

**Aus der Klinik und Poliklinik für Allgemein-, Viszeral-, Transplantations-,  
Gefäß- und Kinderchirurgie  
der Universität Würzburg**

**Direktor: Professor Dr. med. Christoph-Thomas Germer**

**Auswirkung von Epiduralkatheter und suprapubischer Harnableitung in  
Bezug auf die Inzidenz von Katheter-assoziierten Harnwegsinfektionen  
nach abdominalchirurgischen Eingriffen**

Eine Multicenter-Umfrage und  
eine deskriptive, retrospektive Singlecenter-Studie  
im Fachbereich Viszeralchirurgie

**Inauguraldissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde der  
Medizinischen Fakultät**

**der**

**Julius-Maximilians-Universität Würzburg**

**vorgelegt von**

**Barbara Eiken**

**aus Lathen (Emsland)**

**Würzburg, Juli 2020**

**Referent:** PD Dr. med. Armin Wiegering

**Koreferentin:** Prof. Dr. med. Hubert Kübler

Prof. Dr. med. Ingo Klein

**Dekan:** Prof. Dr. Matthias Frosch

**Tag der mündlichen Prüfung:** 13.07.2020

**Die Promovendin ist Ärztin**

# Inhalt

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
1.1	Definition und Pathophysiologie des Schmerzes	1
1.2	Postoperative Analgesie in der Viszeralchirurgie	1
1.2.1	Chirurgische Stressantwort und Fast Track Chirurgie	3
1.2.2	Akutschmerzdienst und Schmerzmessung	8
1.3	Epiduralanästhesie	10
1.3.1	Anatomie und Definition	10
1.3.2	Intraoperative und postoperative Anwendung	11
1.3.3	Nutzen, Risiken und Komplikationen	13
1.3.4	Alternativen zur postoperativen Epiduralanästhesie	15
1.4	Harnableitung und Blasendrainage	19
1.4.1	Geschichte der Harnableitung	19
1.4.2	Physiologie der Harnableitung	19
1.4.3	Klinischer und operativer Bezug in der Chirurgie	20
1.5	Harnwegsinfektionen	24
1.5.1	Definition und Epidemiologie	24
1.5.2	Ätiologie und Pathogenese	24
1.5.3	Klinische Charakteristika und Diagnose	25
1.5.4	Katheter-assoziierte Harnwegsinfektionen	27
1.6	Zielsetzung der Arbeit	29
<b>2</b>	<b>MATERIAL UND METHODEN</b>	<b>31</b>
2.1	Deutschlandweite Umfrage	31
2.2	Retrospektive Studie	32
2.3	Statistische Methoden	36
<b>3</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>37</b>
3.1	Ergebnisse der Fragebögen	37

<b>3.2</b>	<b>Ergebnisse der Retrospektiven Studie</b> .....	<b>39</b>
3.2.1	Studiendesign des Gesamtkollektivs .....	39
3.2.2	Patientencharakteristika des Gesamtkollektivs .....	40
3.2.3	Katheter-Liegedauer des Gesamtkollektivs .....	46
3.2.4	Zeitpunkt der Entfernung suprapubischer Katheter und Epiduralkatheter .....	52
3.2.5	Entwicklung von Harnwegsinfektionen im Gesamtkollektiv .....	53
3.2.6	Vorkommen von HWI in Bezug auf die Katheterentfernung .....	58
<b>4</b>	<b>DISKUSSION</b> .....	<b>61</b>
4.1	Methodik .....	61
4.2	Deutschlandweite Umfrage .....	63
4.3	Retrospektive Studie .....	64
4.3.1	Risiken und Morbidität .....	64
4.3.2	Liegedauer suprapubischer Katheter und Epiduralkatheter .....	66
4.3.3	Entwicklung von Harnwegsinfektionen .....	67
<b>5</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>72</b>
<b>6</b>	<b>AUSBLICK</b> .....	<b>74</b>
<b>7</b>	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>75</b>
<b>8</b>	<b>ANHANG</b> .....	<b>77</b>
<b>9</b>	<b>ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>86</b>
<b>10</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>89</b>

# **1 Einleitung**

## **1.1 Definition und Pathophysiologie des Schmerzes**

Die Weltorganisation International Association for the Study of Pain (IASP) definiert den postoperativen Schmerz als „ein unangenehmes Sinnes- und Gefühlserlebnis, dass mit aktueller und potenzieller Gewebsschädigung verknüpft ist oder mit Begriffen einer solchen Schädigung beschrieben wird“ (Schiltenswolf et al. 2006). Der akute Schmerz ist ein komplexes, subjektives Warnsystem und hat eine physiologisch sinnvolle, lebenswichtige Schutzfunktion. Schon Homer beschrieb den Schmerz in der Ilias als „bellenden Wachhund der Gesundheit“. Auch der postoperative Schmerz ist eine Art des akuten Schmerzes, der mit unangenehmen Sinneseindrücken vergesellschaftet ist.

Durch die Gewebsschädigung beginnen komplexe neurohumorale Kaskaden, die aus spezifischen Wechselwirkungen zwischen verletztem Gewebe und dem Nervensystem des Gesamtorganismus resultieren. Das somatische und sympathische Nervensystem interagieren mit dem Gehirn, wodurch Reize peripherer Nozizeptoren in der Großhirnrinde abgebildet werden (Kehlet 1997; Rigg et al. 2002). Zytokine und neuroendokrine Hormone werden freigesetzt, wodurch erhöhter Sauerstoffverbrauch und katabole Stoffwechsellage entsteht und bis zu Organdysfunktionen führen kann (Liu et al. 1995).

## **1.2 Postoperative Analgesie in der Viszeralchirurgie**

In Deutschland werden jährlich circa 16 Millionen Operationen durchgeführt, wobei es sich bei 2,5 Millionen um allgemein- und viszeralchirurgische Eingriffe handelt (Bundesamt 2016). Das ERAS-Konzept (enhanced recovery after surgery) aus den frühen 1990ern verfolgte das Ziel das postoperative Management nach elektiven abdominalchirurgischen Operationen mit Hilfe eines interdisziplinären Teams zu verbessern und somit die

Krankenhausaufenthaltsdauer zu verkürzen (Hoffmann und Kettelhack 2012). Ein Schlüsselfaktor des Konzepts ist die Optimierung der postoperativen Analgesie (Hoffmann und Kettelhack 2012; Hughes et al. 2014).

Dank spezieller anästhesiologischer Verfahren wie der Epiduralanästhesie kann dem Schmerz heutzutage postoperativ vorgebeugt werden, indem die Weiterleitung von Schmerzimpulsen aus der Peripherie an das zentrale Nervensystem unterbrochen wird. Infolgedessen werden die Patienten frühzeitig entlassen, sodass sich Klinikaufenthalte verkürzen und zusätzliche Kosten eingespart werden können. Derzeit gibt es zwar viele multimodale Ansätze, doch die Studienergebnisse sind nur bedingt zufriedenstellend, sodass die postoperative Schmerztherapie nach wie vor eine große medizinische Herausforderung ist (Rawal 2016). Unter anderem werden Akutschmerzdienste zwar gut zur Verbesserung der Schmerzbewältigung angenommen, die Umsetzung scheint jedoch schwierig (Rawal 2016).

Der Berufsverband der deutschen Anästhesisten (BDA) und der Berufsverband der deutschen Chirurgen (BDC) veröffentlichte 1993 eine Vereinbarung zur Organisation der postoperativen Schmerztherapie, in denen sich erhebliche Defizite zeigten. Im Endeffekt kann demnach durch mangelhafte postoperative Analgesie der Genesungsprozess von unzureichend behandelten Schmerzpatienten verzögert werden, was zu subjektiver Unzufriedenheit und erhöhten Kosten führt. Außerdem machen Patienten die Qualität von eigener Zufriedenheit und eigenem Wohlbefinden abhängig von suffizienter postoperativer Analgesie. Nicht nur das Profil der Institution steigert sich somit in der Öffentlichkeit, es kommt bei den Patienten auch in Bezug auf die Wahl des Krankenhauses zum Wettbewerbsvorteil (Simanski et al. 2006). Um diese Patientenzufriedenheit und die Optimierung der postoperativen Schmerztherapie sicherzustellen, werden Patienten am Universitätsklinikum Würzburg intraoperativ mit einem Epiduralkatheter versorgt, der, solange keine Komplikationen auftreten, erst nach fünf Tagen entfernt wird. Voraussetzung dieses Verfahrens ist neben der interdisziplinären Kooperation und Organisation des Fachpersonals, die Schulung der Pflege sowie die regelmäßige Überprüfung des Therapieerfolgs (Angster und Hainsch-Müller 2005).

### **1.2.1 Chirurgische Stressantwort und Fast Track Chirurgie**

Der Körper reagiert mit komplexen neurohumoralen, endokrinen und metabolischen Veränderungen auf Gewebsschädigungen chirurgischer Operationen (Kehlet 1997). Die Freisetzung von inflammatorischen Mediatoren erhöht den Sauerstoffverbrauch und eine katabole Stoffwechsellage entsteht, was bis zum „Systemic Inflammatory Response Syndrome“ (SIRS) mit Thrombusbildung, Myokardbelastung und Verlust von Muskelgewebe führen kann. Steigende Kortisolspiegel inhibieren das Immunsystem und die Darmmotilität wird durch sympathoadrenerge Aktivierung mit Folgen wie Übelkeit, Erbrechen und Ileus reduziert (Liu et al. 1995). Diese speziellen Wechselwirkungen zwischen dem somatischen und sympathischen Nervensystem bei chirurgischen Stressreaktionen hängen mit der Größe des Traumas zusammen und tragen dadurch zur postoperativen Morbidität bei (Kehlet 1997).

Schmerzen nach operativen Eingriffen verstärken die Stressantwort des Organismus erheblich. Die genaue Physiologie der chirurgischen Stressantwort wird in Abbildung 1 dargestellt. Neben Folgeerkrankungen wie Wundheilungsstörung, Myokardischämie, Pneumonie und venöser Thrombose verhindern auch psychologische Leiden den Heilungsprozess (Abbildung 1).

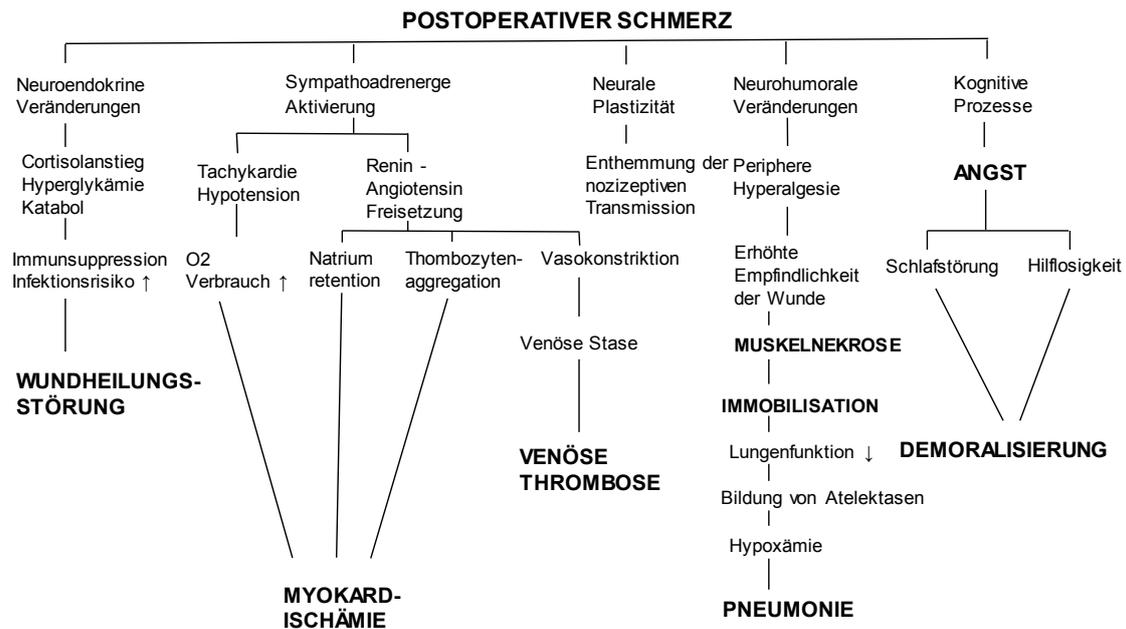


Abbildung 1: Postoperativer Schmerz und chirurgische Stressantwort (Angster und Hainsch-Müller 2005)

Die postoperative Letalität ist durch die Einführung präoperativer Antibiotika- und Thromboseprophylaxen, Verbesserungen der Operationstechniken sowie fortschrittliche intensivmedizinische Behandlungsziele deutlich minimiert worden (Kehlet und Wilmore 2002). Die Effektivität medizinischer Behandlungen verbessert sich stetig, sodass Komorbiditäten wie Diabetes mellitus, Hypertonie und koronare Herzkrankheit zwar effektiver therapiert werden können, die Prävalenz von Herzinsuffizienz dadurch jedoch steigt (Hernandez et al. 2004). 75 % aller Herzinsuffizienz-Patienten sind 65 Jahre und älter. Hinzu kommt, dass die Inzidenz großer abdominal- und thoraxchirurgischer Operationen sich ebenso ab dem Alter von 65 Jahren steigert. Demzufolge verstärkt sich das Risiko postoperativer Morbidität durch kardiale Begleiterkrankungen immens (Schwenk et al. 2005).

Die Umsetzung des ERAS-Konzepts beziehungsweise der Fast-Track Rehabilitation in den frühen 1990er Jahren verfolgte das Ziel einer verbesserten postoperativen Rekonvaleszenz der Patienten mit Hilfe multimodaler Konzepte und interdisziplinärer Zusammenarbeit unter Vermeidung zusätzlicher Komplikationen (siehe Abbildung 2, Hoffmann und Kettelhack 2012). Neben der

Schulung von Patienten, Pflegepersonal, Physiotherapeuten und Ärzten, ist die Minimierung der postoperativen Stressfaktoren und der Erhalt der physiologischen Homöostase genauso wichtig wie die effektive Schmerztherapie. Postoperativ wird neben raschem Kostaufbau und früher Mobilisation, auch die frühzeitige Entlassung empfohlen (Schwenk et al. 2009). Auch die Laparotomie wurde zur Reduktion des chirurgischen Traumas routinemäßig durch deutlich weniger invasive laparoskopische Techniken ersetzt (Banz et al. 2011). Ein Schlüsselfaktor ist jedoch die effektive Optimierung der postoperativen Analgesie, wobei die Wiederherstellung der normalen Organfunktionen sowie eine frühzeitige Mobilisation im Vordergrund steht (Hoffmann und Kettelhack 2012; Hughes et al. 2014).

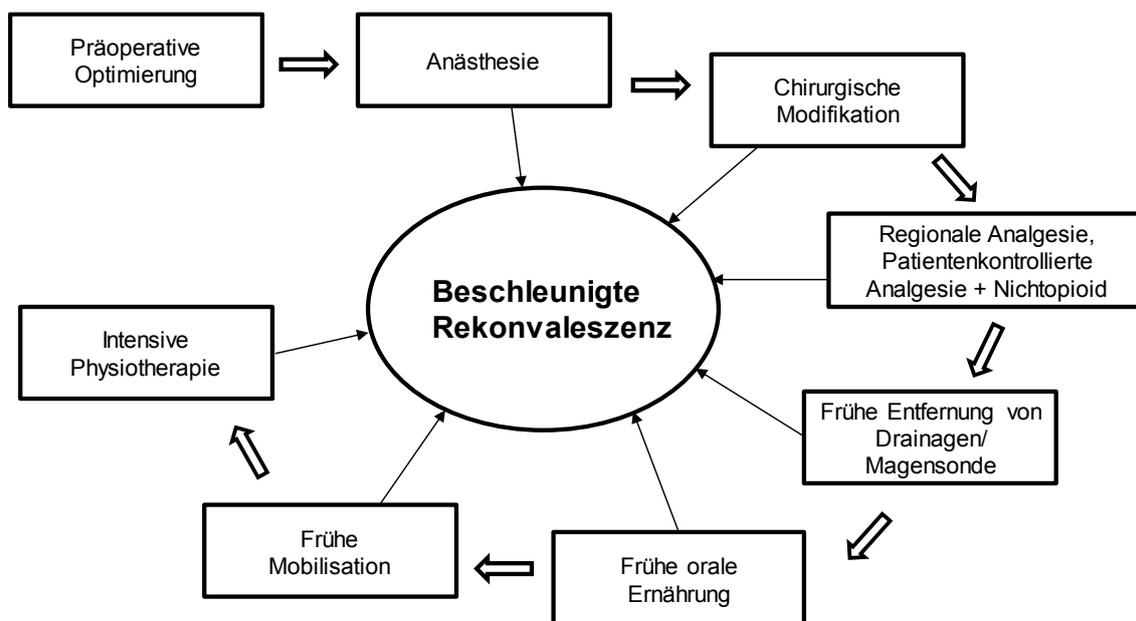


Abbildung 2: Multimodale Integration verschiedener perioperativer Maßnahmen zur beschleunigten Rekonvaleszenz („Fast-Track Rehabilitation“) (Eil 2005)

Abbildung 3 beschreibt aktuelle Analgesie-Konzepte größerer abdominal- und thoraxchirurgischer Eingriffe. Im ERAS-Konzept werden epidural anästhesiologische Regionalverfahren in Verbindung mit Lokalanästhetika im Gegensatz zu systemischen Opioiden angewandt, was neben einer verbesserten

Analgesie zur rascheren Wiederherstellung der gastrointestinalen Funktionen führt (Stamer et al. 2002).

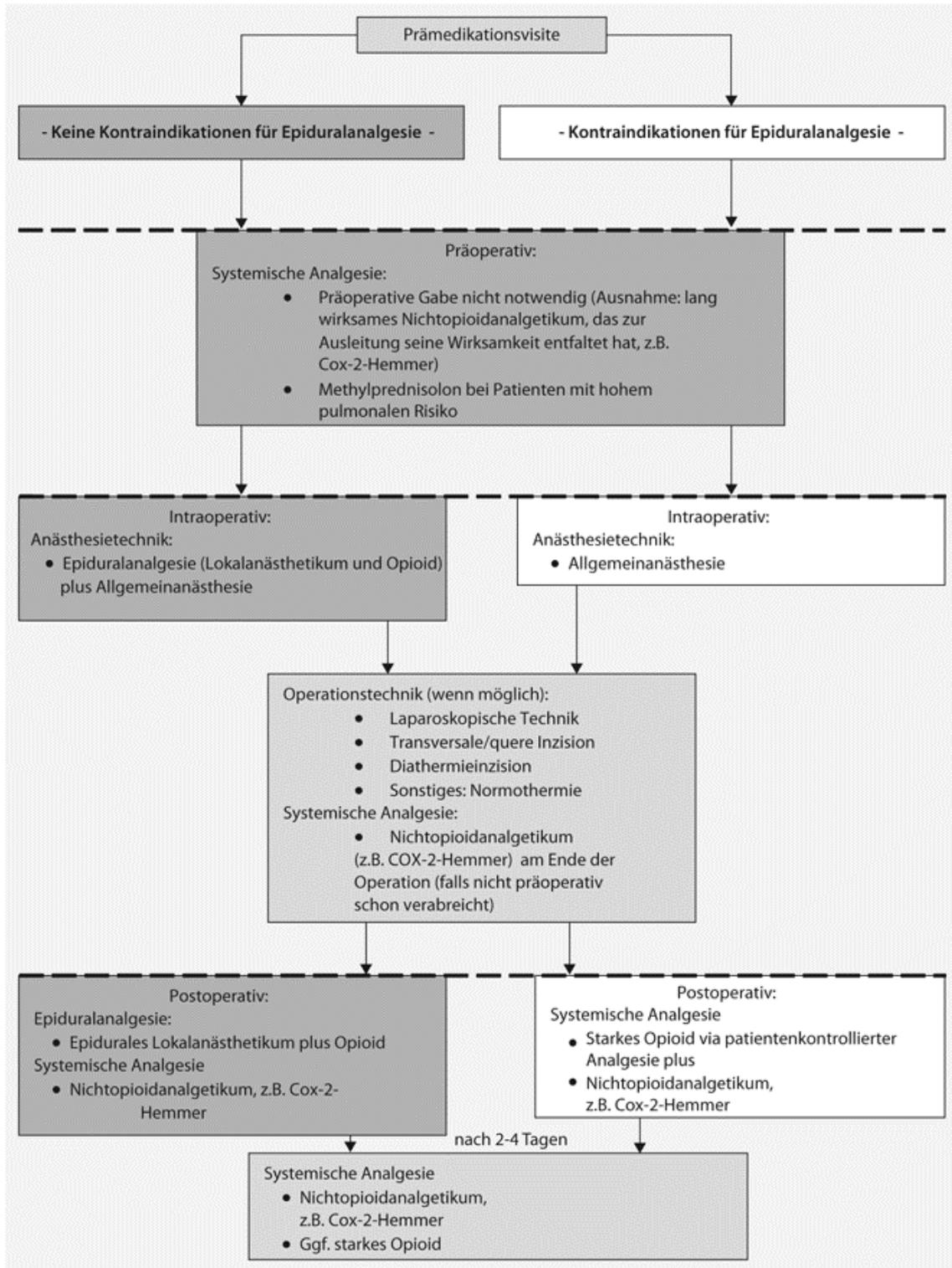


Abbildung 3: Analgesie Konzept größerer abdominal- und thoraxchirurgischer Eingriffe (Reichl und Pogatzki-Zahn 2009)

### **1.2.2 Akutschmerzdienst und Schmerzmessung**

24-Stunden-Akutschmerzdienste (Acute-Pain-Service/ APS) werden schon seit vielen Jahren in die postoperative Schmerztherapie eingebunden. Diese sind nicht nur bei der Epiduralanästhesie, sondern auch bei anderen peripheren Regionalverfahren erforderlich. Durch Mangel an pflegerischem, physiotherapeutischem und ärztlichem Personal kann die Überwachung schmerztherapeutischer Maßnahmen allerdings meist nicht ausreichend gewährleistet werden, sodass sich die Umsetzung nach wie vor schwierig gestaltet (Weißauer 1992). Laut einer nationalen Umfrage aus dem Jahre 2002 bieten 161 von 446 deutschen Kliniken (36 %) Akutschmerzdienste an, wobei diese meist nur in größeren Institutionen vorzufinden sind. Durch Personaldefizite unterbleibt die Motivation der Kliniken, besonders auf chirurgischen Abteilungen, diese Dienste einzurichten (Stamer et al. 2002). Laut einem 2016 veröffentlichten Artikel hat sich die Zahl der Akutschmerzdienste in deutschen Krankenhäusern zwar auf knapp 80 % gesteigert, doch nur 45 % erfüllen die Mindestkriterien (siehe Tabelle 1, Erlenwein et al. 2016).

*Tabelle 1: Mindestkriterien der Akutschmerzdienste in deutschen Kliniken (Erlenwein et al. 2016)*

<b>Patienten-kontrollierte Analgesie (PCA)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PCA verfügbar</li> <li>- Kontinuierliche Infusion auf allgemeinen Stationen</li> <li>- Kombination mit anderen Opioiden</li> </ul>
<b>Epidural-analgesie (PDK)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PDK verfügbar</li> <li>- Epiduralinfusion auf allgemeinen Stationen</li> <li>- Epiduralopioide auf allgemeinen Stationen</li> <li>- Kontinuierliche epidurale Opioide auf allgemeinen Stationen</li> <li>- Bolusinjektion eines epiduralen Opioids auf allgemeinen Stationen</li> <li>- Patientengesteuerte kontrollierte Epiduralanästhesie (PCEA) mit Lokalanästhetikum + Opioid, Platzierung des PDK</li> </ul>

Insgesamt ist der Mangel an Personal und die Patientenbetreuung in Nächten und an Wochenenden sowie die schriftliche postoperative Dokumentation nicht zufriedenstellend (Erlenwein et al. 2016).

Das Projekt „Schmerzfreies Krankenhaus“ wurde 2003 von der Firma Mundipharma in Kooperation mit der Deutschen Gesellschaft für Interdisziplinäre Klinische Medizin und der Deutschen Gesellschaft zum Studium des Schmerzes initiiert, um Schmerzversorgungen in Krankenhäusern zu erfassen. Abgesehen von regelmäßiger Bestimmung der Schmerzstärke (zwei- bis dreimal täglich), Dokumentation von postoperativer Schmerzintensität unter Einhaltung schriftlicher Behandlungsstandards (Standard Operating Procedures/ SOP), müssen explizite Interventionsgrenzen definiert werden. Jeder Patient wird dadurch in Ruhe und unter Belastung anhand Numerischer Rating Skalen (NRS) und visueller Analogskalen (VAS) schriftlich erfasst (M. Poels 2012). In der Bestandsaufnahme dieser Studie geben circa 30 % der 2252 operativen Patienten aus 25 verschiedenen Kliniken moderate bis starke Schmerzen in Ruhe und unter Belastung an und mehr als 50 % erheben Kritik an der Schmerztherapie (Maier et al. 2010).

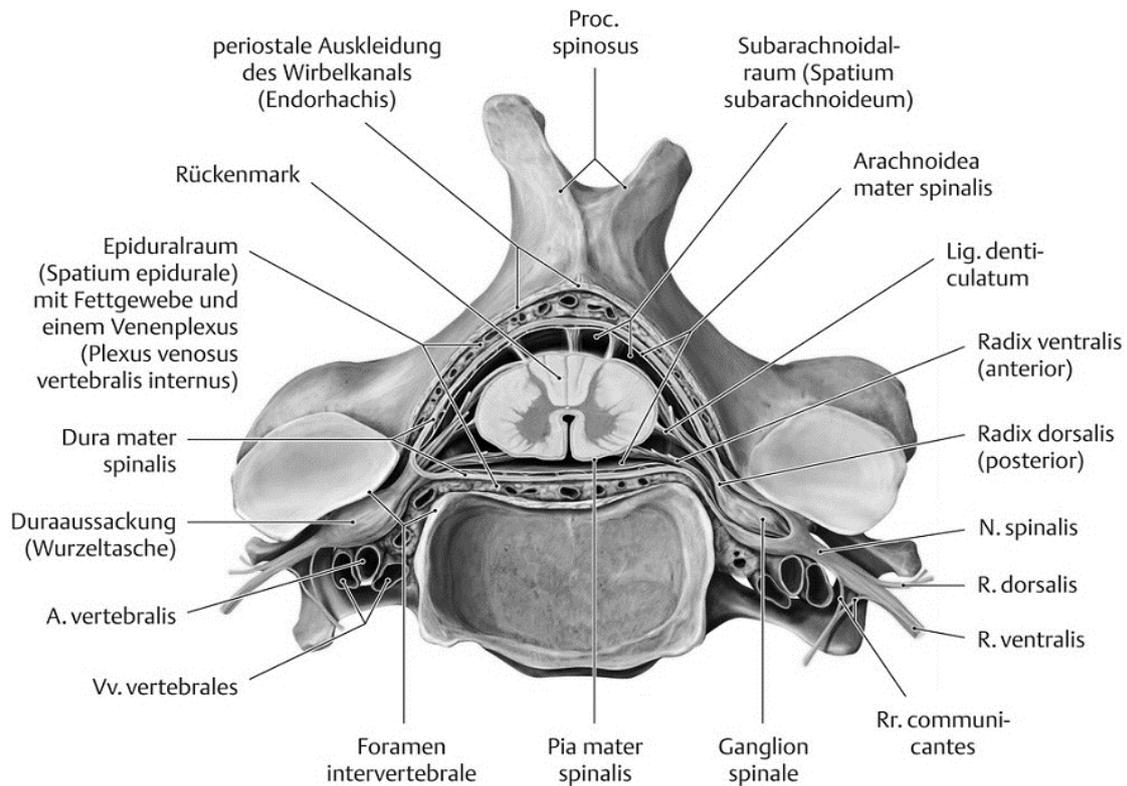
## 1.3 Epiduralanästhesie

### 1.3.1 Anatomie und Definition

Der Internist Heinrich Irenäus Quincke aus Kiel führte 1891 die erste Lumbalpunktion durch. Knapp 60 Jahre später, im Jahre 1949, legte Martinez Curbelo aus Kuba die erste kontinuierliche Katheter-Epiduralanästhesie (Heck und Fresenius 2010). Durch diese Form der rückenmarksnahen Regionalanästhesie wird neben der Analgesie, eine Parese ausgewählter Nervengebiete genauso wie eine Sympathikolyse erreicht, wobei die nervale Weiterleitung zwischen Gehirn und Peripherie unterbrochen wird. Die Höhe der Wirkung kann durch den Punktionsort bestimmt werden.

