

Aus der Klinik und Poliklinik für Urologie und Kinderurologie der  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

**Postoperatives Outcome von Patientinnen und Patienten mit  
Nierenzellkarzinom unter besonderer Berücksichtigung der Erfahrung der  
Operateurin und des Operateurs**

Inauguraldissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin  
der Universitätsmedizin  
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vorgelegt von

Marie Ella Horstmann  
aus Dortmund

Mainz, 2021

Tag der Promotion:

12. Juli 2022

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	6
2	Literaturdiskussion.....	8
2.1.	Anatomie und Topographie der Niere .....	8
2.2.	Das Nierenzellkarzinom.....	9
2.3.	Ätiologie und Risikofaktoren .....	11
2.4.	Klassifikation und Einteilung .....	12
2.5.	Diagnostik und Symptomatik .....	15
2.6.	Einteilung und Stadien.....	17
2.7.	Therapie des Nierenzellkarzinoms .....	19
2.8.	Prognose des Nierenzellkarzinoms .....	29
2.9.	Einflüsse auf das operative Outcome des Nierenzellkarzinoms.....	31
2.10.	Lernkurve der Operateurin und des Operateurs.....	34
3	Material und Methoden.....	35
3.1.	Patientinnen- und Patientenkollektiv .....	36
3.2.	Erfasste Daten.....	37
3.3.	Statistische Auswertung .....	38
4	Ergebnisse.....	39
4.1.	Patientinnen- und Patientencharakteristika .....	39
4.2.	Postoperatives Outcome der Gesamtkohorte .....	44
4.3.	Einfluss patientinnen- und patientenabhängiger Faktoren auf das postoperative Outcome .....	47
4.4.	Patientinnen- und patientenabhängige Faktoren und operationsbezogene Daten .....	54
4.5.	Häufigkeitsverteilungen nach der Klassifikation der Operateurinnen und Operateure .....	58

4.6. Einfluss der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs auf das postoperative Outcome .....	71
5 Diskussion .....	81
5.1. Vergleichbarkeit der Studie mit anderen Kohorten.....	83
5.2. Der Einfluss der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs auf das postoperative Outcome .....	88
5.3. Der Einfluss patientinnen- /patientenabhängiger Faktoren und tumorabhängiger Faktoren bei der Wahl der Operateurin oder des Operateurs....	96
5.4. Beurteilung der Studie .....	98
6 Zusammenfassung .....	101
7 Tabellenverzeichnis.....	103
8 Abbildungsverzeichnis.....	104
9 Literaturverzeichnis .....	105
10 Anhang .....	110
11 Danksagung .....	122
12 Tabellarischer Lebenslauf .....	123

## Glossar und Abkürzungen

ASA	American Society of Anesthesiologists
BMI	Body-Mass-Index
CCI	Charlson Comorbidity Index
COPD	chronisch obstruktive Lungenerkrankung
CT	Computertomographie
EK, EKs	Erythrozytenkonzentrat, Erythrozytenkonzentrate
IMDC	International Metastatic Renal-Cell Carcinoma Database Consortium
KHK	koronare Herzerkrankung
MRT	Magnetresonanztomographie
mTOR	mammalian target of rapamycin
MHC	major histocompatibility complex
MIC-Score	Margin, ischemia and complications (MIC) Score
mm	Millimeter
NUX	Nephroureterektomie
NSS	Nierenteilresektion ( <i>nephron sparing surgery</i> )
NZK	Nierenzellkarzinom
OP	Operation
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
RAPN	Roboter-assistierte laparoskopische partielle Nephrektomie
PD-1	programmed cell death-protein 1
PD-L1	programmed death-ligand 1
PDGF	platelet derived growth factor
CTLA-4	T-Lymphozyten-Antigen-4
TNX	Tumornephrektomie
TKI	Tyrosinkinaseinhibitor
UICC	Union for International Cancer Control
VE	Vorerkrankung(-en)
VEGF	Vascular endothelial growth factor
ZN	Zytoreduktive Nephrektomie
ZNS	Zentrales Nervensystem
18-FDG-PET	18-Fluordesoxyglucose-Positronen-Emissions-Tomographie

## 1 Einleitung

Das Nierenzellkarzinom ist mit über 90 Prozent aller auf das Organ begrenzten malignen Neoplasien die häufigste Tumorentität der Niere (Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e.V. (GEKID), 2020b). Es ist mit rund drei Prozent aller Tumorerkrankungen die zehnt häufigste Tumorart der Frau und die acht häufigste Tumorart des Mannes (Doehn and Krege, 2020). Im Jahr 2010 starben in Deutschland insgesamt 5247 Menschen an einem Nierenzellkarzinom, was einen Anteil an 2,1 und 2,6 Prozent aller Krebssterbefälle der Frauen und Männer ausmachte. Die Mortalität des Nierenzellkarzinoms konnte im Verlauf der Jahre jedoch stets weiter gesenkt und die Prognose weiter verbessert werden (Doehn and Krege, 2020). Diese positive Entwicklung wird dabei vor allem auf ein verbessertes Krebsfrüherkennungssystem zurückgeführt. Durch die Etablierung zahlreicher Check-up- und Krebsvorsorge-Untersuchungen sowie den häufigen Einsatz schnittbildgebender Verfahren, kann eine zunehmende Fallzahl bereits in frühen Stadien mit geringerer Tumorlast diagnostiziert werden (Holtkamp, 2020). Aus diesem Grund spielt heutzutage in der Therapie des Nierenzellkarzinoms der Organerhalt eine entscheidende Rolle (Zeuschner and Siemer, 2020). Zur offenen und laparoskopischen Nephrektomie und Nierenteilresektion fand mittlerweile auch der DaVinci® Operationsroboter Einzug in den klinischen Alltag. Diese neuartige Technik des Operierens ist mittlerweile in ihren Ergebnissen der klassischen laparoskopischen Operation gleichgestellt, wenn nicht überlegen (Zeuschner and Siemer, 2020). Gelingt es dem Operateur, ein nicht metastasiertes Nierenzellkarzinom ohne Tumorrest zu entfernen, so können fünf-Jahres Überlebensraten von bis zu 95 Prozent erzielt werden (Fiebig and Kraywinkel, 2019).

Aus diesem Grund ist die Wahl des richtigen Operationsverfahrens - aber vor allem die chirurgische Expertise - von besonderer Bedeutung. Besonders für die neuen Operationsverfahren, wie die Roboter-assistierte Operation, konnte ein schneller Lernerfolg mit steiler Lernkurve der Operateurin oder des Operateurs beobachtet werden, wonach die chirurgische Qualität mit zunehmender Erfahrung rapide anstieg (Zeuschner et al., 2021a). Bei evidenter Varianz der chirurgischen Qualität zwischen Operateurinnen und Operateuren mit viel und wenig Erfahrung liegt deshalb die Frage nah, ob diese Auswirkungen auf den Behandlungserfolg der Patientinnen und Patienten hat. Dies würde implizieren, dass die Prognose der Krebserkrankung abhängig von der Wahl der Operateurin oder des Operateurs ist.

Die deutsche Weiterbildungsordnung für Assistenzärztinnen und Assistenzärzte der Urologie legt Regularien fest, durch welche ein schrittweises Erlernen des chirurgischen Handwerks erlangt werden soll, ohne Patientinnen und Patienten einem nicht zu verantwortenden Risiko

auszusetzen (Bundesärztekammer, 2003). Durch die assistierende Partizipation bei urologischen Eingriffen und eine Mindestanzahl teilgehabter Operationen soll sichergestellt werden, dass Assistenzärztinnen und Assistenzärzte in Anwesenheit einer Fachärztin oder eines Facharztes in sicherer Umgebung lernen und die für die Facharzt-Qualifikation notwendige Expertise erlangen können (Bundesärztekammer, 2003).

Trotz der verpflichtenden Inhalte der Weiterbildungsordnung ergaben Umfragen, dass rund 43 Prozent der befragten Assistenzärztinnen und Assistenzärzte in ihrem Weiterbildungskatalog operative Eingriffe bescheinigt wurden, die sie nicht selbst durchgeführt hatten (Arnold et al., 2017). Inwieweit die chirurgische Qualität im klinischen Alltag eines Lehrkrankenhauses trotz der essenziellen chirurgischen Ausbildung von Ärzten gewährleistet werden kann, soll mithilfe dieser Arbeit beleuchtet werden. Dazu wurde die Qualität der offenen, laparoskopischen und Roboter-assistierten Nierenteilresektionen und Nephrektomien, die aufgrund eines Nierenzellkarzinoms in den Jahren von 2009 bis 2017 an der Klinik und Poliklinik für Urologie der Universitätsmedizin Mainz durchgeführt wurden, nach der Erfahrung der Operateurinnen und Operateure kategorisiert und untersucht. Um die chirurgische Qualität zu charakterisieren, wurden postoperative Komplikationen erfasst, Clavien-Dindo Scores erhoben sowie die Häufigkeit operativer Revisionen betrachtet. Perioperative Faktoren, wie Operationsdauer und Ischämiezeiten, die das postoperative Outcome nachweislich mit beeinflussen, wurden ebenso mit in die Analyse einbezogen (Krebsgesellschaft eV, 2018). Anschließend konnte untersucht werden, ob sich Operationen, die durch eine Assistenzärztin oder einen Assistenzarzt als Hauptoperateur durchgeführt wurden, in ihrer Qualität von denen unterschieden, die durch ‚Expertinnen oder Experten‘ mit langjähriger Erfahrung durchgeführt wurden.

## 2 Literaturdiskussion

### 2.1. Anatomie und Topographie der Niere

Das Harnsystem setzt sich aus den normalerweise paarig angelegten Nieren, den Ureteren, der Harnblase und der Urethra zusammen. Die Nieren gehören hierbei zum oberen Harnsystem und liegen retroperitoneal zu beiden Seiten des Übergangs von Brust- zu Lendenwirbelsäule. Dabei liegt die rechte Niere -aufgrund der Ausdehnung der Leber - meist ein Stück tiefer als die linke Niere. Begrenzt wird die rechte Niere durch den Musculus quadratus lumborum, den Zwerchfellansatz, den Musculus psoas major, die Leber, das Duodenum und das Colon ascendens. Die linke Niere wird hingegen begrenzt durch Magen, Milz, Pankreas, Jejunum, Colon descendens, den Musculus quadratus lumborum sowie den Musculus psoas major (Benninghoff, 2004). Die Niere besitzt eine rot-bräunliche Farbe und ist bohnenartig geformt, wodurch sich eine konkave Seite am medialen Rand zu Seiten der Wirbelsäule und eine konvexe Seite nach lateral ergeben. Die obere und untere Kuppel der Niere werden als Nierenpole bezeichnet. Am oberen Nierenpol anliegend befindet sich die Nebenniere, mit der die Niere in einer fettigen Capsula adiposa eingebettet und von der gemeinsamen Gerota-Faszie umgeben ist. Das durchschnittliche Gewicht einer Niere liegt zwischen 130 und 150 Gramm und die durchschnittlichen Abmessungen liegen bei 4 x 7 x 11 Zentimetern pro Niere (Dicke x Breite x Länge). An der konkaven Seite der Niere befindet sich der sogenannte Nierenhilus, eine Öffnung der Gerota'schen Faszie, in welcher der Harnleiter in das Nierenbecken sowie in zu- und abführende Gefäße der Niere mündet. Dazu gehören die Arteria und Vena Renalis sowie Lymphgefäße und Nerven. Das funktionelle Nierengewebe wird als Parenchym bezeichnet und besteht aus einer Nierenrinde, dem Cortex Renalis und einem Mark, der Medulla Renalis.

Aus dem Cortex ziehen mehrere Anteile (Nierensäulen) in das Nierenmark, welches pyramidenartig aufgebaut ist, da sich hier die Nierenkelche vereinigen und schließlich in das Nierenbecken (Pelvis Renalis) münden (Schnittert, 2020).

#### Mikroskopischer Aufbau der Niere

Eine Niere besteht aus Millionen von funktionellen Einheiten, den sogenannten Nephronen. Sie setzen sich aus einem Nierenkörperchen (Malpighi-Körperchen) und einem dazugehörigen Nierenkanälchen, dem Tubulus, zusammen. In diesen zahlreichen Nephronen wird das der Niere zugeführte Blut abfiltriert und der Harn produziert. Das Blut der Nierenarterie tritt in den zahlreichen Nierenkörperchen durch ein Vas afferens in die Bowman Kapsel ein und bildet dort ein kapilläres Gefäßknäuel, den Glomerulus. Diese Glomeruli befinden sich im Cortex der Niere. Durch die Gefäßkapillaren wird ein Ultrafiltrat des Blutes, der sogenannte Primärharn, filtriert und anschließend durch das nachfolgende Tubulussystem, welches sich durch das Nierenmark zieht, transportiert. Es besteht aus einem proximalen Tubulus, der Henleschleife und



einem distalen Tubulus. Hier findet eine Konzentration des Primärharns statt, bis er schließlich durch das Sammelrohr in einen Nierenkelch mündet. Mehrere kleine Nierenkelche vereinigen sich zu größeren Kelchen und diese münden schließlich in das Nierenbecken (Schnittert, 2020).

## **2.2. Das Nierenzellkarzinom**

Das Nierenzellkarzinom ist eine vom Tubulusepithel des Nephrons ausgehende maligne Neoplasie (Boeckmann and Jakse, 1994).

Es weist in der westlichen Welt durchschnittlich 5,8 Neuerkrankungen pro 100.000 innerhalb eines Jahres auf und stellt mit 90 Prozent aller bösartigen Neubildungen der Niere mit Abstand die häufigste Entität dar (Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e.V. (GEKID), 2020a).

Nach den Zahlen des Robert-Koch-Institutes, die im Jahr 2020 veröffentlicht wurden, sind maligne Tumoren der Niere mit 3,5 Prozent aller Krebserkrankungen die acht häufigste neu diagnostizierte Krebserkrankung des Mannes und mit 2,5 Prozent die zehnte häufigste neu diagnostizierte Krebsart der Frau (Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e.V. (GEKID), 2020a, Doehn and Krege, 2020). Es tritt vermehrt im höheren Lebensalter auf, mit einem Inzidenzgipfel zwischen dem 50. und 70. Lebensjahr, wobei Männer durchschnittlich im 68. und Frauen durchschnittlich im 71. Lebensjahr erkranken. Generell ließ sich in den letzten Jahren ein leichter Rückgang der Inzidenzraten in Europa erkennen (Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e.V. (GEKID), 2020b). Bei der Verteilung der Inzidenzraten scheinen demographische Faktoren eine Rolle zu spielen, denn in Asien, Afrika und der weltweit lebenden asiatischen Bevölkerung zeigt sich weltweit die geringste Inzidenzrate (Zigeuner et al., 2015), wohingegen sie in Skandinavien am höchsten ist (Boeckmann and Jakse, 1994). Auffällig ist außerdem, dass die afroamerikanische Weltbevölkerung signifikant höhere Inzidenzraten aufweist als die kaukasische (Zigeuner et al., 2015).

Die Mortalität des Nierenzellkarzinoms zeigt innerhalb Europas, ähnlich wie die Inzidenzrate der letzten Jahre, eine fallende Tendenz (Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e.V. (GEKID), 2020b). Unter den urologischen Tumoren hat das Nierenzellkarzinom mit 40 Prozent die höchste Mortalitätsrate, wohingegen Prostata- und Harnblasenkarzinome mit jeweils 20 Prozent weit geringere Raten und somit bessere Prognosen aufweisen (Zigeuner et al., 2015). Auch bei der Mortalität zeigen sich weltweite geographische Unterschiede. Während in Europa, Nordamerika, Neuseeland und Australien die weltweit höchsten Mortalitätsraten vorliegen, sind diese in Indien, Asien, Japan und China am geringsten

(Zigeuner et al., 2015). Während im Laufe der letzten Jahre eine fallende Tendenz der Mortalitätsrate in Westeuropa beobachtet wurde, steigt diese in Osteuropa weiterhin an, was sich am ehesten anhand der Qualität der vorherrschenden medizinischen Versorgung begründen lässt. Fallen die Tumoren inzidentell, zum Beispiel im Rahmen einer Routineuntersuchung auf, so werden diese häufiger in einem weniger fortgeschrittenen Tumorstadium diagnostiziert als solche, die erst durch ihre Symptomatik auffallen. Aus diesem weniger fortgeschrittenen Tumorstadium ergeben sich zwangsläufig bessere Heilungschancen und eine geringere Mortalität (Zigeuner et al., 2015).

Über die Anzahl der Patientinnen und Patienten mit vorliegenden Metastasen zum Zeitpunkt der Diagnosestellung lassen sich ambivalente Quellen finden. Während die meisten Studien von einer Inzidenzrate von 25 bis 30 Prozent metastasierter Karzinome bei Erstdiagnose ausgehen (Kurosch et al., 2014), wird in aktuelleren Veröffentlichungen eine Rate von weniger als zehn Prozent metastasierter Karzinome vermutet (Zigeuner et al., 2015). Bei 15 bis 30 Prozent aller Patientinnen und Patienten mit initial kurativer Therapieindikation bei lokalem Tumorstadium werden im Verlauf eine Metastasierung oder ein Tumorrezidiv festgestellt (Ralla, 2020). Hat ein Tumor bereits zum Zeitpunkt der Diagnosestellung Fernmetastasen gebildet, so kommt es in 20 bis 30 Prozent der Fälle zu einem Progress der Tumorerkrankung und es muss von einer palliativen Situation ausgegangen werden (Kurosch et al., 2014).

### 2.3. Ätiologie und Risikofaktoren

Das Nierenzellkarzinom tritt meist sporadisch auf, wobei die Ätiologie noch nicht vollständig geklärt ist. Das Erkrankungsrisiko hängt jedoch von bestimmten Risikofaktoren ab.

Dazu zählt der **Nikotinabusus**, welcher das Erkrankungsrisiko bei Männern um 54 Prozent und bei Frauen um 22 Prozent im Vergleich zum Bevölkerungsdurchschnitt erhöht. In 30 Prozent der sporadisch entstandenen Nierenzellkarzinome wird ein Nikotinabusus als Erkrankungsursache vermutet und es besteht ein proportionaler Zusammenhang zwischen gesteigertem Nikotinkonsum und Erkrankungsrisiko (Zigeuner et al., 2015). Als weiterer Risikofaktor gilt die **Adipositas**, welche das Risiko zwei- bis fünffach erhöht (Jost, 2003). Vor allem bei Frauen korreliert ein hoher Body-Mass-Index (BMI) mit einem erhöhten Entartungsrisiko (Zigeuner et al., 2015). Aber auch Vorerkrankungen wie eine **arterielle Hypertonie** und eine **chronische Niereninsuffizienz** stellen relevante Risikofaktoren dar (Zigeuner et al., 2015).

Eine Disposition mit bestimmten **Toxinen**, wie beispielsweise Trichlorethen, führt ebenfalls nachweislich zu einer Risikoverdopplung (Jost, 2003). In drei bis fünf Prozent aller Fälle spielen **erbliche** Faktoren eine Rolle in der Entstehung des Nierenzellkarzinoms. Bei erst- oder zweitgradiger Verwandtschaft mit einem Patientinnen und Patienten mit Nierenzellkarzinom, erhöht sich das Risiko ebenfalls zu erkranken um das zwei- bis vierfache (Leitlinienprogramm Onkologie (Deutsche Krebsgesellschaft, 2017)). Das hereditäre Nierenzellkarzinom ist häufiger mit einem früheren Erkrankungsalter und einem bilateralen oder multifokalen Tumorstadium sowie etwaigen extrarenalen Manifestationen vergesellschaftet.

Zu den erblichen Tumordispositionen zählt unter anderem das von-Hippel-Lindau-Syndrom, welches mit dem höchsten Erkrankungsrisiko für ein Nierenzellkarzinom einhergeht. Dieses autosomal-dominant vererbte Syndrom tritt mit einer Häufigkeit von einer pro 36.000 Lebendgeburten auf und resultiert in einer Alteration des Von-Hippel-Lindau-Gens, woraufhin Zellen Wachstumsfaktoren, wie den vascular endothelial growth factor, produzieren (Rupp et al., 2017). Die daraus resultierende unkontrollierte Zellproliferation ist prädisponierend für die Bildung benigner und maligner Tumoren. Diese können sich renal manifestieren, wie in Form von Nierenzysten oder klarzelligem Nierenzellkarzinomen, aber auch extrarenale Tumoren sind möglich. Dabei handelt es sich um „Hämangioblastome der Retina und des zentralen Nervensystems, Phäochromozytome, Pankreaszysten und -tumoren, neuroendokrine Tumoren, epididymale und parametrale Zysten sowie Tumoren des Innenohres. Die auftretenden Nierenzellkarzinome sind dabei ausschließlich klarzellig und manifestieren sich häufig bilateral und multifokal.“ (Zigeuner et al., 2015).

Zu den mit Nierentumoren assoziierten Tumorsyndromen gehört außerdem das Birt-Hogg-Dubé-Syndrom, bei welchem eine Aberration des FLCN Gens ursächlich für ein vermehrtes

Vorkommen von Fibrofollikulomen, Nierentumoren, Lungenzysten und Spontanpneumothoraces ist (Steinlein et al., 2018).

Ein weiteres Beispiel ist die Tuberöse Sklerose (Bourneville-Pringle-Syndrom), welche sich neben Angiomyolipomen der Nieren vor allem in pathognomonischen Haut- und ZNS-Veränderungen manifestiert. Dieses Syndrom ist jedoch in lediglich 30 Prozent der Fälle hereditärer Genese. In 70 Prozent der Fälle liegt eine Spontanmutation der Gene TSC2 und TSC 2 vor (Willems et al., 2021).

## 2.4. Klassifikation und Einteilung

Das Nierenzellkarzinom wurde nach seiner unterschiedlichen Histogenese und immunhistologischen Markerspektrum von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) im Jahr 2004 in verschiedene Entitäten eingeteilt. Diese Klassifikation wurde wiederum von der ‚International Society of Urological Pathology‘ (ISUP) in der Vancouver Classification überarbeitet und stellt die heute allgemein gültige Einteilung dar (Ljungberg et al., 2015). Gemeinsam haben alle Entitäten ihren Ursprung in entarteten epithelialen Tubuluszellen des Nephrons. Dabei können - jeweils nach histologischem Subtyp - verschiedene Wachstumsformen, wie Verkalkungen, Nekrosen, zystische Umwandlungen und Hämorrhagien, auftreten. Die verschiedenen Entitäten des Nierenzellkarzinoms werden durch spezifische Chromosomenaberrationen weiter charakterisiert und untermauert (Jost, 2003). Davon sind aus klinischer Sicht drei Subtypen des Nierenzellkarzinoms von Bedeutung (Ljungberg et al., 2015).

Das **klarzellige Nierenzellkarzinom**, das einen Anteil von 80 bis 90 Prozent aller bösartigen Nierentumoren ausmacht, ist der häufigste histologische Subtyp. Weitere Entitäten sind das **papilläre** und das **chromophobe** Nierenzellkarzinom. Diese machen jedoch nur jeweils zehn und fünf Prozent aller Nierenkarzinome aus. Zu den benignen Nierentumoren zählt das **Onkozytom**, welches äußerst selten metastasiert (Kurosch et al., 2014). Unabhängig von der jeweiligen Tumorentität besteht bei Nierenzellkarzinomen, die eine **sarkomatoide** Differenzierung aufweisen, eine signifikant schlechtere Prognose als bei anderen Differenzierungen (de Peralta-Venturina et al., 2001).

### **2.4.1. Klarzelliges Nierenzellkarzinom**

Die Gruppe der häufigsten Nierenzellkarzinome zeichnet sich durch ein klares, eosinophiles Zytoplasma aus, welches auf einen Reichtum an Lipiden zurückzuführen ist. Dies erklärt die makroskopisch sichtbare, gelbliche Schnittfläche des Tumors. Die Wachstumsform des klarzelligen Nierenzellkarzinoms ist solide und weist eine starke Vaskularisierung auf, welche zu enormen Einblutungen führen kann (Zigeuner et al., 2015). Auf chromosomaler Ebene lassen sich bei 98 Prozent der klarzelligen Nierenzellkarzinome genetische Deletionen auf dem Chromosom 3p feststellen, welche in einem Verlust des kurzen Chromosomenarmes und in einer Inaktivierung eines Tumorsuppressorgens resultieren (Sachsinger, 2003). Eben diese Mutation des Chromosoms 3p lässt sich bei Patientinnen und Patienten mit Von-Hippel-Lindau Syndrom finden und erklärt ihre Prädisposition für Nierenzellkarzinome (Rupp et al., 2017). Weist das klarzellige Nierenzellkarzinom keinerlei solide, sondern ausschließlich zystische Wachstumsformen auf, so handelt es sich um eine zystische Variante des klarzelligen Nierenzellkarzinoms. Dieser Subtyp zeichnet sich durch eine geringe Wachstumsrate und somit durch eine bessere Prognose aus (Kurosch et al., 2014).

Als eigenständiger Subtyp des Nierenzellkarzinoms wurde im Jahr 2004 von der WHO das multilokuläre, klarzellige Nierenzellkarzinom eingestuft. Dieser Tumor besitzt ausschließlich zystische Anteile, wird jedoch aufgrund seiner geringeren Malignität vom klarzelligen Nierenzellkarzinom abgegrenzt (Zigeuner et al., 2015).

### **2.4.2. Papilläres Nierenzellkarzinom**

Mit rund zehn bis 20 Prozent aller Nierenzellkarzinome ist das papilläre Nierenzellkarzinom der zweithäufigste Subtyp des NZK. Typisch für diese Klasse sind genetische Veränderungen auf den Chromosomen 3, 7, 8, 12, 16, 17 und 20, welche sich zum Beispiel durch Trisomien oder auch den Verlust des Y-Chromosoms äußern können. Die für diese Entität typische papilläre Wachstumsform kann sowohl ein tubulopapilläres als auch solides Wachstumsverhalten aufweisen und tritt oft bilateral oder auch multifokal auf (Zigeuner et al., 2015, Kurosch et al., 2014). Makroskopisch können sich Nekrosen oder auch Pseudokapseln formieren. Mikroskopisch lassen sich kleine, kuboidale Zellen nachweisen, die sowohl ein eosinophiles, aber auch basophiles Zytoplasma aufweisen können (Zigeuner et al., 2015). Durch eine immunhistochemische Untersuchung lassen sich die Tumoren zwei verschiedenen Typen des papillären Nierenzellkarzinoms zuweisen: Der Typ 1 weist kleine Zellen mit eher wenig Zytoplasma auf. Der Typ 2 dagegen enthält große Zellen mit vorwiegend eosinophilem Zytoplasma. Er ist nachweislich mit einer schlechteren Prognose assoziiert als der erste Typ und hat eine größere Tendenz, multifokale Tumoren auszubilden (Kurosch et al., 2014).

### **2.4.3. Chromophobes Nierenzellkarzinom**

Diese Entität des Nierenzellkarzinoms ist mit rund 5 Prozent aller Fälle der dritthäufigste Typ. Er hat seinen Ursprung im kortikalen Sammelrohr des Nephrons. Eine makroskopisch sichtbare grau-gelbliche Schnittfläche ist typisch für diese Entität. Das Gewebe ist solide und homogen. Bei mikroskopischer Betrachtung lassen sich „große, polygonale Zellkerne mit blassem und eosinophilem Zytoplasma“ (Zigeuner et al., 2015) erkennen. Durch die typische blaue Anfärbung dieses Zytoplasmas durch die Eisen-Hale-Färbung lässt sich die Diagnose sichern. Auf chromosomaler Ebene lassen sich typischerweise eine Hypodiploidie der Chromosomen 1, 2, 6, 10, 13, 17 oder 21 nachweisen (Zigeuner et al., 2015, Kurosch et al., 2014). Patientinnen und Patienten mit einem chromophoben Nierenzellkarzinom wird eine signifikant bessere Prognose als dem klarzelligem Nierenzellkarzinom zugeschrieben (Frees et al., 2016).

### **2.4.4. Onkozytom**

Diese Tumore werden den benignen Tumoren zugeordnet, da nur einzelne Fälle von Metastasierungen bekannt sind. Sie können durch ihre typische braun-rötliche Schnittfläche mit einer zentralen Narbe im operativen Resektat schnell als Onkozytom identifiziert werden. Ihr Wachstumsmuster weist tubulozystische, trabekuläre und solide Anteile auf (Zigeuner et al., 2015).

## 2.5. Diagnostik und Symptomatik

Das Nierenzellkarzinom wird erst spät symptomatisch und somit in mehr als 60 Prozent der Fälle mit bildgebenden Verfahren als Zufallsbefund diagnostiziert (Kuroschi et al., 2014).

Bevor die klassischen bildgebenden Verfahren, wie Sonographie und Computertomographie, einen flächendeckenden Einsatz fanden, wurde das Nierenzellkarzinom durch die damals klassische Trias aus Schmerzen, einem palpablen Tumor und einer Makrohämaturie auffällig. Heutzutage sind diese Symptome nur noch in höchstens sechs bis zehn Prozent der Fälle vorhanden und dann eher einzeln und erst in späten Krankheitsstadien mit schlechter Prognose zu beobachten (Ljungberg et al., 2015). Begleitet werden diese häufig von allgemeinen Krankheitssymptomen wie Gewichtsabnahme, Anämie oder paraneoplastischen Syndromen (Fornara and Hoda, 2011). In seltenen Fällen wird das Nierenzellkarzinom jedoch erst durch die Symptomatik der Metastasen auffällig und kann sich dann in Knochenschmerzen oder chronischem Husten mit Minderung des Allgemeinzustands äußern (Ljungberg et al., 2015).

Besteht der Verdacht auf ein Nierenzellkarzinom, so sind zunächst eine sorgfältige Anamnese und körperliche Untersuchung indiziert. Dazu gehört die klinische Untersuchung mit bimanueller Untersuchung des Abdomens und der Nierenregion. In seltenen Fällen kann bereits bei der Beurteilung der äußeren Erscheinung der Patientin oder des Patienten, zum Beispiel durch eine Varikozele oder periphere Ödeme, ein malignes Geschehen vermutet werden, bei dem ein Nierentumor in die linke Nierenvene eingebrochen ist. Weiterhin gehören eine Urin- und Blutanalyse zum diagnostischen Vorgehen, um eine Mikrohämaturie, einen Abfall des Hämoglobinwertes im Blut oder etwaige Hinweise auf paraneoplastische Syndrome oder Metastasen-Bildung zu untersuchen.

Zu den gängigen bildgebenden Verfahren zählen eine orientierende Ultraschalluntersuchung, eine Computertomographie beziehungsweise eine Magnetresonanztomographie, welche zur weiteren Beurteilung der Differenzierung und der Ausbreitung des Tumors im Rahmen der präoperativen Planung von den Leitlinien empfohlen werden (Leitlinienprogramm Onkologie (Deutsche Krebsgesellschaft, 2017)).

Das wichtigste Entscheidungskriterium zwischen malignen und benignen Prozessen ist eine Kontrastmittelanreicherung im Rahmen einer CT-Untersuchung (Ljungberg et al., 2015). Nichtsdestotrotz gibt es auch im Rahmen der CT- und MRT-Diagnostik weiterhin Schwierigkeiten, zwischen benignen Onkozytomen und malignen chromophoben Nierenzellkarzinomen zu unterscheiden (Ljungberg et al., 2015). Hinzu kommt die steigende Inzidenz der Diagnostik kleinerer Nierentumore durch den verbreiteten Einsatz bildgebender Verfahren. Eine alleinige Bildgebung führt in diesen Fällen durch die geringen Größenverhältnisse oftmals nicht zu einer

ausreichenden Beurteilung der Malignität und des biologischen Verhaltens der Tumore. Bei mangelnder Verlässlichkeit der bildgebenden Diagnostik werden vor allem kleinere Tumoren - im Zweifel ohne vorherige Biopsie - operativ entfernt (Ljungberg et al., 2015). Mittels Feinnadelbiopsie können größere Tumoren vor einer operativen Resektion auf Malignität untersucht und in bis zu 20 Prozent der Fälle hierdurch ein harmloser Befund nachgewiesen werden, wodurch Patientinnen und Patienten ein operativer Eingriff erspart werden kann (Remzi et al., 2006). Wird jedoch ein maligner Nierentumor nachgewiesen, so müssen eine operative Entfernung des Tumors und mögliche Alternativen reevaluiert werden. So könnten der Patientin oder dem Patienten für kleinere Tumoren unter Umständen die Strategie einer „active surveillance“ oder ein ablatives Verfahren angeboten werden (Zigeuner et al., 2015)<sup>1</sup>. Ein weiterer wichtiger Einsatzbereich der Feinnadelbiopsie sind primär metastasierte Tumoren, die mit einer systemischen Therapie behandelt werden sollen. Hier kann die Feinnadelbiopsie wichtige Erkenntnisse über die Tumorentität bringen und damit Therapieansätze modifizieren (Zigeuner et al., 2015).

Im Rahmen der Abklärung einer Metastasierung stellt die CT eine wichtige Untersuchungsmethode dar. Eine etwaige abdominelle Filiarisierung kann mittels Abdomen-CT festgestellt werden. Eine CT- oder Röntgenuntersuchung des Thorax kann Aufschluss über pulmonale Metastasen oder eine Vergrößerung mediastinaler Lymphknoten bringen (Ljungberg et al., 2015). Im Fall einer vorliegenden neurologischen Symptomatik oder vorliegender ausgeprägter supradiaphragmaler Metastase wird eine Bildgebung des Schädels mittels CT oder MRT empfohlen (Kuroschi et al., 2014).

Bei hinreichendem klinischem Verdacht auf Knochenmetastasen, wie zum Beispiel bei Vorliegen von Knochenschmerzen, einer erhöhten alkalischen Phosphatase oder suspektem Befund in der Schnitt-Bildgebung, kann außerdem eine Skelettszintigraphie durchgeführt werden. Die Positronenemissionstomographie (FDG-18-PET) findet aufgrund unzureichender Sensitivität im Staging des Nierenzellkarzinoms keinen Einsatz.

---

<sup>1</sup> Siehe Kapitel 2.7.1.2. Minimalinvasive Therapie und Kapitel 2.7.1.5. Active surveillance („aktive Überwachung“)



## 2.6. Einteilung und Stadien

Die Stadieneinteilung des Nierenzellkarzinoms sollte anhand der Tumor-Node-Metastasis (TNM) Klassifikation und der Klassifikation der „Union for International Cancer Control“ (UICC) von 2017 erfolgen. Sie beinhaltet die anatomische Ausbreitung des Primärtumors und dessen Größe, den Lymphknotenbefall, eine Infiltration von Venen, der Gerota-Faszie oder der ipsilateralen Nebenniere sowie das Vorhandensein von Fernmetastasen (Fornara and Hoda, 2011). Zusätzlich kann die Angabe über Infiltration von Lymph- und Blutgefäßen (Lymph-/ Hämangiosis carcinomatosa) erfolgen (Guddati and Marak, 2012). Die morphologischen Veränderungen der Zelle sowie des Zellkerns werden in die Kriterien G0 und G1-G3 eingeteilt (Fornara and Hoda, 2011).

**Tabelle 1: TNM-Klassifikation 2010 mit übernommenen Modifikationen (Zigeuner et al., 2015)**

<b>T – Primärtumor</b>		
	TX	Keine Angaben möglich
	T0	Kein Hinweis auf einen Primärtumor
<b>Ausbreitung limitiert auf Niere</b>	<b>T1</b>	<b>Primärtumor ≤7cm</b> als größten Durchmesser
	T1a	Primärtumor ≤4cm als größten Durchmesser
	T1b	Primärtumor ≥4cm, aber ≤7cm als größten Durchmesser
	<b>T2</b>	<b>Primärtumor &gt;7 cm</b> als größten Durchmesser
	T2a	Primärtumor >7 cm, aber ≤ 10 cm
	T2b	Primärtumor >10 cm, aber beschränkt auf Niere
	<b>T3</b>	<b>Ausbreitung in die Nierenvenen, perirenales Fettgewebe</b> , aber keine Ausbreitung jenseits der Gerota-Faszie und keine Infiltration der ipsilateralen Nebenniere
	T3a	Makroskopische Ausbreitung in die Nierenvene oder ihre segmentalen Äste oder Tumor infiltriert perirenale oder peripelvines Fettgewebe, aber nicht über die Gerota-Faszie hinaus
	T3b	Tumor mit Ausbreitung in die Vena cava unterhalb des Zwerchfells

	T3c	Tumor mit Ausbreitung in die Vena cava oberhalb des Zwerchfells oder mit Infiltration der Wand der Vena cava
	<b>T4</b>	<b>Ausbreitung über die Gerota-Faszie hinaus</b> in die Nachbarorgane, sowie die direkte Infiltration der ipsilateralen Nebenniere
<b>N – Regionäre Lymphknoten</b>		
	NX	Keine Angaben über regionäre Lymphknoten
	N0	Keine regionären Lymphknotenmetastasen
	N1	Metastasen in einem einzelnen regionären Lymphknoten
	N2	Metastasen in mehr als einem regionären Lymphknoten
<b>M – Fernmetastasen</b>		
	MX	Keine Angaben zu Fernmetastasen möglich
	M0	Keine Fernmetastasen
	M1	Fernmetastasen

**Tabelle 2: Stadieneinteilung der UICC (Union for International Cancer Control, 7. Edition, 2010) (Brierley et al., 2017)**

<b>Stadium 1</b>	T1	N0	M0
<b>Stadium 2</b>	T2	N0	M0
<b>Stadium 3</b>	T3	N0	M0
	T1, T2, T3	N1	M0
<b>Stadium 4</b>	T4	N0, N1, oder N2	M0
	T1, T2, T3, oder T4	N2	M0
	T1, T2, T3, oder T4	N0, N1, oder N2	M1

## 2.7. Therapie des Nierenzellkarzinoms

### 2.7.1. Kurative Behandlung des nicht metastasierten Nierenzellkarzinoms

#### 2.7.1.1. Offen-chirurgische Therapie

Die operative Nierentumorentfernung ist die einzige potenziell kurative Therapieoption in der Behandlung des Nierenzellkarzinoms (Hakenberg and Wirth, 2001). Lange Zeit stellte die **radikale Tumornephrektomie**, wie sie im Jahr 1969 von Robson etabliert wurde, den Goldstandard dar. Hierbei wurde die komplette Niere mitsamt der Nebenniere innerhalb der Gerota'schen-Faszie und der ipsilateralen Lymphknoten entfernt.

Durch Innovationen in der Nierentumor Chirurgie, wie dem Operieren in Ischämie und lokaler Hypothermie sowie durch neuartige Techniken zur Hämostase, fand jedoch ein Paradigmenwechsel in der Therapie, hin zur organerhaltenden **Nierenteilresektion** statt (Krabbe et al., 2014). Diese wurde bereits im Jahr 1890 zum ersten Mal durch Czerny durchgeführt. Bis die Nierenteilresektion jedoch routinemäßig in der Therapie des Nierenzellkarzinoms Einsatz fand, wurde sie zunächst nur bei imperativ nierenerhaltendem Vorgehen empfohlen (Janssen et al., 2012). Mittlerweile konnte jedoch gezeigt werden, dass ein nierenerhaltendes Verfahren bei Tumoren mit einer niedrigeren postoperativen Mortalität der Patientinnen und Patienten, im Vergleich zur radikalen Tumornephrektomie einhergeht und wird daher für Patientinnen und Patienten mit einer Tumorgöße <4cm in den Leitlinien empfohlen (Leitlinienprogramm Onkologie (Deutsche Krebsgesellschaft, 2017)). Durch das Abklemmen der zuführenden renalen Gefäße ergibt sich ein geringeres Risiko für kreislaurelevante Blutungen während der Operation und ein verbesserter Überblick über das Operationsfeld. So kann der Tumor mit einem Sicherheitsabstand von fünf Millimetern entfernt und daraufhin die Blutversorgung wieder freigegeben werden. Der Defektbereich des entfernten Tumors kann verschlossen und etwaige durchtrennte Gefäße können ausgemacht und entweder geclippt oder übernäht werden (Pahernik and Hohenfellner, 2011). Das Operieren in **Ischämie** birgt jedoch ein erhöhtes Risiko für einen gesteigerten Zellverlust und irreparable Schäden. Es konnte ein Zusammenhang zwischen der Dauer der intraoperativen Ischämiezeit und der postoperativen glomerulären Filtrationsrate der betroffenen Niere festgestellt werden (Krebsgesellschaft eV, 2018).

