

Aus der Urologischen Klinik
(Klinikdirektor: PD Dr. med. S.W. Melchior)
der Klinikum Bremen-Mitte gGmbH

Die komplizierte Nierenzyste

Diagnostik und Therapie

Inaugural – Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizinischen Fakultät
der Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Harald Weide
aus Elmshorn

Göttingen 2010

Dekan: Prof. Dr. med. C. Frömmel

I. Berichterstatter: Prof. Dr. med. R.-H. Ringert

II. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Lotz

III. Berichterstatter: Prof. Dr. med., Dr. rer. nat. Crozier

Tag der mündlichen Prüfung: 17. November 2010

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	5
1.1 Nierenzysten.....	5
1.2 Die einfache Nierenzyste	7
1.3 Die komplizierte Nierenzyste.....	7
1.4 Differentialdiagnosen der komplizierten Nierenzyste.....	10
1.4.1 Die parapelvine Zyste	10
1.4.2 Das Zystadenom	10
1.4.3 Die infizierte Nierenzyste	11
1.4.4 Der Nierenabszess	11
1.4.5 Die Echinokokkose.....	12
1.4.6 Die Zystenniere.....	13
1.4.7 Die Markschwammniere.....	16
1.4.8 Das Nierenzellkarzinom	16
1.5 Diagnostische Verfahren	19
1.5.1 Sonographie	19
1.5.2 Röntgenologische Verfahren	22
1.5.3 Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT).....	28
1.6 Therapeutische Strategien	32
1.7 Fragestellung	34
2 Patienten und Methodik.....	35
2.1 Patientenkollektiv.....	35
2.2 Untersuchungsablauf.....	36
2.2.1 Sonographie	36
2.2.2 Computertomographie (CT)	37
2.2.3 Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT).....	39
2.2.4 Nierenperfusions- und Funktionsszintigraphie (ING).....	40
2.3 Operative Techniken	41
2.3.1 Nierenzystenabtragung (n = 23)	41
2.3.2 Nierenzystenmarsupialisation (n = 9).....	41
2.3.3 Nierenteilresektion in kalter Ischämie und Nephrektomie (n = 70).....	42
2.3.4 Retroperitoneoskopische Nierenzystenresektion und -marsupialisation (n = 4).....	43

2.4 Datenerhebung	43
2.5 Statistische Methoden	44
2.6 Definitionen.....	46
3 Ergebnisse.....	47
3.1 Alter.....	47
3.2 Geschlechtsverteilung	48
3.3 Seitenlokalisation	49
3.4 Größe in der Sonographie	50
3.5 Größenprogredienz.....	51
3.6 Body-Mass-Index	51
3.7 Diagnosestellung der zystischen Läsion	53
3.7.1 Diagnose als Zufallsbefund	54
3.7.2 Verlaufskontrolle bei bekannter zystischer Läsion	54
3.7.3 Diagnose bei der Abklärung von Schmerzen	55
3.7.4 Diagnose bei der Abklärung einer Makrohämaturie	56
3.7.5 Diagnose im Rahmen einer Tumornachsorge	56
3.7.6 Diagnose bei der Abklärung anderer Erkrankungen	57
3.8 Therapieverfahren	57
3.9 Pathohistologische Verteilung.....	60
3.10 Komplikationen und Nierenfunktionsverlust.....	62
3.10.1 Blutverlust	63
3.10.2 Harnwegsinfekt (HWI).....	63
3.10.3 Wundinfektion	63
3.10.4 Sekundäre Wundheilungsstörung.....	64
3.10.5 Sonstige Komplikationen	64
3.10.6 Nierenfunktionsverlust	65
3.11 Sonographie.....	67
3.12 Morphologische Kriterien in der Computertomographie (CT).....	68
3.12.1 Größe im CT.....	68
3.12.2 Form im CT	69
3.12.3 Wandverdickung im CT	70
3.12.4 Dichteverhalten des Zysteninhaltes im CT.....	72
3.12.5 Septen im CT.....	73
3.12.6 Kalzifikationen im CT	74

3.12.7 Solide Anteile im CT	75
3.12.8 Kontrastmittelverhalten im CT	76
3.12.9 Prädiktiver Wert der morphologischen Kriterien im CT	77
3.12.10 Auswertung nach der Bosniak-Klassifikation im CT	78
3.12.11 Sensitivität und Spezifität im CT	80
3.13 Morphologische Kriterien in der Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT)	83
3.13.1 Größe im MRT	83
3.13.2 Form im MRT	84
3.13.3 Wandverdickungen im MRT	85
3.13.4 Dichteverhalten des Zysteninhaltes im MRT	87
3.13.5 Septen im MRT	88
3.13.6 Kalzifikationen im MRT	89
3.13.7 Solide Anteile im MRT	89
3.13.8 Kontrastmittelverhalten im MRT	90
3.13.9 Prädiktiver Wert der morphologischen Kriterien im MRT	91
3.13.10 Auswertung nach der Bosniak-Klassifikation im MRT	92
3.13.11 Sensitivität und Spezifität im MRT	94
3.14 Vergleich zwischen Computertomographie und Magnet-Resonanz-Tomographie .	97
4 Diskussion	100
4.1 Diagnosestellung der zystischen Läsion	100
4.1.1 Diagnose als Zufallsbefund	100
4.1.2 Verlaufskontrolle bei bekannter zystischer Läsion	101
4.1.3 Diagnose bei der Abklärung von Schmerzen oder einer Makrohämaturie	101
4.2 Therapieverfahren – Chirurgische Evaluation	102
4.3 Pathohistologische Verteilung	104
4.4 Korrelation der Untersuchungskriterien mit den pathohistologischen Ergebnissen	105
4.4.1 Seitenlokalisation	105
4.4.2 Alter	105
4.4.3 Geschlechtsverteilung	106
4.4.4 Body-Mass-Index	107
4.4.5 Radiologische Testverfahren	108
4.5 Überprüfen der Bosniak-Klassifikation am eigenen Patientengut	115
4.5.1 Computertomographie (CT)	115
4.5.2 Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT)	117

4.6 Wertigkeit der Computertomographie und Magnet-Resonanz-Tomographie	118
4.7 Methodenkritik	120
4.7.1 Retrospektive Analyse	120
4.7.2 Fallzahlen.....	121
4.7.3 Technologische Aspekte.....	121
4.7.4 Alternative zum operativen Vorgehen – perkutane Nierenbiopsie	122
5 Zusammenfassung	124
6 Abkürzungen	127
7 Literatur	128
8 Danksagung	140
9 Lebenslauf	141

1 Einleitung

1.1 Nierenzysten

Eine **Zyste** (Kyste oder Cyste, von Altgriechisch κύστις {Küstis = Blase}) ist ein durch ein Häutchen (Epithel) abgeschlossener Gewebehohlraum. Sie besitzt einen flüssigen Inhalt und kann aus mehreren Kammern bestehen. Die Entstehung einer Zyste kann verschiedene Ursachen haben und der enthaltene Inhalt kann Gewebswasser (interstitielle Flüssigkeit), Eiter oder Blut sein.

Nierenzysten bzw. zystische Läsionen sind einzelne, mit bernsteinklarer Flüssigkeit gefüllte und von einer Kapsel umgebene Hohlräume im Parenchym der Niere. Der Zysteninhalt besteht aus Gewebswasser (interstitielle Flüssigkeit). Der Kreatinin-Wert aus dieser Flüssigkeit ist äquivalent zum Serum-Kreatinin. Sie kommunizieren nicht mit dem Nierenhohlraum und gehören zu den Nierenanomalien. Dabei handelt es sich um die häufigsten Veränderungen der Niere, welche meist zufällig sonographisch in einer Routineuntersuchung diagnostiziert werden (Eknoyan [29] 2008, Hélénon et al. [40] 2002). Sie können angeboren oder erworben sein. Erworbenere Zysten können im Rahmen von polyzystischen Nierendegenerationen (**Kap. 1.4.6**) auftreten. Ebenso können sie bei Patienten mit einer terminalen Niereninsuffizienz und einer damit verbundenen Dialysepflichtigkeit unabhängig der Genese auftreten. Diese dialysebedingten zystischen Anomalien gehen mit einem deutlich erhöhten Entartungsrisiko einher und bedürfen einer regelmäßigen Kontrolle (Gulanikar et al. [36] 1998). Bei den erworbenen Zysten steigt die Inzidenz mit dem Alter (Pal et al. [72] 1997, Eknoyan [29] 2008). Sie treten solitär oder multipel, ein- oder doppelseitig auf. Erstmals wurde eine solitäre Nierenzyste 1841 von Rayer beschrieben (Dufour [27] 1986).

Zystische Läsionen sind nur dann von Bedeutung, wenn sie einen Krankheitswert besitzen, d.h. Beschwerden verursachen oder in ihrer Dignität unklar sind. Dabei können Schmerzen durch Kompression des Nierenhohlraums oder anderer Organe auftreten. Bei veränderten morphologischen Strukturen der Nierenzyste ist es ebenso problematisch, da ihre Dignität nicht eindeutig geklärt werden kann. Darauf wird weiter in **Kap. 1.3** eingegangen.

Die einfachen Nierenzysten verursachen meist keine Symptome. Eine Therapie ist nur bei einer obstruktiven bzw. verdrängenden Symptomatik, bei Schmerzen oder bei Infektion des

Zysteninhalte (**Kap. 1.4.3** und **1.4.4**), erforderlich. Zysten können auch eine entzündliche oder traumatische Ursache haben, bzw. sie können infolge dessen ihre Morphologie verändern. Der Inhalt kann sich dabei aus Blut oder Eiter zusammensetzen.

Eine entzündlich veränderte Zyste verursacht deshalb Probleme, weil sie neben ihren eventuell bestehenden Krankheitssymptomen (Fieber, erhöhte Entzündungsparameter) bezüglich ihrer Dignität nicht mehr sicher zugeordnet werden kann.

Ebenso ist die Zuordnung einer zystischen Läsion schwierig, wenn diese von normal konfigurierten dünnwandigen, runden und glatt begrenzten Zysten abweicht. Es entsteht dann der Verdacht für das Vorliegen eines bösartigen Prozesses. Zur sicheren Klärung des Befundes kann eine histologische Gewebeuntersuchung helfen. Die Diagnostik und die Einteilung der zystischen Läsionen in verschiedene Gruppen gehen im Wesentlichen auf die erste Einteilung nach Bosniak [14] von 1986 zurück, der die zystischen Läsionen anhand bildgebender Kriterien in zunächst 4, später in 5 Kategorien unterteilte. Darauf wird speziell im **Kap. 1.3** eingegangen.

Ein erheblicher Anteil der Nierenzellkarzinome weist zystische Konfigurationen auf, welches eine aussagekräftige Diagnostik bei unklaren zystischen Läsionen erforderlich macht. In ihren Untersuchungen beschrieben Terachi [94] 1995 und Alapont Alacreu et al. [4] 2004, dass etwa 15 % der Nierenzellkarzinome zystische Konfigurationen aufweisen. Negru et al. [68] beschrieben in einer Publikation von 2002 etwa 10 % der Nierenzellkarzinome mit zystischen Anteilen.

Die nachfolgende Tabelle gibt die differentialdiagnostischen Möglichkeiten einer zystischen Nierenläsion an **Tab. 1**.

Tab. 1 Differentialdiagnose einer zystischen Läsion

zystische Läsion	Differentialdiagnose
benigne Befunde	einfache (benigne) Nierenzyste parapelvine Zyste Harnaufstau ampulläres Nierenbeckenkelchsystem Zystadenom Markschwammniere Zystennieren (Einteilung nach Potter Kap. 1.7) entzündlicher Prozess (Nierenabszess) Echinokokkuszyste eingeblutete Nierenzyste Urinom
maligne Befunde	zystisches Nierenzellkarzinom Urothelkarzinom Zystengrundkarzinom

1.2 Die einfache Nierenzyste

Die einfache Nierenzyste ist ein mit klarer interstitieller Flüssigkeit gefüllter und von einer Kapsel umgebener Hohlraum im Parenchym der Niere. Sie ist auf Tubuluserweiterungen zurückzuführen und kann eine beträchtliche Größe annehmen. Sie kommuniziert nicht mit dem Nierenbeckenkelchsystem. Histologisch findet sich eine fibrinöse Wand. Aufgrund ihrer Lokalisation in der Niere unterscheidet man zwischen einer kortikalen, medullären oder einer parapelvinen Zyste.

Im Alter unter 50 Jahren sind Nierenzysten selten. Ihre Häufigkeit nimmt mit zunehmendem Lebensalter zu. Im Alter unter 29 Jahren sind Nierenzysten bei Gesunden normalerweise nicht nachweisbar. Im Alter zwischen 30 und 49 Jahren liegt die Häufigkeit mindestens einer Nierenzyste bei 1,7 %, im Alter zwischen 50 und 70 Jahren bei 11,5 % und über dem 70. Lebensjahr bei 22,1 %. Die Häufigkeit von Zysten an beiden Nieren beträgt zwischen dem 30. und 49. Lebensjahr 1 %, zwischen dem 50. und 70. Lebensjahr 4 % und über dem 70. Lebensjahr 9 %. (Ravine et al. [76] 1994)

Kriterien in der Bildgebung (Sonographie, Computertomographie und Magnet-Resonanztomographie) für eine unkomplizierte Nierenzyste sind eine dünne, glatte Wand ohne Kontrastmittelanreicherung, ein wasseräquivalenter Inhalt sowie eine runde oder leicht ovalrundliche Struktur. Treffen ein oder mehrere Kriterien nicht zu, handelt es sich um eine komplizierte Zyste.

1.3 Die komplizierte Nierenzyste

Nicht alle Nierenzysten bzw. zystischen Läsionen erfüllen die Kriterien einer einfachen Nierenzyste. Ein abweichender bzw. auffälliger Befund besteht dann, wenn sich sonographisch oder im Schichtbildverfahren (Computertomographie oder Magnet-Resonanztomographie) Wandverdickungen, unregelmäßige Formen, Septierungen, Verkalkungsstrukturen oder Anteile von soliden und / oder kontrastmittelanreichernden Komponenten zeigen. Sie werden daher als komplizierte Nierenzysten bezeichnet und sind auch bezüglich ihrer Dignität schwer einzuordnen.

Bosniak [14] beschrieb 1986 die radiologisch vorkommenden Befundmöglichkeiten zystischer Läsionen und untersuchte sie nach ihrem Malignitätspotential. Dabei sollte eine sonographisch auffällige Zyste eine weiterführende Diagnostik erhalten. Für die Computertomographie gilt die Empfehlung, wenn möglich eine Untersuchung mit

intravenöser Kontrastmittelgabe durchzuführen. Die Kontrastmittelaufnahme in einer Läsion ist einer der wichtigsten Indikatoren für eine mit Gefäßen durchsetzte Raumforderung (Tumor), unabhängig ihrer Dignität. Bosniak teilte die Zysten in einfache (Kategorie I), etwas veränderte, aber noch nicht sicher malignomverdächtige Läsionen (Kategorie II und II F) und deutlich suspekta / malignomverdächtige Läsionen (Kategorie III und IV) ein (**Tab. 2**).

Tab. 2 heutige Einteilung der komplizierten Nierenzyste gemäß der Bosniak-Klassifikation von 1997 (Bosniak [17] 1997)

Kategorie	
I	<ul style="list-style-type: none"> - unkomplizierte benigne Nierenzyste - einfache, dünne Wand - keine Septen oder Kalzifikationen - keine soliden Anteile - Zysteninhalt isodens zu Wasser - keine Kontrastmittelanreicherung
II	<ul style="list-style-type: none"> - minimal komplizierte Nierenzyste - wenige dünnen Septen und zarte Verkalkungen von Wand oder Septen - glatte Begrenzung - Zysteninhalt kann hyperdens sein - Läsionen < 3 cm
II F	<ul style="list-style-type: none"> - komplizierte Nierenzyste, Malignom eher unwahrscheinlich, follow up erforderlich - minimale Verdickung der Zystenwand oder der Septen - glatte Begrenzung - leichte Kontrastmittelanreicherung der Septen oder Wand - noduläre Kalzifikationen - Läsionen > 3 cm
III	<ul style="list-style-type: none"> - komplizierte Nierenzyste, Malignom nicht auszuschließen - verdickte Zystenwand - verdickte Septen und Wandverkalkungen - irreguläre Begrenzung - Kontrastmittelanreichernde Septen oder Zystenwand
IV	<ul style="list-style-type: none"> - eindeutig malignomsuspekta zystische Formation - tumoröse Raumforderung mit zystischer Komponente - kontrastmittelanreichernde solide Weichteilformationen - irregulärer Begrenzung

Nach seinen Ergebnissen gaben Kalzifikationen Hinweise auf einen möglichen malignen Prozess. Kleine Plaques oder Tüpfelungen sprachen aber noch für einen gutartigen Befund, vorausgesetzt die anderen Kriterien einer einfachen Zyste bestanden und es wurden keine soliden Anteile oder eine Kontrastmittelaufnahme beschrieben (Bosniak [14] 1986). Diese morphologischen Zeichen waren je nach Ausmaß der Verkalkungsformationen für die Kategorie II vorgesehen. Dicke Kalk-Plaques führten zur Einstufung in die Kategorie III oder IV.

Viele Zysten wiesen feine Septen auf. Wenn diese dünn waren und ggf. kleine Verkalkungsstrukturen aufwiesen, galten sie noch als benigne (Bosniak [14] 1986, Rosenberg et al. [79] 1985). Da es sich aber um keine einfache Zyste mehr handelte, wurden diese Läsionen in die Kategorie II eingestuft. Wenn die Septen zahlreicher wurden und an Dicke und Unregelmäßigkeit zunahmen, erfolgte eine Höhereinstufung in die Kategorie III. Bei zusätzlich bestehenden soliden Anteilen wurden sie in die Kategorie IV eingestuft.

Normalerweise ist der native Zysteninhalt homogen und hypodens (wasseräquivalent); das heißt, er hat eine Dichte von 0 bis 20 HE in der Computertomographie (siehe **Kap. 1.5.2.2**). Zystische Läsionen mit einem hyperdensen Inhalt galten zunächst als benigne (Crespo Atin et al. [24] 2002) und wiesen durchschnittlich eine Dichte von 60 bis 70 HE auf (Bosniak [14] 1986), wobei die Spanne bis 100 HE reichen konnte. Sie waren häufig bei polyzystischen Nierenerkrankungen anzutreffen, wie im **Kap. 1.4.6** beschrieben wird. Dann handelte es sich meist um eingeblutete oder eiweißreiche Zysten (Levine und Grantham [58] 1985). Nach Kontrastmittelgabe erschienen diese Läsionen iso- oder hypodens verglichen zum normal kontrastierten Nierenparenchym. Kriterien für eine benigne Läsion waren dabei, dass sie ihre glatte, runde und scharf begrenzte Form behielt, kein Kontrastmittel anreichte und kleiner als 3 cm war (Bosniak [14] 1986). Die Grenze von 3 cm wurde bereits 1986 gewählt, da es hierfür genügend überprüfte Fälle gab, die dieses bestätigen konnten (Bosniak [14] 1986). Wenn die Läsion größer als 3 cm war, müssen alle weiteren Kriterien einer benignen Zyste vorhanden sein, damit sie als gutartig gewertet werden konnte (Bosniak [14] 1986). Die Grenze von 3 cm ließ sich auch in der später erfolgten Unterteilung der Kategorie II in die Kategorien II und II F erkennen (Bosniak [17] 1997).

Eine irreguläre oder unscharfe Abgrenzbarkeit vom umliegenden Nierengewebe, eine inhomogene Binnenstruktur sowie die Kontrastmittelanreicherung galten als hoch suspekt und gaben die Indikation zur chirurgischen Intervention (Coleman et al. [23] 1984). Ebenso waren solide Gewebsanteile hochgradig malignitätssuspekt. In Abhängigkeit der Vorkommnisse wurden diese Läsionen in die Kategorie III oder IV eingestuft (Bosniak [14] 1986).

Um die auffälligen zystischen Befunde besser wegen des möglichen Malignitätspotentials zu differenzieren, wurde 1986 die Bosniak-Klassifikation erstellt (**Tab. 2**). Dabei galt Kategorie I als sicher gutartig und die Kategorie IV als nahezu sicher bösartig. Problematisch war dabei die Beurteilung der „etwas komplizierteren“ Zysten der Kategorie II und den „weniger komplizierten“ Zysten der Kategorie III. Bosniak beschäftigte sich 1997 mit der Fragestellung, wie kompliziert eine Nierenzyste sein müsse, damit sie nicht mehr als benigne gewertet werden konnte (Bosniak [17] 1997). Die Information über die Grenze zwischen einer

benignen und malignen Läsion war sehr wichtig, da sie über die Durchführung einer operativen Exploration entschied. Bosniak [17] ergänzte 1997 die Kategorie II F, wobei das „F“ für „follow up“ stand. Diese Läsionen waren nach seiner Aussage „etwas mehr kompliziert“ (Bosniak [15] 1993, Bosniak [16] 1994), als die der Kategorie II und sollten halbjährlichen Kontrollen unterliegen (Israel et al. [49] 2004).

1.4 Differentialdiagnosen der komplizierten Nierenzyste

1.4.1 Die parapelvine Zyste

Abzugrenzen von der einfachen Nierenzyste ist die parapelvine oder intrasinusale Zyste. Sie verfügt über eine epitheliale Auskleidung. Die Diagnose kann nur histologisch gestellt werden, bis dahin sollte von einer „parapelvin gelegenen“ Zyste gesprochen werden (Winter et al. [101] 1989). Diese Form bleibt solange symptomlos, bis sie aufgrund ihrer Größe zur intrasinusalen Obstruktion des Nierenhohlsystems führt. Um einem anhaltenden Schaden der Niere durch Obstruktion und einem dadurch bedingten Parenchym- und Funktionsverlust vorzubeugen, ist die Indikation zur operativen Abtragung gegeben. Bei der Untersuchung und Diagnostik bereitet die parapelvine Zyste Schwierigkeiten, da sie gelegentlich in der Sonographie nicht von einer Abflussstörung unterschieden werden kann. Erst durch eine weiterführende Diagnostik mittels Computertomographie und Magnet-Resonanztomographie kann eine Differenzierung erfolgen.

1.4.2 Das Zystadenom

Eine weitere Differentialdiagnose ist das Zystadenom der Niere. Es besteht aus einer Reihe von einzelnen Nierenzysten, die nicht miteinander kommunizieren und bei unterschiedlicher Größe durch Septen voneinander getrennt sind. Eine fibröse Kapsel umgibt das Konglomerat. Dabei handelt es sich um eine rein gutartige Raumforderung.

Wenn zwischen den einzelnen Zysten normales Nierenparenchym vorhanden ist, so kann dieses im Rahmen einer Kontrastmitteluntersuchung eine falsche Interpretation des Befundes ergeben. Man kann nicht sicher unterscheiden, ob es sich bei der Struktur um einfaches Nierengewebe oder um einen soliden Anteil handelt, so dass ein Malignom nicht sicher

ausgeschlossen werden kann (Bosniak [14] 1986).

1.4.3 Die infizierte Nierenzyste

Eine infizierte Nierenzyste kann symptomatisch werden durch einseitigen Flankenschmerz, Fieber, Abgeschlagenheit und ein allgemeines Krankheitsgefühl. Miktionsbeschwerden (häufiger Harndrang, Schmerzen) können ebenfalls auftreten. Laborchemisch zeigt sich ein Anstieg der Entzündungsparameter (Leukozytose und CRP-Erhöhung). Ursächlich hierfür können ein aufsteigender Harnwegsinfekt oder ein hämatogen streuender Infekt sein.

In der Bildgebung, wobei die Sonographie das Mittel der Wahl ist, zeigt sich der Zysteninhalt nicht echoleer wie bei einer normalen Nierenzyste. Es kann eine Sedimentierung am Zystenboden durch abgestorbenes Zellmaterial (Detritus) auftreten. Ebenso kann eine Verdickung oder Verkalkung der Zystenwand als Folge des entzündlichen Prozesses auftreten.

1.4.4 Der Nierenabszess

Abzugrenzen von den Zysten ist der Nierenabszess. Hierbei handelt es sich um konfluierende eitrige Herde einer Rindennephritis. Klinisch entspricht die Symptomatik einer Nierenbeckenentzündung. Es bestehen Allgemeinsymptome mit Abgeschlagenheit, deutlichem Krankheitsgefühl, klopfschmerzhaftem Nierenlager, Fieber und Schüttelfrost. Laborchemisch zeigen sich eine Leukozytose, CRP-Erhöhung sowie eine BSG-Beschleunigung. Häufig besteht zusätzlich eine Thrombozytopenie.

Ursächlich ist ein aufsteigender Harnwegsinfekt eventuell in Kombination mit einer infizierten Harnstauungsniere durch gramnegative Erreger. Die Stauung kann bedingt sein durch eine Obstruktion des Hohlsystems durch Konkremente. Ebenso kann Auslöser eine Kompression durch Tumore vom Harnleiter ausgehend oder von Auslöser sein. Eine weitere Ursache ist eine hämatogene Infektion. Diese ist selten und wird meist durch *Staphylococcus aureus* verursacht, dessen Eintrittspforte ein pyogener Hautdefekt darstellt. Beim aufsteigenden Infekt bestehen typischerweise rezidivierende Harnwegsinfekte und Pyelonephritiden in der Anamnese. Im Urin lässt sich eine Bakteriurie und Leukozyturie nachweisen.

In der Bildgebung ist das Erscheinungsbild äußerst unterschiedlich. Es reicht von homogenen,

solide erscheinenden Arealen bis hin zu zystisch wirkenden Strukturen. Die Begrenzung zum umgebenden Parenchym ist im Gegensatz zu den meisten Tumoren jedoch unscharf. Auch findet sich oft ein hyperechogenes Gewebe im Sinne einer Abszessmembran. Bei zystischen Strukturen gibt oft ein feinscholliges Binnenreflexmuster den Hinweis für einen Abszess. Para- und perinephritische Abszesse sind als hypoechogene, neben der Niere lokalisierte Bereiche darstellbar. Diese sind jedoch oft von der Niere selbst nicht scharf abzugrenzen. Bei ausgedehnten Befunden zeigt sich ein Fortschreiten der entsprechenden Struktur entlang des Musculus psoas. Bei einem sonographisch unklaren Befund ist die Computertomographie das Mittel der Wahl. Dabei zeigt sich ein hypodenses Areal als Zeichen der Parenchymeinschmelzung mit einem kontrastmittelanreichernden Randsaum (Kawashima et al. [52] 2000).

1.4.5 Die Echinokokkose

Als Echinokokkose bezeichnet man eine durch die Infektion mit dem Bandwurm der Gattung *Echinococcus* hervorgerufene Krankheit. Sie ist mit der Bildung von Nierenzysten assoziiert. Insgesamt gibt es zehn Spezies des *Echinococcus*, wobei nur zwei für den Menschen von Bedeutung sind. Der *Echinococcus granulosus* ist der so genannte Hundebandwurm und verursacht eine zystische Echinokokkose. Er kommt weltweit mit verschiedenen regionalen Häufungen vor. In Europa wird er vor allem in den Mittelmeerländern beobachtet. In Deutschland gibt es ihn dagegen selten, aber zunehmend in Süddeutschland (Haenle et al. [37] 2006, Romig et al. [78] 2006).

Der *Echinococcus multilocularis* ist der so genannte Fuchsbandwurm (alveoläre Echinokokken). Sein Verbreitungsgebiet ist begrenzt auf die Schweiz, Österreich, Frankreich, den Südwesten Deutschlands, das zentrale Nordamerika, Gebiete am Schwarzen Meer, der Türkei und Sibirien. Er wächst infiltrierend und auch mit Absiedlungen, so dass dem klinischen Bild analog zur Onkologie eine TNM-Klassifikation zugeordnet wurde (Haenle et al. [37] 2006).

Der Mensch infiziert sich durch die orale Aufnahme der Eier direkt oder über kontaminierte Lebensmittel. Die im Darm frei werdenden Finnen durchdringen die Darmwand und gelangen so in den Blutkreislauf und zunächst über den Pfortaderkreislauf in die Leber. Die meisten Patienten haben primäre Herde nur in der Leber. Nur etwa 3 bis 4 Prozent weisen Herde in den Nieren oder den Beckenorganen auf. Die Inkubationszeit kann sich über Monate bis Jahre erstrecken.

Häufig finden sich schollige Kapselverkalkungen. Die Abgrenzung eines Befundes durch den E. multilocularis zu einem malignen Nierentumor kann schwierig sein, vor allem, wenn kein weiterer Herd vorliegt. Eine Eosinophilie im Differentialblutbild kommt nur bei etwa 25 % der Patienten als Zeichen des parasitären Infektes vor. Serologisch werden zur weiteren Diagnostik ELISA- und Hämagglutinationsteste eingesetzt.

Therapeutisch ist ein medikamentöses Vorgehen (Mebendazole oder Albendazole) über einen langen Zeitraum oder eine operative Entfernung der Läsion möglich. Eine Punktion der Zysten ist aufgrund der Gefahr einer schweren anaphylaktischen Reaktion sowie der Verschleppung durch den Punktionskanal obsolet.

1.4.6 Die Zystenniere

Abzugrenzen von den Nierenzysten sind die Zystennieren (engl.: *polycystic kidney disease*, PKD). Dies ist eine Gruppe ernsthafter, meist erblich bedingter Erkrankungen der Nieren.

Hier unterscheidet man zwischen multizystischen und polyzystischen Zystennieren. Bei multizystischen Veränderungen handelt es sich um dysplastische Veränderungen der Niere, die zu einer zystischen Umwandlung geführt haben. Der Begriff der polyzystischen Veränderung ist den erblichen Formen der Zystennieren vorbehalten.

Felix Lejars (1863–1932) [57] benutzte in seiner Dissertation 1888 (*Du gros reins polykystique de l'adulte*, Paris) erstmals den Begriff der polyzystischen Nieren. Nach pathologisch-anatomischen Kriterien lassen sich diese Formen der Nierenerkrankung nach dem Einteilungssystem von Osathanondh und Potter [70] 1972 unterscheiden:

Potter-Typ 1: autosomal-rezessiv erbliche polyzystische Nephropathie (ARPKD)

Es besteht eine symmetrische bilaterale Vergrößerung der Nieren. Es finden sich normale Nephrone bei hyperplastischen Sammelrohren. Zusätzlich besteht eine Leberbeteiligung im Sinne einer cholangiodysplastischen Fibrose. Meist versterben die Patienten im Säuglingsalter durch respiratorische Komplikationen aufgrund einer Lungenhypoplasie oder eines Atemnotsyndroms. Die pränatale sonographische Diagnostik ist oft insuffizient, da diese Störung häufig erst in der späten Schwangerschaft manifest wird. Der Genlocus dieser Erkrankung konnte auf den Chromosomen 6p21-cen (Zerres et al. [105] 1984) und 6p21.1-p12 (Guay-Woodford et al. [35] 1995) kartiert werden. Das Wiederholungsrisiko liegt bei Geschwistern etwa bei 25 %. Eine frühzeitige nephrologische Betreuung ist indiziert, um die Folgen der chronischen Niereninsuffizienz wie die arterielle Hypertonie und

Gedeihstörungen möglichst gering zu halten. Meist ist schon im Kleinkindesalter eine Peritoneal- oder Hämodialyse notwendig, um den Zeitpunkt bis zur Nierentransplantation zu überbrücken. Insgesamt überleben etwa 80% aller Patienten das erste Lebensjahr und die Hälfte das 10. Lebensjahr.

Potter-Typ 2a: multizystische Nierendysplasie

Diese Form der Dysplasie gehört zu den frühembryonalen angeborenen Anlagestörungen. Es wurde keine familiäre Häufung nachgewiesen. Im Rahmen der Verteilung sind Jungen doppelt so häufig wie Mädchen betroffen. Es sind meist nur Teile einer oder beider Nieren betroffen, sodass unilaterale oder asymmetrische Befunde häufig sind. Es finden sich normalkalibrige Harnleiter mit zum Teil hypoplastischen Abschnitten. Eine verminderte Anzahl der Sammelrohre mit zystisch dilatierten Endabschnitten sowie ein vermehrtes interstitielles Bindegewebe bei verminderter Anzahl an Nephronen sind nachweisbar. Es treten keine zusätzlichen Fehlbildungen der Leber auf.

Potter-Typ 2b: hypoplastische Nierendysplasie

Dieser Typ ist ähnlich dem Typ 2a. Der Unterschied besteht darin, dass das betroffene Organ zusätzlich verkleinert ist.

Potter-Typ 3: autosomal-dominant erbliche polyzystische Nephropathie (ADPKD)

Bei dieser Erkrankung sind beide Nieren mit allen Nephronabschnitten (Glomerula, proximale und distale Tubuli sowie Sammelrohre) betroffen und massiv vergrößert. In einzelnen Fällen sind auch die Gallengänge zystisch erweitert und es liegt eine Vermehrung des portalen Bindegewebes vor. Diese Erkrankung gehört bei ihrem autosomal-dominanten Vererbungsmodus mit einer Inzidenz von 1:1000 zu den häufigsten monogen erblichen Erkrankungen (Osathanondh und Potter [70] 1964). Bei ca. 85 % der Erkrankten findet sich eine Mutation des PKD1-Gens auf dem Chromosom 16 p. Ein weiterer Genort konnte auf dem Chromosom 4 p kartiert werden (Peters et al. [74] 1993), während ein zusätzlicher 3. Genort in der Entwicklung involviert ist. Mit Hilfe der Ultraschalldiagnostik können heute frühzeitig zystische Veränderungen der Niere nachgewiesen werden. Diagnosestellung bei 10-jährigen Kindern ist keine Seltenheit. Bei Anlageträgern kann die Diagnose bei 20-jährigen in 90 % der Fälle und bis auf Einzelfälle bis zum 30. Lebensjahr gestellt werden. Identifiziert werden können diese Anlageträger in betroffenen Familien durch eine indirekte Genotypanalyse (Zerres et al. [106] 1993).