Das Rückenmark reicht im Gegensatz zum Spinalkanal beim erwachsenen Menschen nur bis zu den Wirbelsegmenten L1-L2. Die lumbalen und sakralen Spinalnervenzwurzeln bilden unterhalb vom L1-L2 ein Nervengeflecht, die sogenannte Cauda equina (Paulsen und Waschke 2017).

Der Epiduralraum ist Teil des Rückenmarks und enthält Fett- und Bindegewebe, Lymphbahnen und Blutgefäße, wobei der Venenplexus besonders ausgeprägt ist und in direkter Verbindung mit dem Azygossystem und den Iliakalvenen des großen Körperkreislaufs steht (Paulsen und Waschke 2017). Das Fettgewebe ist teilweise über sogenannte Pedikel, eine Verbindung zwischen Wirbelkörper und Wirbelbogen mit direkter Lagebeziehung zur austretenden Nervenwurzel, dorsal am Ligamentum flavum angeheftet, was das Verschieben eines Epiduralkatheters erschweren kann. Bei den meisten Erwachsenen beträgt die Distanz zwischen der Haut und dem Ligamentum flavum circa 5 cm, wobei lumbal der Epiduralraum größer ist als zervikal (Heck und Fresenius 2010). Topographisch liegt dieser zwischen der Dura mater und den Bändern und Knochen des Spinalkanals, wobei das Ligamentum flavum dorsal liegt, das Ligamentum longitudinale ventral und seitlich das knöchernerde Gerüst des Wirbelbogens mit den Foramina vertebralia (Heck und Fresenius 2010). Eine anatomische Darstellung des Querschnitts eines Wirbelkörpers mit den dazugehörigen Rückenmarkshäuten wird in Abbildung 4 gezeigt.



*Abbildung 4: Anatomischer Querschnitt eines Wirbelkörpers mit Rückenmarkshäuten (Schünke et al. 2018)*

### **1.3.2 Intraoperative und postoperative Anwendung**

In der Viszeralchirurgie werden seit Jahrzehnten Epiduralkatheter (PDK) zur postoperativen Schmerztherapie eingesetzt. Therapeutisch wirksame Substanzen werden in den der Dura mater spinalis außen angrenzenden Epiduralraum injiziert, um eine sensorische und eventuell motorische Blockade zu erzielen (Gerheuser und Roth 2007).

Die Epiduralanästhesie kann am sitzend oder am liegend vorgebeugten Patienten durchgeführt werden. Kurz vor dem operativen Eingriff wird der Katheter unter lokaler Betäubung zwischen den Querfortsätzen bis ins Ligamentum interspinale vorgeschoben. Solange sich die Touhy-Kanüle im dichten Ligamentum flavum befindet, besteht ein Gegendruck (siehe Abbildung 5).

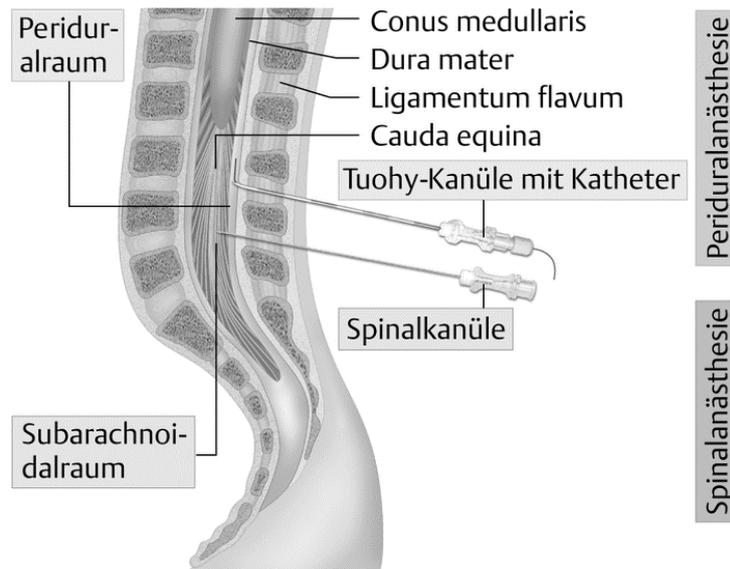


Abbildung 5: Anatomische Verhältnisse bei Spinal- und Periduralanästhesie (Hirner et al. 2008)

Beim Widerstandsverlust, dem sogenannten „Loss of Resistance“, wird der Epiduralraum detektiert, sodass eine einwandfreie Applikation von Anästhetika erfolgen kann. Die Ausbreitung hängt vor allem vom Volumen des jeweiligen Medikaments ab. Je höher die Dosis der Injektion, desto höher die Betäubung nach kranial (Kehlet 1997). Zur selektiven Betäubung einzelner Spinalnerven wird das Anästhetikum in den Epiduralraum injiziert, wobei die Ausdehnung abhängig von der Position des Menschen, dem Injektionsort, des Volumens des Anästhetikums und dem physiologisch tiefsten Punkt Th5 und S2 ist (Paulsen und Waschke 2017; Heck und Fresenius 2010). Opioid-Rezeptoren reduzieren spinal und supraspinal die Freisetzung von Neurotransmittern und stoppen die Weiterleitung von Nozizeptoren, während Lokalanästhetika örtlich begrenzt die afferente Schmerzbahn und somit die Weiterleitung zum Gehirn blockieren (Elliott und Smith 2011). Analgetika werden während der Operation und in der Regel bis einige Tage nach der Operation über den Epiduralkatheter verabreicht. Die Patienten-gesteuerte Epidurale Analgesie (PCEA) ist eine moderne regionale Applikationsform der individualisierten Patientenkontrollierten Analgesie (PCA), die in den 1960er Jahren eingeführt wurde. Besonders in der Thorax- und Viszeralchirurgie stellt sich diese Methode zur postoperativen Schmerztherapie

als besonders patientenfreundlich und effektiv dar. Hierbei können sich Patienten selbstständig Analgetika verabreichen (Elliott und Smith 2011). Neben der kontinuierlichen epiduralen Gabe von Lokalanästhetika und Opioiden, kann der Patient sich nach individuellen Bedürfnissen Boli verabreichen. Der Anästhesist programmiert Sperrphasen in die Pumpe, sodass Nebenwirkungen verringert werden und eine reibungslose Analgesie sichergestellt wird (Rice et al. 2008; Elliott und Smith 2011).

Der Epiduralkatheter kann direkt postoperativ entfernt werden, aber auch mehrere Tage verbleiben. Bei den Patienten der retrospektiven Studie der vorliegenden Arbeit wurde der Katheter nach 5 Tagen entfernt, solange keine Komplikationen auftraten.

### **1.3.3 Nutzen, Risiken und Komplikationen**

Viele Studien und Metaanalysen zeigen, dass Epiduralanästhesie in Bezug auf die Zufriedenheit der Patienten und die Vermeidung von kardiovaskulären, pulmonalen oder gastrointestinalen Komplikationen während der Operation gegenüber der systemischen, intravenösen Gabe von Opioiden überlegen ist (Rigg et al. 2002). Hauptaugenmerk liegt aktuell, neben der subjektiven Schmerzfreiheit des Patienten, in der Reduktion Analgetika-induzierter Nebenwirkungen (Filos und Lehmann 1999). Die Vorteile eines Epiduralkatheters zur Schmerzlinderung sind eine Verringerung gastrointestinaler Parese, Übelkeit und Erbrechen.

Neben der verkürzten Dauer der Darmatonie mit Reduktion der postoperativen Ileus, verringert sich das Risiko von Arrhythmien und Myokardinfarkten (M. Poels 2012). Die Herzfrequenz sinkt, folglich wird die Pumpleistung vermindert, wodurch im Endeffekt weniger Sauerstoff verbraucht wird (Veering 2003). Zusätzlich verbessert sich die pulmonale und diaphragmale Funktion durch inhibitorische Effekte des N. phrenicus. Gastrointestinal wird durch die Sympathikolyse in den Segmenten Th5-Th10 die Durchblutung gefördert und somit einem postoperativen Ileus vorgebeugt (Kozian et al. 2005).

Auf der anderen Seite kann jedoch die regionale Applikation von Opioiden in Verbindung mit Lokalanästhetika zu Hypotension, Pruritus und Harnverhalt

führen (Jørgensen et al. 2000). Neben der Reduktion des myokardialen Blutflusses durch Hypotension (venöses Pooling), zeigen sich besonders bei lumbaler Epiduralanästhesie durch den starken Effekt auf die unteren Extremitäten, Einschränkungen in der Mobilität des Patienten (Kozian et al. 2005). Außerdem kann es durch die Nervenblockade nach der Operation zu einem erhöhten Risiko von Harnverhalt kommen, was zu einer routinemäßigen Blasenkatheterisierung führt, die wiederum mit einer erhöhten Inzidenz Katheter-assoziiertes Harnwegsinfektionen (HWI) zusammenhängt (Givens und Wenzel 1980).

Des Weiteren werden besondere Herausforderungen bei der Punktion an den Anästhesisten gestellt. Schwierige Punktionenverhältnisse bei adipösen oder multimorbiden Patienten steigern das Risiko von Spinal- und Epiduralhämatomen genauso wie bei Patienten unter oraler Antikoagulation (Rice et al. 2008). Auch postpunktionelle Kopfschmerzen, die durch unbeabsichtigte Duraperforationen entstehen, gehören zu den häufigen Komplikationen der Epiduralanästhesie. In den S3-Leitlinien zur „Behandlung akuter perioperativer und posttraumatischer Schmerzen“ der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Schmerztherapie (DIVS) wird postpunktioneller Kopfschmerz in bis zu 24 % der Fälle beschrieben (Rice et al. 2008; Laubenthal H. und Neugebauer 2009).

Im Allgemeinen reduziert sich laut Rogers et al. die Gesamtmortalität bei Patienten mit neuraxialer Blockade im Gegensatz zur systemischen Gabe von Anästhetika um etwa ein Drittel. Jedoch gab es hierbei keine Unterscheidung zwischen spinaler und epiduraler Blockade (Rodgers et al. 2000). In einer viszeralchirurgischen Multicenter-Studie unterschieden sich die perioperativen Mortalitätsraten bei Patienten mit Epiduralanästhesie und Allgemeinanästhesie hingegen zu keinem Zeitpunkt. Dennoch führte die Epiduralanästhesie insgesamt zu einer verbesserten Schmerzmanagement und einer Verringerung der pulmonalen Komplikationen (Rigg et al. 2002; Srivastava et al. 2008). Gupta et al. beschrieben eine Verringerung der Gesamtmortalität nach Rektumresektionen, nicht aber nach Colonresektionen (Gupta et al. 2011). In einer anderen viszeralchirurgischen Studie stellte sich nach drei Monaten im Hinblick auf abdominelle Notfalloperationen eine signifikant niedrigere

Mortalitätsrate im Gegensatz zur Allgemeinanästhesie heraus (Jomura et al. 1997).

Ob die Epiduralanästhesie im Endeffekt die Mortalität der Patienten senkt, lässt sich also nicht zweifelsfrei feststellen und Vorteile könnten abhängig von Vorerkrankungen des Patienten oder der Art des operativen Eingriffes sein. Die Studienlage zeigt sich jedoch sehr inhomogen.

#### **1.3.4 Alternativen zur postoperativen Epiduralanästhesie**

Die Epiduralanästhesie galt viele Jahre als Goldstandard der postoperativen Schmerztherapie, die aber durch aktuelle Studien in Frage gestellt und von präziseren, komplikationsärmeren Verfahren abgelöst wird (siehe Abbildung 6).

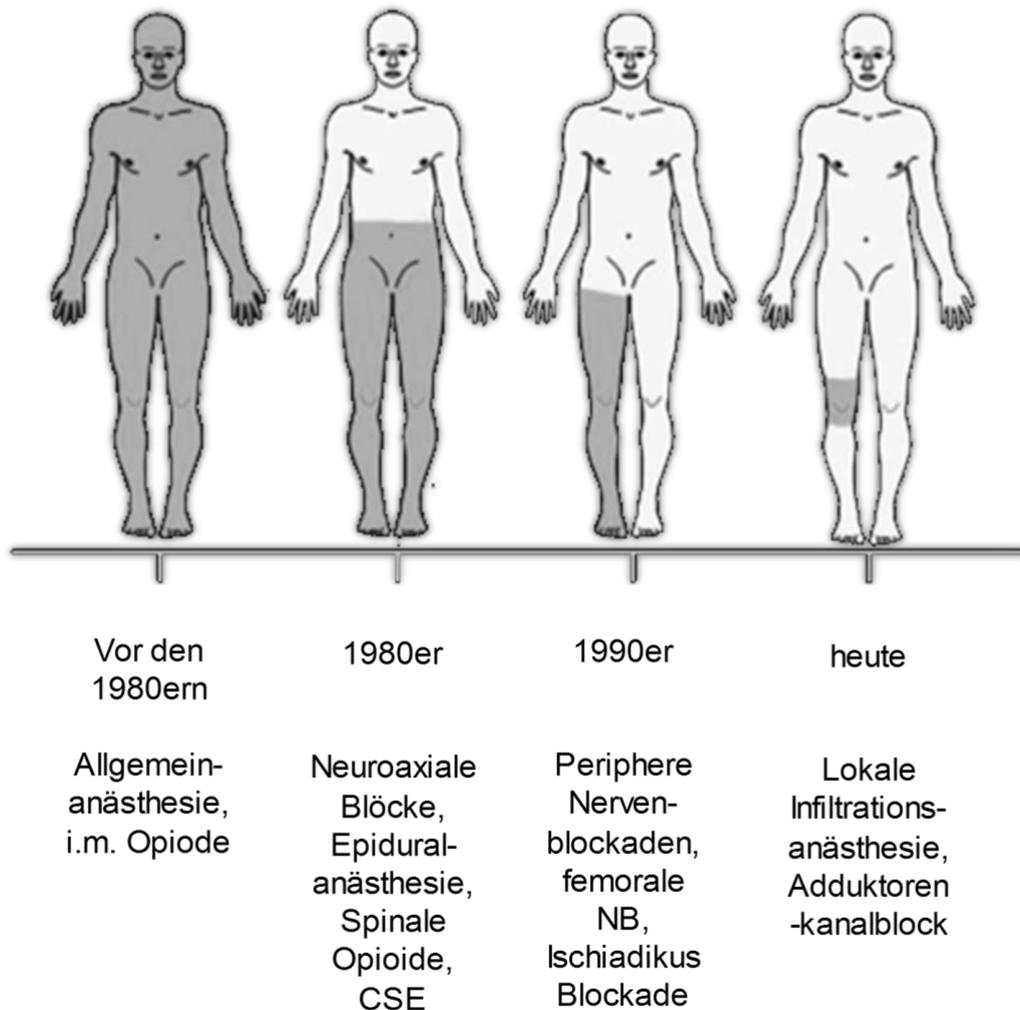


Abbildung 6: Die Entwicklung der anästhesiologischen postoperativen Analgesietechniken (Rawal 2016)

Bei Sectiones, komplizierten abdominalchirurgischen Operationen oder Eingriffen an Hochrisikopatienten ist die Epiduralanästhesie nach wie vor die am häufigsten angewandte Methode zur postoperativen Analgesie (Rawal 2016). Trotzdem hat sich durch Studien der letzten Jahre bestätigt, dass diese Art der Schmerztherapie auch wesentliche Nachteile mit sich bringt. Es zeigt sich beispielsweise keine Reduktion der Mortalität bei komplikationslosen Aorten-, Colon- oder Magenoperationen durch Epiduralanästhesie im Vergleich zur Vollnarkose oder systemischer Opioidgabe (Rigg et al. 2002; Liu et al. 2004; Liu, Spencer S., M.D. et al. 2004).

Die intravenöse Lidocaininfusion ist nicht nur weniger invasiv, sondern zeigt eine Risikoreduktion hinsichtlich postoperativer Übelkeit und Erbrechen sowie verkürzte Krankenhausaufenthaltsdauer (Vigneault et al. 2011). Neuesten Erkenntnissen zufolge soll das wenig invasive Kauen von Kaugummi der postoperativen Darmatonie vorsorgen und somit der Ileus-Entstehung vorbeugen (Vigneault et al. 2011). Auch am Universitätsklinikum Würzburg wurde das Kaugummikauen nach elektiver Kolonchirurgie untersucht, wobei sich hier jedoch kein Einfluss auf die Darmmotilität darstellen lässt. Möglicherweise werden die Ergebnisse hier jedoch durch die standardmäßige Anwendung des ERAS-Konzepts, das an allen operativen Stationen der Universitätsklinik durchgeführt wird, maskiert (Reibetanz und Germer 2016). Die Arbeitsgruppe PROSPECT (Procedure Specific Postoperative Pain Management) arbeitet mit Chirurgen und Anästhesisten der europäischen Gesellschaft für Regionalanästhesie und Schmerztherapie (ESRA) zusammen, um Medizinern praktische, verfahrensspezifische Empfehlungen zur Schmerzbehandlung zu geben. Die PROSPECT-Empfehlungen basieren auf systematischen Literaturnachweisen bestimmter chirurgischer Eingriffe, wobei die Anästhesieverfahren und Operationstechniken anhand der postoperativen Schmerzen bewertet werden. PROSPECT spricht beispielsweise keine Empfehlung für eine Epiduralanästhesie bei häufig operierten laparoskopischen, kolonchirurgischen Eingriffen aus. Auch Kaiserschnitte, abdominale Hysterektomien, radikale Prostatektomien und laparoskopische Cholezystektomien sollen der Arbeitsgruppe zufolge nicht mit einem Epiduralkatheter versorgt werden (Lee et al. 2018). Demzufolge veranschaulichen aktuelle Erkenntnisse, dass der Epiduralkatheter zwar bei großen, offenen thoraxchirurgischen oder auch abdominalchirurgischen Eingriffen sowie Kaiserschnitten nach wie vor als führende Methode gilt, dennoch sind die Risiken größer als in der Vergangenheit angenommen.

Neben peripheren Nervenblockaden können auch lokale Wundinfiltration, prä- / intraperitonealer Applikationen (IPLA) oder TAP-Blocks (Transversus abdominis plane) die Epiduralanästhesie ablösen (Rawal 2016). Während abdominalchirurgischen Operationen kann subphrenisch Lokalanästhetikum

instilliert werden, um dem viszeralen Schmerz vorzubeugen (Choi et al. 2015). Im Hinblick auf die postoperative Analgesie ist die Instillation von Lokalanästhetika zu Beginn der Operation laut Barczynski et al. effektiver als nach dem operativen Eingriff (Barczyński et al. 2006). Außerdem zeigt sich zusätzlich eine antiinflammatorische Wirkung von Lokalanästhetika, die sich postoperativ positiv auf die Genesung der Patienten auswirken (MacGregor et al. 1980). In einer viszeralchirurgischen Metaanalyse zu Leberteil- und Kolorektalen Resektionen, wurde die Wundinfiltration der Epiduralanästhesie gegenübergestellt, wobei sich in den ersten 48 Stunden die Schmerzintensität in Ruhe und unter Belastung bei den Patienten ähnlich darstellte und Komplikationen wie postoperativer Harnverhalt reduziert wurden (Ventham et al. 2013). Beaussier et al. untersuchten während kolorektaler Eingriffe kontinuierliche, präperitoneale Infusionen von Ropivacain, wobei sich neben beschleunigter Rekonvaleszenz, ein verringerter Opiatverbrauch sowie eine wirksame Schmerztherapie zeigte (Beaussier et al. 2007).

Weniger invasive Anästhesieverfahren lösen die Epiduralanästhesie bei unkomplizierten, minimalinvasiven Operationen ab, doch die Schmerztherapie ist nach wie vor problematisch im klinischen Alltag. Im Allgemeinen gibt es zwar zahlreiche Möglichkeiten wirksamer Medikamente und Anästhesietechniken, diese sind jedoch nicht nebenwirkungsarm oder gar frei von Nebenwirkungen. Zudem zeigt sich der Personalmangel und die multidisziplinäre Organisation weiterhin als eine große Herausforderung.

## **1.4 Harnableitung und Blasendrainage**

### **1.4.1 Geschichte der Harnableitung**

Aus vielen Kulturen lassen sich medizinische Schriften über die Entleerung schmerzhaft bedingter Blasen finden. Die Harnableitung mittels Katheter aus Schilfrohr, Strohhalmen oder gerollten Palmenblättern erfolgte bereits in der Antike. Gold war durch seine weiche biegsame Beschaffenheit ideal zur Katheterisierung (Bloom et al. 1994). Im Jahre 1036 bestand Avicenna darauf, den Katheter ohne Gewalt einzuführen und entwickelte flexible Katheter aus Tierhäuten. Aufgrund der Formbarkeit und der antiseptischen Wirkung wurde im Mittelalter Silber verwendet. Im 18. Jahrhundert kam Kautschuk zum Einsatz und wurde mit Hilfe der Vulkanisationstechnik von August Nelaton im 19. Jahrhundert optimiert. Die Fixierung des Katheters war weiterhin problematisch bis Theodor Ducamp seinen ersten Ballon aus Tierhaut formte. Erst die Einführung von Latexkathetern in den frühen 1930ern beugte der Zersetzung der Ballonhülle vor. Der Urologe Paul Beeson überzeugte mit „sauberem Einmalkatheterismus“, sodass auch Patienten mit Dauerkathetern komplikationsärmer und mit weniger HWI leben konnten (Schultheiss et al. 2000).

Aktuell stellt der suprapubische Katheter eine komplikationsarme Harnableitung dar. Ursprünglich wurde diese Art der Katheterisierung im Rahmen gynäkologischer Eingriffe bekannt (Schultheiss et al. 2000).

### **1.4.2 Physiologie der Harnableitung**

Mit Hilfe der Peristaltik des Harnleiters wird der Urin von den Nierenbecken in die Harnblase befördert. In der Füllungsphase sind die alpha-Rezeptoren des Sympathikus für einen kontinenten Blasenverschluss zuständig, wobei die äußere Sphinkter- und Beckenbodenmuskulatur diesen Vorgang unterstützen. Außerdem hemmen die beta-Rezeptoren des sympathischen Nervensystems den Musculus detrusor und die parasympathischen Ganglien (J. Sökeland 1996). Ab einem Füllungsvolumen von 150 - 250 ml senden Dehnungsrezeptoren in der Blasenwand Signale an spinale und höher gelegene Zentren. Ab 350 - 450 ml

verstärken sich die afferenten Signale, sodass ein Gefühl von Harndrang registriert wird (Braun und Jünemann 2007). Die willkürliche Hemmung des Miktionsreflexes erfolgt über das zentral gelegene pontine Miktionszentrum, solange bis die äußeren Umstände eine Blasenentleerung zulassen.

Die Miktion ist im Gegensatz zur Blasenfüllung ein aktiver, willkürlich eingeleiteter Vorgang (Schmelz et al. 2014). Zu Beginn des Miktionsvorgangs erschlafft die Sphinkter- und Beckenbodenmuskulatur, wobei sich der Blasen Hals öffnet und zerebrale inhibitorische Impulse reduziert werden. Gleichzeitig kontrahiert der Musculus detrusor und der Sphinkter der Harnröhre entspannt sich, wobei durch einen intravesikalen Druckanstieg, der den Auslasswiderstand der Blase übersteigt, eine suffiziente Entleerung ermöglicht wird (Braun P.-M. und Jünemann 2007).

### **1.4.3 Klinischer und operativer Bezug in der Chirurgie**

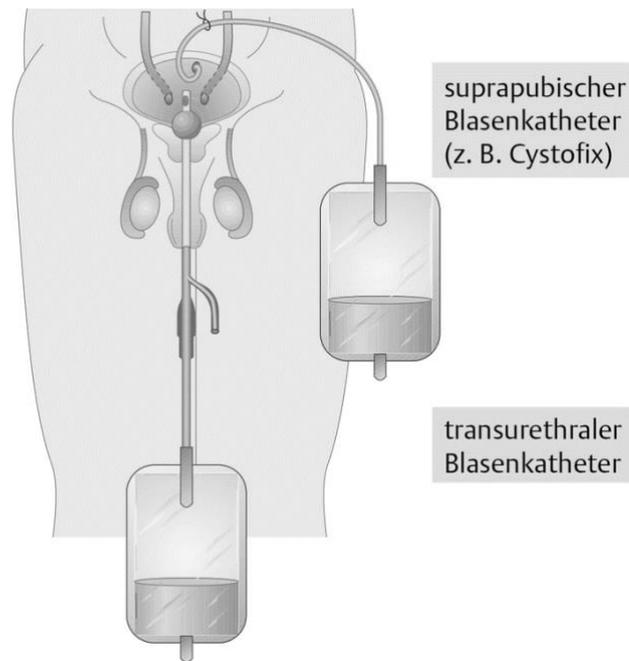
#### **1.4.3.1 Transurethrale versus suprapubische Katheterversorgung**

Es gibt verschiedene Arten der Harnableitung mittels Katheter. Die intraoperative bzw. postoperative Urinableitung des Patienten kann entweder transurethral oder suprapubisch erfolgen. Der transurethrale Katheter wird nach steriler Händedesinfektion mit Hilfe von sterilem Gleitmittel mit Lokalanästhetikum durch die Urethra in die Harnblase gelegt. Der suprapubische Katheter hingegen wird ebenso unter sterilen Kautelen, intraoperativ in Allgemein- oder Lokalanästhesie perkutan durch die Bauchdecke, ein bis zwei Querfinger über der Symphyse direkt in die Harnblase gelegt. Nachdem mittels Einmalkatheterisierung und Sonographie des geplanten Punktionsweges probepunktiert wurde, erfolgt eine Stichinzision der Haut und des vorderen Blatts der Rektusscheide. Ein Hohltrokar (10 – 12 CH) wird in die Blase eingeführt und daraufhin der suprapubische Katheter. Der Ballon wird je nach Kathetersystem geblockt. Am Universitätsklinikum Würzburg werden suprapubische Kathetersysteme nicht geblockt, was aber von Hersteller zu Hersteller variieren kann. Danach wird der Hohltrokar entfernt, das Kathetersystem mit Nahtmaterial fixiert und die Einstichstelle wird steril verbunden (Schumpelick 2012; Sökeland et al. 2000).