Bei Überschreiten einer kritischen warmen Ischämiezeit (WIZ) von mehr als 25 Minuten kann durch Herbeiführen einer **lokalen Hypothermie** der Zellverlust verringert werden. Diese kalte Ischämie kann entweder durch Zufuhr einer vier Grad Celsius kalten Ringer-Lactat Lösung in das Operationsgebiet oder durch zehn-minütiges Herunterkühlen der Oberfläche auf 15 bis 20 Grad Celsius erfolgen. Auch die kalte Ischämie-Zeit steht in Zusammenhang mit einer verminderten postoperativen Funktion der betroffenen Niere (Krebsgesellschaft eV, 2018). Mithilfe

dieser Verfahren konnte die **Nierenteilresektion („nephron sparing surgery“)** als ein sicheres Operationsverfahren etabliert werden, welches der Nephrektomie mit tumorspezifischen Überlebensraten von bis zu 95 Prozent nicht nur onkologisch gleichgestellt ist, sondern auch durch den weitgehenden Erhalt der Nierenfunktion die langfristige Morbidität senkt (Pahernik and Hohenfellner, 2011). Somit konnte die Angst, diese Operationstechnik gehe mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit für Rezidive einher, widerlegt und eine Verbesserung der Lebensqualität sowie die Reduktion der kardiovaskulären Morbidität erzielt werden (Krabbe et al., 2014). Bei unilateralen Tumoren mit einem Durchmesser von  $\leq 4\text{cm}$  gilt heutzutage die Nierenteilresektion als Therapie der ersten Wahl (Krabbe et al., 2014).

Eine imperative Indikation zur Nierentumorsektion besteht bei Patientinnen und Patienten mit Tumoren in beiden Nieren, einer Einzelniere oder einer funktionseinschränkenden Pathologie der Gegenniere, wie einer Hydronephrose oder chronischen Pyelonephritis (Pahernik and Hohenfellner, 2011). In diesen Fällen steht ein Erhalt der Nierenfunktion der erkrankten Niere im Vordergrund, um eine lebenslange Hämodialysepflichtigkeit zu verhindern.

Derzeit steht eine Erweiterung der Indikation zur NSS auf Tumoren mit einem Durchmesser von mehr als vier Zentimetern zur Diskussion. Zahlreiche Studien belegen bereits ein vergleichbares Langzeitüberleben bei NSS für ausgewählte Patientinnen und Patienten mit größeren NZK als vier Zentimetern (Li et al., 2014). Mit der Nierenteilresektion geht jedoch eine erhöhte Komplikationsrate für Blutungen oder Urinextravasation einher (Pahernik and Hohenfellner, 2011).

Bei Tumoren, die eine Größe von mehr als sieben Zentimeter Durchmesser aufweisen oder die Niere überschreiten, sowie bei Patientinnen und Patienten mit einem **Tumorthrombus** in der Vena renalis oder der Vena cava, ist eine offene **radikale Tumornephrektomie** indiziert. Diese venösen Tumorthromben bilden sich in fünf bis zehn Prozent der Fälle aus und müssen nicht nur aus onkologischer Sicht entfernt werden, sondern ebenfalls, um thrombembolischen Ereignissen vorzubeugen (Distler and Pahernik, 2019).

Bei klinischem Verdacht auf einen Lymphknotenbefall sollte eine regionale **Lymphadenektomie** erfolgen, um ein genaueres diagnostisches Staging durchführen zu können. Bei Tumorklassifikation im Obergeschoss der Niere sollte der Tumor mitsamt der Nebenniere entfernt werden. Befindet sich der Tumor jedoch im Mittel- oder Untergeschoss der Niere, wird bei unauffälliger Bildgebung auf eine Mitentfernung der Nebenniere verzichtet (Roos et al., 2010).

### 2.7.1.2. Minimalinvasive Therapie

Eine weitere entscheidende Entwicklung in der Nierentumorchirurgie war die Etablierung minimalinvasiver Verfahren. Neben der radikalen offenen Tumornephrektomie nach Robson etablierten sich mit der Zeit die laparoskopische und die mit dem Da Vinci System durchgeführte laparoskopisch-roboterunterstützte Tumorsektion.

Ältere Studien zeigen, dass diese neuen, minimalinvasiven Verfahren häufiger mit intraoperativen Komplikationen, einer längeren Ischämiezeit und postoperativen urologischen Komplikationen vergesellschaftet sind (Gill et al., 2003). Sie erfordern eine hohe chirurgische Expertise und resultieren somit in einer langen Lernkurve der Operateurin und des Operateurs (Pahernik and Hohenfellner, 2011). Neuere Studien zeigen jedoch, dass die laparoskopische Operation im Vergleich zur offenen Operation keinen Unterschied im postoperativen tumorspezifischen Überleben mit sich bringt. Stattdessen wird bei diesem Vorgehen ein geringerer Blutverlust, eine kürzere Hospitalisationszeit und eine geringere Zahl an postoperativen Infektionen beschrieben (Krebsgesellschaft eV, 2018).

Insbesondere bei kleineren Tumoren und Tumoren <4 cm werden minimalinvasive Verfahren als Operationsmethode von den europäischen Leitlinien empfohlen (Leitlinienprogramm Onkologie (Deutsche Krebsgesellschaft, 2017)).

Bei Tumoren kleineren Ausmaßes und T1-Klassifikation wird die **Roboter-assistierte partielle Nephrektomie (RAPN)** vermehrt angewandt und konnte in neuen Studien Vorteile, wie eine verbesserte Darstellung des Operationsfeldes und dadurch vereinfachte operative Verhältnisse, nachweisen (Ryan et al., 2019). Daraus resultiert eine nachweislich kürzere Ischämiezeit sowie eine geringere Erholungszeit der Patientinnen und Patienten mit geringerem postoperativen Schmerzmittelbedarf und signifikant kürzerer Hospitalisationszeit (Hakenberg and Wirth, 2001).

Bei der RAPN konnte eine steilere Lernkurve der Operateurin oder des Operateurs, als beim laparoskopischen Operationsverfahren bei gleichbleibendem perioperativem Outcome nachgewiesen werden (Cordier et al., 2015).

Vor allem bei erfahrenen Operateurinnen und Operateuren erwies sich die RAPN sowohl bei der radikalen Nephrektomie als auch der Nierenteilresektion als eine sichere Methode, bei der selbst in der Anfangsphase der Etablierung des Verfahrens geringe Raten an Komplikationen auftraten. Bereits nach kurzer Zeit konnte bei diesem Verfahren im Verlauf seiner Etablierung

eine Verkürzung der Operationsdauer, eine Verringerung von Transfusionspflichtigkeit und Konversionsraten zur offenen Nephrektomie erzielt werden (Dube et al., 2015).

Insbesondere bei multimorbiden Patientinnen und Patienten oder Patientinnen und Patienten mit Tumoren <4cm sind minimalinvasive Verfahren oder ein abwartendes Verhalten angebracht, wobei die in-situ Destruktion von Tumoren in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen hat (Pahernik and Hohenfellner, 2011). Dazu gehören die Thermoablation (Kryoablation) und die Radiofrequenzablation. Bei der **Radiofrequenzablation** werden mithilfe von Elektroden, die entweder bildgesteuert perkutan, laparoskopisch oder in einer offenen Operation in den Tumor eingeführt werden, die Tumorzellen durch Wärmeentwicklung mittels Hochfrequenz-Strom destruiert und eine Tumornekrose erzeugt. Die sogenannte **Kryoablation** erfolgt über ein ähnliches Prinzip, jedoch wird in diesem Fall über den Applikator ein Gasgemisch aus flüssigem Stickstoff und Argon appliziert und somit ein mehrmaliges Einfrieren und Abtauen und schlussendlich eine Destruktion des Tumors erreicht. Limitierende Faktoren dieser Verfahren sind die Tumorgöße und die Lokalisation des Tumors (zum Beispiel am Nierenhilus oder Oberpol der Niere) (Pahernik and Hohenfellner, 2011). Diese fokal ablativen Verfahren sind in ihrer Durchführung technisch risikoarm und sicher, sodass sie als zytoreduktive Verfahren Anwendung finden können. Eine Problematik der organerhaltenden Verfahren liegt jedoch im scheinbar erhöhten Risiko eines Verbleibs von Tumorzellen und dem dadurch erhöhten Risiko eines Lokalrezidivs (Distler and Pahernik, 2019).

Laut einer im Jahr 2008 erschienenen Metaanalyse birgt die Kryoablation ein 7,45-fach erhöhtes und die Radiofrequenzablation ein 18,23-fach erhöhtes Risiko, ein Lokalrezidiv auszubilden sowie ein um 1,24- bis 3,24-fach erhöhtes Risiko für Fernmetastasen, verglichen mit den Ergebnissen einer organerhaltenden Nierenteilresektion (Kunkle et al., 2008).

Diese fokal ablativen Verfahren können bei multimorbidem Patientinnen- und Patientengut oder solchen mit eingeschränkter Lebenserwartung in Betracht gezogen werden, um das Tumorwachstum lokal zu begrenzen (Leitlinienprogramm Onkologie (Deutsche Krebsgesellschaft, 2017)).

### **2.7.1.3. Peri- und Post-operative Komplikationen**

Wie jeder operative Eingriff birgt auch die operative Entfernung des Nierenzellkarzinoms gewisse Risiken. Dazu gehört die Schädigung des die Niere umgebenden **Gewebes** oder von **Organen** wie Pankreas, Darm, Milz und Leber. Vor allem die radikale Nephrektomie birgt ein erhöhtes Risiko der Verletzung umliegender Organe (Krebsgesellschaft eV, 2018).

Gefäßverletzungen und daraus resultierende **Blutungen** in das Retroperitoneum oder das Nierenbeckenkelchsystem sind die häufigsten Komplikationen bei operativen Eingriffen der Niere und können hämodynamisch relevant werden. Laut Studien aus dem Jahr 2007 treten diese bei Nierenteilresektionen mit 3,4 Prozent der Fälle etwas häufiger auf als bei der radikalen Tumornephrektomie mit 1,1 Prozent der Fälle. Sie sollten entweder mittels angiographischer Embolisation oder operativer Revision gestillt werden und können im Falle eines primär organerhaltenden Verfahrens eine sekundäre Nephrektomie erforderlich machen (Van Poppel et al., 2007).

Zu den zweithäufigsten Komplikationen der Nierentumor-Chirurgie gehört die **Leckage** von Urin mit Fistelung und schließlich der Bildung von Urinomen. Vor allem große und zentral gelegene Tumoren bringen ein erhöhtes Risiko zur Urin-Extravasation mit sich. Mithilfe eines transurethralen Katheters kann der regelrechte Urinabfluss gewährleistet werden, bis sich die Stelle der Extravasation verschlossen hat (Krebsgesellschaft eV, 2018). Für Nierenteilresektionen liegt dabei das Risiko der Bildung eines Urin-Extravasates mit 4,4 Prozent höher als bei den Nephrektomien (Distler and Pahernik, 2019).

Die Gefahr eines akuten postoperativen **Nierenversagens** ist vor allem bei Patientinnen und Patienten mit Einzelniere, einer größeren Resektionsfläche bei größerem Tumor oder einer langen intraoperativen Ischämiezeit gegeben (Leitlinienprogramm Onkologie (Deutsche Krebsgesellschaft, 2017).

Insgesamt belegen Studien, dass Patientinnen und Patienten mit Tumoren größer als 4 cm ein doppelt so hohes Risiko für postoperative Komplikationen aufweisen, verglichen mit Patientinnen und Patienten einer Tumorgöße <4 cm (Krebsgesellschaft eV, 2018).

#### **2.7.1.4. Scoring-Systeme**

Die Indikation zur organerhaltenden Tumorsektion wurde im Verlauf der letzten Jahre immer großzügiger gestellt, um eine möglichst gute postoperative Nierenfunktion zu erhalten. Aus diesem Grund sollte für die Entscheidungsfindung zur angemessenen Operationsart ein Scoring-System zur Hilfe genommen werden. Der R.E.N.A.L.- und der Padua-Score berücksichtigen neben der Tumorgöße ebenso auch andere Faktoren, wie die Lage des Tumors innerhalb der Niere oder die Infiltration des Nierenbeckens, welche therapeutische Konsequenzen für Patientinnen und Patienten haben können (Zinssius et al., 2019).

### **2.7.1.5. Active surveillance („aktive Überwachung“)**

In der Therapie des nicht metastasierten Nierenzellkarzinoms kann bei ausgewählten Patientinnen und Patienten ein abwartendes Verhalten erwogen werden. Dazu zählen vor allem Patientinnen und Patienten mit begrenzter Lebenserwartung oder hoher Komorbidität, für die eine Operation ein Risiko darstellen würde. Liegt bei diesen Patientinnen und Patienten ein Tumor mit einer Größe von maximal 4 Zentimetern vor, so wurde in einigen Studien eine radiologische Überwachung als sichere Alternative zur Operation bewertet (Leitlinienprogramm Onkologie (Deutsche Krebsgesellschaft, 2017)). Vor aktiver Überwachung sollte jedoch eine histologische Sicherung der Tumorentität mithilfe einer Probebiopsie erfolgen, um Kontraindikationen wie ein aggressives biologisches Wachstumsverhalten (zum Beispiel bei infiltrierendem Tumorstadium) auszuschließen (Benninghoff, 2004). Ist ein solch aggressives Wachstumsverhalten ausgeschlossen, so kann das Progressionsrisiko eines Nierenzellkarzinoms nur schwer abgeschätzt werden. Die Tumorstadiumgröße scheint hierbei einer der sensitivsten Parameter der Risikostratifikation zu sein (Distler and Pahernik, 2019).

Die radiologische Überwachung kleiner Nierentumoren wird als vertretbares Konzept angesehen, da sich im Falle eines Größenprogresses eine verzögerte Intervention oder symptomorientierte Therapie anschließen können (B. Ljungberg (Chair) et al., 2020). Es liegen jedoch momentan weder evidenzbasierte Kriterien zur adäquaten Auswahl der Patientinnen und Patienten vor, noch gibt es einen endgültigen Konsens zu Empfehlungen zur Art und Häufigkeit der Überwachung. Momentan werden jedoch eine Tumorstadiumgröße von drei bis vier Zentimetern und eine Wachstumsrate von 0,4 bis 0,5 Zentimetern als mögliche Grenzwerte für diese Therapiestrategie angesehen. Eine Bildgebung sollte laut aktuellen Empfehlungen alle drei bis sechs Monate erfolgen (Arora RD, Jan 2020, Updated 2020 Oct 16).

Patientinnen und Patienten sollten darüber aufgeklärt werden, dass durch das abwartende Verhalten die Möglichkeit eines schnellen Progresses mit Metastasierung besteht und dadurch eine etwaige kurative Therapie, zum Beispiel durch eine Salvage Operation mit Metastasenresektion, verhindert werden könnte (Leitlinienprogramm Onkologie (Deutsche Krebsgesellschaft, 2017)).

### **2.7.2. Palliative Therapie des metastasierten Nierenzellkarzinoms**

Eine Metastasierung kann beim Nierenzellkarzinom über zwei gängige Wege erfolgen. Tumorzellen können Gewebe und Gefäßwände durchwandern und somit auf lymphogenem und hämatogenem Weg Metastasen ausbilden. Dies ermöglicht zum einen die Aussaat von Tumorzellen über die Nierenvene und die Vena Cava in andere Organe, aber auch in Lymphbahnen. Die Häufigkeit der Fernmetastasierung und der Metastasierungswege variiert zwischen den



verschiedenen Entitäten des NZK. Während das klarzellige NZK in rund 15 Prozent der Fälle zum Zeitpunkt der Diagnose bereits Metastasen ausgebildet hat, ist dies beim papillären NZK mit drei Prozent und dem chromophoben Subtyp mit vier Prozent weitaus seltener der Fall (Arora RD, Jan 2020, Updated 2020 Oct 16).

Auch das Metastasierungsmuster variiert in Abhängigkeit des histologischen Subtyps. Das beim klarzelligen NZK häufigste Metastasierungsmuster ist die Streuung über die Vena Cava in Lunge (60 Prozent), Leber (30-40 Prozent), Knochen (30-40 Prozent), Pankreas und das zentrale Nervensystem (ZNS) (5-15 Prozent), sowie der Befall der Nebennieren. Das papilläre NZK metastasiert häufiger in Lymphknoten und das chromophobe NZK am häufigsten in die Leber (Dudani et al., 2021). Die am ehesten betroffenen Lymphknotenregionen liegen paraaortal, parakaval, retroperitoneal oder direkt am Nierenhilus (Zigeuner et al., 2015).

### **2.7.2.1. Medikamentöse Therapie des metastasierten Nierenzellkarzinoms**

Die medikamentöse Therapie des metastasierten Nierenzellkarzinoms unterlag in den letzten Jahren großen Veränderungen. Mit Etablierung von Tyrosinkinaseinhibitoren und Immuntherapien konnte das Gesamtüberleben sowie das progressionsfreie Überleben der Patientinnen und Patienten mit metastasiertem NZK relevant verbessert werden (Grimm et al., 2020). Derzeit stehen Tyrosinkinaseinhibitoren, Immun-, Checkpoint-, mTOR- und Angiogeneseinhibitoren (z.B. VEGFR) zur Therapie zur Verfügung:

**Tyrosinkinaseinhibitoren** sind in der Lage, gewisse Signalwege einer Tumorzelle zu inhibieren und somit das gesteigerte Wachstum von Tumorzellen zu bremsen. Der Rezeptor-Tyrosinkinase-Inhibitor **Axitinib** bindet an Stelle eines Wachstumsfaktors an die Rezeptoren VEGFR 1 bis 3 und entfaltet somit eine anti-angiogenetische Wirkung (McDermott et al., 2018).

Ähnlich wie die Rezeptor-Tyrosinkinasen ist das **mammalian target of rapamycin (mTOR)** eine zelluläre Liganden-Bindungsstelle, die zelluläre Signalwege für Wachstum und Angiogenese reguliert. Durch Bindung an dieses Protein kann mittels mTOR-Inhibitoren wie **Temsirolimus** und **Everolimus** das Wachstum von Tumorzellen gehemmt werden (Deutsche-Apotheker-Zeitung, 2006)

Das Nierenzellkarzinom wird zu den immunologisch beeinflussbaren Tumoren gezählt. Bei diesen Entitäten beeinflussen immunologische Faktoren das unbegrenzte Wachstum der Tumorzellen und die Resistenz gegenüber Zellabbaumechanismen. Dieser ‚gestörte‘ Mechanismus stellt eine therapeutische Option in der **Immuntherapie** dieser Tumorentitäten dar (Bedke and Goebell, 2014). Mithilfe sogenannter **Checkpoint-Inhibitoren** können diese ‚gestörten‘

Zellabbaumechanismen blockiert werden. Sie ermöglichen eine regelrechte Bindung von Immunzellen an die Tumorzellen sowie eine verstärkte Immunantwort gegen die Krebszellen, die dem unbegrenzten Wachstum von Tumorzellen entgegenwirken sollen (Buchbinder and Hodi, 2015).

Immuntherapien mit Checkpoint-Inhibitoren haben das Therapiespektrum in der Erst- und Zweitlinientherapie erweitert sowie erneuert und die Prognose des metastasierten Nierenzellkarzinoms deutlich verbessert (Miller et al., 2020).

Zu dieser Substanzklasse gehören **Pembrolizumab**, ein Checkpoint-Inhibitor für den PD-1 - Rezeptor und **Ipilimumab**, ein humaner monoklonaler Antikörper gegen den CTLA4-Rezeptor.

### **Aktuelle Therapieempfehlungen**

Die European Association of Urology empfiehlt vor Einleitung einer medikamentösen Therapie bei metastasiertem Nierenzellkarzinom die Zuordnung der Patientin oder des Patienten zu einem Stadium von günstigem, intermediärem oder ungünstigem Risiko. Diese Risikogruppen unterscheiden sich hinsichtlich des körperlichen Zustandes der Patientin oder des Patienten und berücksichtigen den „Performance Status“ sowie die Hämoglobin-, die Calcium-, die Neutrophilen- und die Thrombozytenwerte des Blutes. Je nach Risikogruppenzuordnung wird über die Art der medikamentösen Therapie entschieden (Doehn and Krege, 2020).

Die Therapie des Nierenzellkarzinoms war lange Zeit beschränkt auf eine Immuntherapie mit Interleukinen oder **Interferon**. Mit dem Einzug der zielgerichteten Therapie in den klinischen Alltag konnte im Jahr 2007 erstmals für die Therapie mit dem TKI **Sunitinib** eine Verlängerung des progressionsfreien Überlebens, im Vergleich mit der Interferon-Therapie, gezeigt werden (Barbara Bleisch, 2020). Zum jetzigen Zeitpunkt wird als **Erstlinientherapie** des metastasierten NZK, unabhängig von vom IMDC Risikoprofil des Patienten, eine Kombinationstherapie aus dem PD-1-Inhibitor **Pembrolizumab** und dem Tyrosinkinase-Inhibitor **Axitinib** empfohlen. Patientinnen und Patienten mit intermediärem oder schlechtem Risiko sollen entweder Pembrolizumab und Axitinib oder Ipilimumab und Nivolumab erhalten (Doehn and Krege, 2020) (**Abbildung 1**).

	Standard of Care	Alternative in patients who can not receive or tolerate immune checkpoint inhibitors
IMDC favourable risk	nivolumab/cabozantinib [1b] pembrolizumab/axitinib [1b] pembrolizumab/lenvatinib [1b]	sunitinib* [1b] pazopanib* [1b]
IMDC intermediate and poor risk	nivolumab/cabozantinib [1b] pembrolizumab/axitinib [1b] pembrolizumab/lenvatinib [1b] nivolumab/ipilimumab [1b]	cabozantinib* [2a] sunitinib* [1b] pazopanib* [1b]

**Abbildung 1: Update der EAU Guidelines für die Erstlinientherapie des metastasierten Nierenzellkarzinoms (Urology, 2021)**

Zukünftig zu beobachten bleibt außerdem die Entwicklung zur individualisierten Therapie mittels molekularer Differenzierung von Biomarkern. Vor allem die Diagnose einer hereditären Form des NZK, wie dem von-Hippel-Lindau-Syndrom, ist von großer Bedeutung. Es konnte gezeigt werden, dass bei Vorliegen chromosomaler Aberrationen, die die Angiogenese oder die Immunkompetenz der Tumorzellen beeinflussen, das Ansprechen auf bestimmte Therapien vorhergesagt werden konnte. Patientinnen und Patienten könnten somit zukünftig eine auf ihre Gen-Mutation ausgerichtete Therapie, wie in diesem Fällen mit Angiogenese- oder Checkpoint-Inhibitoren, erhalten (Zeuschner et al., 2021b).

**Neoadjuvante** Therapiestrategien zur präoperativen Tumorreduktion konnten keinen klinischen Nutzen aufweisen und spielen deshalb in der Therapie des Nierenzellkarzinoms keine Rolle (Distler and Pahernik, 2019).

### **2.7.2.2. Operative Therapie des metastasierten Nierenzellkarzinoms**

Laut den Zahlen der CARMENA Studie kann eine primäre Tumornephrektomie bei Patientinnen und Patienten mit metastasierten Nierenzellkarzinom nicht mehr generell empfohlen werden (McDermott et al., 2015). Besteht jedoch die Möglichkeit der chirurgischen Resektion aller Metastasen, so kann bei einem günstigen IMDC-Score und gutem Allgemeinzustand der Patientin oder des Patienten eine zytoreduktive Nephrektomie in Kombination mit Metastasenresektion erwogen werden. Gelingt dies, so besteht die Chance auf kurative Therapie (B. Ljungberg (Chair) et al., 2020). Eine weitere mögliche Indikation zur zytoreduktiven Therapie besteht bei Patientinnen und Patienten, die einen guten Allgemeinzustand und eine geringe Metastasenlast aufweisen und bei denen keine systemische Therapie notwendig ist. Außerdem kann eine ZN oder Metastasenresektion zur Symptomkontrolle notwendig werden. Bei vorliegenden venösen Tumorthromben wird die Tumornephrektomie nicht nur aus onkologischer Sicht notwendig, sondern auch um Thromboembolien und daraus resultierende Sekundärkomplikationen zu verhindern (B. Ljungberg (Chair) et al., 2020). Der Mehrwert einer lokalen Metastasenchirurgie bei synchroner oder metachroner Metastasierung ist aus onkologischer Sicht jedoch nicht eindeutig und sollte deshalb individuell abgewogen werden (Doehn and Krege, 2020).

## 2.8. Prognose des Nierenzellkarzinoms

Nach Durchführung der Ausbreitungsdiagnostik und Einschätzung der Verfassung einer Patientin oder eines Patienten kann versucht werden, die Prognose anhand verschiedener Scoring-Systeme einzuschätzen. Das NZK gilt jedoch als eine Tumorentität, dessen Prognose nur schwer vorhergesagt werden kann (Doehn and Krege, 2020). Dabei unterscheiden sich die Überlebensaussichten von Patientinnen und Patienten mit einem metastasierenden Nierenzellkarzinom jedoch maßgeblich von Patientinnen und Patienten mit einem lokal infiltrierend wachsenden Karzinom (Fiebig and Kraywinkel, 2019).

Die Prognose verschlechtert sich mit Zunahme des Tumorstadiums und dem histologischen Grad des Tumors (B. Ljungberg (Chair) et al., 2020). Während das Nierenzellkarzinom mit auf die Niere begrenztem Wachstum potenziell kurativ behandelbar ist und bei einem UICC Stadium von I von einer fünf-Jahres-Überlebensrate von 95 Prozent ausgegangen werden kann, liegt die Prognose des metastasierten Nierenzellkarzinoms im Stadium IV bei lediglich 17 Prozent (Fiebig and Kraywinkel, 2019). Vor allem im metastasierten Stadium unterliegt die Prognose von Patientinnen und Patienten jedoch einer großen Schwankungsbreite. Mithilfe immunmodulatorischer Therapien können mittlerweile auch bei Patientinnen und Patienten mit metastasiertem Nierenzellkarzinom mediane Überlebenszeiten von mehr als zweieinhalb Jahren erzielt werden (Miller et al., 2020).

Die Prognose der Patientinnen und Patienten ist dabei jedoch nicht allein abhängig von der onkologischen Prognose des Tumors, sondern von weiteren Patientinnen- und Patientenspezifischen Faktoren und operativen Risiken. Dazu gehören klinische Faktoren wie der Allgemeinzustand der Patientinnen und Patienten, eine Anämie oder Kachexie sowie eine niedrige Thrombozyten- und Albuminkonzentration des Blutes. Aber auch das Vorliegen lokaler Tumorsymptome stellt einen schlechten prognostischen Faktor dar (B. Ljungberg (Chair) et al., 2020).

Mithilfe verschiedener Scoring-Systeme wird versucht, anhand der Vorerkrankungen die spezifische Prognose eines Patientinnen und Patienten zu objektivieren (Barbara Bleisch, 2020). Mithilfe des IMDC-Risiko-Scores kann die Prognose von Patientinnen und Patienten anhand dessen Tumorsituation und Allgemeinzustand abgeschätzt werden. Dazu werden die in **Tabelle 3** aufgeführten Parameter miteinbezogen und der Patient daraufhin einer der Risikogruppen mit günstigem, intermediärem oder ungünstigem Risiko zugeteilt. Diese Gruppenzuweisung hat Einfluss auf die Auswahl einer folgenden systemischen Therapie.

**Tabelle 3: IMDC (International Metastatic RCC Database Consortium) Risikomodell für das metastasierte Nierenzellkarzinom**

Risikokriterium	Punktwert
Karnofsky Performance Status (KPS) <80%	1 Punkt
Zeit von Erstdiagnose bis Beginn der systemischen Therapie	1 Punkt
Hämoglobin unterhalb des unteren, geschlechtsspezifischen Normwertes	1 Punkt
Calcium (korrigierter Wert) > 2,5 mmol/l (>10 mg/dl)	1 Punkt
LDH > 1,5 des oberen Normwertes	1 Punkt
Absolute Neutrophilenzahl über dem Normwert	1 Punkt
Absolute Thrombozytenzahl über dem Normwert	1 Punkt

### 2.8.1. Charlson Comorbidity Index (CCI)

Der CCI ist ein weit verbreitetes Scoring System, welches dazu dient, die zehnjährige Überlebenschance einer Patientin oder eines Patienten anhand des Vorliegens von 19 Grunderkrankungen abzuschätzen (Charlson, 2020). Er soll die Beurteilung mehrerer Komorbiditäten von Patientinnen und Patienten vereinfachen. Dazu wird das Vorliegen dieser Erkrankungen mit jeweiligen Punktwerten unterschiedlich stark gewichtet und schlussendlich ein Gesamtpunktwert ermittelt. Dieser soll Aufschluss über Prognose und Gesundheitszustand geben. (Austin et al., 2015). In **Tabelle 4** sind die Erkrankungen mitsamt ihrer jeweiligen Gewichtung dargestellt.

**Tabelle 4: Klassische Charlson Comorbidity Index - Gewichtung (Charlson, 2020)**

Krankheit	Punktwert
Herzinfarkt	1
Systolische Herzinsuffizienz	1
Periphere arterielle Verschlusskrankheit	1
Zerebrovaskuläre Erkrankung	1
Demenz	1
Chronische Lungenerkrankung	1
Kollagenose	1
Gastroduodenale Ulkuskrankheit	1
Leichte Lebererkrankung	1
Diabetes Mellitus	1
Hemiplegie	2

Moderate bis schwere Nierenerkrankung	2
Diabetes mellitus mit Endorganschaden	2
Tumor	2
Leukämie	2
Lymphom	2
Moderate bis schwere Lebererkrankung	3
Metastasierender solider Tumor	6
AIDS	6
Maximaler Score-Wert	33

## 2.9. Einflüsse auf das operative Outcome des Nierenzellkarzinoms

Um das operative Outcome nach Entfernung des Nierenzellkarzinoms abschätzen zu können, müssen sowohl Patientinnen und Patienten- als auch tumorspezifische Einflüsse einbezogen werden.

Der Score der „**American Society of Anesthesiologists**“ (**ASA**) ist ein internationaler, präoperativ erhobener Score, mit welchem patientinnen- und patientenspezifische Risiken einer Narkose eingeschätzt und spezielle Vorkehrungen ergriffen werden können. Er berücksichtigt neben Alter und Gewicht auch den Lebensstil und relevante Vorerkrankungen der Patientinnen und Patienten und stellt somit einen Indikator für die Morbidität von Patientinnen und Patienten dar und ist auch für Operateurin oder Operateur von Relevanz. Ein erhöhter Wert des ASA Scores ist dabei mit einer erhöhten postoperativen Morbidität und einer erhöhten postoperativen Komplikationsrate assoziiert (Cullen et al., 1994, Committee on Economics, 2020).

Der **Body-Mass-Index (BMI)** ist ein wichtiger patientinnen- und patientenspezifischer Wert, der laut Studien Auswirkungen auf das postoperative Outcome und Überleben von Patientinnen und Patienten haben kann. Der BMI wird aus dem Körpergewicht (in kg) geteilt durch Größe (in m) zum Quadrat berechnet. Mithilfe dieses Index kann man das Gewicht eines Patientinnen und Patienten in Untergewicht (BMI  $\leq 18,5$  kg/m<sup>2</sup>), Normalgewicht (BMI  $> 18,5$ - $25$  kg/m<sup>2</sup>), Übergewicht (BMI  $> 25$ - $30$  kg/m<sup>2</sup>) und Adipositas (BMI  $> 30$  kg/m<sup>2</sup>) einteilen (Definition nach Richtlinien der World Health Organisation; (Steck, 2010). Untergewicht wurde als Risikofaktor für eine geringere Überlebenswahrscheinlichkeit bei vorliegendem Nierenzellkarzinom identifiziert (Haferkamp et al., 2008).

Zur Evaluation des Einflusses der Tumorgröße und -Lokalisation auf das postoperative Outcome können ebenfalls verschiedene Scoring-Systeme herangezogen werden. Mittels **RENAL-Score** werden Nierentumoren anhand ihrer Komplexität eingeteilt (Dr. Alexander Kutikov, 2020). Er kann als Entscheidungshilfe für ein Operationsverfahren und als Prognosefaktor für die postoperative Nierenfunktion herangezogen werden (Wang et al., 2019). Er berücksichtigt die Tumorgröße und die Art des Wachstums (endo-/exophytisch), wobei die Komplexität bei großem Tumor und endophytem Wachstum steigt. Außerdem wird die Nähe des Tumors zum Sammelsystem (Nierenkelche und Nierenbecken), die Lage in Bezug zu den Pollinien der Niere und anteriore/posteriore Lage sowie die Infiltration der Nierenarterie oder -Vene berücksichtigt. Je nach erreichtem Punktwert im Scoring-System wird ein Grad der Komplexität des Tumors sowie ein Prozentwert für die Wahrscheinlichkeit intra- oder postoperativer Komplikationen angegeben (Dr. Alexander Kutikov, 2020).

Um das postoperative Outcome einer Nephrektomie oder Nierenteilresektion zu evaluieren, kann die **Clavien-Dindo** Klassifikation herangezogen werden. Sie ist ein standardisiertes System zur Erfassung postoperativer Komplikationen. Die Häufigkeit des Auftretens und der Schwere postoperativer Komplikationen wird häufig als Indikator für die Qualität der Chirurgie angewandt. Mithilfe dieser Klassifikation wird versucht, das postoperative Outcome standardisiert zu erfassen und vergleichbar zu machen (Mitropoulos et al., 2018). Der Score umfasst fünf verschiedene Schweregrade postoperativer Komplikationen, welche in der folgenden Tabelle dargestellt sind.

**Tabelle 5: Clavien-Dindo Klassifikation, übersetzt aus dem Englischen (Ternavasio-de la Vega et al., 2018)**

Grade	Definition
Grad I	Jede Abweichung vom normalen postoperativen Verlauf ohne Notwendigkeit pharmakologischer Behandlung, chirurgischer, radiologischer oder endoskopischer Intervention mit der Ausnahme von Analgetika, Antipyretika, Antiemetika, Diuretika, Elektrolyten sowie Blutegeln.
Grad II	Komplikationen, die eine pharmakologische Behandlung, Bluttransfusionen oder eine parenterale Ernährung erforderlich machen.
Grad III	Komplikationen, die eine operative, endoskopische oder radiologische Intervention erforderlich machen
- IIIa	Die Intervention findet unter Lokalanästhesie statt.
- IIIb	Die Intervention findet in Allgemeinanästhesie statt.



---

Grad IV	Lebensbedrohliche Komplikationen, welche Intensivmedizinische Behandlung erforderlich machen.
- IVa	Intensivmedizinische Behandlung aufgrund eines Einzel-Organversagens (Inklusive Dialyse).
- IVb	Intensivmedizinische Behandlung aufgrund eines Multi-Organversagens.
Grad V	Tod einer Patientin oder eines Patienten

## 2.10. Lernkurve der Operateurin und des Operateurs

Urologische operative Eingriffe im Sinne einer Tumornephrektomie oder Nierenteilresektion werden im klinischen Alltag von urologischen Operateurinnen und Operateuren unterschiedlicher Qualifikation und Erfahrung durchgeführt. Dazu gehören Assistenzärztinnen und Assistenzärzte, welche im Rahmen ihrer Weiterbildung zur Fachärztin oder zum Facharzt der Urologie einen Katalog an urologischen Eingriffen erfüllen müssen. Dabei besteht eine Richtzahl von 250 urologischen Eingriffen „endoskopischer, laparoskopischer, lasertherapeutischer, ultraschallgesteuerter und sonstiger physikalischer Verfahren, davon mindestens 50 an Niere, Harnleiter, Retroperitonealraum, z. B. Nephrektomie, Ureterskopie, Nierenbeckenplastik [...]“ (Bundesärztekammer, 2003). Davon sollte als Richtwert bei 50 operativen Eingriffen höherer Schwierigkeitsgrade, wie Radikaloperationen bei urologischen Krebserkrankungen mitgewirkt werden (Bundesärztekammer, 2003).

Das Operationsteam besteht aus der Operateurin oder dem Operateur, ein bis zwei Assistentinnen oder Assistenten und einer OP-pflegerischen Fachkraft. Zunächst wird die Assistenzärztin oder der Assistenzarzt die Rolle der ersten Assistenz einer Operation übernehmen. Bereits in dieser Rolle sind die Ärztin oder der Arzt für einen erfolgreichen Operationsverlauf mitverantwortlich, indem sie oder er die Präparation des Operationsfeldes, das Nähen von Gewebe und das Clippen von Gefäßen übernimmt. So können Assistenzärztinnen und Assistenzärzte nach und nach mehr Verantwortung übernehmen, bis sie schließlich die Rolle der ersten Operateurin oder ersten Operateurs einnehmen, welcher stets unter Supervision einer Fachärztin oder eines Facharztes agiert (Fisch and Chun, 2017).

Die Lernkurve einer Operateurin oder eines Operateurs ist dabei für 18 bis 100 Prozent der Schwankungen der peri- und postoperativen Faktoren wie Blutverlust, Ischämiezeit und Hospitalisierungszeit sowie im Clavien-Score erfasste postoperative Komplikationen verantwortlich (Dagenais et al., 2019). Für die postoperative Nierenfunktion und Rate postoperativer Niereninsuffizienzen konnte jedoch kein Zusammenhang mit der Expertise der Operateurin oder des Operateurs festgestellt werden (Dagenais et al., 2019). Besonders bei der Etablierung der neuen Operations-Verfahren wie der laparoskopischen oder der Roboter-assistierten Operation sind eine steile Lernkurve und ein schnelles Erlangen zufriedenstellender Ergebnisse zu beobachten (Phillips et al., 2005, Mottrie et al., 2010).

### 3 Material und Methoden

Ziel dieser retrospektiven Analyse ist es, den Einfluss der Erfahrung einer Operateurin oder eines Operateurs auf das postoperative Ergebnis einer Nephrektomie oder Nierenteilresektion an der Urologischen Klinik der Universitätsmedizin Mainz zu untersuchen und zu objektivieren. Dazu wurde das Auftreten **postoperativer Komplikationen** erfasst und ein patientinnen- und patientenspezifischer Clavien-Dindo Score ermittelt. Eine weitere erfasste Variable zur Beurteilung des postoperativen Outcomes stellte die Häufigkeit operativer Revisionen dar. Die durchgeführten Operationen wurden daraufhin nach der Klassifikation der Operateurinnen und Operateure aufgeteilt und diese Variablen auf signifikante Unterschiede verglichen.

Neben dem postoperativen Outcome sollte zudem untersucht werden, ob die Klassifikation der Operateurinnen und Operateure Auswirkungen auf **intra- und extraoperative Faktoren**, wie die Dauer der Operation, die Ischämiezeit oder die Gabe von Blutkonserven hatte. Anschließend wurde untersucht, ob **patientinnen- und patienten- oder tumorabhängige Faktoren** zugrunde lagen, die das postoperative Outcome auf signifikante Weise beeinflussten und ob diese ausschlaggebend bei der Entscheidung für die Auswahl der Operateurin oder des Operateurs waren. Dazu wurde die Kohorte nach der Klassifikation ihrer Operateurin oder ihres Operateurs in drei Gruppen aufgeteilt und ihre Charakteristika miteinander verglichen.

### 3.1. Patientinnen- und Patientenkollektiv

In diese retrospektive, klinische Studie wurden insgesamt 961 Patientinnen und Patienten eingeschlossen, die in den Jahren von 2009 bis 2017 in der Klinik für Urologie und Kinderurologie der Universitätsmedizin Mainz an einem Nierenzellkarzinom operiert wurden. Es handelte sich hierbei um Nierenzellkarzinome vom klarzelligen, papillären oder chromophoben Typ. Weitere erfasste patientinnen- und patientenspezifische Daten waren Alter, Größe und Gewicht des Patientinnen- und Patientenkollektivs, ebenso wie der präoperativ erhobene ASA Score und bekannte Vorerkrankungen. Aus diesen Daten ließ sich der Charlson Comorbidity Index (CCI) berechnen.

Dazu wurden die elektronisch erfassten Akten aller Patientinnen und Patienten, die in diesem Zeitraum mittels Nephrektomie oder Nierenteilresektion operiert wurden, aus dem klinikinternen SAP®-System abgerufen. Die untersuchten Daten wurden aus diesen Akten erhoben, anonymisiert und in einer separaten Microsoft® - Excel-Tabelle dokumentiert. Insgesamt wurden in der Klinik für Urologie in diesem Zeitraum 1727 Patientinnen und Patienten einer Nephrektomie (n=1041) oder einer Nierenteilresektion (n= 686) unterzogen. Anschließend wurden die Patientinnen und Patienten selektiert und solche ausgeschlossen, die nicht aufgrund eines Nierenzellkarzinoms operiert worden waren oder zum Zeitpunkt der Datenerhebung das 18. Lebensjahr noch nicht erreicht hatten.