Eine frühe Diagnosestellung ändert aber nichts am Krankheitsverlauf. Zeichen der Niereninsuffizienz treten erst ab dem 20. Lebensjahr auf. Klinisch fallen unspezifische Symptome wie abdominale Schmerzen, Flankenschmerzen, Hämaturie sowie Bluthochdruck auf. Im Erwachsenenalter finden sich zudem oft kardiale Erkrankungen, Hirnbasisaneurysmarupturen oder Leberzysten. Organvergrößerungen sowie solitäre Zysten gelten bei familiärer Belastung als suspekt. Unter Berücksichtigung dessen, dass solitäre Nierenzysten relativ häufige Befunde darstellen, sollte eine sonographische Kontrolle erfolgen. Die Computertomographie sowie selten auch eine selektive Angiographie dienen zum Tumorausschluss. Eine kausale Therapie der Zysten ist nicht möglich. Je nach Symptomatik können im Einzelfall Zysten bei Verdrängungssymptomatik abgetragen werden. Als Palliativmaßnahme stehen die Einstellung eines renalen Hypertonus sowie die Prophylaxe eines sekundären Hyperparathyreoidismus im Vordergrund. Bei terminaler Niereninsuffizienz erfolgen eine Hämo- oder Peritonealdialyse sowie die Klärung der Transplantationsfähigkeit. Aufgrund von Komplikationen durch Zysteninfektionen und durch nicht beherrschbare Pyelonephritiden, schwere Zysteneinblutungen sowie einen schlecht einstellbaren renalen Hypertonus kann in seltenen Fällen eine Nephrektomie indiziert sein.

Potter-Typ 4: zystische Nierendysplasie bei fetaler Obstruktion der unteren Harnwege

Diese fetale Störung entsteht in einem weitestgehend abgeschlossenen Stadium der Nierenentwicklung. Eine infrarenale Obstruktion, z.B. Urethralklappe mit nachfolgender Megazystis und Megaureteren, der primäre oder sekundäre obstruktive Megaureter oder das Prune-Belly-Syndrom gehen oft mit einer zystischen Nierendysplasie einher. Ursächlich ist der Druckanstieg im tubulären System, der zur zystischen Erweiterung führt. Die Nieren sind nur wenig vergrößert und neben einer Pyelo- und Kaliektasie finden sich kortikale Zysten. Die Prognose ist im Wesentlichen abhängig von der Ausbildung der Ektasie. Bei extrem ausgeprägter Ektasie und den damit verbundenen Komplikationen wie Störung des Säure-Basen- und Wasserhaushaltes, Einschränkung der pulmonalen Funktionsleistung sowie bei Ausbildung einer Sepsis und Azotämie ist die Indikation zur perkutanen Nephrostomie gegeben. Bei obstruktiven Störungen, bei denen die operative Korrektur noch nicht möglich oder nicht sinnvoll erscheinen, kann eine frühzeitige temporäre supravvesikale Harnableitung in ein Nulldrucksystem notwendig werden. Dieses dient dem Schutz bzw. dem Erhalt der noch bestehenden Nierenfunktion. Geeignet ist die hohe Y-förmige Pelviureterokutaneostomie nach Sober mit der Möglichkeit des späteren einfachen Stomaverschlusses. Alternativ kann eine Pyelokutaneostomie angelegt werden.

1.4.7 Die Markschwammniere

Es handelt sich hierbei um eine angeborene Fehlbildung der Niere mit zystischer Erweiterung und Verkalkung der Sammelrohre in einzelnen oder allen Nierenpyramiden. Die entstehenden Zysten messen im Durchmesser 1 bis 8 mm. Die aufgeschnittene Niere sieht aus wie ein Schwamm, daher die Namensgebung. Die Verkalkungen haben ihren Ursprung in den Zysten. Die Häufigkeit wird mit 1:5000 bis 1:20000 angegeben, wobei diese als symptomatisch zählen. Bei den infusionsurographisch untersuchten Patienten liegt die Häufigkeit bei 1:200. Symptomatisch werden sie durch die Nephrolithiasis, Hämaturie sowie rezidivierende Harnwegsinfekte. Dann erst erfolgt in der Regel die Diagnosestellung (Tentscher et al. [93] 1980). In 75 % der Fälle sind die Veränderungen bilateral zu finden. In der Urographie zeigt sich eine Kontrastmittelansammlung im Nierenparenchym. Die ektatischen Tubuli, welche die oben genannten Verkalkungen enthalten können, füllen sich vor dem Kelchsystem und entleeren sich später. Die Nephrokalzinose mit rezidivierenden Abgängen von Konkrementen und damit verbundenen möglichen Koliken steht im Vordergrund.

1.4.8 Das Nierenzellkarzinom

Histologisch werden die Karzinome der Niere in epitheliale (Nierenzellkarzinome), mesenchymale (Liposarkome, Leiomyosarkome und Hämangioperizytome) und so genannte Mischtumore (Nephroblastome) unterteilt.

In etwa 80 bis 90 Prozent der Fälle handelt es sich um Nierenzellkarzinome. Bei den übrigen Tumoren handelt es sich um die oben genannten mesenchymalen Tumore, vom Nierenbecken ausgehende Tumore (Urothelkarzinom) oder um Metastasen anderer Karzinome (Lungenkrebs, Brustkrebs, malignes Melanom). Bei Kindern handelt es sich bei malignen Nierentumoren häufig um ein Nephroblastom oder auch Wilms-Tumor genannt (Kalapurakal et al. [51] 2004). Bei den gutartigen Nierentumoren gibt es bezüglich epithelialer Tumore das Nierenadenom und das Nierenonkozytom. Bei den mesenchymalen Tumoren handelt es sich um Angiomyelolipome oder Markkegelfibrome. Sehr selten sind Lipome, Lymphangiome und Hämangiome.

Ältere Bezeichnungen für das Nierenzellkarzinom sind Hypernephrom, hypernephroides Karzinom oder Grawitz-Tumor. Die nachfolgende **Tab. 3** gibt die Klassifikation der Nierenzellkarzine nach den histologischen Subtypen gemäß der Einteilung von Störkel (Störkel et al. [88] 1997, Störkel et al. [89] 1999) an.

Tab. 3 Klassifikation der Nierenzellkarzinome nach histologischem Subtyp

Nierenzellkarzinome	Relative Häufigkeit (%)	Ursprung
klarzelliges NCC	70 – 80	proximale Tubuluszellen
papilläres bzw. chromophiles NCC (basophiler / eosinophiler Typ)	10 – 15	proximale Tubuluszellen
chromophobes NCC	5	Proximale Sammelrohrzellen
Duct-Bellini-Karzinom	1 – 2	Sammelrohrzellen
neuroendokrines NCC	< 1	variabel
unklassifizierbares NCC	1 – 3	variabel

Etwa 80 % der Nierenzellkarzinome gehören vom histologischen Subtyp her zu den klarzelligen Karzinomen. Anhand des Wachstumstyps kann man solide, tubuläre, papilläre und lobuläre Formen differenzieren. Bei den weiteren 20 % handelt es sich um nichtklarzellige Nierenzellkarzinome, welche nach ihren Färbeeigenschaften in eosinophile, basophile und chromophobe Tumore eingeteilt werden können. Karzinome mit eosinophilen oder basophilen Färbeeigenschaften werden als chromophil oder auch als papilläre Karzinome zusammengefasst.

Die geschätzte Zahl an weltweiten Neuerkrankten lag 2006 bei etwa 208.500 und die Zahl der Todesfälle bei 101.900. In den letzten 30 Jahren nahm die Zahl der jährlichen Neuerkrankten in der westlichen Welt stetig zu. In Deutschland erkrankten 2006 insgesamt 16.490 Menschen nach Schätzungen des Robert Koch Institutes ([77] 2010) an einem malignen Nierentumor. Darunter fanden sich 10.050 Männer (61,9 %) und 6.440 Frauen (39,1 %). Im Jahr 1990 waren es 11.620. Innerhalb von 14 Jahren ist die Zahl der Neuerkrankten um 48,5%, das heißt um fast die Hälfte angestiegen. Dabei handelte es sich jeweils bei etwa 10 Prozent um Patienten mit einem Urothelkarzinom des Nierenbeckens oder des Harnleiters.

Etwa 3 bis 4 Prozent aller malignen Tumore des Erwachsenen sind Nierenzellkarzinome. Bei den Männern steht es mit 4,4 % an sechster Stelle und bei den Frauen mit 3,2% an elfter Stelle der Tumorerkrankungen. Um auf die Studien aus dem **Kap. 1.1** zu verweisen (Alapont Alacreu et al. [4] 2004 und Terachi [94] 1995), hätten im Jahr 2006 statistisch gesehen 2226 der Karzinome (15%) einen zystischen Anteil.

Die folgenden Tabellen **Tab. 4, 5** und **6** zeigen die 6. TNM-Klassifikation nach der UICC (International Union Against Cancer) aus dem Jahr 2002 (Wittekind et al. [102] 2003). Mittlerweile gibt es seit Januar 2010 die 7. TNM-Klassifikation, die sich unter anderem darin unterscheidet, dass das Stadium T2 nun in T2a (Tumor < 10 cm) und T2b (Tumor > 10 cm) unterteilt wird. Da diese neue Klassifikation für unser Kollektiv nicht relevant ist, beziehen

wir uns auf die alte Klassifikation aus dem Jahr 2002.

Tab. 4 T – Beurteilung des Primärtumors (Wittekind et al. [102] 2003)

Stadium	Definition
TX	Primärtumor kann nicht beurteilt werden
T0	kein Anhalt für Primärtumor
T1	Tumor 7,0 cm oder weniger in seiner größten Ausdehnung messend, begrenzt auf die Niere
T1a	Tumor 4,0 cm oder weniger in der größten Ausdehnung
T1b	Tumor mehr als 4 cm, aber nicht mehr als 7,0 cm in der größten Ausdehnung
T2	Tumor größer als 7 cm in der größten Ausdehnung, begrenzt auf die Niere
T3	Tumor breitet sich über größere Venen aus oder infiltriert direkt Nebenniere oder perirenales Gewebe, jedoch nicht über die Gerota-Faszie hinaus
T3a	Tumor infiltriert direkt Nebenniere oder perirenales Gewebe, aber nicht über die Gerota-Faszie hinaus
T3b	Tumor mit makroskopischer Ausbreitung in Nierenvene(n) oder V. cava (einschließlich Wandbefall) unterhalb des Zwerchfells
T3c	Tumor mit makroskopischer Ausbreitung in V. cava (einschließlich Wandbefall) oberhalb des Zwerchfells
T4	Tumor infiltriert über die Gerota-Faszie hinaus

Tab. 5 N – Beurteilung der regionären Lymphknoten (Wittekind et al. [102] 2003)

Stadium	Definition
NX	regionäre Lymphknoten können nicht beurteilt werden
N0	keine regionären Lymphknotenmetastasen
N1	Metastase(n) in einem regionären Lymphknoten
N2	Metastase(n) in mehr als einem regionären Lymphknoten

Tab. 6 M – Beurteilung der Fernmetastasen (Wittekind et al. [102] 2003)

Stadium	Definition
MX	Fernmetastasen können nicht beurteilt werden
M0	keine Fernmetastasen
M1	Fernmetastasen

Unter Berücksichtigung der TNM-Klassifikation erfolgt eine Stadieneinteilung des malignen Geschehens, was für den klinischen Alltag wichtig bezüglich des weiteren therapeutischen Vorgehens und der Prognose und der damit verbundenen 5-Jahres-Überlebensrate ist **Tab. 7**.

Tab. 7 Stadiengruppierung

Stadium	Primärtumor	Lymphknoten	Fernmetastasen
I	T1	N0	M0
II	T2	N0	M0
III	T3	N0	M0
	T1, T2, T3	N0, N1	M0
IV	T4	N0, N1	M0
	jedes T	N2	M0
	jedes T	jedes N	M1

Die Bestimmung des Malignitätsgrades (Grading, **Tab. 8**) beruht im Wesentlichen auf der von Thoenes et al. ([95] 1986 a, [96] 1986 b) vorgeschlagenen 3-skaligen Einteilung, welche die Zelltypen, Anaplasie und die zytoplasmatischen Parameter berücksichtigt. In den USA findet die 4-skalige Einteilung nach Fuhrman et al. [30] von 1982 Anwendung (Novara et al. [69] 2007). Unabhängig davon weisen G3/G4-Tumore eine deutlich schlechtere Prognose auf als G1/G2-Tumore.

Tab. 8 G – Beurteilung des histopathologischen Grading

Grad	Definition
Gx	Differenzierungsgrad kann nicht beurteilt werden
G1	gut differenziert
G2	mäßig differenziert
G3 – 4	schlecht differenziert / undifferenziert

1.5 Diagnostische Verfahren

1.5.1 Sonographie

Die Sonographie der Nieren und des Beckens ist die Basisuntersuchungsmethode und wird als primäres Untersuchungsverfahren eingesetzt. Sonographisch kann die Lage, Form und Größe einer Niere bestimmt werden. Die Beurteilung der Nierenparenchyembreite ist möglich. Solide und liquide renale wie auch pararenale Raumforderungen können nachgewiesen werden. Die Weite des Nierenbeckenkelchsystems kann bestimmt werden. Konkremeente können nachgewiesen werden. Dopplersonographisch kann die Nierenperfusion beurteilt werden.

Die Sonographie ist das am weitesten verbreitete Untersuchungsverfahren mit hoher Verfügbarkeit und ohne wesentliche Belastung für den Patienten. Die orientierende Ultraschalldiagnostik ermöglicht schon frühzeitig eine grobe Zuordnung der einzelnen klinischen Symptome zu einem Krankheitsbild. Die Sonographie muss im Zusammenhang

mit anderen Untersuchungsverfahren gesehen werden; häufig führt erst die Kombination verschiedener Untersuchungsmethoden zur endgültigen Diagnose. (Thun et al. [97] 1998).

1.5.1.1 Grundlagen der Sonographie

Der Ultraschall ist ein Schall mit einer Frequenz oberhalb der menschlichen Hörgrenze, ab 20 kHz bis 1 GHz. In der Diagnostik verwendet man Frequenzen zwischen 1 und 40 MHz bei einer mittleren Schallintensität von 100 mW/cm^2 . Die Ultraschallwellen werden durch den sogenannten piezoelektrischen Effekt erzeugt und auch wieder nachgewiesen. Dieser Effekt der Piezoelektrizität beschreibt das Zusammenspiel von mechanischem Druck und elektrischer Spannung. Von Bedeutung für die Schallausbreitung in einem Material ist die Impedanz, d.h. der Widerstand, der der Ausbreitung von Wellen entgegenwirkt. Die Schallkennimpedanz ist definiert als das Verhältnis von Schalldruck und Schallgeschwindigkeit. An der Grenzfläche zweier Stoffe mit großem Impedanzunterschied wird der Schall stark reflektiert. Die Sonde sendet kurze, gerichtete Schallwellenimpulse aus, die in den Gewebeschichten unterschiedlich stark reflektiert und gestreut werden, was als Echogenität bezeichnet wird. Aus der Laufzeit der reflektierten Signale kann die Tiefe der reflektierenden Struktur rekonstruiert werden. Die Stärke der Reflexion wird vom Ultraschallgerät als Grauwert auf einem Monitor dargestellt. So stellen sich Strukturen geringer Echogenität als schwarze, Strukturen hoher Echogenität als weiße Bildpunkte dar. Gering echogen sind vor allem Flüssigkeiten wie Harnblaseninhalte und Blut. Eine hohe Echogenität besitzen Knochen, Gase und sonstige stark Schall reflektierende Materialien. (Dössel [26] 2000, Eckel [28] 1992, Morneburg [67] 1995)

1.5.1.2 Untersuchungsmethode bei der Sonographie

Im diagnostischen Bereich wird eine Schallfrequenz im Bereich von 2 bis 20 MHz eingesetzt. Treffen Schallwellen auf Gewebe mit unterschiedlichen Schalleitfähigkeiten, so wird an der Grenzfläche ein Teil der Schallwellen weitergeleitet (Transmission), ein Teil gebeugt, ein Teil reflektiert und ein Teil absorbiert. An der Grenzfläche zu Luft und Gas findet eine Totalreflexion statt, so dass hinter lufthaltigen Strukturen (Atemwege, Darmgas) kein Bild erzeugt werden kann. Aus diesem Grund wird ein Gel auf die Körperoberfläche aufgebracht, um kleinste Lufteinschlüsse zwischen Haut und Schallkopf zu vermeiden. Hinter Knochen und Verkalkungen (Gallen-, Nierensteine) werden aufgrund der hohen Absorption in den genannten Strukturen keine Schallwellen weitergeleitet. Es entsteht ein „Schallschatten“. Die

Absorption hängt von der gewählten Schallfrequenz und der Art des Gewebes ab. Sie ist bei hohen Frequenzen niedriger als bei niedrigeren. Mit zunehmender Eindringtiefe verringert sich die Schallintensität, so dass mit höheren Frequenzen eine bessere Auflösung bei niedriger Eindringtiefe erreicht werden kann, als mit niedrigeren Frequenzen. Oberflächliche Organe werden mit hochfrequenten Schallköpfen (5 bis 13 MHz) untersucht, um eine hohe räumliche Auflösung zu erzielen. Bei der Untersuchung der Abdominalorgane, bei denen eine höhere Eindringtiefe erforderlich ist, muss eine niedrigere Frequenz verwendet werden. (Dössel [26] 2000)

Die rechte Niere lässt sich von ventral gut durch das so genannte Leberfenster darstellen. Zusätzlich kann man in leichter Linksseitenlage von dorsal her durch die Medioaxillarlinie die Niere vollständig sonographisch erfassen. Die Darstellung der linken Niere erfolgt in leichter Rechtsseitenlage ebenfalls in der Medioaxillarlinie. Verbirgt sich der obere linke Nierenpol hinter der 11. oder 12. Rippe, so kann dieser durch tiefe Inspiration durch oder unterhalb der Rippen dargestellt werden. Bei Kindern kann die Sonographie der Nieren besonders gut in Bauchlage durchgeführt werden. Die longitudinale Schnittebene erlaubt im Regelfall eine ausreichende Beurteilung der Niere. Dieses sollte aber durch Transversalschnitte durch Drehen des Schallkopfes um 90° ergänzt werden.

1.5.1.3 Einfache Nierenzyste in der Sonographie

Unter optimalen Bedingungen können Nierenzysten mit modernen Ultraschallgeräten, wie von Sanz Mayayo et al. [81] 2006 beschrieben, ab einem Durchmesser von 5 mm mit einer Sensitivität von 98 % erkannt werden. Solitäre oder auch multiple einfache Nierenzysten zeigen ein typisches Echomuster, wobei sich der Zysteninhalt echoleer oder mit einer geringen Echogenität zeigt. Sie weisen eine glatte Kontur auf, sind rund konfiguriert und vom angrenzenden Nierenparenchym gut abgrenzbar. Es ist keine Kapsel darstellbar. Aufgrund der fehlenden Schallabsorption im liquiden Zysteninhalt ergibt sich dorsal der Zyste ein höheres Signal. Daraus resultieren die so genannte dorsale Schallverstärkung sowie ein Randschatten. Bei den parapelvinen Zysten, insbesondere wenn sie größer sind und in großer Anzahl vorliegen, kann die Differenzierung gegenüber einer Harnstauung schwierig werden. Als Kriterium lässt sich ein gestautes Nierenbecken bis zum Ureterabgang verfolgen, während parapelvine Zysten keine Beziehung zum Harnleiterabgang haben. Eine kurze Übersicht gibt die **Tab. 9** (Thun et al. [97] 1998). Treffen eines oder mehrere dieser Kriterien nicht zu, ist eine weitere Abklärung mittels Computertomographie oder Magnet-Resonanz-Tomographie

erforderlich mit der Fragestellung nach einer komplizierten Zyste bzw. einer unklaren Raumforderung.

Tab. 9 sonographische Kriterien für eine einfache, benigne Nierenzyste

	Merkmal
Form	rund keine Verbindung zum Hohlsystem
Zysteninhalt	echoleer homogen
Wand	dünn glatt begrenzt
Artefakte	dorsale Schallverstärkung Randschatten (nicht zwingend erforderlich)
Fehlen von	solide Anteile Septen Verkalkungsstrukturen

1.5.2 Röntgenologische Verfahren

1.5.2.1 Ausscheidungsurographie (AUG)

Das intravenöse Ausscheidungsurogramm (AUG oder IVP) liefert wichtige Informationen über den oberen Harntrakt mit dem Nierenhohlsystem und den Harnleitern. Die als erstes angefertigte Abdomenübersichtsaufnahme (NBÜ oder NLA) gibt eine Aussage über kalkdichte Konkremente und Organverkalkungen (Urolithiasis, Phlebolithen, Prostataverkalkungen, Gallensteine, Uterusmyome). Wenn der Psoas-Schatten gut abgrenzbar ist, kann der Nachweis eines Konturverlustes des M. psoas bei retroperitonealen Tumoren oder Pseudotumoren möglich sein. Nebenbefundlich ist eine Beurteilung des knöchernen Skelettsystems sowie der Darmgasverteilung möglich. (Thurn et al. [97] 1998).

Nach intravenöser Gabe eines Kontrastmittels erfolgt die Beurteilung der Ausscheidungsleistung beider Nieren. Ebenfalls kann die Kontur und Füllung des Nierenbeckenkelchsystems dargestellt werden. Es erfolgt die Beurteilung der Anlage und Lumenweite der Harnleiter. Dabei kann zwischen einer Urolithiasis und dem möglichen Vorliegen eines Hohlraumtumors differenziert werden. Kontur und Füllung der Harnblase können bestimmt werden sowie die Restharmenge nach Miktion. Tumore der Harnblase können bei entsprechender Größe als Kontrastmittelaussparung dargestellt werden ebenso wie ein großes endovesikales Mittellappenadenom der Prostata. (Thurn et al. [97] 1998).

Bei unklaren Befunden im oberen Harntrakt (Nierenbecken, Harnleiter) kann als zusätzliche invasive Maßnahme eine retrograde Kontrastmitteldarstellung und Ureterorenoskopie als weiterführende Diagnostik eingesetzt werden.

1.5.2.1.1 Untersuchungsmethode bei der Ausscheidungsurographie

Die Untersuchung beginnt mit einer Abdomenübersichtsaufnahme (nativ-Aufnahme) in Expiration. Anschließend erfolgt die intravenöse Applikation eines jodhaltigen Kontrastmittels (300 mg J/ml) in einer Dosierung von etwa 1 ml/kg Körpergewicht. Die erste Aufnahme erfolgt nach 7 bis 10 Minuten und eine zweite nach 15 bis 20 Minuten.

Das intravenöse Ausscheidungsurogramm zeigt bei größeren Zysten und Raumforderungen Konturveränderungen der Niere oder Deformitäten, Impressionen oder Füllungsdefekte der Nierenbeckenkelchsysteme (Thun et al. [97] 1998). Die Sensitivität und Spezifität des Ausscheidungsurogramms bei der Diagnostik von Raumforderungen und zystischen Läsionen sind denen der Schnittbilduntersuchungen deutlich unterlegen.

1.5.2.2 Computertomographie

Die Computertomographie ist ein Schnittbildverfahren zum Nachweis und zur Differenzierung renaler Raumforderungen, zur Beurteilung des Lymphknotenstatus und der Veränderungen der Gefäße. Es erfolgt die Beurteilung der Nierenlage, -form und -größe. Eine Beurteilung von Parenchymmasse und -dichte der Nieren ist möglich. Renale Raumforderungen können nachgewiesen und differenziert werden. Ebenfalls möglich ist die Abschätzung der renalen Ausscheidungsfunktion. Es erfolgt die Beurteilung der Lumenweite und Homogenität der Füllung des Nierenbeckens mit Nachweis von Konkrementen oder Tumoren. Es werden Lumenweite und der Verlauf der Ureteren beurteilt. Eine Aussage über die renale Gefäßversorgung (Anomalien bzw. Varianten, Stenosen der Nierenarterien, Aneurysmata, Thrombosen der Nierenvenen) kann getroffen werden. (Thurn et al. [97] 1998).

1.5.2.2.1 Grundlagen der Computertomographie

Die Computertomographie (von Altgriechisch τομή {tome = Schnitt} und γράφειν {graphein = schreiben}), abgekürzt CT, ist eine rechnerische Auswertung einer Vielzahl aus

verschiedenen Richtungen aufgenommener Röntgenaufnahmen eines Objektes, um ein dreidimensionales Bild zu erzeugen (Voxeldaten) (Buzug [21] 2004).

Bei der CT tastet ein gebündelter Röntgenstrahl eine definierte Ebene des Patienten aus verschiedenen Richtungen ab, wobei die Röntgenröhre beim Scanvorgang mit 360° um den Patienten rotiert. Die Intensität dieser Strahlung wird von Detektoren, die der Strahlenquelle gegenüber liegen, kontinuierlich gemessen. Durch mathematische Berechnung wird allen Strukturen einer durchstrahlten Schicht ein relativer Dichtewert zugeordnet, der anschließend in eine Graustufe kodiert wird. Da ein CT-Bild eine Schicht mit definierter Dicke darstellt, entspricht ein Bildpunkt einem Volumenelement, einem so genannten Voxel. Der Dichtewert des Bildpunktes entspricht der durchschnittlichen Abschwächung eines Röntgenstrahls, die er innerhalb eines Voxel erfährt. (Galanski und Prokop [33] 1998, Thurn et al. [97] 1998).

Jedes Voxel wird durch einen bestimmten Zahlenwert charakterisiert, der in Relation zu Wasser berechnet wird. Bei der Bildrekonstruktion wird dieser wieder einer bestimmten Graustufe zugeordnet. Fettgewebe schwächt einen Röntgenstrahl weniger ab als Knochen. Die Dichtewerte werden in Hounsfield-Einheiten (HE) gemessen. Dabei besitzt die Hounsfield-Scala zwei Fixpunkte: -1000 HE bei Luft und 0 HE bei Wasser. Weichteilgewebe liegen bei ca. 50 HE, Fettgewebe hat negative Dichtewerte. Da das menschliche Auge nicht in der Lage ist, alle Graustufen der CT-Skala (ca. 2000 HE) zu unterscheiden, werden nur definierte Ausschnitte betrachtet. In einem Fenster wird ein bestimmter Dichtewert vom Untersucher als Center definiert. Der Bereich ober- und unterhalb des Centers entspricht der Fensterbreite. Schmale Fenster führen zu kontrastreichen Bildern mit verbesserter Abgrenzbarkeit von kontrastarmen Strukturen. Strukturen außerhalb des Fensters erscheinen schwarz oder weiß. Breite Fenster vermindern den Kontrast, und verbessern die Abgrenzbarkeit von Strukturen mit stark unterschiedlichen HE-Werten, wie Knochen oder Lunge. (Galanski und Prokop [33] 1998, Thurn et al. [97] 1998).

1.5.2.2 Untersuchungsmethode in der Computertomographie

Die Untersuchungstechnik orientiert sich daran, ob die Fragestellung auf die Nieren beschränkt ist (selten) oder sich auf das gesamte Abdomen (z.B. Tumor-Staging) bezieht. Eine orale Darmkontrastierung mit jodhaltigem Kontrastmittel ist hilfreich zur Abgrenzung des Magen-Darm-Traktes. Die Kontrastmittelmenge richtet sich nach der Untersuchungsregion. Für die alleinige Untersuchung der Nieren mit der Fragestellung einer Nierenzyste,

einer unklaren zystischen Raumforderung oder eines Nierenzellkarzinoms ist kein orales Kontrastmittel notwendig. Es wird aber zur Beurteilung des Retroperitonealraumes mit der Frage nach dem Lymphknotenstatus eingesetzt. Für die Untersuchung des kleinen Beckens und des Abdomens sind 1000 bis 2000 ml eines oralen Kontrastmittels notwendig, das 2 Stunden vor der Untersuchung verabreicht wird. Ebenso ist eine rektale Kontrastmittelfüllung möglich. Indikationen hierfür sind Tumore oder der Nachweis bzw. Ausschluss von Fistelbildungen im Bereich des Gastrointestinaltraktes. Die Untersuchung findet in Rückenlagerung mit Elevation der Arme statt. Eine Schichtung im Spiral- und Multi-Slice-CT erfolgt in Inspiration (Galanski und Prokop [33] 1998).

Bezüglich der Beurteilung der Nierenfunktion wird der Serum-Kreatinin-Wert bestimmt. Obwohl er keinen genauen Parameter für die Nierenfunktion darstellt, ist er leicht verfügbar und für die CT-Planung ausreichend. Grundsätzlich sollte auch nur ein ausreichend hydrierter Patient untersucht werden. Bedarfsweise muss eine Infusionssubstitution erfolgen. Der zu erwartende Informationsgewinn ist dabei sorgfältig gegen das Risiko einer weiteren kontrastmittelbedingten Nierenschädigung abzuwägen.

Durch den Vergleich vor und nach einer intravenösen Kontrastmittelgabe lassen sich Gefäßstrukturen besser abgrenzen, Blut-Hirn-Schranken-Störungen nachweisen und das Ausmaß einer Tumovaskularisation qualitativ und quantitativ beurteilen. Es werden Kontrastmittelmengen von 60 bis 120 ml mit einer Injektionsgeschwindigkeit von 2 bis 4 ml/sek. appliziert. Auch die orale Kontrastierung des Magen-Darm-Traktes hat Bedeutung für die Untersuchungsqualität, da Darmanteile je nach Inhalt mit Tumoren verwechselt werden können.

In der Spiral-CT-Untersuchung wird der Patient bei kontinuierlicher Strahlung und fortlaufender Rotation von Röhre und gegenüberliegendem Detektorfeld durch das Messfeld geschoben. Die dabei vorher festgelegte Geschwindigkeit bestimmt die Schichtdicke der „Spirale“. Die neueste Entwicklung sind die Multi-Slice-CT-Geräte, die aufgrund einer veränderten Detektortechnologie mit bis zu 128 Detektoren, einer kürzeren Röhrenrotationszeit und einer höheren Rechnerleistung den gesamten Retroperitonealraum in 1 bis 2 mm dicken Schichten in weniger als 20 Sekunden untersuchen kann.

Die zuerst durchgeführte Nativ-Untersuchung dient zum Nachweis von frischen Blutungen, Verkalkungsstrukturen wie Konkrementen, zur Dichtemessung fetthaltiger Tumoranteile (Angiomyolipom) sowie als Basis zur Beurteilung des Kontrastmittelverhaltens malignomsuspekter oder zystischer Läsionen (Dichteanstieg mehr oder weniger als 10 HE).

Die Kontrastmitteluntersuchung kann je nach Fragestellung als ein- oder mehrphasige

Untersuchungen durchgeführt werden (**Tab. 10**). Die Untersuchung sollte bis auf wenige Ausnahmen stets in der Parenchymphase (Scandelay ca. 80 bis 90 Sekunden) erfolgen, da dann Nierenrinde und -mark gleichzeitig kontrastiert sind. Es lassen sich dabei pathologische Prozesse hochsensitiv als hypodense Läsionen abgrenzen. Als weitere Scans können je nach Fragestellung eine arterielle Phase (Scandelay 35 bis 40 Sekunden), eine Ausscheidungsphase (nach > 5 Minuten) und eine Spätphase (nach > 15 Minuten) durchgeführt werden.

(Galanski und Prokop [33] 1998, Thurn et al. [97] 1998)

Tab. 10 mehrphasige Untersuchungen in Abhängigkeit der Fragestellung

Startdelay	Phase nach Kontrastmittelgabe				
	–	35 Sek.	90 Sek.	> 5 Min.	> 15 Min.
Fragestellung	nativ	Arteriell	Parenchym	Ausscheidung	Spät
unklare Läsion, NCC	+	+	+	–	–
Nierenbeckentumor	(+)	–	+	+	–
Ureterläsion	+	–	+	+	–
Pyelonephritis	+	–	+	–	(+)
Abszess	(+)	–	+	–	–
Urolithiasis	+	–	–	(+)	–
Trauma	+	(+)	+	–	–
Gefäßverletzung	+	+	+	–	–
Urinom	(+)	–	+	–	+

1.5.2.2.3 Befunde in der Computertomographie

Nach der nativ-Untersuchung erfolgt die intravenöse Kontrastmittelapplikation. Das Kontrastmittel fließt zuerst durch die Nierenrinde. Anschließend kommt es zur Kontrastmittelausscheidung über die Sammelrohre ins Nierenmark bis zum Nierenbeckenkelchsystem (Galanski und Prokop [33] 1998).

Die arterielle Phase (kortikomedulläre Phase): Während der früharteriellen Kontrastmittelanflutung (5 bis 10 Sekunden nach Plateaubeginn in der Aorta, etwa 35 bis 40 Sekunden nach Injektionsbeginn) kommt es zu einer starken Kontrastierung von Nierenrinde und Bertini-Säulen. Die Markpyramiden demarkieren sich in dieser Phase zunächst als hypodens. Nach Abfall des Kontrastes in der Aorta erfolgt auch relativ schnell ein Dichteabfall in der Nierenrinde. Aufgrund des hohen renalen Blutflusses kontrastiert sich die Nierenvene bereits 5 bis 15 Sekunden nach Beginn des Aortenplateaus (Galanski und Prokop [33] 1998).

Die Parenchymphase (venöse oder nephrographische Phase): Nach einem langsamen

Dichteanstieg im Mark kommt es in der Parenchymphase (50 bis 80 Sekunden nach Plateaubeginn, 70 bis 100 Sekunden nach Injektionsbeginn) zu einem Dichteangleich oder sogar zu einer Umkehr zwischen Rinde und Mark. Eine verspätet eingetretene Parenchymphase spricht für eine eingeschränkte Nierenfunktion (Galanski und Prokop [33] 1998).

Ausscheidungsphase (Exkretionsphase): Nach 3 bis 5 Minuten beginnt im Normalfall die Kontrastierung des Nierenbeckenkelchsystems. In Abhängigkeit von der Hydrierung schwankt die Dichte des Kontrastharns. Aufgrund der Kontraktionswellen des Harnleiters ist seine Weite variabel und es kann streckenweise die Kontrastierung fehlen (Galanski und Prokop [33] 1998).

In der Literatur werden Grenzwerte für eine artifizielle Kontrastmittelaufnahme von 10 bis 15 HE beschrieben (Abdulla et al. [1] 2002, Birnbaum et al. [13] 2007). Den Wert von 10 HE haben wir für unser Kollektiv als Grenzwert festgelegt. Wang et al. [98] hatten nach ihren neuesten Auswertungen von 2008 den Grenzwert mit 10 HE definiert. Beim diesem so genannten Pseudoenhancement handelt es sich um keine reale Kontrastmittelaufnahme sondern um ein Artefakt wie Siegel et al. [84] in ihrer Arbeit von 1999 beschrieben.

