur einem überdurchschnittlich guten Wert entspricht. Wallace et al. veröffentlichten im Rahmen der SIR 2010 Leitlinien zur Qualitätsverbesserung bei perkutaner Drainage von Abszessen und Flüssigkeitskollektionen [115]. Hierbei wird ein wünschenswerter Schwellenwert von 95% der Interventionen zur erfolgreichen Flüssigkeitsaspiration für diagnostische Zwecke genannt, welchen wir in der vorliegenden Arbeit somit erreichen konnten.

Tabelle 38: Patientenanzahl, Erfolgsrate und Komplikationen bei perkutanen abdominalen Drainagenanlagen verschiedener Autoren. (nach [118])

<i>Autor</i>	<i>Jahr</i>	<i>Patientenanzahl (n)</i>	<i>Erfolgsrate (%)</i>	<i>Komplikationen (%)</i>
<i>Voros [119]</i>	1996	185	92	7
<i>Röthlin [120]</i>	1998	64	85	3
<i>Dattola [121]</i>	1999	57	93	5
<i>Jansen [122]</i>	1999	60	85	6,4
<i>Theisen [118]</i>	2003	174	86	4,6
<i>Kim [90]</i>	2006	92	95	-
<i>Kumar [123]</i>	2006	50	92,6	4,4
<i>Laganà [124]</i>	2008	95	100	-
<i>Winter [96]</i>	2021	143	98	4

Auch für schwerwiegende Komplikationen nennen die Autoren einen Schwellenwert der Häufigkeit von $\leq 10\%$. Bei fehlender dokumentierter Komplikation können wir diesen in unserer Studie weit unterschreiten. Lediglich zwei Drainagenanlageversuche waren nicht erfolgreich, was einer Rate von 3,3% entspricht. In beiden Fällen erfolgte jedoch entsprechend ein Abbruch der Intervention, ein komplikativer Verlauf oder iatrogene Schädigung der Patienten konnte so vermieden werden. Im ersten Fall handelte es sich um einen kleinen präsakralen Verhalt mit einem Durchmesser von 4,8 cm. Eine Aspiration von Flüssigkeit gelang trotz erneuten Platzierens der Drainage nicht, sodass diese schließlich entfernt wurde. Bereits 2002 versuchten Benoist et al., an einem Patientenkollektiv von 73 Patienten mit postoperativen abdominalen Abszessen Gründe für das Scheitern der Drainagenanlage herauszuarbeiten [125]. In der multivariaten Analyse zeigte sich neben dem Fehlen einer antibiotischen Therapie auch ein Abszessdurchmesser von unter 5 cm als prädiktiver Faktor für das Versagen der erfolgreichen Anlage. Dies könnte auch im geschilderten eigenen Patientenfall ursächlich für die fehlende Möglichkeit der Aspiration sein. Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle erwähnt, dass in weiteren konsekutiven Untersuchungen sich andere Parameter, jedoch nicht die Verhaltgröße als prädiktiv für das Versagen von perkutanen Drainagenanlagen zeigten [91, 92]. Im zweiten Fall wurde ebenfalls ein präsakraler Verhalt in Trokarteknik punktiert. Es erfolgte das Einbringen einer 8 French Pigtail Drainage zunächst von direkt paracoccygeal links, anschließend über einen Zugang von weiter lateral parasakral / gluteal. Die Drainage ließ sich jedoch nicht erfolgreich innerhalb der

Abszesshöhle positionieren und die Intervention wurde schließlich abgebrochen. Bei 95,1% der Patienten wurde im vorgelegten Kollektiv die Trokarttechnik genutzt. Grundsätzlich sollte die Technik zur Anwendung kommen, mit welcher der interventionelle Radiologe am vertrautesten ist und die größte Erfahrung hat. Die Trokarttechnik bietet gegenüber der Seldingertechnik aber einige Vorteile. Sie ist schneller durchführbar, man benötigt häufig keinen Assistenten und sie ist vor allem für größere Verhaltformationen gut geeignet [126]. Darüber hinaus ist sie die empfohlene Technik für endokavi-täre Verhalte, wo eine wiederholte Dilatation oder initiale Drahtplatzierung problematisch sein kann [126]. Somit deckt sich die höhere Anzahl der mit Trokarttechnik durchgeführten Fälle der vorliegenden Arbeit mit den Empfehlungen. Bei keinem Fall wurde das Vorgehen nach initialem Scheitern geändert und hierdurch erfolgreich. Zusammenfassend lässt sich auch anhand des hier vorgestellten Kollektivs schlussfolgern, dass die perkutane CT-fluoroskopisch gesteuerte Drainagenanlage bei pelvinen und abdominellen Flüssigkeitsverhalten nach kolorektaler Chirurgie mit einer sehr hohen technischen Erfolgsrate von 96,7% bei keinerlei Komplikationen vergesellschaftet ist.

Wir analysierten das Gesamt-DLP der Interventionen und verglichen die Jahre 2005 bis 2012 mit den Jahren 2013 bis 2020. Hier zeigte sich keine signifikante Reduktion der Strahlenbelastung der Patienten über die Jahre, wie es bei zunehmender Erfahrung und verbesserter Technologie zu erwarten gewesen wäre. Kloeckner et al. untersuchten die Strahlenbelastung durch CT-gesteuerte Interventionen und definierten hierbei auch Referenzwerte [110]. Wie auch in unserem Kollektiv berichten die Autoren, dass ca. 85% der Strahlenbelastung prä- oder postinterventionell erfolgen und nur ein geringer Teil während der tatsächlichen Intervention. Bei der abdominalen Drainagenanlage verzeichnen die Autoren ein Gesamt-DLP im Median von 719 mGy*cm und empfehlen als Grenzwert 942 mGy*cm (**s. Tabelle 39**) [110]. Mit einem Gesamt-DLP im Median von 524 mGy*cm (503 mGy*cm in den Jahren 2005 bis 2012 / 556 mGy*cm in den Jahren 2013 bis 2020) liegen die in dieser Arbeit präsentierten DLPs bereits weit unter dem oben genannten Referenzbereich. Somit scheint bei initial schon niedriger Strahlenbelastung in unserem Kollektiv eine weitere – statistisch signifikante – Reduktion über die Jahre kaum mehr möglich. Sehr wohl zeigt sich aber eine Reduktion der Strahlenbelastung prä- und intrainterventionell über die Jahre, auch wenn diese nicht statistisch signifikant ist. Zusätzlich kann aus **Abbildung 20** entnommen werden, dass vereinzelt Ausreißer auch über zwei Standardabweichungen in den verschiedenen ausgewerteten Bereichen existieren. Bei geringer Anzahl der Interventionen fallen diese einzelnen, komplizierten und somit aufwändigeren Interventionen mit deutlich höherer Strahlenbelastung entsprechend stärker ins Gewicht.

Tabelle 39: Gesamt und interventionelles DLP dieser Arbeit im Vergleich zu Kloeckner et al. [110].

DLP (mGy*cm)	Diese Arbeit		Kloeckner et al. [110]	
	2005 - 2012	2013 - 2020	Median	Vorgeschlagenes Referenzlevel
<i>interventionell</i>	53,5	31,00	43	98
<i>Total</i>	503	556	719	942

Zusammenfassend lässt sich im hier vorgestellten Kollektiv schlussfolgern, dass die perkutane CT-fluoroskopisch gesteuerte Drainagenanlage bei pelvinen und abdominalen Flüssigkeitsverhalten nach kolorektaler Chirurgie mit einer geringen Strahlenbelastung, deutlich unter dem Referenzwert von Kloeckner et al., erfolgte.

Die Definition des klinischen bzw. therapeutischen Erfolges einer Drainagenanlage ist in der Literatur sehr heterogen. Beginnend von lediglich der Anlage einer Drainage ohne Notwendigkeit einer konsekutiven chirurgischen Revision bis hin zu einer Verkleinerung der Verhaltgröße oder dem Ausbleiben von septischen Komplikationen ist jedoch eine Kombination aus klinischer und laborchemischer Besserung nur selten vertreten. In dieser Arbeit wurde klinischer Erfolg als Nicht-Notwendigkeit einer chirurgischen Revision in den folgenden 30 Tagen nach Drainagenanlage sowie durch einen Abfall der laborchemischen Entzündungsparameter (Leukozyten, CRP und Interleukin-6) um mehr als 50% bzw. durch eine Normalisierung innerhalb der folgenden 30 Tage nach der Intervention definiert. Um der immer noch bestehenden Heterogenität der Patienten im Studienkollektiv gerecht zu werden, erfolgte neben der Auswertung des Gesamtkollektivs eine weitere Auswertung von Patienten mit einem „regulären Verlauf“. In beiden Gruppen zeigten sich die Entzündungsparameter Leukozyten und CRP anhand der GLMM in den 30 Tagen nach Drainageanlage signifikant fallend ($p < 0,0001$). Aufgrund der geringen Anzahl an Beobachtungen in der Gruppe „regulärer Verlauf“ wurde das IL-6 nur im Gesamtkollektiv analysiert und zeigte hier auch einen signifikanten Abfall ($p = 0,001$). Der analysierte Kontrollparameter – das GSB – zeigte hingegen keine signifikante Änderung ($p = 0,631$). Weiterhin erfolgte im Gesamtkollektiv eine Unterscheidung in infizierte und nicht-infizierte Verhalte. Für alle Entitäten wurde die Rate des klinischen Erfolges berechnet (s. **Tabelle 29**). Diese zeigen sich vergleichbar mit den in der bisherigen Literatur veröffentlichten Werten. Theisen et al.

[118] berichten in ihrem Kollektiv von 174 postoperativen abdominalen Verhalten eine Erfolgsrate von 86%. In einer anderen Studie von Akinci et al. konnte ein klinischer Erfolg bei perkutaner abdominaler Drainagenanlage bei 68% von 255 Patienten mit intraperitonealen Abszessen beobachtet werden [93]. Definiert war dieser als komplette Ausheilung des Verhaltes ohne Rezidiv-Eingriff, was die etwas niedrigere Erfolgsrate erklären könnte. Lagana et al. wiederum zeigten an 95 Patienten mit abdominalen und pelvinen Verhalten sogar eine klinische Erfolgsrate von 92% [124]. Einen wesentlichen Einfluss scheint auch die Ätiologie des Verhaltes zu haben, wie Betsch et al. herausfanden [127]. In ihrer Studie lag der klinische Erfolg bei postoperativen Verhalten nach großer Darmoperation bei 79%. Cinat et al. [128] berichten eine Erfolgsrate von 78% bei Verhalten im Bereich des Kolons und Rektums. Unter diesem Aspekt liegt die klinische Erfolgsrate der vorgelegten Arbeit im Gesamtkollektiv sogar über diesen Werten.