Weitere Gründe für den Ausschluss aus der Kohorte waren die Folgenden:

- Gutartige Tumoren (Onkozytome, Lipome) und Nierenzysten
- Nierenmetastasen
- Urothelkarzinom
- Infektionen der Harnwege (rezidivierende Pyelonephritiden, Nierenabszesse, Urosepsis)
- Traumatische Verletzungen der Nieren und Harnwege
- Nephrolithiasis oder Stenosen der ableitenden Harnwege
- Niereninsuffizienzen oder funktionslose Nieren
- Lebendspenden

Nach dem Prozess der Patientinnen- und Patientenselektion konnten insgesamt 961 Patientinnen und Patienten in die vorliegende Studie eingeschlossen werden.

### 3.2. Erfasste Daten

Im Folgenden sind die erfassten Daten aufgeführt:

Patientinnen- und patientenbezogen:

- Geschlecht
- Alter bei Diagnose
- Vorerkrankungen
- Body-Mass-Index
- Charlson Comorbidity Index
- ASA Score

Tumorbezogen:

- Tumorgröße
- RENAL-Score
- Histologischer Subtyp
- Tumorstaging
  - TNM-Status
  - Grading
  - Veneninfiltration
  - Lymphgefäßinfiltration

Operationsbezogen:

- Klassifikation der Operateurin oder des Operateurs:
  - Assistenzärztin oder Assistenzarzt
  - Fachärztin oder Facharzt (mit weniger als vier Jahren Facharzt-Erfahrung)
  - „Expertin oder Experte“ (mit mindestens vier Jahren Facharzt-Erfahrung)
- Art der Operation (Tumornephrektomie / Nierenteilresektion / Nephroureterektomie)
- Technik der Operation (offen / laparoskopisch / robotisch)
- Zugangsweg der Operation (lumbal / transperitoneal / thoracoabdominal)

Operationsergebnisse:

- Postoperative Komplikationen
- Clavien-Dindo Score
- Operations-Revision
- Zustand der Patientinnen und Patienten nach OP (lebend / unbekannt / Tod durch Krebserkrankung / Tod aufgrund anderer Ursache)

### 3.3. Statistische Auswertung

Die statistischen Auswertungen wurden mithilfe des Systems „IBM® Statistics SPSS® V5R“ der Version 23 ausgewertet.

Die erhobenen Daten wurden im ersten Schritt mithilfe deskriptiver Statistik beschrieben. Dazu wurden zunächst die Häufigkeitsverteilungen der verschiedenen Variablen innerhalb der gesamten Kohorte dargestellt. Anschließend wurden diese in die drei Gruppen unterschiedlicher Klassifikationen von Operateurinnen und Operateuren unterteilt und verglichen. Bei stetigen Variablen wurden die maximalen und minimalen Werte sowie Median und Mittelwert bestimmt. Die kategorialen Variablen wurden mithilfe relativer und absoluter Häufigkeiten berechnet. Es erfolgte die Auswertung der erhobenen Daten mittels Häufigkeitsverteilungen und statistischer Tests. Zur Berechnung eines etwaigen statistischen Zusammenhangs zwischen zwei kategorialen Merkmalen wurde ein Chi-Quadrat-Test angewandt. Um die Aussagekraft dieses Effektes beurteilen zu können, wurden zwei Maße zur Effektstärke ermittelt: Der Phi-Koeffizient ( $\phi$ ) und Cramer's V (V). Betragen diese Effektstärken weniger als 0,3, so ist von einem kleinen Effekt auszugehen. Liegt die Effektstärke zwischen 0,3 und 0,5, ist von einem mittleren Effekt auszugehen und beträgt sie mehr als 0,5, so kann von einem großen Effekt ausgegangen werden (Ellis, 2010). Um zwei Variablen auf statistische Signifikanz zu untersuchen, die entweder kategorial oder stetig waren, verwendeten wir einen Mann-Whitney-U-Test. Bei mehr als zwei stetigen oder kategorialen Variablen wurde ein Kruskal-Wallis-Test verwendet.

Da die Hauptfragestellung mittels drei statistischer Tests untersucht wurde, wurde in diesem Fall das Signifikanzniveau mittels eines Faktors von 1/3 korrigiert. Die Nebenfragestellungen wurden mittels einer rein explorativen Datenanalyse untersucht, weshalb die p-Werte von  $<0,05$  in diesen Fällen nur als statistisch relevant, nicht signifikant gelten.

## 4 Ergebnisse

### 4.1. Patientinnen- und Patientencharakteristika

Insgesamt konnten 961 Patienten der Universitätsmedizin Mainz in diese Studie eingeschlossen werden.

#### 4.1.1. Geschlechterverteilung und Alter

Im Gesamtkollektiv waren zu diesem Zeitpunkt 670 Patienten männlichen (69,7 Prozent) und 291 Patientinnen (30,3 Prozent) weiblichen Geschlechts (**Tabelle 6**).

**Tabelle 6: Geschlechterverteilung der Kohorte (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

	Häufigkeit	Prozent (%)
<b>männlich</b>	670	69,7
<b>weiblich</b>	291	30,3
<b>Gesamt</b>	961	100

Das Alter der Patientinnen und Patienten wurde zum Zeitpunkt der Diagnosestellung des Nierenzellkarzinoms erfasst. Der jüngste Patient war dabei 24 und der älteste 91 Jahre alt. Das mediane Alter lag insgesamt bei 67 Jahren. Bei beiden Geschlechtergruppen lag das mittlere Alter bei Diagnosestellung bei 65 Jahren.

#### 4.1.2. Vorerkrankungen

Bei Erhebung der Daten wurden Patientinnen und Patienten erfasst, die eine der folgenden Vorerkrankungen aufwiesen:

- Diabetes Mellitus
- Arterielle Hypertonie
- Koronare Herzerkrankung
- Periphere arterielle Verschlusskrankheit
- Chronisch obstruktive Lungenerkrankung
- Onkologische Vorerkrankung
- Neurologische Vorerkrankung
- Multiple Sklerose
- Morbus Parkinson
- Chronische Niereninsuffizienz
- Apoplex

Der arterielle Hypertonus war mit einer Inzidenz von 45,3 Prozent die am häufigsten vorliegende beeinflussbare Vorerkrankung der Kohorte, gefolgt von 177 Patientinnen und Patienten

(18,4 Prozent), welche bereits bei Diagnosestellung des NZK an einer onkologischen Vorerkrankung litten. Darunter fielen auch bereits vorher diagnostizierte Nierenzellkarzinome, welche in der Beobachtung als Rezidiv auffielen und operiert wurden.

Die dritthäufigste erfasste Vorerkrankung war ein Diabetes Mellitus (17,0 Prozent) und am vierthäufigsten eine koronare Herzkrankheit (11,0 Prozent), gefolgt von einer chronischen Niereninsuffizienz (6,1 Prozent), Patientinnen und Patienten mit einem Schlaganfall in der Vorgeschichte (4,4 Prozent), Patientinnen und Patienten mit chronisch obstruktiver Lungenerkrankung (4,1 Prozent), neurologischer Vorerkrankung (2,2 Prozent), einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit (2,1 Prozent), einem Morbus Parkinson (0,5 Prozent) und einer Multiplen Sklerose (0,1 Prozent). In Summe wurden bei den 961 Patientinnen und Patienten 1068 Vorerkrankungen festgestellt (**Tabelle 7**).

**Tabelle 7: Häufigkeitsverteilung der Vorerkrankungen (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

	Anzahl	Prozent (%)
Hypertonie	435	45,3
Onkologische Vorerkrankung	177	18,4
Diabetes Mellitus	163	17,0
Koronare Herzkrankheit	106	11,0
Chronische Niereninsuffizienz	59	6,1
Apoplex	42	4,4
Chronisch Obstruktive Lungenerkrankung	39	4,1
Neurologische Vorerkrankung	21	2,2
Periphere Arterielle Verschlusskrankheit	20	2,1
Parkinson	5	0,5
Multiple Sklerose	1	0,1
Gesamt	1068	100

#### **Vorerkrankungen multimorbider Patientinnen und Patienten**

Nicht nur die Art, sondern auch die Anzahl und Kombination von Vorerkrankungen von Patientinnen und Patienten wurde in der Kohorte erfasst und die Häufigkeiten in der Gesamtschau betrachtet.

Die Kombination aus Diabetes Mellitus und arterieller Hypertonie war innerhalb der Kohorte mit 51 Patientinnen und Patienten am häufigsten vertreten, gefolgt von der Kombination aus Diabetes Mellitus, arterieller Hypertonie und einer onkologischen Vorerkrankung (n=42).



#### 4.1.3. Body-Mass-Index (BMI)

Der Median des BMI lag in der Kohorte bei 27, der minimale Wert bei 15 und der maximale Wert bei 54. Bei 13 Patientinnen und Patienten konnte keine Angabe zu Gewicht oder Körpergröße identifiziert werden und deshalb kein BMI bestimmt werden.

#### 4.1.4. Charlson Comorbidity Index (CCI)

In unserer Kohorte wurde der CCI für jede Patientin und jeden Patienten präoperativ bestimmt und anschließend in der nachfolgenden Grafik dargestellt. Der mit 22,16 Prozent insgesamt am häufigsten vertretene CCI ist ein Wert von zwei, gefolgt von einem Wert von drei mit 17,92 Prozent. Es lässt sich außerdem feststellen, dass die Häufigkeit in der Kohorte ab einem CCI von fünf mit der Höhe der Werte abnimmt (**Abbildung 2**).

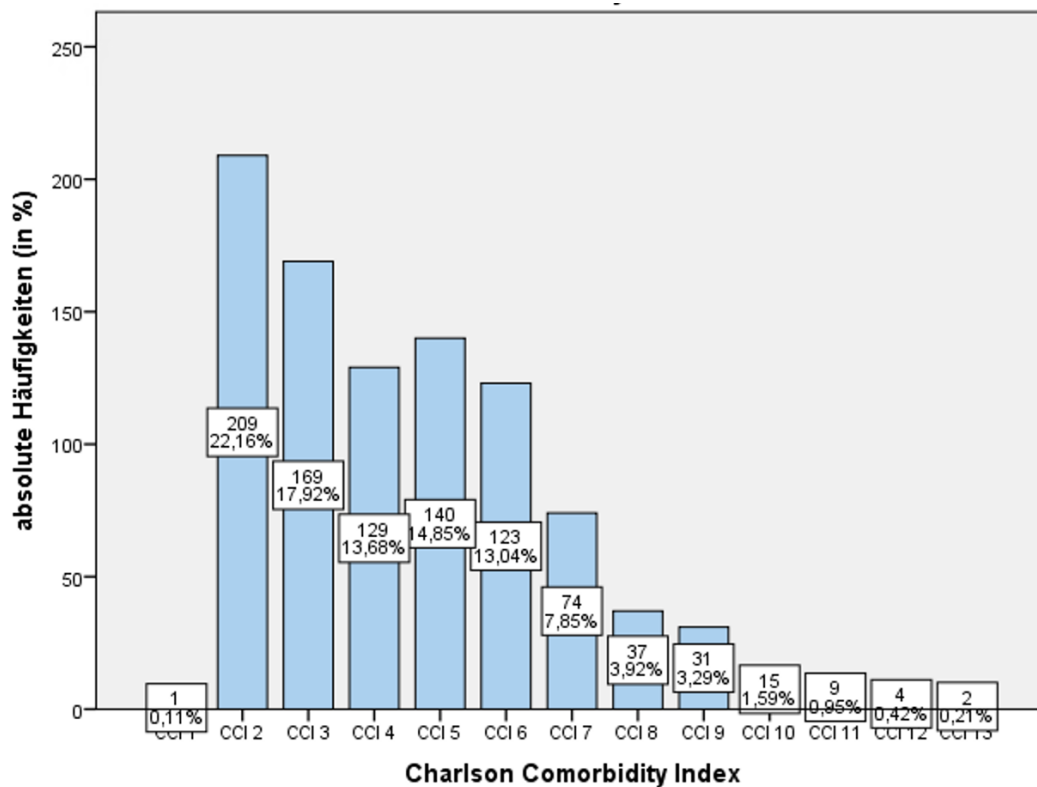
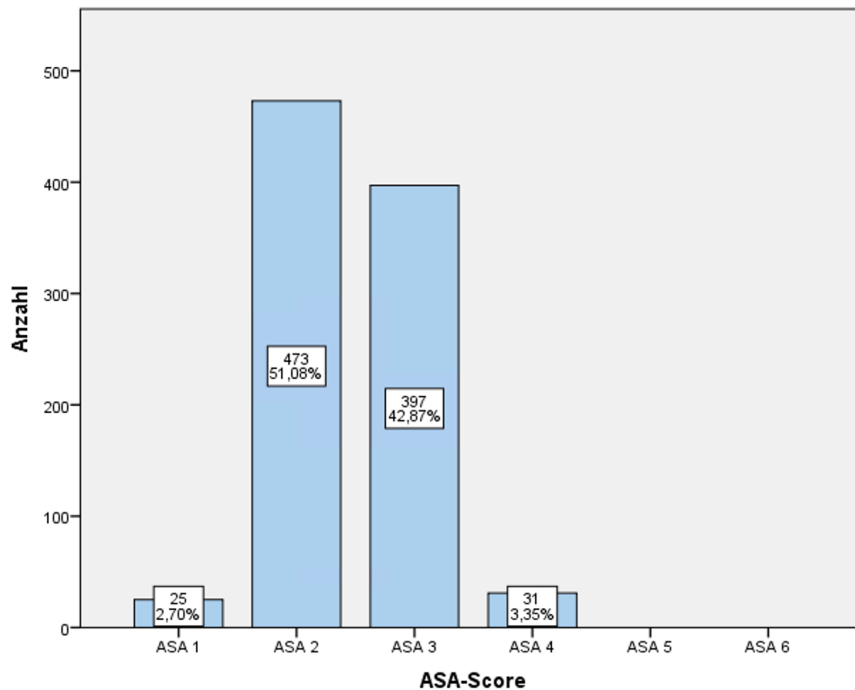


Abbildung 2: Häufigkeitsverteilung des CCI als Balkendiagramm

#### 4.1.5. ASA Score

Mit 51,08 Prozent aller Fälle war ein ASA Score von zwei am häufigsten vertreten, gefolgt von einem Score-Wert von drei (42,87 Prozent) und vier (3,35 Prozent). Ein ASA Score von eins war mit 2,7 Prozent am seltensten vertreten, die Score-Werte fünf und sechs kamen bei keiner Patientin und keinem Patienten unserer Kohorte vor (**Abbildung 3**).



**Abbildung 3: Häufigkeitsverteilung des ASA Scores als Balkendiagramm**

#### 4.1.6. Tumorcharakteristika

Bei 939 der Patientinnen und Patienten konnte zum Zeitpunkt der Datenerhebung die Tumorgröße festgestellt werden, bei 22 Patientinnen und Patienten fehlte diese Angabe.

Der Mittelwert der Tumorgröße lag in der Kohorte bei 51,50 Millimetern, der Median bei 43,0 Millimetern. Die minimale festgestellte Tumorgröße der Patientinnen und Patienten lag bei zwei Millimetern, die Maximale bei 220 Millimetern.

#### 4.1.7. Tumorhistologie

Bei 942 Patientinnen und Patienten konnte die histologische Tumoreigenschaft ermittelt werden, bei 19 Patientinnen und Patienten fehlte diese Angabe. In 72,5 Prozent der Fälle lag ein klarzelliges Nierenzellkarzinom vor, in 19,7 Prozent ein papilläres und in 5,8 Prozent ein chromophobes Nierenzellkarzinom.

#### 4.1.8. Operations-Daten

Die Tumornephrektomie war mit 48,4 Prozent die häufigste Operationsart, gefolgt von der Nierenteilresektion mit 49,4 Prozent und der Nephroureterektomie mit 1,1 Prozent. In 10 Fällen konnte die Art der Operation nicht erhoben werden (**Tabelle 8**).

**Tabelle 8: Operations-Art (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

OP-Art	Häufigkeit	Prozent (%)
<b>Tumornephrektomie (TNX)</b>	465	48,4
<b>Nierenteilresektion (NSS)</b>	475	49,4
<b>Nephroureterektomie (NUX)</b>	11	1,1
<b>Gesamt</b>	951	99,0
<b>Fehlend</b>	10	1,0
<b>Gesamt</b>	961	100,0

**Tabelle 9** stellt die Häufigkeitsverteilung der Operationstechniken dar. Die offene Operation war mit 64,6 Prozent die häufigste, gefolgt von der laparoskopischen mit 21 Prozent und der Roboter-assistierten Operation mittels DaVinci-Roboter (14,4 Prozent).

**Tabelle 9: Operations-Technik (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

OP-Technik	Häufigkeit	Prozent (%)
<b>offen</b>	621	64,6
<b>laparoskopisch</b>	202	21,0
<b>robotisch</b>	138	14,4
<b>Gesamt</b>	961	100,0

## 4.2. Postoperatives Outcome der Gesamtkohorte

Es wurden die Ergebnisse der Operationen mittels verschiedener Variablen betrachtet.

Dazu gehörten die Folgenden:

- Das Auftreten und die Art einer der folgenden **postoperativen Komplikationen**:

- Nachblutung
- Wundheilungsstörung
- Pleuraerguss
- Dialysepflichtigkeit
- Abszess
- Milzruptur
- Pankreasleckage

- Der **Clavien-Dindo Score**

- Die Notwendigkeit einer **operativen Revision**

### 4.2.1. Postoperative Komplikationen

Die Häufigkeiten dieser Variablen wurden zunächst innerhalb der gesamten Kohorte erfasst. Zur genaueren Differenzierung innerhalb der Kohorte wurde diese daraufhin aufgeteilt in Patientinnen und Patienten, bei denen eine Assistenzärztin oder ein Assistenzarzt erster Operateur war, Patientinnen und Patienten mit einer Fachärztin oder einem Facharzt als Operateur und solche, die von einer Ärztin oder einem Arzt mit mindestens vier Jahren Facharzerfahrung operiert wurden. Somit konnte das postoperative Outcome zwischen den Gruppen verglichen und auf Zusammenhänge untersucht werden<sup>2</sup>.

Bei Erhebung der Daten wurden alle Patientinnen und Patienten erfasst, die postoperativ eine der oben genannten Komplikationen erlitten. Dabei wiesen von 961 Patientinnen und Patienten 67 (7 Prozent) eine der von uns erfassten Komplikationen auf (**Tabelle 10**). Dazu gehörten 35 Patientinnen und Patienten (3,6 Prozent) mit alleinigen Nachblutungen, 10 Patientinnen und Patienten (1 Prozent) mit postoperativen Wundheilungsstörungen, sechs Patientinnen und Patienten (0,6 Prozent) mit einem alleinigen Pleura-Erguss, sechs Patientinnen und Patienten (0,6 Prozent), bei denen postoperativ eine Dialyse notwendig wurde, drei Patientinnen und Patienten (0,3 Prozent), die einen Abszess ausbildeten und zwei Patientinnen und Patienten (0,2 Prozent) mit einer Milzruptur. Zwei Patientinnen und Patienten (0,2 Prozent) wiesen Nachblutungen und zusätzlich einen Pleura-Erguss auf, bei einer Patientin oder einem Patienten (0,1 Prozent) lagen ein Pleura-Erguss und eine Pankreasleckage vor, bei einem (0,1 Prozent)

<sup>2</sup> Siehe Kapitel 4.6. Einfluss der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs auf das postoperative Outcome

eine Nachblutung, eine Pankreasleckage und eine postoperative Dialysepflichtigkeit und bei ebenfalls einer (0,1 Prozent) Patientin oder einem Patienten bildeten sich ein postoperativer Abszess und eine Nachblutung (**Tabelle 11**).

**Tabelle 10: Häufigkeiten postoperativer Komplikationen (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

	Häufigkeit	Prozent (%)
Keine/unbekannte Komplikationen	894	93,0
Komplikationen vorhanden	67	7,0
Gesamt	961	100,0

**Tabelle 11: Häufigkeiten und Arten postoperativer Komplikationen (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

	Häufigkeit	Prozent (%)
Keine/unbekannte Komplikationen	894	93,0
Nachblutung	35	3,6
Wundheilungsstörung	10	1,0
Pleura-Erguss	6	0,6
Dialyse	6	0,6
Abszess	3	0,3
Milzruptur	2	0,2
Nachblutungen & Pleura-Erguss	2	0,2
Pleura-Erguss & Pankreasleckage	1	0,1
Nachblutungen, Pleura-Erguss & Dialyse	1	0,1
Gesamt	961	100,0

#### 4.2.2. Clavien-Dindo Score

Mithilfe der erhobenen Daten konnte bei 89 der 961 Patientinnen und Patienten ein postoperativer Clavien-Dindo Score berechnet werden.

872 der Patientinnen und Patienten wiesen somit einen normalen postoperativen, komplikationslosen Verlauf auf.

Bei 30 Patientinnen und Patienten (3,1 Prozent) ergab sich ein postoperativer Clavien-Dindo Score von 1, bei acht Patientinnen und Patienten (0,8 Prozent) ein Wert von 2, bei 33 Patientinnen und Patienten (3,4 Prozent) ein Wert von 3a, bei sieben Patientinnen und Patienten (0,7 Prozent) ein Wert von 3b und bei vier Patientinnen und Patienten (0,4 Prozent) ein Wert von 5 (**Tabelle 12**).

**Tabelle 12: Häufigkeitsverteilung des Clavien-Dindo Scores (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

	Häufigkeit	Prozent (%)
Clavien 1	30	3,1
Clavien 2	8	0,8
Clavien 3a	33	3,4
Clavien 3b	7	0,7
Clavien 4	7	0,7
Clavien 5	4	0,4
Anzahl ermittelter Scores	89	9,3
Keine Komplikationen	872	90,7
Gesamt	961	100

**4.2.3. Operative Revision**

Eine operative Revision wurde in unserer Kohorte bei 35 Patientinnen und Patienten (3,6 Prozent) nach einer operativen Entfernung eines Nierenzellkarzinoms notwendig.

Bei 903 Patientinnen und Patienten (94 Prozent) bestand keine Notwendigkeit einer Revision und bei 23 Patientinnen und Patienten (2,4 Prozent) konnten dazu postoperativ keine Angaben gemacht werden (**Tabelle 13**).

Bei 0,9 Prozent der Fälle des Gesamtkollektives (n = 9) konnte kein Grund für die operative Revision gefunden werden, in 2,4 Prozent der Fälle (n = 23 Patientinnen und Patienten) lag der Grund in einer postoperativen Blutung, bei 0,1 Prozent (n = 1) musste aufgrund eines Infektes revidiert werden und bei 0,2 Prozent der Fälle (n = 2) aufgrund einer Wundheilungsstörung.

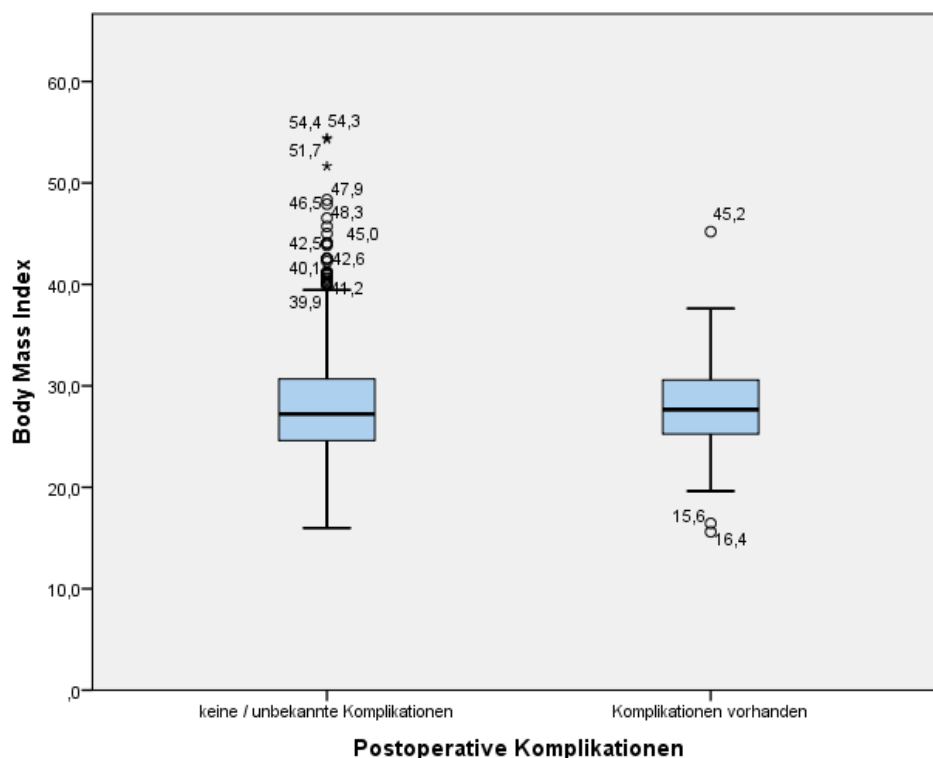
**Tabelle 13: Häufigkeit operativer Revisionen (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

	Häufigkeit	Prozent (%)
<b>Revision</b>	35	3,6
<b>keine Revision</b>	903	94,0
<b>Fehlend</b>	23	2,4
<b>Gesamt</b>	961	100,0

### 4.3. Einfluss patientinnen- und patientenabhängiger Faktoren auf das postoperative Outcome

#### 4.3.1. BMI und postoperatives Outcome

In der folgenden explorativen Datenanalyse wurde der Einfluss des BMI auf das postoperative Outcome untersucht. Die Patientinnen- und Patientengruppe, die keine postoperativen Komplikationen erlitt, wies im Mittel einen BMI von 28,1 auf, der Median lag in dieser Gruppe bei 27,25. Die Patientinnen und Patienten mit postoperativen Komplikationen hatten im Mittel einen BMI von 27,84 und im Median einen BMI von 27,66. Die nachfolgende **Abbildung 4** stellt diese Häufigkeitsverteilung anhand zweier Boxplot-Diagramme dar. Um zu untersuchen, ob der Unterschied zwischen den Gruppen statistisch signifikant war, wurde ein Mann-Whitney-U Test durchgeführt. Es konnte kein statistisch relevanter Zusammenhang zwischen dem BMI und dem Auftreten postoperativer Komplikationen festgestellt werden (exakter Mann-Whitney-U-Test:  $U = 28395,500$ ,  $p = 0,729$ ).



**Abbildung 4: Verteilung des BMI nach postoperativen Komplikationen, dargestellt als Boxplot-Diagramme**

Um den Einfluss des BMI auf die Notwendigkeit einer **operativen Revision** zu untersuchen, wurden die Mittelwerte und Mediane der unterschiedlichen Gruppen verglichen (**Anhang: Tabelle 1**). Die Patientinnen- und Patientengruppe, bei der keine operative Revision notwendig wurde ( $n=892$ ), wies im Mittel einen BMI von 28,12 auf und der Median lag bei 27,31. In der

Gruppe der revidierten Patientinnen und Patienten (n=35) lag der Mittelwert des BMI bei 27,72 und der Median bei 27,12. Bei 22 Patientinnen und Patienten konnte keine Angabe zu etwaigen Revisionen gemacht werden. Um zu untersuchen, ob der Unterschied zwischen den Gruppen statistisch signifikant war, wurde ein Mann-Whitney-U Test durchgeführt. Es konnte kein statistisch relevanter Zusammenhang zwischen dem BMI und der Notwendigkeit einer operativen Revision festgestellt werden (exakter Mann-Whitney-U-Test:  $U = 28395,500$ ,  $p = 0,87$ ).

#### 4.3.2. Vorerkrankungen und postoperatives Outcome

Innerhalb der Kohorte wiesen 355 Patientinnen und Patienten (36,9 Prozent) keine der von uns erfassten **Vorerkrankungen** auf, 606 Patientinnen und Patienten (63,1 Prozent) litten zum Zeitpunkt der Diagnose des Nierenzellkarzinoms an einer dieser Vorerkrankungen. In der Gruppe der vorerkrankten Patientinnen und Patienten erlitten 6,8 Prozent nach der Operation Komplikationen. Bei den Patientinnen und Patienten ohne bekannte Vorerkrankungen waren es 7,3 Prozent, die postoperative Komplikationen aufwiesen (**Tabelle 14**).

Betrachtet man das Vorkommen postoperativer Komplikationen in Bezug auf die einzelnen erfassten Vorerkrankungen, so lässt sich feststellen, dass Patientinnen und Patienten, welche einen Morbus Parkinson in der Vorgeschichte aufwiesen, am häufigsten (zu 20,0 Prozent) von postoperativen Komplikationen betroffen waren. Diese Vorerkrankung war mit einer Häufigkeit von 0,5 Prozent der Kohorte insgesamt jedoch selten vertreten. Patientinnen und Patienten mit einem Apoplex in der Vorgeschichte wiesen in 14,3 Prozent der Fälle postoperative Komplikationen auf, Patientinnen und Patienten mit bekannter chronischer Niereninsuffizienz in 13,6 Prozent der Fälle, Patientinnen und Patienten mit vorbekanntem Diabetes Mellitus in 8,0 Prozent, einer koronaren Herzkrankheit in 7,5 Prozent, einer arteriellen Hypertonie in 7,4 Prozent und einer onkologischen Vorerkrankung in 6,2 Prozent. 5,1 Prozent der Patientinnen und Patienten mit einer chronisch obstruktiven Lungenerkrankung erlitten postoperative Komplikationen und bei Patientinnen und Patienten mit einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit wiesen 5,0 Prozent einen komplizierten postoperativen Verlauf auf (**Tabelle 15**).



**Tabelle 14: Vorerkrankungen und Postoperative Komplikationen (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

		keine/unbekannte Komplikationen	Komplikationen vorhanden	Gesamt
<b>keine Vorerkrankung(en)</b>	Anzahl	329	26	355
	%	92,7	7,3	100,0
<b>Vorerkrankung(en) vorhanden</b>	Anzahl	565	41	606
	%	93,2	6,8	100,0
<b>Gesamt</b>	Anzahl	894	67	961
	%	93,0	7,0	100,0

**Tabelle 15: Vorerkrankungen und postoperative Komplikationen (2) (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

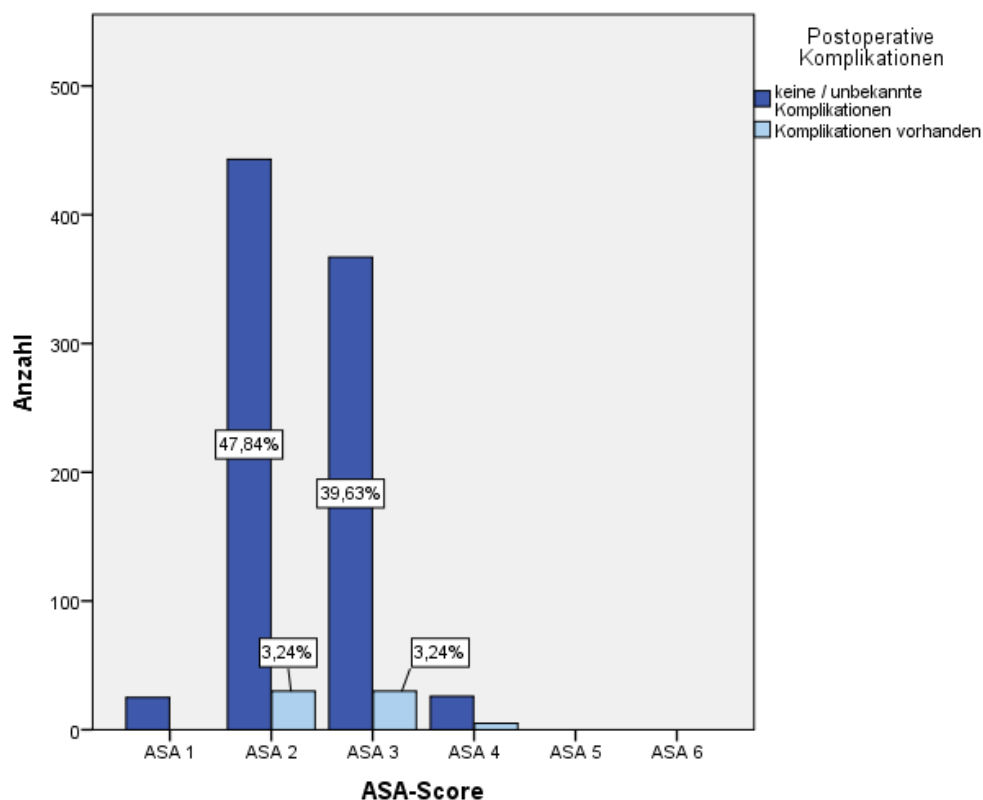
	Keine/ unbekannte Komplikationen	Komplikationen vorhanden	Gesamt
Diabetes Mellitus	150 (92,0%)	13 (8,0%)	163
Arterielle Hypertonie	403 (92,6%)	32 (7,4%)	435
Koronare Herzkrankheit	98 (92,5%)	8 (7,5%)	106
Periphere Arterielle Verschlusskrankheit	19 (95,0%)	1(5,0%)	20
Chronisch Obstruktive Lungenerkrankung	37 (94,9%)	2 (5,1%)	39
Onkologische Vorerkrankung	166 (93,8%)	11 (6,2%)	177
Neurologische Vorerkrankung	21 (100%)	0 (0,0%)	21
Multiple Sklerose	1 (100%)	0 (0,0%)	1
Morbus Parkinson	4 (80,0%)	1 (20,0%)	5
Chronische Niereninsuffizienz	51 (86,4%)	8 (13,6%)	59
Apoplex	36 (85,7%)	6 (14,3%)	42
<b>Gesamt</b>	<b>567</b>	<b>42</b>	<b>609</b>

### 4.3.3. ASA Score und postoperatives Outcome

Um den Einfluss des- patientinnen- und patientenspezifischen ASA Scores auf postoperative Komplikationen und etwaige operative Revisionen zu untersuchen, wurden die postoperativen Komplikationen für die jeweiligen ASA Scores erfasst.

#### Postoperative Komplikationen

Innerhalb der Patientinnen- und Patientengruppe, die einen ASA Score von eins aufwies (n=25), wurde bei keinen Patientinnen und Patienten **postoperative Komplikationen** erfasst. In der Gruppe der Patientinnen und Patienten mit einem Score von zwei (n=473) wiesen 30 Patientinnen und Patienten (6,3 Prozent) postoperative Komplikationen auf, bei einem Score von drei wiesen 30 von 397 Patientinnen und Patienten (7,6 Prozent) Komplikationen auf und bei einem Score von vier waren es fünf von 31 Patientinnen und Patienten (16,1 Prozent) (**Anhang: Tabelle 2, Abbildung 5**).



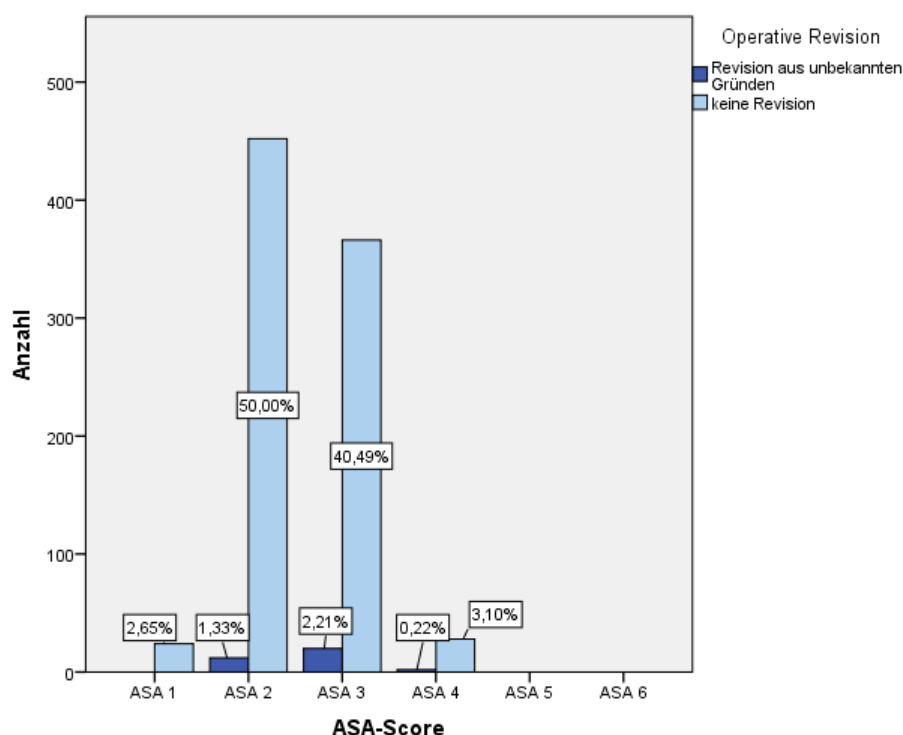
**Abbildung 5: Anzahl postoperativer Komplikationen nach ASA Score, dargestellt als Balkendiagramm**

Mithilfe des Mann-Whitney-U-Tests konnte kein statistisch relevanter Zusammenhang zwischen der Höhe des ASA Scores und dem Auftreten postoperativer Komplikationen festgestellt werden (exakter Mann-Whitney-U-Test:  $U = 24785,000$ ,  $p = 0,083$ ), sodass kein höherer ASA Score in unserer Kohorte für einen komplikativeren postoperativen Verlauf sorgte.

## Operative Revision

In der Patientinnen- und Patientengruppe, die einen ASA Score von eins aufwies, wurde bei keiner Patientin und keinem Patienten eine **operative Revision** notwendig. Bei den Patientinnen und Patienten mit einem ASA Score von zwei wurde bei zwölf von 464 Patientinnen und Patienten eine Revision notwendig (**Anhang: Tabelle 3**).

Bei 1,7 Prozent der ASA-2 Patientinnen und Patienten lag der Grund für die Revision in einer Nachblutung, bei 0,2 Prozent in einer gestörten Wundheilung. Bei drei der Patientinnen und Patienten mit ASA-2 konnte der Grund für die Revision zum Zeitpunkt der Datenerhebung nicht mehr nachvollzogen werden. In der Gruppe der ASA 3 Patientinnen und Patienten wurde bei 20 von 386 Patientinnen und Patienten eine Revision notwendig (5,2 Prozent), wobei bei 3,4 Prozent der Patientinnen und Patienten mit ASA 3 eine postoperative Blutung eine Revision notwendig machte und bei jeweils 0,3 Prozent der Patientinnen und Patienten eine Infektion und eine Wundheilungsstörung Ursache der Revision waren. In fünf Fällen konnte der Grund für die operative Revision nicht nachvollzogen werden. Zwei der 30 Patientinnen und Patienten mit einem ASA Score von vier erhielten eine Revision (6,7 Prozent) und in beiden Fällen waren diese in einer postoperativen Blutung begründet (**Abbildung 6**). Ein Chi-Quadrat-Test wurde zwischen dem ASA Score und der Häufigkeit operativer Revisionen durchgeführt. In zwei Fällen waren die erwarteten Zellhäufigkeiten kleiner als fünf. Es konnte kein statistisch relevanter Zusammenhang zwischen dem ASA Score und der Häufigkeit operativer Revisionen nachgewiesen werden,  $\chi^2(3) = 5,558$ ,  $p = 0,135$ ,  $V = 0,078$ ,  $\phi = 0,078$ . Dementsprechend hatte die Höhe des ASA Scores keine Auswirkung auf die Häufigkeit operativer Revisionen.



**Abbildung 6: Anzahl Operativer Revisionen nach ASA Score als Balkendiagramm**

#### 4.3.4. Tumorgroße und postoperatives Outcome

Es wurde der Einfluss der Tumorgroße auf postoperative Komplikationen und die Häufigkeit operativer Revisionen untersucht.