Der suprapubische Katheter dient genauso wie der transurethrale Katheter der dauerhaften Harnableitung.

Der Einsatz transurethraler Blasenkatheeter ist zwar weniger invasiv, dennoch sind Harnröhrenläsionen, die über Strikturen bis zur postinstrumentellen Urethritis führen können, möglich. Im Gegensatz zur suprapubischen Katheterversorgung darf jedoch auch das pflegerische Personal eine transurethrale Harnableitung durchführen (Sökeland et al. 2000). Allerdings gehört diese Art der Harnableitung zu den häufigsten Risikofaktoren für nosokomiale HWI, die mit einer signifikanten Erhöhung der Morbidität und erheblich gesteigerten Kosten verbunden ist. Der suprapubische Katheter umgeht hingegen die Urethra, sodass traumatische oder subvesikale Komplikationen umgangen werden (Sökeland et al. 2000). Zudem reduzieren suprapubische Harnableitungen Schmerzen, gewährleisten raschere Mobilität und verbessern den Patientenkomfort (Orikasa et al. 2012). Außerdem siedeln sich seltener Problemkeime in geschlossenen Blasendrainagensystemen an und im Gegensatz zur transurethralen Katheterversorgung besteht die Möglichkeit zur Spontanmiktions mit Restharnbestimmung. Trotzdem handelt es sich hierbei um einen invasiven Eingriff, der strenge Hygienemaßnahmen voraussetzt und bei Kontraindikationen wie subsymphysären Vernarbungen, Tumorerkrankungen der Blase oder bei Patienten unter oraler Antikoagulation nur eingeschränkt einsetzbar ist (Sökeland et al. 2000).

Im Vergleich zeigt sich dennoch kein eindeutiger Vorteil in Bezug auf aufsteigende HWI (Bonkat et al. 2013). Eine retrospektive Studie, die Patienten nach Rektumresektion vergleicht, stellt bezüglich der transurethralen und der suprapubischen Harnableitung ähnliche Infektionsraten (5,6 % versus 5,8 %) dar (Bouchet-Doumenq et al. 2016). In einigen anderen Studien zeigte sich ebenfalls kein Unterschied der Häufigkeit von HWI zwischen suprapubischen und transurethralen Katheterisierungen bei Patienten größerer abdominalchirurgischer Operationen (Baan et al. 2003).



*Abbildung 7: Transurethrale und suprapubische Harnableitung (Paetz 2013)*

Laut Han et al. sind transurethrale im Vergleich zu suprapubischen Harnblasenableitungen, wenn die Katheterisierungsdauer 5 Tage oder weniger beträgt, nicht mit einem erhöhten Risiko für HWI verbunden. Jedoch zeigen suprapubische Katheter ein geringeres Risiko für Katheter – assoziierte HWI bei Langzeitkatheterisierungen (Han et al. 2017). In einigen Studien sinkt jedoch die Rate an HWI bei suprapubischer Katheterisierung (Tenke et al. 2008; Gould et al. 2010; Branagan und Moran 2002). Wells et al. und Healy et al. untersuchten die unterschiedlichen Katheter in Bezug auf Katheter-assoziierte HWI bei Patientinnen nach gynäkologischen Eingriffen, wobei sich Vorteile bei suprapubischen Kathetern zeigten (Wells et al. 2008; Healy et al. 2013). Da die Studienlage in Bezug auf Harnblasenkatheter und die Entwicklung Katheter-assoziiertes HWI in der Abdominalchirurgie sehr heterogen ausfällt, wurde eine systematische Datenbanksuche durchgeführt, um alle randomisiert-kontrollierten Studien zur suprapubischen Katheterisierung in den USA zu finden und zu analysieren. Hierbei wurden Entwicklungen von Bakteriurien, Patientenzufriedenheit und Rekatheterisierungsraten untersucht und als Metaanalyse zusammengefasst (siehe Abbildung 8).

### Harnwegsinfektionsrate pro Tag: transurethral vs. suprapubisch

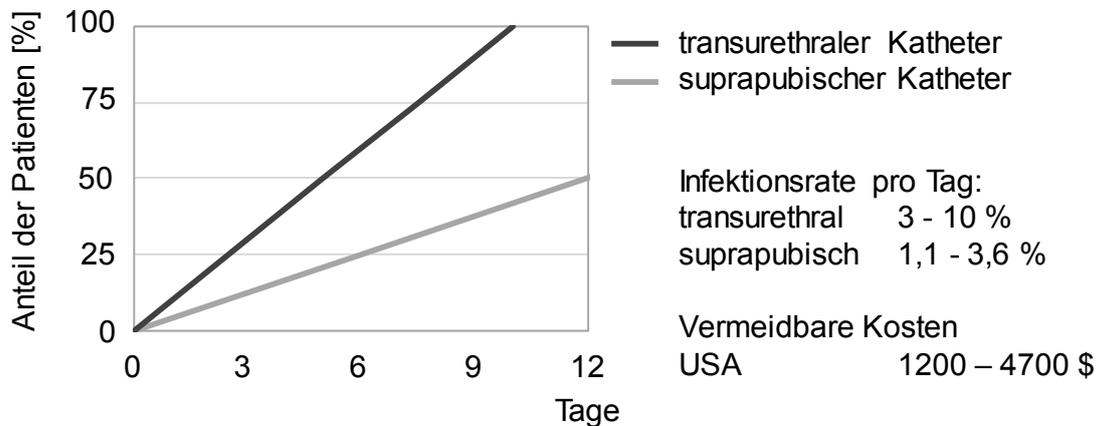


Abbildung 8: Entwicklung von Katheter-assoziierten HWI in den USA (Swan Valley Medical 2018)

Demzufolge stellen sich suprapubische Katheter in der Viszeralchirurgie im Hinblick auf Patientenzufriedenheit und mikrobiologischer Morbidität vorteilhaft dar. Jedoch zeigten sich keine Unterschiede zwischen transurethraler und suprapubischer Harnblasenableitung in Bezug auf Rekatheterisierungen (McPhail et al. 2006).

Im Gegensatz dazu zeigten andere Studien Katheter-assoziierte Bakteriurien mit suprapubischen Kathetern in 95 % der Fälle und Katheter assoziierte HWI in 11 % (Bonkat et al. 2013). Die Evidenzqualität ist jedoch gering und die Studien sind in ihrer Aussagekraft begrenzt, vor allem im Hinblick auf die postoperative Entfernung des Epiduralkatheters.

Im Allgemeinen sollte der Zeitpunkt der Katheterentfernung bei Patienten, die Harnblasenkatheter und Epiduralkatheter während einer viszeralchirurgischen Operation bekommen, verantwortungsvoll gewählt werden. Bei zu früher Entfernung steigt das Risiko des Harnverhalts, genauso wenig darf der Katheter zu spät entfernt werden, da sich sonst Katheter-assoziierte HWI entwickeln können.

## **1.5 Harnwegsinfektionen**

### **1.5.1 Definition und Epidemiologie**

Harnwegsinfektionen werden durch die Anwesenheit infektiöser Erreger im Harntrakt mit Folge inflammatorischer Reaktionen definiert. Zu den oberen Harnwegen gehören das physiologisch sterile Nierenbeckenkelchsystem (Pyelon) mit Ureter. Der untere Teil gliedert sich in Blase und Urethra, wobei die vordere Harnröhre erfahrungsgemäß mit Keimen besiedelt ist. HWI müssen differentialdiagnostisch von Bakteriurien abgegrenzt werden, wobei die Keimzahl im Urin entscheidend ist und mit der Methode der Uringewinnung variiert (Herold 2018). HWI gehören zu den häufigsten, meist bakteriellen Infektionskrankheiten. Frauen sind deutlich häufiger betroffen als Männer, wobei die Prävalenz von HWI im Alter bei beiden Geschlechtern steigt. Diese Zunahme hängt bei den Frauen mit dem postmenopausalem Östrogenmangel zusammen (Rausch A. und Schulze M. 2018). Die im Alter typische Erkrankung der benignen Prostatahyperplasie erhöht das Risiko durch Prostatitiden und Obstruktionen bei Männern. Bei jungen Frauen stehen rezidivierende HWI besonders in Zusammenhang mit sexueller Aktivität (Honeymoon-Zystitis) (Herold 2018).

### **1.5.2 Ätiologie und Pathogenese**

Hauptsächlich ascendieren Keime aus der Darmflora in physiologisch sterile Bereiche der Harnwege. Die Harnblase ist im Gegensatz zu dem vorderen Teil der Urethra bei Gesunden keimfrei. Deszendierende Infektionen sowie Infektionen per continuitatem (z.B. anatomische Anomalien oder Fistelbildung) sind demnach seltene Diagnosen, da die Schrankenfunktion des Blasensphinkters bei gesunden Menschen intakt ist und sich Coli-Bakterien deshalb nicht kranial an die Schleimhäute anheften können (Herold 2018). 60 % der Frauen erkranken mindestens einmal im Leben an symptomatischen HWI, wobei die kurze Urethra und die unmittelbare Nähe zum kontaminierten Analbereich eine entscheidende Rolle spielt. Bei Männern verringert sich die

Wahrscheinlichkeit für eine HWI durch die längere Harnröhre und das weniger feuchte Milieu (Rausch A. und Schulze M. 2018; Herold 2018).

In mehr als 95 % der Fälle handelt es sich um eine Monoinfektion meist mit *Escherichia coli* (80 %) während bei nosokomialer HWI häufiger ein Mischkeimspektrum vorzufinden ist. Coli-Bakterien besitzen Adhäsionsfähigkeiten und können mit Hilfe von Pili und Fimbrien verlängert an Schleimhäuten heften. Häufig liegen jedoch Kontaminationen bei gemischtem Keimnachweis vor, sodass die Diagnostik wiederholt werden muss (Herold 2018; Segerer et al. 2014).

HWI können akut, rezidivierend oder chronisch auftreten, wobei das Krankheitsbild von unkomplizierten Zystitiden bis zur lebensbedrohlichen Urosepsis variieren kann. Häufig werden HWI durch Harnabflussstörungen wie Obstruktionen oder anatomische Anomalien hervorgerufen. Auch der Gebrauch von medizinischem Instrumentarium an den ableitenden Harnwegen, ist, neben Analgetikaabusus, Stoffwechselerkrankungen, wie Diabetes mellitus oder Immunsuppression, ein Risikofaktor (Rausch A. und Schulze M. 2018).

### **1.5.3 Klinische Charakteristika und Diagnose**

Die Symptome reichen von subjektiver Beschwerdefreiheit über Dysurie, Pollakisurie, Algurie, Fieber, Schüttelfrost, Klopfschmerz über den Nierenlagern bei Pyelonephritis bis zur Urosepsis (Segerer et al. 2014). Voraussetzung für die Diagnose HWI ist der mikroskopische Nachweis von Bakterien im Urin. Auch die Berücksichtigung von Risikofaktoren und die Bestimmung von Nitrit unterstützen die Diagnose (siehe Tabelle 2, Segerer et al. 2014).

*Tabelle 2: Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS) zu nosokomialen HWI des Robert Koch-Instituts (RKI) (KISS Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System)*

<b>Symptomatische Harnwegsinfektion</b>	<b>Asymptomatische Bakteriurie mit sekundärer Sepsis</b>
<p>Mindestens eine Urinkultur mit <math>\geq 10^5</math> Kolonien/ ml, Urin mit nicht mehr als zwei Spezies von Mikroorganismen und mindestens eines der folgenden Symptome:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fieber (<math>&gt; 38\text{ }^\circ\text{C}</math>)</li> <li>- suprapubisches Spannungsgefühl</li> <li>- Schmerzen oder Spannungsgefühl im costovertebralen Winkel</li> <li>- Harndrang (nur bei Patienten ohne transurethralem Harnwegskatheter)</li> <li>- erhöhte Miktionsfrequenz (nur bei Patienten ohne transurethralem Harnwegskatheter)</li> <li>- Dysurie (nur bei Patienten ohne transurethralem Harnwegskatheter)</li> </ul>	<p>Mindestens eine Urinkultur mit <math>\geq 10^5</math> Kolonien/ ml, Urin mit nicht mehr als zwei Spezies von Mikroorganismen und keine Symptome einer HWI:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kein Fieber</li> <li>- kein suprapubisches Spannungsgefühl</li> <li>- keine Schmerzen oder Spannungsgefühl im costovertebralen Winkel</li> <li>- kein Harndrang</li> <li>- keine erhöhte Miktionsfrequenz</li> <li>- keine Dysurie</li> <li>- Nachweis mindestens eines der in der Urinkultur nachgewiesenen Erregers in einer Blutkultur</li> </ul>

Symptomatische Infektionen bedürfen grundsätzlich einer antibiotischen Therapie. Um die Resistenzentwicklung zu verringern, gilt das jedoch nicht für asymptomatische Bakteriurien. Nur 10 % der Patienten mit asymptomatischer Bakteriurien entwickeln symptomatische HWI und weniger als 5 % Bakteriämien (KRINKO 2015).

#### **1.5.4 Katheter-assoziierte Harnwegsinfektionen**

Katheter-assoziierte HWI gehören mit bis zu 40 % zu den häufigsten nosokomial erworbenen Infektionen, die mit einer signifikanten Erhöhung der Morbidität und erheblich gesteigerten Kosten einhergehen (J. Sökeland 1996). 80 % der nosokomial erworbenen HWI sind mit einem Blasenkatheter in Verbindung zu bringen. Instrumentationen am Harntrakt wie Katheterisierungen gehören mit knapp 80 – 90 % zu den vorwiegend prädisponierenden Faktoren (J. Sökeland 1996; Garibaldi et al. 1982; Saint et al. 2002).

Hauptsächlich Problemkeime wie Enterokokken, Pseudomonas, Enterobacter und Citrobacter sind verantwortlich für HWI. Laut neuesten KISS Daten (Januar – Dezember 2017) sind die häufigsten Mikrobenstämme nosokomialer Katheter-assoziiertes HWI E.coli (45 %, davon 5,25 % 3 MRGN), Enterokokken (19,5 %, davon 1,2 % VRE) und Pseudomonaden (16,7 %, davon 0,4 % 3 MRGN und 0,3 % 4 MRGN) (KISS Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System).

Im Allgemeinen ist ein HWI mit dem Katheter assoziiert, wenn der Katheter länger als 2 Tage lag oder am Tag vor dem Auftreten der HWI entfernt wurde (Tenke et al. 2014). Mit jedem Tag transurethraler Katheterisierung steigt das Risiko einer Bakteriurie um 3 – 10 % (Garibaldi et al. 1982; Saint et al. 2002). Hierbei ist eine der wichtigsten Maßnahmen zur Vorbeugung Katheter-assoziiertes HWI, den Katheter so schnell wie möglich zu entfernen (Wald et al. 2008). Zwischen 12 – 16 % der Patienten bekommen nach Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) vom RKI während ihres Klinikaufenthaltes einen Harnwegskatheter (KRINKO 2015).

Auch die regionale Applikation von Opioiden ist ein Risikofaktor und kann in Verbindung mit Lokalanästhetika zu Hypotension, Pruritus und Harnverhalt führen (Jørgensen et al. 2000). Durch die Nervenblockade kann es nach der Operation zu einem erhöhten Risiko von Harnverhalt kommen, was zu einer routinemäßigen Blasenkatheterisierung führt, die wiederum mit einer erhöhten Inzidenz Katheter-assoziiertes HWI zusammenhängt (Givens und Wenzel 1980). Hoch dosierte Anästhetika wie Bupivacaine 0,25 % werden mit einer Erhöhung des postoperativen Harnverhalts (POHV) von bis zu 33 % assoziiert (Hu et al. 2014). Patienten mit transurethralen Dauerkathetern haben nach einer Woche in

circa 50 % asymptomatische HWI und nach einem Monat fast 100 %, wobei das Keimspektrum sich meist gemischt darstellt (Herold 2018). Maßgeblich gilt deshalb die Entfernung der Harnblasenkatheter zur Vorbeugung von Katheter-assoziierten HWI (Wald et al. 2008).

## 1.6 Zielsetzung der Arbeit

In Deutschland werden bei großen abdominalchirurgischen Eingriffen Epiduralkatheter zur postoperativen Analgesie eingesetzt. Neben der Reduktion gastrointestinaler Paresen, Übelkeit und Erbrechen, kann dies jedoch auch zu Hypotension, Juckreiz und Blasenentleerungsstörungen mit der Gefahr des Harnverhalts führen. In Studien sind hohe Opioiddosen mittels Epiduralanästhesie sogar mit einem Harnverhalt in bis zu einem Drittel der Fälle verbunden (Hu et al. 2014). Aus diesem Grund werden während großen viszeralchirurgischen Operationen routinemäßig Harnblasenkatheter zur suffizienten Harnableitung gelegt.

Die Patienten der Universitätsklinik Würzburg werden intraoperativ mit suprapubischen Kathetern versorgt, da im Gegensatz zum transurethralen Katheter die Harnröhre umgangen wird und somit weniger Katheter-bedingte traumatische oder subvesikale Komplikationen auftreten. Außerdem verbessert diese Art der Harnableitung, neben Komfort und Mobilität der Patienten, das subjektive Schmerzgefühl. Trotzdem sind künstliche Harnblasenkatheter immer auch mit Risiken wie Katheter-assoziierten HWI verbunden (Givens und Wenzel 1980). Deshalb müssen neben sorgfältiger Indikationsstellung, auch immer infektiologische und sozioökonomische Hintergründe berücksichtigt werden.

Bisher gibt es keine offiziellen Empfehlungen, zu welchem Zeitpunkt der Blasen Katheter postoperativ entfernt werden soll. Das Hauptziel der wissenschaftlichen Studien im Rahmen dieser Arbeit ist es deshalb, die Auswirkungen des Zeitpunkts der Entfernung des suprapubischen Katheters (vor/ gleichzeitig mit/ nach) in Bezug auf den Epiduralkatheter in der Allgemein- und Viszeralchirurgie zu untersuchen, um Rückschlüsse auf die Inzidenz von HWI ziehen zu können.

Durch die vorzeitige Entfernung reduzieren sich Katheter-assoziierte Komplikationen und die Patienten sind postoperativ rascher wieder mobil, wobei die Gefahr von Harnverhalt steigt und HWI durch Restharn auftreten können. Wenn der suprapubische Katheter nach dem Epiduralkatheter gezogen wird, gewährleistet dies zwar eine kontinuierliche Urinableitung, jedoch steigt durch die

verlängerte Liegezeit die Rate an katheter-assoziierten HWI und die Mobilisation des Patienten wird erschwert.

Deshalb wurde neben einer deskriptiven, retrospektive Singlecenter-Studie am Universitätsklinikum Würzburg eine deutschlandweite Multicenter-Umfrage zu dieser Thematik durchgeführt.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Deutschlandweite Umfrage

Ein Fragebogen wurde an 102 Allgemein- und Viszeralchirurgische Abteilungen maximalversorgender deutscher Kliniken (Landes- und Universitätskliniken) gesendet. 83 Krankenhäuser bearbeiteten den Fragebogen, sodass die Antworten über die aktuelle Handhabung der Urinableitung und des Epiduralkatheters analysiert werden konnten. Die Antworten wurden anonym zusammengefasst. Der Aufbau des Fragebogens ist Tabelle 3 zu entnehmen.

*Tabelle 3: Fragebogen der Multicenter-Umfrage über die Handhabung der Urinableitung und der Epiduralkatheter bei viszeralchirurgischen, gynäkologischen und urologischen Eingriffen*

	Männlich	Weiblich
<b>Wird bei Ihnen im Rahmen von großen abdominalchirurgischen/ urologischen/ gynäkologischen Operationen ein Epiduralkatheter (PDK) angelegt?</b>	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja
<b>Wird bei Ihnen im Rahmen von großen abdominalchirurgischen/ urologischen/ gynäkologischen Operationen intraoperativ eine Harnableitung angelegt?</b>	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> <i>Transurethral</i> <input type="checkbox"/> <i>Suprapubisch</i>	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> <i>Transurethral</i> <input type="checkbox"/> <i>Suprapubisch</i>

<b>Wann wird bei Ihnen die Harnableitung postoperativ entfernt?</b>	<input type="checkbox"/> vor dem PDK <input type="checkbox"/> am selben Tag wie der PDK <input type="checkbox"/> nach dem PDK	<input type="checkbox"/> vor dem PDK <input type="checkbox"/> am selben Tag wie der PDK <input type="checkbox"/> nach dem PDK
<b>Wird bei Ihnen vor Entfernung der Harnableitung ein Restharnprotokoll durchgeführt und erst ab einer bestimmten Restharmmenge der Katheter entfernt?</b>	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja, Restharmmenge unter _____ ml	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja, Restharmmenge unter _____ ml

## 2.2 Retrospektive Studie

Am Universitätsklinikum Würzburg wird intraoperativ bei größeren viszeralchirurgischen Eingriffen ein Epiduralkatheter zur postoperativen Schmerztherapie eingesetzt. Durch diese Form der Analgesie kann es zu Harnverhalt mit Folgen einer HWI durch Restharn kommen. Postoperativ werden die Patienten die erste Zeit auf der Intensivstation überwacht und sind zum Teil noch sediert und somit immobil. Aufgrund der eingeschränkten Mobilität und des Risikos von HWI wird intraoperativ außerdem ein suprapubischer Katheter gelegt, sodass eine suffiziente und komplikationslose Harnableitung erfolgen kann.

Eine deskriptive, retrospektive Singlecenter-Studie wurde am Universitätsklinikum Würzburg anhand von 501 Patienten, die einen Epiduralkatheter sowie einen suprapubischen Katheter während viszeralchirurgischen Operationen erhielten, durchgeführt. Dazu wurden die Daten von 1250 Patienten zwischen Oktober 2012 und August 2015 analysiert und alle Patienten im Alter zwischen 15 und 89 Jahren, die Epiduralkatheter sowie suprapubische Katheter nach abdominalchirurgischen Operationen erhielten, einbezogen.

In Tabelle 4 sind die als relevant eingestuften Parameter in Bezug auf die Studie aufgelistet. Eingeschlossen waren alle Operationen am kompletten

Gastrointestinaltrakt mit Unterscheidung zwischen oberem Gastrointestinaltrakt, Colon und Rektum. Beim Rektum wurde nicht zwischen oberem, mittlerem und unterem Rektum unterschieden. Außerdem waren Eingriffe an Leber, Gallenblase, Pankreas und Peritoneum sowie gynäkologische und nephrologische Operationen am Urogenitaltrakt eingeschlossen. Jeder Eingriff wurde nach seiner Dignität, benigne oder maligne, eingeteilt. Die Indikation für eine Epiduralanästhesie war eine „größere“ viszeralchirurgische Operation, was kleinere Operationen wie laparoskopische bzw. offene Cholezystektomien oder Appendektomien ausschloss. Es wurde nicht zwischen offener und laparoskopischer Chirurgie unterschieden.

Liegedauer und Zeitpunkt der Entfernung suprapubischer Katheter in Bezug auf Entfernung der Epiduralkatheter genauso wie Entwicklung von HWI und Re-Katheterisierungen durch transurethrale Katheter standen im Fokus der retrospektiven Studie. Insgesamt wurden 1250 Patienten untersucht, wobei 501 in die Studie eingeschlossen und 749 Patienten ausgeschlossen wurden.

*Tabelle 4: Erhobene Parameter der retrospektiven Studie*

Geburtsdatum	
Alter	
Geschlecht	männlich weiblich
Body Mass Index	
Operationsdatum	
Operationsdauer (Minuten)	
Dauer des Krankenhausaufenthaltes	
Operationsbereich	oberer Gastrointestinaltrakt Hepatobiliär-pankreatisch Kolon Rektum gynäkologisch nephrologisch peritoneal
Dignität	maligne benigne
Epiduralkatheter	Liegedauer Zeitpunkt der Entfernung
suprapubischer Katheter	Liegedauer Zeitpunkt der Entfernung vor Epiduralkatheter gleichzeitig mit Epiduralkatheter nach Epiduralkatheter
Rekatheterisierung mittels transurethralem Katheter	
Entwicklung von Harnwegsinfektionen	
NRS/ VAS Schmerzskala	in Ruhe über fünf Tage unter Belastung über fünf Tage
Begleiterkrankungen	Diabetes Mellitus Typ II kardiologisch pulmologisch nephrologisch immunsuppressive Behandlung

Ausschlusskriterien waren fehlende Informationen zur Entfernung des suprapubischen Katheters oder des Epiduralkatheters, unvollständige Daten zu HWI, Exitus während des Krankenhausaufenthaltes, postoperative Komplikationen wie Re-Laparotomien oder postoperative Sepsis.

Die Patienten wurden in drei Gruppen (CFx Entfernung vor/ gleichzeitig/ nach Entfernung des PDK) eingeteilt, abhängig vom Zeitpunkt der Entfernung des suprapubischen Harnblasenkatheters in Bezug auf den Zeitpunkt der Entfernung des Epiduralkatheters. Anschließend wurde die Entwicklung eines HWI analysiert, der durch mehr als  $10^5$  Bakterien/ ml im Urin-Status festgelegt wurde, wobei Nitritwerte nicht berücksichtigt wurden. Definitionsgemäß war ein HWI mit dem Katheter assoziiert, wenn dieser in den ersten vier Tagen nach Entfernung des letzten Katheters auftrat und zwischen dem zweiten und vierzehnten Tag nach der Operation diagnostiziert wurde. Alle anderen HWI waren als nicht Katheter-assoziiert definiert. Aufgrund des retrospektiven Charakters der Daten und des Fehlens eines etablierten Blasenentleerungs-Testprotokolls konnten Harnverhalt und Blasenentleerungsstörungen postoperativ mit diesem Datensatz nicht analysiert werden.

Außerdem wurde von allen 501 Patienten die subjektive Schmerzwahrnehmung retrospektiv analysiert. Der mittlere Schmerzwert wurde postoperativ zweimal täglich in Ruhe und unter Belastung dokumentiert. Gemäß institutionellen Protokollen wurden Schmerzen jedes Patienten von 0 (kein Schmerz) bis 10 (sehr starke Schmerzen) unter Verwendung einer 10-Punkte-Analogskala (NRS, VAS) bewertet. Anwenderfreundlichkeit, Lebensqualität sowie ökonomische Gesichtspunkte der Epiduralkatheter wurden in dieser Studie nicht berücksichtigt.

## 2.3 Statistische Methoden

Zur Beschreibung der Abhängigkeit zwischen zwei klassifizierten Variablen wurde im Allgemeinen der Chi-Quadrat-Test nach der Maximum-Likelihood-Methode berechnet. Bei zu geringer Feldbesetzung und nach zu geringen Erwartungswerten wurde bei einer 4-Felder -Tafel der exakte Chi-Quadrat-Test nach Fisher und Yates berechnet und bei größeren Tafeln der exakte Chi-Quadrat-Test nach Mehta und Patel.

Mit dem U-Test nach Mann und Whitney wurde ein Messwert zwischen zwei Gruppen verglichen, weil in dieser Studie keine Gaußsche Normalverteilung der Messwerte angenommen werden konnte. Die einfaktorielle Rangvarianzanalyse nach Kruskal und Wallis ersetzte den U-Test, wenn drei oder mehr Gruppen verglichen wurden.

Für die Korrelation wurde in dieser Studie die Kendallsche Rangkorrelation, mit dem Koeffizienten tau berechnet. Mittelwert und Standardabweichung wurden für kontinuierliche Variablen deskriptiv herangezogen, für alle anderen wurden Häufigkeiten und Prozentwerte genutzt.