Bezogen auf CRP und Il-6 zeigte sich kein signifikanter Unterschied ($p = 0,164$ / $p = 0,50$) im klinischen Erfolg zwischen infizierten und nicht-infizierten Verhalten. Bezogen auf die Leukozyten konnte eine Signifikanz im exakten Test nach Fisher nachgewiesen werden ($p = 0,02$). Dennoch ist der beste klinische Erfolg mit 92% der Fälle bezogen auf die Leukozyten bei infizierten Verhalten zu verzeichnen. Die geringe Anzahl nicht-infizierter Verhalte mit initialer Leukozytose limitiert ebenso wie im Falle des Parameters IL-6 auch die Aussagekraft dieser Berechnung. Eine weitere Limitation bei der Betrachtung des CRP ist sicherlich auch die Tatsache, dass große und metastasierte Tumore auch unabhängig von einer vorliegenden Entzündung über die autonome Bildung von CRP den gesamt CRP-Wert erhöhen können und in manchen Fällen somit das CRP sogar ein besserer Parameter für die Prognose des Patienten als für eine abdominale Infektion ist [129-132]. Zusammenfassend lässt sich für das hier vorgestellte Kollektiv schlussfolgern, dass die perkutane CT-fluoroskopisch gesteuerte Drainagenanlage bei pelvinen und abdominellen Flüssigkeitsverhalten nach kolorektaler Chirurgie mit einem klinischen Erfolg von 83% mit einer Tendenz zu höheren Raten an laborchemisch messbarem klinischem Erfolg bei infizierten als bei nicht-infizierten Verhalten zu verzeichnen ist.

Verschiedene Arbeiten untersuchten bereits die Gründe für das Scheitern bzw. den direkten Erfolg von perkutanen Drainagenanlagen [91, 120, 125, 133]. In diesen Arbeiten konnten keine einheitlichen Faktoren gefunden werden, was darauf hinweisen könnte, dass der Erfolg der Drainagenanlage auch vom Patientenkollektiv bzw. der Grunderkrankung abhängig ist. In unserem Kollektiv untersuchten wir, ob es technische Faktoren für den klinischen Erfolg der Drainagenanlage gibt. Röthlin et al. [120]

konnten zeigen, dass kleine Drainagendurchmesser bei der Behandlung von intraabdominellen Abszessen genauso effektiv sind wie große. Wir konnten in der binominalen logistischen Regression keinen Unterschied für verschiedene Drainagengrößen ($p = 0,936$) finden. In unserem Kollektiv zeigte sich auf einem Signifikanzniveau von Alpha = 0,2 lediglich das operative Verfahren als potenzieller Prädiktor für einen direkten Therapieerfolg ($p = 0,182$) mit einer Odds Ratio von 2,64. Somit ist die Odds Ratio für den direkten Therapieerfolg für das laparoskopische Verfahren im Vergleich zum offenen Verfahren auf das 2,64-fache erhöht. In den vorgenannten Arbeiten war das operative Prozedere keine untersuchte Variable, sodass dies in unserer Arbeit so erstmalig berichtet werden kann. Angesichts der geringen Fallzahl kann ein signifikantes Ergebnis auf einem Signifikanzniveau von Alpha = 0,05 beim Einschluss von mehr Patienten möglich werden. Zusammenfassend lässt sich für das hier vorgestellte Kollektiv schlussfolgern, dass die perkutane CT-fluoroskopisch gesteuerte Drainagenanlage bei pelvinen und abdominalen Flüssigkeitsverhalten nach kolorektaler Chirurgie nach laparoskopischen Eingriffen möglicherweise eine höhere Wahrscheinlichkeit für einen direkten Therapieerfolg als nach offenen Eingriffen hat.

In der Subgruppe der Patienten mit Anastomosen- oder Hartmannstumpfinsuffizienzen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede im direkten Therapieerfolg ($p = 0,50$) als auch kein signifikanter Unterschied bezogen auf den klinischen Verlauf ($p = 0,83$) im Vergleich zu allen Patienten dieser Arbeit. So konnten wir zeigen, dass auch bei Patienten mit Darminuffizienzen im Bereich des Rektums die CT-fluoroskopisch gesteuerte Drainagenanlage eine sichere Methode ist. Willis und Stumpf schreiben hierzu: „Die Entscheidung für eine bestimmte Vorgehensweise muss immer individuell für den einzelnen Patienten in Abhängigkeit von der klinischen Situation getroffen werden. Es gibt deshalb nur allgemein akzeptierte Grundsätze [...], aber keine kontrollierten Studien zur Behandlung von Anastomoseninsuffizienzen“ [59]. Somit kann der von diesen Autoren vorgeschlagene Algorithmus (s. Kapitel 4.3) durch unser Ergebnis nur bekräftigt werden. Bei fehlenden Anzeichen für eine diffuse Peritonitis ist eine interventionelle Abszessdrainage bei Anastomoseninsuffizienzen im Bereich des Rektums eine sichere Therapieoption. Dass ein Abheilen von Anastomoseninsuffizienzen nur durch eine Drainagenanlage möglich ist, wurde bereits in diversen Arbeiten bestätigt [84, 134, 135]. Ein großer Teil des Rektums, das sog. rektum fixum, liegt retroperitoneal, wodurch eine Kompartimentierung zur restlichen Abdominalhöhle resultiert. Hierdurch erfolgt eine Dissemination von infektiösem Material in die Peritonealhöhle mit konsekutiver generalisierter Peritonitis häufig nicht oder deutlich verlangsamt. In einigen Fällen erfolgte zusätzlich zur interventionellen perkutanen Drainage eine endoluminale Vaku-

umschwammtherapie bzw. Endo-VAC-Therapie. Ob, und wenn ja, zu welchem Zeitpunkt der Behandlung der Patienten dieses System zum Einsatz kam, war immer eine individuelle Therapieentscheidung. Vor dem Jahr 2001 kam die Endo-VAC-Therapie am Uniklinikum Großhadern jedoch nicht regelhaft zum Einsatz [136]. Ein Patient erhielt in dieser Arbeit die Anlage einer CT-fluoroskopisch gesteuerten Drainage bei Anastomoseninsuffizienz im Bereich des Sigmas, es war ein direkter Therapieerfolg zu verzeichnen. Dies zeigt die Individualität der Therapieentscheidung und lässt vermuten, dass auch hier bspw. durch retroperitoneale Lage der Anastomose oder Nutzen einer Omentumplombe ein direkter intraabdominaler Anschluss nicht gegeben war, sodass man sich für ein interventionelles Vorgehen entschieden hat. Zusammenfassend lässt sich im hier vorgestellten Kollektiv schlussfolgern, dass die perkutane CT-fluoroskopisch gesteuerte Drainagenanlage bei Anastomosen- oder Hartmannstumpfinuffizienzen im Bereich des Rektums sicher ist und vergleichbare Erfolgsraten und klinische Verläufe vorzuweisen hat wie im restlichen Kollektiv.

In unserem Kollektiv fanden sich als am häufigsten isolierte Bakterien *Escheria coli* und Enterokokken, der am häufigsten isolierte Pilz war *Candida*. Dies entspricht den üblicherweise vorherrschenden Erregern bei intraabdominellen Infektionen [56, 57]. Eine Korrelation der mikrobiologischen Ergebnisse mit den verschiedenen Eingriffen zeigte kein statistisch signifikantes Ergebnis ($p = 0,11$). Umso wichtiger scheint es, wie eingangs erwähnt, eine initial breite antibiotische Therapie im Sinne einer frühen multimodalen Therapie unabhängig von der Art des Eingriffes bzw. vermuteten Fokus zu etablieren. Der Empfehlung von Bodmann et al., vor allem auch an eine Abdeckung von grampositiven Bakterien wie Enterokokken zu denken, kann sich nach unserer Auswertung nur angeschlossen werden [57]. Zusätzlich unterstreichen die Ergebnisse, dass bei persistierender laborchemischer wie klinischer Entzündungskonstellation trotz breiter oder testgerechter antibiotischer Therapie auch zeitnah an eine Candidose gedacht werden und das Therapieregime um eine antimykotische Therapie ergänzt werden sollte.

In der vorliegenden Arbeit müssen einige Einschränkungen bedacht werden. Die Definition des Erfolgs der Drainagenanlage gestaltete sich schwierig, was auch die mannigfaltigen unterschiedlichen Definitionen in der bisherigen Literatur zeigen. In dieser Arbeit hat man sich bewusst für eine Kombination aus klinischen und laborchemischen Parametern entschieden, da diese nach Meinung der Autoren die klinische Realität am ehesten widerspiegelt. Klinische und vor allem laborchemische Parameter sind jedoch

zahlreich beeinflussbar und somit nicht immer Ausdruck einer tatsächlichen bzw. ausbleibenden Besserung der Situation des postoperativen Verhaltes. Durch den retrospektiven Charakter der Arbeit sind die in diese Arbeit eingeflossenen Rohdaten mitunter sehr heterogen. Durch eine präzise Definition der Ein- und Ausschlusskriterien wurde versucht, eine Vergleichbarkeit unter den einzelnen Patienten so gut wie möglich zu gewährleisten. Wie bereits zuvor angemerkt, reduzierte dieses Vorgehen die Fallzahl der letztendlich eingeschlossenen Patienten jedoch. Bekanntermaßen führt dies zu einem Verlust an statistischer Power, sodass die hier vorgestellten Ergebnisse als explorativ und hypothesengenerierend verstanden werden können, jedoch eine Überprüfung und Bestätigung in weiteren Arbeiten notwendig ist.