##### Tumorgroße und Postoperative Komplikationen

Die Gruppe der Patientinnen und Patienten, welche keine **postoperativen Komplikationen** erlitt, wies präoperativ im Mittel eine Tumorgroße von 51,22 Millimetern auf. Der Median lag in dieser Gruppe bei 43,0 Millimetern, der geringste Wert der Tumorgroße lag bei 2 Millimetern und das Maximum bei 220 Millimetern. Bei 20 Patientinnen und Patienten dieser Gruppe konnte die Tumorgroße zum Zeitpunkt der Datenerhebung nicht festgestellt werden. In der Gruppe der Patientinnen und Patienten, bei denen postoperative Komplikationen auftraten, lag die mittlere Tumorgroße bei 55,40 Millimetern und der Median bei 50,0 Millimetern. Die minimale Tumorgroße lag bei sieben und die maximale bei 125 Millimetern. Bei zwei dieser Patientinnen und Patienten konnte retrospektiv die Tumorgroße nicht festgestellt werden (**Abbildung 7**).

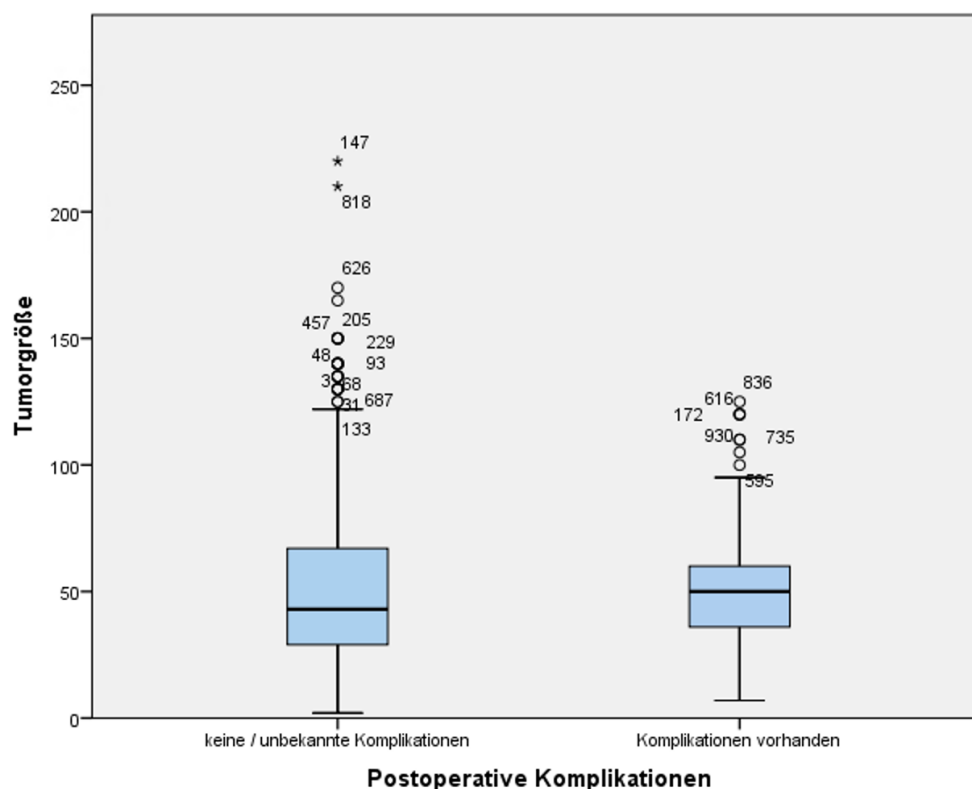


Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der Tumorgroße, dargestellt als Boxplot-Diagramm

Das Boxplot-Diagramm zeigt die Häufigkeitsverteilung der Tumorgöße in der Patientinnen- und Patientengruppe ohne und mit einer der erfassten postoperativen Komplikationen. Die Mediane liegen bei 50 und 51 Millimetern Tumorgöße. Die maximal vertretene Tumorgöße liegt in der Patientinnen- und Patientengruppe ohne Komplikationen mit 220 Millimetern höher als in der Gruppe mit postoperativen Komplikationen. Mithilfe des Mann-Whitney-U-Tests konnte kein statistisch relevanter Zusammenhang zwischen der Tumorgöße und dem Auftreten postoperativer Komplikationen festgestellt werden (exakter Mann-Whitney-U-Test:  $U = 4887,000$ ,  $p = 0,095$ ).

### Tumorgöße und Operative Revision

Die Gruppe der Patientinnen und Patienten, bei welcher eine **operative Revision** notwendig wurde, wies präoperativ im Mittel eine Tumorgöße von 60,26 Millimetern auf. Der Median lag in dieser Gruppe bei 50,0 mm, der geringste Wert der Tumorgöße lag bei 17 Millimetern und das Maximum bei 170 Millimetern (**Tabelle 16**).

In der Gruppe der Patientinnen und Patienten, bei denen **keine operative Revision** notwendig wurde, lag die mittlere Tumorgöße bei 51,15 mm und der Median bei 43,0 Millimetern. Die minimale Tumorgöße lag bei zwei und die Maximale bei 220 Millimetern. Bei 21 dieser Patientinnen und Patienten konnte retrospektiv die Tumorgöße nicht festgestellt werden. Mithilfe des Mann-Whitney-U-Tests konnte kein statistisch relevanter Zusammenhang zwischen der Tumorgöße und der Häufigkeit operativer Revisionen festgestellt werden (exakter Mann-Whitney-U-Test:  $U = 12525,000$ ,  $p = 0,058$ ).

**Tabelle 16: Häufigkeitsverteilung der Tumorgöße bei Patientinnen und Patienten mit und ohne operative Revision**

	Mit operativer Revision	Ohne operative Revision
Anzahl	35	882
Fehlend	0	21
Mittelwert	60,26	51,15
Median	50,00	43,00
Minimum	17	2
Maximum	170	220

#### 4.3.5. Tumorhistologie und postoperatives Outcome

In der folgenden Datenanalyse soll der Einfluss der Tumorhistologie auf postoperative Komplikationen und die Häufigkeit operativer Revisionen untersucht werden (**Anhang: Tabelle 4**). 6,9 Prozent der Patientinnen und Patienten, die an einem klarzelligen Nierenzellkarzinom operiert wurden (n=48), wiesen postoperative Komplikationen auf. In der Gruppe der Patientinnen und Patienten mit papillärem Nierenzellkarzinom waren es 7,4 Prozent (n=14) und in der mit chromophobem Nierenzellkarzinom waren es 5,4 Prozent (n=3). Ein Chi-Quadrat-Test wurde zwischen der histologischen Tumoreigenschaft und dem Auftreten postoperativer Komplikationen durchgeführt. Es konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen histologischer Tumoreigenschaft und dem Auftreten von Komplikationen festgestellt werden,  $\chi^2(2) = 0,283$ ,  $p = 0,868$ ,  $V=0,017$   $\phi = 0,017$ .

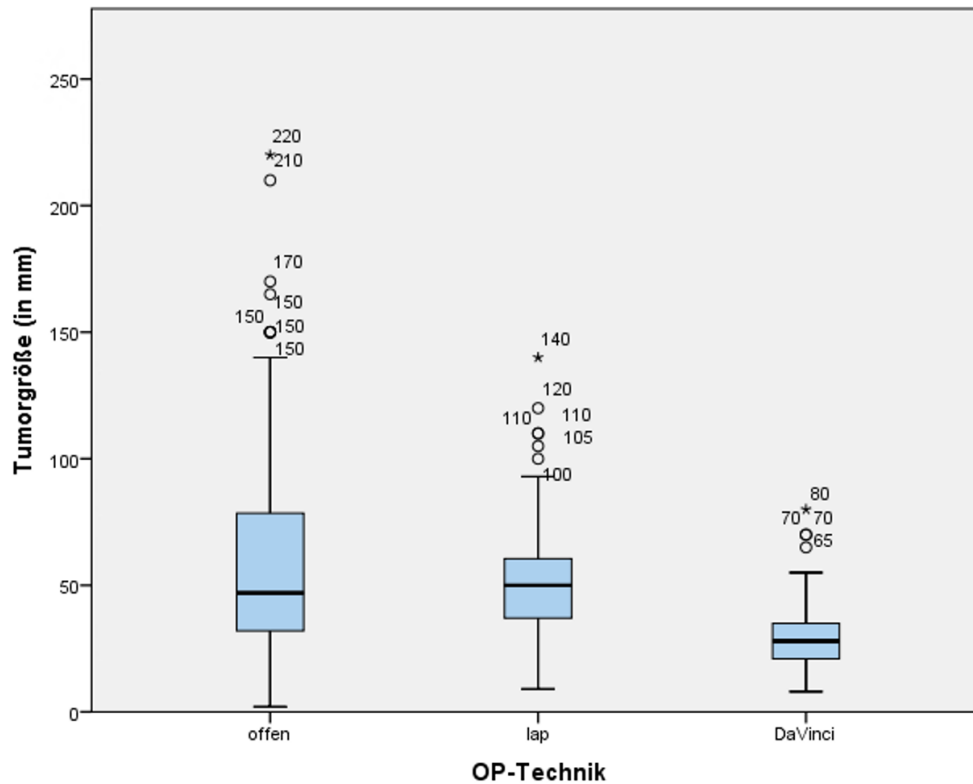
### 4.4. Patientinnen- und patientenabhängige Faktoren und operationsbezogene Daten

#### 4.4.1 Tumorgöße und OP-Technik

Um zu untersuchen, ob ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Tumorgöße und einer bestimmten **Operationstechnik** bestand, wurden die Häufigkeiten in den folgenden Boxplot-Diagrammen dargestellt. Bei den **offenen** Operationen lag die mittlere Tumorgöße bei 56,61 Millimetern, der Median bei 47 Millimetern, die minimale Tumorgöße bei zwei Millimetern und die maximale Tumorgöße bei 220 Millimetern.

In der Gruppe der **laparoskopischen** Operationen lag die mittlere Tumorgöße bei 50,24 Millimetern, der Median bei 50 Millimetern, die minimale Tumorgöße bei neun und die maximale Tumorgöße bei 140 Millimetern. Die Tumoren, die Roboter-assistiert mit dem DaVinci-Roboter operiert wurden, wiesen im Mittel eine Größe von 30,08 Millimetern auf, der Median lag bei 28 Millimetern. Diese Tumoren waren im Maximum 80 Millimeter groß und der kleinste Roboter-assistiert operierte Tumor wies eine Größe von acht Millimetern auf. Im Kruskal-Wallis-Test konnte ein statistisch relevanter Unterschied in der Tumorgöße in Bezug auf die Technik der Operation festgestellt werden (asymptotische Signifikanz  $< 0,01$ ). Somit konnte gezeigt werden, dass die Auswahl der Operationstechnik mit statistischer Relevanz abhängig von der Tumorgöße war.

**Abbildung 8** zeigt die Tendenz, dass größere Tumoren eher mittels offener Operation, Tumoren mit einer mittleren Größe eher laparoskopisch und kleine Tumoren am ehesten mittels DaVinci-Roboter operiert werden.



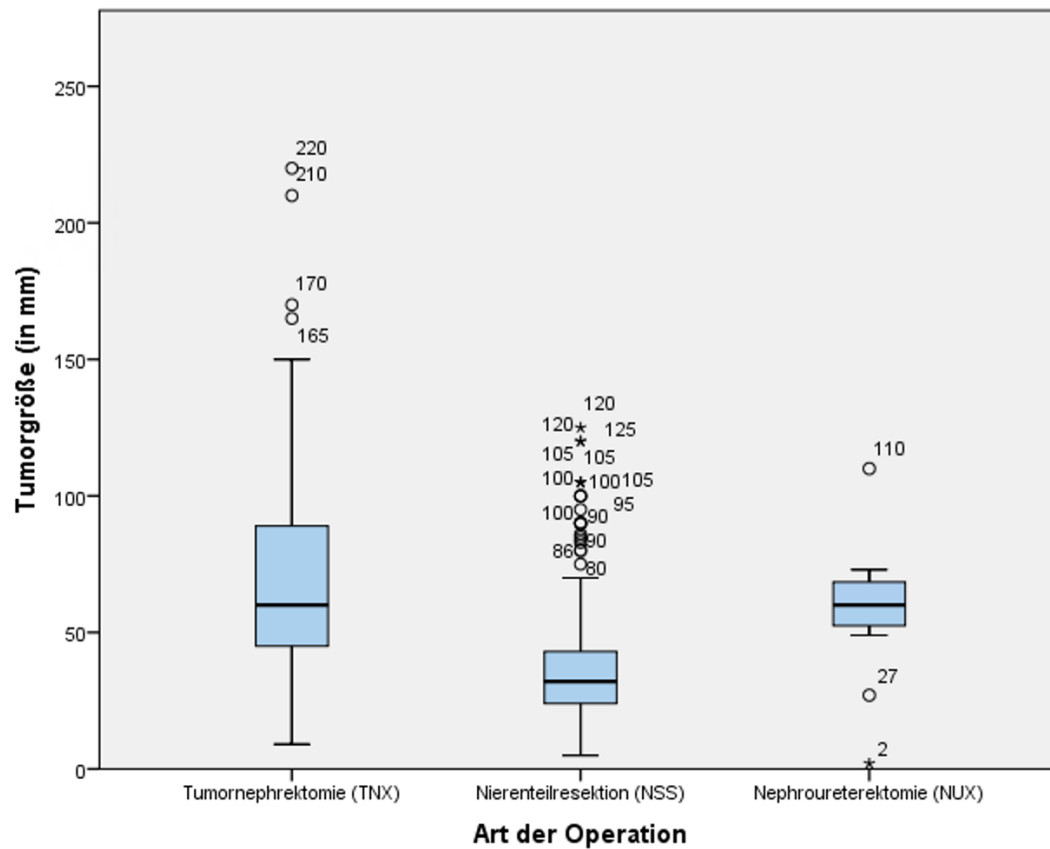
**Abbildung 8: Tumorgößenverteilung nach Operationstechnik dargestellt als Boxplot-Diagramme**

#### 4.4.2. Tumorgöße und OP-Art

Um zu untersuchen, ob ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Tumorgöße und einer bestimmten **Operationsart** bestand, wurden die Häufigkeiten in den folgenden Boxplot-Diagrammen in **Abbildung 9** und in **Tabelle 17** dargestellt.

In der Gesamtheit aller Operationen lag die mittlere Tumorgöße bei 56,61 Millimetern, der Median bei 47 Millimetern, die minimale Tumorgöße bei 2 und die Maximale Tumorgöße bei 220 Millimetern. In der Gruppe der **Tumornephrektomien** lag die mittlere Tumorgöße bei 67,69 Millimetern, der Median bei 60 Millimetern, die minimale Tumorgöße bei neun Millimetern und die maximale Tumorgöße bei 220 Millimetern. Die Tumoren, die **teilreseziert** wurden, wiesen im Mittel eine Größe von 35,71 Millimetern auf, der Median lag bei 32 Millimetern. Diese Tumoren waren maximal 125 Millimeter und im Minimum fünf Millimeter groß.

Im t-Test konnte mit statistischer Relevanz gezeigt werden, dass die Nephrektomien bei signifikant größeren Tumoren durchgeführt wurden als die Nierenteilresektionen (Signifikanz  $<0,05$ ).



**Abbildung 9: Tumorgößenverteilung nach Art der Operation, dargestellt als Boxplot-Diagramme**

**Tabelle 17: Tumorgößenverteilung nach Art der Operation**

	<b>TNX</b>	<b>NSS</b>	<b>NUX</b>
Anzahl	451	469	11
Fehlend	14	6	0
Mittelwert	67,69	35,71	57,64
Median	60,00	32,00	60,00
Minimum	9	5	2
Maximum	220	125	110



#### 4.4.3. ASA Score und OP-Technik

Um zu untersuchen, ob ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem patientinnen- und patientenspezifischen **ASA Score** und einer bestimmten **Operationstechnik** bestand, wurden die Häufigkeiten in der folgenden Kreuztabelle dargestellt. Patientinnen und Patienten mit einem präoperativen ASA Score von eins wurden zu 44 Prozent offen operiert, zu 36 Prozent laparoskopisch und zu 20 Prozent Roboter-assistiert mit dem DaVinci-OP-Roboter. Patientinnen und Patienten mit einem präoperativen ASA Score von zwei wurden zu 59 Prozent offen operiert, zu 22,6 Prozent laparoskopisch und zu 18,4 Prozent Roboter-assistiert. Patientinnen und Patienten mit einem präoperativen ASA Score von drei wurden zu 64,5 Prozent offen operiert, zu 29 Prozent laparoskopisch und zu 6,5 Prozent Roboter-assistiert (**Tabelle 18**). Ein Chi-Quadrat-Test wurde zwischen dem ASA Score und der OP-Technik durchgeführt. In zwei Fällen waren die erwarteten Zellhäufigkeiten kleiner als fünf. Es konnte ein statistisch relevanter Zusammenhang zwischen dem ASA Score und der OP-Technik nachgewiesen werden,  $\chi^2(6) = 28,041827$ ,  $p = 0,0$ ,  $V = 0,123$ ,  $\phi = 0,174$ . Mit steigendem ASA Score wurden die Tumoren mit statistischer Relevanz häufiger mittels offener Operation reseziert. Da Cramer's  $V < 0,2$  ist von einem schwachen statistischen Zusammenhang auszugehen.

**Tabelle 18: Häufigkeitsverteilung des ASA Scores nach Operations-Technik (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

		ASA 1	ASA 2	ASA 3	ASA 4	Gesamt
<b>offen</b>	Anzahl	11	279	290	20	600
	%	44,0	59,0	73,0	64,5	64,8
<b>laparoskopisch</b>	Anzahl	9	107	67	9	192
	%	36,0	22,6	16,9	29,0	20,7
<b>robotisch</b>	Anzahl	5	87	40	2	134
	%	20,0	18,4	10,1	6,5	14,5
<b>Gesamt</b>	Anzahl	25	473	397	31	926
	%	100	100	100	100	100

## 4.5. Häufigkeitsverteilungen nach der Klassifikation der Operateurinnen und Operateure

Nach Betrachtung der Häufigkeiten für die Gesamtkohorte wurde diese in die drei Gruppen unterschiedlicher Klassifikationen von Operateurinnen und Operateuren unterteilt und miteinander verglichen.

### 4.5.1. Altersverteilung nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs

Nach Aufteilung der Kohorte nach Art der Operateurin und des Operateurs lag das mediane Alter in der Gruppe der Patientinnen und Patienten, die von einem Assistenzarzt operiert wurden bei 66 Jahren, bei 67 Jahren in der Gruppe der Patientinnen und Patienten mit einem Facharzt als Operateur und bei 66 Jahren in der Gruppe der Expertinnen und Experten. Im Kruskal-Wallis-Test konnte kein statistisch relevanter Unterschied im Alter nach den Gruppen der Operateurinnen und Operateure festgestellt werden (asymptotische Signifikanz: 0,239). Die Altersverteilung der Patientinnen und Patienten war somit gleichmäßig zwischen den drei Gruppen.

### 4.5.2. Vorerkrankungen nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs

Bei 72,3 Prozent der Patientinnen und Patienten, die durch Expertinnen und Experten operiert wurden, war ein arterieller Hypertonus vorbekannt, bei den Fachärzten waren es 72,5 Prozent und bei den Assistenzärztinnen und Assistenzärzten 67 Prozent der Patientinnen und Patienten. 23,6 Prozent der Patientinnen und Patienten, die durch Expertinnen und Experten operiert wurden, wiesen einen Diabetes Mellitus auf, 28,7 Prozent waren es in der Gruppe der Fachärztinnen und Fachärzte und 33 Prozent der Patientinnen und Patienten, die durch einen Assistenzarzt operiert wurden. 14,4 Prozent der Patientinnen und Patienten, die von durch Expertinnen und Experten operiert wurden, wiesen eine koronare Herzkrankheit auf, 21,6 Prozent waren es in der Gruppe der Fachärztinnen und Fachärzte und 20,5 Prozent der Patientinnen und Patienten, die von einem Assistenzarzt operiert wurden. Bei 8,1 Prozent der Patientinnen und Patienten, die durch Expertinnen und Experten operiert wurden, war eine chronische Niereninsuffizienz vorbekannt, in der Gruppe der Fachärztinnen und Fachärzte waren es 12,6 Prozent und der Assistenzärztinnen und Assistenzärzte 11,4 Prozent der Patientinnen und Patienten. 6,3 Prozent der Patientinnen und Patienten, die von Expertinnen oder Experten operiert wurden, wiesen einen Apoplex in der Vorgeschichte auf. In der Gruppe der Patientinnen und Patienten, die von einem Assistenzarzt operiert wurden, waren es acht Prozent (**Anhang: Tabelle 5**).

Um zu untersuchen, inwieweit die Art der Vorerkrankung einen Einfluss auf die Auswahl der Operateurin und des Operateurs hatte, wurde der Chi-Quadrat-Test verwendet. Mit seiner Hilfe

ließ sich für keine der Vorerkrankungen ein signifikanter Unterschied in der Häufigkeit zwischen den jeweiligen Gruppen von Operateurinnen und Operateuren feststellen.

### **Multimorbidität der Patientinnen und Patienten**

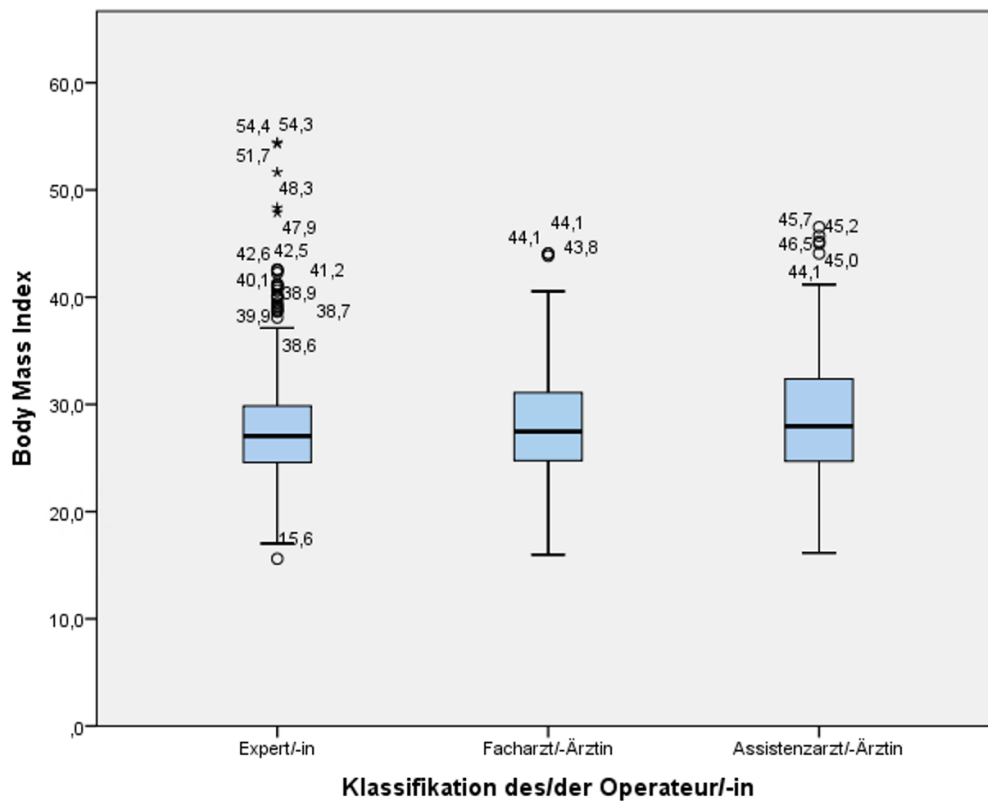
Die Gruppe der Expertinnen und Experten operierte 18,1 Prozent der Patientinnen und Patienten mit gleichzeitig bestehendem Diabetes Mellitus und Arterieller Hypertonie, die Fachärztinnen und Fachärzte 17,7 Prozent und die Assistenzärztinnen und Assistenzärzte 14,6 Prozent (**Anhang: Tabelle 6**). Mit zunehmender Anzahl an Vorerkrankungen ergab sich die Tendenz dahin, dass dieses Patientengut eher durch eine Expertin oder einen Experten operiert wurde. Für diese Tendenz konnte jedoch im Chi-Quadrat-Test keine statistische Relevanz nachgewiesen werden (Signifikanz: 0,460).

#### **4.5.3. BMI nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs**

Der Mittelwert des BMI lag in der Experten-Gruppe bei 27,78, in der Gruppe der Fachärztinnen und Fachärzte bei 28,23 und in der der Assistenzärztinnen und Assistenzärzte bei 28,97.

Die Patientengruppe, die durch Expertinnen und Experten operiert wurde, unterlag dabei der größten Streuung der Werte (15,6 bis 54,4) (**Abbildung 10**).

Betrachtet man die BMIs der Patientinnen und Patienten, die von einer Operateurin oder einem Operateur mit der höchsten Expertise unserer Klassifizierung operiert wurde, so war der BMI dieser im paarweisen Vergleich signifikant niedriger als in der Gruppe der Assistenzärztinnen und Assistenzärzte (asymptotische Signifikanz im Kruskal-Wallis-Test: 0,022, paarweiser Vergleich:  $p=0,04$ ). Die Patientengruppe, die durch Expertinnen und Experten operiert wurde, unterlag dabei der größten Streuung der Werte (15,6 bis 54,4).



**Abbildung 10: BMI nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs, dargestellt als Boxplot-Diagramm**

#### 4.5.4. CCI nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs

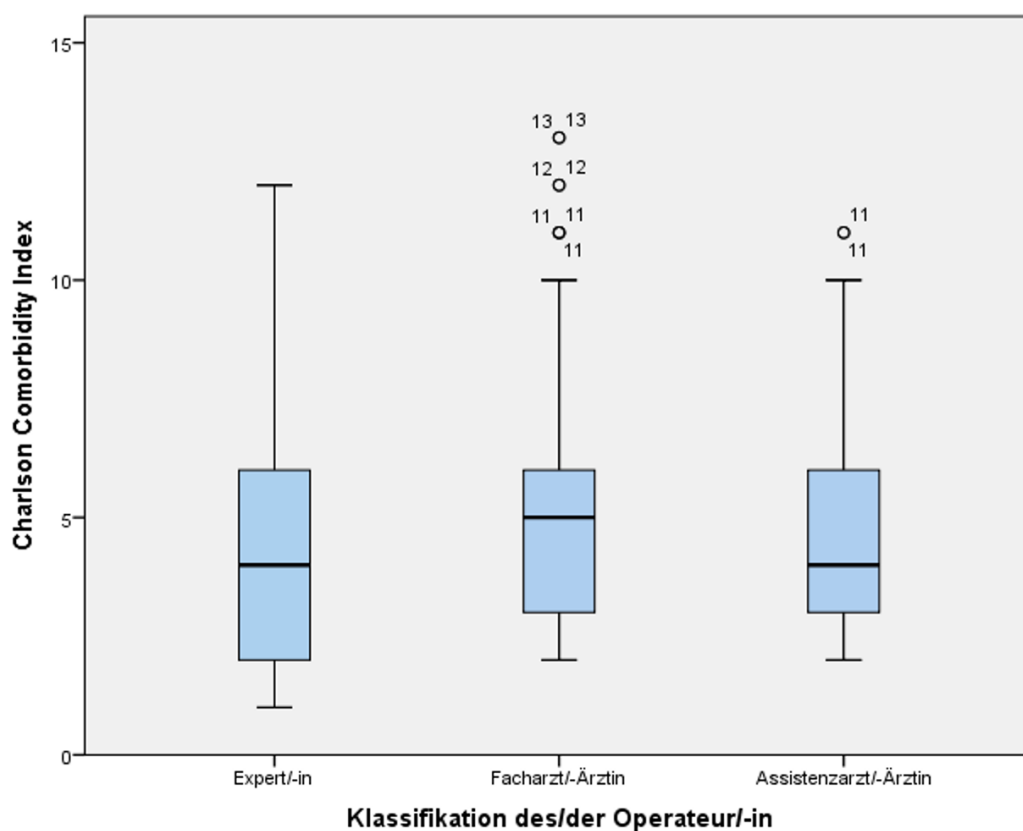
Um zu untersuchen, ob die Auswahl der jeweiligen Operateurin oder des Operateurs abhängig vom vorliegenden CCI war, wurde nach einem etwaigen Zusammenhang dieser beiden Faktoren gesucht.

Die Gruppe der Assistenzärztinnen und Assistenzärzte operierte keine Patientinnen und Patienten mit einem CCI-Wert von 1. 19,3 Prozent ihrer Patientinnen und Patienten wiesen einen Score von 2 auf, 20,7 Prozent einen Score von 3, 10,7 Prozent einen Wert von 4, 19,3 Prozent einen Wert von 5, 11,4 Prozent einen Wert von 6, 10,0 Prozent einen Wert von 7, 2,9 Prozent einen Wert von 8, 2,9 Prozent einen Wert von 9, 1,4 Prozent einen Wert von 10 und 1,4 Prozent einen Wert von 11.

Die Fachärztinnen und Fachärzte operierten ebenfalls keine Patientinnen und Patienten mit einem Score von 1 (0,0 Prozent). 15,1 Prozent ihrer Patientinnen und Patienten hatten einen Score von 2, 17,4 Prozent einen Wert von 3, 14,7 Prozent einen Wert von 4, 15,4 Prozent einen Wert von 5, 16,6 Prozent einen Wert von 6, 8,9 Prozent einen Wert von 7, 3,9 Prozent

einen Wert von 8, 3,5 Prozent einen Wert von 9, 1,9 Prozent einen Wert von 10 und 1,2 Prozent einen Wert von 11.

Die Expertinnen und Experten operierten eine Patientin oder einen Patienten mit einem CCI von 1 (0,2 Prozent), zu 26,3 Prozent Patientinnen und Patienten mit einem CCI von 2, zu 17,4 Prozent Patientinnen und Patienten mit einem Wert von 3, zu 13,9 Prozent mit einem Wert von 4, zu 13,5 Prozent mit einem Wert von 5, zu 12,0 Prozent mit einem Wert von 6, zu 6,6 Prozent mit einem Wert von 7, zu 4,1 Prozent mit einem Wert von 8, zu 3,4 Prozent mit einem Wert von 9, zu 1,5 Prozent mit einem Wert von 10, zu 0,8 Prozent mit einem Wert von 11 und zu 0,4 Prozent mit einem Wert von 12 (**Abbildung 11**).



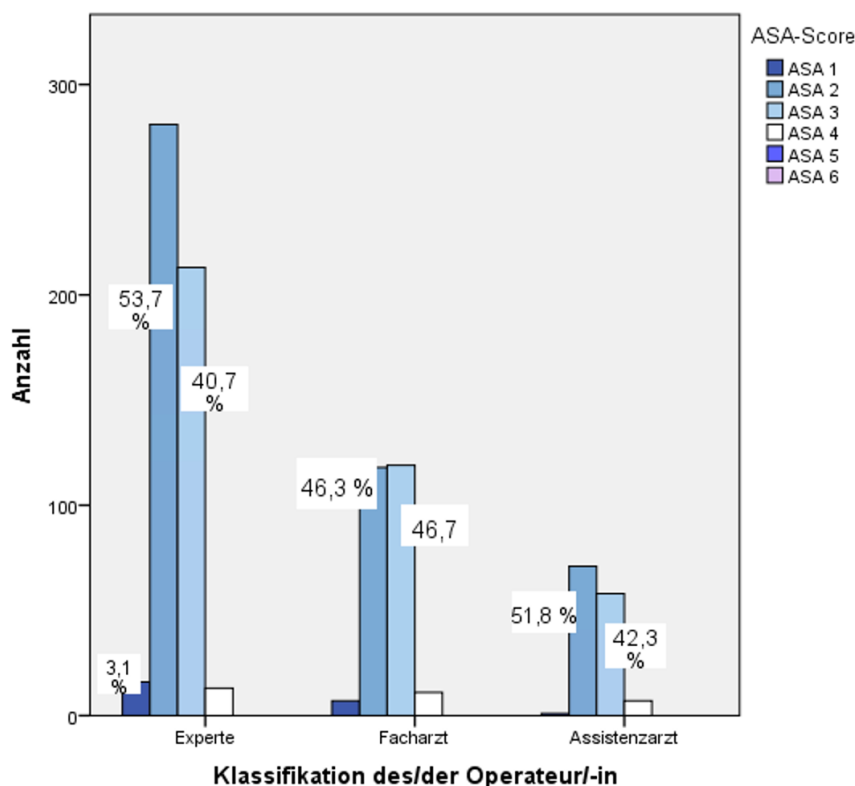
**Abbildung 11: Charlson Comorbidity Index nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs, dargestellt als Boxplot-Diagramm**

Das Boxplot-Diagramm zeigt eine gleichmäßige Verteilung des CCI zwischen den verschiedenen Gruppen der Operateurinnen und Operateuren. Diese Verteilung konnte mittels eines Kruskal-Wallis-Tests bestätigt werden. Im T-Test konnte kein signifikanter Unterschied im CCI zwischen den Gruppen der verschiedenen Klassifikationen der Operateurin und des Operateurs festgestellt werden, (Signifikanzen: 0,515; 0,650; 0,901) (**Anhang: Tabelle 7**).

#### 4.5.5. ASA Score und Klassifikation der Operateurin und des Operateurs

Die Operateurinnen und Operateure in unserer Studie, die als Expertinnen und Experten galten, operierten zu 3,1 Prozent Patientinnen und Patienten, die einen ASA Score von 1 aufwiesen. 53,7 Prozent ihrer Patientinnen und Patienten hatten einen ASA Score von 2, 40,7 Prozent einen Wert von 3 und 2,5 Prozent von 4. Die Gruppe der Fachärztinnen und Fachärzte operierte zu 2,7 Prozent ASA 1-Patientinnen und Patienten, zu 46,3 Prozent ASA 2-Patientinnen und Patienten, zu 46,7 Prozent Patientinnen und Patienten mit einem Score von 3 und zu 4,3 Prozent mit einem Wert von 4.

Die Gruppe der Assistenzärztinnen und Assistenzärzte operierte 7 Patientinnen und Patienten (0,7 Prozent) mit einem ASA Score von 1, 71 ihrer Patientinnen und Patienten (51,8 Prozent) wiesen einen Score von 2 auf, 58 Patientinnen und Patienten (42,3 Prozent) einen Score von 3 und sieben ihrer Patientinnen und Patienten (5,1 Prozent) waren als ASA 4 eingestuft (**Tabelle 19**). Ein Chi-Quadrat-Test wurde zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und dem ASA Score durchgeführt. In zwei Fällen waren die erwarteten Zelhäufigkeiten kleiner als fünf. Es konnte kein statistisch relevanter Zusammenhang zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und dem ASA Score nachgewiesen werden,  $\chi^2(6) = 8,649$ ,  $p = 0,194$ ,  $V = 0,069$ ,  $\phi = 0,097$ .



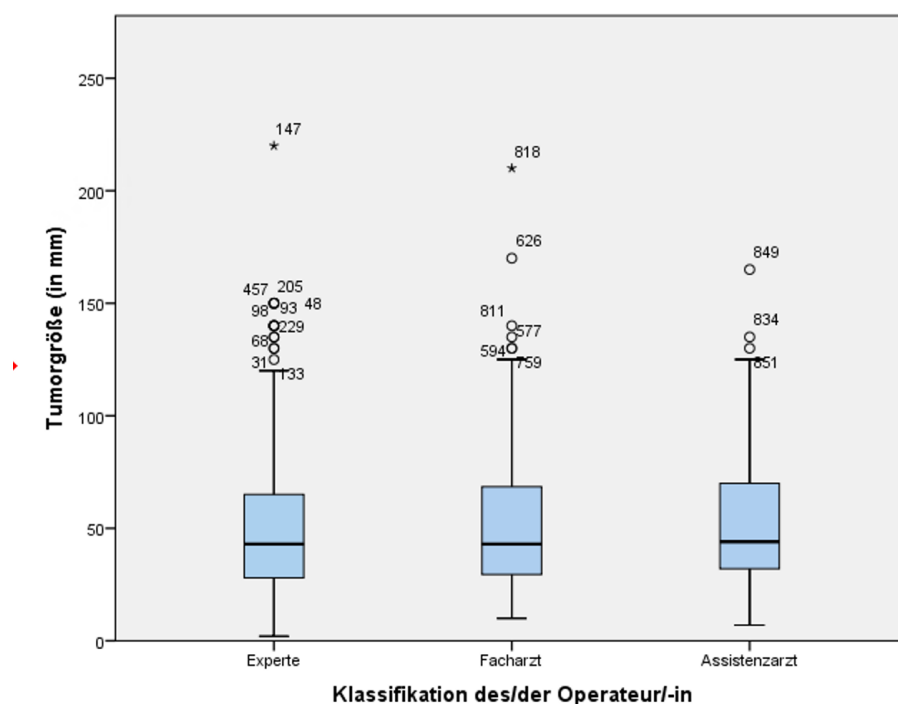
**Abbildung 12: Häufigkeitsverteilung des ASA Scores nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs, dargestellt als Boxplot-Diagramm**

**Tabelle 19: ASA Score nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

		Expert/-in	Facharzt/-ärztin	Assistenz- arzt/ ärztin	Gesamt
<b>ASA 1</b>	Anzahl	16	7	1	24
	% der Klass.	3,1	2,7	0,7	2,6
<b>ASA 2</b>	Anzahl	281	118	71	470
	% der Klass.	53,7	46,3	51,8	51,4
<b>ASA 3</b>	Anzahl	213	119	58	390
	% der Klass.	40,7	46,7	42,3	42,6
<b>ASA 4</b>	Anzahl	13	11	7	31
	% der Klass.	2,5	4,3	5,1	3,4
<b>Gesamt</b>		<b>523</b>	<b>255</b>	<b>137</b>	<b>915</b>

#### 4.5.6 Tumorgöße und Histologische Klassifikation

Um zu untersuchen, ob die **Tumorgöße** der Patientinnen und Patienten bei der Auswahl der Operateurin und des Operateurs in unserer Kohorte eine Rolle spielte, wurde die Kohorte nach einem etwaigen Zusammenhang zwischen diesen Faktoren untersucht.



**Abbildung 13: Tumorgöße nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs, dargestellt als Boxplot-Diagramm**

Das Boxplot-Diagramm zeigt, dass die Mediane in den Gruppen der Expertinnen und Experten und der Fachärztinnen und Fachärzte jeweils bei 43 Millimetern und bei 44 Millimetern in der Gruppe der Assistenzärztinnen und Assistenzärzte lagen.

Die Mittelwerte lagen in der Gruppe, die von einer Expertin oder einem Experten operiert wurde bei 50,72 mm, von einem Facharzt bei 52,02 mm und von einem Assistenzarzt bei 52,39 mm. Bei insgesamt zwölf Patientinnen und Patienten konnte retrospektiv keine Klassifikation der Operateurin und des Operateurs ausfindig gemacht werden, bei 22 Patienten fehlte eine Angabe zur Tumorgröße (**Tabelle 20**). Im Kruskal-Wallis-Test konnte kein statistisch relevanter Unterschied in der Tumorgröße zwischen den Gruppen der Operateurinnen und Operateuren festgestellt werden (asymptotische Signifikanz: 0,730).

**Tabelle 20: Tumorgröße nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs**

	Tumorgröße (mm)	Expert/in	Facharzt/ ärztin	Assistenz- arzt/-ärztin	keine Angabe
Gültig	939	528	260	140	11
Fehlend	22	14	4	3	1
Mittelwert	51,50	50,72	52,02	52,39	65,82
Median	43,00	43,00	43,00	44,00	52,00
Minimum	2	2	10	7	18
Maximum	220	220	210	165	140

Die **histologische Tumorentität** wird mittels Operations-Resektat des Tumors in einer pathologischen Untersuchung bestimmt. Somit ist die histologische Tumorentität zum Zeitpunkt der Auswahl der Operateurin oder des Operateurs unbekannt. Betrachtet man die Verteilung der histologischen Tumor-Subtypen, so lässt sich sagen, dass Assistenzärztinnen und Assistenzärzte zu 70,2 Prozent klarzellige Tumoren operierten, Fachärztinnen und Fachärzte zu 73,1 Prozent und Expertinnen und Experten zu 75,1 Prozent (**Anhang: Tabelle 4**).

Prozentual operierten die Assistenzärztinnen und Assistenzärzte - bezogen auf ihre Gesamt-Operationszahl - mit 24,1 Prozent die meisten papillären Tumore, gefolgt von den Fachärztinnen und Fachärzten mit 21,5 Prozent. Die als Expertinnen und Experten gelisteten Operateurinnen und Operateure operierten zu 18,5 Prozent papilläre Karzinome. Bei den chromophoben Tumoren dagegen operierten die Expertinnen und Experten prozentual am meisten chromophoben Tumore (6,4 Prozent ihrer Operationen), die Assistenzärztinnen und Assistenzärzte zu 5,7 Prozent und die Fachärztinnen und Fachärzte mit 5,4 Prozent am wenigsten.