Die Comptuertomographie wird zum Tumornachweis eingesetzt. Raumforderungen sind auf Grund ihres Kontrastmittelverhaltens charakterisierbar. Einfache Zysten nehmen kein Kontrastmittel auf. Die Dichtedifferenz vor und nach Gabe von intravenösem Kontrastmittel liegt unter 10 HE (Pseudoenhancement). Bei eingebluteten Zysten ist die Dichte durch den veränderten Zell- / Eiweißgehalt bereits nativ erhöht (20 bis 90 HE), und sollte keinen relevanten Anstieg nach Kontrastmittelgabe zeigen. Ebenso zeigen Abszesse keinen oder vor allem im Bereich der Pseudokapsel nur einen geringen Dichteanstieg.

Hypervaskularisierte Läsionen, welche sich in der arteriellen Phase zeigen, sind immer dringend verdächtig auf ein Nierenzellkarzinom. Zunächst ähnelt das Kontrastmittelverhalten dem der Niere, fällt aber schneller wieder ab. Kurz nach Ende des Aorten-Plateaus können hypervaskularisierte Tumore isodens zum Parenchym sein und so dem Nachweis entgehen. In der Parenchymphase (> 100 Sekunden nach Injektionsbeginn) demarkieren sie sich häufig hypovaskulär gegenüber dem Nierenparenchym.

Hypovaskularisierte Läsionen können benignen Tumoren, Metastasen, Lymphomen oder selten einem Nierenzellkarzinom entsprechen. Sie grenzen sich in der arteriellen Phase gut gegen die Rinde aber schlecht gegenüber dem Mark ab. Erst in der Parenchymphase ist eine Aussage über die gesamte Tumorausdehnung sicher möglich. Urothelkarzinome sind ebenfalls meist hypovaskularisiert. Aufgrund ihrer Lokalisation im Nierenbeckenkelchsystem

(NBKS) ist eine Untersuchung in der Ausscheidungsphase erforderlich (Galanski und Prokop [33] 1998).

Ein Tumorthrombus in der Nierenvene kann bei hoher Auflösung und optimalem Kontrastmittel-Timing von einem echten Fibrinthrombus durch die (oft inhomogene) Kontrastmittelaufnahme in der arteriellen oder Parenchymphase differenziert werden (Galanski und Prokop [33] 1998).

CT-morphologische Kriterien für eine einfache unkomplizierte Nierenzyste sind, dass sie sich nativ homogen mit einer Dichte von 0 bis 20 HE (nahezu wasseräquivalent) darstellen. Sie sind homogen und scharf begrenzt. Sie besitzen eine runde oder leicht ovale Form. Die normale Zystenwand ist in der CT nicht darstellbar. Die Läsion ist gut abgrenzbar vom umliegenden Nierenparenchym. Eine so genannte Randlippe entsteht durch die ausgespannte Nierenkapsel. Bei polständigen Zysten kann so eine verdickte Wand vorgetäuscht werden (Galanski und Prokop [33] 1998). Es zeigt sich keine oder nur eine geringe Kontrastmittelaufnahme, wobei der Dichteanstieg nicht mehr als 10 HE (Pseudoenhancement, Wang et al. [98] 2008) beträgt. Hyperdense Zysten (+ 20 bis 90 HE) gelten als benigne, wenn sie kein Kontrastmittel aufnehmen, kleiner als 3 cm sind und alle anderen Zystenkriterien erfüllen.

Komplizierte Nierenzysten weisen höhere Dichtewerte, Verkalkungen, verdickte Septen, eine Wandverdickung und / oder Gaseinschlüsse auf. Ebenso sprechen solide Weichgewebsanteile für eine komplizierte Zyste. Ein hyperdenser Zysteninhalt (> 20 HE) kann durch eine Einblutung, Infektionen oder einen hohen Proteingehalt entstehen. Verkalkungen sind meist Folgen stattgehabter Infektionen oder Einblutungen. Infektionen können zu einer gleichmäßigen Wandverdickung mit Kontrastmittelaufnahme oder Gaseinschlüssen führen. Normalerweise sieht man die Wand einer Zyste nur indirekt, maximal nur als Saum. Sobald eine Wandung zu erkennen ist, gilt sie als verdickt. Eine genaue perimetrische Angabe liegt in der aktuellen Literatur nicht vor. Es handelt sich um eine radiologische Angabe; eine Zystenwand von 1 mm gilt bereits als verdickt (Galanski und Prokop [33] 1998). Im CT erhält man diesbezüglich eine bessere Detailgenauigkeit als im MRT.

1.5.3 Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT)

Die Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT oder auch MR) ist ein Schnittbildverfahren, das zum Nachweis und zur Differenzierung renaler Raumforderungen, zur Beurteilung des Lymphknotenstatus und Veränderungen der Gefäße eingesetzt wird. Möglich sind auch die

Abschätzung der renalen Ausscheidungsfunktion sowie die Durchführung einer MR-Urographie. Es erfolgt die Beurteilung der Lumenweite und Homogenität der Füllung des Nierenbeckens mit Nachweis von Konkrementen oder Tumoren. Es werden Weite und Verlauf der Ureteren beurteilt. Eine Aussage über die renale Gefäßversorgung (Stenose der Nierenarterien, Aneurysmata, Thrombose der Nierenvenen) kann getroffen werden.

1.5.3.1 Grundlagen der Magnet-Resonanz-Tomographie

Wesentliche Voraussetzung für die Bildgebung in der MRT ist das Vorhandensein von unpaaren Elementen im zu untersuchenden Gewebe. Der einfachste Vertreter mit dem größten magnetischen Kernmoment und dem häufigsten Vorkommen in den unterschiedlichsten biologischen Geweben ist der Wasserstoffatomkern. Daher lässt sich sein Signal im MRT besonders gut detektieren. Für die Bildgebung sind die Konzentration und der Bindungszustand der Wasserstoffatome entscheidend.

Ein MRT arbeitet mit einem statischen Magnetfeld und einem dynamischen Hochfrequenzmagnetfeld. Das statische Magnetfeld wird durch einen supraleitenden Elektromagneten im Gehäuse des Gerätes mit einer Feldstärke von 0,5-3 T (Tesla) erzeugt. Unpaare Elemente haben einen magnetischen Effekt durch die negative Ladung des unpaaren Elektrons (magnetische Achse) und die positive Ladung des unpaaren Atomkerns (magnetischer Vektor). Durch das statische Magnetfeld richten sich die Elemente der magnetischen Achse des Feldes aus. Ein zweiter, für die MRT – Bildgebung wichtiger Effekt unpaarer Elemente ist der Kernspin, dabei dreht (präzediert) sich der Atomkern wie ein Kreisel um die eigene Achse und führt gleichzeitig eine Kreiselbewegung durch, ausgelöst durch ein auf sie wirkendes Gravitationsfeld, im MRT durch ein zusätzlich geschaltetes, zweites, dynamisches Magnetfeld. Durch die Einwirkung dieses Hochfrequenzmagnetfeldes kommt es zu einem synchronen Kreiseln aller Atome des unpaaren Elementes. Diese Anregung entsteht in einem bestimmten Frequenzbereich, der für das Element charakteristisch ist (Larmorfrequenz). Nach Abschalten des dynamischen Magnetfeldes kehren die vorher angeregten Atome in ihren Ausgangszustand zurück, d. h. sie relaxieren und geben dabei magnetische Energie ab. Diese unterscheidet sich in eine Längs- und Querrelaxation, die für T1-gewichtete (T1w) und T2-gewichtete (T2w) Bildeffekte verantwortlich sind. Gewebeeigenschaften können über diese beiden Zeitkonstanten T1 und T2 beeinflusst werden. Bei der T1-Wichtung wird Gewebe mit hohem Fettanteil signalintensiv dargestellt,

während Gewebe mit hohem Flüssigkeitsanteil dunkel erscheinen. Bei der T2-Wichtung verhält sich die Kontrastierung umgekehrt. Gewebe mit hohem Flüssigkeitsgehalt werden signalintensiv dargestellt und Gewebe mit hohem Fettanteil erscheinen dunkel.

Die abgegebene magnetische Energie wird von einer Spule für jede einzelne Volumeneinheit (Voxel) eines Messfeldes empfangen und durch mehrere Rechenschritte in Grauwerte (Bildpunkte) umgewandelt. Innerhalb einer Schicht im Messfeld der Spule werden drei Magnetfeldgradienten geschaltet, entsprechend den drei räumlichen Richtungen x , y , z . Dadurch können die dreidimensionalen Voxel berechnet werden. Die modernen Spulen heute fungieren gleichzeitig als Sendespule (des dynamischen Feldes) und Empfangspule (der freigewordenen magnetischen Energie). So gelingt ein optimales Verhältnis zwischen großer Ortsauflösung und möglichst großem Gesichtsfeld. Die für die Abdomenbildgebung verwendeten Body-Spulen sind häufig im Patiententisch des Gerätes integriert und werden zusätzlich durch flexible Wickelspulen auf dem Patienten ergänzt.

(Dössel [26] 2000, 1995 [67] Morneburg)

1.5.3.2 Untersuchungsmethode in der Magnet-Resonanz-Tomographie

Bei der MRT wird ein statisches magnetisches Hauptfeld mit einem großen Elektromagneten erzeugt. In der klinischen Diagnostik wird mit Feldstärken von 0,5 bis 3 T (Tesla) gearbeitet. Der Patient befindet sich bei der Messung im Zentrum des statischen Feldes, wobei er von den Gradientenspulen zur Ortskodierung und speziellen Spulen für die Sendung und den Empfang der Hochfrequenzsignale umgeben ist. Die Bildberechnung und Bilddokumentation erfolgt ähnlich wie bei der CT. Anders ist aber bei der MRT, dass mehrere gewebsabhängige Parameter im unterschiedlichen Ausmaß Einfluss auf die Bildgebung haben. Dabei handelt es sich um die Protonendichte (Atomdichte des unpaaren Elementes) und die T1- und T2-Relaxationszeiten der untersuchten Gewebe. Diffusionsvorgänge und Blutfluss haben ebenfalls Einfluss auf die Signalgebung.

Der Wirkungsmechanismus von Kontrastmittel (z.B. Gadolinium) im Rahmen der MRT-Untersuchung beruht auf der Beeinflussung der Relaxationszeiten der unpaaren Elemente in den darzustellenden anatomischen Strukturen. Es entsteht lokal je nach Kontrastmittelkonzentration ein unterschiedlich stark induziertes Magnetfeld, welches dessen Signalgebung zusätzlich verändert.

Im Gegensatz zur CT ist es möglich, im MRT jede beliebig orientierte Schichtebene direkt zu

messen. Dadurch entfällt der Auflösungsverlust wie bei der CT durch die Sekundärrekonstruktion der gewünschten Ebene (Dössel [26] 2000, Morneburg [67] 1995).

T1-gewichtete Sequenzen eignen sich besonders für Untersuchungen mit hoher Auflösung und zeigen einen guten Kontrast zwischen einzelnen anatomischen Organstrukturen. Aufgrund der längeren Untersuchungsdauer sind sie jedoch anfälliger für Bewegungsartefakte. Flüssigkeiten stellen sich in T1-Wichtung signalarm (dunkel) dar, Fettgewebe ist sowohl in T1- als auch in T2-Wichtung signalreich (hell).

Nach zusätzlicher Gabe von intravenösem Kontrastmittel können pathologische Prozesse mit vermehrter Durchblutung bzw. großem Verteilungsvolumen besser sichtbar gemacht werden. Das Kontrastmittel verteilt sich fast im gesamten Extrazellularraum. Hierfür werden fettunterdrückte T1-gewichtete Sequenzen benutzt.

T2-gewichtete Sequenzen können pathologische Veränderungen zusammen mit guten anatomischen Verhältnissen bei einer geringen Artefaktanfälligkeit in kurzer Zeit darstellen. Dabei sind Flüssigkeiten wie Wasser, Urin, Liquor, Gelenkerguss etc. signalintensiv dargestellt. Da pathologische Prozesse meist mit einem erhöhten Flüssigkeitsgehalt, bedingt durch ein entzündliches oder tumoröses Ödem einhergehen und durch eine vermehrte Durchblutung charakterisiert sind, eignet sich diese Untersuchungssequenz besser zur Detektion pathologischer Prozesse. Somit ist eine Identifikation von zystischen Läsionen, Entzündungen bzw. Tumoranteilen möglich. Bei einer besonders intensiven T2-Gewichtung kann ein reines Flüssigkeitsbild erzeugt werden, was man sich bei der MR-Urographie zunutze macht (Dössel [26] 2000, Morneburg [67] 1995).

1.5.3.3 Befunde in der Magnet-Resonanz-Tomographie

Im MRT ist eine einfache Nierenzyste ebenfalls mit einer glatten Kontur vom Nierenparenchym abgrenzbar. Sie ist in den T1-gewichteten Bildern signalarm und in den T2-gewichteten signalreich als Hinweis auf einen wasseräquivalenten Flüssigkeitsinhalt. Bei Einblutungen variieren die T1- und T2-Sequenzen in Abhängigkeit vom Alter des Hämatoms. Zur Differenzierung des Zysteninhaltes zwischen klarer Zystenflüssigkeit, Eiter oder einem Hämatom zeigen sich alle 3 Komponenten in der T2-gewichteten Untersuchung hell bzw. weiß aufgrund des hohen Wasseranteils. In der T1-Wichtung lässt sich die normale Zystenflüssigkeit dunkel als Hinweis des fehlenden Fett-Anteils darstellen. Eiweißreiche Zysten, wie dieses bei eingebluteten oder infizierten Zysten der Fall ist, stellen sich in der

T1-Wichtung hell dar. Ein Kriterium zur Differenzierung ist, dass Blut im Verlauf ein Sediment bildet und putrider Inhalt nicht. Dieses lässt sich durch Änderung der Lagerung vom Rücken auf den Bauch durch die veränderte Sedimentposition bestätigen. So kann eine Unterscheidung zwischen einer eingebluteten und infizierten Zyste getroffen werden. Für die MRT gelten die gleichen bildmorphologischen Kriterien bezüglich des Nachweises einer komplizierten Nierenzyste bzw. dem Vorliegen einer Raumforderung wie bei der CT, wie Kapselverdickungen, Septierungen und Kontrastmittelaufnahme. Im MRT können feine Septen oft deutlicher dargestellt werden als im CT.

Um einen fetthaltigen Tumor wie das Angiomyolipom zu identifizieren, kann zusätzlich eine fettgesättigte T1-Sequenz durchgeführt werden, wodurch im Vergleich zur nicht fettgesättigten T1-Sequenz die fetthaltigen Tumoranteile signalarm (dunkel) erscheinen.

Der Nachteil einer MRT-Untersuchung besteht darin, dass aufgrund der eingeschränkten Größe der Empfänger-Spule die Untersuchung auf ein jeweiliges Organ, worauf besonders geachtet werden soll festgelegt werden muss. Die Randbereiche des darstellbaren Gesichtsfeldes sind von der Auflösung her qualitativ schlechter. Aufgrund der langen Untersuchungsdauer (Niere nativ und nach Kontrastmittelgabe inklusive Ausscheidungsserie ca. 30 bis 45 Minuten) ist das Ergebnis erheblich von der Mitarbeit der Patienten abhängig. Bei mangelnder Mitarbeit ergeben sich veratmete bzw. verwaschene Bilder, was zur Einschränkung der Beurteilbarkeit führt. (Dössel [26] 2000).

1.6 Therapeutische Strategien

Die Indikation zur operativen Behandlung einer zystischen Läsion wird gestellt, wenn sie zum einen symptomatisch wird oder zum anderen nicht sicher bezüglich ihrer Dignität zugeordnet werden kann. Das therapeutische Vorgehen richtet sich dabei nach der vermuteten Diagnose, wobei die Einteilung nach Bosniak als Hilfestellung dient.

Eine genaue Differenzierung zwischen einer einfachen und einer komplizierten Nierenzyste ist deshalb relevant, da man auch mit Hilfe moderner Verfahren wie CT und MRT nicht immer sicher feststellen kann, ob es sich bei der betreffenden Läsion um einen benignen oder malignen Befund handelt. Während die Mehrzahl der unkomplizierten Zysten kein diagnostisches Problem darstellt, können komplizierte Zysten bei der Abgrenzung gegenüber Tumoren bzw. Karzinome erhebliche Schwierigkeiten bereiten.

Eine einfache blande Nierenzyste bedarf keiner weiteren Kontrolle oder Abklärung (Bosniak [14] 1986). Sie wird nur dann einer Therapie zugeführt, wenn sie symptomatisch oder

kompliziert wird (Pal et al. [72] 1997). Einfache zystische Läsionen werden punktiert oder marsupialisiert, während Läsionen mit Tumorverdacht in aller Regel zur histologischen Abklärung freigelegt werden.

Symptomatisch werden zystische Läsionen durch Verdrängung und durch einer damit verbundene mechanische Kompression anderer Organe oder des Nierenhohlsystems. Dadurch werden eine Schmerzsymptomatik, obstruktive Uropathie und eine Verdauungsproblematik hervorgerufen. Weiter können durch die zystische Läsion Komplikationen auftreten, wie eine Einblutung oder Ruptur, z.B. durch ein Trauma oder spontan. Ebenso kann sich der Zysteninhalt infizieren.

Bei der perkutanen Punktion kann die Injektion von sklerosierenden bzw. verklebenden Substanzen wie Äthanol, Doxycyclin, Kontrastmittel oder einer hochprozentigen Glucose-Lösung erfolgen. Passager kann ein Pigtail-Katheter als Drainage eingelegt werden. Andernfalls kommt eine operative Abtragung in Betracht wie z.B. die Marsupialisation oder Zystenresektion (offen-chirurgisch oder laparoskopisch). Bei in der Bildgebung nicht eindeutig benignen Befunden kann eine zytologische Untersuchung des Zystenpunktes hilfreich bei der Abgrenzung einer maligne entarteten Zyste sein. Bei den komplizierten Nierenzysten handelt es sich bei den „leicht“ auffälligen Befunden (Bosniak II oder II F) meist um einen benignen Prozess. Dabei wird eine bildgebende Kontrolle mittels Computertomographie oder Magnet-Resonanz-Tomographie empfohlen (Israel und Bosniak [47] 2003 b).

Insgesamt ist aber die Indikation zur operativen Exploration zur Klärung der Dignität gegeben, da eine Neoplasie hier nicht sicher ausgeschlossen werden kann. Operativ kann eine Nierenzystenresektion mit oder ohne Probebiopsien, eine Nierenteilresektion sowie eine Nephrektomie erfolgen.

1.7 Fragestellung

In der hier vorliegenden Arbeit erfolgt retrospektiv die Analyse des Bremer Patientenkollektivs mit einer zystischen Nierenläsion zu den Fragen

- Welches Verfahren zur Untersuchung einer zystischen Läsion zum Nachweis eines benignen oder malignen Befundes weist die höchste Sensitivität und Spezifität auf?
- Welche histologischen Ergebnisse werden nach chirurgischer Exploration der zystischen Läsionen erhoben?
- Kann aufgrund der Bildgebung eine Vorhersage über das histologische Ergebnis getroffen werden?
- Sind die unterschiedlichen bildgebenden Verfahren ergänzende oder gleichwertig alternative Untersuchungsverfahren?
- Wie sind die operativen Ergebnisse bzw. Komplikationen der organerhaltenden Nierenchirurgie?

2 Patienten und Methodik

2.1 Patientenkollektiv

Es wurden retrospektiv alle Niereneingriffe in der Urologischen Klinik der Klinikum Bremen Mitte gGmbH im Zeitraum von Januar 2000 bis Juli 2008 analysiert. Bei der Identifizierung der geeigneten Patienten wurde mit Hilfe des klinikeigenen Dokumentationsprogramms (SAP) eine Zusammenstellung aller operativen Eingriffe an der Niere durchgeführt. Dieses erfolgte unter der Vorgabe aller dafür in Frage kommenden OPS-Nummern (Operations- und Prozedurenschlüssel) in der Zeit von Januar 2000 bis einschließlich Februar 2008. Die OPS-Ziffern bezogen sich dabei auf explorative Nierenfreilegungen und Nierenteilresektionen. Diese Aufstellung umfasste 921 Datensätze für 610 Patienten. Unter Berücksichtigung dieser Operationsziffern ergab sich die in der **Tab. 11** aufgeführte Zusammenstellung der durchgeführten operativen Eingriffe, die anhand des OPS-Kataloges spezifiziert wurden. In der Zeit von März bis Juli 2008 wurden die Patienten direkt über das Operationsprogramm bzw. über eigene Kenntnis des Autors bezüglich des Vorliegens zystischer Läsionen erfasst. Es erfolgt eine manuelle Überprüfung der Krankenakten der 610 Patienten zur weiteren Eingrenzung darüber, ob es sich bei der jeweiligen Läsion um einen zystischen Befund handelte. Dabei wurde auf folgende Suchbegriffe bzw. Stichworte geachtet:

– zystische Läsion – (Nieren-) Zyste – Zystische Raumforderung – komplizierte (Nieren-) Zyste – zystisches (Nierenzell-) Karzinom –

Voraussetzung für den Einschluss in diese Studie war, dass bei den Patienten mittels CT und / oder MRT eine zystische Läsion an der Niere nachgewiesen wurde und der Befund histologisch bezüglich seiner Dignität untersucht wurde. Eine Ultraschalluntersuchung wurde bei jedem Patienten im Rahmen der Aufnahmeuntersuchung durchgeführt.

Aufgrund dieser Auswahlkriterien verblieb ein Patientenkollektiv von 106 Patienten aus dem Zeitraum zwischen Januar 2000 und Juli 2008 mit der radiologischen Diagnose einer einfachen oder komplizierten Zyste.

Die nachfolgende **Tab. 11** gibt eine Übersicht über die verwendeten OPS-Ziffern (www.uke.de/zentrale-dienste/case-management/downloads/case-management/opserw2008sy st_pdf_20071017.pdf)

Tab. 11 OPS-Ziffern im OP-Suchfeld

OPS-Ziffer	Bezeichnung des Eingriffs
5-550.5	Punktion einer Zyste
5-551.6	Punktion einer Zyste
5-552	Exzision und Destruktion von (erkranktem) Gewebe der Niere Inkl.: Exzision und Destruktion von (erkranktem) Gewebe des Nierenbeckens; Exzisionsbiopsie; Exzision und Marsupialisation einer Zyste
5-552.0	Exzision, offen chirurgisch
5-552.2	Exzision, ureterorenoskopisch
5-552.3	Exzision, laparoskopisch
5-552.4	Exzision und Destruktion von (erkranktem) Gewebe der Niere – Destruktion, offen chirurgisch
5-552.5	Destruktion, perkutan-transrenal
5-552.6	Destruktion, ureterorenoskopisch
5-552.7	Destruktion, laparoskopisch
5-552.x	Sonstige
5-553	Partielle Resektion der Niere Exkl.: Extrakorporale Resektion mit Autotransplantation (5-555.4) Hinw.: Der Zugang ist in der 6. Stelle nach vorstehender Liste zu kodieren → siehe unten
5-553.0	Teilresektion
5-553.1	Teilresektion mit Ureterektomie
5-553.2	Teilresektion mit Kaltperfusion
5-553.x	Sonstige
5-553.y	N.n. bezeichnet
5-559	Andere Operationen an der Niere Exkl.: Biopsie der Niere durch Inzision (1-560.0), perkutane und endoskopische Biopsie der Niere und des Nierenbeckens Hinw.: Der Zugang ist in der 6. Stelle nach vorstehender Liste zu kodieren → siehe unten
5-559.0	Freilegung der Niere (zur Exploration)
5-559.1	Dekapsulation
5-559.2	Nephropexie
5-559.3	Revisionsoperation
5-559.x	Sonstige
5-559.y	N.n. bezeichnet

2.2 Untersuchungsablauf

2.2.1 Sonographie

Bei der Ultraschalluntersuchung wurden Geräte der Firma B – K Medical (2102 Hawk B – K

Medical) eingesetzt. Es wurde ein Schallkopf mit der Frequenz von 3,5 MHz verwendet. Die Darstellung erfolgte im B-Mode (B für englisch brightness modulation). Die sonographische Untersuchung des Abdomens bzw. der Nieren erfolgte nüchtern. Dadurch wurden eine Kontraktion der Gallenblase, eine Dilatation des Magens sowie eine verstärkte Darmperistaltik vermieden. Durch Lagerungswechsel (Rücken- und Seitenlage, ggf. auf im Stehen) und atemabhängige Positionsveränderungen der Organe ließen sich Überlagerungen durch störende Strukturen (Luft, Gas, Skelettanteile) im Schallfeld vermeiden und das entsprechende Organ vollständig abbilden. Im Anschluss erfolgte eine repräsentative Bilddokumentation mit für Außenstehende nachvollziehbaren Normalbefunden oder pathologischen Auffälligkeiten.

2.2.2 Computertomographie (CT)

2.2.2.1 Radiologische Institute (CT)

Tab. 12 Radiologische Institute

Computertomographie	Häufigkeit
Klinikum Bremen Mitte	27
Klinik St.-Joseph-Stift, Bremen	18
Klinikum Links der Weser (LDW)	11
Dres. Windmann / Rausch-Lentschig	8
Gemeinschaftspraxis Vegesack	6
Dres. Hien-Völpel / Krastel / Hesse	4
Martins-Krankenhaus, Dr. Boeckers	4
Kreiskrankenhaus Osterholz	3
Dres. Hartmann / Rogge, Praxis Diako	3
Dr. Suplie, Osterholz-Tenever, Bremen	2
Dres. Oei, Lemb und Partner, Bremerhaven	2
Dr. J. Wienkamp, Blumenthal	2
Klinikum Bremen Ost	1
Klinikum Bremen Nord	1
Diakonie-Krankenhaus Rotenburg	1
Dres. Bruns / Huhnt / Muhle, Vechta	1
Röntgeninstitut Schöneberg, Berlin	1
Universitätsklinik Saarland (Homburg)	1
Gemeinschaftspraxis am Krankenhaus Verden	1
Gemeinschaftspraxis Hecht/Weimar/Lahr	1
CT-Untersuchungen gesamt	98

Bezüglich der weiteren Bildgebung wurde bei 98 Patienten eine Computertomographie durchgeführt. Die meisten dieser Untersuchungen ($n = 64$; 65,4 %) wurden im Klinikum Bremen Mitte, im St.-Joseph-Stift, in der Gemeinschaftspraxis am Klinikum Links der Weser sowie der Gemeinschaftspraxis Dres. Windmann / Rausch-Lentschig durchgeführt. Weitere Untersuchungen wurden in 15 anderen Radiologischen Instituten durchgeführt. Einen Überblick gibt die **Tab. 12**.

2.2.2.2 Untersuchungsablauf (CT)

Bei der Fragestellung einer Nierenzyste, einer komplizierten Zyste bzw. der Abklärung einer unklaren renalen Raumforderung wurde den untersuchten Patienten über einen Zeitraum von zwei Stunden vor der Untersuchung etwa 1000 ml Kontrastmittel oral verabreicht. Eine weitere spezielle Vorbereitung des Patienten war nicht erforderlich.

Der Patient wurde auf einer Liege auf dem Rücken gelagert. Die Arme befanden sich in Elevation. Das CT-Gerät war an beiden Enden offen, so dass auch Patienten mit Klaustrophobie, d.h. Angst vor engen Räumen, die wenige Minuten dauernde Untersuchung in der weiten und relativ kurzen Öffnung des CT-Geräts gut tolerierten.

Zunächst erfolgte eine Nativ-Serie. Nach intravenöser Injektion von 100 bis 120 ml Kontrastmittel (1,5 ml/kgKG) über eine Verweilkanüle wurden eine arterielle und eine parenchymatöse Phase gefahren. Die Untersuchungen erfolgten in Inspiration, wobei eine Serie maximal 20 bis 30 Sekunden dauerte. Nur wenn eine Beteiligung oder Obstruktion des Nierenhohlsystems zu erwarten war, wurde zusätzlich eine Ablaufphase aufgezeichnet. Wenn möglich, wechselte der Patient vorher die Position, indem er ein paar Schritte auf und ab ging. Dadurch wurde das Kontrastmittel gleichmäßig im Nierenhohlsystem verteilt. Es wäre sonst aufgrund seiner höheren Dichte im Gegensatz zum Urin abgesunken und hätte einen Kontrastmittelspiegel gebildet.

Anfang 2000 wurden Spiral-CT-Geräte verwendet, wobei die Schichtdicke zwischen 5 bis 10 mm betrug. Dabei betrug der Pitch, d.h. der Abstand zwischen zwei Schichtebenen in der Spirale, 2 mm. Daraus ergab sich bei einer Schichtdicke von 5 mm eine effektive Schichtdicke von 6,4 mm. Nach Einführung der Multi-Slice-Geräte ab 2003 und 2004 betrug die Schichtdicken 1,5 mm. Die Patienten unseres Kollektivs wurden computertomographisch mit Schichtdicken zwischen 1,5 und 10 mm untersucht.

2.2.3 Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT)

2.2.3.1 Radiologische Institute (MRT)

Bei 40 Patienten wurde im Rahmen der Diagnostik eine Magnet-Resonanz-Tomographie durchgeführt. Die meisten MRT-Untersuchungen (n = 32; 80 %) wurden im Klinikum Bremen Mitte sowie im St.-Joseph-Stift Bremen durchgeführt.

Weitere 6 Radiologische Institute kamen hinzu. Einen Überblick gibt die **Tab. 13**.

Tab. 13 Radiologische Institute fürs MRT

	Häufigkeit
Klinikum Bremen Mitte	24
Klinik St.-Joseph-Stift, Bremen	8
Klinikum Links der Weser (LDW)	2
Dr. Suplie, Osterholz-Tenever, Bremen	1
Dres. Oei, Lemb und Partner, Bremerhaven	1
Dr. J. Wienkamp, Blumenthal	1
Dres. Hartmann / Rogge, Praxis Diako	2
Gemeinschaftspraxis am Krankenhaus Verden	1
MRT-Untersuchungen gesamt	40

2.2.3.2 Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT)

Eine spezielle Vorbereitung des Patienten war nicht erforderlich. Der Patient wurde auf dem Rücken gelagert. Eine Verweilkanüle für die Kontrastmittelapplikation wurde gelegt. Im Bereich der zu untersuchenden Region wurde eine so genannte Empfänger-Spule in Form einer Platte festgeschnallt. Anschließend wurde der Patient auf der Liege in einen großen röhrenförmigen Magneten gefahren. Über eine Gegensprechanlage und eine Kamera blieb er mit dem Arzt bzw. dem radiologischen Personal in Kontakt. Der Patient musste während der Messungen ruhig liegen, um eine optimale Bildqualität zu gewährleisten. Die Untersuchung dauerte etwa 45 Minuten. Patienten mit Klaustrophobie bekamen vor der MRT-Untersuchung ein Beruhigungsmittel.

Nativ wurde die Untersuchung in einer T1 und T2-Wichtung durchgeführt. Dabei wurde jede Wichtung einmal in der coronaren und einmal in der axialen Schnittebene durchgeführt. Jeder dieser insgesamt vier Untersuchungsgänge dauerte mit Atemanweisung und einem Scanvorgang etwa 3 Minuten. Die Untersuchung konnte in Inspiration oder Expiration erfolgen.

Anschließend erfolgte mit einer Geschwindigkeit von 2 ml/sek die Applikation des gadoliniumhaltigen Kontrastmittels. Es wurden etwa 10 bis 15 ml (1ml/5kg Körpergewicht) injiziert. Unmittelbar nach der Kontrastmittelgabe wurde eine dynamische Serie durchgeführt, wobei kurz aufeinander schnelle T1-gewichtete Untersuchungsserien in coronarer Schnittebene folgten. Eine Serie dauerte etwa 20 Sekunden und erfolgte unabhängig von der Atmung. Die Schnelligkeit dieser Untersuchungsserie war erforderlich, um die Kontrastmittel-Anflutung darzustellen. Bei diesen dynamischen Sequenzen war die erste Serie davon noch nativ zum direkten Vergleich, die zweite früharteriell, die 3. arteriell und die 4. frühvenös. Aufgrund der fehlenden Strahlenbelastung konnten mehrere Serien erfolgen, um das Kontrastmittel nicht zu verpassen.

Im Anschluss daran entschied der Radiologe, ob noch eine weitere venöse, spätvenöse oder Ablaufphase notwendig war. Im Gegensatz zur CT konnten neben transversalen Aufnahmen auch direkt coronare (oder sagittale) Aufnahmen ohne Auflösungsverlust durch Umrechnungsverlust erstellt werden.

2.2.4 Nierenperfusions- und Funktionsszintigraphie (ING)

Die Nierenperfusions- und -funktionsszintigraphie (ING) dient zum Nachweis von Defekten im Nierenparenchym mit gleichzeitiger Quantifizierung der Funktionsminderung. Es erfolgt eine Aussage über die Gesamtfunktion sowie der Funktion der einzelnen Nieren in einem absoluten Wert sowie prozentual bezogen auf ein dem Alter entsprechendes Normalkollektiv. Bei den Patienten wurde eine Hydrierung (Trinken von 500 bis 1000 ml Mineralwasser) 45 Minuten vor Untersuchungsbeginn mit 10 ml/kg Körpergewicht nach vorheriger Blasenentleerung vorgenommen.

Die Untersuchung erfolgte in liegender Position. Unmittelbar nach intravenöser Injektion von 150 MBq ^{99m}Tc -MAG3 (Mercaptoacetylglucyl) als Bolus über eine Verweilkanüle wurde die Anflutung und Abflutung des Radionuklids durch Aufnahmen mit der Gammakamera aufgezeichnet. Es erfolgten nach frühestens 20 Minuten zwei Blutentnahmen im Abstand von etwa 5 Minuten zur Aktivitätsbestimmung im Plasma. Das Ergebnis wurde als Nephrogrammkurve dargestellt (Brandau [18] 2003).