8. Literaturverzeichnis

1. Zentrum für Krebsregisterdaten, Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e.V. Krebs in Deutschland für 2017/2018. Robert Koch-Institut; 2021.
2. Siegmund-Schultze N. Kolorektale Karzinome: Die Lage des Primarius zählt. Dtsch Arztebl International. 2017;114(5):-20-. doi: 10.3238/PersOnko/2017.02.03.05.
3. Weitz J, Schalhorn A, Kadmon M, Büchler M, Krempien R. Kolon- und Rektumkarzinom. In: Hiddemann W, Bartram CR, editors. Die Onkologie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2010. p. 848-97.
4. Fakhri MG. Metastatic colorectal cancer: current state and future directions. Journal of clinical oncology : official journal of the American Society of Clinical Oncology. 2015;33(16):1809-24. Epub 2015/04/29. doi: 10.1200/jco.2014.59.7633. PubMed PMID: 25918280.
5. Heald RJ, Ryall RDH. Recurrence and Survival after Mesorectal Excision for Rectal Cancer. The Lancet. 1986;327(8496):1479-82. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(86\)91510-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(86)91510-2).
6. Hermanek P, Wiebelt H, Staimmer D, Riedl S. Prognostic factors of rectum carcinoma--experience of the German Multicentre Study SGCRC. German Study Group Colo-Rectal Carcinoma. Tumori. 1995;81(3 Suppl):60-4. Epub 1995/05/01. PubMed PMID: 7571056.
7. Maurer CA, Renzulli P, Kull C, Käser SA, Mazzucchelli L, Ulrich A, et al. The impact of the introduction of total mesorectal excision on local recurrence rate and survival in rectal cancer: long-term results. Annals of surgical oncology. 2011;18(7):1899-906. Epub 2011/02/08. doi: 10.1245/s10434-011-1571-0. PubMed PMID: 21298350.
8. Bruch HP, Schwandner O, Keller R, Farke S, Schiedeck THK. Chirurgische Therapie des Rektumkarzinoms. Der Chirurg. 2003;74(10):905-14. doi: 10.1007/s00104-003-0735-2.
9. Dahlberg M, Glimelius B, Pahlman L. Changing strategy for rectal cancer is associated with improved outcome. The British journal of surgery. 1999;86(3):379-84. Epub 1999/04/14. doi: 10.1046/j.1365-2168.1999.01040.x. PubMed PMID: 10201783.
10. Weitz J, Koch M, Debus J, Höhler T, Galle PR, Büchler MW. Colorectal cancer. Lancet. 2005;365(9454):153-65. Epub 2005/01/11. doi: 10.1016/s0140-6736(05)17706-x. PubMed PMID: 15639298.
11. Leitlinienprogramm Onkologie (Deutsche Krebsgesellschaft, Deutsche Krebshilfe, AWMF): S3-Leitlinie Kolorektales Karzinom. Kurzversion 21, AWMF Registrierungsnummer: 021/007OL2019.
12. Correa P, Haenszel W. The epidemiology of large-bowel cancer. Advances in cancer research. 1978;26:1-141. Epub 1978/01/01. doi: 10.1016/s0065-230x(08)60086-x. PubMed PMID: 343522.
13. Doll R, Peto R. The causes of cancer: quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today. Journal of the National Cancer Institute. 1981;66(6):1191-308. Epub 1981/06/01. PubMed PMID: 7017215.
14. Potter JD, Slattery ML, Bostick RM, Gapstur SM. Colon cancer: a review of the epidemiology. Epidemiologic reviews. 1993;15(2):499-545. Epub 1993/01/01. doi: 10.1093/oxfordjournals.epirev.a036132. PubMed PMID: 8174669.

15. Winawer SJ, Zauber AG, Ho MN, O'Brien MJ, Gottlieb LS, Sternberg SS, et al. Prevention of colorectal cancer by colonoscopic polypectomy. The National Polyp Study Workgroup. *N Engl J Med.* 1993;329(27):1977-81. Epub 1993/12/30. doi: 10.1056/nejm199312303292701. PubMed PMID: 8247072.
16. Citarda F, Tomaselli G, Capocaccia R, Barcherini S, Crespi M. Efficacy in standard clinical practice of colonoscopic polypectomy in reducing colorectal cancer incidence. *Gut.* 2001;48(6):812-5. Epub 2001/05/19. doi: 10.1136/gut.48.6.812. PubMed PMID: 11358901; PubMed Central PMCID: PMCPMC1728339.
17. Winawer SJ, O'Brien MJ, Waye JD, Kronborg O, Bond J, Frühmorgen P, et al. Risk and surveillance of individuals with colorectal polyps. Who Collaborating Centre for the Prevention of Colorectal Cancer. *Bulletin of the World Health Organization.* 1990;68(6):789-95. Epub 1990/01/01. PubMed PMID: 2073716; PubMed Central PMCID: PMCPMC2393163.
18. Atkin WS, Morson BC, Cuzick J. Long-term risk of colorectal cancer after excision of rectosigmoid adenomas. *N Engl J Med.* 1992;326(10):658-62. Epub 1992/03/05. doi: 10.1056/nejm199203053261002. PubMed PMID: 1736104.
19. Tannapfel A, Neid M, Aust D, Baretton G. The origins of colorectal carcinoma: specific nomenclature for different pathways and precursor lesions. *Deutsches Arzteblatt international.* 2010;107(43):760-6. Epub 2010/11/19. doi: 10.3238/arztebl.2010.0760. PubMed PMID: 21085545; PubMed Central PMCID: PMCPMC2982992.
20. Nagtegaal ID, Odze RD, Klimstra D, Paradis V, Rugge M, Schirmacher P, et al. The 2019 WHO classification of tumours of the digestive system. *Histopathology.* 2020;76(2):182-8. Epub 2019/08/23. doi: 10.1111/his.13975. PubMed PMID: 31433515; PubMed Central PMCID: PMCPMC7003895.
21. Bettendorf U, Gebbers J-O, Möller P, Morgenroth K, Otto HF, Remmele W. In: Remmele W, editor. *Pathologie. 2.* Heidelberg: Springer-Verlag; 1996. p. 533-676.
22. Jørgensen OD, Kronborg O, Fenger C. The Funen Adenoma Follow-Up Study. Characteristics of patients and initial adenomas in relation to severe dysplasia. *Scandinavian journal of gastroenterology.* 1993;28(3):239-43. Epub 1993/03/01. doi: 10.3109/00365529309096079. PubMed PMID: 8446849.
23. O'Brien MJ, Winawer SJ, Zauber AG, Gottlieb LS, Sternberg SS, Diaz B, et al. The National Polyp Study. Patient and polyp characteristics associated with high-grade dysplasia in colorectal adenomas. *Gastroenterology.* 1990;98(2):371-9. Epub 1990/02/01. PubMed PMID: 2403953.
24. Jackman RJ, Mayo CW. The adenoma-carcinoma sequence in cancer of the colon. *Surgery, gynecology & obstetrics.* 1951;93(3):327-30. Epub 1951/09/01. PubMed PMID: 14866716.
25. Vogelstein B, Fearon ER, Hamilton SR, Kern SE, Preisinger AC, Leppert M, et al. Genetic alterations during colorectal-tumor development. *N Engl J Med.* 1988;319(9):525-32. Epub 1988/09/01. doi: 10.1056/nejm198809013190901. PubMed PMID: 2841597.
26. World Health Organization Classification of Tumours. Pathology and Genetics of Tumours of the Digestive System. Lyon: IARC Press; 2000.
27. Hoff G. Colorectal polyps. Clinical implications: screening and cancer prevention. *Scandinavian journal of gastroenterology.* 1987;22(7):769-75. Epub 1987/09/01. doi: 10.3109/00365528708991912. PubMed PMID: 3313676.
28. Hoff G, Foerster A, Vatn MH, Sauar J, Larsen S. Epidemiology of polyps in the rectum and colon. Recovery and evaluation of unresected polyps 2 years after detection. *Scandinavian journal of gastroenterology.* 1986;21(7):853-62. Epub 1986/09/01. doi: 10.3109/00365528609011130. PubMed PMID: 3775252.

29. Winawer SJ, Zauber AG, Fletcher RH, Stillman JS, O'Brien MJ, Levin B, et al. Guidelines for colonoscopy surveillance after polypectomy: a consensus update by the US Multi-Society Task Force on Colorectal Cancer and the American Cancer Society. *Gastroenterology*. 2006;130(6):1872-85. Epub 2006/05/16. doi: 10.1053/j.gastro.2006.03.012. PubMed PMID: 16697750.
30. Eide TJ. Risk of colorectal cancer in adenoma-bearing individuals within a defined population. *International journal of cancer*. 1986;38(2):173-6. Epub 1986/08/15. doi: 10.1002/ijc.2910380205. PubMed PMID: 3733258.
31. Layer G, Kopp A, Müller-Schimpfle M. Kolorektales Karzinom. In: Layer G, van Kaick G, Delorme S, editors. *Radiologische Diagnostik in der Onkologie: Band 2: Gastrointestinum, Urogenitaltrakt, Retroperitoneum*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2008. p. 61-85.
32. Trarbach T, Lang H, Köhne C-H, Schmitz S. Lebermetastasen beim kolorektalem Karzinom. *best practice onkologie*. 2007;2(2):26-37.
33. Lokalisation und Metastasierungswege des kolorektalen Karzinoms, Kapitel: Kolorektales Karzinom [Internet]. 2021 [cited 22.03.2021]. Available from: www.amboss.com
34. Hoffmann RT. Lebermetastasen kolorektaler Karzinome. *Der Radiologe*. 2017;57(2):90-6.
35. Lehnert T, Herfarth C. Grundlagen und Wert der Lymphadenektomie beim colorektalen Carcinom. *Der Chirurg*. 1996;67(9):889-99.
36. Bertario L, Russo A, Sala P, Pizzetti P, Ballardini G, Andreola S, et al. Predictors of metachronous colorectal neoplasms in sporadic adenoma patients. *International journal of cancer*. 2003;105(1):82-7. Epub 2003/04/03. doi: 10.1002/ijc.11036. PubMed PMID: 12672034.
37. Nusko G, Mansmann U, Altendorf-Hofmann A, Groitl H, Wittekind C, Hahn EG. Risk of invasive carcinoma in colorectal adenomas assessed by size and site. *International journal of colorectal disease*. 1997;12(5):267-71. Epub 1997/01/01. doi: 10.1007/s003840050103. PubMed PMID: 9401839.
38. Yang G, Zheng W, Sun QR, Shu XO, Li WD, Yu H, et al. Pathologic features of initial adenomas as predictors for metachronous adenomas of the rectum. *Journal of the National Cancer Institute*. 1998;90(21):1661-5. Epub 1998/11/12. doi: 10.1093/jnci/90.21.1661. PubMed PMID: 9811316.
39. Hermanek P, Sobin LH. *TNM classification of malignant tumours*: Springer Science & Business Media; 2012.
40. Wittekind C. *TNM: Klassifikation maligner Tumoren*: John Wiley & Sons; 2017.
41. Compton CC, Greene FL. The staging of colorectal cancer: 2004 and beyond. *CA: a cancer journal for clinicians*. 2004;54(6):295-308.
42. Williams JG, Pullan R, Hill J, Horgan P, Salmo E, Buchanan G, et al. Management of the malignant colorectal polyp: ACPGBI position statement. *Colorectal Disease*. 2013;15:1-38.
43. Dienstmann R, Vermeulen L, Guinney J, Kopetz S, Tejpar S, Tabernero J. Consensus molecular subtypes and the evolution of precision medicine in colorectal cancer. *Nature reviews cancer*. 2017;17(2):79-92.
44. Seymour MT, Morton D, Investigators IFT. FOxTROT: an international randomised controlled trial in 1052 patients (pts) evaluating neoadjuvant chemotherapy (NAC) for colon cancer. *American Society of Clinical Oncology*; 2019.