Ein Chi-Quadrat-Test wurde zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und der histologischen Tumoreigenschaft durchgeführt. In keinem Fall waren die erwarteten Zellhäufigkeiten kleiner als fünf. Es konnte kein statistisch relevanter Zusammenhang zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und der histologischen Tumoreigenschaft nachgewiesen werden,  $\chi^2(4) = 2,792$ ,  $p = 0,593$ ,  $V = 0,39$ ,  $\phi = 0,055$ .

#### 4.5.7. TNM-Stadium

Es sollte untersucht werden, ob das TNM-Stadium eines Tumors von Patientinnen und Patienten einen Einfluss auf die Entscheidung der Art der Operateurin oder des Operateurs hat. Um zu beurteilen, ob die Patientinnen und Patienten der unterschiedlichen Gruppen der Operateurinnen und Operateure Unterschiede in der präoperativen Tumordinfiltration und -größe aufwiesen, wurden diese in einer Kreuztabelle dargestellt und auf eine statistische Signifikanz untersucht. Die Gruppe der **Expertinnen und Experten** operierte keine Patientinnen und Patienten mit dem Stadium pT0, zu 38 Prozent mit pT1a, zu 23,3 Prozent mit pT1b, zu 5,7 Prozent mit pT2a und zu 2,7 Prozent pT2b. 25 Prozent ihrer Patientinnen und Patienten wiesen ein Stadium von pT3a auf, 3,0 Prozent von pT3b und 1,1 Prozent von pT3c.

In der Patientinnen- und Patientengruppe, die durch **Fachärztinnen und Fachärzte** operiert wurde, wies eine Patientin oder ein Patient (0,4 Prozent) ein Stadium von pT0 auf, 101 Patientinnen und Patienten (39,5 Prozent) ein Stadium von pT1a, 23 Prozent der Patientinnen und Patienten ein Stadium von pT1b, 8,6 Prozent der Patientinnen und Patienten ein Stadium von pT2a, 3,1 Prozent der Patientinnen und Patienten ein Stadium von pT2b, 23,4 Prozent der Patientinnen und Patienten ein Stadium von pT3a, 1,2 Prozent der Patientinnen und Patienten ein Stadium von pT3b, eine Patientin oder ein Patient (0,4 Prozent) ein Stadium von pT3c und eine Patientin oder ein Patient (0,4 Prozent) ein Stadium von pT4.

In der Patientinnen- und Patientengruppe, die von **Assistenzärztinnen und Assistenzärzten** operiert wurde, wies keine Patientin oder kein Patient ein Stadium von pT0 auf, 56 Patientinnen und Patienten (39,7 Prozent) ein Stadium von pT1a, 22 Prozent der Patientinnen und Patienten ein Stadium von pT1b, 2,8 Prozent der Patientinnen und Patienten ein Stadium von pT2a, 3,5 Prozent der Patientinnen und Patienten ein Stadium von pT2b, 27,7 Prozent der Patientinnen und Patienten ein Stadium von pT3a, 2,8 Prozent der Patientinnen und Patienten ein Stadium von pT3b, keine Patientin oder kein Patient ein Stadium von pT3c und zwei Patientinnen und Patienten (1,4 Prozent) ein Stadium von pT4.

Ein Chi-Quadrat-Test wurde zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und dem präoperativen pT-Stadium des Tumors durchgeführt. In elf Fällen waren die erwarteten Zellhäufigkeiten kleiner als fünf. Es konnte kein statistisch relevanter Zusammenhang zwi-

schen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und dem präoperativen pT-Tumorstadium festgestellt werden,  $\chi^2(16) = 15,319$ ,  $p = 0,501$ ,  $V = 0,091$ ,  $\phi = 0,129$  (**Anhang: Tabelle 9**).

Der präoperative Lymphknotenbefall der Patientinnen und Patienten eingeteilt nach den unterschiedlichen Gruppen der Operateurinnen und Operateure ist dargestellt im

**Anhang: Tabelle 10.** Die Gruppe der **Expertinnen und Experten** operierte 158 Patientinnen und Patienten (29,6 Prozent) mit dem präoperativen Tumorstadium pN0, zu 3,0 Prozent mit pN1, zu 2,2 Prozent mit pN2 und in 65,2 Prozent konnte der Wächterlymphknoten nicht beurteilt werden (pNX). Bei 96 der Patientinnen und Patienten, die durch eine Fachärztin oder einen Facharzt operiert wurden (36,8 Prozent), lag ein präoperatives Tumorstadium pN0 vor, bei 2,3 Prozent ihrer Patientinnen und Patienten ein Stadium pN1 und 0,8 Prozent ihrer Patientinnen und Patienten pN2. Bei 60,2 Prozent konnte das Tumorstadium nicht beurteilt werden. In der Patientinnen- und Patientengruppe, die durch **Assistenzärztinnen und Assistenzärzte** operiert wurden, lag in 42,3 Prozent der Fälle ein Tumorstadium von pN0 vor, in 3,5 Prozent von pN1, in 2,1 Prozent pN2 und bei 52,1 Prozent der Patientinnen und Patienten konnte der Wächterlymphknoten nicht beurteilt werden. Ein Chi-Quadrat-Test wurde zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und dem präoperativen pN-Stadium des Tumors durchgeführt. In drei Fällen waren die erwarteten Zellenhäufigkeiten kleiner als fünf. Es konnte kein statistisch relevanter Zusammenhang zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und dem präoperativen pN-Tumorstadium festgestellt werden, ( $\chi^2(6) = 12,511$ ,  $p = 0,052$ ,  $V = 0,082$ ,  $\phi = 0,116$ ).

Die präoperative Metastasierung der Patientinnen und Patienten eingeteilt nach den unterschiedlichen Gruppen der Operateurinnen und Operateure ist dargestellt im **Anhang: Tabelle 11**. Die Gruppe der **Expertinnen und Experten** operierte 404 Patientinnen und Patienten (76,7 Prozent) mit dem Tumorstadium pM0, zu 4,9 Prozent Patientinnen und Patienten mit bereits metastasierten Tumoren (pM1) und zu 18,4 Prozent Patientinnen und Patienten, bei denen eine Metastasierung nicht beurteilt werden konnte (pMX).

Die Gruppe der **Fachärztinnen und Fachärzte** operierte 203 Patientinnen und Patienten ohne Nachweis eines metastasierten Tumors (78,7 Prozent ihrer Patientinnen und Patienten), 6,2 Prozent ihrer Patientinnen und Patienten wiesen Metastasen auf und bei 15,1 Prozent war der Status der Metastasierung unklar (pMX).

Bei 87,2 Prozent der Patientinnen und Patienten, die durch eine **Assistenzärztin oder einen Assistenzarzt** operiert wurden, konnten keine Tumormetastasen nachgewiesen werden, 7,1 Prozent ihrer Patientinnen und Patienten hatten zum Zeitpunkt der Operation Metastasen und

in 5,7 Prozent ihrer Patientinnen und Patienten konnte die Metastasierung nicht beurteilt werden (pMX). In insgesamt zehn Fällen konnte keine Klassifikation der Operateurin und des Operateurs angegeben werden. Betrachtet man die Gesamtkohorte, so lässt sich sagen, dass in 78,8 Prozent aller Fälle keine Metastasierung bestand (n=738) und 5,7 Prozent aller Patientinnen und Patienten zum Zeitpunkt der Operation ein metastasierendes Tumorwachstum aufwiesen. Zu 15,5 Prozent aller Patientinnen und Patienten konnte keine Aussage über die Metastasierung getroffen werden. Ein Chi-Quadrat-Test wurde zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und dem präoperativen pM-Stadium des Tumors durchgeführt. In keinem Fall waren die erwarteten Zelhäufigkeiten kleiner als fünf. Es konnte ein statistisch relevanter Zusammenhang zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und dem präoperativen pM Stadium des Tumors nachgewiesen werden,  $\chi^2(4) = 14,360$ ,  $p = 0,006$ ,  $V = 0,088$ ,  $\phi = 0,125$ . Da das Cramer's  $V < 0,1$ , besteht lediglich ein geringer statistischer Zusammenhang zwischen Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und der Tumor-Metastasierung eines Patientinnen und Patienten. Somit konnte nicht nachgewiesen werden, dass Operateurinnen und Operateure einer bestimmten Klassifikation signifikant mehr Patientinnen und Patienten mit einer weiter fortgeschrittenen Metastasierung operierten als Operateurinnen und Operateure einer anderen Klassifikation.

#### 4.5.8. Hämangiosis carcinomatosa

Es sollte untersucht werden, ob die Patientinnen und Patientengruppen der unterschiedlichen Operateurinnen und Operateure statistisch signifikant unterschiedlich häufig eine Tumordinfiltration der Blutgefäße aufwiesen (**Anhang: Tabelle 12**).

In der Gruppe der Expertinnen und Experten wiesen 24 Prozent der Patientinnen und Patienten (n=89) eine Hämangiosis carcinomatosa auf. Bei 1,9 Prozent konnten keine Angaben dazu gemacht werden. 22,2 Prozent der Patientinnen und Patienten, die durch Fachärztinnen und Fachärzte operiert wurden, wiesen eine Gefäßinfiltration auf und bei 1,9 Prozent dieser Gruppe konnten keine Angaben gemacht werden. 18,9 Prozent der Patientinnen und Patienten, die durch Assistenzärztinnen und Assistenzärzte operiert wurde, wiesen eine Gefäßinfiltration auf und in 3,8 Prozent dieser Gruppe konnten keine Angaben gemacht werden. Bei insgesamt zwei Patientinnen und Patienten mit einer vorliegenden Tumordinfiltration in Gefäße konnte keine Zuordnung zu einer Gruppe von Operateurinnen und Operateuren erfolgen.

Ein Chi-Quadrat-Test wurde zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und einer Hämangiosis Carcinomatosa durchgeführt. In fünf Fällen waren die erwarteten Zelhäufigkeiten kleiner als fünf. Es konnte kein statistisch relevanter Zusammenhang zwischen der Klassifikation der Operateurin und der Operateurin und des Operateurs und dem Vorliegen einer Hämangiosis Carcinomatosa nachgewiesen werden,  $\chi^2(6) = 3,144$ ,  $p = 0,791$ ,  $V = 0,048$ ,  $\phi = 0,068$ .

#### 4.5.9. Lymphangiosis carcinomatosa

Um zu untersuchen, ob die Patientinnen und Patienten der unterschiedlichen Operateurinnen und Operateure statistisch signifikant unterschiedlich häufig eine Tumordinfiltration der Lymphgefäße aufwiesen, wurden die Häufigkeiten im **Anhang: Tabelle 13** dargestellt.

In der Gruppe der Expertinnen und Experten wiesen 5,6 Prozent der Patientinnen und Patienten (n=21) eine Lymphangiosis carcinomatosa auf. Bei wiederum 10,2 Prozent konnten keine Angaben gemacht werden. 3,8 Prozent der Patientinnen und Patienten, die durch Fachärztinnen und Fachärzte operiert wurden, wiesen eine Lymphgefäßinfiltration auf und zu 6,3 Prozent dieser Gruppe konnten keine Angaben gemacht werden. 8,1 Prozent der Patientinnen und Patienten, die durch Assistenzärztinnen und Assistenzärzte operiert wurden, wiesen eine Gefäßinfiltration auf und in ebenfalls 8,1 Prozent dieser Gruppe konnten keine Angaben zur Lymphgefäßinfiltration gemacht werden. Ein Chi-Quadrat-Test wurde zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und einer Invasion der Lymphgefäße durchgeführt. In keinem Fall waren die erwarteten Zelhäufigkeiten kleiner als fünf. Es konnte kein statistisch relevanter Zusammenhang zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und einer Invasion von Lymphgefäßen nachgewiesen werden,  $\chi^2(4) = 5,468$ ,  $p = 0,243$ ,  $V = 0,063$ ,  $\phi = 0,089$ .

#### 4.5.10. Veneninfiltration

Um zu untersuchen, ob die Patientinnen und Patienten der unterschiedlichen Operateurinnen und Operateure statistisch signifikant unterschiedlich häufig eine Tumordinfiltration der Venen aufwiesen, wurden die Häufigkeiten im **Anhang: Tabelle 14** dargestellt.

Eine makroskopische Veneninfiltration lag zu 61,2 Prozent in der Gruppe der Expertinnen und Experten vor, zu 22,4 Prozent in der Gruppe der Fachärztinnen und Fachärzte, und zu 16,3 Prozent in der Gruppe der Assistenzärztinnen und -ärzte. Eine mikroskopische Veneninfiltration lag in 53 Prozent in der Gruppe der Expertinnen und Experten, zu 30 Prozent in der Gruppe der Fachärztinnen und -ärzte und zu 16,5 Prozent in der Gruppe der Assistentinnen und Assistenten vor. 54,7 Prozent der Patientinnen und Patienten ohne Veneninfiltration wurden durch Expertinnen und Experten operiert, 30,3 Prozent der Patientinnen und Patienten durch Fachärztinnen und -ärzte und 15 Prozent durch Assistenzärztinnen und -ärzte.

Ein Chi-Quadrat-Test wurde zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und einer Invasion der Venen durchgeführt. In zwei Fällen waren die erwarteten Zelhäufigkeiten kleiner als fünf. Es konnte kein statistisch relevanter Zusammenhang zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und einer Tumordinvasion der Venen werden,  $\chi^2(6) = 5,468$ ,  $p = 0,518$ ,  $V = 0,060$ ,  $\phi = 0,085$ .

#### 4.5.10. OP-Daten nach Klassifikation der Operateurinnen und Operateure

Um zu untersuchen, ob sich die Häufigkeiten der verschiedenen **Operationsarten** zwischen den Patientinnen- und Patientengruppen der unterschiedlichen Operateurinnen und Operateure statistisch signifikant unterscheiden, wurden die Häufigkeiten in **Tabelle 21** dargestellt. Die Expertinnen und Experten führten in 50,1 Prozent ihrer Operationen eine Tumornephrektomie durch, die Fachärztinnen und Fachärzte in 50,4 Prozent und die Assistenzärztinnen und Assistenzärzte in 41,5 Prozent. In vier Fällen konnte die Tumornephrektomie keiner Klassifikation eines Operateurs zugeordnet werden. Eine Nierenteilresektion wurde von Expertinnen und Experten in 48,4 Prozent ihrer Operationen durchgeführt, die Fachärztinnen und Fachärzte führten zu 48,9 Prozent Nierenteilresektionen durch und Assistenzärztinnen und Assistenzärzte in 57,7 Prozent ihrer Operationen. In der Gruppe der Expertinnen und Experten nahmen die Nephroureterektomien 1,5 Prozent aller Operationen ein, bei den Fachärzten 0,8 Prozent und bei den Assistenzärztinnen und Assistenzärzten 0,7 Prozent. Ein Chi-Quadrat-Test wurde zwischen der Art der Operation und der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs durchgeführt. In zwei Fällen waren die erwarteten Zellohäufigkeiten kleiner als fünf. Es konnte kein statistisch relevanter Zusammenhang nachgewiesen werden,  $\chi^2(4) = 4,978$ ,  $p = 0,290$ ,  $V = 0,051$ ,  $\phi = 0,073$ .

**Tabelle 21: Häufigkeiten der Operationsarten nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

		Expert/-in	Facharzt/-ärztin	Assistenz- arzt/-ärztin	Keine Angabe	Gesamt
<b>TNX</b>	Anzahl	270	132	59	4	465
	%	50,1	50,4	41,5	50,0	48,9
<b>NSS</b>	Anzahl	261	128	82	4	475
	%	48,4	48,9	57,7	50,0	49,9
<b>NUX</b>	Anzahl	8	2	1	0	11
	%	1,5	0,8	0,7	0,0	1,2
<b>Gesamt</b>	Anzahl	539	262	142	8	951
	%	100	100	100	100	100

Eine Nephroureterektomie wurde dabei bei tendenziell größeren und komplexeren Tumoren – und somit höherem RENAL-Score – notwendig. Diese Operationsart wurde in der vorliegenden Kohorte bei keinem Tumor durchgeführt, welcher einen geringeren RENAL-Score als sieben aufwies (**Anhang: Tabelle 14**).

Um zu untersuchen, ob sich die Häufigkeiten der verschiedenen **Operationstechniken** zwischen den Patientinnen- und Patientengruppen der unterschiedlichen Operateure statistisch signifikant unterscheiden, wurden die Häufigkeiten in einer Kreuztabelle dargestellt.

Die Expertinnen und Experten führten 44,4 Prozent aller offenen Operationen durch, die Fachärztinnen und Fachärzte 33 Prozent und die Assistenzärztinnen und Assistenzärzte 22,6 Prozent. Die laparoskopische Technik wurde zu 77,3 Prozent von Expertinnen und Experten durchgeführt, zu 21,1 Prozent durch Fachärztinnen und Fachärzten und zu 1,5 Prozent durch Assistenzärztinnen und -ärzte. Robotisch-assistiert operierten zu 86 Prozent die Expertinnen und Experten und zu 14 Prozent die Fachärztinnen und Fachärzte. Assistentinnen und Assistenten operierten dagegen nicht robotisch-assistiert (**Tabelle 22**). Ein Chi-Quadrat-Test wurde zwischen der Technik der Operation und der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs durchgeführt. In keinem Fall waren die erwarteten Zelhäufigkeiten kleiner als fünf. Es konnte ein statistisch relevanter Zusammenhang nachgewiesen werden,  $\chi^2(4) = 137,031$ ,  $p = 0,0$ ,  $V = 0,380$ ,  $\phi = 0,269$ . Somit operierten die Expertinnen und Experten mit statistischer Relevanz häufiger Roboter-assistiert, als die Assistenzärztinnen und Assistenzärzte. Die Assistenzärztinnen und Ärzte und Fachärztinnen und Fachärzte operierten dagegen am häufigsten in offener Technik. Da Cramer's  $V < 0,3$  kann von einem schwachen statistischen Zusammenhang zwischen Technik der Operation und der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs ausgegangen werden.

**Tabelle 22: Operationstechnik nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

OP-Technik		Expert/-in	Facharzt/-ärztin	Assistenz- arzt/-ärztin	Gesamt
<b>offen</b>	Anzahl	275	204	140	619
	%	44,4	33,0	22,6	100
<b>lap.</b>	Anzahl	150	41	3	194
	%	77,3	21,1	1,5	100
<b>robotisch</b>	Anzahl	117	19	0	136
	%	86,0	14,0	0	100
<b>Gesamt</b>	Anzahl	542	264	143	949
	%	57,1	27,8	15,1	100

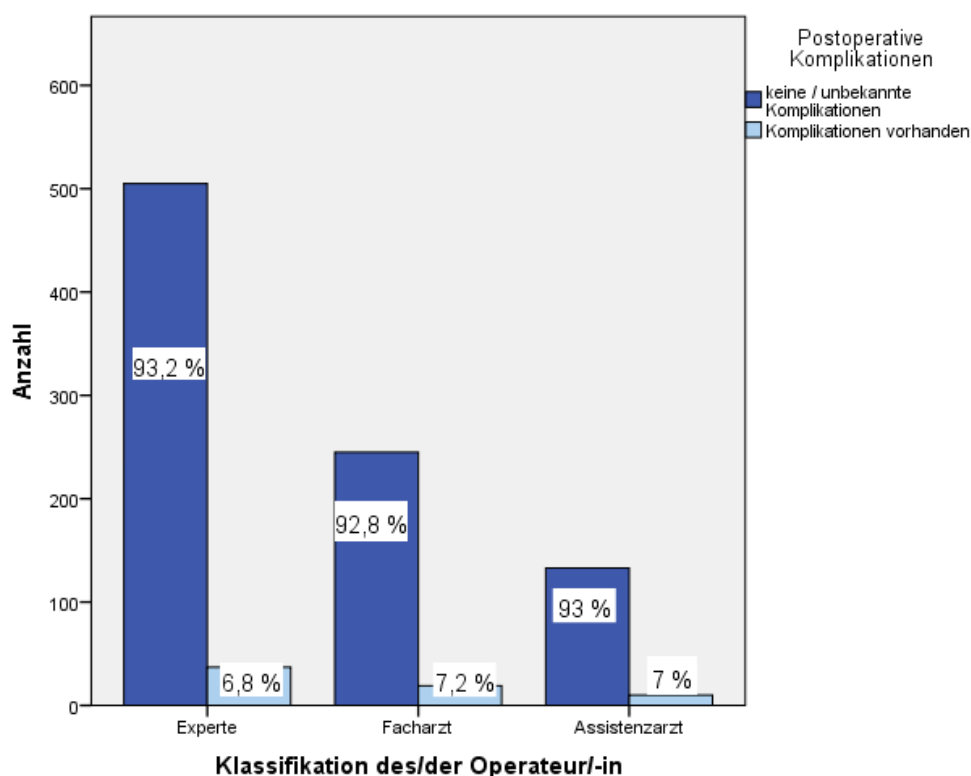
## 4.6. Einfluss der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs auf das postoperative Outcome

Um den Einfluss der Erfahrung der Operateurin und des Operateurs auf das postoperative Outcome zu erfassen, wurden die Ergebnisse der Operationen mittels verschiedener Variablen betrachtet. Die Häufigkeiten dieser Variablen wurden zunächst innerhalb der gesamten Kohorte erfasst. Zur genaueren Differenzierung innerhalb der Kohorte und Untersuchung der Hauptfragestellung dieser Arbeit wurde die Kohorte daraufhin nach der Klassifikation ihrer Operateurin und ihres Operateurs aufgeteilt. Somit konnte das postoperative Outcome zwischen den Gruppen verglichen und auf Zusammenhänge untersucht werden.

### 4.6.1. Einfluss auf postoperative Komplikationen

Nachfolgend wurden die Ergebnisse der Operationen zwischen den Gruppen der verschiedenen Operateure verglichen. Dabei wurden die Operationsergebnisse der Patientinnen und Patienten, bei denen retrospektiv keine Klassifikation der Operateurin und des Operateurs nachvollzogen werden konnte, nicht in die Analyse mit einbezogen.

In der Gruppe der Patientinnen und Patienten, die durch Expertinnen und Experten operiert wurden, traten bei 37 Patientinnen und Patienten (6,8 Prozent) postoperative Komplikationen auf. Die Patientinnen- und Patientengruppe, die durch Fachärztinnen und Fachärzte operiert wurde, wies zu 7,2 Prozent postoperative Komplikationen auf und die, die durch eine Assistenzärztin oder einen Assistenzarzt operiert wurden zu 7,0 Prozent (**Tabelle 23, Abbildung 14**). Ein Chi-Quadrat-Test wurde zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und dem Auftreten postoperativer Komplikationen durchgeführt. Es konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und dem Auftreten von Komplikationen festgestellt werden,  $\chi^2 (2) = 0,283$ ,  $p = 0,868$ , Cramer-V = 0,017, Phi-Koeffizient ( $\phi$ ) = 0,017. Somit trat bei keiner Klassifikation von Operateuren signifikant häufiger postoperative Komplikationen auf als bei einer anderen.



**Abbildung 14: Postoperative Komplikationen nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs, dargestellt als Balkendiagramm**

**Tabelle 23: Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und Postoperative Komplikationen (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

	Keine / unbekannte Komplikationen	Komplikationen vorhanden	Gesamt
<b>Expert/-in</b>	505 (93,2%)	37 (6,8%)	542 (100%)
<b>Facharzt/-ärztin</b>	245 (92,8%)	19 (7,2%)	264 (100%)
<b>Assistenzarzt/-ärztin</b>	133 (93,0%)	10 (7,0%)	143 (100%)
<b>Gesamt</b>	883 (93%)	66 (7,0%)	949 (100%)

#### 4.6.2. Einfluss auf den postoperativen Clavien-Dindo Score

In der Gruppe der Patientinnen und Patienten, die von einer Expertin oder einem Experten operiert wurden, wiesen 34 Prozent einen postoperativen Clavien-Dindo Score von 1 auf. Die Patientinnen und Patientengruppe, die durch Fachärztinnen und Fachärzte operiert wurde, wies zu 42,3 Prozent einen Clavien-Dindo Score von 1 auf und die Patientinnen und Patientengruppe, die durch einen Assistenzarzt operiert wurde zu 11,1 Prozent. Einen Clavien-Dindo Score von 2 wiesen in der Expertinnen- und Expertengruppe 11,3 Prozent der Patientinnen und Patienten auf, in der Facharzt-Gruppe 3,8 Prozent und in der der Assistenzärztinnen und



Assistenzärzte 11,1 Prozent. Einen Clavien-Dindo Score von 3 wiesen in der Expertinnen- und Expertengruppe 32,1 Prozent der Patientinnen und Patienten auf, in der Fachärztinnen und Facharzt-Gruppe 34,6 Prozent und in der Gruppe der Assistenzärztinnen und Assistenzärzte 77,8 Prozent. 9,4 Prozent der Patientinnen und Patienten, die durch eine Expertin oder einen Experten operiert wurden, erlangten einen postoperativen Clavien-Dindo Score von 3b, in der Gruppe der Fachärztinnen und Fachärzte waren es 7,7 Prozent und in der Gruppe der Assistenzärztinnen und Assistenzärzte gab es keine Patientin oder Patienten mit diesem Score-Wert. 9,4 Prozent der Patientinnen und Patienten die, die durch Expertinnen und Experten operiert wurden, wiesen einen Clavien-Dindo Score von 4a auf und 3,8 Prozent einen Wert von 5. Die Patientinnen und Patienten, die durch Fachärztinnen und Fachärzte operiert wurden, wiesen postoperativ zu 3,8 Prozent einen Clavien-Dindo Score von 4a auf und 7,7 Prozent einen Clavien-Dindo Score von 5. Bei den Assistenzärztinnen und Assistenzärzten waren die Clavien-Dindo Score Werte von 4a, 4b und 5 nicht vertreten (**Tabelle 24**). Ein Chi-Quadrat-Test wurde zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und dem Clavien-Dindo Score durchgeführt. In 14 Fällen waren die erwarteten Zellhäufigkeiten kleiner als fünf, weshalb die Aussagekraft des statistischen Tests als begrenzt anzusehen ist. Es zeigte sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und dem Clavien-Dindo Score,  $\chi^2(10) = 10,785$ ,  $p = 0,375$ ,  $V = 0,248$ ,  $\phi = 0,350$ . Da in 14 Fällen die erwarteten Zellhäufigkeiten kleiner als fünf waren, wurden die Clavien-Dindo Score-Werte 1 und 2 sowie 4 und 5 zusammengefasst und erneut ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt (**Tabelle 25**). Es zeigte sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und dem gruppierten Clavien-Dindo Score,  $\chi^2(4) = 4,512$ ,  $p = 0,341$ ,  $V = 0,160$ ,  $\phi = 0,226$ .

**Tabelle 24: Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und Clavien-Dindo Score (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent der Gesamtzahl)**

		Expert/-in	Facharzt/-ärztin	Assistenz- arzt/-ärztin
<b>Clavien 1</b>	Anzahl	18 (34,0%)	11 (42,3%)	1 (11,1%)
	% innerhalb der OPs	3,33	4,19	0,7
<b>Clavien 2</b>	Anzahl	6 (11,3%)	1(3,8%)	1 (11,1%)
	% innerhalb der OPs	1,11	0,38	0,7
<b>Clavien 3a</b>	Anzahl	17 (32,1%)	9 (34,6%)	7 (77,8%)
	% innerhalb der OPs	3,15	3,43	4,93
<b>Clavien 3b</b>	Anzahl	5 (9,4%)	2 (7,7%)	0
	% innerhalb der OPs	0,93	0,76	
<b>Clavien 4a</b>	Anzahl	5 (9,4%)	1(3,8%)	0
	% innerhalb der OPs	0,92	0,38	
<b>Clavien 5</b>	Anzahl	2 (3,8%)	2 (7,7%)	0
	% innerhalb der OPs	0,37	0,76	
<b>Gesamt</b>	Anzahl	53 (100%)	26 (100%)	9 (100%)

**Tabelle 25: Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und gruppiertes Clavien-Dindo Score (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent innerhalb der Klassifikation der Operateurinnen und Operateure)**

		Expert/in	Facharzt/-ärztin	Assistenz- arzt/-ärztin
<b>Clavien 1 und 2</b>	Anzahl	24 (45,3%)	12 (46,2%)	2 (22,2%)
<b>Clavien 3</b>	Anzahl	22 (41,5%)	11 (42,3%)	7 (77,8%)
<b>Clavien 4 und 5</b>	Anzahl	7 (13,2%)	3 (11,5%)	0 (0,00%)
<b>Gesamt</b>	Anzahl	53 (100%)	26 (100%)	9 (100%)

#### 4.6.3. Einfluss auf die Häufigkeit einer operativen Revision

Innerhalb der gesamten Kohorte wurde bei 3,7 Prozent der Patientinnen und Patienten, die an ihrem Nierenzellkarzinom operiert wurden, eine operative Revision notwendig. In der Patientinnen- und Patientengruppe, die durch eine Expertin oder einen Experten operiert wurden, mussten 3,9 Prozent der Patientinnen und Patienten revidiert werden. Bei den Fachärzten wurde bei 4,2 Prozent der Fälle eine operative Revision notwendig und bei den Assistenzärztinnen und Assistenzärzten bei 5,2 Prozent der Patientinnen und Patienten (**Tabelle 26**). Ein Chi-Quadrat-Test wurde zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und der Häufigkeit operativer Revisionen durchgeführt. In keinem Fall waren die erwarteten Zellenhäufigkeiten kleiner als 5. Es konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und der Häufigkeit operativer Revisionen nachgewiesen werden,  $\chi^2(2) = 1,179$ ,  $p = 0,555$ ,  $V = 0,036$ ,  $\phi = 0,036$ .

**Tabelle 26: Häufigkeiten operativer Revisionen nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

		Exper/-in	Facharzt/-ärztin	Assistenz- arzt/-ärztin
<b>Revision notwendig</b>	Anzahl	21 (3,9%)	11 (4,2%)	3 (2,2%)
<b>keine Revision</b>	Anzahl	514 (96,1%)	250 (95,8%)	136 (97,8%)
<b>Gesamt</b>	Anzahl	535 (100%)	261 (100%)	139(100%)

Da die Hauptfragestellung anhand von drei Fragestellungen - mitsamt statistischen Testverfahren - untersucht wurde, wurde das Signifikanzniveau mittels eines Faktors von 1/3 korrigiert. Das korrigierte Signifikanzniveau ergibt sich somit wie folgt:  $0,05 \times 1/3 = 0,017$ . Die untersuchten Zusammenhänge zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und dem postoperativen Outcome bleiben statistisch nicht signifikant.

#### 4.6.4. Einfluss auf intra- und extraoperative Faktoren

Um den Einfluss der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs auf intra- und extraoperative Faktoren zu untersuchen, wurden die folgenden Faktoren erfasst:

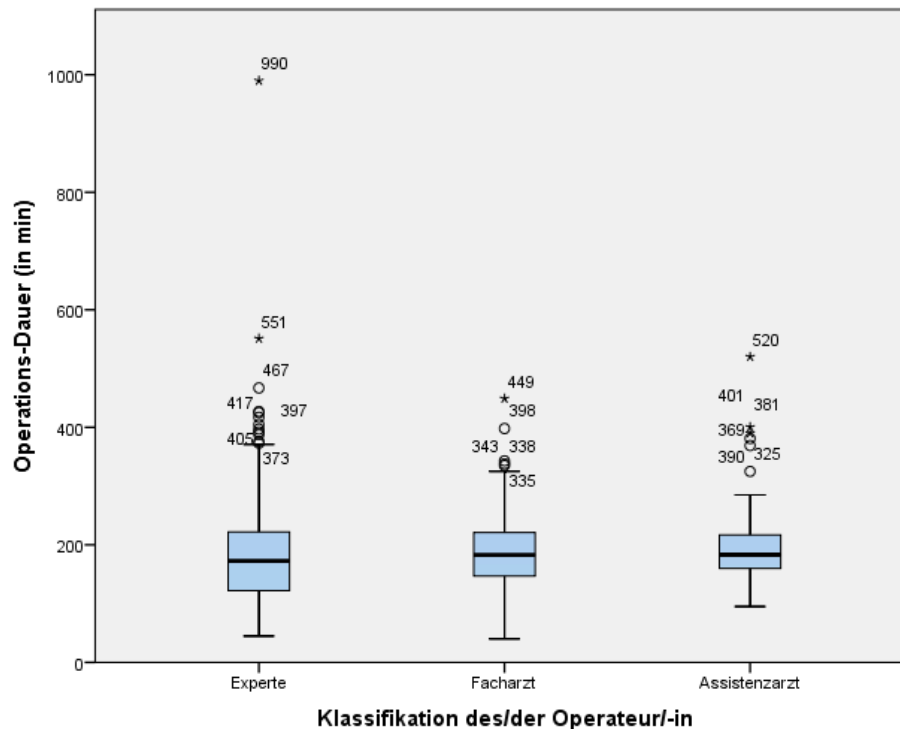
- Dauer der Operation
- Dauer der intraoperativen Ischämie
- Intraoperative Gabe von Erythrozytenkonzentraten
- Extraoperative Gabe von Erythrozytenkonzentraten
- Intraoperativer Blutverlust

Mithilfe dieser Variablen wurde der Verlauf einer Operation beurteilt.

##### 4.6.4.1. Dauer der Operation

Die **Dauer der Operation** lag bei den Expertinnen und Experten im Mittel bei 182,89 Minuten und maximal bei 551 Minuten, bei den Fachärztinnen und Fachärzten im Mittel bei 188,15 Minuten und maximal bei 449 Minuten und bei den Assistenzärztinnen und Assistenzärzten im Mittel bei 192,83 Minuten und maximal bei 520 Minuten (**Abbildung 15**). Der dargestellte Fall einer Operation mit der Dauer von 990 Minuten wurde aufgrund einer kombinierten Vulvektomie, Kolpektomie, Ovariectomie, Nephrektomie und Lymphadenektomie nicht im folgenden statistischen Test berücksichtigt.

Mittels eines Kruskal-Wallis-Tests konnte eine statistisch relevant längere Operationsdauer für eine der Gruppen der Operateure als in den anderen festgestellt werden. **Tabelle 27** zeigt die Verteilung der Operations-Dauer nach Gruppierung der Ärztinnen und Ärzte. Mittels paarweiser Vergleiche konnte eine signifikant längere Operationsdauer bei den Expertinnen und Experten im Vergleich zu den Assistenz- und Fachärzten festgestellt werden (**Tabelle 28**).

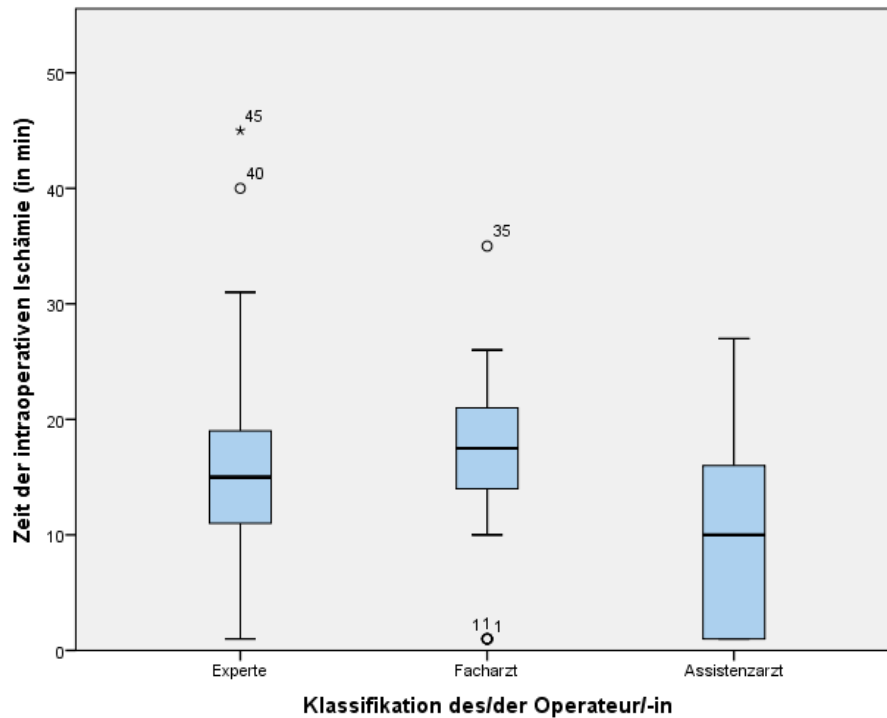


**Abbildung 15: Operationsdauer nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs, dargestellt als Boxplot-Diagramm**

#### 4.6.4.2. Dauer der intraoperativen Ischämie

In insgesamt 741 Fällen wurde ohne intraoperative Ischämie operiert. In 220 Fällen wurde in intraoperativer Ischämie operiert. Die Expertinnen und Experten operierten in 144 Fällen (26,57 Prozent) mithilfe intraoperativer Ischämie, die Fachärztinnen und -ärzte in 62 Fällen (23,49 Prozent) und die Assistenzärztinnen und -ärzte in 9,79 Prozent der Fälle. Unter den Operationen, die unter intraoperativer Ischämie durchgeführt wurden, lag die **Ischämiezeit** in der Expertinnen- und Expertengruppe im Mittel bei 15,04 Minuten und im Maximum bei 45 Minuten, bei den Fachärztinnen und -ärzten im Mittel bei 16,76 Minuten und maximal bei 35 Minuten. Bei den Assistenzärztinnen und Assistenzärzten betrug die Zeit im Mittel 9,29 Minuten und maximal 27 Minuten (**Abbildung 16, Tabelle 27**).

Mittels eines paarweisen Vergleichs konnte keine signifikant längere Ischämiezeit für die Expertinnen und Experten im Vergleich zur Gruppe der Assistenten festgestellt werden (Angepasste Signifikanz: 0,078). Die Ischämiezeit der Fachärztinnen und Fachärzte war signifikant länger als bei den Assistenten und den Expertinnen und Experten (angepasste Signifikanzen: 0,002; 0,031) (**Tabelle 28**).



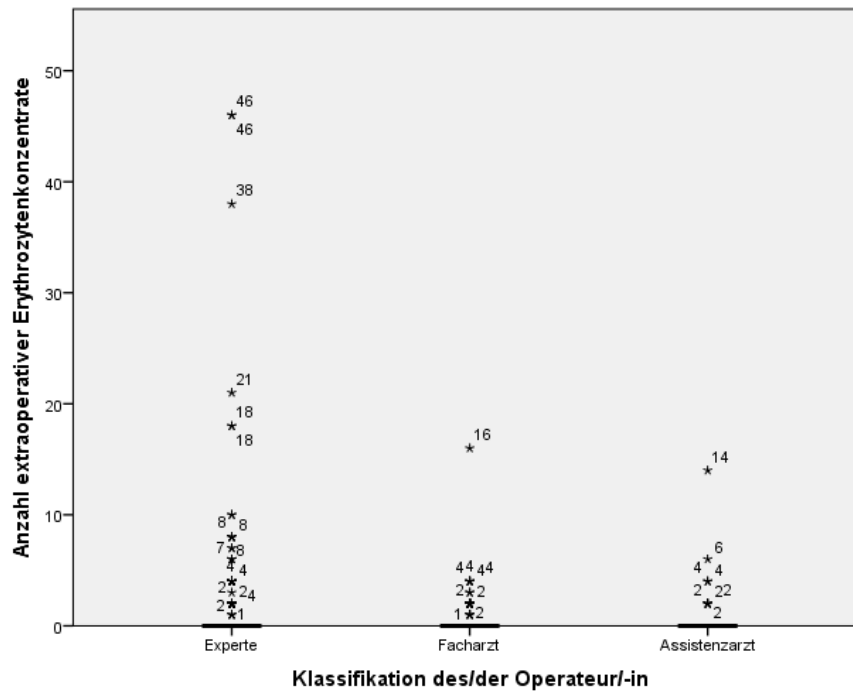
**Abbildung 16: Ischämiezeit nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs, dargestellt als Boxplot-Diagramm**

#### 4.6.4.3. Intraoperative Gabe von EKs

In der Gruppe der Patientinnen und Patienten, die von Expertinnen und Experten operiert wurden, wurden **intraoperativ** im Mittel 0,45 und maximal 46 Erythrozytenkonzentrate gegeben, bei einem Facharzt waren es 0,19 im Mittel und im Maximum 6 Erythrozytenkonzentrate und bei einem Assistenzarzt im Mittel 0,15 und im Maximum 8 Konzentrate (**Tabelle 27**). Ein Kruskal-Wallis-Test ergab keinen statistisch relevanten Zusammenhang zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und der **intraoperativen Gabe von Erythrozytenkonzentraten** (asymptotische Signifikanz: 0,590) (**Tabelle 28**).