2.3 Operative Techniken

Die operative Nierenfreilegung erfolgte in Seitenlage als retroperitonealer Eingriff. Als Zugang wurde ein Intercostalschnitt zwischen der 11. und 12. Rippe oder ein Subcostalschnitt gewählt. Dieses wurde festgelegt in Abhängigkeit von der anatomischen Lage der Niere bzw. der zystischen Läsion. Nach Freipräparation der Rippenspitze erfolgte dort das Eingehen in den Retroperitonealraum. Nach Darstellung der Gerota'schen Fascie erfolgte das Eröffnen dieser dorsalwärts und das Herauslösen der Niere unter teils stumpfer, teils scharfer Präparation. Anschließend wurden die Nierenstielgefäße und der Harnleiter dargestellt. Das weitere Vorgehen war abhängig vom geplanten Eingriff.

2.3.1 Nierenzystenabtragung (n = 23)

Nach Freipräparation des Nierenstiels mit Darstellung der Hauptstämme erfolgte ein Anschlingen der Gefäße mittel Gummizügel. Es wurden rote Zügel für arterielle Gefäße, blaue für venöse Gefäße und weiße Zügel für den Harnleiter zum entsprechenden Anschlingen verwendet. Die Nierenzyste wurde dargestellt und von Fettgewebe befreit, so dass man den Übergang zum Nierenparenchym erkennen konnte. Anschließend erfolgte die Resektion der Nierenzystenwand und Inspektion des Zystengrundes. Bei makroskopischen Auffälligkeiten wurden Biopsien aus dem Zystengrund zur Schnellschnittdiagnostik entnommen. Der Resektionsrand wurde versorgt. Blutende Gefäße wurden dabei umstochen und der Zystenrand mit einem Argon-Beamer koaguliert.

2.3.2 Nierenzystenmarsupialisation (n = 9)

Es erfolgte das gleiche Vorgehen wie bei der Nierenteilresektion mit Freilegung der Niere und Anschlingen der Gefäße und des Harnleiters. Die zystische Läsion wird freigelegt. Anschließend erfolgten die Resektion der Zystenwand bis zum Parenchymumschlag sowie die Inspektion des Zystengrundes. Im Rahmen einer histologischen Schnellschnittuntersuchung wurde die Dignität der Zystenwand geklärt. Im Zweifelsfall wurden auch noch Biopsien aus dem Zystengrund eingesandt. Die Zystenwand wurde anschließend mittels fortlaufender Naht marsupialisiert. Auf die nun freiliegende Zyste wurde eine Fettplombe aus perirenalem Fettgewebe gelegt und adaptiert.

2.3.3 Nierenteilresektion in kalter Ischämie und Nephrektomie (n = 70)

Nach Freipräparation des Nierenstiels mit Darstellung der Hauptstämme erfolgte ein Anzügeln der Gefäße. Nachdem die Raumforderung dargestellt und von Fettgewebe befreit wurde, so dass man den Übergang zum gesunden Nierenparenchym erkennen konnte, erfolgte das Auslegen der Wunde mit Bauchtüchern. 50 ml 20 %iges Mannitol wurde verabreicht. Der arterielle Gefäßstamm wurde mit Hilfe des Zügels zur Erzeugung einer Ischämie abgeklemmt. Gecrashtes Eis wurde in die mit Bauchtüchern ausgelegte Wunde zur Erzeugung einer Hypothermie eingebracht. Anschließend erfolgte die Inzision der Nierenkapsel mit einem ausreichenden Sicherheitsabstand. Der Tumor wurde unter Mitnahme eines Parenchymsaums aus der Niere reseziert (Keilresektion). Es wurden Biopsien aus dem Resektionsgrund zur Schnellschnittdiagnostik entnommen, um eine R0-Resektion zu erreichen. Zwischenzeitlich erfolgte das Kühlen der Niere mittels eisgekühlten Wassers. Anschließend wurde der Resektionsgrund versorgt. Gefäße wurden dabei umstochen und der Resektionsrand mit einem Argon-Beamer koaguliert. Es wurde ein Tachosil®-Flies aufgelegt. Anschließend wurde mit durchgreifenden Parenchymnähten ein Tabotamp-Fibrilar®-Kissen so eingeknotet, dass eine gute Adaptation des Parenchyms erzielt wurde. Nach anschließender Freigabe der arteriellen Blutzufuhr erfolgte die Gabe von weiteren 50 ml 20 %igem Mannitol und 40 mg Furosemid (Lasix®). Zusätzlich wurde eine Dauerinfusion mit Dopamin (4 µg/kgKG) verabreicht. Abschließend erfolgte die dopplersonographische Kontrolle der Blutversorgung in den einzelnen Nierenbereichen zur Beurteilung der Perfusion. Eine Lymphadenektomie wurde bei der Nierenteilresektion nicht durchgeführt.

Stand während des Eingriffes fest, dass es sich bei der Raumforderung mit hoher Wahrscheinlichkeit um ein Karzinom (Bosniak IV) mit entsprechender Größe oder zentraler Lage (irresektabel) handelte, wurde nach Freilegung der Niere bei histologischer Schnellschnittsicherung eine primäre Nephrektomie durchgeführt. Wenn sich während oder nach dem Ersteingriff (Nierenteilresektion) herausgestellt hatte, dass ein Karzinom nicht komplett exzidiert wurde oder andere Komplikationen (Nachblutungen) auftraten, wurde eine sekundäre Nephrektomie in gleicher oder einer zweiten Sitzung durchgeführt. Es wurde dabei zunächst die arterielle Blutversorgung abgeklemmt, durchtrennt und doppelt ligiert. Im Anschluss erfolgte das Abklemmen und Durchtrennen der Nierenvene. Diese wurde mittels Durchstichligatur versorgt. Abschließend wurde der Harnleiter durchtrennt und ligiert.

2.3.4 Retroperitoneoskopische Nierenzystenresektion und -marsupialisation (n = 4)

Die Durchführung erfolgte ebenfalls in Seitenlagerung. Ca. 1 Querfinger unter der 12. Rippe im Bereich der mittleren Axillarlinie erfolgte eine Hautinzision. Die Subkutis und Muskulatur wurden bis zur Faszie durchtrennt. Anschließend erfolgte das Eingehen in den Retroperitonealraum. Es wurde ein Dilatationsballon eingelegt und durch Aufpumpen des Ballons ein Cavum geschaffen. Anschließend wurde unter digitaler Führung in der vorderen Axillarlinie ein 12 mm und in der hinteren Axillarlinie ein 5 mm Trokar eingelegt. Im Bereich der mittleren Inzision wurden Faziennähte angelegt. Ein Hasson-Trokar wurde eingebracht und fixiert. Anschließend wurde die Gerota'sche Faszie oberhalb des M. psoas inzidiert. Nach Freipräparation der Nierenzyste wurde diese eröffnet. Dabei erfolgte eine großflächige Fensterung durch Resektion der Zystenwand sowie die Inspektion des Zystengrunds. Das Präparat wurde zur histologischen Beurteilung eingesandt. Das Peritoneum wurde eröffnet und mit Einzelknopfnähten mit der ventralen Zystenwand vernäht. Über den vorderen Zugang wurde eine Drainage eingelegt. Die einzelnen Zugangswege wurden verschlossen.

Eine weitere Form der Histologiegewinnung ist die Biopsie. In unserer Klinik Punktionen wurden zur Gewebegewinnung aufgrund der Gefahr der Tumorverschleppung über den Punktionskanal nicht durchgeführt.

2.4 Datenerhebung

Es wurden Erhebungen über die Ergebnisse der einzelnen bildgebenden Untersuchungsmethoden (Sonographie, Computertomographie und Magnet-Resonanztomographie) gemacht sowie der Zusammenhang mit den histologischen Ergebnissen analysiert. Dabei wurden Alter, Geschlecht, Body-Mass-Index (BMI), Seitenlokalisation, Größe und Größenveränderung der Läsion, die Art, wie die Läsion entdeckt wurde, das histologische Ergebnis mit Tumorstadium und Grading, zuvor erhobene Bildgebung mit Unterteilung in die einzelnen Kriterien (Größe, Dichteverhalten des Zysteninhaltes, Kontrastmittelanreicherung, Form, Wandverdickung sowie Vorhandensein von Septen und Kalzifikationen) erfasst. Ebenso wurden Befunde zur Aussage über Komplikationen in Form von Bluttransfusionen, Harnwegs- und Wundinfekten sowie der Nierenfunktionsverlust dargestellt (**Tab. 14**).

Tab. 14 Variablen der Datenerhebung

	Differenzierung
Variable	Alter des Patienten bzw. der Patientin
	Geschlecht
	Seitenlokalisation
	Body-Mass-Index
	Größe der Läsion
	Größenprogredienz der Läsion
	Diagnosestellung
	Form der Läsion (rund – oval – unregelmäßig)
	Dichteverhalten des Zysteninhaltes in der nativ-Untersuchung (homogen – inhomogen)
	Wandverdickung (dünne – verdickte – unregelmäßige der Zystenwand (CT – MRT)
	Vorhandensein von Septen (unabhängig von der Anzahl)
	Vorhandensein von Verkalkungsstrukturen
	Vorhandensein von soliden Weichgewebsformationen / soliden Anteilen
	Kontrastmittelverhalten
	Therapieverfahren
	Histologische Differenzierung
	Grading / Differenzierungsgrad
	Tumorstadium nach der TNM-Klassifikation
	Diagnosestellung: Zufallsbefund, Verlaufskontrolle, Makrohämaturie, Schmerzen, Tumornachsorge anderer Tumorerkrankungen, Abklärung anderer Erkrankungen
	Komplikationen
Nierenfunktionsverlust	

2.5 Statistische Methoden

Die statistische Auswertung erfolgte mit freundlicher Unterstützung der Firma Statistik-Service / Medizinische Wissenschaftsberatung in Löhne bei Bad Oeynhausen (Dr. Tanja Kottmann).

Die statistischen Auswertungen wurden mit Hilfe von SPSS für Windows, Version 15.0 (SPSS Inc., U.S.A.) durchgeführt. Die Darstellung der kontinuierlichen Variablen erfolgte als Mittelwert, während als Streumaße die Standardabweichungen gewählt wurden.

Die kontinuierlichen Variablen wurden mittels des Kolmogorov-Smirnov-Tests hinsichtlich ihrer Normalverteilung überprüft. Während einige der getesteten Variablen keine Normalverteilung aufwiesen (Kolmogorov-Smirnov-Test: $p < 0,05$), konnte für andere Variablen eine Normalverteilung berechnet werden (Kolmogorov-Smirnov-Test: $p \geq 0,05$). Bei den Mittelwertvergleichen wurden daher Tests für normalverteilte Stichproben und nichtparametrische Tests für nicht normalverteilte Stichproben herangezogen.

Beim Vergleich von 2 unabhängigen, normalverteilten Stichproben wurde der t-Test verwendet, während bei nicht normalverteilten Stichproben der Mann-Whitney-U-Test als nichtparametrisches Verfahren durchgeführt wurde.

Die kategorisierten Daten dagegen wurden mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests, bzw. des exakten Tests nach Fisher ausgewertet. Bei Verwendung des Chi-Quadrat-Tests wurden die erforderlichen Testvoraussetzungen erfüllt, so dass bei allen Tests weniger als 20 % der erwarteten Häufigkeit kleiner 5 war. In Einzelfällen, in denen diese Testvoraussetzung nicht gegeben war, wird dies jeweils bei der Ergebnisdarstellung erläutert.

Bei allen durchgeführten Tests erfolgte eine zweiseitige Signifikanzüberprüfung, wobei für alle statistischen Tests ein p-Wert $< 0,05$ als statistisch signifikant angenommen wurde.

In den grafischen Darstellungen, die ebenfalls mit SPSS erstellt wurden, wurden zur Veranschaulichung der Mittelwerte bei normalverteilten Stichproben Fehlerbalken verwendet, wobei als Streumaß aufgrund der großen Streubreite die Standardfehler aufgeführt wurden. Zur Veranschaulichung der Mediane und Quartilsabstände bei nicht normalverteilten Stichproben wurden Boxplots verwendet. Während in den Boxen der Median sowie die 25.-75. Perzentile aufgetragen sind, entsprechen die T-Balken dem kleinsten und größten Wert, sofern sie keine Ausreißer bzw. Extremwerte sind. Die Ausreißer sind dabei Werte, die zwischen 1,5 - 3 Boxlängen außerhalb der Box liegen. Sind in den Grafiken als Kreise dargestellt, während Extremwerte mehr als 3 Boxlängen außerhalb der Box gemessen wurden und als Kreuzchen aufgetragen sind. Die kategorisierten Daten wurden grafisch mit Hilfe von einfachen und gruppierten Balkendiagrammen dargestellt.

Zur Veranschaulichung des Einflusses der Sensitivität und Spezifität wurden ROC-Kurven angefertigt. Mit den ROC-Kurven (*receiver operating characteristic*) wurde die Sensitivität

gegen den Komplementärwert der Spezifität zu 1 aufgetragen. Ein diagnostischer Wert ohne jede Vorhersagekraft ergäbe eine Diagonale (in den Diagrammen gestrichelt aufgetragen). Je bauchiger die ROC-Kurve war, desto größer war der Vorhersagewert des Tests. Ein Maß für die Vorhersagekraft war die Fläche unterhalb der ROC-Kurve, die bei einem Test ohne jede Vorhersagekraft 0,5 und im Maximalfall 1 beträgt.

2.6 Definitionen

Die **Sensitivität** (Empfindlichkeit oder Richtigpositiv-Rate) eines statistischen Tests gibt in einem Test den Anteil der richtig erkannten positiven Ergebnisse an der Gesamtheit der wirklich positiven Ergebnisse an. Sie bezeichnet somit die Wahrscheinlichkeit, ein positives Ergebnis auch als solches zu erkennen.

Falls ein positiver Sachverhalt fälschlicherweise als negativ (falsch negativ) bestimmt wird, spricht man von einem Fehler 2. Art.

Die **Spezifität** (Richtignegativ-Rate) eines statistischen Tests gibt den Anteil der richtig als negativ erkannten Ergebnisse an der Gesamtheit der wirklich negativen Ergebnisse an. Sie bezeichnet die Wahrscheinlichkeit, einen tatsächlich negativen Sachverhalt auch durch ein negatives Testergebnis zu erkennen.

Falls ein negativer Sachverhalt fälschlicherweise als positiv (falsch positiv) bestimmt wird, spricht man von einem Fehler 1. Art.

Tab. 15 Vorhersagewerte

Sensitivität	=	richtig Positive / (richtig Positive + falsch Negative)
Spezifität	=	richtig Negative / (richtig Negative + falsch Positive)
positiv prädiktiver Wert	=	richtig Positive / (richtig Positive + falsch Positive)
negativ prädiktiver Wert	=	richtig Negative / (richtig Negative + falsch Negative)

3 Ergebnisse

3.1 Alter

Die **Abb. 1** zeigt, dass das durchschnittliche Alter im Patientengut ($n = 106$) $61,4 \pm 12,3$ Jahre bei einem Median von 62 betrug. Dabei reichte die Spanne von 20 bis 82 Jahre. Am häufigsten wurde dabei ein Alter zwischen dem 60. – 65. Lebensjahr dokumentiert, während ein Alter vor dem 45. und nach dem 80. Lebensjahr nur in Einzelfällen erhoben wurde.

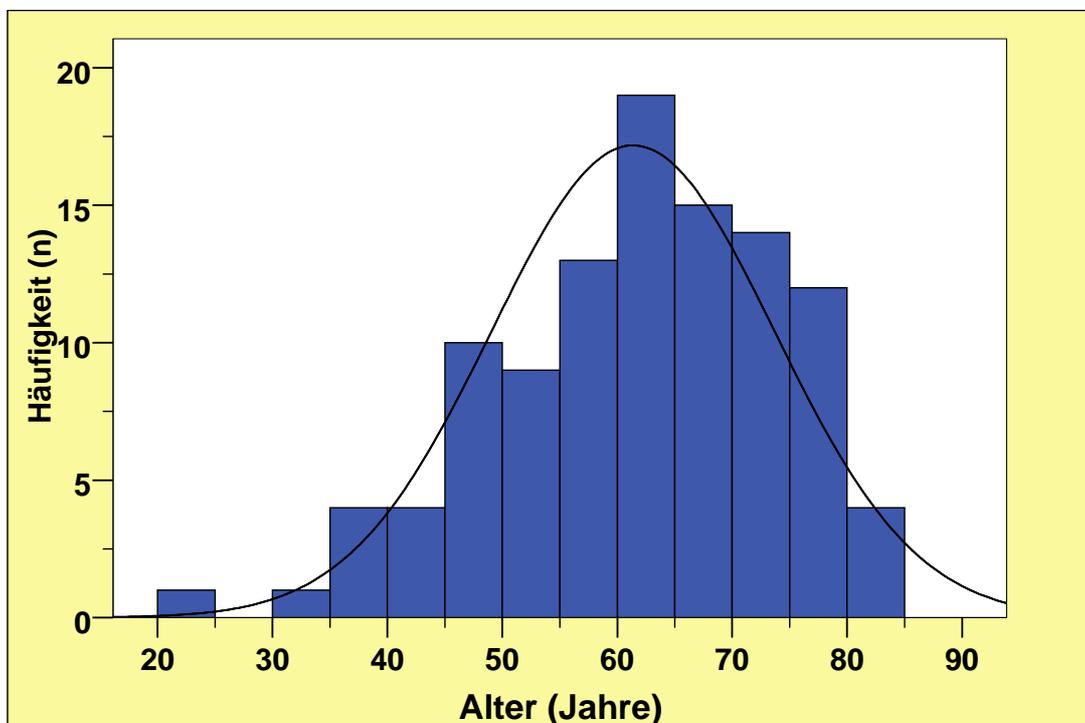


Abb. 1 Altersverteilung

Abb. 2 zeigt, dass die 69 Patienten, bei denen histologisch keine Neoplasie nachgewiesen wurde, im Mittel $63,3 \pm 10,5$ Jahre alt waren (Median 64). Bei den 37 Patienten mit Nachweis einer Neoplasie betrug das Alter im Mittel $60,33 \pm 13,1$ Jahre (Median 62).

Obwohl Patienten ohne einen malignen Prozess im Mittel 3 Jahre jünger waren als die mit nachgewiesenem Karzinom, ließ sich kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen dem Alter des Patienten und dem Nachweis eines malignen Prozesses berechnen (t-Test; $p = 0,209$)

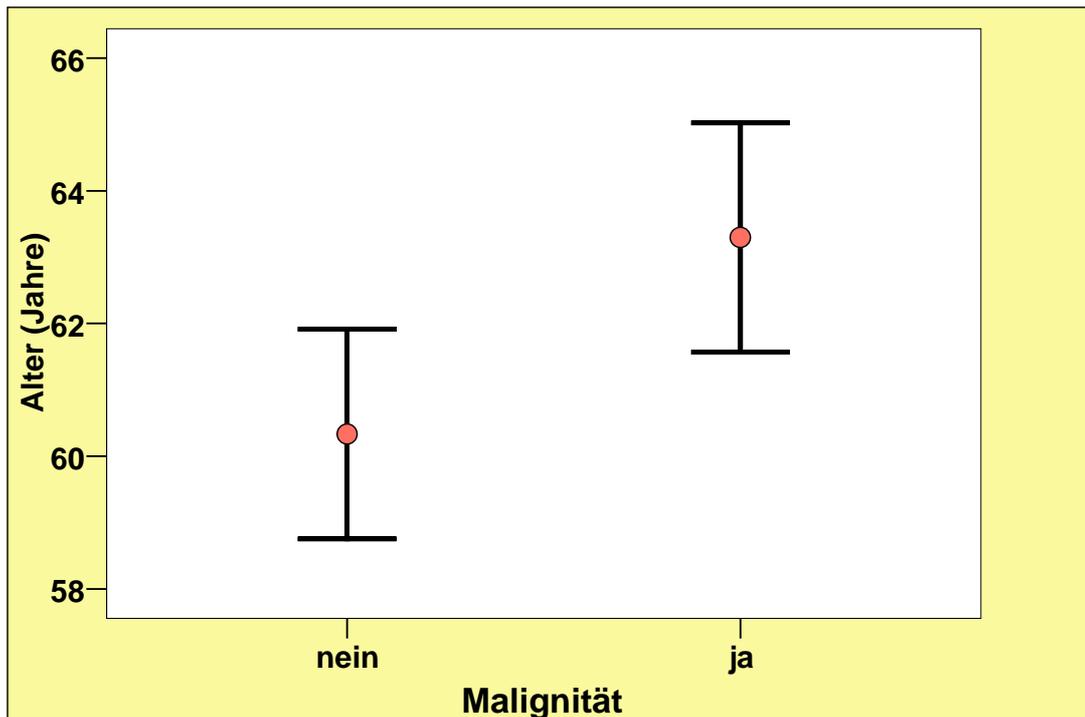


Abb. 2 Alter bei malignen vs. benignen Befunden

3.2 Geschlechtsverteilung

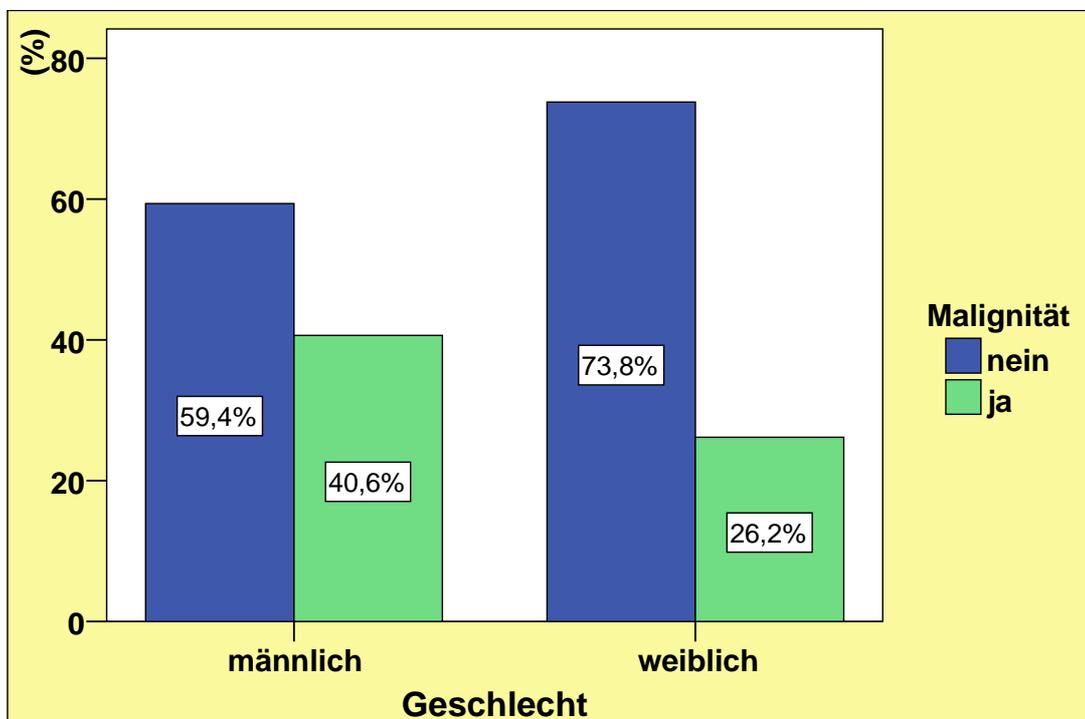


Abb. 3 Geschlecht bei malignen vs. benignen Befunden

Von den insgesamt 106 Patienten waren 42 Frauen (39,6 %) und 64 Männer (60,4 %), so dass ein Verhältnis von 1 zu 1,52 vorlag. Bei der histologischen Beurteilung in unserem Kollektiv fand sich bei 11 Frauen (26,2%) und bei 26 Männern (40,6%) ein Karzinom. Somit ergab sich

bezüglich des Karzinomnachweises in der Verteilung von weiblich zu männlich ein Verhältnis von 1 zu 3,27 (**Abb. 3, Tab. 16**).

Tab. 16 Geschlecht bei malignen vs. benignen Befunden

Geschlecht		Malignität		gesamt
		nein	ja	
männlich	Anzahl (Prozent)	38 (59,4%)	26 (40,6%)	64 (60,4%)
weiblich	Anzahl (Prozent)	31 (73,8%)	11 (26,2%)	42 (39,6%)
gesamt	Anzahl (Prozent)	69 (65,1%)	37 (34,9%)	106 (100%)

Wenn man die 37 nachgewiesenen Karzinome betrachtet, so wurden 26 (70,3%) bei Männern und 11 (29,7%) bei Frauen nachgewiesen. Bei den 69 Patienten ohne Karzinomnachweis fanden sich diese Befunde bei 38 Männern (55,1%) und bei 31 Frauen (44,9%).

Statistisch gesehen waren diese Werte nicht signifikant, beschrieben aber einen Trend, dass bei Männer insgesamt häufiger als bei Frauen eine suspekte zystische Läsion und auch ein Karzinom nachgewiesen werden konnte (Fisher-Test; $p = 0,149$).

3.3 Seitenlokalisierung

Bei der Seitenlokalisierung befanden sich bei 53 Patienten (50 %) die Läsionen auf der linken Seite und bei 53 Patienten (50 %) auf der rechten Seite. Bei der Seitenverteilung der histologisch gesicherten Karzinome fanden sich 20 Karzinome (54,1 %) im Bereich der linken sowie 17 Karzinome (45,9 %) im Bereich der rechten Niere (**Tab. 17**). Statistisch gesehen zeigte sich kein signifikanter Unterschied bezüglich der Lokalisation (Fisher-Test; $p = 0,684$).

Tab. 17 Lokalisation bei malignen vs. benignen Befunden

Lokalisation		Malignität		gesamt
		nein	ja	
rechts	Anzahl (Prozent)	36 (67,9%)	17 (32,1%)	53 (50%)
links	Anzahl (Prozent)	33 (62,3%)	20 (37,7%)	53 (50%)
gesamt	Anzahl (Prozent)	69 (65,1%)	37 (34,9%)	106 (100%)

3.4 Größe in der Sonographie

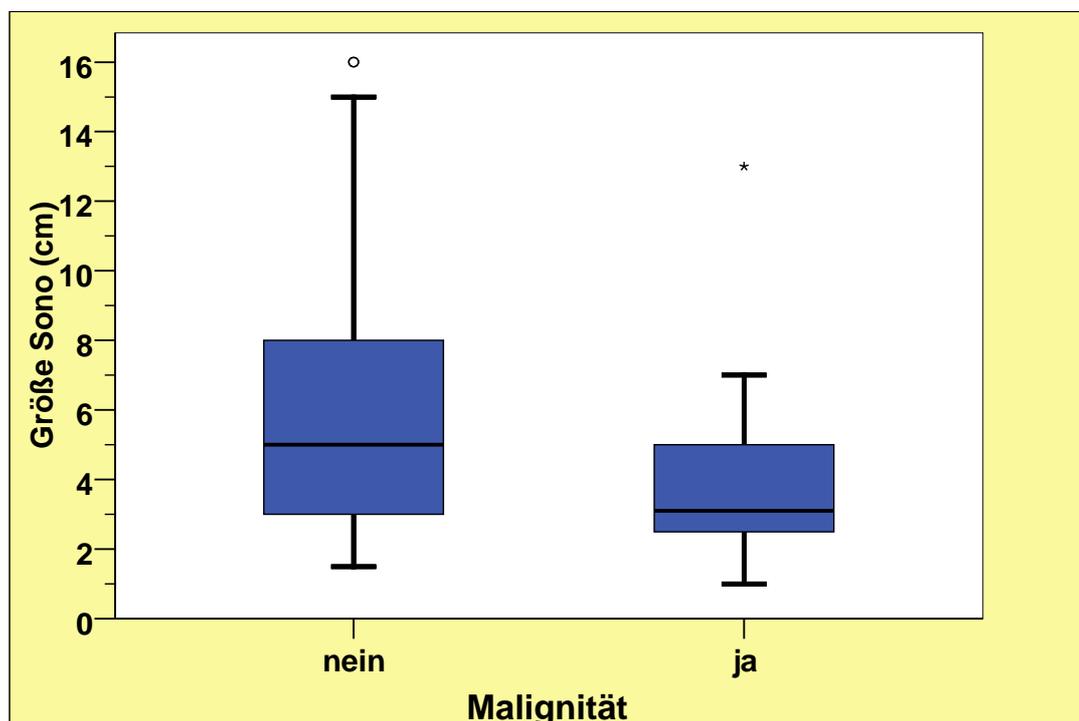


Abb. 4 Größe in der Sonographie bei malignen vs. benignen Befunden

Zunächst wurde hier die sonographisch festgestellte Größe der 106 zystischen Läsionen zu Grunde gelegt. Die Größen lagen zwischen 1 und 20 cm Durchmesser. Der mittlere Durchschnitt der Größe einer Läsion lag bei 5,4 +/- 3,9 cm (Median 4,5 cm) (**Abb. 4, Tab. 18**). Anhand der Größe konnte eine signifikante Korrelation bezüglich der Malignität nachgewiesen werden. Je größer die Läsion war, desto eher handelte es sich um einen benignen Befund (Mann-Whitney-U-Test; $p = 0,003$). Dabei hatte ein benigner Befund durchschnittlich eine Größe von etwa 6,3 +/- 4,3 cm (Median 5 cm), ein maligner Befund eine Größe von etwa 3,9 +/- 2,2 cm (Median 3,1 cm).

Tab. 18 Größe in der Sonographie bei malignen vs. benignen Befunden

Malignität	Mittelwert	Standard-Abweichung	Standardfehler des Mittelwertes	Median	Anzahl
nein	6,287	4,2964	0,5172	5,000	69
ja	3,857	2,1772	0,3579	3,100	37
gesamt	5,439	3,8645	0,3754	4,500	106

3.5 Größenprogredienz

Bezüglich der Größe wurden Zysten zwischen 1 und 20 cm Durchmesser nachgewiesen. Aufgrund der Anamnese und der Vorbefunde konnte bei 52 der Patienten (49,1 %) eine Aussage über die Größenentwicklung der Läsion im Verlauf getroffen werden.

Tab. 19 Größenprogredienz bei malignen vs. benignen Befunden

Größenprogredienz		Malignität		gesamt
		Nein	ja	
Größenabnahme	Anzahl (Prozent)	2 (66,7%)	1 (33,3%)	3 (5,8%)
keine Veränderung	Anzahl (Prozent)	13 (65%)	7 (35%)	20 (38,5%)
Größenzunahme	Anzahl (Prozent)	19 (65,5%)	10 (34,5%)	29 (55,8%)
gesamt	Anzahl (Prozent)	34 (65,4%)	18 (34,6%)	52 (100%)

Bei diesen 52 Patienten wurde in 18 Fällen (34,6 %) ein Karzinom nachgewiesen.

In 20 Fällen (38,5 %) wurde keine Größenveränderung der Läsionen festgestellt, wobei bei 7 Patienten (35 %) ein Karzinom diagnostiziert wurde. In 29 Fällen (55,8 %) bestand eine Größenprogredienz, wobei sich in 10 Fällen (34,5 %) ein Karzinom zeigte. Bei 3 Patienten (5,8 %) konnte eine Größenabnahme registriert werden. Hier handelte es sich in einem Fall um ein Karzinom (33,3%).

Bei den 34 Patienten ohne Karzinomnachweis wurde bei 13 (38,2%) keine Größenveränderung beschrieben. Bei 19 Patienten (55,9%) wurde eine Größenzunahme und bei 2 Patienten (5,9%) eine Größenabnahme beschrieben.

Rechnerisch bestand insgesamt keine Korrelation bezüglich der Größenentwicklung der Befunde (Chi-Quadrat-Test, $p = 0,998$).

In 54 Fällen (50,9 %) konnte über die Größe im Verlauf keine Angabe gemacht werden, da es sich um einen Erstbefund handelte.

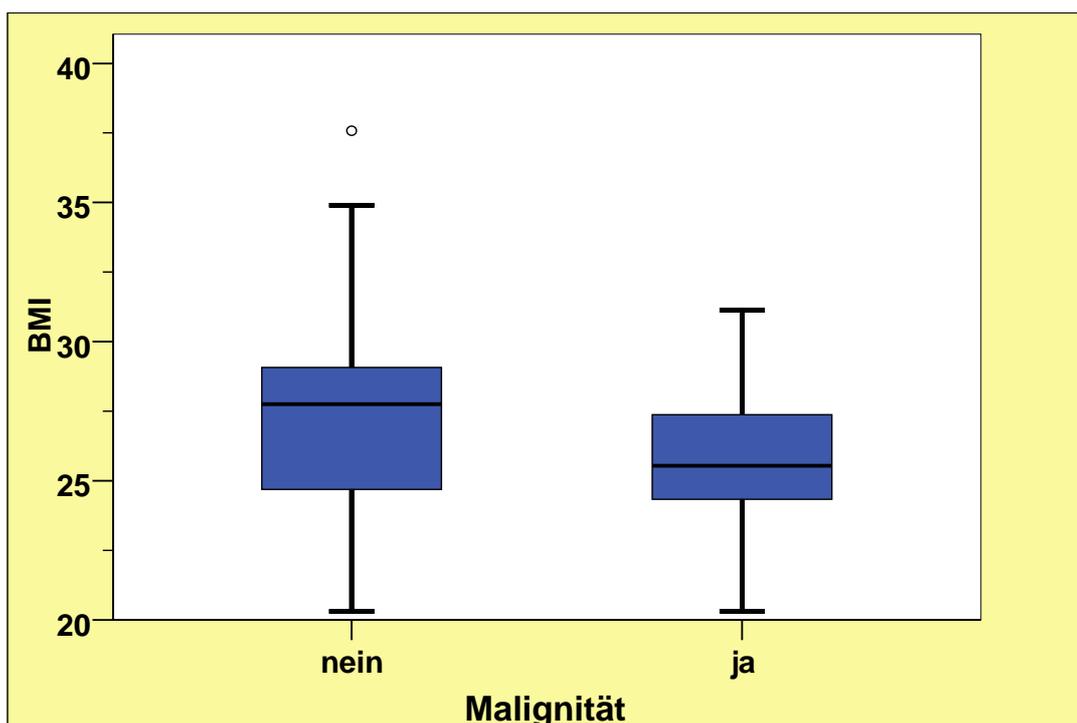
3.6 Body-Mass-Index

Der mittlere Body-Mass-Index (BMI) lag bei 26,88 kg/m², damit also für ein Durchschnittsalter von knapp 62 Jahren insgesamt normalgewichtig. Die folgende Tabelle zeigt die Altersklassen mit ihren jeweiligen Durchschnitts- und Normalwerten gemäß der World Health Organisation (WHO [103] 2006). Dabei fällt auf, dass die Patienten im Alter von 25 bis 45 übergewichtig waren. Die Patienten, die älter als 45 waren, bewegten sich im Normbereich (**Tab. 20**).