45. Tie J, Kinde I, Wang Y, Wong H-L, Roebert J, Christie M, et al. Circulating tumor DNA as an early marker of therapeutic response in patients with metastatic colorectal cancer. *Annals of Oncology*. 2015;26(8):1715-22.
46. Sondenaa K, Quirke P, Hohenberger W, Sugihara K, Kobayashi H, Kessler H, et al. The rationale behind complete mesocolic excision (CME) and a central vascular ligation for colon cancer in open and laparoscopic surgery. *International journal of colorectal disease*. 2014;29(4):419-28.
47. Bertelsen CA, Neuenschwander AU, Jansen JE, Wilhelmsen M, Kirkegaard-Klitbo A, Tenma JR, et al. Disease-free survival after complete mesocolic excision compared with conventional colon cancer surgery: a retrospective, population-based study. *The Lancet Oncology*. 2015;16(2):161-8.
48. Wang C, Gao Z, Shen K, Shen Z, Jiang K, Liang B, et al. Safety, quality and effect of complete mesocolic excision vs non-complete mesocolic excision in patients with colon cancer: a systemic review and meta-analysis. *Colorectal Disease*. 2017;19(11):962-72.
49. Nesbakken A, Nygaard K, Westerheim O, Mala T, Lunde O. Local recurrence after mesorectal excision for rectal cancer. *European Journal of Surgical Oncology (EJSO)*. 2002;28(2):126-34.
50. Law WL, Chu KW. Anterior resection for rectal cancer with mesorectal excision: a prospective evaluation of 622 patients. *Annals of surgery*. 2004;240(2):260.
51. van Gijn W, Marijnen CA, Nagtegaal ID, Kranenburg EM-K, Putter H, Wiggers T, et al. Preoperative radiotherapy combined with total mesorectal excision for resectable rectal cancer: 12-year follow-up of the multicentre, randomised controlled TME trial. *The lancet oncology*. 2011;12(6):575-82.
52. Leroy J, Jamali F, Forbes L, Smith M, Rubino F, Mutter D, et al. Laparoscopic total mesorectal excision (TME) for rectal cancer surgery: long-term outcomes. *Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques*. 2004;18(2):281-9.
53. den Dulk M, Krijnen P, Marijnen CA, Rutten HJ, van de Poll-Franse LV, Putter H, et al. Improved overall survival for patients with rectal cancer since 1990: the effects of TME surgery and pre-operative radiotherapy. *European Journal of Cancer*. 2008;44(12):1710-6.
54. Leite J, Martins S, Oliveira J, Cunha M, Castro-Sousa F. Clinical significance of macroscopic completeness of mesorectal resection in rectal cancer. *Colorectal disease*. 2011;13(4):381-6.
55. Quirke P, Steele R, Monson J, Grieve R, Khanna S, Couture J, et al. Effect of the plane of surgery achieved on local recurrence in patients with operable rectal cancer: a prospective study using data from the MRC CR07 and NCIC-CTG CO16 randomised clinical trial. *The Lancet*. 2009;373(9666):821-8.
56. Blot S, De Waele JJ. Critical Issues in the Clinical Management of Complicated Intra-Abdominal Infections. *Drugs*. 2005;65(12):1611-20. doi: 10.2165/00003495-200565120-00002.
57. Bodmann KF, und die Expertenkommission der I. Komplizierte intraabdominelle Infektionen: Erreger, Resistenzen. *Der Chirurg*. 2010;81(1):38-49. doi: 10.1007/s00104-009-1822-9.
58. Alves A, Panis Y, Trancart D, Regimbeau J-M, Pocard M, Valleur P. Factors associated with clinically significant anastomotic leakage after large bowel resection: multivariate analysis of 707 patients. *World journal of surgery*. 2002;26(4):499-502.
59. Willis S, Stumpf M. Insuffizienzen nach Eingriffen am unteren Gastrointestinaltrakt. *Der Chirurg*. 2004;75(11):1071-8.

60. Berger D, Buttenschoen K. Management of abdominal sepsis. *Langenbeck's archives of surgery*. 1998;383(1):35-43.
61. Schein M, Marshall JC. *Source control: a guide to the management of surgical infections*: Springer Science & Business Media; 2002.
62. Schardey HM, Joosten U, Finke U, Schauer R, Staubach KH, Exner H, et al. Kostensenkung durch Dekontamination zur Prävention der Nahtinsuffizienz nach Gastrektomie. *Der Chirurg*. 1997;68(4):416-24. doi: 10.1007/s001040050207.
63. Merad F, Hay J-M, Fingerhut A, Flamant Y, Molkhou J-M, Laborde Y. Omentoplasty in the prevention of anastomotic leakage after colonic or rectal resection: a prospective randomized study in 712 patients. *French Associations for Surgical Research. Annals of surgery*. 1998;227(2):179.
64. Mileski WJ, Joehl RJ, Rege RV, Nahrwold DL. Treatment of anastomotic leakage following low anterior colon resection. *Archives of Surgery*. 1988;123(8):968-71.
65. Pickleman J, Watson W, Cunningham J, Fisher SG, Gamelli R. The failed gastrointestinal anastomosis: an inevitable catastrophe? *Journal of the American College of Surgeons*. 1999;188(5):473-82.
66. Kingham TP, Pachter HL. Colonic anastomotic leak: risk factors, diagnosis, and treatment. *Journal of the American College of Surgeons*. 2009;208(2):269-78.
67. Bruce J, Krukowski ZH, Al-Khairy G, Russell EM, Park K. Systematic review of the definition and measurement of anastomotic leak after gastrointestinal surgery. *Journal of British Surgery*. 2001;88(9):1157-68.
68. Nesbakken A, Nygaard K, Lunde O. Outcome and late functional results after anastomotic leakage following mesorectal excision for rectal cancer. *Journal of British Surgery*. 2001;88(3):400-4.
69. Akyol A, McGregor J, Galloway D, Murray G, George W. Anastomotic leaks in colorectal cancer surgery: a risk factor for recurrence? *International journal of colorectal disease*. 1991;6(4):179-83.
70. Henne-Bruns D, Kramer K. Inzidenz, Risikofaktoren und Prävention der intestinalen Nahtinsuffizienz. *Zentralblatt für Chirurgie-Zeitschrift für Allgemeine, Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie*. 2013;138(03):301-6.
71. Reifferscheid M, Kupczyk D. *Pathogenese und Verhütung der Nahtinsuffizienz bei der tiefen kolorektalen Anastomose*. Rektumkarzinom, Springer, Heidelberg. 1983:91-4.
72. Soeters P, de Zoete J, Dejong C, Williams N, Baeten C. Colorectal surgery and anastomotic leakage. *Digestive surgery*. 2002;19(2):150.
73. Gestring M, Sanfey H, KA C. *Negative pressure wound therapy*. Up To Date. 2014.
74. Berger D, Burri C, Strobel G. *Schwerkraftdrainage—eine Alternative zur Saugdrainage in der Unfallchirurgie?* *Unfallchirurgie*. 1991;17(4):236-42.
75. Willy C, Sterk J, Gerngroß H, Schmidt R. *Drainagen in der Weichteilchirurgie*. *Der Chirurg*. 2003;74(2):108-14.
76. Robinson J, Brown A. A new closed drainage system. *The British journal of surgery*. 1980;67(4):299-300.
77. Schumpelick V, Siewert JR, Rothmund M. *Praxis der viszeralchirurgie: Gastroenterologische chirurgie*: Springer; 2006.