#### 4.6.4.4. Extraoperative Gabe von EKs

0,75 **extraoperative** Erythrozytenkonzentrate wurden im Mittel in der Gruppe der Expertinnen und Experten gegeben, im Maximum waren es 46, bei den Fachärztinnen und Fachärzten waren es im Mittel 0,29 und im Maximum 16 Erythrozytenkonzentrate. Bei den Assistenzärztinnen und Assistenzärzten wurde im Mittel 0,27 und maximal 14 Erythrozytenkonzentrate verabreicht (**Tabelle 27**).



**Abbildung 17: Extraoperative EKs nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs, dargestellt als Boxplot-Diagramme**

In **Abbildung 17** ist die Häufigkeitsverteilung extraoperativer EK-Gaben anhand von drei Boxplot-Diagrammen dargestellt. Es ist die Tendenz zu erkennen, dass die Gruppe der Expertinnen und Experten eine höhere Gabe von EKs aufwiesen als die Gruppe der Fach- und Assistenzärztinnen und Assistenzärzte. Der Unterschied zwischen den Assistenten und Fachärzten ist in diesen Boxplot-Diagrammen geringer. Ein Kruskal-Wallis-Test ergab einen statistisch relevanten Zusammenhang zwischen der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und der **extraoperativen Gabe von Erythrozytenkonzentraten** (asymptotische Signifikanz: 0,038). Dabei konnte im paarweisen Vergleich mit statistischer Relevanz eine häufigere Gabe von EKs in der Gruppe der Expertinnen und Experten als bei den Assistenzärztinnen und Assistenzärzten ( $p = 0,045$ ) festgestellt werden. Der Unterschied zwischen den Expertinnen und Experten und den Fachärzten und zwischen Assistenz- und Fachärzten war dagegen nicht statistisch relevant (**Tabelle 28**).

#### 4.6.4.5. Intraoperativer Blutverlust

Der intraoperative **Blutverlust** lag in der Expertinnen- und Expertengruppe im Mittel bei 93 Millilitern und bei maximal 5 Litern Blut pro Operation, in der Gruppe der Fachärztinnen und Fachärzte im Mittel bei 89 Millilitern und maximal bei 3 Litern Blut pro Operation. Bei den Assistenzärztinnen und Assistenzärzten lag der mittlere Blutverlust pro Operation bei 92 Millilitern und bei Maximal 5 Litern Blut pro Operation (**Tabelle 27**). Ein Kruskal-Wallis-Test ergab keinen statistisch relevanten Zusammenhang zwischen der Klassifikation der Operateurin und des

Operateurs und dem intraoperativen Blutverlust (asymptotische Signifikanz: 0,519) (**Tabelle 28**).

**Tabelle 27: Einfluss der Operateurin und des Operateurs auf intra- und extraoperative Faktoren**

		Anzahl intraop. EKs	Anzahl extraop. EKs	Ischämie- Zeit (min)	OP- Dauer (min)	Intraop. Blutverlust (ml)
<b>Gesamt</b>	Anzahl	960	961	220	952	961
	Fehlend	1	0	741	9	0
	Mittelwert	0,34	0,54	15,16	185,73	95,01
	Minimum	0	0	1	40	0
	Maximum	46	46	45	990	5000
<b>Expert/-in</b>	Anzahl	541	542	144	538	542
	Fehlend	1	0	398	4	0
	Mittelwert	0,45	0,75	15,04	182,89	92,71
	Median	0,00	0,00	15,00	172,63	0,00
	Maximum	46	46	45	990	5000
<b>Facharzt/-ärztin</b>	Anzahl	264	264	62	261	264
	fehlend	0	0	202	3	0
	Mittelwert	0,19	0,29	16,76	188,15	88,64
	Median	0,00	0,00	17,50	182,80	0,00
	Maximum	6	16	35	449	3000
<b>Assistenzarzt/-ärztin</b>		143	143	14	143	143
	fehlend	0	0	129	2	0
	Mittelwert	0,15	0,27	9,29	192,83	91,26
	Median	0,00	0,00	10,00	183,00	0,00
	Maximum	8	14	27	520	5000
<b>asymptot. Signifikanz im Kruskal-Wallis-Test</b>	<b>p-Wert</b>	<b>0,590</b>	<b>0,038</b>	<b>0,001</b>	<b>0,012</b>	<b>0,519</b>

**Tabelle 28: Übersichtstabelle – Unterschiede zwischen den Klassifikationen der Operateure im paarweisen Vergleich des Kruskal-Wallis-Test**

	Angepasste Signifikanz (p-Wert)		
	Extraoperative EKs	OP-Dauer	Ischämiezeit
<b>Vergleich Assistenz- ärzt/-innen und Ex- pert/-innen</b>	<b>0,045</b>	<b>0,049</b>	0,078
<b>Vergleich Fachärzt/- innen und Expert/-in- nen</b>	0,487	<b>0,046</b>	<b>0,031</b>
<b>Vergleich Assistenz- ärzt/-innen und Fach- ärzt/-innen</b>	0,699	1,0	<b>0,002</b>

**Tabelle 28** gibt die errechneten angepassten Signifikanzen im paarweisen Vergleich des Kruskal-Wallis-Tests wieder. Untersucht wurden die Variablen, welche mithilfe des Kruskal-Wallis-Tests einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen der Operateurinnen und Operateure nachweisen konnten. Die Signifikanzwerte wurden mittels Bonferroni-Korrektur für mehrere Tests angepasst. Das Signifikanzniveau liegt bei 0,05. In Zeile eins sind die Ergebnisse des Vergleichs zwischen der Gruppe der Assistenzärztinnen und Assistenzärzte und der Expertinnen und Experten im t-Test dargestellt. Zeile zwei stellt die Ergebnisse des Vergleichs der Fachärztinnen und Fachärzte und der Expertinnen und Experten dar und Zeile drei die Ergebnisse des Vergleichs der Assistenz- und Fachärztinnen und -ärzte.



## 5 Diskussion

Die Therapie des Nierenzellkarzinoms unterliegt einem stetigen Wandel.

Die Prognose der Patientinnen und Patienten ist nicht nur abhängig von tumorspezifischen Faktoren und der Auswahl eines geeigneten Operationsverfahrens, sondern auch von der Expertise der Operateurin oder des Operateurs. Kann ein nicht metastasiertes Nierenzellkarzinom ohne Tumorrest entfernt werden, so können fünf-Jahres Überlebensraten von bis zu 95 Prozent erzielt werden (Fiebig and Kraywinkel, 2019). Die chirurgischen Fähigkeiten der Operateurin oder des Operateurs spielen deshalb eine entscheidende Rolle für die Prognose der Patientinnen und Patienten.

Im klinischen Alltag werden urologische Operationen von Operateurinnen und Operateuren mit unterschiedlichem Erfahrungsschatz durchgeführt - unter anderem von Assistenzärztinnen und -ärzten mit bisher wenig Vorerfahrung. Die Weiterbildung zur Qualifikation des deutschen Facharztes für Urologie beinhaltet einen Kriterienkatalog, welcher die Teilnahme an mindestens 250 chirurgischen Eingriffen im Laufe der Ausbildung vorschreibt. In mindestens 50 dieser Fälle sollte an Operationen höherer Schwierigkeitsgrade mitgewirkt werden, zu welchen die onkologischen Eingriffe zählen (Bundesärztekammer, 2003). Dabei steht der Assistentin oder dem Assistenten jedoch zunächst die Rolle der Operationsassistenz zu. Mit zunehmender Erfahrung können einzelne Operationsschritte und damit mehr Verantwortung übernommen werden, agiert wird jedoch stets unter Supervision einer erfahrenen Ärztin oder Arztes (Fisch and Chun, 2017).

Porpiglia und Bertolo (2013) zeigten in einer Untersuchung des postoperativen Outcomes nach laparoskopisch erfolgter Nierenteilresektion, dass die Komplikationsrate sowie intraoperative Faktoren, wie ein negativer Resektionsrand und die intraoperative Ischämiezeit, auf signifikante Weise abhängig von der Erfahrung der Chirurgin oder des Chirurgen waren.

Das Ziel des Weiterbildungssystems der Assistenz- und Fachärztinnen und -ärzte an deutschen Lehrkrankenhäusern sollte jedoch sein, ein gleichbleibendes Qualitätsniveau urologischer Operationen zu garantieren – unabhängig davon, ob sie als Ausbildungsoperation oder durch eine erfahrene Operateurin oder einen erfahrenen Operateur stattfindet.

Aufgrund dieser Ergebnisse war es wichtig zu untersuchen, ob die chirurgische Erfahrung einen signifikanten Einfluss auf das postoperative Ergebnis einer Patientin oder eines Patienten mit einem Nierenzellkarzinom und somit dessen Prognose hat. Falls ein signifikanter Unterschied im postoperativen Outcome nachgewiesen werden könnte, sobald Operationsschritte durch eine Assistenzärztin oder einen Assistenzarzt übernommen werden, müsste die Patientinnen- und Patientensicherheit des Deutschen Weiterbildungssystems für Assistenzärztinnen und -ärzte der Urologie kritisch hinterfragt werden.

Dazu wurden in diese retrospektive, klinische Studie insgesamt 961 Patientinnen und Patienten eingeschlossen, die in den Jahren von 2009 bis 2017 in der Klinik und Poliklinik für Urologie und Kinderurologie der Universitätsmedizin Mainz an einem Nierenzellkarzinom operiert wurden. Dabei wurden alle Nephrektomien und Nierenteilresektionen bei vorliegendem Nierenzellkarzinom erfasst, sowohl in offener als auch in laparoskopischer oder in Roboter-assistierter Operationstechnik.

Es wurden Art und Anzahl postoperativer Komplikationen sowie operativer Revisionen erfasst und nach komplikativer Operation ein patientinnen- und patientenspezifischer Clavien-Dindo Score ermittelt.

Zur Kategorisierung der Erfahrung der Operateurinnen und Operateure wurden diese nach ihrem Erfahrungsschatz der Gruppe der Assistenz-, der Fachärztinnen und Fachärzte sowie der sogenannten Expertinnen und Experten (die eine Erfahrung von mindestens vier Jahren Facharztzeit aufwiesen) zugeteilt. Somit konnte das postoperative Outcome für jede der Gruppen einzeln beurteilt und schlussendlich miteinander verglichen werden.

## 5.1. Vergleichbarkeit der Studie mit anderen Kohorten

### 5.1.1. Patientinnen- und patientenbezogene Faktoren

Das mittlere Alter bei Diagnosestellung des Nierenzellkarzinoms lag in der untersuchten Kohorte bei 67 Jahren und mit 69 Prozent war der Großteil der erkrankten Patientinnen und Patienten männlichen Geschlechts. Somit entspricht diese Kohorte dem typischen mittleren Erkrankungsalter, das laut Literatur für Männer bei 68 Jahren und für Frauen bei 71 Jahren liegt (Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e.V. (GEKID), 2020a).

Bezüglich der Vorerkrankungen des Patientinnen- und Patientenguts ließ sich in vergleichbaren Studien, wie der von Soisrithong et. al zum Outcome nach partieller Nephrektomie, eine Inzidenz von 64,29 Prozent der Patientinnen und Patienten mit arterieller Hypertonie und 18,57 Prozent mit einem Diabetes Mellitus finden (Soisrithong et al., 2021). In der vorliegenden Studie litten 45,3 Prozent der Patientinnen und Patienten an arterieller Hypertonie und 17 Prozent an einem Diabetes Mellitus. Die Prävalenz der arteriellen Hypertonie in Deutschland lag im Jahr 2014 mit 29,2 Prozent der Männer und 27,8 Prozent der Frauen deutlich unter der Prävalenz der vorliegenden Studie (Welle and Lage, 2018). Auch die Prävalenz des Diabetes Mellitus in Deutschland war bezogen auf das Jahr 2017 mit 7 Prozent der Frauen und 8,6 Prozent der Männer in der vorliegenden Studie deutlich höher als die Gesamtprävalenz Deutschlands (Heidemann et al., 2017). Ursächlich hierfür war am ehesten die Tatsache, dass die Prävalenz chronischer kardiovaskulärer Erkrankungen wie der arteriellen Hypertonie oder von Stoffwechselerkrankungen wie Diabetes mellitus mit zunehmendem Alter ansteigt, ebenso wie die Inzidenz des Nierenzellkarzinoms (Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e.V. (GEKID), 2020b). Eine weitere Begründung der höheren Prävalenz könnte in der Risikoerhöhung liegen, die die arterielle Hypertonie für die Erkrankung an einem Nierenzellkarzinom darstellt (Zigeuner et al., 2015).

Die Häufigkeit einer chronischen Niereninsuffizienz unter den Patientinnen und Patienten der vorliegenden Studie unterschied sich immens von der oben genannten vergleichbaren Studie von Soisrithong et al. Diese beschrieben eine Inzidenz von 58 Prozent in der Kohorte, während in der vorliegenden Studie lediglich 6,1 Prozent eine chronische Niereninsuffizienz in der Vorgeschichte aufwiesen. Auch in der Studie von Soisrithong et. al fanden die Nephrektomien lediglich aufgrund des Verdachts auf ein Nierenzellkarzinom statt und nicht aufgrund anderer Nierenfunktionsstörungen, die die hohe Rate an chronischen Niereninsuffizienzen der Kohorte erklären könnten. Verglichen mit der deutschen Bevölkerung lag die Prävalenz chronischer Nierenerkrankungen (bezogen auf eine glomeruläre Filtrationsrate (eGFR) < 60 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>) in der vorliegenden Studie jedoch höher als der Bundesdurchschnitt mit 2,3 Prozent der 18 bis 79-jährigen (Girndt et al., 2016). Der Großteil der Patientinnen und Patienten der vorliegenden Studie wies einen ASA Score von 2 auf (51,08 Prozent) und insgesamt lag bei 46,22

Prozent der Patientinnen und Patienten ein ASA Score von mindestens 3 vor. In vergleichbaren Studien, die sich mit dem postoperativen Outcome des Nierenzellkarzinoms beschäftigten, lag der ASA Score von 2 mit 51,4 Prozent ebenso am häufigsten vor (Meyer, 2020) oder wie in insgesamt 54,4 Prozent der Fälle einen ASA Score von mindestens 3 auf (Porpiglia et al., 2013). Auch bezüglich des BMI lag die vorliegende Studie mit einem Mittelwert von 28,02 in einem vergleichbaren Bereich wie die oben genannten Studien mit einem mittleren BMI von 27,64 und 26,6 (Meyer, 2020, Porpiglia et al., 2013). Die mittlere Tumorgöße dieser Kohorte lag bei 51,50 Millimetern und im Median bei 43 Millimetern, was im Vergleich zu anderen Studien eher größeren Tumoren entsprach. Mottrie et. Al beschrieben eine durchschnittliche Tumorgöße von 29 Millimetern und Porpiglia et. Al von 33 Millimetern. Diese Studien beschrieben neben Soisrithong et al. lediglich Nierenteilresektionen und betrafen somit vorrangig kleinere Tumoren, wenn man davon ausgeht, dass nach den Empfehlungen der aktuellen Leitlinie bei Tumoren <4 cm organerhaltend reseziert wurde (Porpiglia et al., 2013, Mottrie et al., 2010, Soisrithong et al., 2021). Die häufigste intraoperativ erhobene Tumorphistologie dieser Studie entsprach mit 74,5 Prozent der Fälle einem klarzelligem Nierenzellkarzinom, gefolgt vom papillären (19,7 Prozent) und dem chromophoben Subtyp (5,8 Prozent). Diese Häufigkeiten entsprechen in etwa der durchschnittlichen Häufigkeitsverteilung vergleichbarer Studien, in denen in 73 Prozent der Fälle ein klarzelliges NZK vorlag, gefolgt von 19 Prozent eines papillären Subtyps und 6,1 Prozent eines chromophoben Nierenzellkarzinoms (Mottrie et al., 2010).

Die Tumornephrektomie war mit 48,4 Prozent die häufigste Operationsart dieser Studie und in 49,4 Prozent der Fälle fand eine Nierenteilresektion statt. Die Nephroureterektomien waren mit 1,1 Prozent eher selten und fanden in Ausnahmefällen mit besonderer Tumorausbreitung statt. Insgesamt war dabei die offene Operation mit 46,6 Prozent die häufigste, gefolgt von der laparoskopischen mit 21 Prozent und der Roboter-assistierten Operation mit dem DaVinci®-Roboter (14,4 Prozent). Wie bereits angesprochen, ist die vorliegende Studie aufgrund dieser Häufigkeitsverteilung nur teilweise vergleichbar mit anderen aktuellen Studien, die sich mit dem Zusammenhang der Erfahrung einer Chirurgin und eines Chirurgen und dem postoperativen Outcome nach Nephrektomie oder Nierenteilresektion beschäftigten. Meist wurde sich in anderen aktuellen Studien auf eine spezifische Operationstechnik, wie die Laparoskopie oder die Roboter-assistierte Nierenteilresektion beschränkt. In der thailändischen Studie von Soisrithong et al. wurde das Outcome von Nierenteilresektionen in dem Zeitraum von 2009 bis 2018 beobachtet. In 25,71 Prozent der Fälle wurde in der Studie eine offene Operation durchgeführt, in 15,71 Prozent eine laparoskopische und in 58,57 Prozent, also mehr als der 3-fachen Häufigkeit der vorliegenden Studie, eine Roboter-assistierte Nierenteilresektion. Da der Zeitraum der Datenerhebung dem der vorliegenden Studie entspricht, müssen andere, zum Beispiel geographische Faktoren ursächlich für den hohen Einsatz des Operationsroboters der

thailändischen Studie gewesen sein. Eine amerikanische Studie, die Nephrektomien über den Zeitraum von 2007 bis 2014 untersuchte, weist eine Rate von 18,9 Prozent für Roboter-assistierte Nephrektomien auf, was mit der Rate der vorliegenden Studie vergleichbar ist (Banapour et al., 2018).

Insgesamt lässt sich somit feststellen, dass das Patientinnen- und Patientengut dieser Studie bezüglich ihrer Charakteristika, sowie der Operationstechniken und -Arten mit den Kohorten anderer Studien gut vergleichbar ist.

### 5.1.2. Operative Ergebnisse

In sieben Prozent aller Fälle wurde in dieser Studie eine **postoperative Komplikation** im Sinne einer der zuvor festgelegten Kriterien beobachtet. Zu den häufigsten Komplikationen dieser Studie zählten Nachblutungen mit 3,6 Prozent aller operierten Patientinnen und Patienten, gefolgt von Wundheilungsstörungen, Pleuraergüssen und postoperativer Dialysepflichtigkeit. Damit liegt die Komplikationsrate dieser Studie niedriger als die Raten der in der Literatur befindlichen Studien, welche Raten von 16,5 (Porpiglia et al., 2013) bis 24,4 Prozent (Meyer, 2020) nach Nierenteilresektionen und Nephrektomien finden lässt. Sie zählten postoperative Blutungen sowie Infektionen (7 Prozent) und eine Anämie (5 Prozent) zu den häufigsten postoperativen Komplikationen (Meyer, 2020, Porpiglia et al., 2013). Anders als die vorliegende Studie befassten sich Porpiglia et. al jedoch lediglich mit postoperativen Komplikationen nach laparoskopischen Operationen und Meyer, I. mit Roboter-assistierten Eingriffen. Die im Vergleich niedrige Komplikationsrate der vorliegenden Studie könnte außerdem bedingt sein durch die begrenzte Erfassung der Komplikationen anhand eines festgelegten retrospektiven Fragebogens. Trat eine Komplikation auf, die nicht im Voraus aufgelistet war, so wurde sie im Zweifel nicht erfasst und ist nicht in der Komplikationsrate enthalten.

Die Verteilung des **Clavien-Dindo Scores** war im Vergleich mit den oben genannten Studien ähnlich. 4,5 Prozent der Patientinnen und Patienten der vorliegenden Studie wiesen einen Clavien-Dindo Score größer 2 auf. Bei Porpiglia et. al waren es 5,8 Prozent (Porpiglia et al., 2013).

Auch die Häufigkeit **operativer Revisionen** (3,6 Prozent der Fälle) lag in einem ähnlichen Größenstadium wie in der Studie von Meyer, I., welche in 3,8 Prozent der Fälle eine operative Revision beschrieb. In 0,8 Prozent dieser Fälle war eine Nachblutung der Grund für die operative Revision (Meyer, 2020), bei der vorliegenden Studie war in 2,4 Prozent eine postoperative Blutung der Grund dafür. In anderen Studien wurden – in Abhängigkeit der Art und Technik

der Operation - Revisionsraten von 1,6 Prozent (laparoskopische Nephrektomie) bis 10 Prozent für Roboter-assistierte Nierenteilresektionen angegeben (Ralla et al., 2020). Die Raten postoperativer Revisionen dieser Studie lagen somit im Rahmen vergleichbarer Studien.

### **5.1.3. Der Einfluss patientinnen- und patientenabhängiger Faktoren auf das postoperative Outcome**

Um zu untersuchen, ob es patientinnen- und patientenabhängige Faktoren gab, die das postoperative Outcome nach Nephrektomie oder Nierenteilresektion signifikant beeinflussten, wurden in dieser Studie verschiedene Faktoren untersucht. Bei Betrachtung des BMI der Kohorte fällt auf, dass Patientinnen und Patienten, die postoperative Komplikationen erlitten, im Mittel keinen signifikant höheren oder niedrigeren BMI aufwiesen als Patientinnen und Patienten, die keine postoperativen Komplikationen erlitten. Diese Erkenntnis widerspricht zum Teil Studien, die einen niedrigen BMI als Risikofaktor für eine erhöhte postoperative Sterblichkeit bei Nierenzellkarzinom identifizierten, wobei der klinische Endpunkt des Langzeitüberlebens nur begrenzt mit dem Auftreten postoperativer Komplikationen vergleichbar ist (Haferkamp et al., 2008).

Außerdem sollte untersucht werden, ob das Vorliegen bestimmter Erkrankungen das Risiko postoperativer Komplikationen erhöht. Die Gruppe der vorerkrankten Patientinnen und Patienten erlitt in 6,8 Prozent der Fälle postoperative Komplikationen. Bei den Patientinnen und Patienten ohne bekannte Vorerkrankungen waren es 7,3 Prozent. Somit konnte die These, dass Patientinnen und Patienten, die an einer der erfassten Vorerkrankungen litten, ein signifikant schlechteres postoperatives Outcome hatten als solche ohne Vorerkrankungen, verworfen werden. Der patientinnen- und patientenspezifische ASA Score gilt als Klassifikationssystem, um das individuelle Risiko einer Narkose abzuschätzen (Cullen et al., 1994). Es konnte in dieser Studie kein Anhalt dafür gefunden werden, dass sich das Risiko für postoperative Komplikationen nach Nephrektomie und Nierenteilresektion mit steigendem ASA Score erhöht. Ein höherer Wert im ASA Score war in dieser Studie nicht mit einem komplikationsreichen postoperativen Verlauf assoziiert. Studien, die mittels Erfassung des TRIFECTA-Scores ebenfalls postoperative Komplikationen abfragten, bestätigen die Unabhängigkeit des Auftretens von Komplikationen vom ASA Score (Soisrithong et al., 2021).

Auch auf die Häufigkeit operativer Revisionen hatte die Höhe des ASA Scores in der vorliegenden Studie keine statistisch signifikante Auswirkung. Auffällig war jedoch, dass bei 3,4 Prozent der Patientinnen und Patienten mit ASA-3 eine postoperative Blutung eine Revision notwendig machte. Außerdem erhielten zwei der 30 Patientinnen und Patienten mit einem

ASA Score von 4 eine operative Revision und in beiden Fällen war diese in einer postoperativen Blutung begründet. Betrachtet man die generell niedrige Inzidenz operativer Revisionen von 3,6 Prozent dieser Kohorte, so scheint es doch auffällig, dass gerade zwei dieser Patientinnen und Patienten einen eher höheren ASA Score aufwiesen. Diese Tendenz zeigte jedoch keinerlei statistische Signifikanz.

Zu den erfassten patientinnen- und patientenspezifischen Faktoren zählten außerdem die Tumorgroße sowie die Histologie des Tumors. Weder für die Größe noch die Histologie konnte jedoch nachgewiesen werden, dass sie einen statistisch signifikanten Einfluss auf das postoperative Outcome im Sinne von Komplikationen oder der Notwendigkeit operativer Revisionen hatten. Diese Ergebnisse sind jedoch nur begrenzt übertragbar auf die tatsächliche klinische postoperative Langzeit-Risikobewertung des Nierenzellkarzinoms. Die Tumoren mögen in der chirurgischen Therapie zwar im Vergleich miteinander ähnlich gut zu reseziieren sein, weisen aufgrund ihrer unterschiedlichen Histologie jedoch nachweislich andere Tendenzen zur Fernmetastasierung und somit unterschiedliche Prognosen auf (Frees et al., 2016, Kurosch et al., 2014).

## **5.2. Der Einfluss der Klassifikation der Operateurin und des Operateurs auf das postoperative Outcome**

Die Hauptfragestellung dieser Arbeit beschäftigte sich mit der These, dass die Expertise einer Operateurin oder eines Operateurs einen signifikanten Einfluss auf das postoperative Outcome einer Patientin oder eines Patienten hat und mit der Frage, ob dadurch die Operation durch einen Assistenzarzt einen nachteiligen Effekt auf das peri- oder postoperative Outcome hat. Das Outcome wurde anhand von drei klinischen Endpunkten erfasst: Dem Vorliegen postoperativer Komplikationen, der Höhe des Clavien-Dindo Scores und der Häufigkeit operativer Revisionen. Dazu wurde die Kohorte nach der Klassifikation ihrer Operateurin oder ihres Operateurs in drei Gruppen aufgeteilt und die klinischen Endpunkte miteinander verglichen.

### **5.2.1. Postoperative Komplikationen**

Im Vergleich der drei Klassifikationen von Operateurinnen und Operateuren konnte in dieser Studie kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten postoperativer Komplikationen und der Erfahrung der Chirurgin oder des Chirurgen festgestellt werden. Die Patientinnen und Patienten unserer Kohorte, die von Expertinnen und Experten operiert wurden, wiesen in 6,8 Prozent der Fälle postoperative Komplikationen auf. In der Gruppe, die durch eine Fachärztin oder Facharzt oder eine Assistenzärztin oder Assistenzarzt operiert wurden, traten mit 7,2 Prozent und 7,0 Prozent der Fälle nicht statistisch signifikant mehr postoperative Komplikationen auf, als bei den Expertinnen und Experten.

Porpiglia und Bertolo untersuchten die Lernkurve einer Operateurin oder eines Operateurs nach peri- und postoperativen Faktoren bei laparoskopischer Nierenteilresektion in Turin, Italien. Dafür wurden peri- und postoperative Faktoren, wie ein tumorfreier Resektionsrand (M), die Ischämiezeit (I) und das Auftreten postoperativer Komplikationen (C), für eine Operateurin oder einen Operateur im Laufe seiner ersten laparoskopischen Nierenteilresektionen erfasst. Sie konnten eine Verbesserung dieses ‚MIC-Systems‘ von 63,1 Prozent auf 84,9 Prozent mit zunehmender Erfahrung der Chirurgin oder des Chirurgen beobachten sowie eine Verringerung der Komplikationsrate von 23,5 Prozent auf 16,9 Prozent (Porpiglia et al., 2013). Die initial hohe Komplikationsrate von 23,5 Prozent begründeten die Autoren in der herausfordernden Technik der laparoskopischen Nierenteilresektion, die vor allem bei komplexem Tumorwachstum zu hohen Raten an postoperativen Komplikationen führte. Das Patientinnen- und Patientengut war vergleichbar mit dem der vorliegenden Studie <sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Siehe Kapitel 5.1.1. Patientinnen- und patientenbezogene Faktoren



Die Operationstechnik unterschied sich jedoch von der vorliegenden Studie, in welcher neben laparoskopischen Nierenteilresektionen auch offene und Roboter-assistierte Operationen stattfanden. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse von Porpiglia et al. auf die vorliegende Studie ist weiterhin als sehr begrenzt einzuschätzen, da die Erfahrung einer einzelnen Operateurin oder eines einzelnen Operateurs, welcher in der Studie von Porpiglia et al. untersucht wurde, wenig reproduzierbar und individuell stark schwankend sein kann (Porpiglia et al., 2013).

Phillips und Catto konnten dagegen in ihrer unizentrischen Studie im Vereinigten Königreich zeigen, dass laparoskopische Nephrektomien durch Chirurginnen und Chirurgen in Ausbildung keine nachteiligen Effekte auf die chirurgische Qualität der Patientinnen und Patientenbehandlung hatte (Phillips et al., 2005): Obwohl die Komplikationsraten (von 17 Prozent auf 12 Prozent), die Dauer der Operation (von 169 Minuten auf 138 Minuten) und die Konversionsraten (von sechs auf einen Fall) innerhalb von 36 Monaten signifikant sanken, hatte diese Evidenz der Lernkurve - laut den Autoren - keinen signifikanten Einfluss auf das postoperative Outcome einer Patientin oder eines Patienten. Das postoperative Outcome wurde anhand der postoperativen Morbidität (16.5 Prozent) und Mortalität (0 Prozent) beurteilt (Phillips et al., 2005). Verglichen mit der Komplikationsrate der Assistenzärztinnen und Assistenzärzte unserer Studie (7,0 Prozent) und der durchschnittlichen Komplikationsrate anderer Studien (3,6 Prozent) - unabhängig von der Klassifikation der Chirurgin oder des Chirurgen - lag die initiale Komplikationsrate von 17 Prozent nach Nephrektomien zwar höher als in der vorliegenden Studie, aber noch innerhalb der gängigen Komplikationsraten (Porpiglia et al., 2013).

Mit Etablierung der Roboter-assistierten Operation in die Therapie des Nierenzellkarzinoms wurde die Lernkurve einer Operateurin und eines Operateurs bei RAPN Gegenstand vieler Untersuchungen. Eine unizentrische Studie, welche die Lernkurve von Chirurginnen und Chirurgen anhand der ersten 500 durchgeführten RAPN dieses Zentrums untersuchte, zeigte signifikant bessere perioperative Ergebnisse im TRIFECTA-Score nach den ersten 100 Eingriffen einer Operateurin und eines Operateurs (Meyer, 2020). Intraoperative Faktoren, wie die Operationsdauer konnten signifikant verringert werden, das Auftreten postoperativer Komplikationen verringerte sich jedoch mit der Anzahl der chirurgischen Eingriffe nicht signifikant (Meyer, 2020).

Mottrie et. Al konnten in ihrer Untersuchung der Lernkurve der ersten 62 Fälle von Roboter-assistierten Nephrektomien und Nierenteilresektionen einer Operateurin oder eines Operateurs ihres Zentrums eine Abnahme der postoperativen Komplikationen mit der Zunahme der Erfahrung zeigen. Vor allem für eine Operateurin oder einen Operateur mit Vorerfahrung in der laparoskopischen und offenen Chirurgie konnten sie eine steile, kurze Lernkurve in der RAPN nachweisen. Während der ersten Operationen wurde eine Komplikationsrate von 10

Prozent erreicht und ab der 50. Operation lag diese nur noch bei 8,3 Prozent. Diese Abnahme der Komplikationsrate wies in dieser Studie jedoch ebenfalls keine statistische Signifikanz auf (Mottrie et al., 2010). Die von Mottrie et al. beschriebene steile Lernkurve dieser Operateurinnen und Operateure ist außerdem nur begrenzt zu verallgemeinern und die Studie kaum mit dem Design der vorliegenden Studie vergleichbar. Die Technik der Operation, die in den Studien von Mottrie et al. und Meyer untersucht wurde, deckte nur einen Teil des Spektrums der Kohorte der vorliegenden Studie ab. In die vorliegende Studie flossen nicht nur RAPN, sondern auch laparoskopische und offene Operationen sowie Nephrektomien mit ein. Die Fälle der Studie von Mottrie et al. wurden durch eine Operateurin oder einen Operateur mit großer Vorerfahrung auf dem Gebiet der Roboter-assistierten Chirurgie durchgeführt; Assistenzärztinnen und Assistenzärzte und Fachärztinnen und -ärzte mit wenig chirurgischer Erfahrung waren somit nicht Teil der Studie. In diesem Punkt war die Studie von Mottrie et al. ähnlich zu der hier vorliegenden, in welcher die Assistenzärztinnen und -ärzte auch nicht Roboter-assistiert und die Fachärzte nur zu einem geringen Anteil (14 Prozent) Roboter-assistiert operierten.

### **5.2.2. Clavien-Dindo Score**

In der vorliegenden Studie wiesen Patientinnen und Patienten, die durch Expertinnen und Experten operiert wurden, in 5,38 Prozent der Fälle einen Clavien-Dindo Score auf, der größer war als 2. Bei den Fachärztinnen und Fachärzten waren es 5,34 Prozent und bei den Assistenzärztinnen und Assistenzärzten 4,93 Prozent. Die Patientinnen und Patienten, die durch Assistenzärztinnen und -ärzte operiert wurden, wiesen außerdem einen maximalen Clavien-Dindo Score von 3a auf, während bei den Fachärztinnen und -ärzten und Expertinnen und Experten Score-Werte von bis zu 5 vertreten waren. Ein Vergleich des Clavien-Dindo Scores zwischen den Gruppen verschiedener Klassifikationen der Operateurinnen und Operateure ergab keinen statistisch signifikanten Zusammenhang ( $p=0,249$ ). Demnach konnte in dieser Studie kein signifikanter Einfluss der Erfahrung der Operateurinnen und Operateure auf die Höhe des postoperativ erhobenen Clavien-Dindo Scores nachgewiesen werden.

In der Studie von Porpiglia und Bertolo erzielten die Chirurginnen und Chirurgen mit mehr Erfahrung bessere Ergebnisse im Clavien-Dindo Score als solche mit weniger Erfahrung: 5,9 Prozent der Patientinnen und Patienten, die durch Chirurginnen und Chirurgen mit dem geringsten Erfahrungsschatz operiert wurden, wiesen einen postoperativen Clavien-Dindo Score von mehr als 2 auf, während es in der Gruppe der Expertinnen und Experten nur 3,8 Prozent waren. Diese Verbesserung des Clavien-Dindo Scores wies jedoch keine statistische Signifikanz auf (Porpiglia et al., 2013). Die Ergebnisse des Clavien-Dindo Scores der Studie von Porpiglia et al. sind damit kongruent zu ihrer signifikanten Verbesserung der postoperativen

Komplikationsrate, bleiben jedoch aufgrund des Studiendesigns weiterhin nur teilweise vergleichbar mit der vorliegenden Studie. Die anfänglich sehr hohe Rate an Komplikationen der unerfahrenen Operateurinnen und Operateure sorgte dementsprechend ebenso für anfänglich höhere Werte im Clavien-Dindo Score. Auffällig ist die eher gegensätzliche Entwicklung des Clavien-Dindo Scores in der vorliegenden Studie, wenn auch nicht statistisch signifikant. Demnach wiesen Assistenzärztinnen und Assistenzärzte seltener einen Clavien-Dindo Score von über 2 auf als die Operateurinnen und Operateure mit mehr Erfahrung. Diese Tendenz war jedoch nicht statistisch signifikant und ließ sich weder durch patientinnen- und patientenspezifische Faktoren noch durch tumorbedingte Faktoren, wie ein fortgeschrittenes Tumorwachstum oder Krankheitsstadium, erklären<sup>4</sup>.

Eine amerikanische Studie von Dagenais et al. verglich intraoperative Faktoren sowie das postoperative Outcome von offenen und Roboter-assistierten Nierenteilresektionen, die durch 19 Chirurginnen und Chirurgen mit unterschiedlichem Erfahrungsschatz über einen Zeitraum von fünf Jahren durchgeführt wurden. Sie zeigte eine statistisch signifikante Variabilität des Outcomes zwischen verschiedenen Operateurinnen und Operateuren, gemessen an der OP-Zeit, dem intraoperativen Blutverlust, der Ischämiezeit, der Hospitalisationszeit, dem Clavien-Dindo Score und der 30-Tage Wiederaufnahmerate. Die Operateurinnen und Operateure wiesen jedoch unterschiedlich große chirurgische Vorerfahrungen auf (die Zeit des Praktizierens variierte zwischen 1 und 22 Jahren) und waren somit in der Vergleichbarkeit des Fortschritts ihrer chirurgischen Qualität begrenzt. Die Unterschiede des intraoperativen Outcomes wurden daher laut Autoren nur zu elf bis 17 Prozent Operateur abhängigen Faktoren zugeschrieben (Dagenais et al., 2019). Eine weitere Erklärung der differierenden Ergebnisse der Studien kann im unterschiedlichen Studiendesign gefunden werden. Die Operateurinnen und Operateure der vorliegenden Studie wurden im Gegensatz zur Studie von Dagenais et al. nicht einzeln bewertet und verglichen, sondern anhand ihrer Erfahrung klassifiziert und gruppiert.

### 5.2.3. Operative Revision

Die Häufigkeit der postoperativen **Revisionen** lag in der Gruppe der Fachärztinnen und Fachärzte mit 4,2 Prozent der Fälle am höchsten, bei den Expertinnen und Experten bei 3,9 Prozent, und den Assistenzärztinnen und Assistenzärzten bei 2,2 Prozent der Fälle und war für keine der Gruppen signifikant höher als für eine andere. Somit entsprachen diese Ergebnisse den von Porpiglia et al. beobachteten Fällen. Insgesamt erfassten sie drei Fälle operativer Revisionen, die alle in den ersten sieben Jahren des gesamten Untersuchungszeitraumes von elf Jahren auftraten. Auch sie beobachteten keine signifikante Verringerung der Revisionen mit zunehmender Erfahrung (Porpiglia et al., 2013).

---

<sup>4</sup> Siehe Kapitel 5.3. Der Einfluss patientinnen- /patientenabhängiger Faktoren und tumorabhängiger Faktoren bei der Wahl der Operateurin oder des Operateurs

#### 5.2.4. Intra- und extraoperative Faktoren

Das postoperative Outcome ist abhängig von einem komplikationslosen und risikoarmen Verlauf einer Operation, weshalb zur genaueren Betrachtung intra- und postoperative Faktoren, wie die Dauer der Operation oder die intraoperative Ischämiezeit sowie der intraoperative Blutverlust oder die Gabe von Erythrozytenkonzentraten, erfasst wurden.

Die **Operationsdauer** dieser Studie lag im Mittel bei 186 Minuten. Die erfassten Operationen beinhalteten Nephrektomien und Nierenteilresektionen, sowohl in laparoskopischer als auch in Roboter-assistierter und offener Technik. Vergleichbare Studien konnten für laparoskopische Nierenteilresektionen eine mittlere Operationsdauer von 134 min (Bier et al., 2015) und für offene Operationen eine mittlere Operationsdauer von 90 min zeigen (Fornara et al., 2003). Demnach ist die mittlere Operationszeit der vorliegenden Studie als eher lang zu erachten, was jedoch in den unterschiedlichen Operationsarten begründet sein könnte (Nierenteilresektion vs. Nephrektomie).

Bezüglich des Einflusses der Erfahrung einer Operateurin und eines Operateurs auf die Operationsdauer konnte in der vorliegenden Studie ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der durchschnittlichen Dauer einer Operation und der Klassifikation der Operateurinnen und Operateure festgestellt werden ( $p=0,012$ ). Die Gruppe der Expertinnen und Experten wies eine signifikant kürzere Operationsdauer (Mittelwert: 183 min.) auf als die Assistenz- (193 min) und die Fachärztinnen und -ärzte (188 min.). Eine kurze Operationsdauer wurde dabei als risikoärmer und somit weniger komplikationsreich angesehen als eine längere Dauer. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die höchste Dauer einer Operation der Expertinnen und Experten bei 990 Minuten und damit fast doppelt so hoch wie die maximale Operationsdauer der anderen beiden Gruppen (449 und 520 Minuten) lag. Daher ist davon auszugehen, dass ohne Berücksichtigung dieses Extremwertes (im Rahmen eines einzelnen, besonders komplexen Falles) der Mittelwert der Operationsdauer der Expertinnen und Experten noch geringer wäre. Diese Tendenz lässt vermuten, dass die intraoperativen Abläufe einer Operation mit steigender Erfahrung der Operateurin oder des Operateurs und des Teams routinierter und somit weniger zeitintensiv waren. Bei einem Unterschied in der durchschnittlichen Operationsdauer von 5 bis 15 Minuten ist die klinische Relevanz dieser signifikant längeren Operationsdauer für das postoperative Outcome jedoch fragwürdig.