Tab. 20 Verteilung des BMI

Alter	Anzahl	BMI	normal [103]
19 – 24	1	23,08	19 – 24
25 – 34	1	28,09	20 – 25
35 – 44	8	26,49	21 – 26
45 – 54	19	25,85	22 – 27
55 – 64	32	27,34	23 – 28
> 64	45	27,13	24 – 29
gesamt	106	26,88	

Insgesamt kann man anhand des Body-Mass-Index feststellen, dass bei den Patienten mit einem niedrigerem BMI häufiger ein Karzinom nachzuweisen war. Dabei ergab sich bei Patienten mit einem benignen Befund ein mittlerer BMI von $27,59 \pm 4,07 \text{ kg/m}^2$ mit einem Median von 27,76 und bei den malignen Befunden ein mittlerer BMI von $25,56 \pm 2,4 \text{ kg/m}^2$ mit einem Median von 25,54 (**Tab. 21**, **Abb. 5**).

**Abb. 5** BMI bei malignen vs. benignen Befunden**Tab. 21** BMI bei malignen vs. benignen Befunden

Malignität	Mittelwert	Standard- abweichung	Standardfehler des Mittelwertes	Median	Anzahl
nein	27,5857	4,06720	0,48963	27,7600	69
ja	25,5643	2,39949	0,39447	25,5400	37
gesamt	26,8801	3,69110	0,35851	27,1100	106

Es ließ sich statistisch ein signifikantes Ergebnis berechnen, d.h. je geringer der BMI, desto eher lag ein Karzinom vor (Mann-Whitney-U-Test; $p = 0,005$).

Der BMI wurde mit der Frage erhoben, ob sich bei den Tumorpatienten eine Tumorkachexie nachweisen ließ. Es fanden sich zwar 17 Patienten mit Untergewicht, aber es wurde bei keinem eine Tumorkachexie festgestellt. Insgesamt waren 33 Patienten übergewichtig. Der geringste BMI wurde mit $20,31 \text{ kg/m}^2$ bei zwei Patientinnen im Alter von 49 und 81 Jahren bestimmt. Es fiel kein Patient wegen eines unklaren Gewichtsverlustes auf. Der höchste BMI wurde mit $42,72 \text{ kg/m}^2$ bestimmt.

Des Weiteren wurde der BMI in Zusammenhang mit dem Auftreten postoperativer Komplikationen mit Wundinfektionen und sekundären Wundheilungsstörungen untersucht. Es trat bei 2 Patienten mit Untergewicht (11,8%), bei 7 normalgewichtigen (12,5%) und bei 9 übergewichtigen Patienten (27,3%) eine Wundinfektion oder sekundäre Wundheilungsstörung auf (**Tab. 22**). Hier konnte eine Abhängigkeit zwischen dem Gewicht und dem Auftreten von sekundären Wundheilungsstörungen nachgewiesen werden.

Tab. 22 Komplikationen in Abhängigkeit des BMI

Alter	gesamt	Unter- gewichtige	Normal- gewichtige	Über- gewichtige
19 – 24	1	0 von 0	1 von 1	0 von 0
25 – 34	1	0 von 0	0 von 0	1 von 1
35 – 44	8	0 von 0	1 von 4 (25%)	1 von 4 (25%)
45 – 54	19	0 von 3 (0%)	0 von 8 (0%)	2 von 8 (25%)
55 – 64	32	1 von 4 (25%)	2 von 16 (12,5%)	3 von 12 (25%)
> 64	45	1 von 10 (10%)	3 von 27 (11,1%)	2 von 8 (25%)
gesamt	106	2 von 17 (11,8%)	7 von 56 (12,5%)	9 von 33 (27,3%)

3.7 Diagnosestellung der zystischen Läsion

Tab. 23 gibt eine Zusammenfassung darüber, wie die zystischen Läsionen aufgefallen waren.

Tab. 23 Diagnosestellung des zystischen Befundes

Diagnosestellung	Häufigkeit	Prozent
Zufallsbefund	26	24,5%
Verlaufskontrolle	28	26,5%
Schmerzen	26	24,5%
Makrohämaturie	8	7,5%
Tumornachsorge	14	13,2%
sonstiges	15	14,1%

3.7.1 Diagnose als Zufallsbefund

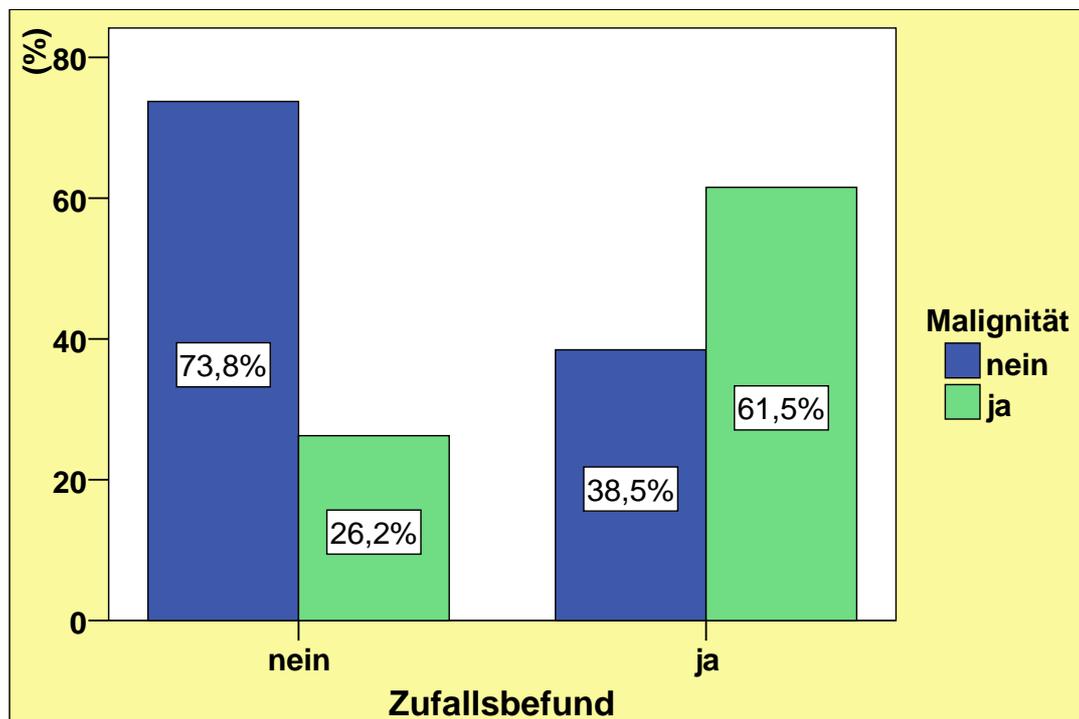


Abb. 6 Zufallsbefund bei malignen vs. benignen Befunden

Bei einem Großteil handelte es sich um zufällig entdeckte Läsionen. Diese fielen auf im Rahmen einer orientierenden Ultraschall-Untersuchung ohne besonderen Anlass, d.h. ohne dass ein bekannter krankhafter Prozess abgeklärt werden musste oder sollte. Diese Untersuchungen wurden nicht zielgerichtet durchgeführt. Aufgrund des suspekten Befundes wurden die Patienten einer weiteren Diagnostik (CT / MRT) zugeführt.

Insgesamt handelte es sich bei 26 Patienten (24,5 %) um einen Zufallsbefund in einer Routineuntersuchung. Bei 16 Patienten (61,5 %) konnte histologisch ein Karzinom nachgewiesen werden, wie **Abb. 6** zeigt. Man kann erkennen, dass insgesamt 43,2 % aller Karzinome rein zufällig entdeckt wurden.

3.7.2 Verlaufskontrolle bei bekannter zystischer Läsion

28 Patienten (26,4 %) wurden einer Verlaufskontrolle bei bereits bekannten zystischen Läsionen unterzogen, die nun aufgrund einer Größenprogredienz oder Formveränderung als suspekt eingestuft wurden. Damit war die Indikation zur operativen Freilegung gegeben. Bei 7 dieser Patienten (25 %) wurde histologisch ein Karzinom gesichert. Wie schon im **Kap. 3.5**

beschrieben, bestand keine Korrelation zwischen der Größenprogredienz und dem Vorliegen eines Malignoms. Bei den 7 histologisch gesicherten Karzinomen wurde in 3 Fällen eine Größenprogredienz beschrieben, in 3 Fällen blieb die Größe konstant und in einem Fall wurde die Läsion sogar kleiner. Es sind die veränderten Strukturen innerhalb einer zystischen Läsion, welche sich im Verlauf bilden und damit zu einer Höherklassifizierung gemäß der Einteilung nach Bosniak führen. Daraus folgt die Indikationsstellung zur Nierenfreilegung. 18,9 % der Karzinome wurden im Rahmen einer Verlaufskontrolle nachgewiesen.

3.7.3 Diagnose bei der Abklärung von Schmerzen

Bei 26 Patienten (24,5 %) fiel die zystische Läsion im Rahmen der Abklärung von Flankenschmerzen auf. Dabei wurde nur in einem Fall ein Karzinom nachgewiesen (3,8 %), welches gemäß Bosniak-Klassifikation in die Kategorie III eingestuft wurde (**Abb. 7**). Zusammenfassend handelte es sich in einem Fall um eine Zyste gemäß Bosniak-Kategorie IV und 5 Läsionen der Kategorie III; alle weiteren entsprachen den Kategorien I bis II F. Nur bei 2,7 % aller nachgewiesenen Karzinome (n = 37) führte das Symptom „Schmerz“ zur Diagnosestellung.

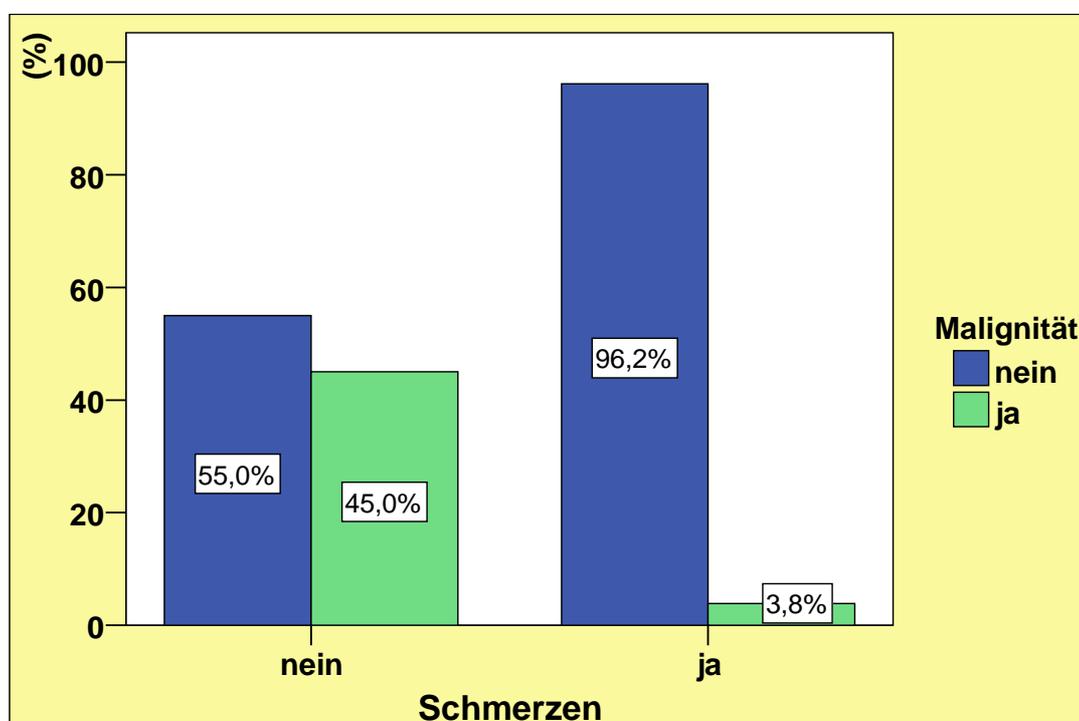


Abb. 7 Schmerzen bei malignen vs. benignen Befunden

3.7.4 Diagnose bei der Abklärung einer Makrohämaturie

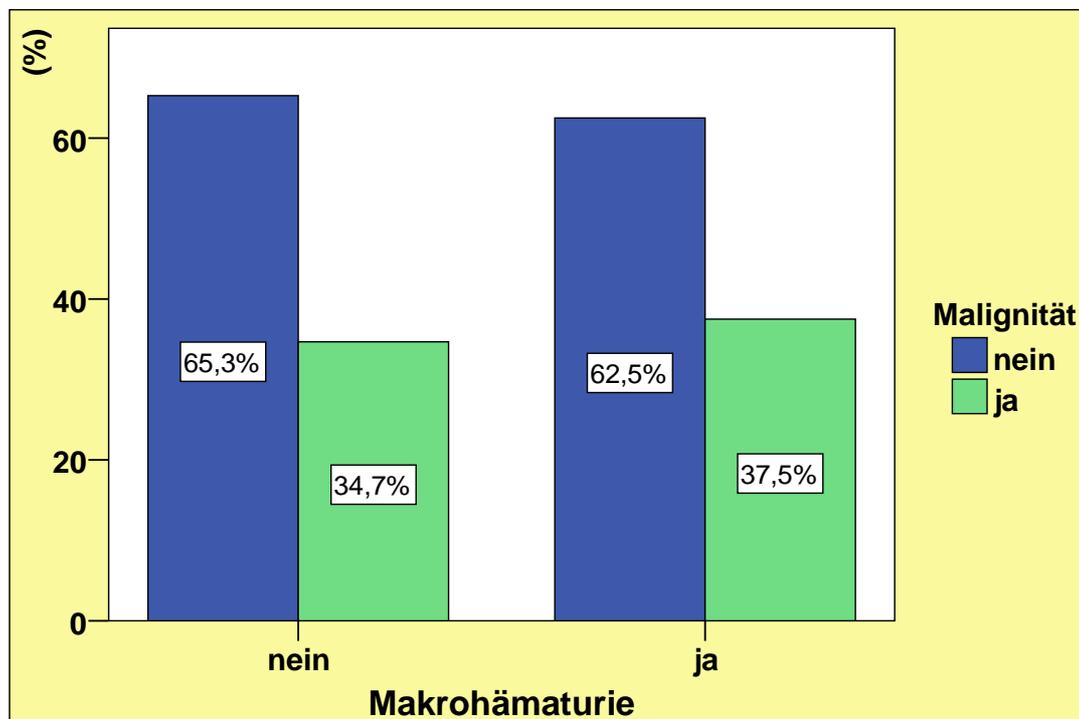


Abb. 8 Makrohämaturie bei malignen vs. benignen Befunden

8 Patienten wurden vorstellig wegen einer stattgehabten Makrohämaturie. In 3 Fällen (37,5 %) konnte im Verlauf ein Karzinom gesichert werden. Bei 8,1 % der insgesamt 37 Karzinome führte dieses Symptom zur Diagnosestellung (**Abb. 8**).

3.7.5 Diagnose im Rahmen einer Tumornachsorge

Tab. 24 Übersicht Patienten der Tumornachsorge

Tumore	Häufigkeit	erneuter bzw. Zweit-Karzinomnachweis
Nierenzellkarzinom	6	3
Urothelkarzinom der Harnblase	1	1
Adenokarzinom der Prostata	3	1
Keimzelltumor des Hodens	1	0
Stimmlippenkarzinom	1	0
Mammakarzinom	1	1
Larynxkarzinom	1	0
gesamt	14	6

Etwa 13 % (n = 14) der Patienten fielen im Rahmen einer Tumornachsorge auf. Dabei

handelte es sich in 11 Fällen um urologische Tumore. Bei 6 Patienten bestand in der Vorgeschichte bereits ein NCC an der kontralateralen Niere. Bei 3 dieser Patienten (50 %) wurde erneut ein NCC nachgewiesen. Einen Überblick über die zuvor bestehenden Tumorerkrankungen gibt **Tab. 24** an. 16,2 % aller nachgewiesenen Karzinome wurden im Rahmen einer Tumornachsorge diagnostiziert.

3.7.6 Diagnose bei der Abklärung anderer Erkrankungen

15 Läsionen (14 %) fielen im Rahmen der Abklärung anderer Erkrankungen auf. Bei 3 Patienten bestanden Miktionsbeschwerden, die den Arztbesuch veranlassten. Dabei wurde bei 1 Patienten ein Karzinom nachgewiesen. Ein Patient wurde vorstellig wegen einer Urolithiasis (kein Karzinomnachweis). Bei 2 weiteren Patienten fielen die Läsionen bei der Abklärung einer Nierenfunktionsstörung auf. Bei einem der beiden wurde ein Karzinom nachgewiesen.

Die übrigen 9 Patienten (8,5 %) begaben sich wegen internistischer Erkrankungen (art. Hypertonus, cerebrovaskulärer Insult, Lungenembolie, Laktoseintoleranz, thorakale Beschwerden, Nachtschweiß, Lumbalgie und Windpocken) in ärztliche Behandlung. Dabei wurde histologisch in zwei Fällen ein Malignom nachgewiesen.

So wurden insgesamt 10,8 % aller nachgewiesenen Karzinome über die Abklärung der oben genannten Erkrankungen bzw. Beschwerden festgestellt.

3.8 Therapieverfahren

Hinsichtlich der operativen Versorgung und histologischen Klärung der Dignität der zystischen Läsionen geben die **Abb. 9** sowie **Tab. 25** einen Überblick. Es wurden Teilresektionen der Niere bzw. Zystenabtragungen sowie Nephrektomien durchgeführt. Insgesamt wurde in 53 der 106 Fälle (50 %) eine Nierenteilresektion durchgeführt, während bei 17 Patienten (16 %) eine Nephrektomie erfolgte. Bei 36 Patienten (34 %) erfolgte eine Zystenabtragung, bei 32 Fällen (30,2%) offen-chirurgisch und bei 4 Patienten (3,8%) in retroperitoneoskopischer Technik.

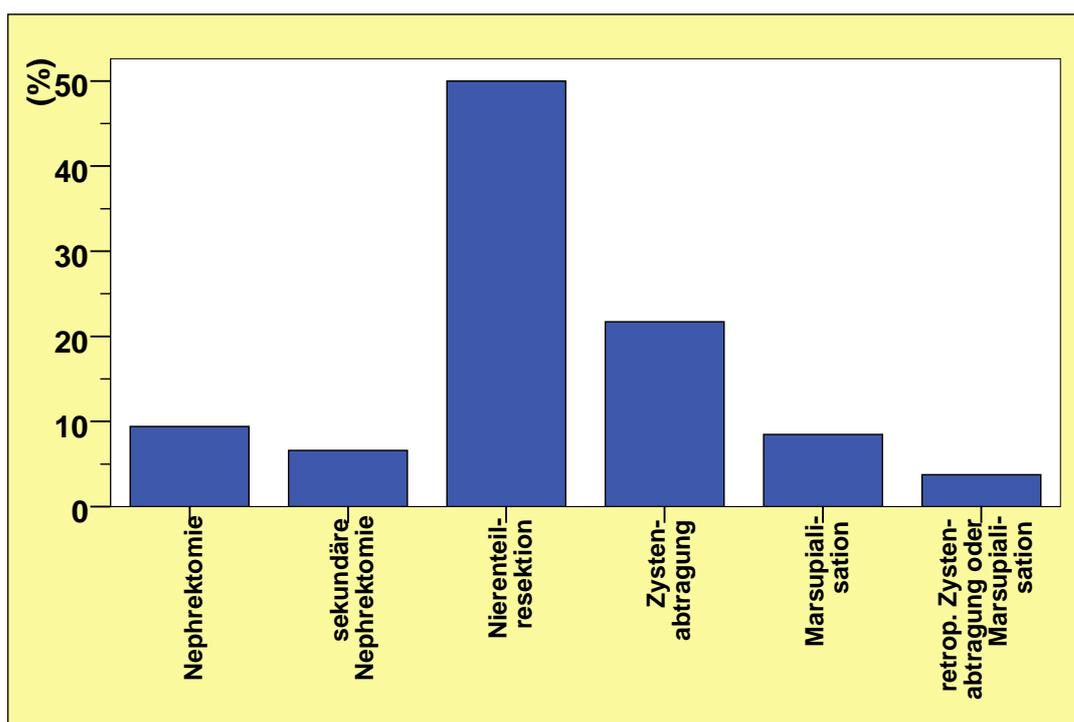


Abb. 9 Durchgeführte operative Therapieverfahren

Bei den 7 sekundären Nephrektomien handelte es sich primär um Versuche des Organerhaltes. Durch fehlende R0-Resektion oder durch Komplikationen, wie z.B. starke Nachblutungen oder bei einem im endgültigen histologischen Befund doch nachgewiesenen Karzinom wurde noch intraoperativ oder durch einen Zweiteingriff die Nephrektomie durchgeführt.

Tab. 25 Durchgeführte operative Therapieverfahren

	Häufigkeit	Prozent
Nephrektomie	10	9,4%
sekundäre Nephrektomie	7	6,6%
Nierenteilresektion	53	50%
Zystenabtragung	23	21,7%
Marsupialisation	9	8,5%
lap. Zystenabtragung o. Marsupialisation	4	3,8%
gesamt	106	100%

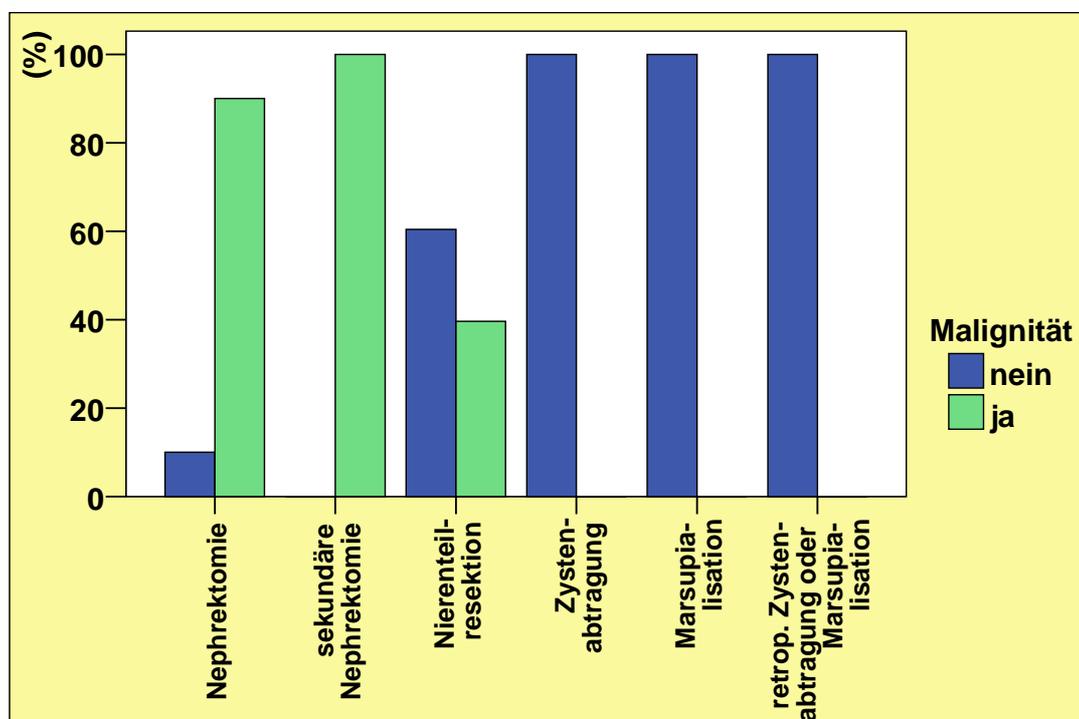
In **Tab. 26** und **Abb. 10** sind die histologischen Ergebnisse bei den unterschiedlichen Operationsverfahren aufgeführt. Bei den primären und sekundären Nephrektomien wurde in allen bis auf einem Fall ein Karzinom nachgewiesen. Bei der Nephrektomie mit gutartigem Befund handelte es sich um ein ca. 4 x 3 cm abgekapseltes altes Hämatom.

Bei den Nierenteilresektionen konnte in 21 Fällen (39,6 %) ein Karzinom nachgewiesen werden. Bei den Zystenabtragungen und Zystenmarsupialisationen wurden ausschließlich gutartige Befunde nachgewiesen.

Tab. 26 Therapie bei malignen vs. benignen Befunden

		Malignität		gesamt
		nein	Ja	
Nephrektomie	Anzahl (Prozent)	1 (10%)	9 (90%)	10 (9,4%)
Sekundäre Nephrektomie	Anzahl (Prozent)	0 (0%)	7 (100%)	7 (6,6%)
Nierenteilresektion	Anzahl (Prozent)	32 (60,4%)	21 (39,6%)	53 (50%)
Zystenabtragung	Anzahl (Prozent)	23 (100%)	0 (0%)	23 (21,7%)
Marsupialisation	Anzahl (Prozent)	9 (100%)	0 (0%)	9 (8,5%)
lap. Zystenabtragung oder Marsupialisation	Anzahl (Prozent)	4 (100%)	0 (0%)	4 (3,8%)
Gesamt	Anzahl (Prozent)	69 (65,1%)	37(34,9%)	106 100%

Die 4 Patienten, welche laparoskopisch therapiert wurden, fielen wegen einer Schmerzsymptomatik auf. Es handelte sich dabei um zystische Läsionen mit einer Größe von 7 bis 10,6 cm Durchmesser. Im Rahmen der Bildgebung zeigten sich 3 einfache Nierenzysten. Die vierte wurde aufgrund von Verkalkungsstrukturen nach Bosniak als Läsion der Kategorie II F. Histologisch zeigte sich im letzten Fall der Befund einer einfachen benignen Zyste. In einem Fall konnte eine chronische Entzündung nachgewiesen werden.

**Abb. 10** Therapie bei malignen vs. benignen Befunden

Bezüglich der radiologisch als einfache Zyste beschriebenen Läsionen wurden in der CT 15 (von 98) Läsionen und im MRT 2 (von 40) Läsionen als Bosniak I kategorisiert. Von den 15 computertomographisch als I klassifizierten Zysten wurden 3 (20 %) laparoskopisch

therapiert, bei 7 (46,7 %) wurde die Zystenwand abgetragen und bei 5 (33,3 %) die Zyste marsupialisiert. Die zystischen Läsionen hatten eine Größe von 4 bis 20 cm Durchmesser, wobei 2/3 der Läsionen größer als 9 cm waren. 12 Läsionen (80 %) wurden aufgrund einer Schmerzsymptomatik behandelt und die restlichen 3 wegen einer Größenprogredienz.

Eine der im MRT als Bosniak I klassifizierte Zyste wurde marsupialisiert wobei sich histologisch ein chronisch entzündlicher Prozess zeigte. Die zweite zystische Läsion, welche im MRT als Zyste der Kategorie I klassifiziert wurde, wurde im CT als Läsion der Kategorie Bosniak III beschrieben. Auch hier zeigte sich histologisch ein entzündliches Geschehen ohne Hinweise auf einen malignen Prozess.

3.9 Pathohistologische Verteilung

Insgesamt wurden 37 Karzinome gesichert. Histologisch wurde bei 27 Patienten (71 %) ein pT1a, bei 9 Patienten (23,7 %) ein pT1b und bei einem Patienten (2,6 %) ein pT3a-Tumor nachgewiesen (**Tab. 27**).

Tab. 27 Tumorstadium

		Anzahl	Prozent
T-Stadium	1a	27	73%
	1b	9	24,3%
	3a	1	2,7%
gesamt		37	100%

Bezüglich des Differenzierungsgrades wurde in 7 der 37 Karzinome (18,9 %) ein gut differenziertes (G1), in 28 (75,7 %) ein mäßig (G2) und in einem Fall (2,7 %) ein schlecht differenziertes Karzinom nachgewiesen (**Tab. 28**).

Tab. 28 Differenzierungsgrad

	Anzahl	Anteil
G 1	7	18,9%
G 2	28	75,7%
G 3	1	2,7%
gesamt	37	100%

Bei den 37 histologisch nachgewiesenen Neoplasien wurden folgende Typen nachgewiesen: In 17 der Fälle (45,9 % der malignen Befunde) handelte es sich um ein klarzelliges Nierenzellkarzinom (**Abb. 11, Tab. 29**). In 15 Fällen (40,5 %) handelte es sich um ein

Nierenzellkarzinom vom papillären bzw. chromophilen Typ. Dabei erfolgte histologisch die genauere Differenzierung in den chromophil-eosinophilen, tubulo-papillären Typ, bzw. den teilhistologischen Nachweis eines der morphologischen Anteile (in der Abbildung sowie Tabelle als „papilläres NCC“ abgebildet). In einem Fall (2,6 %) wurde eine Kombination aus beiden Anteilen histologisch nachgewiesen; teils chromophil-eosinophil, teils klarzellig.

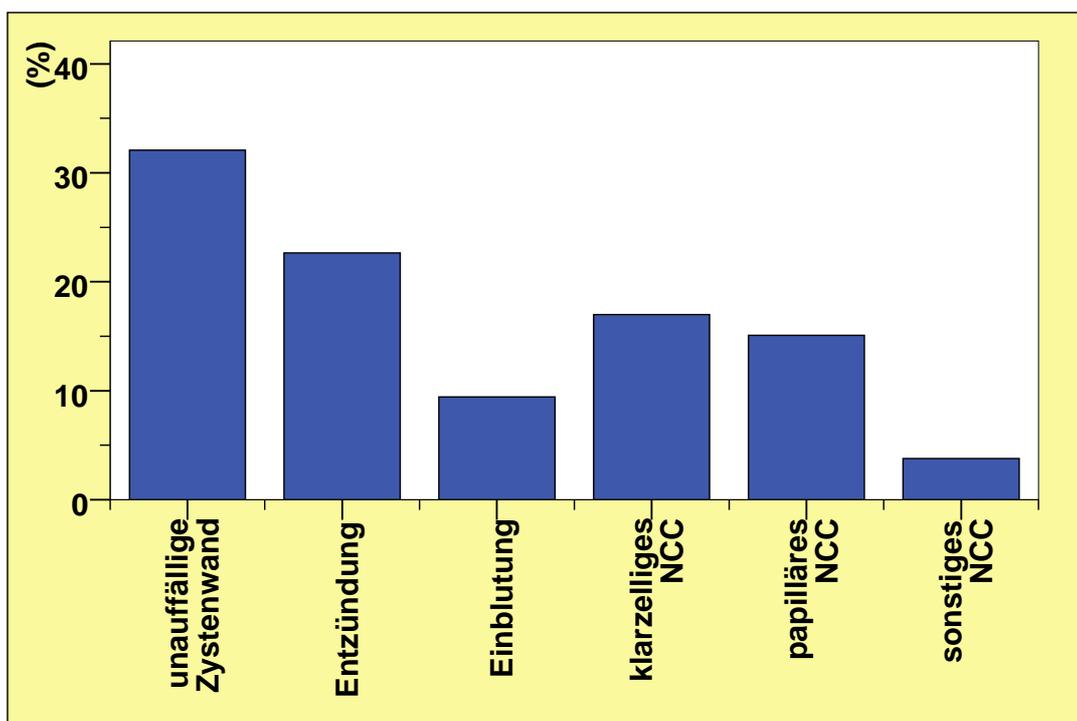


Abb. 11 Histologie

4 Karzinome (10,5 %) wurden unter „sonstige NCC“ zusammengefasst. Es wurde dabei ein granular-zelliges NCC (n = 1) sowie ein zystisches NCC (n = 3) ohne weitere histologische Differenzierung der Tumorzellen nachgewiesen bzw. beschrieben. Ein chromophobes Nierenzellkarzinom oder Ductus Bellini-Karzinom wurde in keinem der Fälle histologisch nachgewiesen.

Bei den nichtmalignen Läsionen wurden in 34 Fällen (49,3 % der benignen Befunde) ein unauffälliger Befund, d.h. eine einfache Nierenzyste oder ein zystisches Nephrom ohne Entzündung oder Spezifität und Malignität nachgewiesen. In einem der Fälle (1,4 %) konnte ein mikrozystisches Onkozytom nachgewiesen werden. Bei 10 Befunden (14,5 %) handelte es sich um einen eingebluteten sowie bei 24 Befunden (34,8 %) um einen chronisch entzündlichen Prozess.

Tab. 29 Histologie

	Häufigkeit	Prozent
unauffälliger Befund	34	32,1%
Entzündung	24	22,6%
Einblutung	10	9,4%
Onkozytom	1	1%
klarzelliges NCC	17	16%
papilläres NCC	15	14,1%
klarzelliges und chromophiles NCC	1	1%
Sonstiges NCC	4	3,8%
gesamt	106	100%

3.10 Komplikationen und Nierenfunktionsverlust

In diesem Kapitel wurden die peri- und postoperativ aufgetretenen Komplikationen während des stationären Aufenthaltes aufgeschlüsselt. Ebenfalls wurde der Nierenfunktionsverlust bei den Patienten untersucht und dargestellt, die prae- und postoperativ eine Nierenfunktions- und Perfusionsszintigraphie erhalten haben.

Die nachfolgende Tabelle **Tab. 30** gibt einen kurzen Überblick über die aufgetretenen Komplikationen.

Tab. 30 Aufstellung Komplikationen und Nierenfunktionsverlust

		Häufigkeit	Prozent
Komplikation	Blutverlust	16	15,1%
	Harnwegsinfektion	22	20,8%
	Wundinfektion	7	6,6%
	sekundäre Wundheilungsstörung	11	10,4%
	Hämatombildung	1	0,9%
	infiziertes Hämatom	1	0,9%
	Hämatombildung mit anschließender Ausräumung	1	0,9%
	Herzrhythmusstörungen	1	0,9%
	Urinom und Pneumonie	1	0,9%
	Urinom	4	3,8%
Nierenfunktion	partieller Nierenfunktionsverlust:	24	77,4%*
	deutlicher Nierenfunktionsverlust	1	3,2%*
	kompletter Nierenfunktionsverlust	2	6,5%*

* Anteil bezogen auf die 31 Patienten, die mittels ING insgesamt untersucht wurden.