78. Schmidt J, Hasselbach A, Schnorr W, Baranek T, Letsch R. Die Wertigkeit von Wunddrainagen mit und ohne Sog. *Der Unfallchirurg*. 2005;108(11):979-86.
79. Kim J, Lee J, Hyung WJ, Cheong JH, Chen J, Choi SH, et al. Gastric cancer surgery without drains: a prospective randomized trial. *Journal of gastrointestinal surgery*. 2004;8(6):727-32.
80. Schein M. To drain or not to drain? The role of drainage in the contaminated and infected abdomen: an international and personal perspective. *World journal of surgery*. 2008;32(2):312-21.
81. Robert B, Yzet T, Regimbeau J. Radiologic drainage of post-operative collections and abscesses. *Journal of visceral surgery*. 2013;150(3):S11-S8.
82. Gervais DA, Ho CH, O'Neill MJ, Arellano RS, Hahn PF, Mueller PR. Recurrent abdominal and pelvic abscesses: incidence, results of repeated percutaneous drainage, and underlying causes in 956 drainages. *AJR American journal of roentgenology*. 2004;182(2):463-6. Epub 2004/01/23. doi: 10.2214/ajr.182.2.1820463. PubMed PMID: 14736682.
83. Baig MK, Zhao RH, Batista O, Uriburu J, Singh J, Weiss E, et al. Percutaneous postoperative intra-abdominal abscess drainage after elective colorectal surgery. *Techniques in Coloproctology*. 2002;6(3):159-64.
84. Men S, Akhan O, Köroğlu M. Percutaneous drainage of abdominal abscess. *European journal of radiology*. 2002;43(3):204-18. Epub 2002/09/03. doi: 10.1016/s0720-048x(02)00156-0. PubMed PMID: 12204403.
85. Haaga JR, Alfidi RJ. Precise biopsy localization by computed tomography. *Radiology*. 1976;118(3):603-7.
86. Begemann PG. Ct-guided interventions: indications, technique, and pitfalls. *CT-and MR-guided interventions in radiology*: Springer; 2013. p. 11-24.
87. Maher MM, Gervais DA, Kalra MK, Lucey B, Sahani DV, Arellano R, et al. The inaccessible or undrainable abscess: how to drain it. *Radiographics*. 2004;24(3):717-35.
88. Zhao N, Li Q, Cui J, Yang Z, Peng T. CT-guided special approaches of drainage for intraabdominal and pelvic abscesses: One single center's experience and review of literature. *Medicine*. 2018;97(42).
89. Akıncı D, Ergun O, Topel Ç, Çiftçi T, Akhan O. Pelvic abscess drainage: outcome with factors affecting the clinical success. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2018;24(3):146.
90. Kim YJ, Han JK, Lee JM, Kim SH, Lee KH, Park SH, et al. Percutaneous drainage of postoperative abdominal abscess with limited accessibility: preexisting surgical drains as alternative access route. *Radiology*. 2006;239(2):591-8.
91. Kassi F, Dohan A, Soyer P, Vicaut E, Boudiaf M, Valleur P, et al. Predictive factors for failure of percutaneous drainage of postoperative abscess after abdominal surgery. *The American Journal of Surgery*. 2014;207(6):915-21.
92. Bua-ngam C, Waeosak P, Wedsart B, Treesit T, Chansanti O, Panpikoon T, et al. Predicting Factors for Failure of Percutaneous Drainage of Postoperative Intra-Abdominal Collection. *Journal of the Medical Association of Thailand= Chotmaihet thangphaet*. 2017;100(1):111-8.
93. Akıncı D, Akhan O, Özmen MN, Karabulut N, Özkan O, Cil BE, et al. Percutaneous drainage of 300 intraperitoneal abscesses with long-term follow-up. *Cardiovascular and interventional radiology*. 2005;28(6):744-50. Epub 2005/08/11. doi: 10.1007/s00270-004-0281-4. PubMed PMID: 16091990.

94. Ballard DH, Mokkarala M, D'Agostino HB. Percutaneous drainage and management of fluid collections associated with necrotic or cystic tumors in the abdomen and pelvis. *Abdominal radiology (New York)*. 2019;44(4):1562-6. Epub 2018/12/07. doi: 10.1007/s00261-018-1854-z. PubMed PMID: 30506143; PubMed Central PMCID: PMC6440818.
95. Akıncı D, Ergun O, Topel Ç, Çiftçi T, Akhan O. Pelvic abscess drainage: outcome with factors affecting the clinical success. *Diagnostic and interventional radiology (Ankara, Turkey)*. 2018;24(3):146-52. Epub 2018/05/18. doi: 10.5152/dir.2018.16500. PubMed PMID: 29770767; PubMed Central PMCID: PMC5951203.
96. Winter KS, Greif V, Crispin A, Burgard C, Forbrig R, Liebig T, et al. CT-Guided Drainage of Fluid Collections Following Liver Resection: Technical and Clinical Outcome of 143 Patients during a 14-Year Period. *Diagnostics*. 2021;11(5):826.
97. Schwarz J, Strobl FF, Paprottka PM, D'Anastasi M, Spelsberg FW, Rentsch M, et al. CT Fluoroscopy-Guided Drain Placement to Treat Infected Gastric Leakage after Sleeve Gastrectomy: Technical and Clinical Outcome of 31 Procedures. *RoFo : Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen und der Nuklearmedizin*. 2020;192(2):163-70. Epub 2019/08/29. doi: 10.1055/a-0977-3496. PubMed PMID: 31461762.
98. Dariushnia SR, Mitchell JW, Chaudry G, Hogan MJ. Society of Interventional Radiology Quality Improvement Standards for Image-Guided Percutaneous Drainage and Aspiration of Abscesses and Fluid Collections. *Journal of vascular and interventional radiology : JVIR*. 2020;31(4):662-6.e4. Epub 2020/02/18. doi: 10.1016/j.jvir.2019.12.001. PubMed PMID: 32061521.
99. Association WM. World Medical Association Declaration of Helsinki. Ethical principles for medical research involving human subjects. *Bulletin of the World Health Organization*. 2001;79(4):373.
100. Wimmer B, Wenz W. CT-guided interventions. Present and future aspects. *Acta radiologica Supplementum*. 1991;377:46-9.
101. Daly B, Templeton PA. Real-time CT fluoroscopy: evolution of an interventional tool. *Radiology*. 1999;211(2):309-15.
102. Mahnken AH, Ricke J, Wilhelm KE. *CT-and MR-guided interventions in radiology*: Springer; 2009.
103. Carlson SK, Bender CE, Classic KL, Zink FE, Quam JP, Ward EM, et al. Benefits and safety of CT fluoroscopy in interventional radiologic procedures. *Radiology*. 2001;219(2):515-20.
104. Katada K, Kato R, Anno H, Ogura Y, Koga S, Ida Y, et al. Guidance with real-time CT fluoroscopy: early clinical experience. *Radiology*. 1996;200(3):851-6.
105. Katada K, Anno H, Takeshita G, Ogura Y, Koga S, Ida Y, et al. Development of real-time CT fluoroscopy. *Nihon Igaku Hoshasen Gakkai zasshi Nippon Acta Radiologica*. 1994;54(12):1172-4.
106. Silverman SG, Tuncali K, Adams DF, Nawfel RD, Zou KH, Judy PF. CT fluoroscopy-guided abdominal interventions: techniques, results, and radiation exposure. *Radiology*. 1999;212(3):673-81.
107. Kim GR, Hur J, Lee SM, Lee H-J, Hong YJ, Nam JE, et al. CT fluoroscopy-guided lung biopsy versus conventional CT-guided lung biopsy: a prospective controlled study to assess radiation doses and diagnostic performance. *European radiology*. 2011;21(2):232-9.
108. Chintapalli KN, Montgomery RS, Hatab M, Katabathina VS, Guiry K. Radiation dose management: part 1, minimizing radiation dose in CT-guided procedures. *American Journal of Roentgenology*. 2012;198(4):W347-W51.

109. Sarti M, Brehmer WP, Gay SB. Low-dose techniques in CT-guided interventions. *Radiographics*. 2012;32(4):1109-19.
110. Kloeckner R, dos Santos DP, Schneider J, Kara L, Dueber C, Pitton MB. Radiation exposure in CT-guided interventions. *European journal of radiology*. 2013;82(12):2253-7. Epub 2013/09/21. doi: 10.1016/j.ejrad.2013.08.035. PubMed PMID: 24050880.
111. Hart D. Patientensicherheit nach dem Patientenrechtegesetz. *Medizinrecht*. 2013;31(3):159-65.
112. ReSolve^(R) Non-locking Drainage Catheter: Merit Medical Systems; 2022 [10.03.2022]. Available from: <https://www.merit.com/peripheral-intervention/drainage/intervention/resolve-non-locking-drainage-catheters/>.
113. Schmidt T, Freyschmidt J. *Handbuch diagnostische Radiologie: Strahlenphysik, Strahlenbiologie, Strahlenschutz*: Springer-Verlag; 2013.
114. Deak PD, Smal Y, Kalender WA. Multisection CT protocols: sex- and age-specific conversion factors used to determine effective dose from dose-length product. *Radiology*. 2010;257(1):158-66. Epub 2010/09/21. doi: 10.1148/radiol.10100047. PubMed PMID: 20851940.
115. Wallace MJ, Chin KW, Fletcher TB, Bakal CW, Cardella JF, Grassi CJ, et al. Quality improvement guidelines for percutaneous drainage/aspiration of abscess and fluid collections. *Journal of vascular and interventional radiology : JVIR*. 2010;21(4):431-5. Epub 2010/03/30. doi: 10.1016/j.jvir.2009.12.398. PubMed PMID: 20346880.
116. Backhaus K, Erichson B, Weiber R. *Fortgeschrittene multivariate Analysemethoden: eine anwendungsorientierte Einführung*: Springer-Verlag; 2015.
117. McLean TR, Simmons K, Svensson LG. Management of postoperative intra-abdominal abscesses by routine percutaneous drainage. *Surgery, gynecology & obstetrics*. 1993;176(2):167-71.
118. Theisen J, Bartels H, Weiss W, Berger H, Stein HJ, Siewert JR. Current concepts of percutaneous abscess drainage in postoperative retention. *Journal of gastrointestinal surgery*. 2005;9(2):280-3.
119. Voros D, Gouliamos A, Kotoulas G, Kouloheri D, Saloum G, Kalovidouris A. Percutaneous drainage of intra-abdominal abscesses using large lumen tubes under computed tomographic control. *The European journal of surgery= Acta chirurgica*. 1996;162(11):895-8.
120. Röthlin MA, Schöb O, Klotz H, Candinas D, Largiadèr F. Percutaneous drainage of abdominal abscesses: are large-bore catheters necessary? *The European journal of surgery*. 1998;164(6):419-24.
121. Dattola A, Alberti A, Giannetto G, Di Marco D, Basile G. Echo-guided percutaneous drainage of abscesses and abdominal fluid collections. *Annali italiani di chirurgia*. 1999;70(2):161-7.
122. Jansen M, Truong S, Riesener K, Sparenberg P, Schumpelick V. Results of sonographically guided percutaneous catheter drainage of intra-abdominal abscesses in surgery. *Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin*. 1999;70(10):1168-71.
123. Kumar RR, Kim JT, Haukoos JS, Macias LH, Dixon MR, Stamos MJ, et al. Factors affecting the successful management of intra-abdominal abscesses with antibiotics and the need for percutaneous drainage. *Diseases of the colon and rectum*. 2006;49(2):183-9. Epub 2005/12/03. doi: 10.1007/s10350-005-0274-7. PubMed PMID: 16322960.