Die Logistische Regression wurde zur Vorhersage von dichotomen Variablen aus mehreren Prediktoren angewandt. Probanden, bei denen mehr als die Hälfte der Variablen fehlten, wurden gestrichen. Bei den übrigen wurden die fehlenden Werte geschätzt. Binäre Variablen, wie etwa Diagnose, wurden in „0-1-Variablen“ umcodiert. In den Tabellen zur Logistischen Regression stand zu jedem Kriterium dessen Odds-Ratio sowie die Signifikanz des Einflusses.

Zur Überprüfung auf eine Gaußsche Normalverteilung wurde die Probitdarstellung mit den Grenzen nach Lillefors verwendet. Um die Testergebnisse quantitativ vergleichen zu können, wurden p-Werte berechnet. Ein p-Wert unter  $p < 0,05$  wurde als signifikant bezeichnet.

Die Datenverarbeitung und statistische Auswertung erfolgte mit Excel 2000 (Microsoft GmbH) und SPSS 12.0 für Windows (SPSS GmbH Software). Die Tests wurden mit dem Programm MEDAS (C. Grund, Margetshöchheim) berechnet (Haubitz 1995).

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Ergebnisse der Fragebögen

Hinsichtlich der 102 versendeten Fragebögen ergab sich eine Rückkehrquote von 81,4 % (n = 83). In fast allen Krankenhäusern (98,8 %) erhielten die Patienten bei abdominalchirurgischen Operationen einen Epiduralkatheter sowie eine Harnableitung. Die meisten Patienten erhielten nach viszeralchirurgischen Operationen einen transurethralen Katheter (Männer 66,3 %, Frauen 65 %). Im Gegensatz dazu erhielten 17 % der Männer und 13,3 % der Frauen einen suprapubischen Katheter (siehe Abbildung 9).

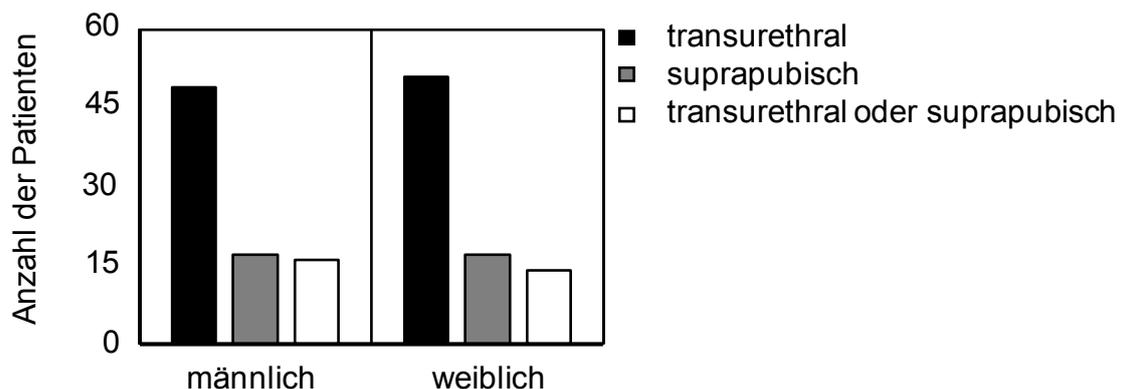


Abbildung 9: Deutschlandweite Anwendung der Harnblasenkatheter bei viszeralchirurgischen Operationen (transurethral versus suprapubisch)

Der Zeitpunkt der Entfernung des Blasenkatheters war in allen drei Gruppen ähnlich verteilt: vor (29,3 %), gleichzeitig mit (29,3 %) und nach (26,6 %) dem Epiduralkatheter. Es gab nur einen kleinen, nicht signifikanten Unterschied im Umgang zwischen männlichen und weiblichen Patienten (siehe Abbildung 10).

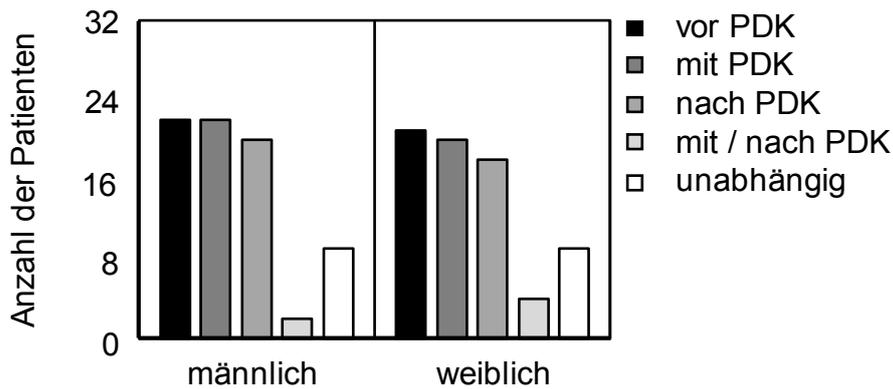


Abbildung 10: Zeitpunkt der Entfernung des Blasenkatheters in Bezug auf die Entfernung des Epiduralkatheters; mit PDK = gleichzeitige Entfernung der Katheter, unabhängig = CFX Entfernung unabhängig von der Entfernung des PDK

Restharnprotokolle wurden an 16 % (n = 19) der Kliniken durchgeführt. An 6 % (n = 7) der Kliniken wurde nur nach Rektum-Eingriffen die Menge an Restharn protokolliert (siehe Abbildung 11). In den meisten deutschen Krankenhäusern, die Restharnprotokolle führen, wird der Katheter bei einer Restharmmenge von 100 ml entfernt.

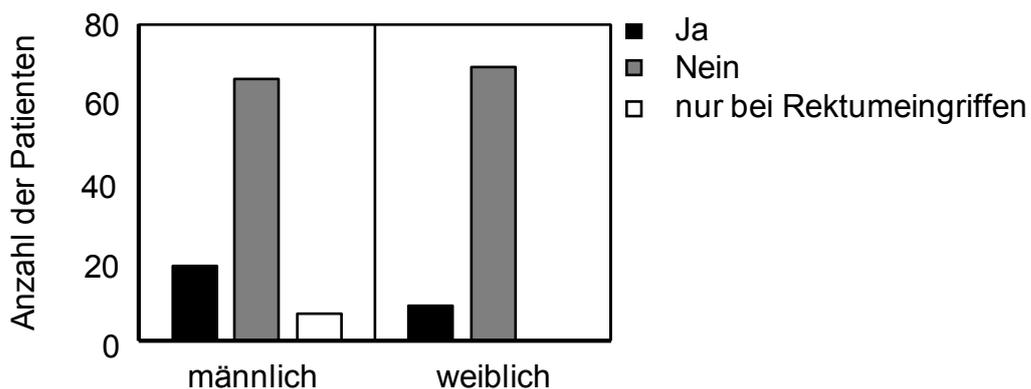


Abbildung 11: Durchführung von Restharnprotokollen an deutschen Kliniken

## 3.2 Ergebnisse der Retrospektiven Studie

### 3.2.1 Studiendesign des Gesamtkollektivs

Zwischen dem 01.10.2012 und dem 01.08.2015 erhielten 1250 Patienten im Alter zwischen 15 und 89 (vollendete Lebensjahre) während abdominalchirurgischen Operationen am Universitätsklinikum Würzburg einen Epiduralkatheter und einen suprapubischen Katheter. 789 Patienten wurden aufgrund von Ausschlusskriterien nicht mit in die Studie einbezogen. Die Daten der anderen 501 Patienten wurden vollständig tabellarisch erfasst.

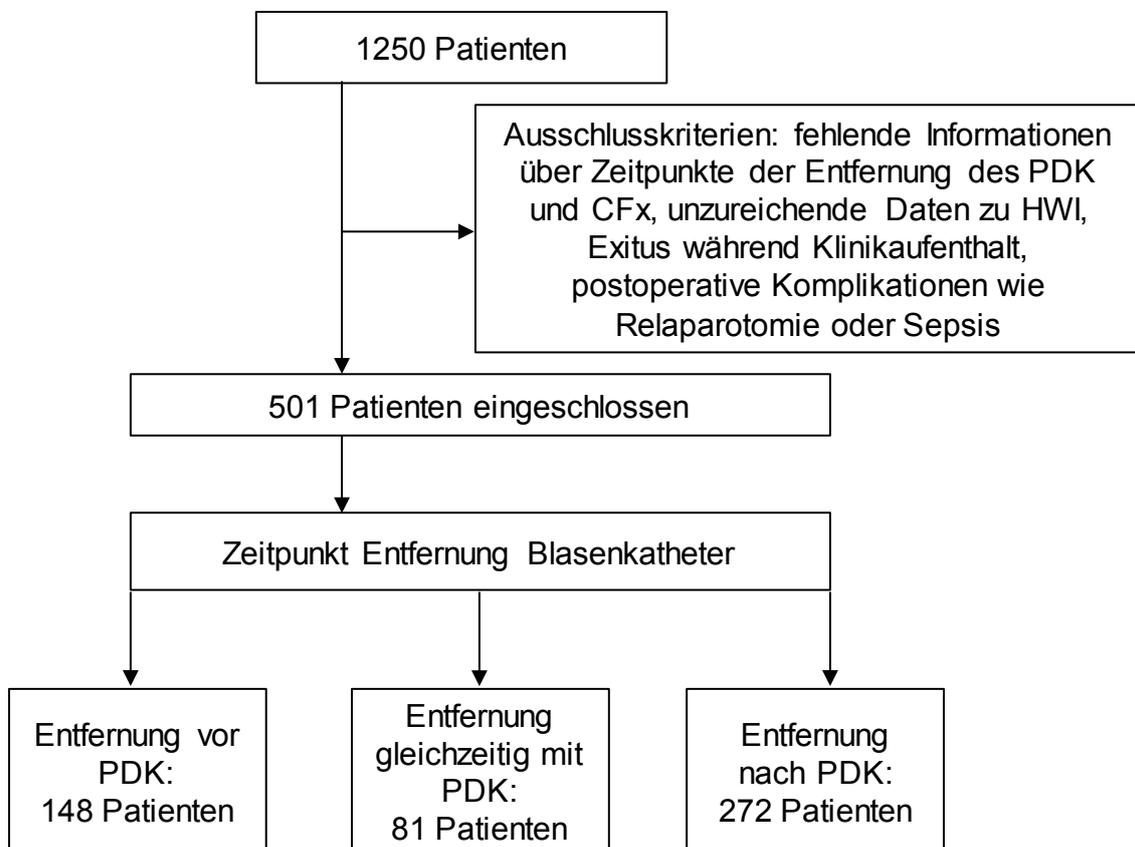


Abbildung 12: Studiendesign

### 3.2.2 Patientencharakteristika des Gesamtkollektivs

#### 3.2.2.1 Alter, BMI, ASA-Klassifikation und Geschlecht

Das mittlere Alter betrug  $61,6 \pm 14,2$  Jahre, der Altersmedian war 63,1 Jahre mit einem 95 % - CI von 47,1 bis 76,4 Jahren (siehe Anhang). 277 Patienten (55 %) waren männlich und 224 (45 %) weiblich. In Abbildung 13 ist die Altersverteilung der Patienten dargestellt. Jede Säule stellt den Anteil der Patienten in der genannten Altersgruppe (vollendete Lebensjahre) dar und ist nach Geschlecht unterteilt.

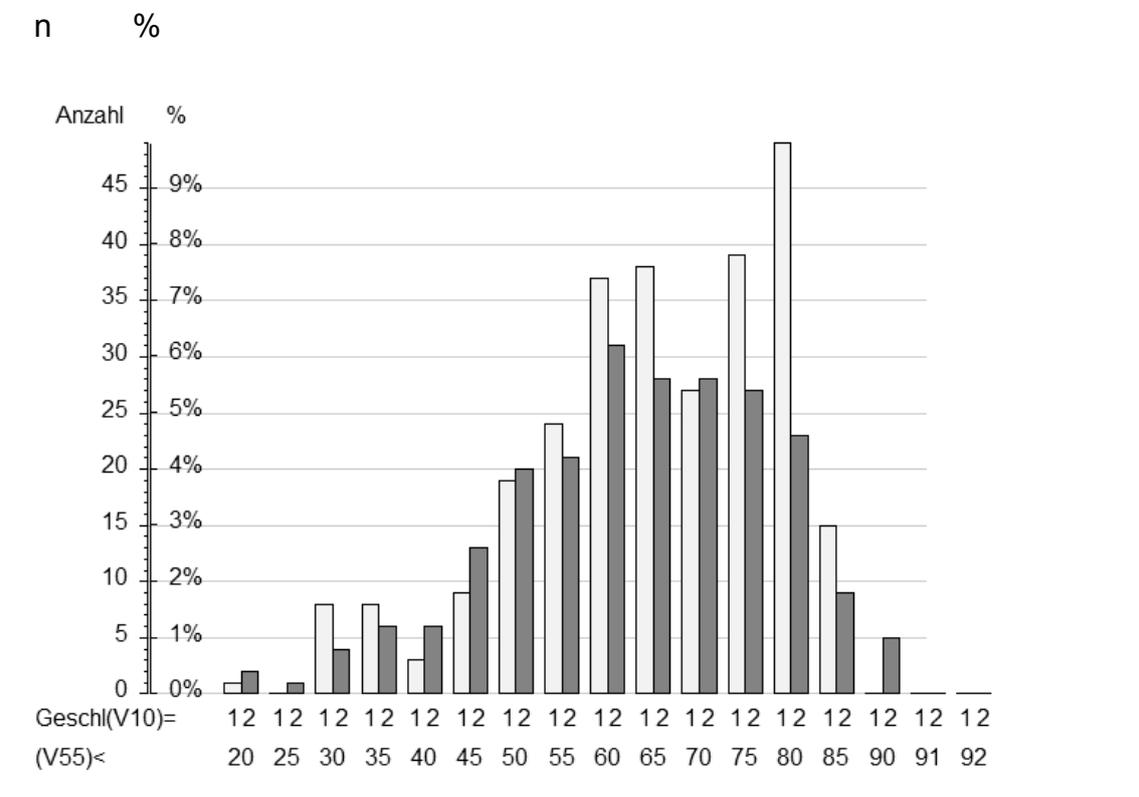


Abbildung 13: Verteilung von Geschlecht und Alter der Patienten; ■ = männlich, ■ = weiblich

Der BMI (Body Mass Index) lag bei den eingeschlossenen Patienten zwischen 15,6 – 43 mg/m<sup>2</sup>, mit einem Mittelwert von 25,7 ± 4,5 kg/cm<sup>2</sup> (siehe Anhang). Der Median des BMI betrug 25,5 kg/cm<sup>2</sup> mit einem 95 % - CI von 21,2 – 30 kg/cm<sup>2</sup>. Der BMI der männlichen Patienten war geringfügig, aber wegen der hohen Fallzahl, signifikant größer als der der Patientinnen (männlich: 26,19 ± 3,88 und weiblich: 25,11 ± 5,14 mg/m<sup>2</sup>; p = 0,00071). In Abbildung 14 ist das Alter dem BMI gegenübergestellt. Die Verteilung der Patienten kann durch ein Approximationspolynom 2. Grades beschrieben werden.

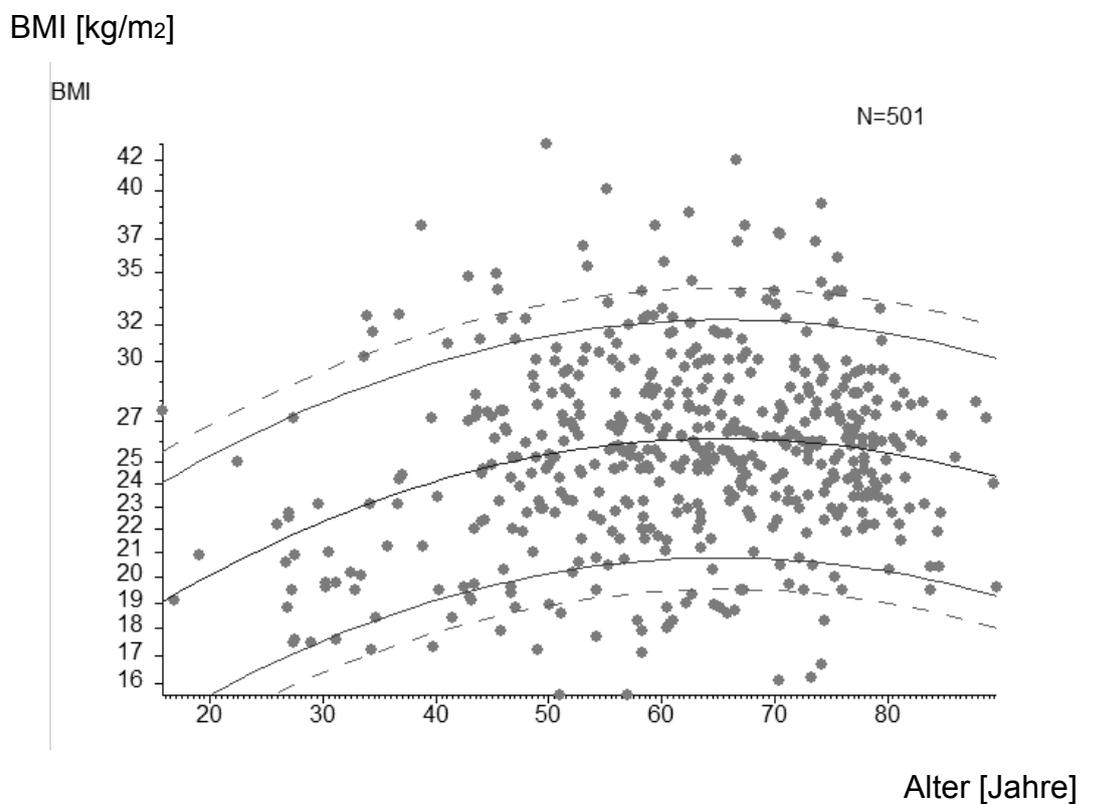


Abbildung 14: Alter und BMI

Hauptsächlich Diabetiker weisen einen hohen BMI (MW = 27,5 mg/m<sup>2</sup>) auf. Auch Patienten mit kardiologischen Begleiterkrankungen waren leicht adipös (MW = 27 mg/m<sup>2</sup>). Pulmologische (MW = 26,5 mg/m<sup>2</sup>), nephrologische (MW = 26,5 mg/m<sup>2</sup>) und immunsupprimierte Patienten (MW = 25 mg/m<sup>2</sup>) weisen einen nur knapp erhöhten BMI auf (siehe Tabelle 5).

*Tabelle 5: Begleiterkrankungen und BMI*

Begleiterkrankung	BMI [kg/m <sup>2</sup> ]				
		n	MW	ST	p
<b>DM</b>	ja	83	27,49	4,68	0,00011
	nein	418	25,35	4,40	
<b>kardiologisch</b>	ja	72	26,81	4,40	0,024
	nein	429	25,52	4,51	
<b>pulmonal</b>	ja	52	26,53	4,72	0,14
	nein	449	25,61	4,48	
<b>nephrologisch</b>	ja	19	26,53	3,66	0,31
	nein	482	25,67	4,54	
<b>Immunsuppressiv</b>	ja	50	24,84	4,62	0,15
	nein	451	25,80	4,49	

Die American Society of Anaesthesiologists-Klassifikation (ASA) teilt die Patienten nach ihrer Morbidität und dessen perioperativem Risiko ein.

*Tabelle 6: Die ASA Klassifikation (Gervais 2017)*

<b>ASA I</b>	Gesunder Patient
<b>ASA II</b>	Patient mit geringfügiger Erkrankung ohne Einschränkungen
<b>ASA III</b>	Patient mit Erkrankung mit deutlicher Beeinträchtigung
<b>ASA IV</b>	Patient mit lebensbedrohlicher Erkrankung
<b>ASA V</b>	Morbunder Patient, der ohne Operation wahrscheinlich nicht überleben wird
<b>ASA VI</b>	gestorbener Patient mit festgestelltem Hirntod, Organspender

Die ASA-Klassifikation der Patienten lag in der Studie zwischen I und IV, im Mittel  $2,3 \pm 0,6$  (siehe Abbildung 15). Patienten mit ASA V und ASA VI waren nicht an der Studie beteiligt. Der ASA-Median war 2 mit einen 95 %-CI von 2 - 3. Der ASA-

Score war bezogen auf Geschlechter nur schwach verschieden ( $p = 0,91$ ), jedoch zeigten sich im Alter starke Unterschiede.

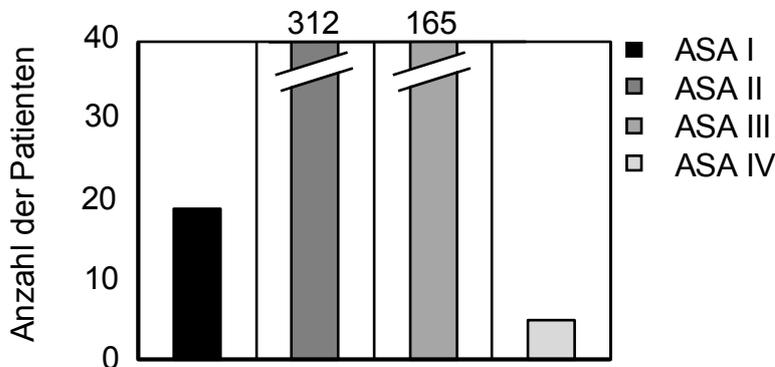


Abbildung 15: ASA-Klassifikation der Patienten

### 3.2.2.2 Begleiterkrankungen

Die häufigste Komorbidität war Diabetes Mellitus (16,6 %), gefolgt von kardiologischen Begleiterkrankungen (14,4 %). Pulmologische (10,4 %), nephrologische (3,8 %) und immunsupprimierte (10 %) Patienten waren weniger häufig vertreten (siehe Abbildung 16).

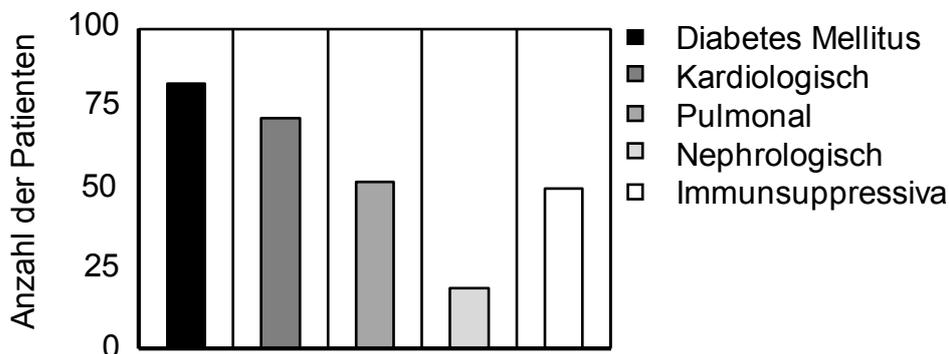


Abbildung 16: Begleiterkrankungen der Patienten

Von den 501 Patienten hatten 152 (30,3 %) eine, 45 (9 %) zwei und 10 (2 %) drei Begleiterkrankungen. 293 Patienten (58,5 %) wiesen keine Komorbidität auf und ein Patient hatte vier verschiedene Komorbiditäten. Die Patienten mit mehreren Begleiterkrankungen waren insgesamt älter, mit Ausnahme der Patienten mit Immunsuppressiva, die signifikant jünger waren. Je älter Patienten waren, desto mehr Begleiterkrankungen traten auf ( $\tau = 0,14$ ,  $p < 0.000005$ , siehe Anhang).

### 3.2.2.3 Operationsdauer

Die Operationen dauerten zwischen 46 und 908 Minuten. Die mittlere Operationsdauer betrug  $250 \pm 115$  Minuten, der Operationsdauer-Median lag bei 235 Minuten mit einem 95 %-CI von 136 - 357 Minuten.

Die längste Operation wurde im Durchschnitt am oberen Gastrointestinaltrakt (MW = 318 Minuten) oder an der Niere (MW = 312 Minuten) durchgeführt, gefolgt von hepatobiliären Eingriffen (MW = 294 Minuten). Bei den 277 männlichen Patienten dauerten Operationen länger,  $260 \pm 120$  Minuten, als bei Patientinnen mit  $118,5 \pm 104$  Minuten ( $p = 0,045$ ).

Je höher der BMI der Patienten war, desto länger dauerte die Operation ( $p = 0,033$ ).

### 3.2.2.4 Operationsbereiche

Die meisten Patienten wurden am Colon (42 %) operiert, gefolgt von hepatobiliär-pankreatischen (37 %), rektalen (18 %) und oberen gastrointestinalen (14,1 %) Eingriffen (siehe Abbildung 17). Es wurde nicht zwischen offener und laparoskopischer Chirurgie unterschieden. Außerdem erstreckte sich bei vier Patienten das Operationsgebiet vom Colon bis zum Rektum. Diese Patienten wurden dem Operationsgebiet Rektum zugeordnet. Peritoneale Eingriffe folgten mit 5,2 % und gynäkologisch und nephrologisch wurde nur in jeweils 2,1 % operiert. ASA und Übergewicht verteilten sich gleichmäßig über die Operationslokalisationen.

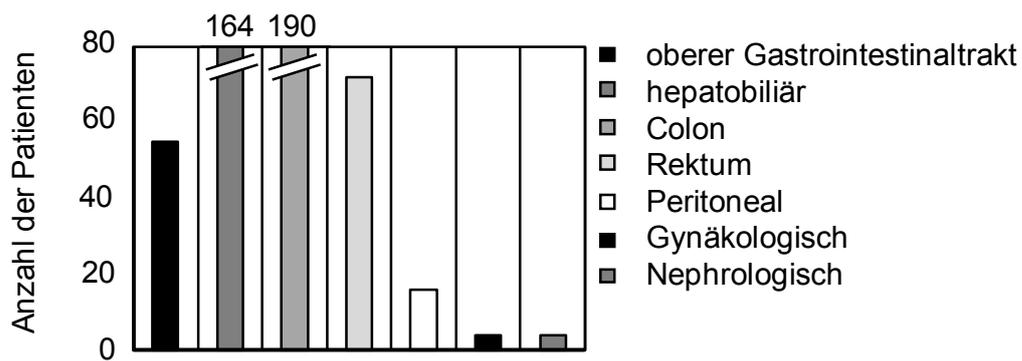


Abbildung 17: Häufigkeit der Operationsgebiete

### 3.2.2.5 Dignität der Erkrankungen (benigne versus maligne)

364 Patienten (76,5 %) wurden aufgrund von maligner Grunderkrankung operiert. Die meisten Eingriffe am oberen Gastrointestinaltrakt (92,7 %) und Rektum (93 %) waren maligne. Alle gynäkologischen und nephrologischen Operationen wiesen eine Malignität auf. Im Gegensatz dazu war nur circa die Hälfte (49 %) der kolonchirurgischen Eingriffe maligne. Der BMI ( $26 \pm 4,3 \text{ kg/m}^2$ ) war höher bei den 364 Patienten mit maligner Grunderkrankung als bei den 137 Patienten mit benigner Indikation. Deren BMI lag im Mittel bei  $25 \pm 5 \text{ kg/m}^2$  ( $p = 0,014$ , siehe Anhang). Deutlicher wurde der Unterschied bei ASA zwischen benigner und maligner Dignität. Je höher die ASA-Klassifikation, desto häufiger handelte es sich um eine maligne Grunderkrankungen.