3.10.1 Blutverlust

Um die Schwere der Operation darzustellen, haben wir den Blutverlust im Sinne der Gabe von Erythrozytenkonzentraten intra- und postoperativ als Parameter angenommen.

Es wurden 16 Patienten (15,1 %) mit Erythrozytenkonzentraten substituiert, wobei den jeweiligen Patienten zwischen 2 und 6 Erythrozytenkonzentraten verabreicht wurden. Bei einer Patientin wurden insgesamt 14 Erythrozytenkonzentraten verabreicht, wobei bei dieser Patientin im Nachhinein eine Thrombozytenaggregationsstörung diagnostiziert wurde, welche bis dahin nicht bekannt war.

Insgesamt wurden 65 Erythrozytenkonzentrate verabreicht, d.h. im Durchschnitt 0,61 Erythrozytenkonzentrate pro Patient. Ohne die Patientin mit der Thrombozytenfunktionsstörung reduziert sich der Mittelwert auf 0,49 Erythrozytenkonzentrate pro Patient.

3.10.2 Harnwegsinfekt (HWI)

Insgesamt trat bei 22 Patienten (20,8 %) ein postoperativer Harnwegsinfekt auf (**Tab. 31**). Dieser wurde anhand einer Urinuntersuchung (Urin-Stix und Urin-Sediment) nachgewiesen. Es erfolgte daraufhin die Anlage einer Urinkultur mit anschließender Antibiotika-Austestung und Erstellung eines Resistogramms. Bei Infektnachweis wurde eine antimikrobielle Therapie eingeleitet und wenn notwendig, resistenzgerecht nach Erhalt des Resistogramms, umgestellt.

Tab. 31 Harnwegsinfekte bei malignen vs. benignen Befunden

Harnwegsinfektion		Malignität		gesamt
		nein	ja	
nein	Anzahl (Prozent)	56 (66,7%)	28 (33,3%)	84 (79,2%)
ja	Anzahl (Prozent)	13 (59,1%)	9 (40,9%)	22 (20,8%)
gesamt	Anzahl (Prozent)	69 (65,1%)	37 (34,9%)	106 (100%)

3.10.3 Wundinfektion

Wundinfekte wurden bei 7 Patienten diagnostiziert (**Tab. 32**). Der Nachweis erfolgte in 5 Fällen durch einen intraoperativ durchgeführten Abstrich der Nieren bzw. der Läsionen. Bis auf eine testgerechte antibiotische Therapie haben diese Keimnachweise keine weiteren Konsequenzen nach sich gezogen. In 2 Fällen traten eine verlängerte Sekretion von Wundflüssigkeit über die Drainage sowie ein subkutaner Abszess auf.

Tab. 32 Wundinfekt bei malignen vs. benignen Befunden

Wundinfektion		Malignität		gesamt
		nein	ja	
nein	Anzahl	65 (65,7%)	34 (34,3%)	99 (93,4%)
ja	Anzahl	4 (57,1%)	3 (42,9%)	7 (6,6%)
gesamt	Anzahl	69 (65,1%)	37 (34,9%)	106 (100%)

3.10.4 Sekundäre Wundheilungsstörung

Sekundäre Wundheilungsstörungen traten bei insgesamt 11 Patienten auf (**Tab. 33**). In 4 Fällen trat ein kleiner Defekt auf, welcher bis auf einen trockenen Verbandswechsel keiner weiteren Therapie bedurfte. In 5 Fällen musste der Defekt regelmäßig gespült werden, heilte aber problemlos ohne weitere Komplikationen ab. In zwei Fällen (siehe auch **Kap. 3.10.3**) traten ein Wunddefekt im Bereich der Drainagestellen sowie eine oberflächliche Abszessbildung auf. Dabei förderte in einem Fall die Drainage über 1 Woche bis maximal 600 ml Sekret.

Tab. 33 Sekundäre Wundheilung bei malignen vs. benignen Befunden

Sekundäre Wundheilung		Malignität		gesamt
		Nein	ja	
nein	Anzahl	61 (64,2%)	34 (35,8%)	95 (89,6%)
ja	Anzahl	8 (72,7%)	3 (27,3%)	11 (10,4%)
gesamt	Anzahl	69 (65,1%)	37 (34,9%)	106 (100%)

3.10.5 Sonstige Komplikationen

Tab. 34 postoperative Komplikationen

	Häufigkeit	Prozent
Hämatombildung	1	0,9%
infiziertes Hämatom	1	0,9%
Hämatombildung mit anschließender Ausräumung	1	0,9%
deutliche Nierenfunktions-Verschlechterung	1	0,9%
HRST, Durchgangssyndrom	1	0,9%
Urinom und Pneumonie	1	0,9%
Urinom	4	3,8%

Hier erfolgt eine Aufstellung der weiteren postoperativ aufgetretenen Komplikationen (**Tab. 34**). Dabei trat in 3 Fällen eine retroperitoneale Hämatombildung auf. Ein Hämatom

nach primärer Nephrektomie wurde konservativ behandelt, bei einem weiteren Patienten hatte es sich bei Z.n. Zystenabtragung infiziert und wurde über einen längeren Zeitraum antibiotisch therapiert; ein drittes musste bei Z.n. Nierenteilresektion operativ ausgeräumt werden.

Bei einer Patientin trat ein deutlicher Nierenfunktionsverlust nach einer Teilresektion auf. Bei zwei weiteren gab es einen kompletten Funktionsverlust einmal nach Zystenabtragung (14 % des vorherigen Funktionsanteils) sowie einmal nach einer Nierenteilresektion (38 % des vorherigen Funktionsanteils). Bei einem 71-jährigen Patienten traten nach Nierenzystenabtragung erstmalig Herzrhythmusstörungen sowie ein Durchgangssyndrom auf. Bei 5 Patienten trat postoperativ ein Urinom auf. Bei 3 Patienten handelte es sich um einen Z.n. Nierenteilresektion, einmal um einen Z.n. Zystenabtragung sowie einmal nach Zystenmarsupialisation. Bei letzterem kam zusätzlich eine Pneumonie komplizierend hinzu.

3.10.6 Nierenfunktionsverlust

Um den Verlust der Nierenfunktion nach der operativen Manipulation darzustellen, wurden in diesem Kapitel die Patienten zusammengefasst, bei denen prä- und postoperativ eine Nierenfunktions- und Perfusionsszintigraphie durchgeführt wurde. Dabei handelte es sich um insgesamt 31 Patienten (29,2 %).

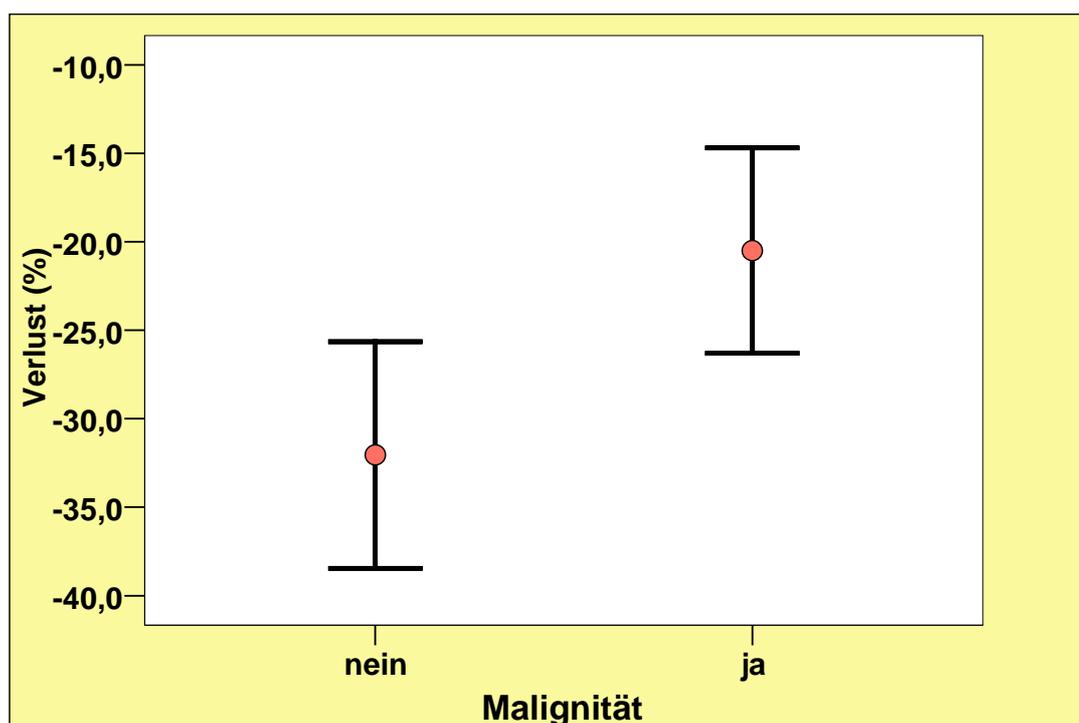


Abb. 12 individueller Nierenfunktionsverlust bei malignen vs. benignen Befunden

Es wurde der Verlust der Nierenfunktion in 2 Formen dargestellt. Zunächst als absoluter Verlust, d.h. in Abhängigkeit der altersentsprechenden Norm eines entsprechenden Kollektives der Normalbevölkerung. Als zweites wurde der prozentuale Verlust auf die individuell bei dem jeweiligen Patienten vorbestehende Nierenfunktion errechnet (**Abb. 12, Tab. 35**).

Dabei konnte bei allen dargestellten Patienten ein durchschnittlicher absoluter Nierenfunktionsverlust von etwa 12,6 +/- 11 % (Median 13 %) sowie ein individueller Verlust von 28,3 +/- 26,6 % (Median 25 %) festgestellt werden.

Der absolute Verlust war im Durchschnitt bei den Patienten mit und ohne Karzinomnachweis etwa gleich. Der Verlust betrug etwa 11,9 +/- 12,4 % bei einem Median von 10 % versus 12,9 +/- 10,6 % bei einem Median von 14 %, während sich beim individuellen Verlust eine deutlich größere Differenz zeigte. Hier betrug der durchschnittliche Funktionsverlust bei den malignen Befundkonstellationen 20,5 +/- 18,4 % (Median 22,3 %) und bei einem benignen histologischen Befund 32 +/- 29,4 % (Median 30,5%).

Nach statistischer Auswertung lag hier aber kein signifikanter Unterschied und auch kein Trend vor (t-test; **p = 0,834** [absolut] und **p = 0,193** [individuell]).

Tab. 35 Nierenfunktionsverlust bei malignen vs. benignen Befunden

Malignität		Verlust absolut (%)	Verlust (%)
nein	Mittelwert	-12,917	-32,048
	Standardabweichung	10,5793	29,3530
	Standardfehler des Mittelwertes	2,3086	6,4053
	Median	-14,000	-30,500
	Anzahl	21	21
ja	Mittelwert	-11,950	-20,500
	Standardabweichung	12,3681	18,3515
	Standardfehler des Mittelwertes	3,9111	5,8033
	Median	-10,000	-22,250
	Anzahl	10	10
gesamt	Mittelwert	-12,605	-28,323
	Standardabweichung	10,9871	26,5620
	Standardfehler des Mittelwertes	1,9733	4,7707
	Median	-13,000	-25,000
	Anzahl	31	31

3.11 Sonographie

Bei allen 106 Patienten erfolgte bei der Aufnahmeuntersuchung eine Sonographie der Nieren. Dabei wurde bei insgesamt 78 Patienten (73,6 %) ein suspekter Befund erhoben. In 31 Fällen (39,7 %) der 78 als suspekt eingestuften Läsionen konnte ein Karzinom nachgewiesen werden (Abb. 13, Tab. 36).

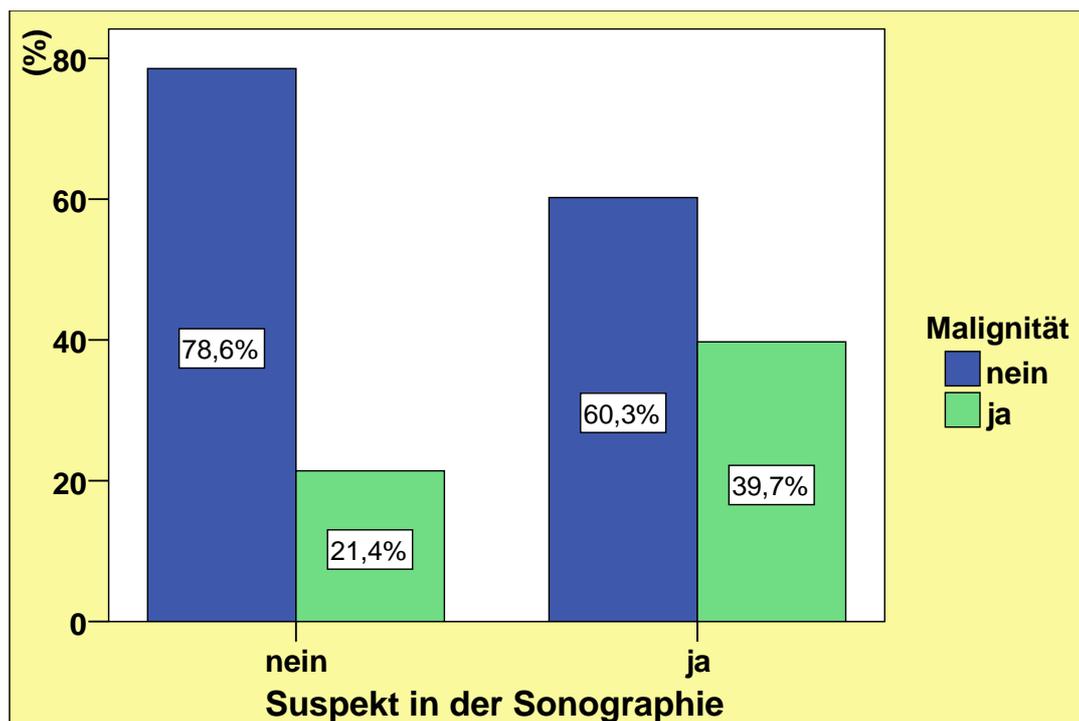


Abb. 13 Maligne vs. benigne Befunde bei suspekten Sonographiebefunden

28 Patienten (26,4 %) der insgesamt 106 behandelten Patienten zeigten im Rahmen unserer Ultraschalluntersuchung bei Aufnahme einen unauffälligen sonographischen Befund. Dabei zeigte sich in 22 der 28 Fälle auch histologisch ein benigner Befund. In 6 der 28 Fälle (21,4 %) wurde ein Karzinom nicht gesehen und die zystische Läsion als einfache Zyste beschrieben. Von den insgesamt 37 malignen Befunden wurde also in 6 (16,2 %) Fällen ein unauffälliger Befund in der Sonographie erhoben.

Bei den 69 benignen Befunden wurde in 47 Fällen (68,1 %) ein suspekter Befund erhoben.

Tab. 36 Maligne vs. benigne Befunde bei suspekten Sonographiebefunden

Suspekt in der Sonographie		Malignität		gesamt
		nein	ja	
nein	Anzahl (Prozent)	22 (78,6%)	6 (21,4%)	28 (26,4%)
ja	Anzahl (Prozent)	47 (60,3%)	31 (39,7%)	78 (73,6%)
gesamt	Anzahl (Prozent)	69 (65,1%)	37 (34,9%)	106 (100%)

Statistisch lässt sich bei den sonographischen Untersuchungsergebnissen und dem Nachweis eines suspekten Befundes kein signifikanter Zusammenhang berechnen (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,107$). Der positiv prädiktive Wert lag bei 0,4 und der negativ prädiktive Wert bei 0,79.

15 Patienten hatten eine zystische Läsion der Kategorie Bosniak I. Diese Patienten wurden aufgrund einer Größenprogredienz und damit aufgetretener Symptome (Schmerzen, Harnaufstau) operativ behandelt. Hier wurden histologisch ausschließlich benigne Befunde erhoben. Bei 5 Patienten wurde eine Läsion der Kategorie II F im Rahmen auswärtiger Befunde (CT / MRT) gesehen. Hier fand sich in einer Läsion ein Karzinom. Bei den übrigen 8 Patienten wurde im Rahmen auswärtiger CT bzw. MRT-Untersuchungen eine Läsion der Kategorie Bosniak III und IV nachgewiesen. In 5 der Läsionen wurde ein Karzinom gesichert. Insgesamt wurden bei den Patienten ($n = 28$) mit einem unauffälligen sonographischen Befund eine zystische Läsion der Kategorie $> I$ in 13 Fällen übersehen. Diese Patienten wurden aufgrund der auswärtigen Befunde operiert.

3.12 Morphologische Kriterien in der Computertomographie (CT)

98 der 106 Patienten (92,5 %) wurden praeoperativ computertomographisch untersucht. Die Läsionen wurden anhand der Größe, der Form, der Wandstärke, des Dichteverhaltens im Nativ-CT, dem Vorliegen von Verkalkungen, dem Vorhandensein von soliden Strukturen und dem Kontrastmittelverhalten nach Gabe von intravenösem Kontrastmittel untersucht.

3.12.1 Größe im CT

Die **Abb. 14** zeigt einen deutlich signifikanten Zusammenhang zwischen der Größe der Läsion ($n = 98$) sowie dem Vorliegen eines malignen Prozesses (Mann-Whitney-U-Test; $p < 0,001$).

Tab. 37 Größe des Befundes im CT bei malignen vs. benignen Befunden

Malignität	Mittelwert	Standard-Abweichung	Standardfehler des Mittelwertes	Median	Anzahl
nein	6,523	4,2252	0,5241	5,200	65
ja	3,724	2,2303	0,3883	3,000	33
gesamt	5,581	3,8971	0,3937	4,500	98

Dabei hatte ein benigner Befund durchschnittlich eine Größe von $6,52 \pm 4,23$ cm (Median 5,2 cm) sowie ein maligner Befund von $3,7 \pm 2,23$ cm (Median 3,0 cm) (**Tab. 37**). Bei den zystischen Läsionen mit einer Größe über 5,5 cm im Durchmesser wurde nur in Einzelfällen ein Karzinom histologisch gesichert.

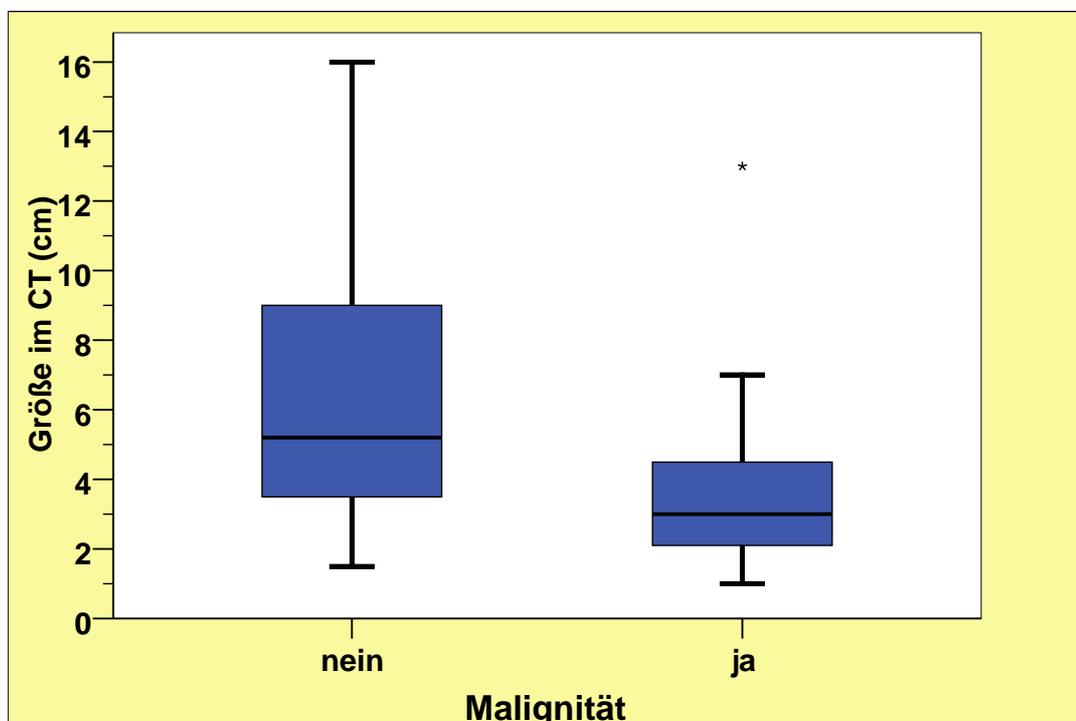


Abb. 14 Größe des Befundes im CT bei malignen vs. benignen Befunden

3.12.2 Form im CT

Bezüglich der Konfiguration der 98 computertomographisch untersuchten Läsionen wurden diese in runde, ovale sowie unregelmäßige Formen unterschieden. Als rund wurden jene Läsionen bezeichnet, deren Höhe und Breite gleich groß waren und die Form als ideal rund zu beschreiben war. Als oval wurden die Läsionen bezeichnet, deren Durchmesser sich in Höhe und Breite unterschieden, z.B. eine 4 x 5 cm messende zystische Läsion. Unter die unregelmäßigen Formen fielen alle Läsionen, die nicht rund oder oval waren, aber dennoch eine zystische Struktur besaßen. Es wurden auch schlecht abgrenzbare sowie eine sichelförmige zystische Formation in diese Kategorie eingeschlossen.

Die 98 Läsionen wurden in 47 runde (48 %), 38 ovale (38,8 %) und 13 unregelmäßige (13,3 %) Formationen unterteilt.

Histologisch wiesen 19 der 47 runden Läsionen (40,4 %) einen malignen Befund auf. Bei 12 der 38 ovalen Läsionen (31,6 %) und 2 der 13 als unregelmäßig beschriebenen Läsionen (15,4 %) konnte ein Karzinom diagnostiziert werden (**Abb. 15** und **Tab. 38**).

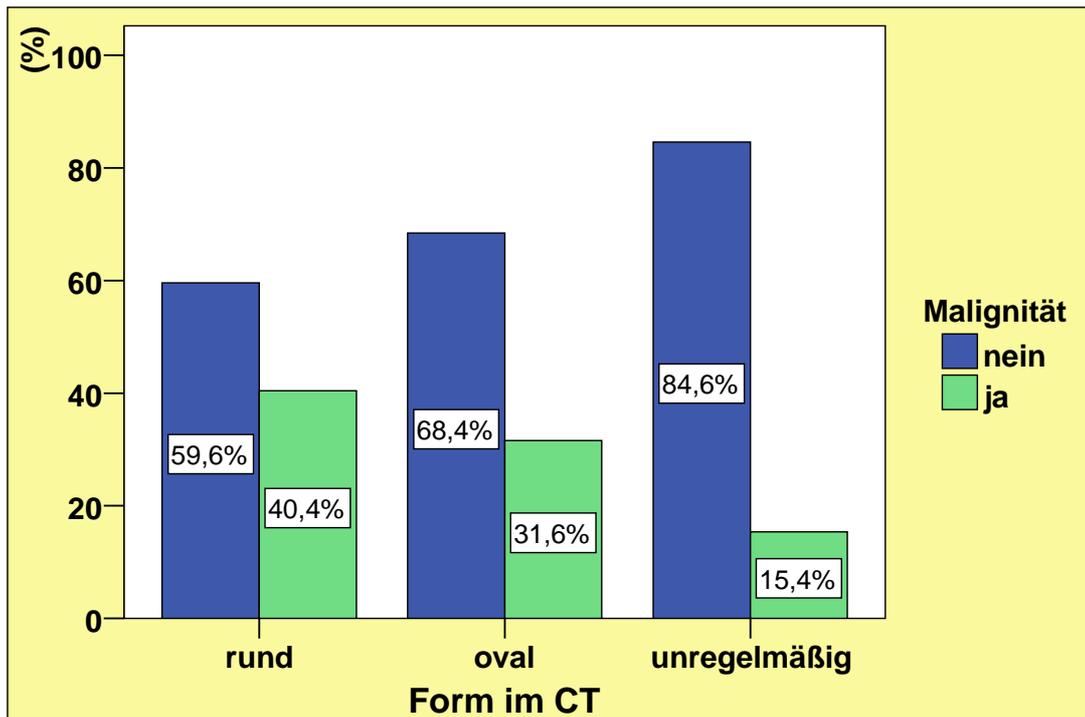


Abb. 15 Form im CT bei malignen vs. benignen Befunden

Bezogen auf die 33 malignen Befunde wurden zuvor 19 (57,6%) als rund, 12 (36,4%) als oval und 2 (6,1 %) als unregelmäßig beschrieben. Bezogen auf die 65 benignen Befunde wurden 28 (43,1 %) als rund, 26 (40 %) als oval und 11 (16,9 %) als unregelmäßig beschrieben.

Insgesamt lag bezüglich der Formbeschreibung, d.h. ob es sich um eine im Idealfall runde Läsion oder einer unregelmäßigen zystischen Läsion handelt, kein signifikanter Zusammenhang vor (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,225$).

Tab. 38 Form im CT bei malignen vs. benignen Befunden

Form		Malignität		gesamt
		nein	ja	
rund	Anzahl (Prozent)	28 (59,6%)	19 (40,4%)	47 (48%)
oval	Anzahl (Prozent)	26 (68,4%)	12 (31,6%)	38 (38,8%)
unregelmäßig	Anzahl (Prozent)	11 (84,6%)	2 (15,4%)	13 (13,3%)
gesamt	Anzahl (Prozent)	65 (66,3%)	33 (33,7%)	98 (100%)

3.12.3 Wandverdickung im CT

Bezüglich der Wanddicke einer Nierenzyste ist es normalerweise so, dass man die Wand nur indirekt bzw. nur als Saum erkennen kann. Sobald eine Wand sicher zu erkennen ist, gilt sie als verdickt. Es handelt sich um eine radiologische Angabe ohne genaue perimetrische Angabe (Siehe **Kap. 1.5.2.2.3**).

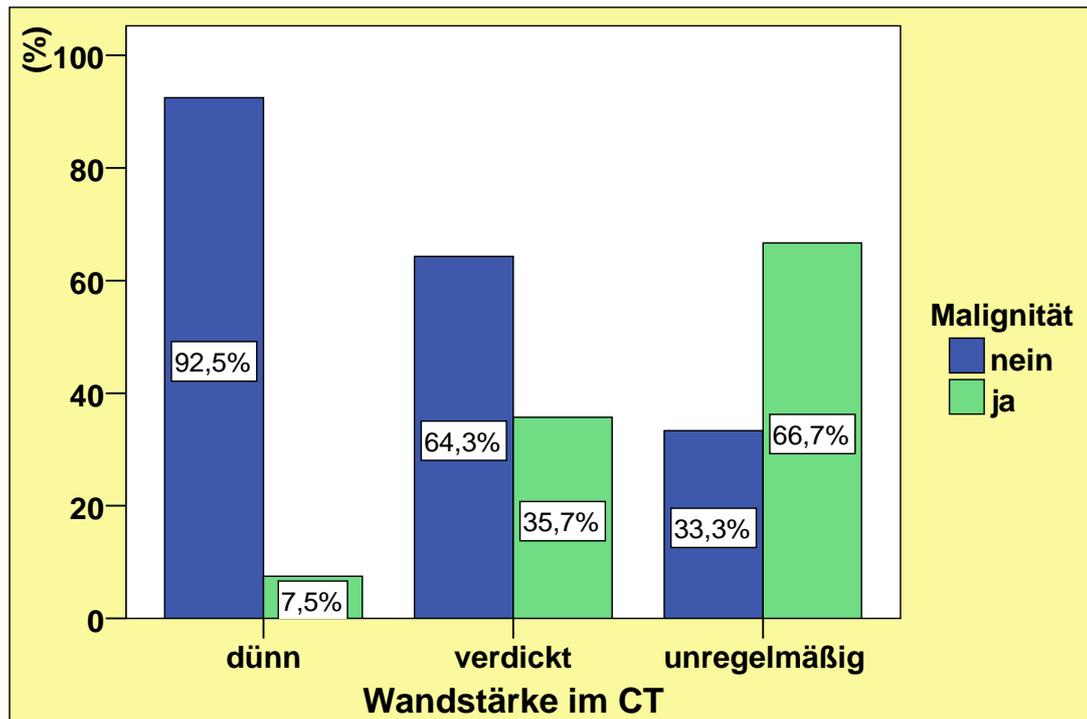


Abb. 16 Wanddicke bei malignen vs. benignen Befunden im CT

Bei 40 Patienten (40,8%) wurde die Wand der zystischen Läsion als dünn und unauffällig beschrieben. Bei 28 Patienten (28,6 %) zeigte sich eine signifikante Wandverdickung und bei 30 der Patienten (30,6 %) wurde die Wand als unregelmäßig und unscharf abgrenzbar beschrieben.

Bei den Läsionen mit dünner unauffälliger Zystenwand wurde in 3 der 40 Fälle (7,5 %) ein Karzinom nachgewiesen. In 10 der 28 Läsionen mit den verdickten Wänden (35,7 %) sowie in 20 der 30 Läsionen mit unregelmäßigen Wänden (66,7 %) wurde ein Karzinom diagnostiziert (**Abb. 16, Tab. 39**).

Unter Berücksichtigung der 33 nachgewiesenen Karzinome wurde bei 3 Patienten (9,1 %) eine dünne, in 10 Fällen (30,3 %) eine verdickte und in 20 Fällen (60,6 %) eine unregelmäßige Wand beschrieben. Bei den gutartigen Befunden wurde bei den 65 Befunden in 37 Fällen (56,9 %) eine dünne, in 18 Fällen (27,7 %) eine verdickte und in 10 Fällen (15,4 %) eine unregelmäßige Wand beschrieben.

Tab. 39 Wanddicke bei malignen vs. benignen Befunden im CT

Zystenwand		Malignität		gesamt
		nein	ja	
dünn	Anzahl (Prozent)	37 (92,5%)	3 (7,5%)	40 (40,8%)
verdickt	Anzahl (Prozent)	18 (64,3%)	10 (35,7%)	28 (28,6%)
unregelmäßig	Anzahl (Prozent)	10 (33,3%)	20 (66,7%)	30 (30,6%)
gesamt	Anzahl (Prozent)	65 (66,3%)	33 (33,7%)	98 (100%)

Anhand der Auswertung zeigte sich ein deutlich signifikanter Zusammenhang bezüglich der Wandkonfiguration (Chi-Quadrat-Test; $p < 0,001$).

3.12.4 Dichteverhalten des Zysteninhaltes im CT

Hierbei wurde das Dichteverhalten des Inhaltes der 98 Läsionen im nativen CT untersucht. Radiologisch wird eine Läsion als homogen bezeichnet, wenn sie in allen Bereichen die gleiche Dichte bzw. die gleiche Graustufe aufzeigt. Die Erfahrung des Radiologen befähigt ihn, anhand von Grauabstufungen Angaben darüber zu machen, ob eine Läsion homogen ist oder nicht. Prinzipiell ist es möglich, die Dichtewerte in einer Läsion durch Messung genau zu bestimmen. Dies findet aber in der Praxis kaum Anwendung. Das Variieren zwischen hoher und niedriger Fensterbreite hilft bei der Detektion feiner Septen.

Bei der Beurteilung zeigte sich im CT in 72 der 98 Befunde (73,5 %) eine homogene Läsion, wobei in 22 der 72 Fällen (30,6 %) ein Karzinom nachgewiesen wurde. In 26 Fällen (26,5 %) wurde eine inhomogene Läsion beschrieben. Hier fand sich in 11 der 26 Läsionen (42,3 %) ein Karzinom (**Abb. 17, Tab. 40**).

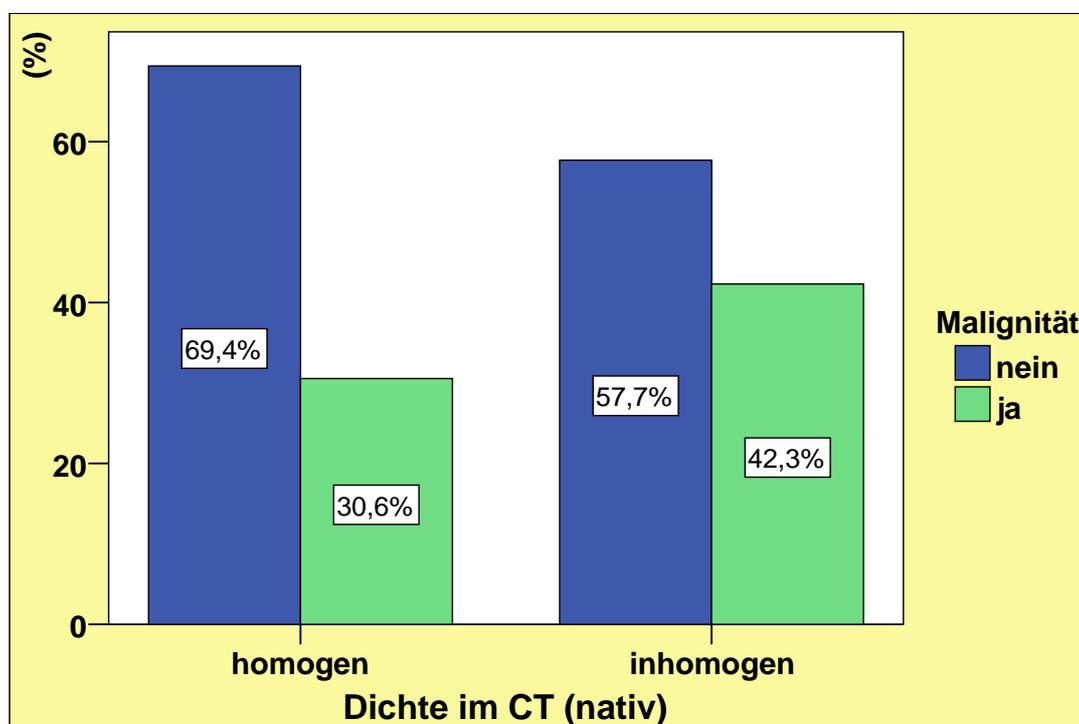


Abb. 17 Dichteverhalten des Zysteninhaltes bei malignen vs. Benigen Befunden im nativ-CT

Für die 33 Karzinome zeigt sich, dass bei 22 Läsionen (66,7 %) ein homogener Zysteninhalt und bei 11 Läsionen (33,3 %) ein inhomogener Zysteninhalt festgestellt wurde. Bezüglich der

65 benignen Läsionen wurde der Zysteninhalt in 50 Befunden (76,9 %) als homogen und in 15 Befunden (23,1 %) als inhomogen beschrieben. Statistisch gesehen bestand kein Zusammenhang (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,335$).