124. Laganà D, Carrafiello G, Mangini M, Ianniello A, Giorgianni A, Nicotera P, et al. Image-guided percutaneous treatment of abdominal-pelvic abscesses: a 5-year experience. *La radiologia medica*. 2008;113(7):999-1007.
125. Benoist S, Panis Y, Pannegeon V, Soyer P, Watrin T, Boudiaf M, et al. Can failure of percutaneous drainage of postoperative abdominal abscesses be predicted? *The American journal of surgery*. 2002;184(2):148-53.
126. Jaffe TA, Nelson RC. Image-guided percutaneous drainage: a review. *Abdominal Radiology*. 2016;41(4):629-36.
127. Betsch A, Wiskirchen J, Trübenbach J, Manncke KH, Belka C, Claussen CD, et al. CT-guided percutaneous drainage of intra-abdominal abscesses: APACHE III score stratification of 1-year results. *Acute Physiology, Age, Chronic Health Evaluation. European radiology*. 2002;12(12):2883-9. Epub 2002/11/20. doi: 10.1007/s00330-002-1398-y. PubMed PMID: 12439565.
128. Cinat ME, Wilson SE, Din AM. Determinants for successful percutaneous image-guided drainage of intra-abdominal abscess. *Archives of surgery (Chicago, Ill : 1960)*. 2002;137(7):845-9. Epub 2002/07/03. doi: 10.1001/archsurg.137.7.845. PubMed PMID: 12093344.
129. Kim D-K, Oh SY, Kwon H-C, Lee S, Kwon KA, Kim BG, et al. Clinical significances of preoperative serum interleukin-6 and C-reactive protein level in operable gastric cancer. *Bmc Cancer*. 2009;9(1):1-9.
130. Kurokawa Y, Yamashita K, Kawabata R, Fujita J, Imamura H, Takeno A, et al. Prognostic value of postoperative C-reactive protein elevation versus complication occurrence: a multicenter validation study. *Gastric Cancer*. 2020;23(5):937-43.
131. Mahmoud FA, Rivera NI. The role of C-reactive protein as a prognostic indicator in advanced cancer. *Current oncology reports*. 2002;4(3):250-5.
132. Nozoe T, Matsumata T, Kitamura M, Sugimachi K. Significance of preoperative elevation of serum C-reactive protein as an indicator for prognosis in colorectal cancer. *The American journal of surgery*. 1998;176(4):335-8.
133. Horn CB, Coleoglou Centeno AA, Guerra JJ, Mazuski JE, Bochicchio GV, Turnbull IR. Drain failure in intra-abdominal abscesses associated with appendicitis. *Surgical infections*. 2018;19(3):321-5.
134. Eckmann C, Kujath P, Schiedeck T, Shekarriz H, Bruch H-P. Anastomotic leakage following low anterior resection: results of a standardized diagnostic and therapeutic approach. *International journal of colorectal disease*. 2004;19(2):128-33.
135. Wittich GR, Goodacre BW, Casola G, D'Agostino HB. Percutaneous abscess drainage: update. *World journal of surgery*. 2001;25(3):362.
136. Weidenhagen R, Grützner U, Speisberg F, Merkle R. Entwicklung einer neuen Methode zur endoskopischen Therapie der Anastomoseninsuffizienz nach tiefer anteriorer Rektumresektion. *Digitale Revolution in der Chirurgie*: Springer; 2002. p. 862-3.

9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ätiologie und Risikofaktoren des kolorektalen Karzinoms. (nach [10])	12
Tabelle 2: Risiko der malignen Entartung eines Adenoms anhand diverser Parameter. (nach [19-23]).....	15
Tabelle 3: Lokalisation und Metastasierungswege des kolorektalen Karzinoms. (nach [33]).....	16
Tabelle 4: TNM-Klassifikation des kolorektalen Karzinoms. (nach [40]).....	18
Tabelle 5: Stadieneinteilung des kolorektalen Karzinoms der UICC. (nach [40])	19
Tabelle 6: Histopathologisches Grading des kolorektalen Karzinoms. (nach[3])	19
Tabelle 7: Stadiengerechte Therapieempfehlung des Kolonkarzinoms. (nach [33]).....	21
Tabelle 8: OP-Verfahren bei nicht-metastasiertem Kolonkarzinom abhängig von der Tumorlokalisation. (nach [33]).....	22
Tabelle 9: Stadiengerechte Therapieempfehlung des Rektumkarzinoms. (nach [33])	23
Tabelle 10: OP-Verfahren bei nicht-metastasiertem Rektumkarzinom abhängig von der Tumorlokalisation. (nach [33]).....	23
Tabelle 11: Am häufigsten isolierte Pathogene bei intraabdominellen Infektionen. (nach [56]).....	26
Tabelle 12: Vor- und Nachteile verschiedener bildgebender Verfahren. (nach [81]) ...	32
Tabelle 13: Anzahl der CT-gesteuerten Drainageanlagen im Abdomenbereich nach RIS-Schlüssel im Zeitraum 01.01.2005 bis 31.12.2020 am Klinikum der Universität München, Standort Großhadern.....	36
Tabelle 14: SIR Standards der Praxis-Kommission, Klassifikation von Komplikationen nach Outcome. (nach [115]).....	48
Tabelle 15: Baseline-Werte der in die Studie eingeschlossenen Patienten.....	59
Tabelle 16: Präoperative Vorbehandlung und operative Therapie der in die Arbeit eingeschlossenen Patienten.	61
Tabelle 17: Interventionscharakteristika der in die Arbeit eingeschlossenen Patienten.	64
Tabelle 18: Dosis-Längen-Produkt aller Interventionen und aufgeteilt auf die Interventionen der Jahre 2005 - 2012 und 2013 - 2020 in mGy*cm (Median (25%-Quartile / 75%-Quartile); [Anzahl n]).	68
Tabelle 19: Mann-Whitney-U-Test der Strahlenbelastung in DLP in den Zeitintervallen der Jahre von 2005 - 2012 und 2013 - 2020 für die gesamten Interventionen und Abschnitte der Interventionen.....	70

Tabelle 20: Zeitintervall in Tagen, bis erhöhte Werte sich normalisierten [Quartile].	72
Tabelle 21: Parameter der GLMM, welche in Abbildung 21 verwendet wurden.	73
Tabelle 22: Klinischer Erfolg anhand des CRP-Verlaufs, unterschieden in infizierte und nicht-infizierte Verhalte.....	74
Tabelle 23: Klinischer Erfolg anhand des Leukozyten-Verlaufs, unterschieden in infizierte und nicht-infizierte Verhalte.....	75
Tabelle 24: Klinischer Erfolg Anhand des Interleukin 6-Verlaufs, unterschieden in infizierte und nicht-infizierte Verhalte.....	75
Tabelle 25: Exakte Zeitdauer in Tagen, bis erhöhte Werte sich normalisierten [Quartile].	76
Tabelle 26: Parameter der GLMM, welche in Abbildung 22 verwendet wurden.	77
Tabelle 27: Exakte Zeitdauer in Tagen, bis erhöhte Werte sich normalisierten [Quartile].	78
Tabelle 28: Parameter der GLMM, welche in Abbildung 23 verwendet wurden.	79
Tabelle 29: Klinischer Erfolg der in dieser Arbeit untersuchten Patienten nach Kollektiv und Entzündungsparametern.....	80
Tabelle 30: In die Gleichung des Regressionsmodell aufgenommene Variable.....	82
Tabelle 31: Nicht in die Gleichung des Regressionsmodells aufgenommene Variablen.	82
Tabelle 32: Anzahl und Charakteristika der Patienten mit Drainagenanlage nach Anastomosen- oder Hartmanninsuffizienzen.....	84
Tabelle 33: Therapieerfolg und Verlauf von Patienten mit Anastomoseninsuffizienzen im Bereich des Rektums.	85
Tabelle 34: Mikrobiologische Ergebnisse der Patienten im Studienkollektiv.	87
Tabelle 35: Auswertung der mikrobiologischen Ergebnisse nach Art des operativen Eingriffs.....	88
Tabelle 36: Korrelation der mikrobiologischen Ergebnisse mit den Eingriffen im Chi-Quadrat-Test.	88
Tabelle 37: Korrelation der mikrobiologischen Ergebnisse mit den Eingriffen im Phi / Cramer-V Test als auch mit Kontingenzkoeffizient.	89
Tabelle 38: Patientenanzahl, Erfolgsrate und Komplikationen bei perkutanen abdominalen Drainagenanlagen verschiedener Autoren. (nach [118]).....	91
Tabelle 39: Gesamt und interventionelles DLP dieser Arbeit im Vergleich zu Kloeckner et al. [110].	93
Tabelle 40: Detaillierte mikrobiologische Ergebnisse der einzelnen in diese Arbeit eingeschlossenen Patienten mit Darstellung der Klassifizierung in „regulärer Verlauf“ bzw. Anastomoseninsuffizienz.....	113

10. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prozentualer Anteil der häufigsten Tumorlokalisationen an allen Krebserkrankungen in Deutschland 2018. (entnommen aus [1]).....	10
Abbildung 2: Altersspezifische Neuerkrankungsraten nach Geschlecht in Deutschland 2017–2018. (entnommen aus [1]).....	11
Abbildung 3: Prozentualer Anteil der häufigsten Tumorlokalisationen an allen Krebssterbefällen in Deutschland 2018. (entnommen aus [1])	11
Abbildung 4: Absolute und relative Überlebensraten bis 10 Jahre nach Erstdiagnose, nach Geschlecht, Deutschland 2017-2018. (entnommen aus [1])	24
Abbildung 5: Relatives 5-Jahres-Überleben nach UICC-Stadium und Geschlecht, Deutschland 2016-2018. (entnommen aus [1])	24
Abbildung 6: Diagnostischer und therapeutischer Algorithmus zur Diagnostik und Therapie bei Verdacht auf Anastomosensuffizienz im unteren Gastrointestinaltrakt. (nach [59]) i.v. = intravenöse, protekt. = protektives.....	30
Abbildung 7: Flussdiagramm des Patienten-Auswahlprozesses. (n: Anzahl der Patienten; d: Tage; Intervent.: Intervention)	37
Abbildung 8: Siemens SOMATOM Definition AS+/ Siemens SOMATOM Definition Edge, 70-120 kV, Erlangen, Deutschland.	39
Abbildung 9: Beispiel eines multifunktionalen Bedienelements (iControl®) für eine CT-Steuerung. (Siemens, Erlangen, Deutschland).....	39
Abbildung 10: CT-Bild einer transretroperitonealen Biopsie über paravertebralen Zugang von dorsal bei Verdacht auf Pankreaskarzinom. A: Planungs-CT in der iSpiral-Einstellung. B: Intervention mit sichtbarer Biopsie-Nadel in der iFluoro-Einstellung.	41
Abbildung 11: CT-Bild einer transhepatischen Lymphknotenbiopsie in der Leberpforte in iSequence-Einstellung. Deutlich bessere Auflösung des Bildes im Verlauf der Intervention (vgl. Vorschub der Nadel zwischen Bild A und B) im Vergleich zur Darstellung in der iFluoro-Einstellung in Abbildung 10B.	41
Abbildung 12: Beispiel einer CT-fluoroskopischen Drainagenanlage. Der Patient liegt im CT, der Bereich der späteren Drainagenanlage ist bereits steril abgedeckt (grüne Tücher). Im Hintergrund sieht man die „In Room-Monitore“, auf welchen die Bilder des Planungs-CTs (links) sowie die geplante Route der Drainagenanlage (rechts) zu sehen sind.....	42
Abbildung 13: Beispiel einer Drainage für die Trokarteknik (ReSolve® NL, Firma Merit) in einer schematischen Abbildung und als Fotografie. A: Drainagekatheter mit hydrophiler Beschichtung. B: Starre Hohnadel aus Metall. C: Zentraler Mandrin. (entnommen aus [112])	44