Meyer konnte in ihrer Studie aus dem Jahr 2020 ebenfalls einen Zusammenhang zwischen einer größeren Erfahrung eines Operateurs und einer signifikant kürzeren Operationszeit nach den ersten 100 Roboter-assistierten Operationen nachweisen (Meyer, 2020). Mottrie et al. wiesen eine signifikante Reduktion der Operationszeit bei RAPN von 125 Minuten (nach den

ersten 10 Operationen) auf weniger als 100 Minuten (bereits nach den ersten 20 Operationen) nach ( $p > 0,001$ ) (Mottrie et al., 2010). Die auffallend längeren Operationszeiten der vorliegenden Studie (im Mittel 196 Minuten im Vergleich zu 157 min (Meyer) und 91 Minuten (Mottrie et al.)) sind dabei am ehesten darin begründet, dass diese Studie nicht nur Nierenteilresektionen umfasste, wie die Studien von Mottrie et al. und Meyer, sondern dass auch komplexere Nephrektomien – teilweise mit vorliegender Thrombosierung der Vena Cava – in die Statistik mit einfließen.

Da eine **intraoperative Ischämiezeit** von mehr als 25 Minuten das Risiko eines Gewebeerlustes erhöht, sollte diese möglichst unter diesem Grenzwert gehalten werden (Krebsgesellschaft eV, 2018). Sie ist Teil der etablierten TRIFECTA Rate, welche zur Qualitätsbeurteilung von Operationen etabliert ist und neben der warmen Ischämiezeit auch die Dauer der Operation und das Vorliegen eines tumorfreien Resektionsrands beinhaltet (Hung et al., 2013). Die Ischämiezeit der vorliegenden Studie war in der Gruppe der Fachärztinnen und Fachärzte mit durchschnittlich 16,76 Minuten signifikant länger als bei den Assistenzärztinnen und Assistenzärzten mit 9,29 Minuten ( $p = 0,002$ ) und den Expertinnen und Experten mit durchschnittlich 15,04 Minuten ( $p = 0,031$ ). Der Unterschied zwischen der Gruppe der Assistenzärztinnen und Assistenzärzte und den Expertinnen und Experten war hingegen statistisch nicht signifikant. Diese Ergebnisse widersprechen teilweise bisherigen Daten der oben genannten Studie von Meyer, I. XCM aus dem Jahr 2020, welche einen gegenteiligen Zusammenhang, nämlich eine signifikant kürzere Ischämiezeit mit zunehmender Erfahrung einer chirurgischen Abteilung bei RAPN belegten. Innerhalb des erfassten Zeitraumes konnte in der unizentrischen Studie von Meyer, I. die Ischämiezeit innerhalb der ersten 500 RAPN von 19 auf 14 Minuten signifikant verringert werden ( $p < 0,001$ ) (Meyer, 2020). Auch Mottrie und De Naeyer zeigten eine signifikante Verringerung der warmen Ischämiezeit nach den ersten 20 Eingriffen eines Operateurs bei RAPN ( $p < 0,0001$ ). Während die Ischämiezeit nach den ersten zehn Eingriffen bei 28 Minuten lag, konnte sie mit Zunahme der Erfahrung nach den ersten 50 Eingriffen auf 15,8 Minuten gesenkt werden (Mottrie et al., 2010). Der Vergleich der vorliegenden Studie kann dabei aufgrund eines anderen Studiendesigns nur eingeschränkt mit den anderen Studien gezogen werden. Während Mottrie et al. und Meyer die Entwicklung der Daten im zeitlichen Verlauf erfassten und somit die Lernkurve einzelner Operateurinnen und Operateure untersuchten, lag in der vorliegenden Studie der Fokus auf dem Vergleich zwischen drei Gruppen von Operateurinnen und Operateuren mit unterschiedlichem Erfahrungsschatz. Nichtsdestotrotz bleibt zu erörtern, wieso die Fachärztinnen und Fachärzte dieser Studie signifikant längere Ischämiezeiten aufwiesen als Expertinnen und Experten und Assistenzärztinnen und -ärzte. In Zusammenschau dieser Ergebnisse mit der ebenfalls beobachteten Zunahme operativer Revisionen mit dem Erfahrungsschatz der Operateurinnen und Operateure

- wenn auch nicht statistisch signifikant - liegt die Vermutung nahe, dass das intra- und postoperative Outcome einem Patientenselektions-Bias unterlag. Geht man davon aus, dass die Anzahl und Schwere der Vorerkrankung Einfluss auf den Allgemeinzustand der Patientinnen und Patienten haben, so könnte man vermuten, dass die Gruppe der Assistenzärztinnen und -ärzte eher ein Patientinnen- und Patientengut operierte, welches in ihrer Gesamtheit allgemein weniger und weniger komplexe Vorerkrankungen aufwies und sich Fachärztinnen und Fachärzte eher komplizierteren Fällen widmeten. Eine spezifische Patientinnen- und Patientenselektion dieser Kohorte konnte anhand der Daten jedoch nicht bestätigt werden<sup>5</sup>. Auch eine Ergebnisverzerrung der intraoperativen Ischämiezeit durch etwaige Ausreißer oder extreme Werte konnte für keine der Gruppen identifiziert werden<sup>6</sup>. Eine mögliche Erklärung dieser Tendenz könnte jedoch sein, dass zum Zeitpunkt der Operation in Ischämie - als kritischstem Moment einer Operation - oftmals ein erfahrener Operateur der Assistenzärztin oder dem Assistenzarzt zur Hilfe kam und Operationsschritte übernahm. Die Operation in Ischämie stellt typischerweise den letzten Schritt in der chirurgischen Ausbildung dar. Somit könnte die durchschnittliche Ischämiezeit der Assistenzärztinnen und -ärzte durch das Eingreifen der Expertinnen und Experten im Nachhinein geringer sein, als sie es ohne deren Hilfe gewesen wäre. Eine weitere Erklärung für die vergleichbare mittlere Ischämiezeit der Expertinnen und Experten mit der Ischämiezeit der Assistenzärztinnen und -ärzte könnte in einer größeren Bereitschaft zur Operation in Ischämie mit Zunahme der Erfahrung liegen. Die Expertinnen und Experten operierten in 26,57 Prozent ihrer Operationen in Ischämie, während es bei den Assistenzärztinnen und -ärzten nur in knapp 9,79 Prozent der Fall war. Dies legt die Vermutung nah, dass Expertinnen und Experten auch bei kleineren Tumoren eher die Bereitschaft zeigten, in Ischämie zu operieren, um einen guten Überblick über das Operationsfeld zu erlangen und eine somit vermutlich eine generell höhere Bereitschaft zu längeren Ischämiezeiten zeigten.

Weiterhin wurde die Häufigkeit der Gabe von **Erythrozytenkonzentraten** intra- und extraoperativ untersucht. Da die Gabe von Erythrozytenkonzentraten auf einen erhöhten intra- oder extraoperativen Blutverlust hindeutet, kann eine geringe Gabe von Erythrozytenkonzentraten als Qualitätskriterium und Zeichen für einen komplikationsloseren Operationsverlauf interpretiert werden (Lent, 2010).

Der intraoperative Blutverlust und die **intraoperative Gabe von EKs** in der vorliegenden Studie unterschieden sich nicht signifikant zwischen den Gruppen. Die Assistenzärztinnen und-

---

<sup>5</sup> Siehe Kapitel 5.3. Der Einfluss patientinnen- /patientenabhängiger Faktoren und tumorabhängiger Faktoren bei der Wahl der Operateurin oder des Operateurs

<sup>6</sup> Siehe Kapitel 4.6.4.2. Dauer der intraoperativen Ischämie

ärzte wiesen demnach keine signifikant größeren intraoperativen Blutverluste auf als die Fachärztinnen und -ärzte oder Expertinnen und Experten. Andere Studien wiesen ambivalente Ergebnisse bezüglich eines Zusammenhangs zwischen der Erfahrung eines Operators und der Höhe des intraoperativen Blutverlustes urologischer Operationen nach. Meyer zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen intraoperativem Blutverlust und der Erfahrung der Operateurin oder des Operateurs (Meyer, 2020). Mottrie et al. dagegen konnten keine signifikante Abnahme des Blutverlustes mit zunehmender Erfahrung der Operateurin oder des Operateurs nachweisen ( $p = 0.86$ ) (Mottrie et al., 2010).

Ebenfalls als konträr zu diesen Ergebnissen anzusehen ist, dass die Anzahl der Gabe **extraoperativer Erythrozytenkonzentrate** in der Expertinnen- und Expertengruppe der vorliegenden Studie mit durchschnittlich 0,75 EKs signifikant höher war als in der Gruppe der Assistenzärztinnen und Assistenzärzte mit im Mittel 0,27 extraoperativen EKs ( $p=0,045$ ). Der Unterschied zwischen den Expertinnen und Experten und den Fachärztinnen und -ärzten (Mittelwert: 0,29) sowie zwischen den Assistenz- und Fachärztinnen und -ärzten war hingegen nicht statistisch signifikant ( $p=0,487$ ,  $p=0,699$ ).

Ein Selektions-Bias, der den Expertinnen und Experten multimorbide Patientinnen und Patienten zugeteilt hätte als Assistenzärztinnen und Assistenzärzten, kann als unwahrscheinlich angesehen werden<sup>7</sup>. Es fällt jedoch auf, dass mehr als die Hälfte (61,2 Prozent) der Patientinnen und Patienten mit makroskopischem Tumorthrombus der Vena Cava durch eine Expertin oder einen Experten operiert wurden. Dieses infiltrierende Wachstum kann unter anderem als ursächlich für die häufigere intraoperative Gabe an Erythrozytenkonzentraten gesehen werden. Als weitere Ursache für dieses Ergebnis besteht die Vermutung, dass Expertinnen und Experten häufiger Operationstechniken durchgeführt haben könnten, die mit größeren Blutverlusten einher gingen. Expertinnen und Experten operierten signifikant häufiger Roboter-assistiert als Assistenzärztinnen und Assistenzärzte, welche hingegen überhaupt nicht Roboter-assistiert operierten ( $p<0,05$ ). Die Assistenz- und Fachärztinnen und Fachärzte operierten dagegen am häufigsten in offener Technik. Ein Kruskal-Wallis Test und daraufhin paarweiser Vergleich der Gruppen konnte jedoch zeigen, dass es die offene Operationstechnik war, die mit signifikant häufigeren Gaben extraoperativer Erythrozytenkonzentraten einherging als eine laparoskopische oder Roboter-assistierte Operation ( $p= 0,009$ ,  $p= 0,035$ ). Somit kann die Operationstechnik als Grund für die signifikant häufigere Gabe von Erythrozytenkonzentraten bei den Expertinnen und Experten ausgeschlossen werden.

---

<sup>7</sup> Siehe Kapitel 5.3. Der Einfluss patientinnen- /patientenabhängiger Faktoren und tumorabhängiger Faktoren bei der Wahl der Operateurin oder des Operateurs

### 5.3. Der Einfluss patientinnen- /patientenabhängiger Faktoren und tumorabhängiger Faktoren bei der Wahl der Operateurin oder des Operateurs

Nach Betrachtung der Hauptfragestellung wurde untersucht, ob es patientinnen- und patienten- oder tumorabhängige Faktoren gab, die ausschlaggebend bei der Entscheidung für die Auswahl der Operateurin oder des Operateurs waren. Dazu wurde das Patientinnen- und Patientengut nach der Klassifikation ihrer Operateurin oder ihres Operateurs in drei Gruppen aufgeteilt und ihre Charakteristika miteinander verglichen. Weder die Art ( $p > 0,05$ ) noch die Anzahl der Vorerkrankungen ( $p > 0,05$ ) wiesen im Chi-Quadrat-Test einen statistisch signifikanten Einfluss auf die Auswahl der Operateurin oder des Operateurs auf. Auch der Patientinnen- und Patientenspezifische BMI ( $p = 0,059$ ), der ASA Score ( $p = 0,161$ ) und der Charlson Comorbidity Index ( $p = 0,554$ ) hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Auswahl der Operateurin und des Operateurs. Somit war das Patientengut der einzelnen Gruppen der Operateurinnen und Operateure In Bezug auf diese Faktoren miteinander vergleichbar und unterschied sich nicht signifikant voneinander. Bei Betrachtung der tumorspezifischen Daten konnte ebenfalls keine statistisch relevante Zuordnung größerer Tumoren und komplexerer Fälle zu einer bestimmten Klassifikation einer Operateurin oder eines Operateurs beobachtet werden. Die mediane Tumormgröße lag in den Gruppen der Expertinnen und Experten und der Fachärztinnen und Fachärzte jeweils bei 43 Millimetern und bei 44 Millimetern in der Gruppe der Assistenzärztinnen und Assistenzärzte. Auch für das TNM-Stadium oder das Vorliegen einer Hämangiosis- oder Lymphangiosis carcinomatosa konnte keine statistisch relevante Zuordnung gezeigt werden ( $p = 0,791$ ;  $p = 0,243$ ). Diese Daten lassen dementsprechend vermuten, dass die Auswahl der Operateurin und des Operateurs in unserer Kohorte ausgeglichen getroffen wurde. Somit kann die These, dass eine Zuordnung eines morbideren Patientinnen- und Patientenguts oder größerer Tumoren zu Operateurinnen und Operateuren mit mehr Erfahrung erfolgte, wie in Kapitel ‚4.5. Häufigkeitsverteilungen nach der Klassifikation der Operateurinnen und Operateure‘ vermutet, verworfen werden. Die beobachteten Ergebnisse sind somit nicht auf patientinnen- und patienten- oder tumorspezifische Faktoren zurückzuführen.

Zusammenfassend lässt sich für das postoperative Outcome nach Nephrektomie und Nierenteilresektion sagen, dass die Erfahrung eines Operateurs in der vorliegenden Studie keine signifikanten negativen Auswirkungen auf das postoperative Outcome im Sinne vermehrter Komplikationen einer Patientin oder eines Patienten hatte. Weder für die Roboter-assistierte noch für die laparoskopische oder offene (teilweise) Nephrektomie und Nierenteilresektion konnten signifikante Unterschiede des postoperativen Outcomes zwischen Operateurinnen und Operateuren mit viel und wenig Erfahrung gezeigt werden.

Obwohl Assistenzärztinnen und Assistenzärzte mit wenig Vorerfahrung aktiv an der chirurgischen Patientinnen- und Patientenversorgung teilhaben und die Eingriffe dieser Studie der



Klinik und Poliklinik für Urologie und Kinderurologie der Universitätsmedizin Mainz teilweise als Ausbildungsoperation stattfanden, konnte gezeigt werden, dass dies kein signifikant erhöhtes Risiko für postoperative Komplikationen darstellte. Daraus kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die deutsche Facharzt-Weiterbildungsordnung für Urologie einerseits die Vorgaben der chirurgischen Ausbildung abbildet, jedoch ebenso in ausreichendem Maß eine Patientinnen- und Patientensicherheit gewährleistet. Assistenzärztinnen und Assistenzärzte übernehmen zunächst die Rolle der Operations-Assistenz und können dann im Verlauf - durch die Übernahme einzelner Operationsschritte - weitere Erfahrungen sammeln und sich Expertise aneignen. Durch Erfüllung des Ausbildungskataloges, welcher eine Mindestanzahl an 250 urologischen Eingriffen erfordert, erlangt die Assistentin oder der Assistent die erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten zum eigenverantwortlichen Handeln (Bundesärztekammer, 2003). Die Operateurinnen und Operateure mit wenig chirurgischer Erfahrung agieren dabei stets unter Supervision eines Facharztes und werden langsam und schrittweise an das Operationsfeld herangeführt (Fisch and Chun, 2017). Dadurch können etwaige Komplikationen mithilfe des Eingreifens und der Supervision des erfahrenen Arztes verhindert und die Auswirkungen der Lernkurve auf die Prognose der Patientinnen und Patienten relativiert werden. Doch gerade im Zeitalter der Laparoskopie und der Roboter-assistierten Chirurgie gilt es, das Ausbildungskonzept fortlaufend zu hinterfragen und an die neuesten Entwicklungen der Chirurgie anzupassen. Durch moderne Simulationsprogramme können Chirurginnen und Chirurgen ihre Fertigkeiten und Methoden am Modell und ohne Risiko für Patientinnen und Patienten üben, bis sie die notwendigen Grundfertigkeiten zur Operation am Menschen beherrschen (Westermann et al., 2020).

Interessant und gleichzeitig beruhigend für Patientinnen und Patienten war der Blick auf andere chirurgische Fachrichtungen, wie der orthopädischen Chirurgie. Auch für Assistenzärztinnen und Assistenzärzte dieser Spezialisierung ließ sich in Ausbildungsoperationen, die durch Operationsteams mit wenig Vorerfahrung durchgeführt wurden, ein zufriedenstellendes Ergebnis zeigen (Rohe et al., 2021). Obwohl die Operationsdauer bei unerfahrenen Operateurinnen und Operateuren um 20,7 Minuten signifikant länger war und signifikant mehr Bluttransfusionen benötigt wurden, konnte im Auftreten postoperativer Komplikationen kein signifikanter Unterschied gezeigt werden (Rohe et al., 2021). Die Signifikanz der intraoperativen Faktoren der Studie von Rohe et al. war damit genau konträr zu den Ergebnissen der hier vorliegenden Studie aus der Urologie (hier operierten die Expertinnen und Experten signifikant länger und benötigten mehr Erythrozytenkonzentrate). Das postoperative Ergebnis und die Erkenntnis, dass Ausbildungsoperationen mit einem weniger erfahrenen Operationsteam kein Risiko für die Sicherheit von Patientinnen und Patienten darstellen, trifft jedoch erfreulicherweise für beide Fachrichtungen zu.

#### 5.4. Beurteilung der Studie

Diese retrospektive, unizentrische Analyse befasste sich mit Daten, die über einen Zeitraum von acht Jahren an der Klinik und Poliklinik für Urologie und Kinderurologie der Universitätsmedizin Mainz erfasst wurden. Es wurden Patientinnen- und Patientenbezogene Daten von insgesamt 1727 Fällen erhoben, bei denen eine Nephrektomie oder eine Nierenteilresektion durchgeführt wurde. Nach kritischer Patientinnen- und Patientenselektion und Ausschluss irrelevanter Fälle konnten somit noch 961 Patientinnen und Patienten in die Studie einbezogen werden, was als eine umfangreiche und somit aussagekräftige Kohortengröße betrachtet werden kann.

Das Patientinnen- und Patientenkollektiv wurde einer kritischen Auswahl unterzogen, bei welcher lediglich volljährige Patientinnen und Patienten mit vorliegendem Nierenzellkarzinom in die Studie aufgenommen wurden. Trotzdem deckte die Kohorte ein sehr heterogenes Patientinnen- und Patientengut ab, gemessen an Alter, Allgemeinzustand und Schwere der Tumorerkrankung. Es waren ab Erreichen der Volljährigkeit alle Altersgruppen vertreten. Außerdem waren sowohl multimorbide Patientinnen und Patienten mit komplexen, weit fortgeschrittenen Tumorerkrankungen, als auch kaum beeinträchtigte Patientinnen und Patienten in gutem Allgemeinzustand vertreten. Dementsprechend kann von einer für die deutsche Gesellschaft repräsentativen, heterogenen Kohorte ausgegangen werden.

Die Datenerhebung erfolgte retrospektiv anhand der Auswertung der im klinikinternen SAP-System erfassten Daten. Aufgrund der enormen Datenmenge und sehr großen Fallzahl erfolgte die Datenerhebung durch drei unterschiedliche Personen, was eine gewisse Inkonsistenz in der Erhebung zu Folge gehabt haben könnte. Besonders bei der Berechnung von Scoring-Systemen, wie dem Clavien-Dindo Score oder dem RENAL-Score, könnte eine gewisse Varianz resultiert haben, da radiologisches Bildmaterial ausgewertet und Faktoren wie Tumorausbreitung und Organinfiltration durch drei verschiedene Personen erhoben wurden. Die Erhebung der meisten Daten sollte jedoch personenunabhängig stattgefunden haben, da die standardisierte Erfassung operationsbezogener, objektiver Daten wie der Operationsdauer oder der Ischämiezeit keinerlei Varianz verursacht haben dürfte.

Einen wesentlichen Nachteil retrospektiver Analysen birgt jedoch die Unfähigkeit, Daten, die während des Aufenthaltes der Patientinnen und Patienten versäumt wurden zu erfassen, nur schwer nachträglich erhoben werden konnten. In diesen Fällen mussten einzelne Daten als fehlend angegeben werden. Daraus könnte eine Ungenauigkeit oder Verfälschung der Ergebnisse der Kohorte resultiert haben. Außerdem war die retrospektive Datenerhebung begrenzt auf die im präklinischen Studiendesign festgelegten Variablen. So wurden nur genau solche

postoperativen Komplikationen erfasst und in die Auswertung mit einbezogen, die zuvor als relevant erachtet wurden. Etwaige unerwartete Faktoren, wie spezielle postoperative Komplikationen, die eventuell sogar in signifikanter Häufigkeit aufgetreten sein könnten, wären dann nicht erfasst worden.

Ein weiterer Nachteil des retrospektiven Designs liegt im begrenzten Zeitraum des Follow-Ups. Die in der vorliegenden Studie untersuchten postoperativen Komplikationen traten entweder während des Zeitraums der Hospitalisierung auf oder die Patientinnen und Patienten wurden in einem kurzen Zeitraum nach Entlassung aufgrund der Komplikationen wieder stationär aufgenommen. Ein Follow-Up nach längerem Zeitraum erfolgte jedoch nicht.

Verglichen mit anderen Studien, die sich mit der Lernkurve eines Operators bei Nephrektomien und Nierenteilresektionen beschäftigten, war ein großer Vorteil dieses Designs, dass die Operateurinnen und Operateure nicht nur anhand ihrer postoperativen Ergebnisse bewertet wurden, sondern dass sie entsprechend ihrer Erfahrung im vorliegenden Zeitraum nach Gruppen klassifiziert wurden. Somit konnte das Outcome der Operationen getrennt für jede Erfahrungsgruppe betrachtet werden. Bei Erreichen der nächst höheren Qualifikation, zum Beispiel der Facharztqualifikation, wechselten die Operateurinnen und Operateure die Gruppierung und wurden in der nächst höheren Klassifikation erfasst. Dementsprechend genau konnte eine Assoziation zwischen der Erfahrung und den peri- und postoperativen Ergebnissen untersucht werden. Auch die Größe der Kohorte kann als sehr aussagekräftig erachtet werden. Vergleichbare Studien, die sich mit dem Outcome nach Nierenteilresektionen oder Nephrektomien in den letzten Jahren auseinandersetzten, beschäftigten sich teilweise nur mit der Lernkurve einer einzelnen Operateurin oder Operateurs, während in dieser Studie eine ganze urologische Abteilung über mehrere Jahre in ihren Ergebnissen verfolgt wurde.

Eine gewisse Ungenauigkeit dieses Designs kann jedoch in der geringen Anzahl der Gruppierungen der Operateurinnen und Operateure gesehen werden. Die chirurgische Erfahrung eines Operateurs kann nur schwer in kategorialen Variablen, erst recht nur schwer anhand von nur drei unterschiedlichen Klassifikationen, abgebildet werden. Die Expertise der Operateurinnen und Operateure war somit höchstwahrscheinlich auch innerhalb der einzelnen Gruppen stark schwankend. Beispielsweise ist eine Chirurgin oder ein Chirurg, der am Ende seiner Assistenzarztzeit steht, in seiner Erfahrung und seinem Können nur schwer mit einem Assistenzarzt vergleichbar, der seine erste Ausbildungsoperation durchführt. Trotz dieser Spannweite der Erfahrung mussten diese Chirurgeninnen und Chirurgen in dieser Studie innerhalb dieser Gruppen erfasst werden.

Essenziell für die Übertragbarkeit und die Bedeutsamkeit der Ergebnisse dieser Studie galt zu prüfen, ob das Patientinnen- und Patientengut und die Techniken und Umstände der praktizierten Operationen dieses Zentrums mit dem Standard anderer urologischer Zentren vergleichbar waren. Da gezeigt werden konnte, dass die Kohorte repräsentativ war, und die chirurgische Ausbildung einer Assistenzärztin oder Assistenzarztes in Deutschland an die Weiterbildungsordnung gebunden ist, kann davon ausgegangen werden, dass die erarbeiteten Ergebnisse dieser Arbeit übertragbar auf andere deutsche Lehrkrankenhäuser sind. Es konnten keinerlei negative Auswirkungen auf die Behandlungsqualität von Patientinnen und Patienten gezeigt werden, die im Rahmen der Behandlung ihres Nierenzellkarzinoms durch Chirurginnen und Chirurgen in Ausbildung operiert wurden. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass das Deutsche Weiterbildungssystem für Assistenzärztinnen und Assistenzärzte der Urologie die Patientinnen- und Patientensicherheit an Deutschen Lehrkrankenhäusern in ausreichendem Maß garantiert und gleichzeitig die Ausbildung deutscher Assistenzärztinnen und -ärzte voranbringt.

## 6 Zusammenfassung

Das Nierenzellkarzinom ist die zehnt-häufigste Tumorentität der Frau und die acht-häufigste Tumorentität des Mannes und - in Abhängigkeit von ihrer Größe und Infiltrationstiefe - potenziell kurativ behandelbar (Ralla, 2020). Da eine kurative Therapie jedoch nur bei kompletter chirurgischer Exzision des Tumors möglich ist, kommt der operativen Qualität sowie dem postoperativen Outcome ein besonderer Stellenwert in der Behandlung zu (Doehn and Krege, 2020).

Besonders in einem universitären Setting spielt auch die chirurgische Ausbildung der Assistenzärztinnen und Assistenzärzte eine wichtige Rolle, sodass diese an onkologischen Operationen aktiv teilhaben und ausgebildet werden (Bundesärztekammer, 2003). Aus diesem Grund zielt diese Arbeit darauf ab, zu untersuchen, ob die Erfahrung eines Operateurs oder einer Operateurin einen signifikanten Einfluss auf das postoperative Ergebnis einer Patientin oder eines Patienten mit einem Nierenzellkarzinom und somit Einfluss auf dessen Prognose hat. Dazu wurden in diese retrospektive Studie insgesamt 961 Patientinnen und Patienten eingeschlossen, die in den Jahren von 2009 bis 2017 in der Klinik für Urologie und Kinderurologie der Universitätsmedizin Mainz an einem Nierenzellkarzinom operiert wurden. Um die Erfahrung der Erst-Operateurinnen und Operateure zu klassifizieren, wurden diese als Assistenzärztinnen und Assistenzärzte, Fachärztinnen und Fachärzte und Expertinnen und Experten mit mindestens vier Jahren Facharzt-Erfahrung kategorisiert und das postoperative Outcome der drei Gruppen mittels statistischer Tests verglichen. Die Patientinnen und Patienten wurden auf das Auftreten und die Art postoperativer Komplikationen untersucht und ein Clavien-Dindo-Score für jeden komplikativen operativen Verlauf erhoben.

Dabei wurde bei insgesamt sieben Prozent der Patientinnen und Patienten eine Komplikation im Sinne einer Nachblutung, einer Wundheilungsstörung, einem Pleuraerguss, einer Dialysepflichtigkeit, einer Abszessbildung, einer Milzruptur oder einer Pankreasleckage beobachtet. Es ergab sich weder für die postoperative Komplikationsrate noch für den Grad des erhobenen Clavien-Dindo Scores ein statistisch relevanter Unterschied zwischen den Kategorien der Operateurinnen und Operateure und somit kein Zusammenhang zwischen postoperativen Komplikationen und der Erfahrung eines Operateurs.

Zur Identifikation etwaiger intraoperativer Komplikationen oder Risiken für ein schlechteres postoperatives Outcome wurden weitere Faktoren, wie die Dauer der Operation oder der intraoperativen Ischämie erfasst. Keine der drei Gruppen war mit einem erhöhten intraoperativen Blutverlust oder einer größeren Anzahl intraoperativ erforderlicher Erythrozytenkonzentrate

assoziiert. Die Dauer der Operationen war jedoch bei den Expertinnen und Experten im Vergleich zu den Assistenz- und Fachärzten signifikant länger. Die Ischämiezeit, welche ein Risiko eines Gewebeverlustes darstellt (Krebsgesellschaft eV, 2018), war in der Gruppe der Fachärztinnen und Fachärzte signifikant länger als bei den Assistenzärztinnen und Assistenzärzten und den Expertinnen und Experten. Außerdem konnte beobachtet werden, dass in der Expertinnen- und Expertengruppe signifikant mehr extraoperative Erythrozytenkonzentrate benötigt wurden als in der Gruppe der Assistenz- und Fachärztinnen und -ärzten. Eine systematische Zuweisung komplexerer Patientinnen- und Patientenfälle mit größerer Anzahl an Vorerkrankungen oder höherem Charlson Comorbidity Index (CCI) einer bestimmten Kategorie der Operateurinnen und Operateure konnte nicht nachgewiesen werden.

Zusammenfassend konnte gezeigt werden, dass die Operation durch eine Ärztin oder einen Arzt in Weiterbildung mit weniger Erfahrung keinen Nachteil für die Patientin oder den Patienten im Sinne vermehrter postoperativer Komplikationen oder schlechterem postoperativem Outcome mit sich bringt, verglichen mit der Behandlung durch eine Expertin oder einen Experten. Die Ausbildung eines Assistenzarztes in Deutschland erfolgt durch schrittweises Erlernen operativer Fähigkeiten unter ständiger Supervision einer erfahrenen Ärztin oder Arztes, um Qualitätsstandards und ein zufriedenstellendes Niveau garantieren zu können.

## 7 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: TNM-Klassifikation 2010 mit übernommenen Modifikationen (Zigeuner et al., 2015).....	17
Tabelle 2: Stadieneinteilung der UICC (Union for International Cancer Control, 7. Edition, 2010) (Brierley et al., 2017) .....	18
Tabelle 3: IMDC (International Metastatic RCC Database Consortium) Risikomodell für das metastasierte Nierenzellkarzinom.....	30
Tabelle 4: Klassische Charlson Comorbidity Index - Gewichtung (Charlson, 2020) .....	30
Tabelle 5: Clavien-Dindo Klassifikation, übersetzt aus dem Englischen (Ternavasio-de la Vega et al., 2018).....	32
Tabelle 6: Geschlechterverteilung der Kohorte (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent) .	39
Tabelle 7: Häufigkeitsverteilung der Vorerkrankungen (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent) .....	40
Tabelle 8: Operations-Art (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent).....	43
Tabelle 9: Operations-Technik (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent).....	43
Tabelle 10: Häufigkeiten postoperativer Komplikationen (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent) .....	45
Tabelle 11: Häufigkeiten und Arten postoperativer Komplikationen (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent).....	45
Tabelle 12: Häufigkeitsverteilung des Clavien-Dindo Scores (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent) .....	46
Tabelle 13: Häufigkeit operativer Revisionen (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent) ....	46
Tabelle 14: Vorerkrankungen und Postoperative Komplikationen (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent).....	49
Tabelle 15: Vorerkrankungen und postoperative Komplikationen (2) (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent).....	49
Tabelle 16: Häufigkeitsverteilung der Tumorgröße bei Patientinnen und Patienten mit und ohne operative Revision .....	53
Tabelle 17: Tumorgrößenverteilung nach Art der Operation .....	56
Tabelle 18: Häufigkeitsverteilung des ASA Scores nach Operations-Technik (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent).....	57
Tabelle 19: ASA Score nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent).....	63
Tabelle 20: Tumorgröße nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs .....	64
Tabelle 21: Häufigkeiten der Operationsarten nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent) .....	69
Tabelle 22: Operationstechnik nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent).....	70
Tabelle 23: Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und Postoperative Komplikationen (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent) .....	72
Tabelle 24: Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und Clavien-Dindo Score (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent der Gesamtzahl) .....	73
Tabelle 25: Klassifikation der Operateurin und des Operateurs und gruppiertes Clavien-Dindo Score (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent innerhalb der Klassifikation der Operateurinnen und Operateure).....	74
Tabelle 26: Häufigkeiten operativer Revisionen nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent).....	74
Tabelle 27: Einfluss der Operateurin und des Operateurs auf intra- und extraoperative Faktoren.....	79
Tabelle 28: Übersichtstabelle – Unterschiede zwischen den Klassifikationen der Operateure im paarweisen Vergleich des Kruskal-Wallis-Test.....	80

## 8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Update der EAU Guidelines für die Erstlinientherapie des metastasierten Nierenzellkarzinoms (Urology, 2021).....	27
Abbildung 2: Häufigkeitsverteilung des CCI als Balkendiagramm .....	41
Abbildung 3: Häufigkeitsverteilung des ASA Scores als Balkendiagramm.....	42
Abbildung 4: Verteilung des BMI nach postoperativen Komplikationen, dargestellt als Boxplot-Diagramme .....	47
Abbildung 5: Anzahl postoperativer Komplikationen nach ASA Score, dargestellt als Balkendiagramm .....	50
Abbildung 6: Anzahl Operativer Revisionen nach ASA Score als Balkendiagramm .....	51
Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der Tumorgröße, dargestellt als Boxplot-Diagramm .....	52
Abbildung 8: Tumorgrößenverteilung nach Operationstechnik dargestellt als Boxplot-Diagramme .....	55
Abbildung 9: Tumorgrößenverteilung nach Art der Operation, dargestellt als Boxplot-Diagramme .....	56
Abbildung 10: BMI nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs, dargestellt als Boxplot-Diagramm .....	60
Abbildung 11: Charlson Comorbidity Index nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs, dargestellt als Boxplot-Diagramm .....	61
Abbildung 12: Häufigkeitsverteilung des ASA Scores nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs, dargestellt als Boxplot-Diagramm .....	62
Abbildung 13: Tumorgröße nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs, , dargestellt als Boxplot-Diagramm .....	63
Abbildung 14: Postoperative Komplikationen nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs, dargestellt als Balkendiagramm.....	72
Abbildung 15: Operationsdauer nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs, dargestellt als Boxplot-Diagramm .....	76
Abbildung 16: Ischämiezeit nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs, dargestellt als Boxplot-Diagramm .....	77
Abbildung 17: Extraoperative EKs nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs, dargestellt als Boxplot-Diagramme .....	78



## 9 Literaturverzeichnis

- IMDC (International Metastatic RCC Database Consortium) Risk Model for Metastatic Renal Cell Carcinoma.
- ARNOLD, H., MEYER, C., SALEM, J., RASPE, M., STRUCK, J. & BORGMANN, H. 2017. Weiterbildungs-und Arbeitsbedingungen urologischer Assistenzärzte in Deutschland. *Der Urologe*, 56, 1311-1319.
- ARORA RD, L. F. Jan 2020, Updated 2020 Oct 16. Renal Clear Cell Cancer. *StatPearls*
- AUSTIN, S. R., WONG, Y. N., UZZO, R. G., BECK, J. R. & EGGLESTON, B. L. 2015. Why Summary Comorbidity Measures Such As the Charlson Comorbidity Index and Elixhauser Score Work. *Med Care*, 53, e65-72.
- B. LJUNGBERG (CHAIR), L. A., K. BENSALAH, A. BEX (VICE-CHAIR), R.H. GILES (PATIENT ADVOCATE), M. HORA, M.A. KUCZYK, T. LAM,, L. MARCONI, A. S. M., T. POWLES, M. STAEHLER, A. VOLPE GUIDELINES ASSOCIATES: Y. ABU-GHANEM, S. DABESTANI, & S. FERNÁNDEZ-PELLO MONTES, F. H., T. KUUSK, R. TAHBAZ 2020. EAU GUIDELINES ON RENAL CELL CARCINOMA. Uroweb - European Association of Urology, Limited update March 2020.
- BANAPOUR, P., ABDELSAYED, G. A., BIDER-CANFIELD, Z., ELLIOTT, P. A., KILDAY, P. S. & CHIEN, G. W. 2018. Nephrometry score matched robotic vs. laparoscopic vs. open partial nephrectomy. *J Robot Surg*, 12, 679-685.
- BARBARA BLEISCH, C. R. 2020. Aktuelle Therapieoptionen beim metastasierten Nierenzellkarzinom. *Info Onkologie & Hämatologie*, Ausgabe 6, Dezember 2020, 6-9.
- BEDKE, J. & GOEBELL, P. J. 2014. Im Fokus—das Nierenzellkarzinom. *Info Onkologie*, 17, 23-26.
- BENNINGHOFF, A., DRENCKHAHN 2004. Makroskopische Anatomie, Embryologie und Histologie des Menschen.
- BIER, S., TODENHÖFER, T., AUFDERKLAMM, S., HENNENLOTTER, J., MISCHINGER, J., SIM, A., BÖTTGE, J., RAUSCH, S., HALALSHEH, O. & STENZL, A. 2015. Laparoskopische Nierenteilresektion bei Nierentumoren. *Der Urologe*, 54, 826-831.
- BOECKMANN, W. & JAKSE, G. 1994. Nierenzellkarzinome. In: RÜBBEN, H. (ed.) *Uroonkologie*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- BRIERLEY, J. D., GOSPODAROWICZ, M. K. & WITTEKIND, C. 2017. TNM classification of malignant tumours, John Wiley & Sons.
- BUCHBINDER, E. & HODI, F. S. 2015. Cytotoxic T lymphocyte antigen-4 and immune checkpoint blockade. *The Journal of Clinical Investigation*, 125, 3377-3383.
- BUNDESÄRZTEKAMMER. 2003. Muster-Logbuch - Dokumentation der Weiterbildung gemäß (Muster-) Weiterbildungordnung (MWBO) über die Facharztausbildung - Urologie [Online]. Available: [https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/MLogbuch-33-FA-Urologie.pdf](https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/MLogbuch-33-FA-Urologie.pdf) [Accessed 20.11.2020 2020].
- CHARLSON, D. M. 2020. Charlson Comorbidity Index (CCI).
- COMMITTEE ON ECONOMICS, A. S. O. A. 2020. ASA Physical Status Classification System.
- CORDIER, J., NEISIUS, A., THOMAS, C., HAMPEL, C., THÜROFF, J. W., BRENNER, W. & ROOS, F. C. 2015. [Perioperative Outcomes in Correlation to the Learning Curve for Robotic Assisted Partial Nephrectomy: The First 109 Cases of our Clinic]. *Aktuelle Urol*, 46, 461-6.
- CULLEN, D. J., APOLONE, G., GREENFIELD, S., GUADAGNOLI, E. & CLEARY, P. 1994. ASA Physical Status and age predict morbidity after three surgical procedures. *Ann Surg*, 220, 3-9.
- DAGENAIS, J., BERTOLO, R., GARISTO, J., MAURICE, M. J., MOURACADE, P., KARA, O., CHAVALI, J., LI, J., NELSON, R., FERGANY, A., ABOUASSALY, R. & KAOUK, J. H. 2019. Variability in Partial Nephrectomy Outcomes: Does Your Surgeon Matter? *European Urology*, 75, 628-634.