Tab. 40 Dichteverhalten der zystischen Läsion bei malignen vs. Benigen Befunden im CT

Dichteverhalten		Malignität		gesamt
		nein	ja	
homogen	Anzahl (Prozent)	50 (69,4%)	22 (30,6%)	72 (73,5%)
inhomogen	Anzahl (Prozent)	15 (57,7%)	11 (42,3%)	26 (26,5%)
gesamt	Anzahl (Prozent)	65 (66,3%)	33 (33,7%)	98 (100%)

3.12.5 Septen im CT

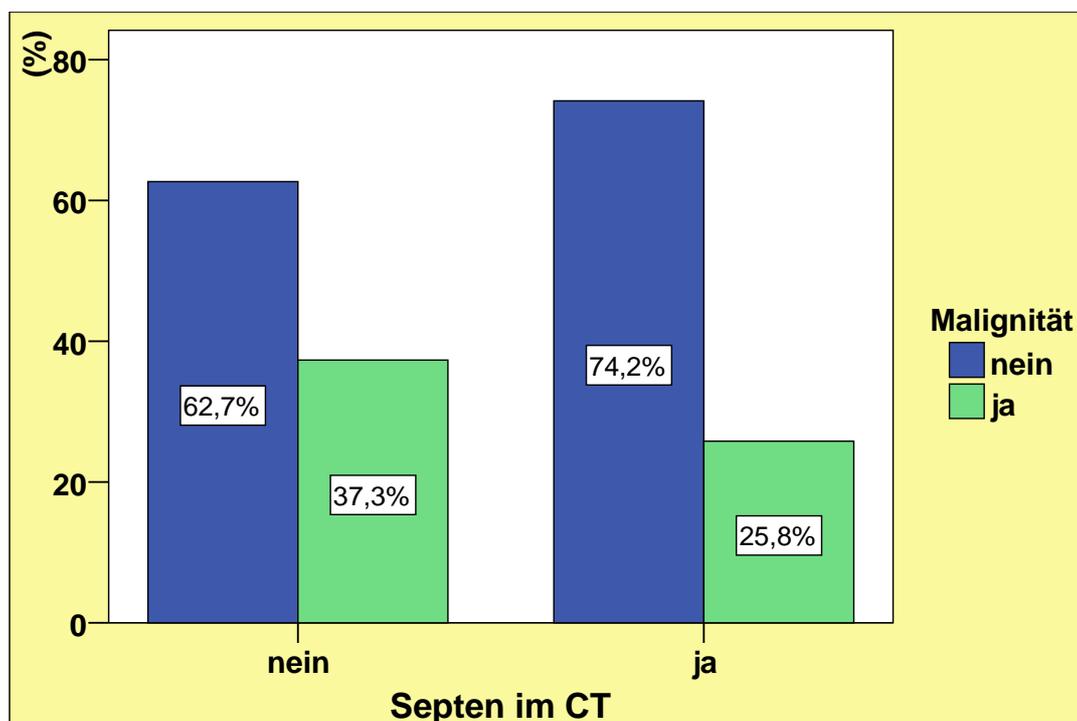


Abb. 18 Septen bei malignen vs. benignen Befunden im CT

Bei der Frage der Septierung wurde keine Unterscheidung in der Anzahl der Septen getroffen, da diese Frage nicht immer genau beantwortet hätte werden können. Die 98 Läsionen wurden in septierte und unseptierte zystische Läsionen unterteilt.

Septen zeigten sich in 31 Fällen (31,6 %). Dabei wurde in 8 der 31 Fälle (25,8 %) ein Karzinom nachgewiesen. Bei den 67 Läsionen ohne Septierung (68,4 %) wurde in 25 der 67 Fälle (37,3 %) ein Karzinom beschrieben (**Tab. 41, Abb. 18**).

Tab. 41 Septen bei malignen vs. benignen Befunden im CT

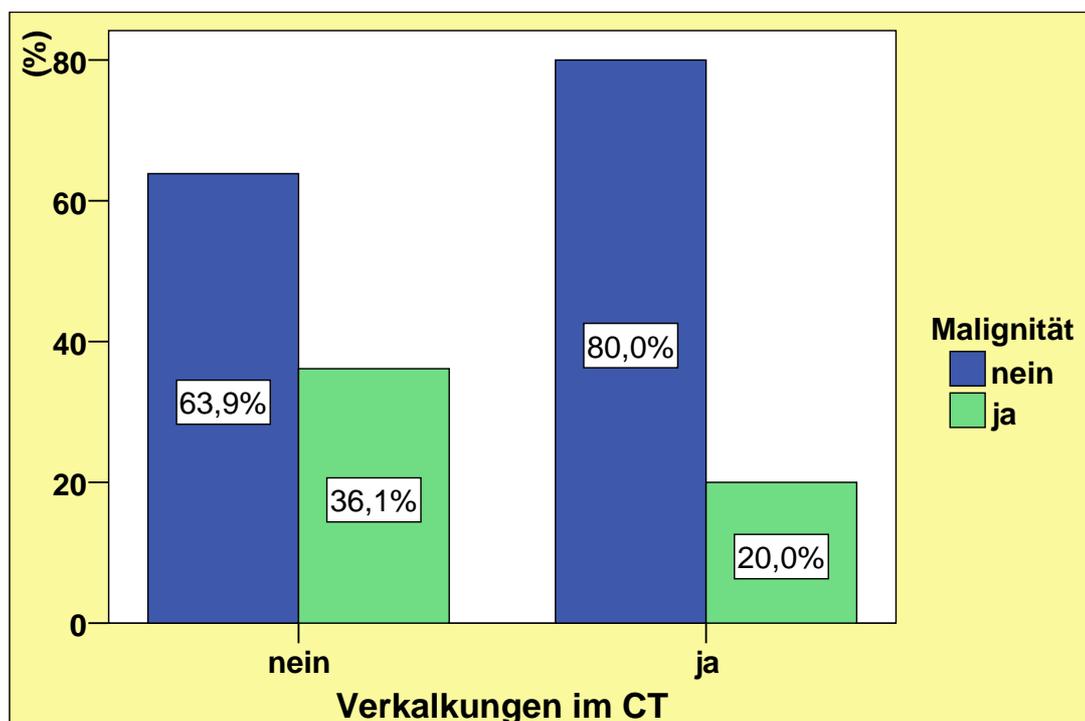
Septen		Malignität		gesamt
		nein	ja	
nein	Anzahl (Prozent)	42 (62,7%)	25 (37,3%)	67 (68,4%)
ja	Anzahl (Prozent)	23 (74,2%)	8 (25,8%)	31 (31,6%)
gesamt	Anzahl (Prozent)	65 (66,3%)	33 (33,7%)	98 (100%)

Bezüglich der 33 malignen Läsionen wurde in 8 Fällen (24,2 %) das Vorliegen von Septen beschrieben; bei den 65 benignen Läsionen wurden in 23 Fällen (35,4 %) Septen nachgewiesen. Somit bestand bezogen auf das Vorliegen von Septen kein statistischer Zusammenhang (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,359$).

3.12.6 Kalzifikationen im CT

Kalzifikationen, vor allem im Bereich der Septen und Zystenwände konnten in 15 der 98 Läsionen (15,3 %) nachgewiesen werden. In einem Fall wurde eine ubiquitäre tüpfelförmige Kalzifikation in der Läsion beschrieben.

In 3 der 15 zystischen Läsionen mit Verkalkungsstrukturen (20 %) wurde ein Karzinom nachgewiesen. Bei den 83 Befunden ohne Kalzifikationen wurde in 30 der Läsionen (36,1 %) histologisch ein Karzinom gesichert (**Abb. 19, Tab. 42**).

**Abb. 19** Verkalkungen bei malignen vs. benignen Befunden im CT

Bezogen auf die 33 Karzinome wurde in 3 Läsionen (9,1 %) Verkalkungsstrukturen gesehen und bei den benignen Läsionen in 12 Läsionen (18,5 %). Somit gab das Vorhandensein einer Verkalkungsstruktur keinen Hinweis auf das Vorliegen eines Karzinoms. Es bestand kein statistisch signifikanter Zusammenhang (Chi-Quadrat-Test, $p = 0,373$).

Tab. 41 Verkalkungen bei malignen vs. benignen Befunden im CT

Kalzifikationen		Malignität		gesamt
		nein	ja	
nein	Anzahl (Prozent)	53 (63,9%)	30 (36,1%)	83 (84,7%)
ja	Anzahl (Prozent)	12 (80%)	3 (20%)	15 (15,3%)
gesamt	Anzahl (Prozent)	65 (66,3%)	33 (33,7%)	98 (100%)

3.12.7 Solide Anteile im CT

Solide Anteile einer Läsion sind im Gegensatz zum liquiden Anteil gewebeäquivalent. Sie besitzen daher im Gegensatz zu fett- oder wasserhaltige Strukturen Dichtewerte von Gewebe. Sie lassen sich bereits im Nativ-CT differenzieren, wobei sie sich nach Kontrastmittelgabe aufgrund der Perfusion deutlicher hervorheben.

Solide Weichgewebsformationen (solide Anteile) in den zystischen Läsionen wurden in 26 der 98 Läsionen (26,5 %) beschrieben. Dabei wurde in 16 Läsionen (61,5 %) ein Karzinom histologisch gesichert (**Abb. 20, Tab. 43**).

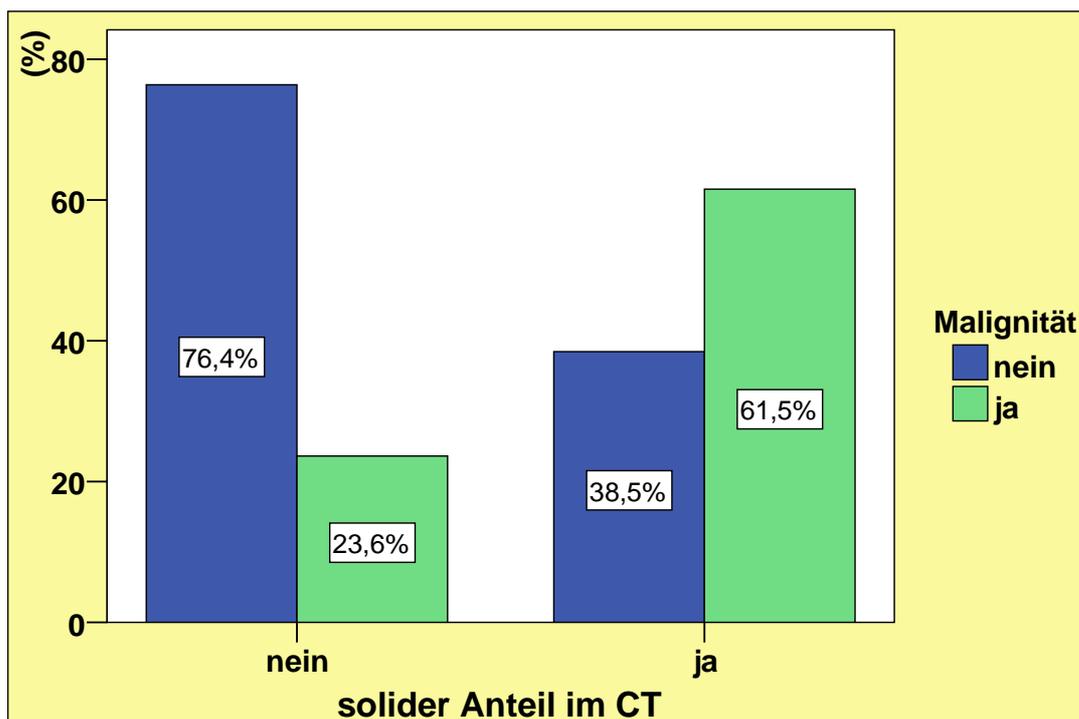


Abb. 20 Solider Anteil bei malignen vs. benignen Befunden im CT

Bei den Läsionen ohne einen soliden Anteil (73,5 %) wurde in 17 der 72 Befunde (23,6 %) ein Karzinom diagnostiziert.

In 16 der 33 Fälle mit Nachweis eines Karzinoms (48,5 %) und in 10 der 65 benignen Läsionen (15,4 %) wurde ein solider Anteil beschrieben.

Statistisch gesehen bestand ein hoch signifikanter Zusammenhang. Das Vorliegen eines soliden Anteils erhöhte die Wahrscheinlichkeit eines histologisch nachweisbaren Karzinoms (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,001$).

Tab. 43 Solider Anteil beim malignen vs. benignen Befund im CT

solider Anteil		Malignität		gesamt
		nein	ja	
nein	Anzahl (Prozent)	55 (76,4%)	17 (23,6%)	72 (73,5%)
ja	Anzahl (Prozent)	10 (38,5%)	16 (61,5%)	26 (26,5%)
gesamt	Anzahl (Prozent)	65 (66,3%)	33 (33,7%)	98 (100%)

3.12.8 Kontrastmittelverhalten im CT

90 der 98 CT-Untersuchungen fanden unter der Anwendung von intravenösem Kontrastmittel statt. Dabei wurde eine Kontrastmittelanreicherung in 48 der insgesamt 90 Läsionen (53,3 %) nachgewiesen. Dabei wurde unterschieden zwischen einer deutlichen Kontrastmittelaufnahme in 31 Läsionen (34,4 %) sowie dem so genannten Pseudo-Enhancement. Bei Letzterem handelt es sich um eine diskrete Kontrastmittelaufnahme bis 10 HE, welche in 17 Befunden (19,9 %) beschrieben wurde (siehe **Kap. 1.5.2.2.3**). Keine Kontrastmittelaufnahme wurde in 42 der 90 Läsionen (46,7 %) beschrieben. In 8 der 98 Untersuchungen (8,2 %) wurde aufgrund einer Kontrastmittelallergie oder einer Niereninsuffizienz den Patienten kein intravenöses Kontrastmittel verabreicht.

Tab. 44 Kontrastmittelaufnahme im CT bei malignen vs. benignen Befunden

Kontrastmittelaufnahme		Malignität		gesamt
		nein	ja	
nein	Anzahl (Prozent)	39 (92,9%)	3 (7,1%)	42 (46,7%)
gering	Anzahl (Prozent)	8 (47,1%)	9 (52,9%)	17 (19,9%)
ja	Anzahl (Prozent)	12 (38,7%)	19 (61,3%)	31 (34,4%)
gesamt	Anzahl (Prozent)	59 (65,6%)	31 (31,6%)	90 (100%)
kein KM	Anzahl	6	2	8

Bei den Befunden ohne Kontrastmittelaufnahme fand sich in 3 der 42 Fälle (7,1 %) ein Karzinom. In 9 der 17 Läsionen mit geringer Kontrastmittelaufnahme (52,9 %) und in 19 der 31 Läsionen mit deutlicher Kontrastmittelaufnahme (61,3 %) wurde ein Karzinom nachgewiesen (Tab. 44, Abb. 21).

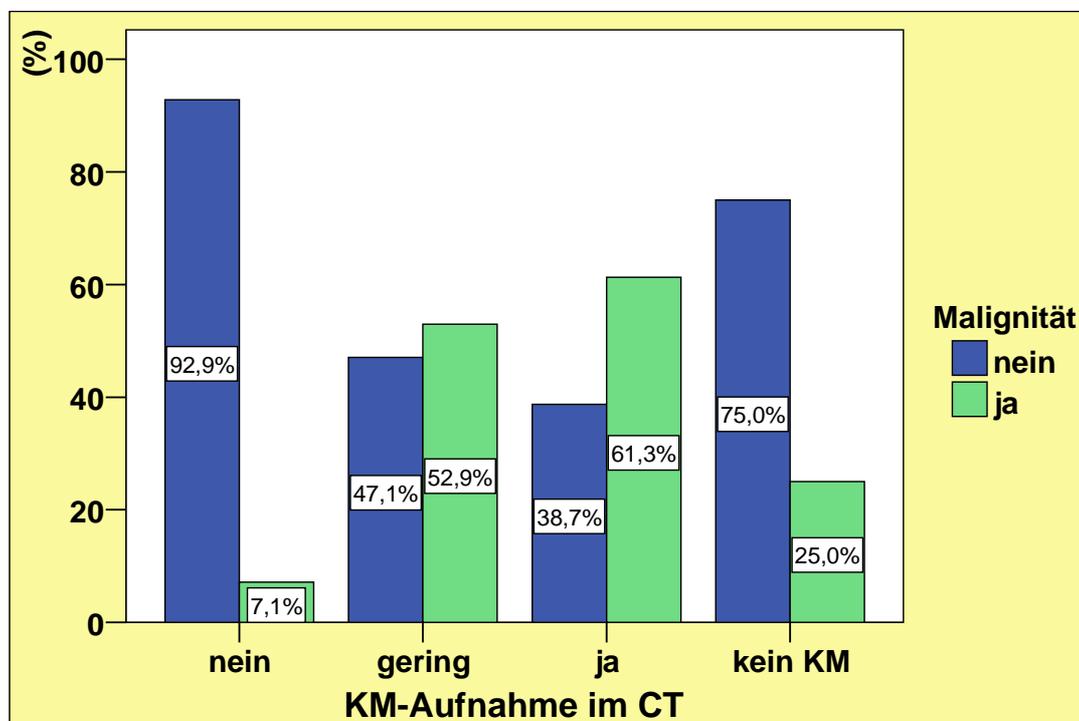


Abb. 21 KM-Aufnahme im CT bei malignen vs. benignen Befunden

Bezogen auf die 33 Karzinome ließ sich in 3 Läsionen keine Kontrastmittelanreicherung, in 9 eine geringe (< 10 HE) und in 19 eine deutliche Kontrastmittelanreicherung (> 10 HE) nachweisen. Für zwei Läsionen konnte aufgrund der fehlenden Kontrastmittelgabe keine Aussage getroffen werden.

Insgesamt ließ sich bezüglich des Kontrastmittelverhaltens ein deutlich signifikanter Zusammenhang nachweisen. Läsionen mit einer nachgewiesenen Kontrastmittelaufnahme hatten ein deutlich erhöhtes Risiko bezüglich des Vorliegens eines Karzinoms (Chi-Quadrat-Test; $p < 0,001$).

3.12.9 Prädiktiver Wert der morphologischen Kriterien im CT

Die nachstehende Tabelle gibt eine Rangliste bezüglich der einzelnen CT-morphologischen Kriterien und der daraus resultierenden Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen eines Karzinoms. Bezogen auf den positiv prädiktiven Wert ergab sich, dass eine unregelmäßige

Wand, ein solider Anteil sowie eine deutliche Kontrastmittelanreicherung mit über 60 % die sichersten Kriterien für das Vorliegen eines Karzinoms waren.

Tab. 45 Vorhersagewerte im CT bezüglich des Vorliegens eines malignen Befundes

Morphologisches Kriterium im CT	positiv prädiktiver Wert
unregelmäßige Wand	66,7%
solider Anteil	61,5%
Kontrastmittelanreicherung	61,3%
Pseudoenhancement*	52,9%*
inhomogener Zysteninhalt	42,3%
runde Form	40,4%
Septen	37,3%
keine Verkalkungen	36,1%
verdickte Zystenwand	35,7%
ovale Form	31,6%
homogener Zysteninhalt	30,6%
keine Septen	25,8%
keine soliden Anteile	23,6%
kein KM und Pseudoenhancement*	20,3%*
Vorhandensein von Verkalkungen	20%
unregelmäßige Form	15,4%
dünne Zystenwand	7,5%
keine Kontrastmittelanreicherung*	7,1%*

* da das Pseudoenhancement als Artefakt zählt, erfolgte noch separat eine Zusammenfassung von Pseudoenhancement und keine Kontrastmittelaufnahme.

3.12.10 Auswertung nach der Bosniak-Klassifikation im CT

Im Rahmen der Einteilung nach der Bosniak-Klassifikation nach **Absatz 1.6** entfielen ca. 14,2 % (n = 15) auf die Kategorie I, 13,2 % (n = 14) auf die Kategorien II und II F, 50 % (n = 49) auf die Kategorie III sowie 18,9 % (n = 20) auf die Kategorie IV. Bei 8 Patienten (7,5 %) wurde im Rahmen der bildgebenden Diagnostik kein CT-Abdomen durchgeführt (**Abb. 22, Tab. 46**).

Morphologisch wurden diese Befunde in 15 einfache Nierenzysten (potentiell benigne Läsionen, 15,3 %) der Kategorie Bosniak I und in 83 komplizierte Nierenzysten (potentiell maligne Läsionen, 84,7 %) der Kategorien > I unterteilt.

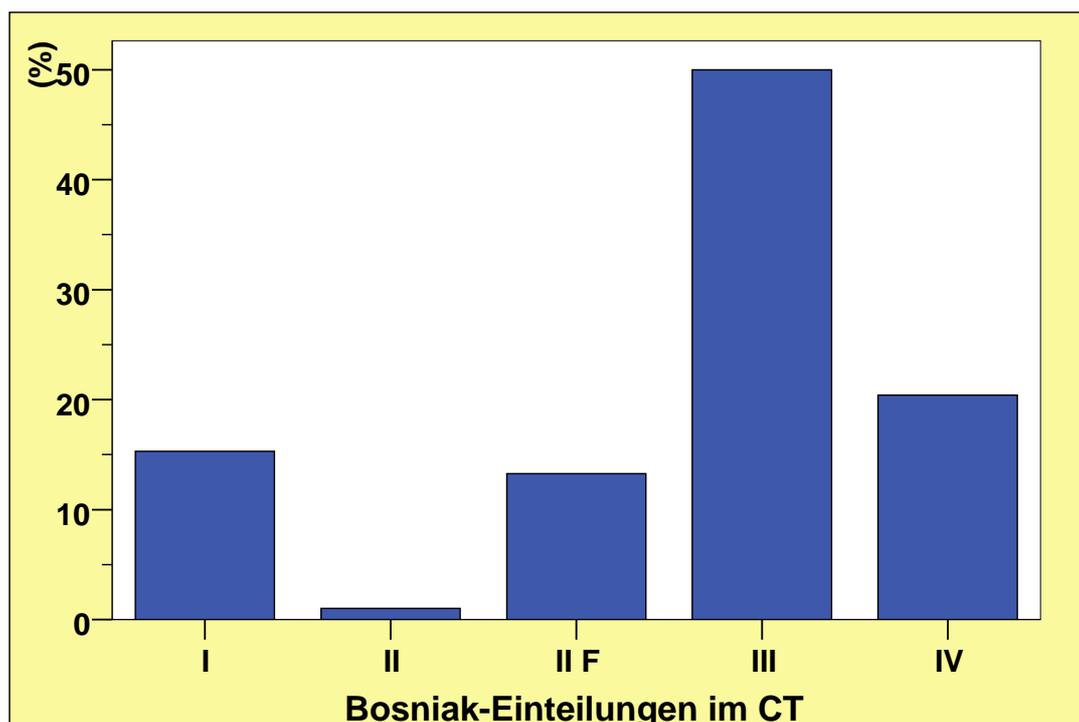


Abb. 22 Bosniak-Einteilung nach CT-Befunden

Histologisch konnte in diesem Kollektiv von 98 Patienten bei insgesamt 33 Patienten ein Karzinom nachgewiesen werden. Das entsprach 33,7 % in Bezug auf alle Patienten bzw. 39,76 % in Bezug auf die komplizierten Nierenzysten (Bosniak > I).

Tab. 46 Bosniak-Einteilung in den CT-Befunden

Bosniak	Häufigkeit	Prozent gesamt	Prozent vom CT	kumulierte Prozent
I	15	14,2%	15,3%	15,3%
II	1	0,9%	1%	16,3%
II F	13	12,3%	13,3%	29,6%
III	49	46,2%	50%	79,6%
IV	20	18,9%	20,4%	100%
gesamt	98	92,5%	100%	
ohne CT	8	7,5%		

Es zeigten sich bei den zystischen Läsionen der Kategorie I und II keine Karzinome. Bei der Kategorie II F fand sich 1 Karzinom bei den 13 Patienten (7,7 %). In der Kategorie III wurden 19 Malignome bei insgesamt 49 Patienten (38,8 %) nachgewiesen. In der Kategorie IV wurde in 13 der 20 Fälle (65 %) ein Karzinom nachgewiesen (**Abb. 23, Tab. 45**). Verglich man die Kategorien miteinander, so bestand ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen einer hohen Kategorie und dem Vorliegen eines Karzinoms (Chi-Quadrat-Test $p < 0,001$).

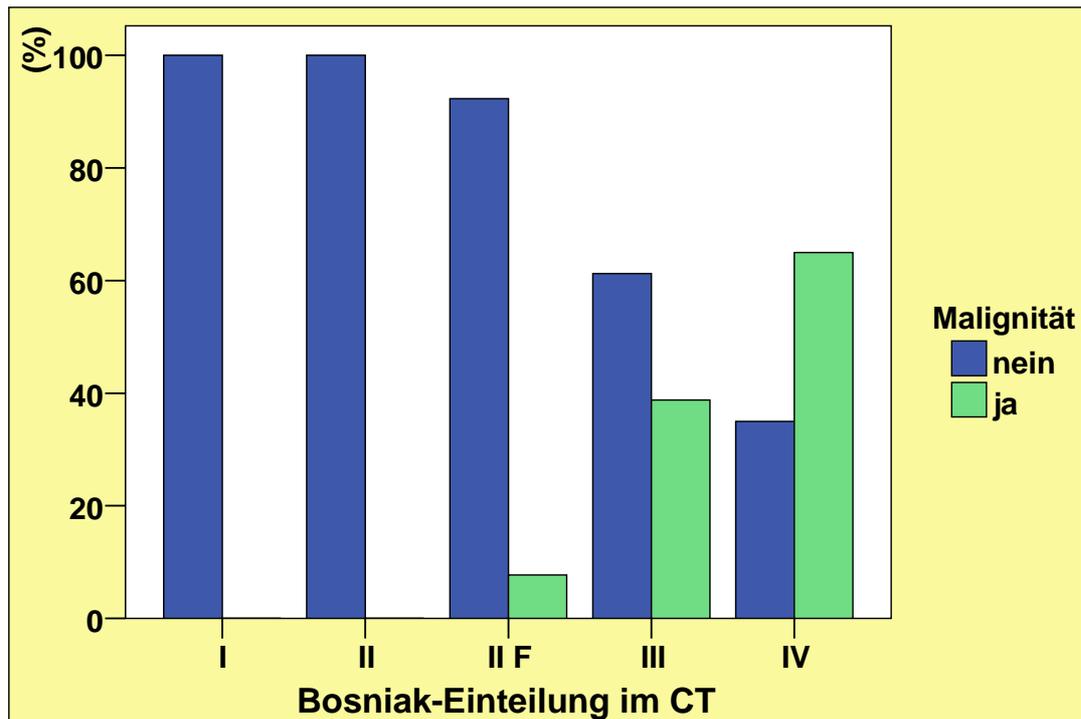


Abb. 23 Bosniak Befunde im CT bei malignen vs. benignen Befunden

Tab. 47 Bosniak Befunde im CT bei malignen vs. benignen Befunden

Bosniak-Klassifikation		Malignität		gesamt
		nein	Ja	
I	Anzahl (Prozent)	15 (100%)	0 (0%)	15 (15,3%)
II	Anzahl (Prozent)	1 (100%)	0 (0%)	1 (1%)
II F	Anzahl (Prozent)	12 (92,3%)	1 (7,7%)	13 (13,3%)
III	Anzahl (Prozent)	30 (61,2%)	19 (38,8%)	49 (50%)
IV	Anzahl (Prozent)	7 (35%)	13 (65%)	20 (20,4%)
gesamt	Anzahl (Prozent)	65 (66,3%)	33 (33,7%)	98 (100%)

3.12.11 Sensitivität und Spezifität im CT

3.12.11.1 Sensitivität / Spezifität und Berechnung der AUC (*area under the curve*) im Vergleich Bosniak I vs. > I im CT

Es wurde ein Vergleich zwischen den unterschiedlichen zystischen Befunden der CT gemäß der Einteilung nach Bosniak aufgestellt. Zuerst wurde die Kategorie I mit den Kategorien > I verglichen. Bei dieser Aufteilung wurden 15 der 98 Befunde (15,3 %) als potentiell „benigne“ (Kat. I) und 83 der 98 Befunde (84,7 %) als potentiell „maligne“ (Kat. II bis IV) eingestuft (**Tab. 48**).

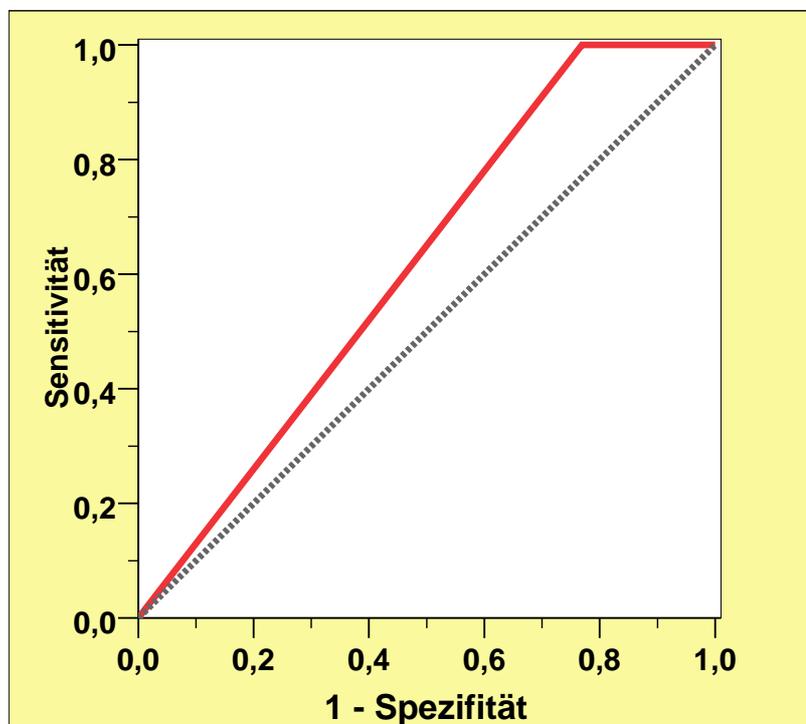
Tab. 48 Vergleich Bosniak I vs. > I im CT

CT-Befunde		I vs. > I		gesamt
		„benigne“	„maligne“	
Malignität	nein	15	50	65
	ja	0	33	33
Gesamt		15	83	98

Der positiv prädiktive Wert betrug 39,8 % und der negativ prädiktive Wert 100 % (**Tab. 49**). Alle Läsionen der Kategorie I zeigten ausschließlich benigne histologische Befunde. Bei den Läsionen der Kategorie > I konnten 33 Karzinome nachgewiesen werden. Die Sensitivität lag bei 100 %, während die Spezifität 23,1 % betrug. Es wurden 50 Patienten operiert, welche potentiell einen malignen Befund hatten, bei denen aber histologisch kein Tumorprozess nachweisbar war.

Tab. 49 Vorhersagewert

Sensitivität	$33 / (33 + 0)$	=	100%
Spezifität	$15 / (15 + 50)$	=	23,1%
positiv prädiktiver Wert	$33 / (33 + 50)$	=	39,8%
negativ prädiktiver Wert	$15 / (15 + 0)$	=	100%



Fläche
0,615

Abb. 24 ROC - Kurve Vergleich Bosniak I vs. > I im CT

In der **Abb. 24** wurde die Sensitivität gegen die Spezifität aufgetragen. Hierbei ergab sich eine flache ROC-Kurve (*receiver operating characteristic*) mit einer AUC (*area under the curve*, Fläche unter der Kurve) von 0,615. Die Kurve wich nur gering von der gestrichelten Diagonalen ab, was Ausdruck einer geringen Vorhersagekraft der Bosniak-Kategorie I vs. > I war.

3.12.11.2 Sensitivität / Spezifität und Berechnung der AUC (*area under the curve*) im Vergleich Bosniak I, II & II F vs. > II F im CT

Anschließend erfolgte der Vergleich der Zysten der Kategorien I bis II F gegenüber den höherrangigen Zysten der Kategorie III und IV.

Tab. 50 Vergleich Bosniak I, II & II F vs. > II F im CT

CT-Befunde		I, II + II F vs. > II F		Gesamt
		„benigne“	„maligne“	
Malignität	nein	28	37	65
	ja	1	32	33
Gesamt		29	69	29

Bei dieser Aufstellung wurden 29 Fälle (29,6 %) als potentiell „benigne“ (Kat. I, II und II F) und 69 Fälle (60,4 %) als potentiell „maligne“ (Kat. III und IV) eingestuft (**Tab. 50**). Der positiv prädiktive Wert betrug 46,4 % und der negativ prädiktive Wert 96,6 % (**Tab. 51**). Ein Karzinom wäre dabei insgesamt übersehen worden. 37 Patienten wurden „übertherapiert“, d.h. es erfolgte ein operativer Eingriff, ohne dass histologisch ein Karzinom nachgewiesen wurde.

Tab. 51 Vorhersagewert Bosniak I, II & II F vs. > II F im CT

Sensitivität	32 / (32 + 1)	=	97%
Spezifität	28 / (28 + 37)	=	43,1%
positiv prädiktiver Wert	32 / (32 + 37)	=	46,4%
negativ prädiktiver Wert	28 / (28 + 1)	=	96,6%

Die in **Abb. 25** dargestellte ROC-Kurve ergab sich aus der berechneten Sensitivität und Spezifität. Dabei ließ sich die AUC mit 0,700 bestimmen. Es zeigt sich eine etwas steilere Kurve. Daraus ergab sich, dass hier eine bessere Aussage über die mögliche Dignität getroffen werden konnte, als im Vergleich der zystischen Läsionen der Kategorie I mit denen größer I (siehe **3.12.11.1**, AUC = 0,615).