Abbildung 14: A: Beispiel einer Seldingernadel (Peter Pflugbeil GmbH, Deutschland). B: Führungsdrähte mit gerader oder J-Konfiguration an der Spitze für die Seldingertechnik. (entnommen aus [113])	45
Abbildung 15: Drainageanlage in der Seldingertechnik. 1) Zunächst wird über die CT-Kontrolle der Zugangsweg markiert (s. auch rotes Fadenkreuz) und der Verhalt mit der Seldingernadel punktiert. 2) Über die Seldingernadel wird der Führungsdraht bis in die Verhaltformation vorgeschoben. 3) Die Seldingernadel wird entfernt, der Führungsdraht verbleibt in situ. 4) Über den Führungsdraht wird die Drainage vorgeschoben. 5) Die Drainage ist in der Verhaltformation platziert, der Führungsdraht wird entfernt. Nun wird die Drainage noch mit einer Naht auf Hautniveau fixiert (in der Abbildung nicht gezeigt).	46
Abbildung 16: Histogramm des Patientenalters.	57
Abbildung 17: Q-Q-Diagramm des Alters [Jahren].....	58
Abbildung 18: Anzahl der CT-gesteuerten Drainagen im Abdomenbereich im Zeitraum 01.01.2005 bis 31.12.2020 am Klinikum der Universität München, Standort Großhadern sowie davon in diese Arbeit eingeschlossene Drainageanlagen nach Jahren gegliedert.....	63
Abbildung 19: Technischer Erfolg der CT-gesteuerten Drainageanlagen.	66
Abbildung 20: Boxplots der Mediane der Strahlendosis in den Zeitintervallen 2005 - 2012 und 2013 - 2020 für die gesamten Interventionen und Abschnitte der Interventionen.	69
Abbildung 21: Entwicklung der Laborparameter innerhalb von 30 Tagen nach der Intervention im gesamten Kollektiv.....	71
Abbildung 22: Entwicklung des CRP und der Leukozyten innerhalb von 30 Tagen nach der Intervention bei Patienten mit „regulärem Verlauf“.....	76
Abbildung 23: Entwicklung des CRP und der Leukozyten innerhalb von 30 Tagen nach der Intervention bei Patienten mit Anastomoseninsuffizienz.	78

11. Anhang A: Ethikvotum



Ethikkommission · Pettenkofenstr. 8 · 80336 München

Prof. Dr. med. Christoph Trumm
 Institut für Neuroradiologie
 LMU München
 Marchioninstr. 15
 81377 München

Vorsitzender:
 Prof. Dr. R. M. Huber
 Telefon+49 (0)89 440055191
 Telefax+49 (0)89 440055192
 Ethikkommission@
 med.uni-muenchen.de
www.ethikkommission.med.uni-muenchen.de

Anschrift:
 Pettenkofenstr. 8a
 D-80336 München

Ansprechpartner:
 Dr. Monika Balzer-Geldsetzer

Telefon: 089-4400 55190
 E-Mail:
 monika.balzergeldsetzer@
 med.uni-muenchen.de
 18.02.2022/AS/mbg

Projekt Nr: **22-0030** (bitte bei Schriftwechsel angeben)

Beratung nach Fakultätsrecht und § 15 Berufsordnung für Ärzte in Bayern

Studientitel: CT-Fluoroskopie gesteuerte perkutane Drainagenanlage bei postoperativen intraabdominellen Flüssigkeitsverhalten nach kolorektaler Tumorchirurgie: Technisches Outcome, Komplikationen und klinische Ergebnisse.
 Antragsteller: Prof. Dr. med. Christoph Trumm, Institut für Neuroradiologie, LMU München, Marchioninstr. 15 81377 München,
 Untersucher: Dr. med. Christoph Trumm, Klinikum der Universität München, Institut für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Marchioninstr. 15, 81377 München

Sehr geehrter Herr Prof. Dr. Trumm,

der Antrag zur o.g. Studie wurde auf der Basis der vorgelegten Unterlagen und Informationen entsprechend § 15 der Berufsordnung und des Fakultätsrechts beraten.

Die Ethikkommission (EK) erhebt keine Einwände gegen die Durchführung der Studie.

Das Votum ist gültig bis zum 17.02.2027 (5 Jahre).

Sofem das Votum über diesen Zeitraum der Gültigkeit des Zertifikats hinaus benötigt wird, bitten wir, der EK unaufgefordert ein gültiges Zertifikat einschließlich eines Antrags auf Verlängerung des Votums mindestens 3 Monate vor Gültigkeitsende des Zertifikats vorzulegen.

Allgemeine Hinweise:

- Änderungen im Verlauf der Studie sind der EK zur erneuten Prüfung vorzulegen.

Mitglieder der Kommission:
 Prof. Dr. R. M. Huber (Vorsitzender), Prof. Dr. W. Eisenmenger (stellv. Vorsitzender), Prof. Dr. C. Wendtner (stellv. Vorsitzender), Prof. Dr. H. Angstwurm, Dr. G. Atzeni, Prof. Dr. S. Böck, J. Eckert, Prof. Dr. B. Emmerich, Prof. Dr. S. Endres, Prof. Dr. R. Fischer, Prof. Dr. R. Gärtner, Prof. Dr. O. Genzel-Boroviczény, Prof. Dr. K. Hahn, Prof. Dr. N. Harbeck, Dr. B. Henrikus, Prof. Dr. C. Heumann, Prof. Dr. R. Hohlfeld, Prof. Dr. A. Holstege, Prof. Dr. V. Klaus, Dr. F. Kohlmayer, Dr. K. Köhlmeier, Prof. Dr. J. Lindner, Prof. Dr. S. Lorenzl, Prof. Dr. U. Mansmann, Prof. Dr. G. Märckmann, Dr. V. Mönch, Prof. Dr. H. Mudra, Prof. Dr. R. Penning, Prof. Dr. J. Peters, Prof. Dr. K. Pfeifer, Dr. R. Ratzel, Prof. Dr. H. Schardey, Prof. Dr. M. Schmauss, Prof. Dr. U. Schroth, Prof. Dr. O. Steinlein, PD Dr. G. Stüben, Dr. B. Vogl, Prof. Dr. H. Waldner, PD Dr. U. Wandl, Prof. Dr. M. Wörzle, Dr. A. Yassouridis, Dr. C. Zach

- Schwerwiegende unerwartete studienabhängige Ereignisse sind der EK mitzuteilen (trifft nur für interventionelle Projekte zu).
- Das Ende der Studie ist anzuzeigen und das Ergebnis vorzulegen.
- Die ärztliche und juristische Verantwortung bei der Durchführung der Studie verbleibt uneingeschränkt bei Ihnen und Ihren Mitarbeitern.
- Bitte berücksichtigen Sie, dass diese Bewertung die ggf. erforderliche Konsultation des behördlichen Datenschutzbeauftragten nach Art. 30 DSGVO nicht ersetzt und ein Eintrag in das Verfahrensverzeichnis der Klinik/des Instituts zu erfolgen hat.
- Die Ethikkommission erklärt, dass an der Bewertung des vorliegenden Antrags niemand beteiligt war, der gemäß Bayerischem Verwaltungsverfahrensgesetz (BayVwVfG) Art. 20 als befangen anzusehen ist.

Die Ethikkommission wünscht Ihnen für Ihr Vorhaben viel Erfolg.

Mit freundlichen Grüßen



Prof. Dr. R. M. Huber

Vorsitzender der Ethikkommission

12. Anhang B: Detaillierte mikrobiologische Ergebnisse

Tabelle 40: Detaillierte mikrobiologische Ergebnisse der einzelnen in diese Arbeit eingeschlossenen Patienten mit Darstellung der Klassifizierung in „regulärer Verlauf“ bzw. Anastomoseninsuffizienz.