### 3.2.3 Katheter-Liegedauer des Gesamtkollektivs

#### 3.2.3.1 Schmerzverlauf und Katheter-Liegedauer

Der Schmerzverlauf wurde über fünf Tage in Ruhe und unter Belastung anhand numerischer Skalen (NRS) und visueller Analogskalen (VAS) dokumentiert. Gemäß institutionellen Protokollen wurden Schmerzen jedes Patienten von 0 (kein Schmerz) bis 10 (sehr starke Schmerzen) bewertet.

Hierbei zeigte sich, je höher der Belastungsschmerz am ersten und zweiten Tag war, desto länger verblieb der Epiduralkatheter. Je stärker der Ruheschmerz am dritten und vierten Tag war, desto länger dauerte der Klinikaufenthalt ( $\tau = 0,1$ ,  $p = 0,003$  und  $\tau = 0,09$ ,  $p = 0,006$ ). Ähnliche, weniger signifikante Zusammenhänge ( $\tau = 0,07$ ,  $p = 0,02$  und  $\tau = 0,06$ ,  $p = 0,09$ ) sind für Belastungsschmerzen zu erkennen. Der Zusammenhang ist sicher, aber geringfügig und nur aufgrund hoher Fallzahlen zu erkennen (siehe Abbildung 18 und Anhang).

Schmerzgrad

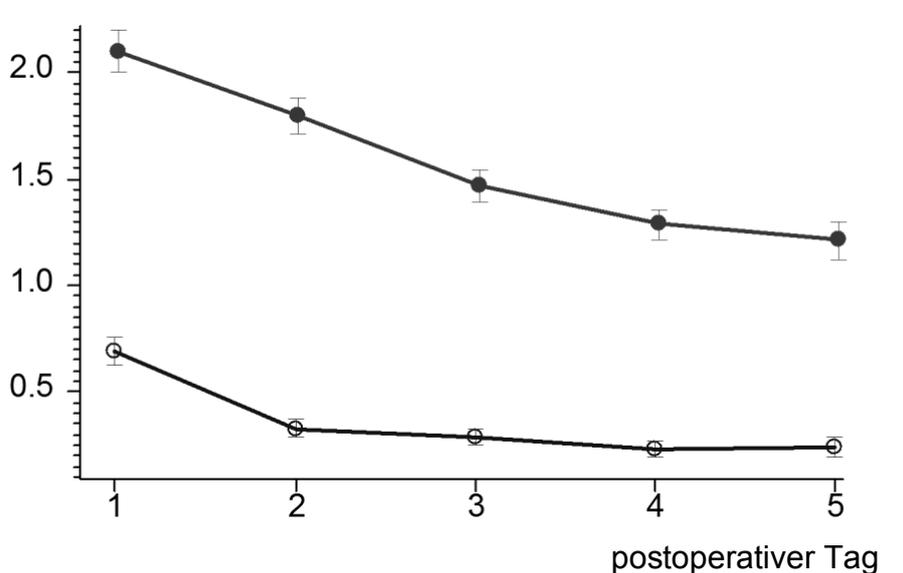


Abbildung 18: Schmerzstärke der Patienten über fünf Tage in Ruhe und unter Belastung; Verlauf der Schmerzstärke in Ruhe (○) und bei Belastung (●)

### 3.2.3.2 Liegedauer des suprapubischen Katheters

Der suprapubische Katheter wurde nach  $6,1 \pm 3,8$  Tagen nach der Operation entfernt. Die Liegedauer des suprapubischen Katheters in Bezug auf das Operationsgebiet wird in Abbildung 19 dargestellt, wobei sich eine erhebliche Streuung der Standardabweichungen zeigt.

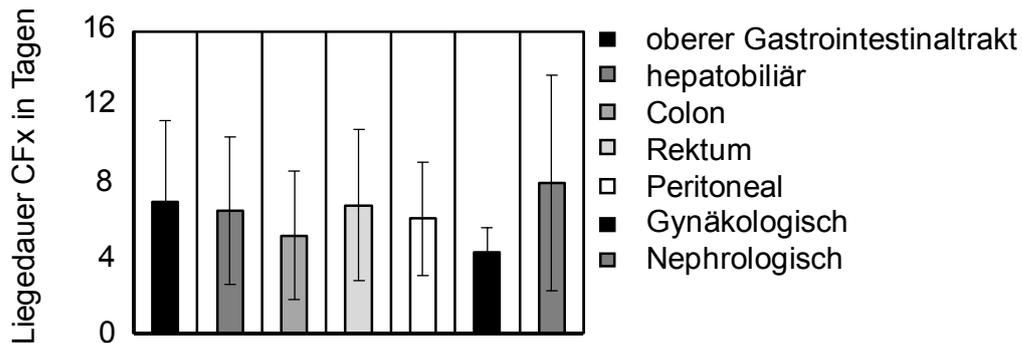


Abbildung 19: Liegedauer des suprapubischen Katheters in Bezug auf das Operationsgebiet

Je älter die Patienten waren, desto später wurde der suprapubische Katheter entfernt. Die Abhängigkeit ist gering, jedoch sicher, sodass eine positive Korrelation zwischen Liegedauer des suprapubischen Katheters und Alter, ASA-Klassifikation und Operationsdauer vorlag. Demzufolge wurde der suprapubische Katheter bei Patienten mit schlechtem Allgemeinzustand (hoher ASA-Klassifikation) signifikant länger belassen.

Je mehr Begleiterkrankungen Patienten hatten, desto später war der Zeitpunkt der Entfernung des suprapubischen Katheters (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Korrelation zwischen Zeitpunkt der Entfernung suprapubischer Katheter und Alter, ASA, BMI und Operationsdauer

	n	tau	p
<b>Alter</b>	501	0,1	0,0096
<b>ASA</b>	501	0,1	0,0004
<b>BMI</b>	501	0,03	0,26
<b>OP-Dauer</b>	501	0,1	< 0,000005
<b>Begleiterkrankung</b>	501	0,062	0,04

### 3.2.3.3 Liegedauer des Epiduralkatheters

Epiduralkatheter wurden nach  $4,7 \pm 1,2$  Tagen nach der Operation entfernt. In Abbildung 20 wird die Liegedauer des Epiduralkatheters in Bezug zum Operationsgebiet dargestellt. Im Vergleich zur Liegedauer des suprapubischen Katheters (Abbildung 19) ist in Abbildung 20 die Streuung der Standardabweichungen der Liegedauer des Epiduralkatheters nicht so umfangreich.

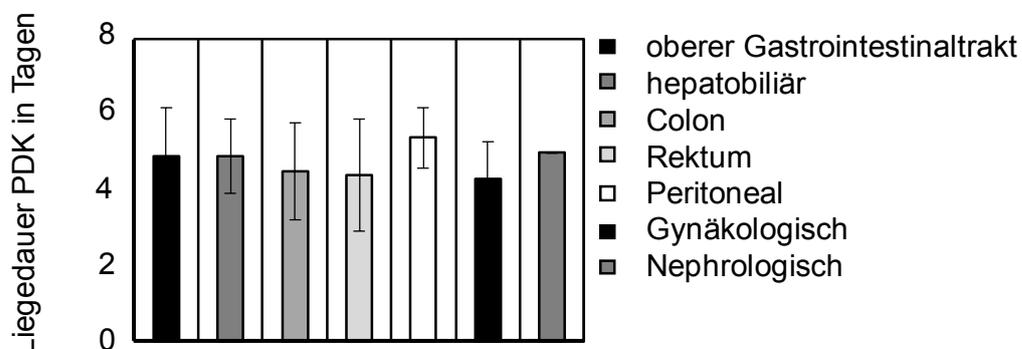


Abbildung 20: Liegedauer des Epiduralkatheters in Bezug auf das Operationsgebiet

Für die Liegedauer des Epiduralkatheters war keine Abhängigkeit vom Alter zu erkennen. Bei Epiduralkathetern bestand eine positive Korrelation zwischen dem BMI und der Operationsdauer, was bedeutet, dass bei Übergewichtigen der Epiduralkatheter signifikant länger belassen wurde.

Je mehr Begleiterkrankungen Patienten hatten, desto später wurde der Epiduralkatheter entfernt (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8: Korrelation zwischen Zeitpunkt der Entfernung der Epiduralkatheter und Alter, ASA, BMI und Operationsdauer

	n	tau	p
<b>Alter</b>	501	0,04	0,2
<b>ASA</b>	501	0,04	0,15
<b>BMI</b>	501	0,09	0,0023
<b>OP-Dauer</b>	501	0,19	< 0,000005
<b>Begleiterkrankung</b>	501	0,075	0,01

### 3.2.3.4 Liegedauer des suprapubischen Katheters in Bezug zur Liegedauer des Epiduralkatheters

Insgesamt wird in Abbildung 21 der prozentuale Anteil der Entfernung des suprapubischen in Bezug zum Epiduralkatheter beschrieben. In 29,5 % (n = 148) der Fälle wurde der suprapubische Katheter vor dem Epiduralkatheter entfernt, in 16,2 % (n = 81) wurde der suprapubische Katheter gleichzeitig mit dem Epiduralkatheter entfernt und in 54,3 % wurde der suprapubische Katheter nach dem Epiduralkatheter (n = 272) entfernt.

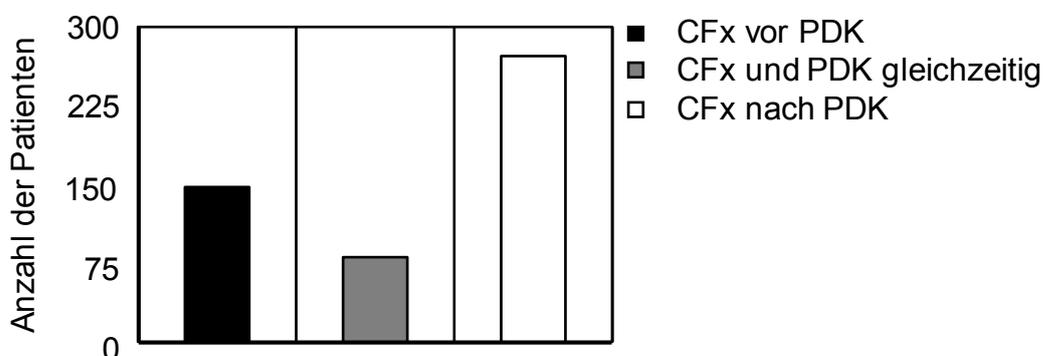


Abbildung 21: Zeitpunkt der Entfernung der Katheter

Insgesamt war der Unterschied der Liegedauer zwischen suprapubischem Katheter und Epiduralkatheter signifikant ( $p < 0,000005$ ).

Abbildung 22 beschreibt die Liegedauer des suprapubischen Katheters in Bezug zur Liegedauer des Epiduralkatheters. Es wird deutlich, dass der suprapubische Katheter meist nach dem Epiduralkatheter entfernt wurde.

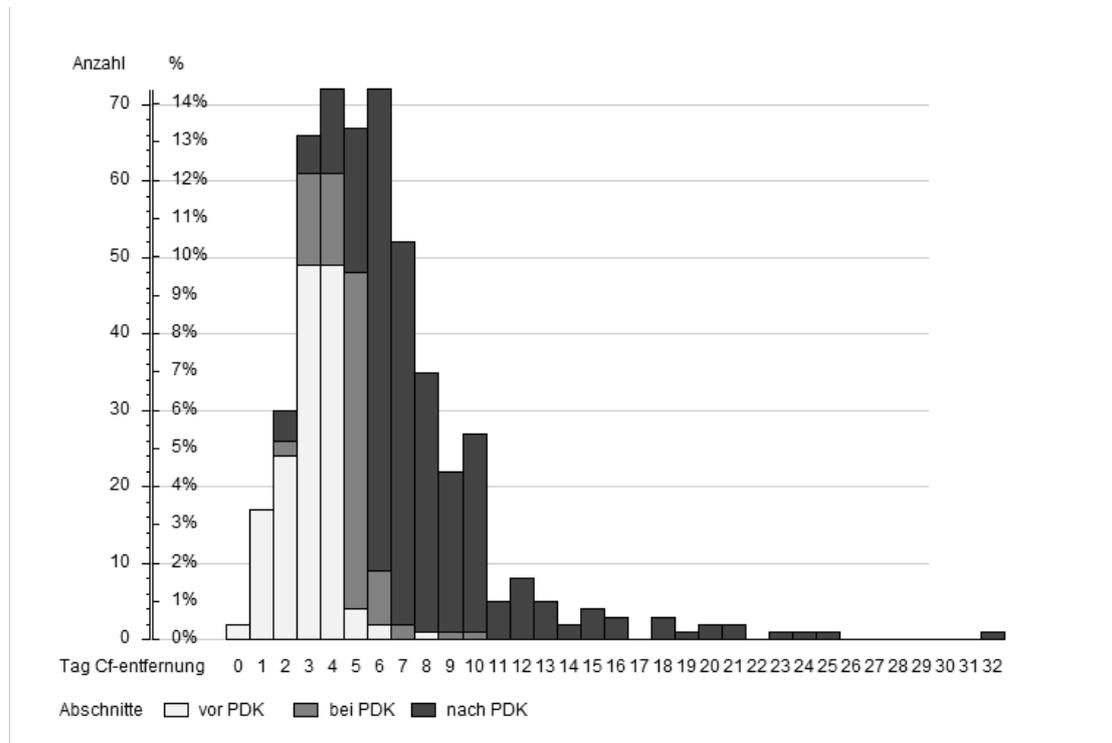


Abbildung 22: Liegedauer des suprapubischen Katheters in Bezug zur Liegedauer des Epiduralkatheters

### 3.2.4 Zeitpunkt der Entfernung suprapubischer Katheter und Epiduralkatheter

Je länger die Operation dauerte, desto später wurden der suprapubische und Epiduralkatheter entfernt ( $\tau = 0,13$ ,  $p < 0,001$ ). In Übereinstimmung mit dieser Korrelation war die Operationsdauer bei Patienten, die die Entfernung des suprapubischen Katheters nach Entfernung des Epiduralkatheters erhielten, signifikant länger als bei gleichzeitiger Entfernung ( $266,1 \pm 120,7$  Minuten versus  $230,2 \pm 109,3$  Minuten (vor) und  $228,7 \pm 97,3$  Minuten (gleichzeitig),  $p = 0,0019$ , siehe Tabelle 9, Tabelle 10).

*Tabelle 9: Korrelation der Operationsdauer mit Katheter-Liegedauer*

	n	tau	p
<b>PDK-Dauer</b>	501	0,182	< 0,000005
<b>Cfx-Dauer</b>	501	0,195	< 0,000005
<b>Cfx nach PDK</b>	501	0,133	0,00001

*Tabelle 10: Operationsdauer und Unterschiede der Liegedauer Cfx und PDK*

	Operationsdauer in Minuten			
	n	MW	ST	p
<b>Cfx vor PDF entfernt</b>	148	23,15	109,2	
<b>Cfx und PDF gleichzeitig entfernt</b>	81	228,7	97,33	
<b>Cfx nach PDF entfernt</b>	272	266,1	120,7	0,0019
<b>Gesamt</b>	501	249,41	115,1	

Bei Betrachtung verschiedener Operationsgebiete haben sich Zeitpunkte der Katheterentfernung geändert. Bei Patienten, die Colon- oder Rektumresektionen erhielten, wurden Harnblasenkatheter signifikant häufiger nach Epiduralkathetern entfernt (siehe Tabelle 11). Alle anderen Operationsbereiche zeigten keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich des Zeitpunkts der Entfernung suprapubischer Katheter (siehe Anhang).

Tabelle 11: Colon- und Rektumresektion im Vergleich zum Zeitpunkt der Katheterentfernung

	n	%	n	%	p
<b>Entfernung des CFx in Bezug auf die Entfernung des PDK</b>	<b>Colonresektion</b>				0,00083
	ja (n = 186)		nein (n = 315)		
<b>vor</b>	72	38,7	76	24,1	
<b>gleichzeitig</b>	32	17,2	49	15,6	
<b>nach</b>	82	44,1	190	60,3	
<b>Entfernung des CFx in Bezug auf die Entfernung des PDK</b>	<b>Rektumresektion</b>				
	ja (n = 72)		nein (n = 429)		
<b>vor</b>	12	16,7	136	31,7	
<b>gleichzeitig</b>	8	11,1	73	17,0	
<b>nach</b>	52	72,2	220	51,3	
					0,0032

### 3.2.5 Entwicklung von Harnwegsinfektionen im Gesamtkollektivs

#### 3.2.5.1 Geschlechterverteilung und HWI

67 Patienten (13,4 %) entwickelten postoperativ HWI (95 %-CI: 10,6 – 16,7), davon waren 22 männlich (8 %) und 45 weiblich (20,1 %) (siehe Abbildung 23). Demzufolge entwickelten signifikant mehr Frauen HWI ( $p < 0,001$ ,). Bei den Männern zeigte sich keine derartige Signifikanz in der Entwicklung von HWI.

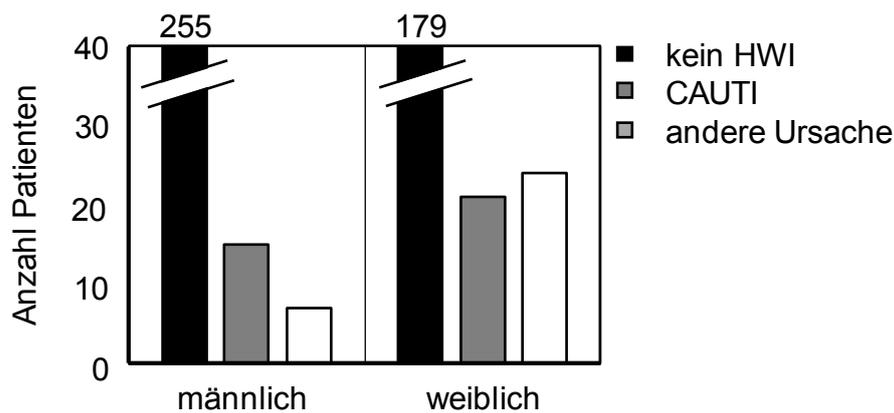


Abbildung 23: Entwicklung von HWI bezogen auf Geschlechter

Insgesamt zeigt sich bei 31 der 67 Patienten, die postoperativ einen HWI entwickelten, Katheter-assoziierte HWI (6,7 %, 95 %-CI: 4,6 - 9,4).

### 3.2.5.2 Re-Katheterisierungen mit transurethralem Katheter und Entwicklung von Harnwegsinfektionen

36 (7,2 %) der 501 einbezogenen Patienten bekamen einen transurethralen Blasen Katheter nachdem der suprapubische Katheter entfernt wurde (siehe Tabelle 12). Von diesen Patienten entwickelten 11 HWI (30,6 %). Verglichen mit den 465 Patienten mit suprapubischer Katheterversorgung entwickelten signifikant mehr Patienten postoperativ HWI mit einem transurethralen Blasen Katheter ( $p = 0,0042$ ).

Tabelle 12: HWI Entwicklung und Re-Katheterisierung mit transurethralem Katheter

	Gesamt	n	%	95 %-CI
<b>HWI gesamt</b>	501	67	13,4	10,6 – 16,4
<b>Re-Katheterisierung</b>	501	36	7,2	5,2 – 9,9
<b>CAUTI CFx</b>	465	31	6,7	4,7 – 9,4
<b>CAUTI transurethral</b>	36	11	30,6	

### 3.2.5.3 Krankenhausaufenthalt und HWI

Im Durchschnitt dauerte der Klinikaufenthalt der Patienten 15,4 Tage. HWI entwickelten sich im Mittel nach  $7 \pm 2,4$  Tagen. Der Median war 7 mit einem 68 % - CI von 5 – 9,2 Tagen. Die Länge des postoperativen Krankenhausaufenthalts war signifikant länger bei Patienten mit HWI (kein HWI:  $14,6 \pm 9,4$  Tage; CAUTI:  $20,5 \pm 16,1$  Tage;  $p < 0,001$ , siehe Anhang).

Die postoperative Liegedauer hing signifikant mit der Operationsdauer zusammen ( $\tau = 0,23$ ,  $p < 0,000005$ ).

### 3.2.5.4 Operationslokalisation und HWI

Im Allgemeinen verdeutlicht Tabelle 12, dass HWI in 10,6 % - 16,7 % der Fälle nach abdominalchirurgischen Operationen auftreten, wobei 4,6 % - 9,4 % mit Kathetern in Verbindung zu bringen sind.

Es gab keine signifikanten Unterschiede beim Auftreten von HWI im Operationsbereich (oberer Gastrointestinaltrakt: 1,8 %, hepatobiliär-pankreatisch 7,3 %, Colon 7,0 %, Rektum 5,6 %, peritoneal 6,3 %, gynäkologisch und nephrologisch 0 %;  $p = 0,8$ ).

### 3.2.5.5 Alter, Geschlecht und HWI

Der Einfluss des Alters auf Liegedauer oder HWI war nicht zu erkennen, jedoch zeigten sich sehr deutliche Unterschiede bezüglich des Geschlechts (siehe *Tabelle 13*)

Tabelle 13: Geschlecht und HWI

Geschlecht	männlich (n = 277)		weiblich (n = 224)		p	
	n	%	n	%		
transurethral	ja	19	6,86	17	7,59	0,75
	nein	258	93,14	207	92,41	
HWI	ja	22	7,94	45	20,09	0,000070
	nein	255	92,06	179	79,91	
HWI	CAUTI	7	2,53	24	10,71	0,000091
	andere	15	5,42	21	9,38	
	kein	255	92,06	179	79,91	
	CAUTI	7	31,82	24	53,33	
	andere	15	68,18	21	46,67	0,094

Je älter die Patienten waren desto länger dauerte es bis zur Klinikentlassung (tau = 0,09, p = 0,0026). Diese Abhängigkeit ist wegen der hohen Fallzahl sicher, jedoch gering (Alter und Zeit bis HWI, Alter: n = 67, tau = 0,09, p = 0,27; Zeit: n = 31, tau = 0,1, p = 0,45, siehe Anhang).

### 3.2.5.6 BMI und HWI

Leicht adipöse Patienten entwickelten am häufigsten HWI. Ein transurethraler Katheter war am ehesten bei diesen Patienten erforderlich (siehe Tabelle 14).

Tabelle 14: BMI und HWI

BMI	n	HWI	%
< 25	218	15	6,8
25 – 30	203	20	10
> 30	80	2	2,5

### 3.2.5.7 Begleiterkrankungen und HWI

Nur eine Begleiterkrankung wirkt sich nicht signifikant auf HWI aus, zwei oder mehr deutlich. Bei Diabetikern war die Aufenthaltsdauer nach der Operation signifikant verlängert und bei immunsupprimierten Patienten, meist junge Patienten mit chronisch entzündlichen Darmerkrankungen, verkürzt.

In Tabelle 15 wird deutlich, dass sich von den 83 Diabetikern 16-mal (19,3 %) eine HWI entwickelte und bei den 418 Nicht-Diabetikern 51-mal (12,2 %,  $p = 0,097$ ). Bei den anderen Begleiterkrankungen war keinerlei signifikanter Zusammenhang zu erkennen.

Tabelle 15: Begleiterkrankungen und HWI

		<b>Begleiterkrankungen</b>				
		<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>p</b>
		<b>Diabetes Mellitus Typ II</b>				
		ja (n = 83)		nein (n = 418)		
<b>HWI</b>	<b>nein</b>	67	80,72	367	87,80	
	<b>ja</b>	16	19,28	51	12,20	0,097
		<b>Kardiologisch</b>				
		ja (n = 72)		nein (n = 429)		
<b>HWI</b>	<b>nein</b>	61	84,72	373	86,95	
	<b>ja</b>	11	15,28	56	13,05	0,61
		<b>Pulmologisch</b>				
		ja (n = 52)		nein (n = 449)		
<b>HWI</b>	<b>nein</b>	41	78,85	393	87,53	
	<b>ja</b>	11	21,15	56	12,47	0,10
		<b>Nephrologisch</b>				
		ja (n = 19)		nein (n = 482)		
<b>HWI</b>	<b>nein</b>	14	73,68	420	87,14	
	<b>ja</b>	5	26,32	62	12,86	0,16
		<b>Immunsuppressiva</b>				
		ja (n = 50)		nein (n = 451)		
<b>HWI</b>	<b>nein</b>	42	84	392	86,92	
	<b>ja</b>	8	16	59	13,08	0,57

### **3.2.5.8 Dignität und HWI**

Patienten mit malignen Erkrankungen als Erstdiagnose hatten signifikant weniger HWI. Die 364 Patienten mit maligner Erkrankung benötigten postoperativ eine Klinikdauer von  $16,4 \pm 11$  Tagen, die 137 Patienten mit benignen Erkrankungen  $12,7 \pm 8$  Tage ( $p = 0,000005$ ).

### **3.2.6 Vorkommen von HWI in Bezug auf die Katheterentfernung**

Beim Vergleich der drei Patientengruppen Entfernung des suprapubischen Katheters vor, gleichzeitig mit oder nach dem Epiduralkatheter, zeigte sich kein signifikanter Unterschied in Bezug auf Entstehung einer HWI. Der Zeitpunkt der Entfernung suprapubischer Katheter hat das Auftreten eines HWI demnach nicht beeinflusst, wobei sich dennoch leicht erhöhte Raten von HWI bei längerer Katheter-Liegedauer feststellen ließen (siehe Tabelle 16).

Tabelle 16: Vergleich der drei Patientengruppen hinsichtlich des Auftretens einer HWI

	alle HWI				p
	ja (n = 67)		nein (n = 434)		
Entfernung des Blasenkatheters in Bezug auf die Entfernung des Epiduralkatheters	n	%	n	%	
vor	16	10,8	132	89,2	0,33
gleichzeitig	9	11,1	72	88,9	
nach	42	15,4	230	84,6	
	CAUTI				p
Entfernung des Blasenkatheters in Bezug auf die Entfernung des Epiduralkatheters	ja (n = 31)		nein (n = 434)		
	n	%	n	%	
vor	8	5,7	132	94,3	0,16
gleichzeitig	2	2,7	72	97,3	
nach	21	8,4	230	91,6	

Demzufolge konnten folgende Risikofaktoren für HWI anhand von multivariater Regression bestimmt werden: Alter, weibliches Geschlecht (erhöht das Risiko um das sechsfache), lange Operationsdauer und Malignität.

Tabelle 17: Logistische Regression für HWI

Prediktor	n	Odds Ratio	95 % - CI	p
Alter	465	1,1	1,0 – 1,1	0,001
Weiblich	465	6,1	2,5 – 15,0	0,000
OP-Dauer	465	1,0	1,0 – 1,0	0,004
maligne	465	0,3	0,1 – 0,7	0,003
PDK vor CFx	465	2,1	0,7 – 6,0	0,16

Weil das Geschlecht einen so starken Einfluss hat, sind zusätzlich multiple Regressionen für männliches und weibliches Geschlecht getrennt berechnet worden. Malignität und Operationsdauer sind Hauptrisikofaktoren für das männliche Geschlecht bezüglich HWI (siehe Tabelle 18).

*Tabelle 18: Logistische Regression bei männlichen Patienten für HWI*

<b>Prediktor</b>	<b>n</b>	<b>Odds Ratio</b>	<b>95 % - CI</b>	<b>p</b>
<b>OP-Dauer</b>	262	1,0	1,0 – 1,0	0,095
<b>maligne</b>	262	0,1	0,02 – 0,7	0,02

Beim weiblichen Geschlecht zählen Alter und ebenso Operationsdauer zu den häufigsten Risikofaktoren für HWI (siehe Tabelle 19).