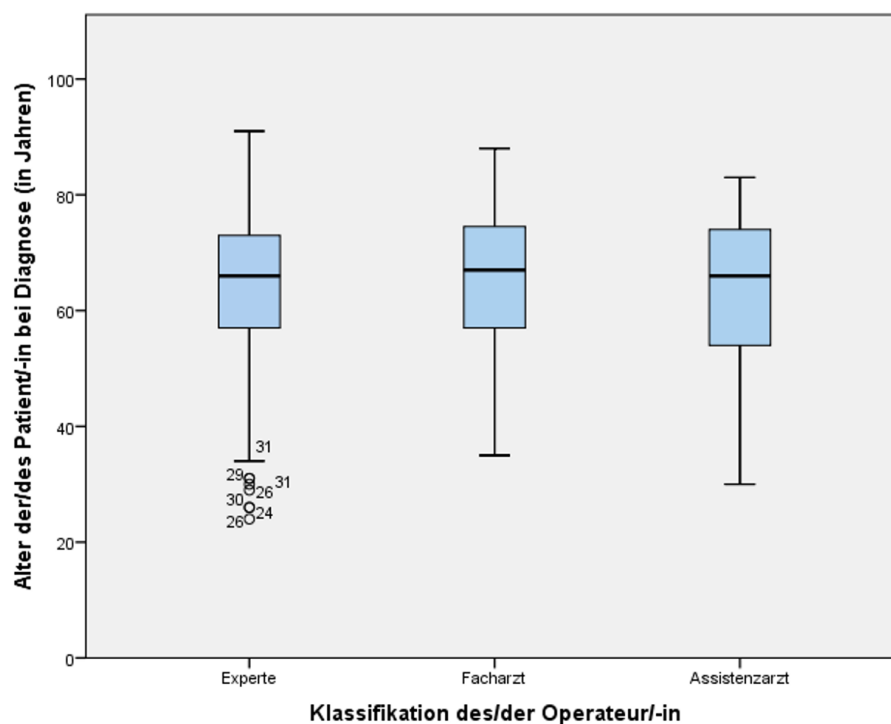
- DE PERALTA-VENTURINA, M., MOCH, H., AMIN, M., TAMBOLI, P., HAILEMARIAM, S., MIHATSCH, M., JAVIDAN, J., STRICKER, H., RO, J. Y. & AMIN, M. B. 2001. Sarcomatoid differentiation in renal cell carcinoma: a study of 101 cases. *Am J Surg Pathol*, 25, 275-84.
- DEUTSCHE-APOTHEKER-ZEITUNG 2006. Aus der Forschung: mTOR als neues Ziel in der Onkologie. *Deutsche Apotheker Zeitung*, Nr. 31, 34.
- DISTLER, F. & PAHERNIK, S. 2019. Lokale Therapie des Nierenzellkarzinoms. *Der Onkologe*, 25, 512-516.
- DOEHN, C. & KREGE, S. 2020. Aktualisierung der S3-Leitlinie Nierenzellkarzinom. *Uro-News*, 24, 20-23.
- DR. ALEXANDER KUTIKOV, D. R. U. 2020. RENAL Nephrometry Score.
- DUBE, H., BAHLER, C. D. & SUNDARAM, C. P. 2015. The learning curve and factors affecting warm ischemia time during robot-assisted partial nephrectomy. *Indian J Urol*, 31, 223-8.
- DUDANI, S., DE VELASCO, G., WELLS, J. C., GAN, C. L., DONSKOV, F., PORTA, C., FRACCON, A., PASINI, F., LEE, J. L. & HANSEN, A. 2021. Evaluation of clear cell, papillary, and chromophobe renal cell carcinoma metastasis sites and association with survival. *JAMA network open*, 4, e2021869-e2021869.
- ELLIS, P. D. 2010. *The Essential Guide to Effect Sizes: Statistical Power, Meta-Analysis, and the Interpretation of Research Results*, Cambridge, Cambridge University Press.
- FIEBIG, J. & KRAYWINKEL, K. 2019. Epidemiologie des Nierenzellkarzinoms in Deutschland.
- FISCH, M. & CHUN, F. 2017. *Hinmans Atlas der urologischen Chirurgie*, Elsevier Health Sciences.
- FORNARA, P. & HODA, M. R. 2011. Das Nierenzellkarzinom. *Der Urologe*, 50, 219.
- FORNARA, P., ZACHARIAS, M., STEINACKER, M., DOEHN, C. & JOCHAM, D. 2003. Laparoskopische vs. offene Nephrektomie. *Der Urologe*, Ausgabe A, 42, 197-204.
- FREES, S., KAMAL, M. M., KNOECHLEIN, L., BELL, R., ZIESEL, C., NEISIUS, A., THOMAS, C., BRENNER, W., JÄGER, W., THÜROFF, J. W. & ROOS, F. C. 2016. Differences in Overall and Cancer-specific Survival of Patients Presenting With Chromophobe Versus Clear Cell Renal Cell Carcinoma: A Propensity Score Matched Analysis. *Urology*, 98, 81-87.
- GESELLSCHAFT DER EPIDEMIOLOGISCHEN KREBSREGISER IN DEUTSCHLAND E.V. (GEKID), Z. F. K. 2020a. Krebs in Deutschland für 2015/2016. 12. Ausgabe, Korrigierte Fassung vom 17.08.2020, 17.
- GESELLSCHAFT DER EPIDEMIOLOGISCHEN KREBSREGISER IN DEUTSCHLAND E.V. (GEKID), Z. F. K. 2020b. Krebs in Deutschland für 2015/2016 - Niere. 12. Ausgabe, Korrigierte Fassung vom 17.08.2020, 106-109.
- GILL, I. S., MATIN, S. F., DESAI, M. M., KAOUK, J. H., STEINBERG, A., MASCHA, E., THORNTON, J., SHERIEF, M. H., STRZEMPKOWSKI, B. & NOVICK, A. C. 2003. Comparative analysis of laparoscopic versus open partial nephrectomy for renal tumors in 200 patients. *J Urol*, 170, 64-8.
- GIRNDT, M., TROCCHI, P., SCHEIDT-NAVE, C., MARKAU, S. & STANG, A. 2016. Prävalenz der eingeschränkten Nierenfunktion.
- GRIMM, M.-O., DOEHN, C. & KREGE, S. 2020. Nierenzellkarzinom. *Der Urologe*, 59, 133-134.
- GUDDATI, A. K. & MARAK, C. P. 2012. Pulmonary Lymphangitic Carcinomatosis due to Renal Cell Carcinoma. *Case Reports in Oncology*, 5, 246-252.
- HAFERKAMP, A., PRITSCH, M., BEDKE, J., WAGENER, N., PFITZENMAIER, J., BUSE, S. & HOHENFELLNER, M. 2008. The influence of body mass index on the long-term survival of patients with renal cell carcinoma after tumour nephrectomy. *BJU Int*, 101, 1243-6.
- HAKENBERG, O. & WIRTH, M. 2001. Die operative Therapie des Nierenzellkarzinoms. *Der Onkologe*, 7, 743-750.
- HEIDEMANN, C., KUHNERT, R., BORN, S. & SCHEIDT-NAVE, C. 2017. 12-Monats-Prävalenz des bekannten Diabetes mellitus in Deutschland.

- HOLTKAMP, W. 2020. Krebs rechtzeitig erkennen. Krebs. Springer.
- HUNG, A. J., CAI, J., SIMMONS, M. N. & GILL, I. S. 2013. "Trifecta" in partial nephrectomy. *J Urol*, 189, 36-42.
- JANSSEN, M., TREIYER, E., SAAR, M., OHLMANN, C.-H., KAMRADT, J., JUNKER, K., STÖCKLE, M. & SIEMER, S. 2012. Organerhaltende Nierenchirurgie 2012. *Aktuelle Urologie*, 43, 399-402.
- JOST, L. Das Nierenzellkarzinom. *Swiss Medical Forum*, 2003. EMH Media, 614-619.
- KRABBE, L. M., BAGRODIA, A., MARGULIS, V. & WOOD, C. G. 2014. Surgical management of renal cell carcinoma. *Semin Intervent Radiol*, 31, 27-32.
- KREBSGESELLSCHAFT EV, D. 2018. *Urologische Tumoren*, Elsevier Health Sciences.
- KUNKLE, D. A., EGLESTON, B. L. & UZZO, R. G. 2008. Excise, ablate or observe: the small renal mass dilemma--a meta-analysis and review. *J Urol*, 179, 1227-33; discussion 1233-4.
- KUROSCH, M., REITER, M. & HAFERKAMP, A. 2014. Epidemiologie, Diagnostik und chirurgische Therapie des Nierenzellkarzinoms. *Der Onkologe*, 20, 899-910.
- LEITLINIENPROGRAMM ONKOLOGIE (DEUTSCHE KREBSGESELLSCHAFT, D. K., AWMF) 2017. Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Nierenzellkarzinoms, Langversion 1.2. AWMF Registernummer: 043/017OL.
- LENT, V. 2010. Transfusionsbedarf bei Operationen in der Urologie: Ein Qualitätskriterium?
- LI, W., CHENG, Y., CHENG, Y., REN, H. & HAN, N. 2014. Clinical efficacy of radical nephrectomy versus nephron-sparing surgery on localized renal cell carcinoma. *Eur J Med Res*, 19, 58.
- LJUNGBERG, B., BENSALAH, K., CANFIELD, S., DABESTANI, S., HOFMANN, F., HORA, M., KUCZYK, M. A., LAM, T., MARCONI, L., MERSEBURGER, A. S., MULDER, P., POWLES, T., STAEHLER, M., VOLPE, A. & BEX, A. 2015. EAU Guidelines on Renal Cell Carcinoma: 2014 Update. *European Urology*, 67, 913-924.
- MCDERMOTT, D. F., DRAKE, C. G., SZNOL, M., CHOUERI, T. K., POWDERLY, J. D., SMITH, D. C., BRAHMER, J. R., CARVAJAL, R. D., HAMMERS, H. J., PUZANOV, I., HODI, F. S., KLUGER, H. M., TOPALIAN, S. L., PARDOLL, D. M., WIGGINTON, J. M., KOLLIA, G. D., GUPTA, A., MCDONALD, D., SANKAR, V., SOSMAN, J. A. & ATKINS, M. B. 2015. Survival, Durable Response, and Long-Term Safety in Patients With Previously Treated Advanced Renal Cell Carcinoma Receiving Nivolumab. *J Clin Oncol*, 33, 2013-20.
- MCDERMOTT, D. F., HUSENI, M. A., ATKINS, M. B., MOTZER, R. J., RINI, B. I., ESCUDIER, B., FONG, L., JOSEPH, R. W., PAL, S. K., REEVES, J. A., SZNOL, M., HAINSWORTH, J., RATHMELL, W. K., STADLER, W. M., HUTSON, T., GORE, M. E., RAVAUD, A., BRACARDA, S., SUÁREZ, C., DANIELLI, R., GRUENWALD, V., CHOUERI, T. K., NICKLES, D., JHUNJHUNWALA, S., PIAULT-LOUIS, E., THOBHANI, A., QIU, J., CHEN, D. S., HEGDE, P. S., SCHIFF, C., FINE, G. D. & POWLES, T. 2018. Clinical activity and molecular correlates of response to atezolizumab alone or in combination with bevacizumab versus sunitinib in renal cell carcinoma. *Nat Med*, 24, 749-757.
- MEYER, I. X. 2020. Retrospektive Analyse der perioperativen Ergebnisse von 500 roboterassistierten Nierenteilresektionen innerhalb von 10 Jahren unter besonderer Berücksichtigung der Lernkurve.
- MILLER, K., BERGMANN, L., DOEHN, C., GRÜNWALD, V., GSCHWEND, J. E., IVANYI, P., KEILHOLZ, U. & KUCZYK, M. A. 2020. [Interdisciplinary recommendations for the treatment of advanced metastatic renal cell carcinoma]. *Aktuelle Urol*, 51, 572-581.
- MITROPOULOS, D., ARTIBANI, W., BIYANI, C. S., BJERGGAARD JENSEN, J., ROUPRËT, M. & TRUSS, M. 2018. Validation of the Clavien-Dindo Grading System in Urology by the European Association of Urology Guidelines Ad Hoc Panel. *Eur Urol Focus*, 4, 608-613.
- MOTTRIE, A., DE NAEYER, G., SCHATTEMAN, P., CARPENTIER, P., SANGALLI, M. & FICARRA, V. 2010. Impact of the learning curve on perioperative outcomes in patients who underwent robotic partial nephrectomy for parenchymal renal tumours. *Eur Urol*, 58, 127-32.

- PAHERNIK, S. & HOHENFELLNER, M. 2011. Operative Therapie des Nierenzellkarzinoms. *Der Nephrologe*, 6, 323-330.
- PHILLIPS, J., CATTO, J. W., LAVIN, V., DOYLE, D., SMITH, D. J., HASTIE, K. J. & OAKLEY, N. E. 2005. The laparoscopic nephrectomy learning curve: a single centre's development of a de novo practice. *Postgrad Med J*, 81, 599-603.
- PORPIGLIA, F., BERTOLO, R., AMPARORE, D. & FIORI, C. 2013. Margins, ischaemia and complications rate after laparoscopic partial nephrectomy: impact of learning curve and tumour anatomical characteristics. *BJU Int*, 112, 1125-32.
- RALLA, B. 2020. Prognosefaktoren und Therapiestrategien bei Patienten mit lokal fortgeschrittenem oder metastasiertem Nierenzellkarzinom.
- RALLA, B., BUHL, S., GORANOVA, I., MAXEINER, A., FRIEDERSDORFF, F., MAGHELI, A., HINZ, S., FULLER, F. T., MILLER, K. & BUSCH, J. 2020. Peri- und postoperatives Ergebnis nach Nierentumor Chirurgie bei pT1/pT2-Nierenzellkarzinom – eine retrospektive Zentrumsanalyse der funktionellen und onkologischen Ergebnisse. *Tumor Diagnostik & Therapie*, 41, 384-392.
- REMZI, M., OZSOY, M., KLINGLER, H. C., SUSANI, M., WALDERT, M., SEITZ, C., SCHMIDBAUER, J. & MARBERGER, M. 2006. Are small renal tumors harmless? Analysis of histopathological features according to tumors 4 cm or less in diameter. *J Urol*, 176, 896-9.
- ROHE, S., BRODT, S., WINDISCH, C., MATZIOLIS, G. & BÖHLE, S. 2021. Patientensicherheit in der endoprothetischen Weiterbildung. *Der Orthopäde*.
- ROOS, F., RÜBBEN, H., STIEF, C., STÖCKLE, M. & THÜROFF, J. 2010. Operative Therapie des Nierenzellkarzinoms. *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 135, 245-249.
- RUPP, N. J., MISCHO, A. & MOCH, H. 2017. Neue und vielversprechende molekulare Therapieoptionen in verschiedenen Subtypen des Nierenzellkarzinoms. *Therapeutische Umschau*, 74, 171-179.
- RYAN, J., MACCRAITH, E., DAVIS, N. F. & MCLORNAN, L. 2019. A systematic management algorithm for perioperative complications after robotic assisted partial nephrectomy. *Can Urol Assoc J*, 13, E371-e376.
- SACHSINGER, J. 2003. Untersuchungen zu diagnostischen und therapeutischen Aspekten der Telomerase beim Nierenzellkarzinom. In: CHARITÉ (ed.) *Dissertationen Charité*.
- SCHNITTERT, U. 2020. *Anatomie und Physiologie der menschlichen Nieren. Neu in der Dialyse*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- SOISRITHONG, C., SIRISREETREERUX, P., SANGKUM, P., KIJVIKAI, K., VISESHSINDH, W., KONGCHAREONSOMBAT, W., LEENANUPUNTH, C., KOCHAKARN, W. & JENJITRANANT, P. 2021. Comparative outcomes and predictive assessment of trifecta in open, laparoscopic, and robotic-assisted partial nephrectomy cases with renal cell carcinoma: a 10-year experience at Ramathibodi Hospital. *Research and Reports in Urology*, 13, 425.
- STECK, H. R. H. 2010. Der prognostische Einfluss des Body Mass Index auf das Überleben Von Patienten mit Nierenzellkarzinom nach Tumornephrektomie.
- STEINLEIN, O. K., ERTL-WAGNER, B., RUZICKA, T. & SATTLER, E. C. 2018. Birt-Hogg-Dubé-Syndrom: ein zu selten diagnostiziertes erbliches Tumorsyndrom. *JDDG: Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 16, 278-284.
- TERNAVASIO-DE LA VEGA, H. G., CASTAÑO-ROMERO, F., RAGOZZINO, S., SÁNCHEZ GONZÁLEZ, R., VAQUERO-HERRERO, M. P., SILLER-RUIZ, M., SPALTER-GLICBERG, G., RAMÍREZ-BAUM, C., RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, S., GARCÍA-SÁNCHEZ, J. E., GARCÍA-GARCÍA, I. & MARCOS, M. 2018. The updated Charlson comorbidity index is a useful predictor of mortality in patients with *Staphylococcus aureus* bacteraemia. *Epidemiology and Infection*, 146, 2122-2130.
- VAN POPPEL, H., DA POZZO, L., ALBRECHT, W., MATVEEV, V., BONO, A., BORKOWSKI, A., MARECHAL, J. M., KLOTZ, L., SKINNER, E., KEANE, T., CLAESSENS, I. & SYLVESTER, R. 2007. A prospective randomized EORTC intergroup phase 3 study comparing the complications of elective nephron-sparing

- surgery and radical nephrectomy for low-stage renal cell carcinoma. *Eur Urol*, 51, 1606-15.
- WANG, Y.-D., HUANG, C.-P., CHANG, C.-H., WU, H.-C., YANG, C.-R., WANG, Y.-P. & HSIEH, P.-F. 2019. The role of RENAL, PADUA, C-index, CSA nephrometry systems in predicting ipsilateral renal function after partial nephrectomy. *BMC Urology*, 19, 72.
- WELLE, K. & LAGE, G. 2018. *Journal of Health Monitoring*. *Journal of Health Monitoring*, 3.
- WESTERMANN, A. M., LIMPACH, M., ACKERMANN, J., MAASS, N., HEINRICHS, B. & ALKATOUT, I. 2020. Ethische Betrachtung der operativen Ausbildung im Kontext moderner operativer Verfahren.
- WILLEMS, L. M., STRZELCZYK, A. & ROSENOW, F. 2021. Everolimus als krankheitsspezifische Therapieoption bei mit tuberöser Sklerose assoziierter, therapierefraktärer Epilepsie – ein systematischer Überblick. *Zeitschrift für Epileptologie*.
- ZEUSCHNER, P., MEYER, I., SIEMER, S., STOECKLE, M., WAGENPFEIL, G., WAGENPFEIL, S., SAAR, M. & JANSSEN, M. 2021a. Three Different Learning Curves Have an Independent Impact on Perioperative Outcomes After Robotic Partial Nephrectomy: A Comparative Analysis. *Ann Surg Oncol*, 28, 1254-1261.
- ZEUSCHNER, P. & SIEMER, S. 2020. Neue Aspekte zur Therapie des lokal begrenzten Nierenzellkarzinoms. *Der Urologe*, 59, 142-148.
- ZEUSCHNER, P., ZACCAGNINO, A. & JUNKER, K. 2021b. Biomarker: der Weg zur individualisierten Therapie bei Nierenzelltumoren. *Aktuelle Urologie*.
- ZIGEUNER, R., GOLBECK, S. V. & PICHLER, M. 2015. Nierenparenchyttumoren. In: MICHEL, M. S., THÜROFF, J. W., JANETSCHKE, G. & WIRTH, M. (eds.) *Die Urologie*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- ZINSSIUS, D., JÜNEMANN, K.-P., GEIGER, F., HAMANN, C., SEILER, F. & OSMONOV, D. 2019. Evaluation von Padua-und RENAL-Score hinsichtlich ihrer Aussagekraft und Implikationen auf das perioperative Management bei der partiellen Nephrektomie. *Aktuelle Urologie*.

## 10 Anhang



**Anhang: Abbildung 1: Altersverteilung bei Diagnosestellung nach Klassifikation der Operateurinnen und Operateure anhand von drei Boxplot-Diagrammen**

**Anhang: Tabelle 1: Body-Mass-Index – Größenverteilung bei Revision**

	Anzahl	22
	Fehlend	1
Keine Angabe	Mittelwert	27,187
	Median	26,957
	Minimum	16,4
	Maximum	36,1
		Anzahl
	Fehlend	0
Postoperative Revision	Mittelwert	27,716
	Median	27,118
	Minimum	19,6
	Maximum	37,6
		Anzahl
	Fehlend	11
keine Revision	Mittelwert	28,122
	Median	27,305
	Minimum	15,6
	Maximum	87,8

**Anhang: Tabelle 2: ASA Score und postoperative Komplikationen**

		keine / unbekannte Kom- plikationen	Komplikationen vorhan- den	Gesamt
<b>ASA 1</b>	Anzahl	25	0	25
	%	100,0	0,0	100,0
<b>ASA 2</b>	Anzahl	443	30	473
	%	93,7	6,3	100,0
<b>ASA 3</b>	Anzahl	367	30	397
	%	92,4	7,6	100,0
<b>ASA 4</b>	Anzahl	26	5	31
	%	83,9	16,1	100,0
<b>Gesamt</b>	Anzahl	861	65	926
	%	93,0	7,0	100,0

**Anhang: Tabelle 3: ASA Score und operative Revision (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

		Operative Revision	keine Revision	Gesamt
<b>ASA 1</b>	Anzahl	0	24	24
	%	0,0	100,0	100,0
<b>ASA 2</b>	Anzahl	12	452	464
	%	2,6	97,4	100,0
<b>ASA 3</b>	Anzahl	20	366	386
	%	5,2	94,8	100,0
<b>ASA 4</b>	Anzahl	2	28	30
	%	6,7	93,3	100,0
<b>Gesamt</b>	Anzahl	34	870	904
	%	3,8	96,2	100,0

**Anhang: Tabelle 4: Histologische Tumoreigenschaft und Postoperative Komplikationen (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

		keine / unbekannte Kom- plikationen	Komplikationen vor- handen	Gesamt
klarzellig	Anzahl	649	48	697
	%	93,1	6,9	100,0
papillär	Anzahl	175	14	189
	%	92,6	7,4	100,0
chromophob	Anzahl	53	3	56
	%	94,6	5,4	100,0
<b>Gesamt</b>	Anzahl	877	65	942
	%	93,1	6,9	100,0

**Anhang: Tabelle 5: Vorerkrankungen nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

		<b>Expert/- in</b>	<b>Facharzt/- ärztin</b>	<b>Assistenz- arzt/-ärztin</b>	<b>Gesamt</b>	<b>p-Wert</b>
Art. Hypertonie	Anzahl	251	121	59	431	0,551
	%	72,3	72,5	67,0		
onkologische Vor- erkrankung	Anzahl	92	50	31	173	0,406
	%	26,5	29,9	35,2		
Diabetes Mellitus	Anzahl	82	48	29	159	0,261
	%	23,6	28,7	33,0		
Koronare Herz- krankheit	Anzahl	50	36	18	104	0,135
	%	14,4	21,6	20,5		
Chronische Nie- reninsuffizienz	Anzahl	28	21	10	59	0,281
	%	8,1	12,6	11,4		
Apoplex	Anzahl	22	12	7	41	0,889
	%	6,3	7,2	8,0		
COPD	Anzahl	21	12	6	39	0,902
	%	6,1	7,2	6,8		
Neurologische Vorerkrankung	Anzahl	12	6	3	21	0,993
	%	3,5	3,6	3,4		
pAVK	Anzahl	11	5	3	19	0,988
	%	3,2	3,0	3,4		
Parkinson	Anzahl	2	2	0	4	0,509
	%	0,6	1,2	0,0		
Multiple Sklerose	Anzahl	1	0	0	1	0,687
	%	0,3	0,0	0,0		
Gesamt	Anzahl	347	167	88	602	



**Anhang: Tabelle 6: Multimorbidität des Patientinnen- und Patientenkollektivs nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

		Ex- pert/-in	Fach- arzt/- ärztin	Assis- tenzarzt/- ärztin	Ge- samt
Diabetes Mellitus & Art.Hypertonie	Anzahl	27	17	7	51
	Anteil der Operateur/innen (%)	18,1	17,7	14,6	
Diab.Mellitus, Art. Hypertonie & onkol. Vorerkrankung	Anzahl	6	2	4	12
	Anteil der Operateur/innen (%)	4,0	2,1	8,3	
Diab.Mellitus, Art. Hypertonie & KHK	Anzahl	12	4	3	19
	Anteil der Operateur/innen (%)	8,1	4,2	6,3	
Diab.Mellitus, Art. Hypertonie & COPD	Anzahl	3	4	0	7
	Anteil der Operateur/innen (%)	2,0	4,2	0,0	
Diab.Mellitus, Art. Hypertonie & pAVK	Anzahl	3	0	0	3
	Anteil der Operateur/innen (%)	2,0	0,0	0,0	
Diab.Mellitus, Art. Hypertonie & Chr. Niereninsuffizienz	Anzahl	2	1	0	3
	Anteil der Operateur/innen (%)	1,3	1,0	0,0	
Diab.Mellitus, Art. Hypertonie & Apoplex	Anzahl	2	3	1	6
	Anteil der Operateur/innen (%)	1,3	3,1	2,1	
Diab.Mellitus, Art. Hypertonie & Neurol. Vorerkrankung	Anzahl	0	2	0	2
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	2,1	0,0	
Diab.Mellitus, Art. Hypertonie, KHK & Chr. Niereninsuffizienz	Anzahl	1	3	0	4
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	3,1	0,0	
Diab.Mellitus, Art. Hypertonie, KHK & Neurol. Vorerkrankung	Anzahl	0	0	1	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	0,0	2,1	
Diab.Mellitus, Art. Hypertonie, KHK, Chr. Niereninsuff & Apoplex	Anzahl	1	0	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
Diab. Mell. , Art. Hyp., KHK, pAVK, onkol. VE, COPD	Anzahl	1	0	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
Diab. Mell., Art. Hyp., KHK, pAVK, Chr. Niereninsuff	Anzahl	1	0	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
Diab. Mellitus, Art. Hyp., KHK, onkol. VE	Anzahl	0	1	2	3
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	1,0	4,2	

Diab.Mellitus, Art. Hypertonie, COPD & onkol. VE	Anzahl	1	0	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
Diab.Mellitus, Art. Hypertonie, COPD & Chron. Niereninsuff	Anzahl	0	1	2	3
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	1,0	4,2	
Diab.Mellitus, Art. Hypertonie, onkol. VE, Chron. Niereninsuff	Anzahl	0	1	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	1,0	0,0	
Diab. Mellitus & COPD	Anzahl	1	1	1	3
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	1,0	2,1	
Diab. Mellitus, KHK & COPD	Anzahl	0	1	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	1,0	0,0	
Diab, Mellitus, KHK & onkol. VE	Anzahl	0	1	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	1,0	0,0	
Diab. Mellitus, KHK & Chron Niereninsuffizienz	Anzahl	0	1	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	1,0	0,0	
Diab. Mellitus, KHK, Chron Niereninsuffizienz & Apoplex	Anzahl	0	1	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	1,0	0,0	
Diab. Mellitus & pAVK	Anzahl	0	1	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	1,0	0,0	
Diab. Mellitus & Neurol. VE	Anzahl	1	0	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
Diab. Mellitus & Chron. Niereninsuffizienz	Anzahl	3	0	0	3
	Anteil der Operateur/innen (%)	2,0	0,0	0,0	
Diab. Mellitus, Chron. Niereninsuffizienz & Apoplex	Anzahl	1	0	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
Diab. Mellitus, COPD, Onkol. VE & Neurol. VE	Anzahl	0	1	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	1,0	0,0	
Diab. Mellitus, COPD & Apoplex	Anzahl	1	0	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
Diab. Mellitus & onkol. VE	Anzahl	1	1	1	3
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	1,0	2,1	
Diab. Mellitus, onkol. VE & Neurol. VE	Anzahl	1	0	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
	Anzahl	0	0	1	1

Diab. Mellitus, onkol. VE, Chr. Niereninsuffizienz & Apoplex	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	0,0	2,1	
Diab. Mellitus & Apoplex	Anzahl	1	0	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
Art. Hypertonie & onkologische VE	Anzahl	17	17	8	42
	Anteil der Operateur/innen (%)	11,4	17,7	16,7	
Art. Hypertonie, Onkol. VE & Apoplex	Anzahl	2	1	0	3
	Anteil der Operateur/innen (%)	1,3	1,0	0,0	
Art. Hypertonie, Onkol. VE & Chr. Niereninsuff	Anzahl	4	1	0	5
	Anteil der Operateur/innen (%)	2,7	1,0	0,0	
Art. Hypertonie, Onkol. VE, Chr. Niereninsuffizienz & Apoplex	Anzahl	0	1	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	1,0	0,0	
Art. Hypertonie & pAVK	Anzahl	2	2	1	5
	Anteil der Operateur/innen (%)	1,3	2,1	2,1	
Art. Hypertonie, pAVK & onkol. VE	Anzahl	1	0	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
Art. Hypertonie, pAVK & COPD	Anzahl	1	0	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
Art. Hypertonie, pAVK & Neurol. VE	Anzahl	0	0	1	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	0,0	2,1	
Art. Hypertonie & KHK	Anzahl	9	8	1	18
	Anteil der Operateur/innen (%)	6,0	8,3	2,1	
Art. Hypertonie, KHK & COPD	Anzahl	0	0	1	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	0,0	2,1	
Art. Hypertonie, KHK & pAVK	Anzahl	2	1	0	3
	Anteil der Operateur/innen (%)	1,3	1,0	0,0	
Art. Hypertonie, KHK, pAVK & Chron. Niereninsuff.	Anzahl	0	0	1	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	0,0	2,1	
Art. Hypertonie, KHK & Neurol. VE	Anzahl	1	0	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
Art. Hypertonie, KHK & Onko. VE	Anzahl	5	3	1	9
	Anteil der Operateur/innen (%)	3,4	3,1	2,1	
	Anzahl	0	1	0	1

Art. Hypertonie, KHK, Neurol. VE & Chr. Niereninsuffizienz	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	1,0	0,0	
Art. Hypertonie, KHK, Neurol. VE & Apoplex	Anzahl	1	0	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
Art. Hypertonie, KHK & chron. Niereninsuff	Anzahl	1	0	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
Art. Hypertonie & COPD	Anzahl	5	2	1	8
	Anteil der Operateur/innen (%)	3,4	2,1	2,1	
Art. Hypertonie, COPD & Onk. VE	Anzahl	1	0	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
Art. Hypertonie & Neurol. VE	Anzahl	0	0	1	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	0,0	2,1	
Art. Hypertonie & Chron. Niereninsuffizienz	Anzahl	8	3	5	16
	Anteil der Operateur/innen (%)	5,4	3,1	10,4	
Art. Hypertonie & Parkinson	Anzahl	2	0	0	2
	Anteil der Operateur/innen (%)	1,3	0,0	0,0	
Art. Hypertonie & Apoplex	Anzahl	4	3	0	7
	Anteil der Operateur/innen (%)	2,7	3,1	0,0	
Art. Hypertonie, Neurol. VE, Chron. Niereninsuffizienz & Apoplex	Anzahl	1	0	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
KHK, pAVK & Chron. Niereninsuffizienz	Anzahl	0	1	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	1,0	0,0	
KHK & COPD	Anzahl	0	2	0	2
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	2,1	0,0	
KHK, COPD & Apoplex	Anzahl	1	0	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
KHK, COPD & Onk. Vorerkrankung	Anzahl	1	0	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
KHK & onk. Vorerkrankung	Anzahl	3	3	1	7
	Anteil der Operateur/innen (%)	2,0	3,1	2,1	
KHK, onkol. Vorerkrankung & Apoplex	Anzahl	0	0	1	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,0	0,0	2,1	
	Anzahl	1	0	0	1

KHK, onko. Vorerkrankung & neurol. Vorerkrankung	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
KHK & Apoplex	Anzahl	2	0	1	3
	Anteil der Operateur/innen (%)	1,3	0,0	2,1	
COPD & onk. Vorerkrankung	Anzahl	1	0	1	2
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	2,1	
Onk. VE & Chron. Niereninsuff.	Anzahl	1	1	0	2
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	1,0	0,0	
Onk. VE & Apoplex	Anzahl	1	0	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
Parkinson, Chron. Niereninsuff. & Apoplex	Anzahl	1	0	0	1
	Anteil der Operateur/innen (%)	0,7	0,0	0,0	
Gesamt	Anzahl	149	96	48	293

**Anhang: Tabelle 7: Charlson Comorbidity Index nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

		Expert/-in	Facharzt/-ärztin	Assistenzarzt/-ärztin	Keine Angabe	Gesamt
CCI 1	Anzahl	1	0	0	0	1
	%	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1
CCI 2	Anzahl	140	39	27	3	209
	%	26,3	15,1	19,3	27,3	22,2
CCI 3	Anzahl	93	45	29	2	169
	%	17,4	17,4	20,7	18,2	17,9
CCI 4	Anzahl	74	38	15	2	129
	%	13,9	14,7	10,7	18,2	13,7
CCI 5	Anzahl	72	40	27	1	140
	%	13,5	15,4	19,3	9,1	14,8
CCI 6	Anzahl	64	43	16	0	123
	%	12,0	16,6	11,4	0,0	13,0
CCI 7	Anzahl	35	23	14	2	74
	%	6,6	8,9	10,0	18,2	7,8
CCI 8	Anzahl	22	10	4	1	37
	%	4,1	3,9	2,9	9,1	3,9

<b>CCI 9</b>	Anzahl	18	9	4	0	31
	%	3,4	3,5	2,9	0,0	3,3
<b>CCI 10</b>	Anzahl	8	5	2	0	15
	%	1,5	1,9	1,4	0,0	1,6
<b>CCI 11</b>	Anzahl	4	3	2	0	9
	%	0,8	1,2	1,4	0,0	1,0
<b>CCI 12</b>	Anzahl	2	2	0	0	4
	%	0,4	0,8	0,0	0,0	0,4
<b>CCI 13</b>	Anzahl	0	2	0	0	2
	%	0,0	0,8	0,0	0,0	0,2
<b>Gesamt</b>		553	259	140	11	943

**Anhang: Tabelle 8: Histologische Tumoreigenschaft nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

			<b>Expert/- in</b>	<b>Facharzt/- ärztin</b>	<b>Assistenz- arzt/-ärztin</b>	<b>Gesamt</b>
Histologische Tumoreigen- schaft	<b>klarzellig</b>	Anzahl	398	190	99	697
		%	75,1	73,1	70,2	74,0
	<b>papillär</b>	Anzahl	98	56	34	189
		%	18,5	21,5	24,1	20,1
	<b>chromophob</b>	Anzahl	34	14	8	56
		%	6,4	5,4	5,7	5,9
<b>Gesamt</b>	Anzahl	530	260	141	942	
	%	100	100	100	100	

**Anhang: Tabelle 9: pT-Stadium (nach 2010-Klass.) nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

		<b>Expert/-in</b>	<b>Facharzt/-ärztin</b>	<b>Assistenzarzt/- ärztin</b>	<b>Gesamt</b>
<b>0</b>	Anzahl	0	1	0	1
	%	0,0	0,4	0,0	0,1
<b>pT1a</b>	Anzahl	202	101	56	362
	%	38,3	39,5	39,7	38,7
<b>pT1b</b>	Anzahl	123	59	31	216

	%	23,3	23,0	22,0	23,1
<b>pT2a</b>	Anzahl	30	22	4	58
	%	5,7	8,6	2,8	6,2
<b>pT2b</b>	Anzahl	14	8	5	28
	%	2,7	3,1	3,5	3,0
<b>pT3a</b>	Anzahl	132	60	39	232
	%	25,0	23,4	27,7	24,8
<b>pT3b</b>	Anzahl	16	3	4	23
	%	3,0	1,2	2,8	2,5
<b>pT3c</b>	Anzahl	6	1	0	8
	%	1,1	0,4	0,0	0,9
<b>pT4</b>	Anzahl	4	1	2	7
	%	0,8	0,4	1,4	0,7
<b>Gesamt</b>	Anzahl	527	256	141	935
	%	100,0	100,0	100,0	100,0

**Anhang: Tabelle 10: pN-Stadium (nach 2010-Klass.) nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

<b>pN-Stadium</b>		<b>Expert/-in</b>	<b>Facharzt/-ärztin</b>	<b>Assistenz- arzt/-ärztin</b>	<b>keine An- gabe</b>	<b>Gesamt</b>
<b>0</b>	Anzahl	158	96	60	1	315
	%	29,6	36,8	42,3	11,1	33,3
<b>1</b>	Anzahl	16	6	5	0	27
	%	3,0	2,3	3,5	0,0	2,9
<b>2</b>	Anzahl	12	2	3	0	17
	%	2,2	0,8	2,1	0,0	1,8
<b>X</b>	Anzahl	348	157	74	8	587
	%	65,2	60,2	52,1	88,9	62,1
<b>Gesamt</b>	Anzahl	534	261	142	9	946
	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

**Anhang: Tabelle 11: pM-Stadium (nach 2010-Klass.) nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

		<b>Expert/-in</b>	<b>Facharzt/-ärztin</b>	<b>Assistenz- arzt/-ärztin</b>	<b>keine An- gabe</b>	<b>Gesamt</b>
<b>0</b>	Anzahl	404	203	123	8	738
	%	76,7	78,7	87,2	80,0	78,8
<b>1</b>	Anzahl	26	16	10	1	53
	%	4,9	6,2	7,1	10,0	5,7
<b>X</b>	Anzahl	97	39	8	1	145
	%	18,4	15,1	5,7	10,0	15,5
<b>Gesamt</b>	Anzahl	527	258	141	10	936
	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

**Anhang: Tabelle 12: Hämangiosis carcinomatosa nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

		<b>Expert/-in</b>	<b>Facharzt/-ärztin</b>	<b>Assistenz- arzt/-ärztin</b>	<b>keine An- gabe</b>	<b>Gesamt</b>
<b>Nein</b>	Anzahl	275	157	82	1	515
	%	74,1	75,8	77,4	33,3	75,0
<b>ja</b>	Anzahl	89	46	20	2	157
	%	24,0	22,2	18,9	66,7	22,9
<b>X</b>	Anzahl	7	4	4	0	15
	%	1,9	1,9	3,8	0,0	2,2
<b>Gesamt</b>	Anzahl	371	207	106	3	687
	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0



**Anhang: Tabelle 13: Lymphangiosis carcinomatosa nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

		<b>Expert/- in</b>	<b>Facharzt/- ärztin</b>	<b>Assistenzarzt/- ärztin</b>	<b>keine An- gabe</b>	<b>Gesamt</b>
<b>nein</b>	Anzahl	313	187	93	3	596
	%	84,1	89,9	83,8	100,0	85,9
<b>ja</b>	Anzahl	21	8	9	0	38
	%	5,6	3,8	8,1	0,0	5,5
<b>pLX</b>	Anzahl	38	13	9	0	60
	%	10,2	6,3	8,1	0,0	8,6
<b>Gesamt</b>	Anzahl	372	208	111	3	694
	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

**Anhang: Tabelle 14: Veneninfiltration nach Klassifikation der Operateurin und des Operateurs (in absoluten Häufigkeiten und in Prozent)**

		<b>keine Venen- infiltration</b>	<b>mikroskop. Infiltration</b>	<b>makroskop. Infiltration</b>	<b>pVX</b>	<b>Gesamt</b>
<b>Experte</b>	Anzahl	287	71	30	6	394
	%	54,7	53,0	61,2	40,0	54,5
<b>Facharzt</b>	Anzahl	159	41	11	4	215
	%	30,3	30,6	22,4	26,7	29,7
<b>Assistenz- arzt</b>	Anzahl	79	22	8	5	114
	%	15,0	16,4	16,3	33,3	15,8
	Anzahl	525	134	49	15	723
	%	100	100	100	100	100

## 11 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei dem Direktor der Klinik für Urologie und Kinderurologie der Universitätsmedizin Mainz bedanken, der mir die Möglichkeit gegeben hat, diese Arbeit unter seiner Leitung durchzuführen.

Insbesondere gilt mein Dank außerdem dem Betreuer meiner Doktorarbeit für die freundliche Hilfe und Unterstützung während meiner Zeit als Doktorandin. Seine Zuverlässigkeit und die regelmäßigen Gespräche auf fachlicher und persönlicher Ebene waren eine große Hilfe für mich, erbrachten stets neue Lösungsansätze und trugen in sehr positiver Weise zu dieser Arbeit bei. Auch für die mühevollen Arbeit des Korrekturlesens möchte ich mich herzlich bedanken.

Ich danke meiner Arbeitsgruppe für die permanente Unterstützung und den angeregten Austausch, welches zu einer angenehmen Atmosphäre und dem Gelingen dieser Arbeit beitrug.

Auch danke ich der Zweitgutachterin dafür, dass sie sich die Zeit genommen hat, die Arbeit zu korrigieren.

Meinen Eltern und meinem Bruder möchte ich besonders herzlich danken. Sie haben mich immer vielseitig und liebevoll unterstützt – und dies nicht nur beim Verfassen dieser Arbeit, sondern während meines gesamten Studiums.

## 12 Tabellarischer Lebenslauf

Der tabellarische Lebenslauf ist nicht Teil der Online-Fassung dieser Dissertation.

Der tabellarische Lebenslauf ist nicht Teil der Online-Fassung dieser Dissertation.