Pat.-ID	Kohorte	Tumor	Mikrobiologische Ergebnisse
3		Caecumkarzinom	Clostridium perfringens
4	Regulärer Verlauf	Rektumkarzinom	Klebsiella pneumoniae, E. coli, Enterococcus faecium
5	Regulärer Verlauf / Anastomoseninsuffizienz	Rektumkarzinom	E. coli, Enterococcus faecium
6	Regulärer Verlauf / Anastomoseninsuffizienz	Rektumkarzinom	E. coli (3-MRGN)
7	Anastomoseninsuffizienz	Sigmakarzinom	E. coli, Enterococcus faecium
11	Anastomoseninsuffizienz	Rektumkarzinom	E. coli, Klebsiella pneumoniae, Enterobacter cloacae Komplex, Proteus mirabilis
12	Regulärer Verlauf	Kolonkarzinom	Enterobacter cloacae Komplex
14		Rektumkarzinom	E. coli, Enterococcus faecium
15		Neuroendokriner Tumor Ileum	E. coli, Lactobacillus gasseri, Lactobacillus salivarius, Klebsiella pneumoniae
16	Regulärer Verlauf	Rektumkarzinom	Staphylococcus hominis

17	<i>Regulärer Verlauf</i>	Rektumkarzinom	Enterococcus faecium
18		Caecumkarzinom	E. coli (3-MRGN)
19	<i>Regulärer Verlauf / Anastomoseninsuffizienz</i>	Rektumkarzinom	E. coli, Enterococcus avium, Klebsiella oxytoca, Bacteroides thetaiotaomicron, Parabacteroides distasonis
20	<i>Regulärer Verlauf</i>	Rektumkarzinom	E. coli
21	<i>Anastomoseninsuffizienz</i>	Rektumkarzinom	Enterococcus faecium, Enterobacter cloacae Komplex, Citrobacter freundii, Candida albicans, Clostridium perfringens
22		Rektumkarzinom	E. coli
24		GIST Rektum	Enterococcus faecalis, Lactobacillus rhamnosus, Candida albicans
25	<i>Anastomoseninsuffizienz</i>	Rektumkarzinom	Bacteroides fragilis, Proteus mirabilis
26	<i>Regulärer Verlauf / Anastomoseninsuffizienz</i>	Rektumkarzinom	E. coli, Enterococcus faecium
28	<i>Regulärer Verlauf / Anastomoseninsuffizienz</i>	Rektumkarzinom	Morganella morganii
29	<i>Anastomoseninsuffizienz</i>	Sigmakarzinom	E. coli, Enterococcus faecalis, Pseudomonas aeruginosa, Parvimonas micra, Bacteroides fragilis
31	<i>Anastomoseninsuffizienz</i>	Rektumkarzinom	E. coli, Enterococcus gallinarum, Enterococcus faecium, Clostridium hathewayi
32		Rektumkarzinom	Streptococcus anginosus, Providencia rettgeri
33	<i>Regulärer Verlauf</i>	Rektumkarzinom	E. coli, Enterococcus gallinarum, Enterococcus avium
34	<i>Regulärer Verlauf /</i>	Rektumkarzinom	E. coli, Proteus vulgaris

	<i>Anastomoseninsuffizienz</i>		
35	<i>Anastomoseninsuffizienz</i>	Rektumkarzinom	Enterococcus faecium, Enterobacter cloacae, Candida albicans
36	<i>Regulärer Verlauf</i>	Rektumkarzinom	E. coli, Morganella morganii
38	<i>Anastomoseninsuffizienz</i>	Rektumkarzinom	Clostridium ramosum
39		Rektumkarzinom	Peptostreptococcus species
40		Caecumkarzinom	E. Coli (3-MRGN)
42	<i>Anastomoseninsuffizienz</i>	Rektumkarzinom	Enterococcus faecium
43	<i>Anastomoseninsuffizienz</i>	Rektumkarzinom	Actinomyces turicensis
44	<i>Regulärer Verlauf</i>	Caecumkarzinom	Koagulase negative Staphylokokken, Clostridium ramosum, Clostridium clostridiforme, Bacteroides vulgatus
46	<i>Anastomoseninsuffizienz</i>	Rektumkarzinom	E. coli, Enterococcus faecalis, Klebsiella variicola
47	<i>Regulärer Verlauf / Anastomoseninsuffizienz</i>	Rektumkarzinom	Porphyromonas species
48	<i>Regulärer Verlauf / Anastomoseninsuffizienz</i>	Rektumkarzinom	Arcanobacterium bernardiae
49		Rektumkarzinom	Enterococcus faecalis
50		Rektumkarzinom	vergrünende Streptokokken, Streptococcus agalactiae
52	<i>Regulärer Verlauf</i>	Rektumkarzinom	E. coli, Enterococcen
53	<i>Anastomoseninsuffizienz</i>	Rektumkarzinom	Enterococcen

55	<i>Regulärer Verlauf / Anastomoseninsuffizienz</i>	Rektumkarzinom	E. coli, Enterococcus faecalis
56	<i>Regulärer Verlauf / Anastomoseninsuffizienz</i>	Rektumkarzinom	Enterococcen
57	<i>Anastomoseninsuffizienz</i>	Rektumkarzinom	E. coli Enterococcus faecalis
60	<i>Regulärer Verlauf / Anastomoseninsuffizienz</i>	Rektumkarzinom	E. coli, Enterococcus faecalis, Enterococcus faecium, Pseudomonas aeruginosa
61	<i>Anastomoseninsuffizienz</i>	Rektumkarzinom	Citrobacter koseri, Enterobacter cloacae

13. Publikationsliste

Trumm, C.*, Hackner, D.*, et. al. (2022). „Low-Milliampere CT Fluoroscopy-Guided Percutaneous Drainage Placement after Pancreatic Surgery: Technical and Clinical Outcome in 133 Consecutive Patients during a 14-Year Period.” Diagnostics.

* These authors contributed equally to this work.

Hackner, D., et al. (2022). “Impact of Patient Age on Postoperative Short-Term and Long-Term Outcome after Pancreatic Resection of Pancreatic Ductal Adenocarcinoma.” Cancers.

COVIDSurg Collaborative (2022). “SARS-CoV-2 infection and venous thromboembolism after surgery: an international prospective cohort study.” Anaesthesia.

COVIDSurg Collaborative (2021). “Timing of surgery following SARS-CoV-2 infection: an international prospective cohort study.” Anaesthesia.

COVIDSurg Collaborative (2021). “Effects of pre-operative isolation on postoperative pulmonary complications after elective surgery: an international prospective cohort study.” Anaesthesia.

COVIDSurg Collaborative (2021). SARS-CoV-2 vaccination modelling for safe surgery to save lives: data from an international prospective cohort study. British Journal of Surgery.

Hackner, D., et al. (2021). “Acute Paraplegia – a Paralysis without Trauma? The Anterior Spinal Artery Syndrome, a Case Report.” Der Notarzt.

Hackner, D., et al. (2020, verschoben auf 2021 wegen der COVID-Pandemie). “Evaluation of different approaches for atrial septal defect closure.” Poster Präsentation: 54. Annual Meeting for European Pediatric and Congenital Cardiology (AEPC), Göteborg, Schweden.

Hackner, D., et al. (2020). “Evaluation of different approaches for atrial septal defect closure.” Vortrag: 52. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie (DGPK) und 49. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG), Wiesbaden, Germany.

Wussler, D., et al. (2019). "Evaluation of a light activated and elastomeric sealant for vascular surgery." Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery.

Almeida, T., et al.* (2019). "The efficacy of Duloxetine and exercise compared to exercise alone in patients with knee osteoarthritis: a 12 week, randomized, double-blinded, parallel trial." Principles and Practice of Clinical Research.

* All authors contributed equally.

14. Danksagung

Von ganzem Herzen danke ich meinem Doktorvater, **Prof. Dr. med. Christoph Trumm, MHBA**, für die Überlassung des Themas sowie die zu jederzeit hervorragende Betreuung. Vielen Dank für die Geduld bei der Beantwortung vieler WhatsApp zu jeder Tages- und Nachtzeit, die auch vor Wochenenden keinen Halt machten. Vielen Dank für das entgegengebrachte Vertrauen und die konstruktive Kritik sowie Verbesserungen, die mich auf meinem wissenschaftlichen Weg wesentlich weitergebracht haben und somit nicht nur Einfluss in dieser Arbeit gefunden haben.

Größter Dank gilt auch **PD Dr. Dr. med. Robert Stahl**, ohne welchen diese Arbeit heute so sicher nicht vorliegen würde. Deine Ratschläge und Anmerkungen waren immer Gold wert. Danke für die Motivation in schwierigen Momenten, gepaart mit deiner äußerst sympathischen Art war es eine Freude, mit Dir zusammen zu arbeiten.

Größte Anerkennung gebührt auch **PD Dr. med. Maximilian Brunner, M.Sc.** für die Überprüfung des Manuskripts und den wertvollen Input– nicht nur in dieser Arbeit.

Dank gilt auch **Dr. med. Giovanna Negrao de Figueiredo Miller, M.Sc.**, für Ihre Unterstützung sowie Betreuung und nicht zuletzt, weil ohne sie ich Christoph vermutlich nie kennen gelernt hätte.

Für Ihre Unterstützung bei der statistischen Analyse dieser Arbeit danke ich Frau **Prof. Dr. Eva Hoster**. Herzlichen Dank für die immer guten Erklärungen und prompten Antworten auf meine vielfältigen Fragen.

Herrn **Univ.-Prof. Dr. med. Jens Ricke**, Direktor der Klinik und Poliklinik für Radiologie am Klinikum der Universität München, danke ich für die Möglichkeit die Arbeit an diesem Institut durchführen zu können.

Neben diesen aktiv an der Arbeit beteiligten Personen gilt – wie so oft bei großen Projekten – mein besonderer Dank den vielen Personen im Hintergrund ohne welche diese Arbeit so nicht möglich gewesen wäre. Insbesondere **meiner Familie** möchte ich für das Verständnis und die stete sowie gewisse Unterstützung nicht nur bei dieser Arbeit aus tiefstem Herzen danken.

15. Affidavit



Eidesstattliche Versicherung

__Hackner, Danilo Julian_____

Name, Vorname

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

„CT-Fluoroskopie gesteuerte perkutane Drainagenanlage bei postoperativen intraabdominellen und pelvinen Flüssigkeitsverhalten nach kolorektaler Tumor Chirurgie: Technisches Outcome, Komplikationen und klinische Ergebnisse von 61 konsekutiven Eingriffen.“

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.

München, den 14.10.2022

__Danilo Hackner_____

Ort, Datum

Unterschrift Doktorandin bzw. Doktorand



LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

Promotionsbüro
Medizinische Fakultät



Erklärung zur Übereinstimmung der gebundenen Ausgabe der Dissertation mit der elektronischen Fassung

Hackner, Danilo Julian

Name, Vorname

Straße, Hausnummer

PLZ, Ort

Hiermit erkläre ich, dass die elektronische Version der eingereichten Dissertation mit dem Titel

CT-Fluoroskopie gesteuerte perkutane Drainagenanlage bei postoperativen intraabdominellen Flüssigkeitsverhalten nach kolorektaler Tumorchirurgie: Technisches Outcome, Komplikationen und klinische Ergebnisse von 61 konsekutiven Eingriffen

in Inhalt und Formatierung mit den gedruckten und gebundenen Exemplaren übereinstimmt.

München, den 14.10.2022

Ort, Datum

Danilo Hackner

Unterschrift Doktorandin bzw. Doktorand