*Tabelle 19: Logistische Regression bei weiblichen Patienten für HWI*

<b>Prediktor</b>	<b>n</b>	<b>Odds Ratio</b>	<b>95 % - CI</b>	<b>p</b>
<b>Alter</b>	203	1,0	1,0 – 1,1	0,002
<b>OP-Dauer</b>	203	1,0	1,0 – 1,0	0,02

## 4 Diskussion

### 4.1 Methodik

Es gibt deutschlandweit keine einheitlichen Richtlinien zum Zeitpunkt der Entfernung suprapubischer Katheter bei Patienten mit postoperativen Epiduralkathetern. Deshalb wurde in der abdominalchirurgischen Abteilung des Universitätsklinikums Würzburg eine deskriptive, retrospektive Singlecenter-Studie mit Daten von 501 Patienten durchgeführt. Außerdem wurden deutschlandweit Fragebögen an 102 allgemein- und viszeralchirurgische Abteilungen maximalversorgender Kliniken gesendet, wobei 83 dazu Stellung nahmen. Die Einzelheiten sowie die genaue Fragestellung wurden zuvor kritisch hinterfragt und auf Anwendbarkeit und Zuverlässigkeit geprüft. Bei der Auswahl der Fragen wurde auf Kürze und Prägnanz der Fragebögen geachtet, sodass hohe Rücklaufquoten erwartet werden konnten. Außerdem wurde berücksichtigt, dass sich die Fragen angemessen mit der Thematik der retrospektiven Studie decken. In der Studie selbst wurde die Inzidenz von Katheter-assoziierten HWI bei Patienten mit suprapubischen und Epiduralkathetern untersucht. In den Fragebögen wurde der Fokus auf die Entfernung der Harnableitungen und der Epiduralkatheter generell gelegt. Aufgrund des retrospektiven Charakters der Studie waren Daten teilweise unvollständig und prognostische Faktoren ungleich verteilt. Aus diesen Gründen sind Störfaktoren der retrospektiv erhobenen Daten über den gesamten Beobachtungszeitraum zwischen Oktober 2012 und August 2015 annehmbar, die aber unter den gegebenen Voraussetzungen unumgänglich sind. Die Analyse dieser Daten half dennoch Hypothesen zu formulieren, die dann in prospektiven genauso wie weiteren retrospektiven Studien validiert werden können.

Die Diagnose HWI wurde durch mehr als  $10^5$  Bakterien / ml definiert, wobei Nitritwerte nicht berücksichtigt wurden. Außerdem wurde im Fragebogen neben der Liegedauer der Katheter, der aktuelle Umgang von Restharnprotokollen nach abdominalchirurgischen Operationen untersucht. Allerdings konnten keine Analysen der Harnretention und Blasenentleerungsstörungen innerhalb der

retrospektiven Studie durchgeführt werden, da am Universitätsklinikum Würzburg zu dem Zeitpunkt der Datenerhebung Blasenentleerungsprotokolle nicht etabliert waren.

Im Allgemeinen soll die Auswahl der Parameter in zukünftigen prospektiven klinischen Studien überdacht werden (siehe Tabelle 4). Der Body Mass Index berücksichtigt beispielsweise weder Geschlecht, Alter noch ethnische Zugehörigkeit. Zusätzlich beschreibt der BMI nur in zwei Dritteln der Fälle individuelle Formen von Adipositas (Dulloo et al. 2010; Keys et al. 1972). Des Weiteren wurde nicht zwischen offener und laparoskopischer Chirurgie unterschieden, was zusätzlich die Ergebnisse der Studie beeinflussen konnte. Im Vergleich zu laparoskopisch durchgeführten Operationen weisen Laparotomien eine längere Operationsdauer, erhöhten Transfusionsbedarf und längere Krankenhausaufenthalte auf (Hu et al. 2015; Biondi et al. 2013). Bei Laparoskopien hingegen kann es zu CO<sub>2</sub>-Pneumoperitonei mit Hypothermie oder auch hämodynamischen und metabolischen Auswirkungen kommen (Kruschinski 2019). Insgesamt zeigen sich aber eine Verringerung der Morbidität und eine Verkürzung der Krankenhausaufenthaltsdauer bei den minimal-invasiven Operationen im Gegensatz zur offenen Chirurgie (Banz et al. 2011). Genauso wenig wurde zwischen oberen, mittleren und unteren rektalen Eingriffen unterschieden, obwohl die Empfehlung der Harnableitung postoperativ unterschiedlich gehandhabt wird und Patienten nach Rektumresektion wegen zusätzlichem Risiko postoperativer Blasenentleerungsstörungen eine einzigartige Gruppe von Patienten sind (Benoist et al. 1999; Kwaan et al. 2015; siehe 4.3.3).

Insgesamt wurden aufgrund des retrospektiven Charakters Anwenderfreundlichkeit, Lebensqualität sowie ökonomische Gesichtspunkte der suprapubischen Katheter und der Epiduralkatheter in dieser Studie in Bezug auf die Patienten ebenfalls nicht berücksichtigt.

## 4.2 Deutschlandweite Umfrage

Aufgrund fehlender nationaler Richtlinien für postoperatives Management von Blasenkathetern und Epiduralkathetern in Deutschland wurde eine landesweite Umfrage durchgeführt. In fast allen deutschen maximalversorgenden Krankenhäusern (98,8 %) erhielten Patienten Epidural- und Blasenkatheter während abdominalchirurgischen Operationen. Transurethrale Harnableitungen wurden häufiger als suprapubische verwendet (Männer: 66,3 % gegenüber 17 %; Frauen: 65 % gegenüber 13,3 %). Am Universitätsklinikum Würzburg werden suprapubische Katheter wegen des besseren Patientenkomforts, der Schmerzreduktion und besserer Mobilität bevorzugt.

Zudem können Blasenentleerungstests zur Prüfung der Harnretention vor Entfernung des Blasenkatheters hilfreich sein. Deutschlandweit werden an 16 % der Kliniken Blasenentleerungstest durchgeführt und diese mit Hilfe von Restharnprotokollen dokumentiert. Nur an 6 % (n = 7) der Kliniken wird Restharn nach Rektum – Eingriffen protokolliert (siehe Abbildung 11), obwohl die totale mesorektale Exzision (TME) mit einer erheblichen postoperativen Blasenentleerungs-Dysfunktion verbunden ist (Delacroix und Winters 2010). In den meisten deutschen Krankenhäusern, die Restharnprotokolle führen, wird der Katheter bei einer Restharmenge von 100 ml entfernt.

Das Einbringen suprapubischer Katheter ist invasiver als das Einbringen der transurethralen Katheter, dennoch haben Studien vergleichbare Morbiditäten gezeigt (Bouchet-Doumenq et al. 2016). Laut Fragebögen war der Zeitpunkt der Entfernung der Harnblasenkathetern in allen drei Gruppen (vor/ gleichzeitig/ nach) ähnlich verteilt (siehe Abbildung 10). Demzufolge lässt sich keine klare Empfehlung für den Zeitpunkt der Entfernung der Katheter anhand dieser Untersuchung feststellen.

## 4.3 Retrospektive Studie

### 4.3.1 Risiken und Morbidität

Je älter die Patienten in dieser retrospektiven Studie waren, desto mehr Begleiterkrankungen traten auf ( $\tau = 0,14$ ,  $p < 0,000005$ ). Diabetes Mellitus Typ II (DM) (17 %) stellte sich neben kardiologischen Begleiterkrankungen (14,4 %) als weit verbreitete Komorbidität dar (siehe Abbildung 16). DM ist seit Jahrzehnten die häufigste Stoffwechselerkrankung weltweit. Sie stellt die Medizin im Zusammenhang mit Adipositas und dem demographischen Wandel der heutigen Gesellschaft vor große wissenschaftliche und finanzielle Herausforderungen (Liebl et al. 2001). Zusammenhänge zwischen Adipositas und dem Entstehungsrisiko von DM werden bereits in zahlreichen Studien dargestellt (Davey Smith et al. 2005; Liebl et al. 2001). Risiken für DM steigen mit kontinuierlicher Gewichtszunahme und sinken entsprechend mit Gewichtsverlusten (WHO 2011). Adipositas zeigt sich demnach als Produkt der modernen Wohlstandsgesellschaft und Hauptrisikofaktor für die Entstehung von DM. Zudem zeigte sich postoperativ eine signifikante Verlängerung der Krankenhausaufenthalte bei Diabetikern. Neben postoperativer Niereninsuffizienz und Wundheilungsstörung steigt die Gesamtmorbidität der Patienten nach beispielsweise laparoskopischen kolorektalen Operationen deutlich (Shariq et al. 2019). Adipositas ist nicht nur ein Hauptrisikofaktor für DM, sondern bringt auch Komplikationen bei operativen Eingriffen mit sich. Nachdem suprapubische Katheter bei Patienten nach operativen Eingriffen entfernt wurden, kam es häufig zu Re-Katheterisierungen mit transurethralen Kathetern (7,2 %, siehe Kapitel 3.2.5.2). Dieses Patientenkollektiv entwickelte ebenso häufig HWI. HWI entwickelten sich bei Diabetikern in knapp 20 % und bei Nicht – Diabetikern in nur 12 % der Fälle ( $p = 0,097$ , siehe Tabelle 15). In einer Studie des Universitätsklinikums Seattle wurde die Entwicklung von HWI bei Patientinnen mit DM untersucht (Boyko et al. 2005). Deutlich mehr weibliche Diabetikerinnen entwickelten HWI im Gegensatz zu Nicht – Diabetikerinnen, sodass sich das Risiko nahezu verdoppelte. Auch asymptomatische Bakteriurien fanden sich bei Frauen mit DM sehr viel häufiger (Boyko et al. 2005). Das Robert

Koch-Institut zählt DM zu den Hauptrisikofaktoren von Katheter-assoziierten HWI und betont, dass die Definition dieser Risikofaktoren als Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Einleitung von Präventionsmaßnahmen gilt (KRINKO 2015). Zwar zeigen sich anhand der statistischen Ergebnisse der deskriptiv retrospektiven Studie dadurch keine neuen Erkenntnisse, trotzdem werden die Probleme und Folgen metabolischer und kardiologischer Erkrankungen bestätigt und somit die hohe Qualität der Daten verdeutlicht.

Je mehr Begleiterkrankungen Patienten aufwiesen, desto später wurden Epiduralkatheter ( $\tau = 0,075$ ,  $p = 0,01$ , siehe Tabelle 8) und suprapubische Katheter ( $\tau = 0,062$ ,  $p = 0,04$ , siehe Tabelle 7) entfernt. Der Zeitpunkt der Entfernung der suprapubischen Harnableitung nach abdominalchirurgischen Operationen muss demnach verantwortungsvoll gewählt werden. Je früher der suprapubische Katheter entfernt wird, desto häufiger kommt es zu Harnretention. Auf der anderen Seite ist die Entwicklung von Katheter-assoziierten HWI bei später Entfernung ebenso problematisch. Zudem war die Länge des postoperativen Krankenhausaufenthalts signifikant länger bei Patienten mit HWI (keine HWI:  $14,6 \pm 9,4$  Tage; CAUTI:  $20,5 \pm 16,1$  Tage;  $p < 0,001$ , siehe Anhang). Erhöhte Versorgungskosten und deutlich mehr medizinische Ressourcen werden bei postoperativen nosokomialen Infektionen in Anspruch genommen. Um medizinische Mittel und Kosten für Pflege der Patienten zu senken, muss die Chirurgie Wege finden, postoperative nosokomiale Infektionen wie Katheter-assoziierte HWI zu senken (Herwaldt et al. 2006).

Der multimodale Ansatz des ERAS-Konzepts beschleunigt die postoperative Rekonvaleszenz (siehe Abbildung 2). Trotzdem gibt es keine Unterscheidung der Fast-Track Rehabilitation zwischen Patienten ohne Vorerkrankungen und multimorbider Patienten. Ethisch korrekte Behandlungen der Patienten sind selbstverständlich, dennoch werden aufgrund von diagnosebezogenen Fallgruppen (DRG) und Personalmangel individuelle, auf den einzelnen Patienten zugeschnittene Therapien wenig berücksichtigt. Es sollten demnach im Allgemeinen spezifische Leitlinien für die klinische Praxis für Patienten mit Multimorbidität entwickelt werden (Fabbri et al. 2015). Am Universitätsklinikum Würzburg werden Operationen älterer, multimorbider Patienten signifikant

kurzgehalten ( $\tau = 0,13$ ,  $p = 0.00001$ ). Hierdurch werden bestmögliche Therapien durch kürzere und schonendere Allgemeinanästhesien zusätzlich zum ERAS-Konzept gewährleistet und postoperative Komplikationen minimiert.

#### **4.3.2 Liegedauer suprapubischer Katheter und Epiduralkatheter**

Der Schmerzverlauf wurde über fünf Tage in Ruhe und unter Belastung anhand numerischer Skalen (NRS, VAS) erfasst (siehe Abbildung 18). Je höher der Belastungsschmerz am ersten und zweiten Tag postoperativ war, desto später wurde der Epiduralkatheter entfernt. Außerdem beschreiben die statistischen Ergebnisse dieser retrospektiven Studie, dass die Stärke der Ruheschmerzen am dritten und vierten Tag ausschlaggebend für die Länge des Klinikaufenthalts war (dritter Tag:  $\tau = 0,0937$ ,  $p = 0,0036$  und vierter Tag:  $\tau = 0,0920$ ,  $p = 0,0061$ ). Ähnliche weniger signifikante Zusammenhänge (dritter Tag:  $\tau = 0,0721$ ,  $p = 0,026$ ; vierter Tag:  $\tau = 0,0575$ ,  $p = 0,087$ ) sind ebenso für Belastungsschmerzen zu erkennen (siehe Anhang). Inwiefern die Schmerzen jedoch ausnahmslos auf die Epiduralanästhesie zurückzuführen sind, bleibt fraglich. Katheterfehllagen bzw. -fehlfunktionen werden häufig unterschätzt und in Studien mit Inzidenzen bis zu 10 % beschrieben (Pöpping et al. 2008). Neben technischen Problemen der Schmerzpumpen und Diskonnektionen der Katheter, kann es über Duraperforationen mit Cephalgien und intrathekalen bzw. intravasalen Infiltrationen bis zu Lokalanästhetika-Intoxikationen kommen (Hermanides et al. 2012).

Insgesamt zeigten sich allerdings keine eindeutigen Ergebnisse bezüglich der subjektiven Schmerzempfindung der Patienten nach operativen Eingriffen. Möglicherweise wurden Effekte durch allgemeine balancierte Pharmakotherapien hervorgerufen, die zusätzlich zu den epidural verabreichten Analgetika das eigentliche Schmerzprofil der Patienten überlagerten.

### **4.3.3 Entwicklung von Harnwegsinfektionen**

Es wurde in dieser Studie deutlich, dass die Häufigkeit des Auftretens von HWI nicht von dem Zeitpunkt der Entfernung des suprapubischen Blasenkatheters in Bezug auf die Entfernung des Epiduralkatheters beeinflusst wird. In der relevanten Literatur wird die Thematik der suprapubischen Katheterversorgung in Bezug auf Epiduralkatheter und die Folge von Katheter-assoziierten HWI bisher kaum dokumentiert. Die Häufigkeit von HWI war in den drei definierten Patientengruppen in etwa gleich verteilt (Entfernung der Harnblasenkatheter vor/ gleichzeitig mit/ nach Entfernung des Epiduralkatheters).

Ein HWI ist Katheter-assoziiert, wenn die Liegedauer des Katheters über einen Zeitraum von zwei Tagen hinausgeht oder dieser am Tag vor dem Auftreten des HWI entfernt wurde (Tenke et al. 2008). Da nicht routinemäßig in der Klinik nach Entfernung des Blasenkatheters nach HWI gesucht wird, wurde die Zeitspanne von Katheter-assoziierten HWI in dieser retrospektiven Studie breiter definiert, um alle möglichen Katheter-assoziierten HWI zu berücksichtigen. Es wurde demnach eine Latenzzeit von ein bis zwei Tagen zwischen erstem Symptom und Durchführung einer mikrobiellen Urinanalyse vermutet. Der Patient hat möglicherweise bereits Symptome, es vergeht jedoch einige Zeit, bis das Pflegepersonal benachrichtigt ist, um Harnuntersuchungen durchzuführen. Wenn ein HWI in den ersten vier Tagen nach Entfernung suprapubischer Katheter auftrat und zwischen dem zweiten bis vierzehnten Tag diagnostiziert wurde, handelte es sich in dieser Studie um eine Katheter-assoziierte HWI.

Es gibt zahlreiche Studien, in denen Protokolle für das Pflegepersonal zur rechtzeitigen Katheterentfernung erstellt wurden. Hierbei zeigte sich, dass ein sorgfältiges Befolgen des Katheter-Entfernungsprotokolls mit weniger Katheterisierungen und verringerten Infektionsraten verbunden war (Alexaitis und Broome 2014; Parry et al. 2013). Am Universitätsklinikum Würzburg sind solche Protokolle nicht in den Arbeitsalltag eingebunden, was die retrospektive Datenerhebung bezüglich Katheter-assoziiertes HWI erschwerte. Demzufolge sollte der Fokus in zukünftigen prospektiven Studien, die sich mit Katheter-assoziierten HWI beschäftigen, auf solche Katheter-Entfernungsprotokolle gelegt werden.

Zu den Risikofaktoren für HWI laut dieser Studie zählen Alter, weibliches Geschlecht, lange Operationsdauer und Malignität. Diese wurden mittels multivariater Regression bestimmt, wobei das weibliche Geschlecht das Risiko um das sechsfache erhöht (siehe Tabelle 19). Viele Studien bestätigen, dass Frauen deutlich häufiger betroffen sind als Männer, wobei die Prävalenz von HWI im Alter bei beiden Geschlechtern steigt. Diese Zunahme hängt mit der Hormonumstellung nach der Menopause zusammen (Rausch A. und Schulze M. 2018). Außerdem zeigt sich postmenopausal Harninkontinenz und unvollständige Blasenentleerung als Hauptrisikofaktor. Bei jungen Frauen stehen rezidivierende HWI besonders in Zusammenhang mit sexueller Aktivität (Matuszkiewicz-Rowińska 2017). Da das Geschlecht einen so starken Einfluss hat, sind zusätzliche multiple Regressionsanalysen für beide Geschlechter getrennt berechnet worden. Malignität und Operationsdauer sind Hauptrisikofaktoren für das männliche Geschlecht bezüglich HWI (siehe Tabelle 18). Beim weiblichen Geschlecht zählen Alter und ebenso Operationsdauer zu den häufigsten Risikofaktoren für HWI (siehe Tabelle 19). Bei beiden Geschlechtern zeigte sich, dass die Operationsdauer einen großen Einfluss auf das Auftreten von HWI hat.

Einige externe Studien beschäftigten sich mit postoperativen Komplikationen von Epiduralkathetern. Hierbei zeigt sich, dass die Verwendung eines Epiduralkatheters zum Harnverhalt führen und weiterhin verlängerte Katheterisierungen bewirken kann (Hu et al. 2014). Sobald Katheter länger in der Blase verbleiben, ist dies mit einer höheren Inzidenz von Katheter-assoziierten HWI in Verbindung zu bringen (Givens und Wenzel 1980). Laut aktueller Studienlage unterdrückt die intrathekale Applikation von Morphin Blasenkontraktionen, wobei durch Zugabe von Naloxon dieser Effekt rückgängig gemacht werden kann (Rawal et al. 1983; Kuipers et al. 2004). In einer prospektiven, randomisierten Doppelblindstudie wurde beschrieben, dass epidural verabreichtes Sufentanyl im Vergleich zu epidural verabreichtem Morphin weniger Miktionsprobleme aufweist. Somit sind Blasen Katheterisierungen nach dem ersten postoperativen Tag nicht mehr erforderlich (Kim et al. 2006).

In dieser retrospektiven Studie des Universitätsklinikums Würzburg verblieben die Blasenkatheter bei den meisten Patienten (54,3 %) bis die Epiduralkatheter entfernt wurde (siehe Abbildung 21). Die verschiedenen Gründe sind nicht bekannt. Es ist davon auszugehen, dass eingeschränkte Mobilisierung und erhöhte Restharnmenge mögliche Gründe für verlängerte Blasenkatheterisierungen sind. Erstaunlicherweise war die Rate von HWI in dieser Gruppe nicht erhöht, obwohl man es bei Patienten mit langandauernden Harnableitungen erwarten könnte. Laut Garibaldi et al. und Saint et al. steigt mit jedem Tag der transurethralen Katheterisierung das Risiko um 3-10 % für Bakteriurien (Garibaldi et al. 1982; Saint et al. 2002). Eine Erklärung für fehlende Anstiege von HWI in dieser Studie könnte sein, dass alle Patienten suprapubische Harnblasenkatheter anstelle von transurethralen Kathetern erhalten haben. Tenke et al. und Gould et al. zeigten, dass sich das Risiko für HWI bei Patienten mit suprapubischem Blasenkatheter im Vergleich zu transurethralen Blasenkatheter minimierte. Bouchet-Doumenq et al. stellten ähnliche Infektionsraten bei Patienten mit suprapubischem und transurethralem Blasenkatheter dar (Bouchet-Doumenq et al. 2016). Die Evidenzqualität ist jedoch gering und die Studien sind begrenzt (Tenke et al. 2008; Gould et al. 2010). In der Studie von Bonkat et al. zeigten sich Katheter-assoziierte Bakteriurien mit suprapubischen Kathetern in 95 % und HWI in 11 % der Fälle (Bonkat et al. 2013), was mit den Raten bei Patienten mit transurethralem Katheter (Niël-Weise und van den Broek 2005) und den hier vorgelegten Daten vergleichbar ist. Insgesamt entwickelten 67 Patienten (13,4%) in dieser Studie einen HWI während der postoperativen Periode, davon entwickelten 31 Patienten Katheter – assoziierte HWI (6,7%). 465 Patienten erhielten einen suprapubischen Katheter, davon wurden 36 (7,2 %) nach Entfernung des suprapubischen Katheters mit einem transurethralen Blasenkatheter versorgt. Von diesen Patienten hatten 11 Patienten eine HWI (30,6 %). Zusammenfassend entwickelten demnach innerhalb der vorliegenden Studie im Vergleich zu den 465 Patienten mit suprapubischer Katheterversorgung, signifikant mehr Patienten postoperativ einen HWI mit einem transurethralen Blasenkatheter ( $p = 0,0042$ ) (siehe Seite 54). Möglicherweise könnte dies jedoch zu falschen

Annahmen führen, da diese Patienten transurethrale Katheter erhielten, nachdem suprapubische Katheter entfernt wurden. Die Ursache der Re-Katheterisierungen ist nicht bekannt, wobei Harnverhalt einen möglichen Grund darstellt und demnach mit dem Auftreten einer HWI zusammenhängen kann. Ein Vergleich dieser beiden Gruppen ist nicht möglich und muss in Zukunft in weiteren prospektiven klinischen Studien untersucht werden. Zwischen Katheter-assoziierten HWI und HWI aus anderen Ursachen war kein Unterschied der transurethralen Katheterisierung zu erkennen ( $p = 0,16$ , siehe Tabelle 16), was mit der geringen Fallzahl zusammenhängen kann.

Patienten nach Rektumresektion sind wegen zusätzlichem Risiko postoperativer Blasenentleerungsstörungen eine einzigartige Gruppe von Patienten (Kwaan et al. 2015). Eine kontrollierte Studie zu Patienten nach Rektumresektion beschrieb, dass bei Patienten mit unterer Rektumresektion verlängerte transurethrale Katheterisierungen vermieden werden sollten, um Harnretention vorzubeugen. Bei allen anderen Patienten mit mittlerer und oberer Rektumresektion sollte der Blasen Katheter am ersten postoperativen Tag entfernt werden, um HWI zu vermeiden (Benoist et al. 1999). Bouchet-Doumenq et al. untersuchten das Auftreten von Blasenentleerungsstörungen nach Rektumresektion, wobei sich eine Häufigkeitsrate von 38 % postoperativ zeigte (Bouchet-Doumenq et al. 2016). In dieser Studie wurden jedoch suprapubische Harnblasenkatheter bei Patienten nach Rektumresektion signifikant später entfernt (siehe Tabelle 11). Bemerkenswert war jedoch, dass diese Patientengruppe keine erhöhte HWI-Rate aufwies. Außerdem wurde nicht zwischen oberer, mittlerer und unterer Rektumresektion unterschieden. Da es am Universitätsklinikum Würzburg kein standardisiertes Protokoll zur Feststellung von Blasenentleerungsstörungen gibt, liegen keine Daten zur Häufigkeit des Harnverhalts vor, wobei dieses insbesondere nach Resektion des Rektums interessant wäre.

Die Entfernung des Blasen Katheters vor, gleichzeitig mit und nach dem Epiduralkatheter war gleichmäßig verteilt (siehe Abbildung 21). Eine fundierte Erklärung lässt sich anhand dieser Studie jedoch nicht zeigen. Der Zeitpunkt der Entfernung suprapubischer Katheter hat das Auftreten von HWI demnach nicht

beeinflusst. Es zeigte sich jedoch ein leicht erhöhtes Risiko von HWI mit länger liegenden Katheterisierungen (siehe Abbildung 22).

Besorgniserregend ist, dass sich aktuell kaum Studien mit Behandlungsstrategien von Katheter-assoziierten HWI finden lassen, obwohl es sich um eine der häufigsten nosokomialen Infektionen in Krankenhäusern weltweit handelt (Trautner 2010). Die Bemühungen, den Gebrauch von Harnblasenkathetern zu reduzieren, sind angemessen, aber sie lassen die Frage offen, was mit den Patienten geschehen soll, die postoperativ wie in dieser Studie einen erforderlichen Bedarf an Blasenkathetern haben und daher ein hohes Risiko für die Entwicklung von HWI. Aufgrund der erwähnten Einschränkungen dieser retrospektiven Studie sind weitere Untersuchungen erforderlich, um den optimalen Zeitpunkt für die Entfernung der Blasenkatheeter in Bezug auf die Entfernung der Epiduralkatheter zu bestimmen, sodass das Risiko von HWI verringert werden kann.

Aktuell gibt es keine Richtlinien und es zeigt sich ein inhomogenes postoperatives Protokoll bezüglich der Entfernung von Blasenkatheetern. Der Zeitpunkt der Entfernung des suprapubischen Katheters in Bezug auf die Entfernung des Epiduralkatheters scheint die Anzahl von Katheterassoziierten HWI nicht zu beeinflussen. Trotzdem scheint die Rate der HWI mit verlängerten Blasenkatheeterisierungen zu steigen. Demzufolge können Patienten möglicherweise von einer früheren Entfernung suprapubischer Harnblasenkatheter profitieren, da somit das Risiko für HWI sinkt und die Patienten rascher mobilisiert werden können. Insgesamt scheint also der Zeitpunkt der Entfernung suprapubischer Blasenkatheeter in Bezug auf die Entfernung der Epiduralkatheter nicht mit der Anzahl von HWI zu korrelieren.

Aufgrund mehrerer Einschränkungen dieser Studie sind generell weitere Untersuchungen erforderlich, um den optimalen Zeitpunkt für die Entfernung der Harnblasenkatheter in Bezug auf die Entfernung des Epiduralkatheters zu bestimmen, um die Entwicklung von HWI zu verringern.

## 5 Zusammenfassung

Die Epiduralanästhesie wird seit Jahrzehnten bei großen allgemein- und viszeralchirurgischen Operationen zur postoperativen Analgesie verwendet, um gastrointestinale Parese, Übelkeit und Erbrechen zu minimieren. Neben Hypotension und Pruritus, kann es jedoch zusätzlich zu Harnretention mit Restharnbildung kommen. Deshalb werden die Patienten intraoperativ mit Harnblasenkathetern versorgt, was das Risiko von Katheter-assoziierten Harnwegsinfektionen steigert. Das Ziel dieser wissenschaftlichen Arbeit war es deshalb, die Auswirkungen von Epiduralkathetern und suprapubischen Harnableitungen in Bezug auf die Inzidenz von Katheter-assoziierten HWI zu untersuchen, um Risiken und Komplikationen im Sinne von HWI zu reduzieren. Insgesamt wurden 501 Patienten in die retrospektive Studie eingeschlossen, die Epiduralkatheter sowie suprapubische Blasenkateter im Rahmen eines allgemeinchirurgischen Eingriffs erhielten. Die Patienten wurden anhand des Zeitpunktes der Entfernung des Harnblasenkatheters in Bezug zum Zeitpunkt der Entfernung des Epiduralkatheters aufgeteilt und das Auftreten eines HWI analysiert. Zusätzlich wurde eine Umfrage an 102 deutschen Kliniken durchgeführt und 83 erhaltene Antworten hinsichtlich der aktuellen Handhabung von Epiduralkathetern und Harnableitungen evaluiert.

Im Patientenkollektiv der retrospektiven Studie zeigten sich in 6,7 % der Fälle Katheter-assoziierte HWI. Signifikant mehr Frauen als Männer erkrankten an HWI (20,1 % versus 7,9 %,  $p = 0,000091$ ). Zudem wurden Tendenzen erhöhter Raten an HWI beobachtet, wenn der Blasenkateter nach dem Epiduralkatheter entfernt wurde, jedoch ohne statistische Signifikanz (vor: 29,5 %/ gleichzeitig mit: 16,2 %/ nach PDK Entfernung: 54,3 %).

Die deutschlandweite Umfrage verdeutlichte, dass in fast allen Krankenhäusern (98,8 %) die Patienten mit Epiduralkatheter und Harnableitungen nach größeren abdominalchirurgischen Eingriffen versorgt wurden. Transurethrale Katheter wurden häufiger als suprapubische Katheter verwendet. Der Zeitpunkt der Entfernung des Harnblasenkatheters war gleichmäßig auf die Zeitpunkte vor, gleichzeitig mit und nach Entfernung des Epiduralkatheters (vor = 29,3 %, gleichzeitig mit = 29,3 %, nach = 41,4 %).

gleichzeitig mit 29,3 %, nach 26,6 %) verteilt. Der Zeitpunkt der Entfernung der Harnableitung in Bezug zum Zeitpunkt der Entfernung des Epiduralkatheters scheint demnach keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Entstehung eines HWI zu haben. Es zeigen sich jedoch leicht erhöhte Raten an HWI, wenn der suprapubische Katheter nach dem Epiduralkatheter entfernt wurde.

Um die adäquate postoperative Versorgung auf diesem Gebiet weiterhin zu verbessern, sollten zukünftig prospektive, klinische Studien auf den dargelegten Erkenntnissen der vorliegenden Arbeit aufgebaut werden, um die Entwicklung von nosokomialen HWI zu minimieren.

## 6 Ausblick

Die Inzidenz von HWI bei Patienten mit suprapubischen Harnblasenkathetern und Epiduralkatheter nach abdominalchirurgischen Eingriffen zeigt sich in Deutschland inhomogen. Die in dieser wissenschaftlichen Arbeit gefundenen Zusammenhänge sprechen nicht für einen eindeutigen Zeitpunkt der Entfernung suprapubischer Katheter bzw. Epiduralkatheter in Bezug auf die Entwicklung von HWI.

Vor allem bei weiblichen Patienten sollte der Umgang mit Harnblasenkathetern verantwortungsvoll gewählt werden. Neben der Vermeidung von unnötig langen Harnableitungen, kann auch die Einführung von Blasenentleerungs-Protokollen bei Patienten mit transurethralem bzw. suprapubischem und Epiduralkatheter hilfreich sein, um die Zahl katheter-assoziiertes HWI in Zukunft zu minimieren. Hilfreich wären ebenso validierte Diagnosealgorithmen und klinische Marker für HWI. Weitere Studien in Bezug auf suprapubische Harnableitung nach Epiduralanästhesie in der Allgemein- und Viszeralchirurgie können einen Beitrag zum besseren Verständnis der Pathogenese von katheter-assoziierten HWI leisten. Geplant ist eine prospektive, klinische Studie in einem definierten Rahmen am Universitätsklinikum Würzburg, bei der der Zeitpunkt der suprapubischen Katheterentfernung in Bezug auf das Auftreten von HWI, Re-Katheterisierungen und Mobilität analysiert wird und auf den Erkenntnissen dieser Arbeit aufbaut.

Ein besonderes Augenmerk sollte zudem auf Patienten nach Rektumeingriffen in Bezug auf die Entwicklung von katheter-assoziierten HWI gelegt werden.

## 7 Abkürzungsverzeichnis

APS	24 -Stunden-Akutschmerzdienste
BDA	Berufsverband der deutschen Anästhesisten
BDC	Berufsverband der deutschen Chirurgen
BMI	Body Mass Index
CAUTI	Katheter-assoziierte Harnwegsinfektion
Cfx	Suprapubischer Katheter
CI	Konfidenzintervall
CSE	Kombinierte Spinal- und Epiduralanästhesie
DIVS	Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Schmerztherapie
DM	Diabetes Mellitus Typ II
ERAS	Enhanced Recovery After Surgery
ESRA	Europäischen Gesellschaft für Regionalanästhesie und Schmerztherapie
HBP	Hepatobiliär-Pancreas
HWI	Harnwegsinfektion
IASP	Weltorganisation International Association for the Study of Pain
IPLA	prä- / intraperitonealer Applikation
KISS	Krankenhaus Surveillance System
KRINKO	Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention
MW	Mittelwert
NRS	Numerische Rating Skala
oGI	Oberer Gastrointestinaltrakt
PCA	Patientenkontrollierten Analgesie
PCEA	Patientenkontrollierte Epidurale Analgesie
PDK	Epiduralkatheter

POHV	Postoperativer Harnverhalt
PROSPECT	Procedure Specific Postoperative Pain Management
RKI	Robert Koch-Institut
SIRS	Systemic Inflammatory Response Syndrome
SOP	Standard Operating Procedures
SOP	Standard operating procedures
ST	Standardabweichung
TAP	Transversus abdominis plane
TUC	Transurethraler Katheter
VAS	Visuelle Analogskala

## 8 Anhang

Tabelle 20: Alter und Geschlecht

Geschlecht	Alter						
	n	%	MW	ST	Median	68 %-CI	p
männlich	277		62,41	13,97	63,9	48,9 76,7	0,085
weiblich	224		60,5	14,39	61,2	46,3 75,4	
<b>Gesamt</b>	501	100	61,6	14,18	63,06	47,1 76,4	–

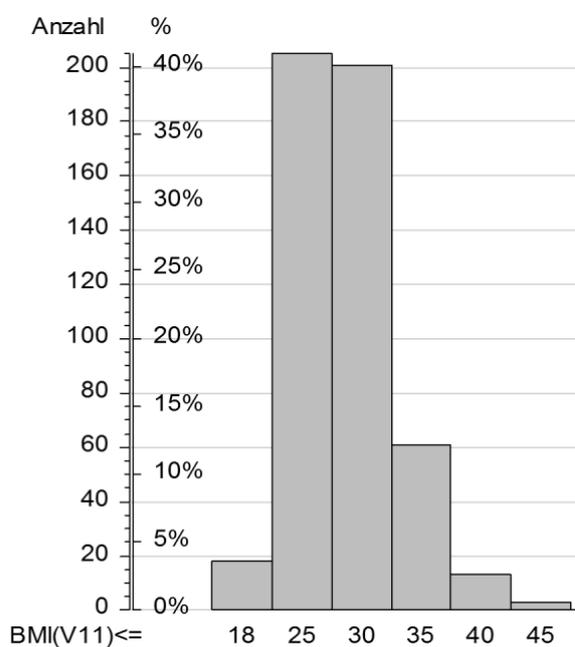


Abbildung 24: BMI

Tabelle 21: ASA-Klassifikation

ASA	Anzahl	%
I	19	3,8
II	312	62,9
III	165	33
IV	5	1

Tabelle 22: Korrelation von Alter und BMI

	n	tau	p
15 – 49 Jahre	100	0,21	0,0016
50 – 69 Jahre	234	0,013	0,77
70 – 89 Jahre	167	0,11	0,04

Tabelle 23: Zahl der Begleiterkrankungen

Begleiterkrankungen	Anzahl	%
keine	293	58,5
eine	152	30,3
zwei	45	9
drei	10	2
vier	1	0,2

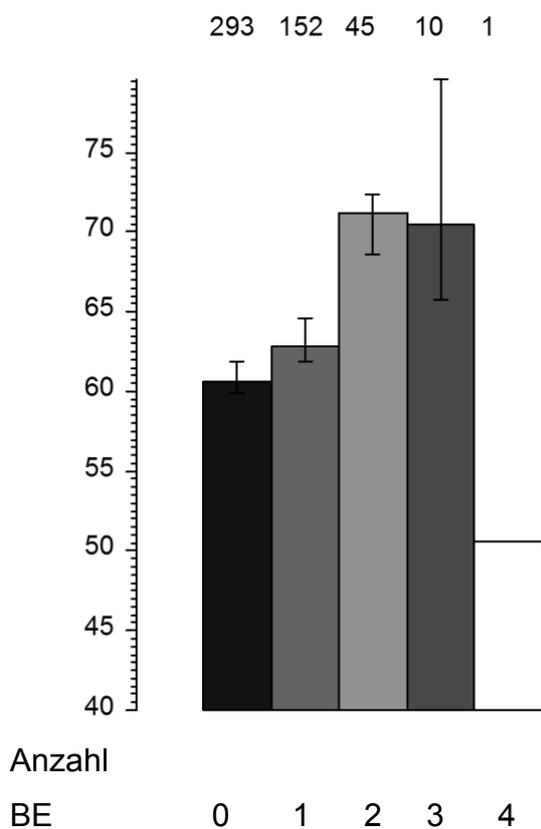


Abbildung 25: Alter und Anzahl der Begleiterkrankungen (BE)

Tabelle 24: Operationsdauer

OP-Dauer	n	MW	ST	Median	95 % - CI	Min	Max
in Stunden	501	4,16	1,92	3,92	2,27 5,94	0,8	15,1
in Minuten	501	249,4	115,1	235	136 356,6	46	908

Tabelle 25: Operationsdauer und Operationslokalisation

Lokalisation	Operationsdauer [h]		
	n	MW	ST
oberer GI	55	5,27	2,13
HBP	164	4,87	2,02
Colon	186	3,23	1,33
Rektum	72	3,71	1,51
peritoneal	16	5,72	1,84
gynäkologisch	4	3,22	0,53
nephrologisch	4	5,25	2,22
Gesamt	501	4,16	1,92

Tabelle 26: Operationsdauer

OP-Dauer	n	MW	ST	Median	95% - CI	Min	Max
in Stunden	501	4,16	1,91	3,92	2,26 5,94	0,8	15,1
in Minuten	501	249,4	115,1	235	136 356,7	46	908

Tabelle 27: Operationsdauer und Operationslokalisation

Lokalisation	Operationsdauer [h]		
	n	MW	ST
oberer GI	55	5,28	2,13
HBP	164	4,87	2,02
Colon	186	3,23	1,33
Rektum	72	3,71	1,5
peritoneal	16	5,72	1,84
gynäkologisch	4	3,21	0,53
nephrologisch	4	5,2	2,22
Gesamt	501	4,16	1,91

Tabelle 28: Alter und Operationslokalisation

		Alter [Jahre]			
		n	MW	ST	p
maligne	ja	364	64,21	12,2	< 0,00005
	nein	137	54,5	16,52	
Lokalisation	oberer GI	55	63,24	12,56	0,070
	HBP	164	62,79	11,96	
	Colon	186	61,43	15,83	
	Rektum	72	60,8	14,81	
	peritoneal	16	52,29	13,48	
	gynäkologisch	4	57,42	12,23	
	nephrologisch	4	48,27	18	
	Gesamt	501	61,55	14,18	

Tabelle 29: Geschlecht und Operationslokalisierung

	Geschlecht				p
	Männlich		weiblich		
Lokalisation	n	%	n	%	
oberer GI	41	74,55	14	25,45	0,018
HBP	84	51,22	80	48,78	
Colon	104	55,91	82	44,09	
Rektum	41	56,94	31	43,06	
peritoneal	5	31,25	11	68,75	
nephrologisch	2	50	2	50	
Gesamt	277	55,73	220	44,27	

Tabelle 30: Operationslokalisation und Malignität

	Dignität			
	maligne		benigne	
	(n = 364)		(n = 137)	
Lokalisation	n	%	n	%
oberer GI	51	92,73	4	7,27
HBP	135	82,3	29	17,7
Colon	91	48,9	95	51,1
Rektum	67	93,06	5	7
peritoneal	12	75	4	25
gynäkologisch	4	100	0	0
nephrologisch	4	100	0	0
<b>Gesamt</b>	<b>364</b>	<b>72,65</b>	<b>137</b>	<b>27,35</b>

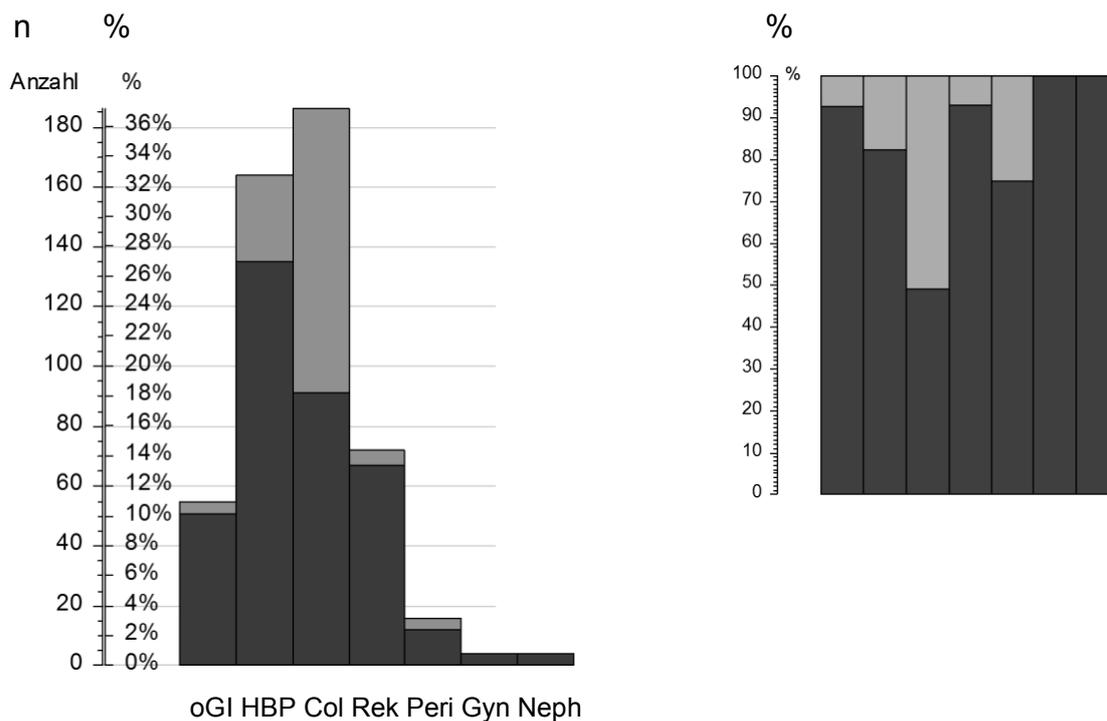


Abbildung 26: Lokalisation und Malignität; Zahl der Patienten nach Lokalisation. Die Säulen sind nach Dignität ■ = benigne, ■ = maligne. In dem kleinen Bild rechts sind alle Säulen als 100 % gezeichnet, um den Anteil nach Malignität erkennbar zu machen.

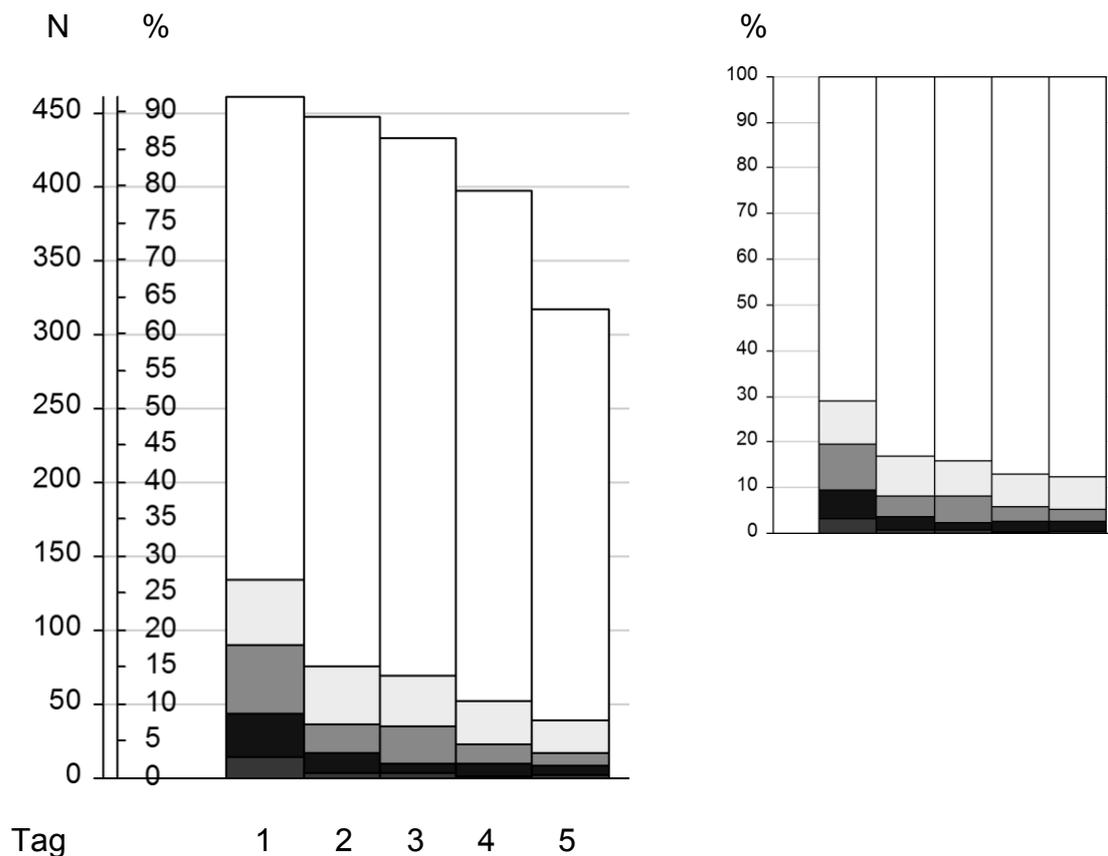


Abbildung 27: Postoperativer Tag und Ruhe - Schmerzstärke; Zahl der Patienten nach postoperativem Tag. Die Säulen sind nach Schmerzstärke in Ruhe unterteilt, ■ = 5-10, ■ = 3-4, ■ = 2, ■ = 1, □ = 0.

Tabelle 31: HWI und postoperative Klinikdauer

HWI	Klinikdauer seit Operation			
	n	MW	ST	p
kein HWI	434	14,62	9,38	
HWI andere Ursache	36	20,3	12,99	
<b>CAUTI</b>	31	20,51	16,06	0,00027
<b>Gesamt</b>	501	15,32	10,37	

Tabelle 32: Operationsgebiet und Liegedauer Cfx und PDK

OP-Gebiet		Dauer			
		n	MW	ST	p
<b>oberer GI</b>					
<b>PDK – Dauer</b>	ja	55	4,92	1,27	0,019
	nein	446	4,67	1,23	
<b>Cfx – Dauer</b>	ja	55	7,03	4,25	0,020
	nein	446	5,97	3,73	
<b>Cfx nach PDK</b>	ja	55	2,1	4,18	0,040
	nein	446	1,3	3,67	
<b>HBP</b>					
<b>PDK – Dauer</b>	ja	164	4,87	1,04	0,033
	nein	337	4,61	1,31	
<b>Cfx – Dauer</b>	ja	164	6,45	3,88	0,059
	nein	337	5,92	3,76	
<b>Cfx nach PDK</b>	ja	164	1,57	3,88	0,42
	nein	337	1,3	3,67	
<b>Colon</b>					
<b>PDK – Dauer</b>	ja	186	4,53	1,26	0,014
	nein	315	4,8	1,21	
<b>Cfx – Dauer</b>	ja	186	5,22	3,44	0,00000
	nein	315	6,6	3,92	
<b>Cfx nach PDK</b>	ja	186	0,69	3,44	0,00004
	nein	315	1,8	3,85	
<b>Rektum</b>					
<b>PDK – Dauer</b>	Ja	72	4,43	1,51	0,0075
	Nein	429	4,75	1,17	
<b>Cfx – Dauer</b>	ja	72	6,79	3,95	0,024
	nein	429	5,97	3,77	
<b>Cfx nach PDK</b>	ja	72	2,38	3,69	0,0010
	nein	429	1,22	3,729	
<b>peritoneal</b>					
<b>PDK – Dauer</b>	ja	16	5,43	0,81	0,0085
	nein	485	4,67	1,24	
<b>Cfx – Dauer</b>	ja	16	6,12	2,96	0,78
	nein	485	6,09	3,83	
<b>Cfx nach PDK</b>	ja	16	0,68	2,79	0,43
	nein	485	1,41	3,76	

		<b>gynäkologisch</b>			
<b>PDK – Dauer</b>	Ja	4	4,25	0,95	0,26
	nein	497	4,7	1,23	
<b>Cfx – Dauer</b>	ja	4	4,25	1,25	0,27
	nein	497	6,1	3,81	
<b>Cfx nach PDK</b>	ja	4	0	1,41	0,43
	nein	497	1,4	3,75	
		<b>nephrologisch</b>			
<b>PDK – Dauer</b>	ja	4	5	0	0,66
	nein	497	4,69	1,24	
<b>Cfx – Dauer</b>	ja	4	8	5,71	0,55
	nein	497	6,07	3,79	
<b>Cfx nach PDK</b>	ja	4	3	5,7	0,68
	nein	497	1,38	3,72	
		<b>maligne</b>			
<b>PDK – Dauer</b>	ja	364	4,75	1,22	0,080
	nein	137	4,56	1,25	
<b>Cfx – Dauer</b>	ja	364	6,33	3,94	0,011
	nein	137	5,46	3,35	
<b>Cfx nach PDK</b>	ja	364	1,57	3,86	0,063
	nein	137	0,9	3,36	

*Tabelle 33: Operationslokalisation und Zeit bis Katheterentfernung*

<b>Lokalisation</b>	<b>Dauer</b>			
	<b>n</b>	<b>MW</b>	<b>ST</b>	<b>p</b>
	<b>CFx vor PDK</b>			
<b>oberer GI</b>	55	4,92	1,27	
<b>HBP</b>	164	4,87	1,04	
<b>Colon</b>	186	4,53	1,26	
<b>Rektum</b>	72	4,4	1,51	
<b>peritoneal</b>	16	5,43	0,81	
<b>gynäkologisch</b>	4	4,25	0,95	
<b>nephrologisch</b>	4	5	0	0,00024
<b>Gesamt</b>	501	4,7	1,23	
	<b>CFx und PDK</b>			
<b>oberer GI</b>	55	7,03	4,25	
<b>HBP</b>	164	6,45	3,88	
<b>Colon</b>	186	5,22	3,44	

<b>Rektum</b>	72	6,79	3,95	
<b>peritoneal</b>	16	6,12	2,96	
<b>gynäkologisch</b>	4	4,25	1,25	
<b>nephrologisch</b>	4	8	5,71	0,00006
<b>Gesamt</b>	501	6,09	3,8	
<b>CFx nach PDK</b>				
<b>oberer GI</b>	55	2,1	4,18	
<b>HBP</b>	164	1,57	3,88	
<b>Colon</b>	186	0,69	3,44	
<b>Rektum</b>	72	2,38	3,69	
<b>peritoneal</b>	16	0,68	2,79	
<b>gynäkologisch</b>	4	0	1,41	
<b>nephrologisch</b>	4	3	5,71	0,0003
<b>Gesamt</b>	501	1,39	3,74	

*Tabelle 34: Operationslokalisation und HWI*

<b>HWI</b>	<b>CAUTI</b>		<b>andere</b>		<b>kein</b>		<b>p</b>
	<b>(n = 31)</b>		<b>(n = 36)</b>		<b>(n = 434)</b>		
	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	
<b>Lokalisation</b>							
<b>oberer GI</b>	1	1,82	3	5,45	51	92,73	
<b>HBP</b>	12	7,32	9	5,49	143	87,20	
<b>Colon</b>	13	6,99	12	6,45	161	86,56	
<b>Rektum</b>	4	5,56	5	6,94	63	87,50	0,76
<b>peritoneal</b>	1	6,25	5	31,25	10	62,5	
<b>gynäkologisch</b>	0	0	0	0	4	100	
<b>nephrologisch</b>	0	0	2	50	2	50	–
<b>maligne</b>							
<b>ja</b>	17	4,67	29	7,97	318	87,36	
<b>nein</b>	14	10,22	7	5,11	116	84,67	0,056

## 9 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

### Abbildungen

Abbildung 1: Postoperativer Schmerz und chirurgische Stressantwort.....	4
Abbildung 2: Multimodale Integration verschiedener perioperativer Maßnahmen zur beschleunigten Rekonvaleszenz („Fast-Track Rehabilitation“) .....	5
Abbildung 3: Analgesie Konzept größerer abdominal- und thoraxchirurgischer Eingriffe .....	7
Abbildung 4: Anatomischer Querschnitt eines Wirbelkörpers mit Rückenmarkshäuten.....	11
Abbildung 5: Anatomische Verhältnisse bei Spinal- und Periduralanästhesie..	12
Abbildung 6: Die Entwicklung der anästhesiologischen postoperativen Analgesietechniken .....	16
Abbildung 7: Transurethrale und suprapubische Harnableitung.....	22
Abbildung 8: Entwicklung von Katheter-assoziierten HWI in den USA .....	23
Abbildung 9: Deutschlandweite Anwendung der Harnblasenkatheter bei viszeralchirurgischen Operationen.....	37
Abbildung 10: Zeitpunkt der Entfernung des Blasenkatheters in Bezug auf die Entfernung des Epiduralkatheters.....	38
Abbildung 11: Durchführung von Restharnprotokollen an deutschen Kliniken .	38
Abbildung 12: Studiendesign .....	39
Abbildung 13: Verteilung von Geschlecht und Alter der Patienten.....	40
Abbildung 14: Alter und BMI .....	41
Abbildung 15: ASA-Klassifikation der Patienten.....	43
Abbildung 16: Begleiterkrankungen der Patienten .....	43
Abbildung 17: Häufigkeit der Operationsgebiete .....	45
Abbildung 18: Schmerzstärke der Patienten über fünf Tage in Ruhe und unter Belastung .....	46
Abbildung 19: Liegedauer des suprapubischen Katheters in Bezug auf das Operationsgebiet .....	47
Abbildung 20: Liegedauer des Epiduralkatheters in Bezug auf das Operationsgebiet .....	48

Abbildung 21: Zeitpunkt der Entfernung der Katheter.....	50
Abbildung 22: Liegedauer des suprapubischen Katheters in Bezug zur Liegedauer des Epiduralkatheters .....	51
Abbildung 23: Entwicklung von HWI bezogen auf Geschlechter .....	54
Abbildung 24: BMI .....	77
Abbildung 25: Alter und Anzahl der Begleiterkrankungen (BE) .....	78
Abbildung 26: Lokalisation und Malignität .....	81
Abbildung 27: Postoperativer Tag und Ruhe - Schmerzstärke.....	82

## **Tabellen**

Tabelle 1: Mindestkriterien der Akutschmerzdienste in deutschen Kliniken.....	9
Tabelle 2: Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System (KISS) zu nosokomialen HWI des Robert Koch-Instituts (RKI) .....	26
Tabelle 3: Fragebogen der Multicenter-Umfrage über die Handhabung der Urin- ableitung und der Epiduralkatheter bei viszeralchirurgischen, gynäkologischen und urologischen Eingriffen.....	31
Tabelle 4: Erhobene Parameter der retrospektiven Studie .....	34
Tabelle 5: Begleiterkrankungen und BMI .....	42
Tabelle 6: Die ASA Klassifikation.....	42
Tabelle 7: Korrelation zwischen Zeitpunkt der Entfernung suprapubischer Katheter und Alter, ASA, BMI und Operationsdauer.....	48
Tabelle 8: Korrelation zwischen Zeitpunkt der Entfernung der Epiduralkatheter und Alter, ASA, BMI und Operationsdauer .....	50
Tabelle 9: Korrelation der Operationsdauer mit Katheter-Liegedauer.....	52
Tabelle 10: Operationsdauer und Unterschiede der Liegedauer Cfx und PDK	52
Tabelle 11: Colon- und Rektumresektion im Vergleich zum Zeitpunkt der Katheterentfernung.....	53
Tabelle 12: HWI Entwicklung und Re-Katheterisierung mit transurethralem Katheter .....	54
Tabelle 13: Geschlecht und HWI .....	55
Tabelle 14: BMI und HWI .....	56
Tabelle 15: Begleiterkrankungen und HWI .....	57

Tabelle 16: Vergleich der drei Patientengruppen hinsichtlich des Auftretens einer HWI .....	59
Tabelle 17: Logistische Regression für HWI .....	59
Tabelle 18: Logistische Regression bei männlichen Patienten für HWI .....	60
Tabelle 19: Logistische Regression bei weiblichen Patienten für HWI .....	60
Tabelle 20: Alter und Geschlecht.....	77
Tabelle 21: ASA-Klassifikation .....	77
Tabelle 22: Korrelation von Alter und BMI .....	78
Tabelle 23: Zahl der Begleiterkrankungen.....	78
Tabelle 24: Operationsdauer.....	79
Tabelle 25: Operationsdauer und Operationslokalisation .....	79
Tabelle 26: Operationsdauer.....	79
Tabelle 27: Operationsdauer und Operationslokalisation .....	79
Tabelle 28: Alter und Operationslokalisation .....	79
Tabelle 29: Geschlecht und Operationslokalisation .....	80
Tabelle 30: Operationslokalisation und Malignität.....	81
Tabelle 31: HWI und postoperative Klinikdauer .....	82
Tabelle 32: Operationsgebiet und Liegedauer Cfx und PDK.....	83
Tabelle 33: Operationslokalisation und Zeit bis Katheterentfernung .....	84
Tabelle 34: Operationslokalisation und HWI .....	85

## 10 Literaturverzeichnis

Alexaitis, I.; Broome, B. (2014): Implementation of a nurse driven protocol to prevent catheter-associated urinary tract infections. In: *Journal of nursing care quality* 29 (3), S. 245–252.

Angster, R.; Hainsch-Müller, I. (2005): Postoperatives Schmerzmanagement. In: *Der Anaesthesist* 54 (5), 505-31.

Baan, A. H.; Vermeulen, H.; van der Meulen, J.; Bossuyt, P.; Olszyna, D. (2003): The effect of suprapubic catheterization versus transurethral catheterization after abdominal surgery on urinary tract infection: a randomized controlled trial. In: *Digestive surgery* 20 (4), S. 290–295.

Banz, V.; Jakob, S.; Inderbitzin, D. (2011): Review article: Improving outcome after major surgery: pathophysiological considerations. In: *Anesthesia and Analgesia* 112 (5), S. 1147–1155.

Barczyński, M.; Konturek, A.; Herman, R. M. (2006): Superiority of preemptive analgesia with intraperitoneal instillation of bupivacaine before rather than after the creation of pneumoperitoneum for laparoscopic cholecystectomy: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. In: *Surgical endoscopy* 20 (7), S. 1088–1093.

Beaussier, M.; El'Ayoubi, H.; Schiffer, E.; Rollin, M.; Parc, Y. et al. (2007): Continuous preperitoneal infusion of ropivacaine provides effective analgesia and accelerates recovery after colo-rectal surgery: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. In: *Anesthesiology* 107 (3), S. 461–468.

Benoist, S.; Panis, Y.; Denet, C.; Mauvais, F.; Mariani, P.; Valleur, P. (1999): Optimal duration of urinary drainage after rectal resection: A randomized controlled trial. In: *Surgery* 125 (2), S. 135–141.

Biondi, A.; Grosso, G.; Mistretta, A.; Marventano, S.; Toscano, C.; Drago, F. et al. (2013): Laparoscopic versus open approach for colorectal cancer: Evolution over time of minimal invasive surgery. In: BMC surgery 13 Suppl 2, S12.

Bloom, David A.; McGuire, Edward J.; Lapidus, J. (1994): A Brief History of urethral catheterization. In: Journal of Urology 151 (2), S. 317–325.

Bonkat, G.; Widmer, A.; Rieken, M.; van der Merwe, A.; Braissant, O.; Müller, G. et al. (2013): Microbial biofilm formation and catheter-associated bacteriuria in patients with suprapubic catheterisation. In: World journal of urology 31 (3), S. 565–571.

Bouchet-Doumenq, C.; Lefevre, J.; Bennis, M.; Chafai, N.; Tiret, E.; Parc, Y. (2016): Management of postoperative bladder emptying after proctectomy in men for rectal cancer. A retrospective study of 190 consecutive patients. In: International journal of colorectal disease 31 (3), S. 511–518.

Boyko, E.; Finn, S.; Scholes, D.; Abraham, L.; Monsey, B. (2005): Risk of urinary tract infection and asymptomatic bacteriuria among diabetic and nondiabetic postmenopausal women. In: American journal of epidemiology 161 (6), S. 557–564.

Braun, P. M.; Jünemann, K.-P. (2007): Anatomie, Physiologie und Innervation des Harntraktes. In: Braun P.-M. und K.-P. Jünemann (Hg.): Anatomie, Physiologie und Innervation des Harntrakts. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 11–16.

Bundesamt, Statistisches (2016): Fallpauschalenbezogene Krankenhausstatistik (DRG-Statistik) Diagnosen, Prozeduren, Fallpauschalen und Case Mix der vollstationären Patientinnen und Patienten in Krankenhäusern - Fachserie 12 Reihe 6.4 - 2016.

Choi, G. J.; Kang, H.; Baek, C.; Jung, Y.; Kim, D. R. (2015): Effect of intraperitoneal local anesthetic on pain characteristics after laparoscopic cholecystectomy. In: *World Journal of Gastroenterology* 21 (47), S. 13386–13395.

Davey Smith, G.; Bracha, Y.; Svendsen, K.; Neaton, J.; Haffner, S.; Kuller, L. (2005): Incidence of type II Diabetes in the randomized multiple risk factor intervention trial. In: *Annals of internal medicine* 142 (5), S. 313–322.

Delacroix, Scott E.; Winters, J. C. (2010): Voiding dysfunction after pelvic colorectal surgery. In: *Clinics in colon and rectal surgery* 23 (2), S. 119–127.

Dulloo, A. G.; Jean, Jacques; Solinas, G.; Montani, Jean-Pierre; Schutz, Yves (2010): Body composition phenotypes in pathways to obesity and the metabolic syndrome. In: *International journal of obesity (2005)* 34 Suppl 2, S. 4-17.

Ell, C. (2005): Kongressbericht: Fortschritte in der Gastroenterologie - Gastro Update 2004. In: *Deutsches Arzteblatt International* 102 (6), A-367.

Elliott, J.; Smith, Howard S. (Hg.) (2011): *Handbook of acute pain management*. New York (N.Y.), London: Informa Healthcare.

Erlenwein, J.; Koschwitz, R.; Pauli-Magnus, D.; Quintel, M.; Meißner, W.; Petzke, F.; Stamer, U. M. (2016): A follow-up on Acute Pain Services in Germany compared to international survey data. In: *European journal of pain (London, England)* 20 (6), S. 874–883.

Filos, K. S.; Lehmann, K. A. (1999): Current concepts and practice in postoperative pain management: need for a change? In: *European surgical research* 31 (2), S. 97–107.

Garibaldi, R.; Mooney, B.; Epstein, B.; Britt, M. (1982): An Evaluation of Daily Bacteriologic Monitoring to Identify Preventable Episodes of Catheter-Associated Urinary Tract Infection. In: *Infect. control* 3 (06), S. 466–470.

Gerheuser, F.; Roth, A. (2007): Periduralanästhesie. In: *Der Anaesthesist* 56 (5), 499-523; quiz 524-6.

Givens, C. Delp; Wenzel, Richard P. (1980): Catheter-Associated Urinary Tract Infections in Surgical Patients: a Controlled Study on the Excess Morbidity and costs. In: *Journal of Urology* 124 (5), S. 646–648. DOI: 10.1016/S0022-5347(17)55596-2.

Gould, C.; Umscheid, Craig, A.; Agarwal, Ra.; Kuntz, G.; Pegues, D. (2010): Guideline for prevention of catheter-associated urinary tract infections 2009. In: *Infection control and hospital epidemiology* 31 (4), S. 319–326.

Gupta, A.; Björnsson, A.; Fredriksson, M.; Hallböök, O.; Eintrei, C. (2011): Reduction in mortality after epidural anaesthesia and analgesia in patients undergoing rectal but not colonic cancer surgery: a retrospective analysis of data from 655 patients in central Sweden. In: *British journal of anaesthesia* 107 (2), S. 164–170.

Han, C. S.; Kim, S.; Radadia, Kushan D.; Zhao, P. T.; Elsamra, S. E.; Olweny, Ephrem O.; Weiss, Robert E. (2017): Comparison of Urinary Tract Infection Rates Associated with Transurethral Catheterization, Suprapubic Tube and Clean Intermittent Catheterization in the Postoperative Setting: A Network Meta-Analysis. In: *Journal of Urology* 198 (6), S. 1353–1358.

Haubitz, I. (1995): *Beschreibung statistischer Methoden* (1995). Vorlesungsmanskript. Universitätsklinikum Würzburg. Haubitz I. Wuerzburg, 1995.

Healy, D. A.; Walsh, Colin A.; Walsh, Stewart R. (2013): Suprapubic versus transurethral bladder catheterization following pelvic surgery. In: *Current opinion in obstetrics & gynecology* 25 (5), S. 410–413.

Heck, Michael; Fresenius, Michael (2010): *Repetitorium Anästhesiologie. Für die Facharztprüfung und das Europäische Diplom*. 6. Aufl.: Springer-Verlag.

Hermanides, J.; Hollmann, M. W.; Stevens, M. F.; Lirk, P. (2012): Failed epidural: causes and management. In: *British journal of anaesthesia* 109 (2), S. 144–154.

Hernandez, A.; Whellan, D.; Stroud, S.; Sun, J.; O'Connor, C.; Jollis, J. (2004): Outcomes in heart failure patients after major noncardiac surgery. In: *Journal of the American College of Cardiology* 44 (7), S. 1446–1453.

Herold, Gerd (Hg.) (2018): *Innere Medizin 2018*. S. 617 - 626. Dr. Gerd Herold. Köln: Gerd Herold.

Herwaldt, L.; Cullen, J.; Scholz, D.; French, P.; Zimmerman, M. et al. (2006): A prospective study of outcomes, healthcare resource utilization, and costs associated with postoperative nosocomial infections. In: *Infection control and hospital epidemiology* 27 (12), S. 1291–1298.

Hirner, A.; Weise, K.; Ziegler, M. (2008): *Chirurgie*. 234 Tabellen, 427 Textboxen mit vertiefendem Wissen; überarbeitete Aufl. Stuttgart: Thieme.

Hoffmann, H.; Kettelhack, C. (2012): Fast-Track surgery--conditions and challenges in postsurgical treatment: a review of elements of translational research in enhanced recovery after surgery. In: *European surgical research* 49 (1), S. 24–34.

Hu, Y.; Zhao, G.; Zheng, H. (2015): Therapeutic effects of laparotomy and laparoscopic surgery on patients with gastric cancer. In: Pakistan journal of medical sciences 31 (3), S. 572–575.

Hu, Y.; Craig, S.; Rowlingson, J.; Morton, S.; Thomas, C.; Persinger, M. et al. (2014): Early removal of urinary catheter after surgery requiring thoracic epidural: a prospective trial. In: Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia 28 (5), S. 1302–1306

Hughes, M.; Ventham, N.; McNally, S.; Harrison, E.; Wigmore, S. (2014): Analgesia after open abdominal surgery in the setting of enhanced recovery surgery: a systematic review and meta-analysis. In: JAMA surgery 149 (12), S. 1224–1230.

J. Sökeland, Roth S. (1996): Harnableitung, Dt Ärztebl 1996; 93: A-2939–2941 [Heft 45] 1996 (43).

Jomura, K.; Hamada, T.; Sugiki, K.; Ito, Yuina (1997): Epidural anesthesia reduces mortality rate in the patients after emergency abdominal surgery. In: Masui. The Japanese journal of anesthesiology 46.

Kehlet, H. (1997): Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation. In: British journal of anaesthesia 78 (5), S. 606–617.

Kehlet, H.; Wilmore, Douglas W. (2002): Multimodal strategies to improve surgical outcome. In: American journal of surgery 183 (6), S. 630–641.

Keys, A.; Fidanza, F.; Karvonen, M.; Kimura, N.; Taylor, H. (1972): Indices of relative weight and obesity. In: Journal of Chronic Diseases 25 (6-7), S. 329–343.

Kim, J. Y.; Lee, S. J.; Koo, B. N.; Noh, S. H.; Kil, H. K.; Kim, H. S.; Ban, S. Y. (2006): The effect of epidural sufentanil in ropivacaine on urinary retention in

patients undergoing gastrectomy. In: British journal of anaesthesia 97 (3), S. 414–418.

KISS Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System: Infektionssurveillance im Modul Stations-Kiss Referenzdaten. Berechnungszeitraum Januar - Dezember 2017. Unter Mitarbeit von Nationales Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen.

Kozian, A.; Schilling, T.; Hachenberg, T. (2005): Non-analgetic effects of thoracic epidural anaesthesia. In: Current opinion in anaesthesiology 18.

KRINKO (2015): Prävention und Kontrolle Katheter-assoziiertes Harnwegsinfektionen: Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. In: Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz 58 (6), S. 641–650.

Kruschinski, D. (2019): Das Pneumoperitoneum - der Kardinalfehler der Laparoskopie. In: Direktor: Prof. Dr. med. W. Hatzmann.

Kuipers, P.; Kamphuis, E.; van Venrooij, G.; van Roy, J.; Ionescu, T.; Knape, J.; Kalkman, C. (2004): Intrathecal opioids and lower urinary tract function: a urodynamic evaluation. In: Anesthesiology 100 (6), S. 1497–1503.

Kwaan, M.; Lee, J.; Rothenberger, D.; Melton, G.; Madoff, R. (2015): Early removal of urinary catheters after rectal surgery is associated with increased urinary retention. In: Diseases of the colon and rectum 58 (4), S. 401–405.

Laubenthal H.; Neugebauer, E. (2009): S3 Leitlinie "Behandlung akuter perioperativer und posttraumatischer Schmerzen". Deutsche interdisziplinäre Vereinigung für Schmerztherapie.

Lee, B.; Schug, S.; Joshi, G.; Kehlet, H.; Beloeil, H.; Bonnet, F. et al. (2018): Procedure-Specific Pain Management (PROSPECT) – An update. In: *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology* 32 (2), S. 101–111.

Liebl, A.; Neiss, A.; Spannheimer, A.; Reitberger, U.; Wagner, T.; Görtz, A. (2001): Kosten des Typ-2-Diabetes in Deutschland. Ergebnisse der CODE-2-Studie. In: *Deutsche medizinische Wochenschrift* (1946) 126 (20), S. 585–589.

Liu, S.; Carpenter, R. L.; Neal, J. M. (1995): Epidural anesthesia and analgesia. Their role in postoperative outcome. In: *Anesthesiology* 82 (6), S. 1474–1506.

Liu, Spencer S.; Block, Brian M.; Wu, Christopher L. (2004): Effects of perioperative central neuraxial analgesia on outcome after coronary artery bypass surgery: a meta-analysis. In: *Anesthesiology* 101 (1), S. 153–161.

Liu, S., M.D.; Block, B., M.D., Ph.D.; Wu, C., M.D. (2004): Effects of Perioperative Central Neuraxial Analgesia on Outcome after Coronary Artery Bypass Surgery: A Meta-analysis. In: *Anesthesiology* 101 (1), S. 153–161.

M. Poels, R. Joppich (2012): Postoperative Schmerztherapie.

MacGregor, R. R.; Thorner, R. E.; Wright, D. M. (1980): Lidocaine inhibits granulocyte adherence and prevents granulocyte delivery to inflammatory sites. In: *Blood* 56 (2), S. 203–209.

Maier, C.; Nestler, N.; Richter, H.; Hardinghaus, W.; Pogatzki-Zahn, E.; Zenz, M.; Osterbrink, J. (2010): The quality of pain management in German hospitals. In: *Deutsches Arzteblatt international* 107 (36), S. 607–614.

Matuszkiewicz-Rowińska, J.; Kościelska, M. (2017): Approach to recurrent urinary tract infections in women. In: *Wiadomosci lekarskie* (Warsaw, Poland: 1960) 70 (6 pt 2), S. 1185–1188.

McPhail, M. J. W.; Abu-Hilal, M.; Johnson, C. D. (2006): A meta-analysis comparing suprapubic and transurethral catheterization for bladder drainage after abdominal surgery. In: *The British journal of surgery* 93 (9), S. 1038–1044.

Niël-Weise, B. S.; van den Broek, P. J. (2005): Antibiotic policies for short-term catheter bladder drainage in adults. In: *The Cochrane database of systematic reviews* (3).

Paetz, B. (2013): *Chirurgie für Pflegeberufe*. 22. Aufl. s.l.: Georg Thieme Verlag KG.

Parry, M.; Grant, B.; Sestovic, M. (2013): Successful reduction in catheter-associated urinary tract infections: focus on nurse-directed catheter removal. In: *American journal of infection control* 41 (12), S. 1178–1181.

Paulsen, F.; Waschke, J. (2017): *Sobotta, Atlas der Anatomie des Menschen Band 3. Kopf, Hals und Neuroanatomie*. 24th: Urban & Fischer.

Pöpping, D. M.; Zahn, P. K.; van Aken, H. K.; Dasch, B.; Boche, R.; Pogatzki-Zahn, E. M. (2008): Effectiveness and safety of postoperative pain management: a survey of 18 925 consecutive patients between 1998 and 2006 (2nd revision): a database analysis of prospectively raised data. In: *British journal of anaesthesia* 101 (6), S. 832–840.

Rausch A.; Schulze M. (Hg.) (2018): *Unkomplizierte Harnwegsinfektionen - Update 2018*: CME-Verlag.

Rawal, N. (2016): Current issues in postoperative pain management. In: *European journal of anaesthesiology* 33 (3), S. 160–171.

Rawal, N.; Millefors, K.; Axelsson, K.; Lingburgh, G.; Widman, B. (1983): An Experimental Study of Urodynamic Effects of Epidural Morphine and of Naloxone Reversal. In: *Anesthesia & Analgesia* 62 (7), 641-647.

Reibetanz, J.; Germer, C. T. (2016): Kaugummikauen nach elektiver Kolonchirurgie. In: *Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin* 87 (10), S. 891.

Reichl, S.; Pogatzki-Zahn, E. (2009): Konzepte zur perioperativen Schmerztherapie. Eine kritische Bestandsaufnahme. In: *Der Anaesthesist* 58 (9), 914-6, 918-920.

Rice, A.; Breivik, H.; Nicholas, M.; Campbell, W. (2008): *Clinical pain management. Volume 4: Practice and procedures. 2nd edition* London: Hodder Arnold (Clinical pain management).

Rigg, J.; Jamrozik, K.; Myles, P.; Silbert, B.; Peyton, P.; Parsons, R.; Collins, K. (2002): Epidural anaesthesia and analgesia and outcome of major surgery: a randomised trial. In: *The Lancet* 359 (9314), S. 1276–1282.

Saint, S.; Lipsky, B. A.; Goold, S. D. (2002): Indwelling Urinary Catheters: A One-Point Restraint. In: *Annals of internal medicine* 137 (2), S. 125–127.

Schiltenswolf, M.; Henningsen, P.; Baron, R. (2006): *Muskuloskelettale Schmerzen. Diagnostizieren und Therapieren nach biopsychosozialem Konzept; mit 34 Tabellen.* Köln: Dt. Ärzte-Verl.

Schmelz, H.; Sparwasser, C.; Weidner, W. (2014): *Facharztwissen Urologie. Differenzierte Diagnostik und Therapie.* 3. Aufl. Berlin: Springer.

Schultheiss, D.; Rathert, P.; Jonas, U. (Hg.) (2000): *Streiflichter aus der Geschichte der Urologie.* Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Schumpelick, V. (2012): Kurzatlas Chirurgie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Schünke, M.; Schulte, E.; Schumacher, U.; Voll, M.; Wesker, K. (2018): Prometheus Lernatlas - Kopf, Hals und Neuroanatomie. 5., vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart: Thieme (Thieme eRef).

Schwenk, W.; Spies, C.; Müller, J. (2009): Fast Track in der operativen Medizin. 1. Aufl. s.l.: Springer-Verlag.

Segeer, K.; Wanner, C.; Steffel, J.; Luescher, T. (2014): Niere und Ableitende Harnwege. Berlin: Springer (Springer-Lehrbuch).

Shariq, O.; Hanson, K.; McKenna, N.; Kelley, S.; Dozois, E.; Lightner, A. et al. (2019): Does Metabolic Syndrome Increase the Risk of Postoperative Complications in Patients Undergoing Colorectal Cancer Surgery? In: Diseases of the colon and rectum.

Simanski, C.; Lefering, R.; Paffrath, T.; Riess, P.; Yücel, N.; Maegele, M. et al. (2006): Die Qualität der postoperativen Schmerztherapie beeinflusst die Krankenhauswahl. Ergebnisse einer anonymen Patientenumfrage. In: Schmerz (Berlin, Germany) 20 (4), S. 327–333.

Sökeland, J.; Brühl, P.; Hertle, L.; Piechota, H. (2000): Katheterdrainage der Harnblase heute. In: Dtsch Arztebl International 97 (4), A-168.

Srivastava, U.; Rana, Shiv; Saxe, S.; Chand, T.; Kannaujia, A. et al. (2008): Role of Epidural Anaesthesia and Analgesia in Reducing Postoperative Morbidity and Mortality During Major Abdominal Surgery. In: Indian Journal of Anaesthesia 52 (5), S. 541

Stamer, U.; Mpasios, N.; Maier, C. (2002): A survey of acute pain services in Germany and a discussion of international survey data. In: *Regional Anesthesia and Pain Medicine* 27 (2), S. 125–131.

Swan Valley Medical (2018): Infection Control of Catheter-Associated UTI. <http://www.swanvalleymedical.com/references/cauti>. Hg. v. Swan Valley Medical. 2018 Swan Valley Medical Incorporated.

Tenke, P.; Kovacs, B.; Bjerklund J., Truls E.; Matsumoto, T.; Tambyah, P.; Naber, K. (2008): European and Asian guidelines on management and prevention of catheter-associated urinary tract infections. In: *International journal of antimicrobial agents* 31 Suppl 1, S68-78.

Tenke, P.; Köves, B.; Johansen, T. (2014): An update on prevention and treatment of catheter-associated urinary tract infections. In: *Current opinion in infectious diseases* 27 (1), S. 102–107.

Trautner, B. (2010): Management of catheter-associated urinary tract infection. In: *Current opinion in infectious diseases* 23 (1), S. 76–82

Veering, B. (2003): Cardiovascular and pulmonary effects of epidural anaesthesia. In: *Minerva anesthesiologica* 69 (5), S. 433–437.

Ventham, N. T.; Hughes, M.; O'Neill, S.; Johns, N.; Brady, R. R.; Wigmore, S. J. (2013): Systematic review and meta-analysis of continuous local anaesthetic wound infiltration versus epidural analgesia for postoperative pain following abdominal surgery. In: *The British journal of surgery* 100 (10), S. 1280–1289.

Vigneault, L.; Turgeon, A.; Côté, D.; Lauzier, F.; Zarychanski, R.; Moore, Lynne et al. (2011): Perioperative intravenous lidocaine infusion for postoperative pain control: a meta-analysis of randomized controlled trials. In: *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthesie* 58 (1), S. 22–37.

Wald, H.; Ma, A.; Bratzler, D. W.; Kramer, A. M. (2008): Indwelling Urinary Catheter Use in the Postoperative Period. Analysis of the National Surgical Infection Prevention Project Data. In: Arch Surg 143 (6), S. 551–557.

Weißauer, W. (1992): Vereinbarung des Berufsverbandes Deutscher Anästhesisten und des Berufsverbandes Deutscher Chirurgen zur Organisation der postoperativen Schmerztherapie. In: Chirurg BDC 31 (12), S. 232–236.

Wells, T. H.; Steed, H.; Capstick, V.; Schepanksy, A.; Hiltz, M. (2008): Suprapubic or Urethral Catheter: What Is the Optimal Method of Bladder Drainage After Radical Hysterectomy? In: Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada 30 (11), S. 1034–1038.

WHO (2011): Waist circumference and waist-hip ratio. Report of a WHO expert consultation, Geneva, 8-11 December 2008. Geneva: World Health Organization.

## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich allen danken, die mir mein Studium und die Vollendung meiner Promotion ermöglichten: Herrn PD Dr. Armin Wiegering danke ich für die Möglichkeit, in seinem Arbeitskreis meine Promotionsarbeit anfertigen zu dürfen.

Für viele fruchtbare Gespräche und Anregungen danke ich sehr Dr. med. Johanna Wagner und Dr. Imme Haubitz.

Ganz besonders danke ich natürlich meinen Eltern, die mir das Studium erst ermöglichten und mich jederzeit unterstützten sowie meinem Mann Michael, der meiner Arbeit viel Verständnis und Geduld entgegenbrachte.