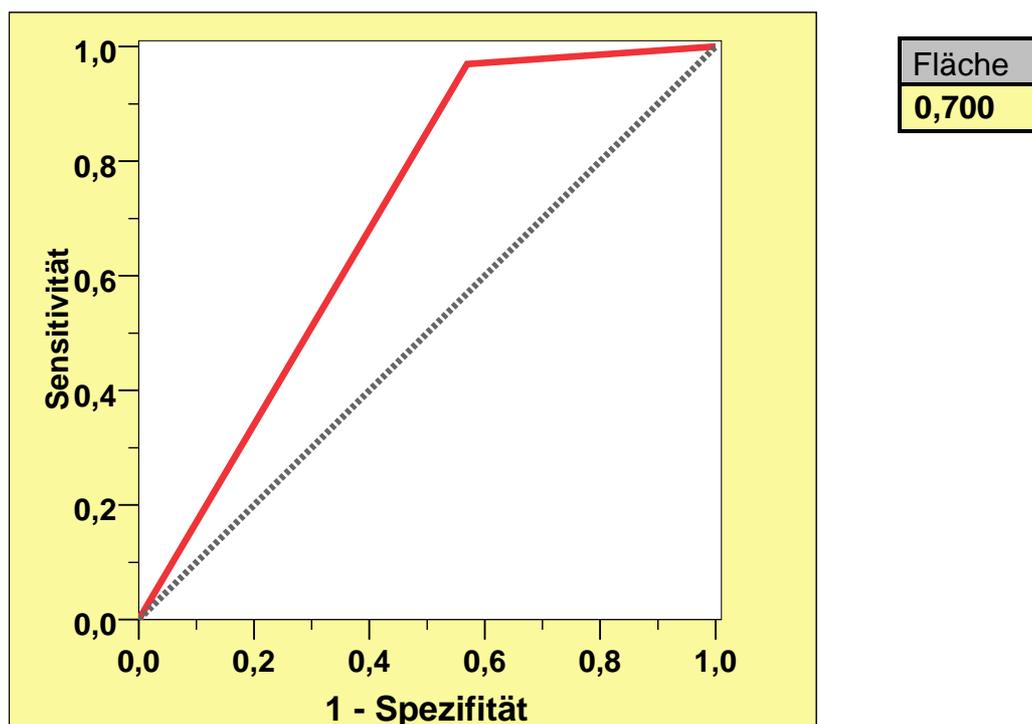


Abb. 25 ROC - Kurve Vergleich Bosniak I, II & II F vs. > II F im CT

3.13 Morphologische Kriterien in der Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT)

Insgesamt wurden 40 der insgesamt 106 Patienten präoperativ mittels MRT untersucht. Das sind 37,7 % unseres Kollektivs. Auch hier erfolgt analog zu den zuvor computertomographisch erhobenen Befunden eine Auswertung in Abhängigkeit der einzelnen morphologischen Kriterien.

3.13.1 Größe im MRT

Tab. 52 Größe im MRT bei malignen vs. benignen Befunden

Malignität	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	Median	Anzahl
nein	4,532	4,1221	0,8788	3,750	23
ja	4,041	2,9360	0,7121	3,000	17
gesamt	4,318	3,6167	0,5791	3,000	39

Bezüglich der 40 Befunde im MRT in Zusammenhang mit dem Vorliegen eines malignen Prozesses ließ sich ableiten, dass der durchschnittliche benigne Befund eine Größe von 4,53 +/- 4,12 cm (Median 3,75 cm) sowie der maligner Befund von 4,04 +/- 2,94 cm (Median

3,0 cm) hatte (**Tab. 52**).

Anders als bei den computertomographisch untersuchten Patienten konnte bei den MRT-untersuchten Fällen kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Größe der Läsion und dem Vorliegen eines malignen Prozesses nachgewiesen werden, wie aus **Abb. 26** hervorgeht. (Mann-Whitney-U-Test; $p = 0,977$).

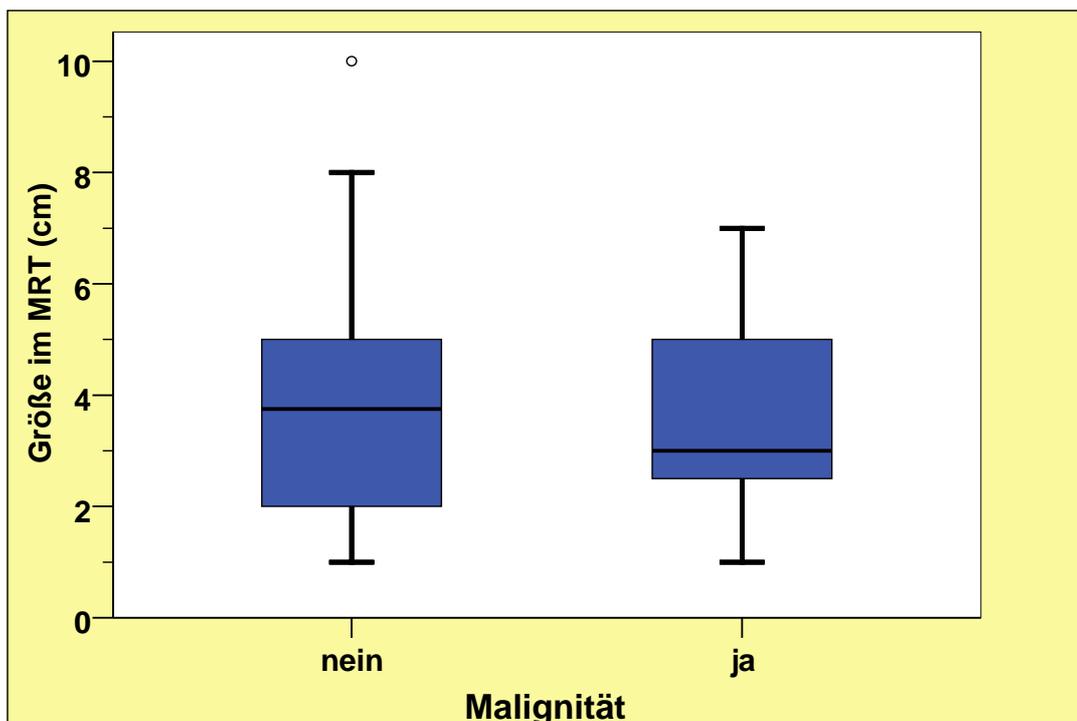


Abb. 26 Größe im MRT bei malignen vs. benignen Befunden

3.13.2 Form im MRT

Bezüglich der Form wurden die 40 Läsionen analog zu den computertomographisch erhobenen Befunden unterschieden in runde, ovale sowie unregelmäßige Formen.

Tab. 53 Form im MRT bei malignen vs. benignen Befunden

Form		Malignität		gesamt
		nein	ja	
rund	Anzahl (Prozent)	14 (51,9%)	13 (48,1%)	27 (67,5%)
oval	Anzahl (Prozent)	9 (81,8%)	2 (18,2%)	11 (27,5%)
unregelmäßig	Anzahl (Prozent)	0 (0%)	2 (100%)	2 (5%)
gesamt	Anzahl (Prozent)	23 (57,5%)	17 (42,5%)	40 (100%)

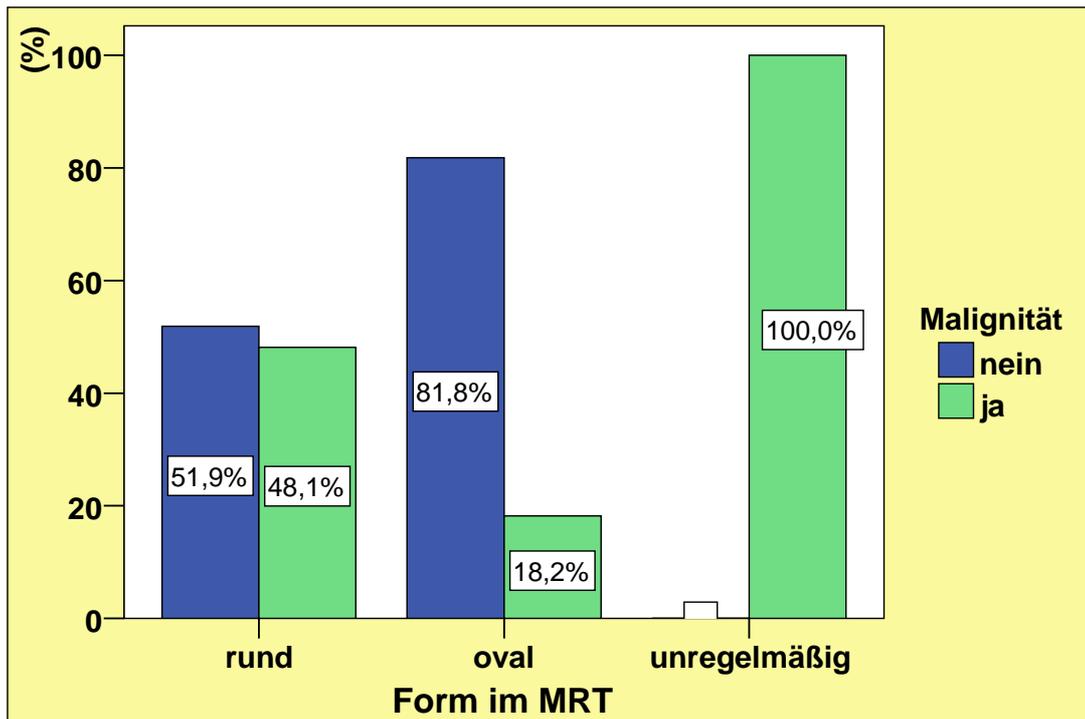


Abb. 27 Form im MRT bei malignen vs. benignen Befunden

Die 40 Läsionen wurden in 27 runde (67,5 %), 11 ovale (27,5 %) und in 2 unregelmäßige Formen (5 %) unterteilt. Dabei konnte histologisch in 13 der 27 runden Läsionen (48,1 %) ein Karzinom nachgewiesen werden. 2 der 11 ovalen (18,2 %) und beide unregelmäßige Läsionen (100 %) zeigten histologisch ein Karzinom (Abb. 27, Tab. 51).

Bezogen auf die 17 Karzinome wurden 13 als rund (76,5 %), 2 als oval (11,8 %) und 2 als unregelmäßig (11,8 %) beschrieben. Bei den insgesamt 23 benignen Befunden zeigten sich 14 rund (60,9 %), 9 oval (39,1 %) und keiner unregelmäßig.

Insgesamt lag bezüglich der Formbeschreibung ein grenzwertig signifikanter Zusammenhang vor (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,057$).

Bei diesem Ergebnis bestand jedoch eine eingeschränkte Aussagefähigkeit. Das ergab sich daraus, dass bei diesem Test die Voraussetzungen gemäß Kap. 2.5 nicht erfüllt waren; 3 Zellen (50,0 %) hatten eine erwartete Häufigkeit von weniger als 5.

3.13.3 Wandverdickungen im MRT

Bezüglich der Wandstärke der zystischen Läsionen wurde hier ebenfalls so verfahren, dass eine normale unauffällige Zystenwand nicht oder allenfalls als Saum darstellbar war. Sobald man sie darstellen und ausmessen konnte, galt sie als verdickt. Wenn die Wand unterschiedlich dick oder unscharf und nicht sicher abgrenzbar war, wurde sie als unregelmäßig beschrieben.

Von den 40 zystischen Läsionen wurde bei 16 Patienten (40 %) die Wand als dünn und unauffällig beschrieben. Bei 10 der Patienten (25 %) zeigte sich eine signifikante Wandverdickung in den Befunden und bei 14 Patienten (35 %) wurde die Wand als unregelmäßig beschrieben.

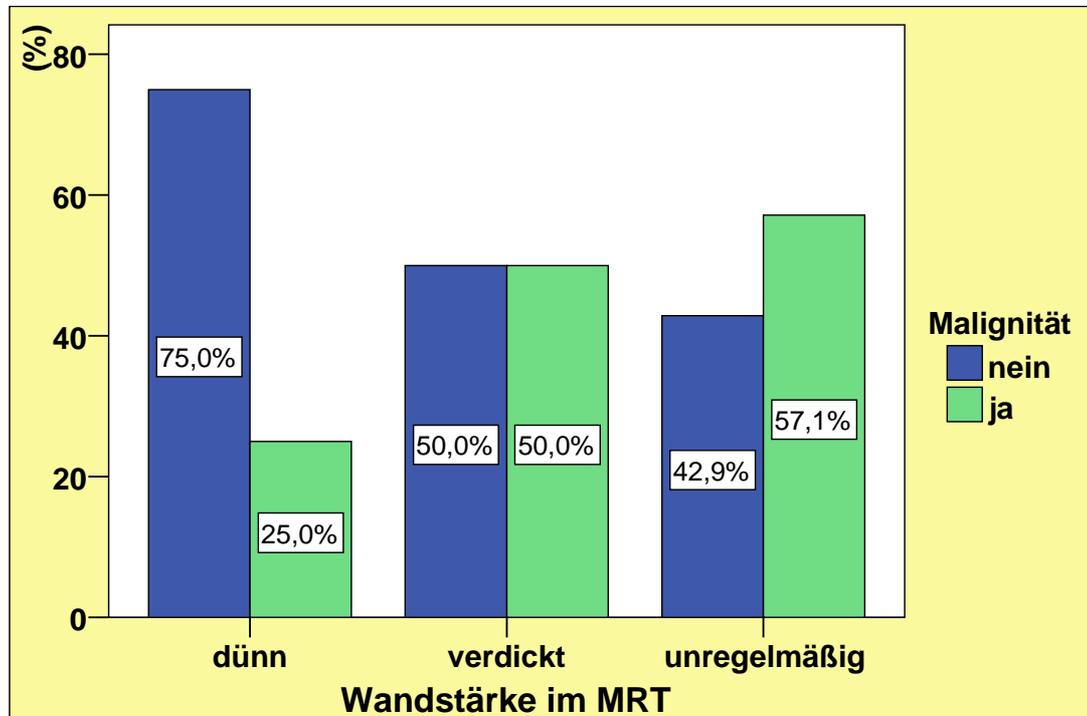


Abb. 28 Wanddicke bei malignen vs. benignen Befunden

In 4 der 16 dünnwandigen Läsionen (25 %) wurde ein Karzinom nachgewiesen. Bei den Läsionen mit einer signifikanten Wandverdickung waren es 5 der 10 Läsionen (50 %) und bei den unregelmäßigen Formationen zeigte sich in 8 der 14 Läsionen (57,1 %) ein Karzinom (**Abb. 28, Tab. 54**).

Bezogen auf die 17 nachgewiesenen Karzinome fand sich in 4 Läsionen keine Wandverdickung (23,5 %), in 5 Läsionen (29,4 %) eine deutliche Wandverdickung sowie in 8 Läsionen (47,1 %) eine unregelmäßige Wand. Bei den insgesamt 23 benignen Läsionen fanden sich in 12 Fällen (52,2 %) dünne Wände, in 5 Fällen (21,8 %) eine verdickte sowie in 6 Fällen (26,1 %) eine unregelmäßige Wand.

Tab. 54 Wanddicke bei malignen vs. benignen Befunden

Zystenwand		Malignität		gesamt
		nein	ja	
dünn	Anzahl (Prozent)	12 (75%)	4 (25%)	16 (40%)
verdickt	Anzahl (Prozent)	5 (50%)	5 (50%)	10 (25%)
unregelmäßig	Anzahl (Prozent)	6 (42,9%)	8 (57,1%)	14 (35%)
gesamt	Anzahl (Prozent)	23 (57,5%)	17 (42,5%)	40 (100%)

Im Gegensatz zur CT zeigte sich hier statistisch gesehen kein signifikanter Zusammenhang bezüglich des Nachweises einer Wandverdickung und dem Vorliegen einer Neoplasie (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,177$).

3.13.4 Dichteverhalten des Zysteninhaltes im MRT

Im MRT kann der Radiologe leichter als im CT unterscheiden, ob eine Läsion homogen oder inhomogen ist. Der Vorteil liegt in den beiden Wichtungen, die zwei separate Darstellungen der Läsionen geben und anhand derer zwischen Fett- und Wassergehalt einer zu untersuchenden Läsion unterschieden werden kann.

Tab. 55 Dichteverhalten des Zysteninhaltes im MRT bei malignen vs. benignen Befunden

Dichteverhalten		Malignität		gesamt
		nein	ja	
homogen	Anzahl (Prozent)	19 (61,3%)	12 (38,7%)	31 (77,5%)
inhomogen	Anzahl (Prozent)	4 (44,4%)	5 (55,6%)	9 (22,5 %)
gesamt	Anzahl (Prozent)	23 (57,5%)	17 (42,5%)	40 (100%)

Bezüglich des Dichteverhaltens des Inhalts der 40 Läsionen im nativen MRT zeigte sich in 31 Befunden (77,5 %) eine homogene Läsion sowie in 9 eine inhomogene Läsion (22,5 %).

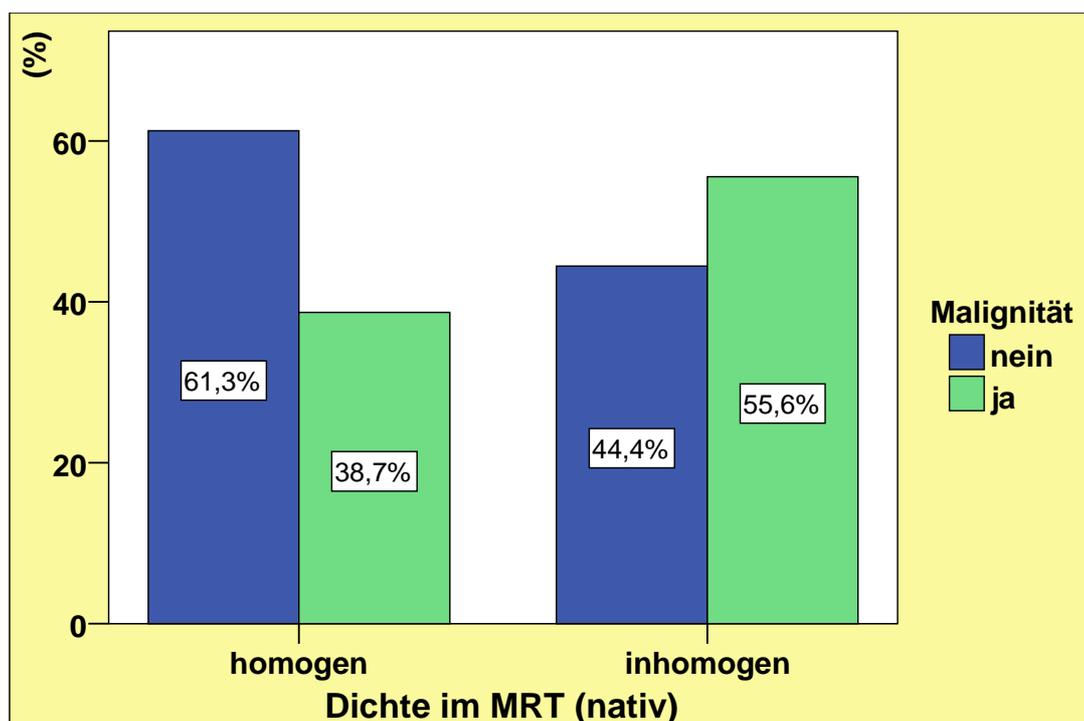


Abb. 29 Dichteverhalten des Zysteninhaltes im MRT bei malignen vs. benignen Befunden

Bei den homogenen Befunden wurde in 12 der 31 Läsionen (38,7 %) ein Karzinom nachgewiesen. Bei den inhomogenen Befunden konnte in 5 der 9 Läsionen (55,6 %) ein Karzinom nachgewiesen werden (**Tab. 55, Abb. 29**).

Bezogen auf die 17 nachgewiesenen Karzinome wurden die Läsionen in 12 Befunden (70,6 %) als homogen und in 5 Befunden (29,4 %) als inhomogen beschrieben. Bei den insgesamt 23 benignen Läsionen wurden diese in 19 Fällen (82,6 %) als homogen und in 4 Fällen (17,4 %) als inhomogen beschrieben.

Hinsichtlich dieser beschriebenen Unterschiede bestand wie in der CT kein signifikanter Zusammenhang (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,456$).

3.13.5 Septen im MRT

Bei den insgesamt 40 MRT-Befunden zeigten sich in 16 Läsionen Septen (40 %) und in 24 Läsionen keine (60 %). Ebenfalls wie bei der CT-Untersuchung wurde hier keine Unterscheidung bezüglich der Anzahl der Septen getroffen, sondern lediglich, ob Septen vorlagen oder nicht.

Bei den septierten Läsionen konnte in 8 der 16 Fällen (50 %) ein Karzinom nachgewiesen werden. Bei den 24 Läsionen ohne Nachweis von Septen fand sich in 9 Fällen (37,5 %) ein Karzinom (**Abb. 30, Tab. 56**).

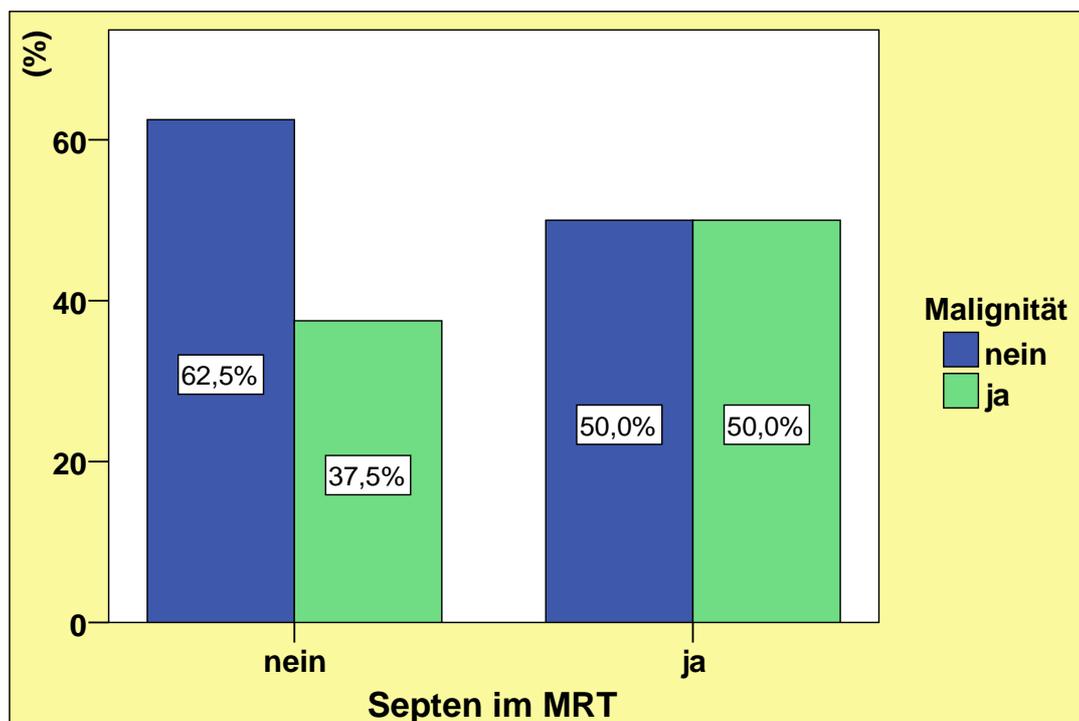


Abb. 30 Septen im MRT bei malignen vs. benignen Befunden

Bezogen auf die 17 nachgewiesenen Karzinome fanden sich hier in 8 Läsionen Septen

(47,1 %) und in 9 Läsionen keine (52,9 %). Bei den 23 benignen Befunden wurde in 8 Läsionen Septen nachgewiesen (34,8 %) und in 15 Läsionen keine (65,2 %).

Bei den MRT-Untersuchungen ließ sich bezogen auf die Septierung kein statistisch relevanter Zusammenhang berechnen (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,522$).

Tab. 56 Septen im MRT bei malignen vs. benignen Befunden

Septen		Malignität		gesamt
		nein	ja	
nein	Anzahl (Prozent)	15 (62,5%)	9 (37,5%)	24 (60,0%)
ja	Anzahl (Prozent)	8 (50,0%)	8 (50,0%)	16 (40,0%)
gesamt	Anzahl (Prozent)	23 (57,5%)	17 (42,5%)	40

3.13.6 Kalzifikationen im MRT

Tab. 57 Verkalkungen im MRT bei malignen vs. benignen Befunden

Verkalkungen	Malignität		gesamt
	nein	ja	
nein	22	17	39
ja	1	0	1
gesamt	23	17	40

Kalzifikationen wurden bei den MRT-Untersuchungen in einer der 40 untersuchten Läsionen nachgewiesen, wobei in dieser Läsion kein Karzinom nachgewiesen werden konnte (**Tab. 57**). Insgesamt ließ sich hier bei nur einem betroffenen Befund keine Aussage treffen.

3.13.7 Solide Anteile im MRT

Solide Weichgewebsformationen (Anteile) in den zystischen Läsionen wurden in 15 der 40 Befunde (37,5 %) beschrieben.

Es wurde in 9 der 15 Läsionen mit solidem Anteil (60 %) ein Karzinom nachgewiesen. Bei den Läsionen ohne soliden Anteil wurde in 8 der 25 Fälle (32 %) ein Karzinom diagnostiziert (**Abb. 31, Tab. 58**).

Bezogen auf die 17 nachgewiesenen Karzinome zeigten sich in 9 Läsionen (52,9 %) ein solider Anteil und in 8 Läsionen (47,1 %) keiner. Bei den 23 benignen Läsionen wurde in 6 Fällen (26,1 %) ein solider Anteil und in 17 (73,9 %) keiner beschrieben.

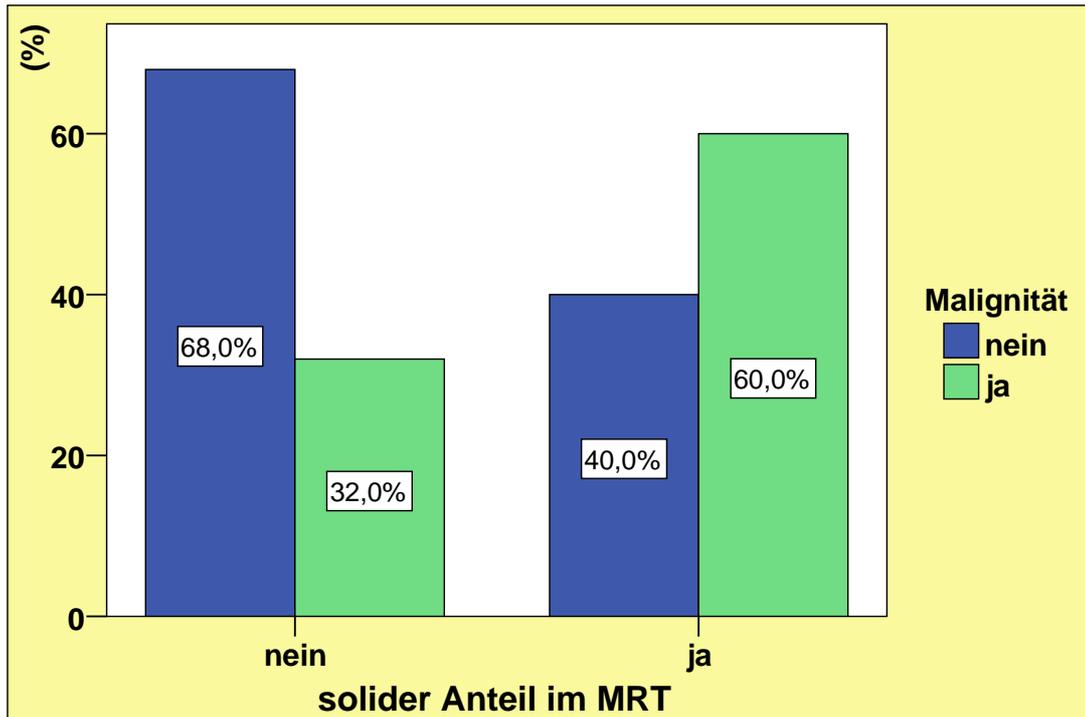


Abb. 31 Solider Anteil im MRT bei malignen vs. benignen Befunden

Statistisch ließ sich kein Zusammenhang zwischen dem Vorliegen eines soliden Anteils und einem Tumornachweis im MRT berechnen (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,107$).

Tab. 58 Solider Anteil im MRT bei malignen vs. benignen Befunden

solider Anteil		Malignität		gesamt
		nein	ja	
nein	Anzahl (Prozent)	17 (68,0%)	8 (32,0%)	25 (62,5 %)
ja	Anzahl (Prozent)	6 (40,0%)	9 (60,0%)	15 (37,5%)
gesamt	Anzahl (Prozent)	23 (57,5%)	17 (42,5%)	40

3.13.8 Kontrastmittelverhalten im MRT

Bezüglich der Kontrastmittelanreicherung wurde in 24 der 40 Fälle (60 %) eine Kontrastmittelaufnahme nachgewiesen und in 16 Fälle (40 %) keine.

Tab. 59 Kontrastmittelaufnahme im MRT bei malignen vs. benignen Befunden

Kontrastmittelaufnahme		Malignität		gesamt
		nein	ja	
nein	Anzahl (Prozent)	12 (75,0%)	4 (25,0%)	16 (40,0%)
ja	Anzahl (Prozent)	11 (45,8%)	13 (54,2%)	24 (60,0%)
gesamt	Anzahl (Prozent)	23 (57,5%)	17 (42,5%)	40

In den kontrastmittelaufnehmenden Läsionen wurde in 13 der 24 Läsionen (54,2 %) ein

Karzinom nachgewiesen. Bei den Läsionen ohne Kontrastmittelaufnahme fand sich in 4 der 16 Läsionen (25 %) ein Karzinom (Abb. 32, Tab. 59).

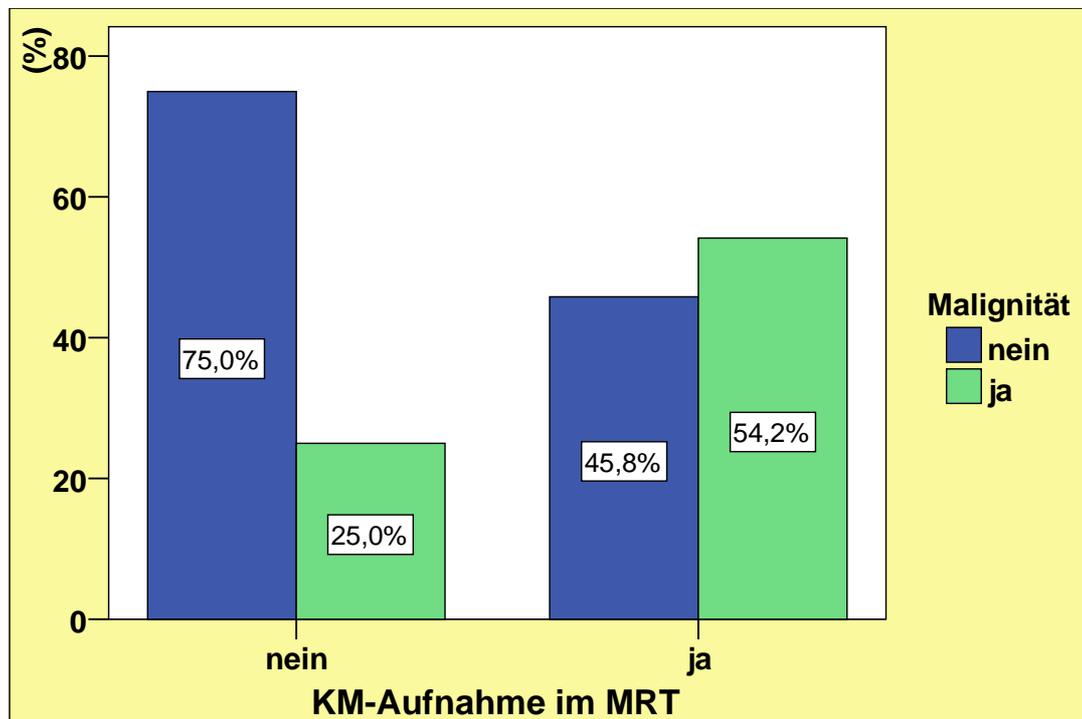


Abb. 32 Kontrastmittelaufnahme im MRT bei malignen vs. benignen Befunden

Bezogen auf die Karzinome wurde in 13 der 17 Läsionen (76,5 %) eine Kontrastmittelaufnahme beschrieben und in 4 Läsionen (23,5 %) keine. Bei den 23 benignen Befunden wurde in 11 Läsionen (47,8 %) eine Kontrastmittelaufnahme beschrieben und in 12 Läsionen (52,2 %) keine.

Bei der Kontrastmittelaufnahme ließ sich statistisch im MRT kein signifikanter Zusammenhang nachweisen, d.h. hier korrelierte die Kontrastmittelaufnahme anders als im CT nicht mit dem Vorliegen eines Malignoms (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,104$).

3.13.9 Prädiktiver Wert der morphologischen Kriterien im MRT

Die nachstehende Tabelle gibt analog zum CT eine Rangliste bezüglich der einzelnen MRT-morphologischen Kriterien und der daraus resultierenden Wahrscheinlichkeit der Möglichkeit für das Vorliegen eines Karzinoms. Im Rahmen des positiven prädiktiven Wertes ergab sich, dass eine unregelmäßige Form, ein solider Anteil, ein inhomogener Zysteninhalte sowie eine Kontrastmittelanreicherung Werte von mehr als 50 % bezüglich des Vorliegens eines

Karzinoms ergaben. Der sicherste Vorhersagewert war im MRT eine unregelmäßige Form.

Tab. 60 Vorhersagewerte im MRT bezüglich des Vorliegens eines malignen Befundes

Morphologisches Kriterium im MRT	positiv prädiktiver Wert
unregelmäßige Form	100 %
solider Anteil der Läsion	60,0 %
unregelmäßige Wand	57,1 %
inhomogener Zysteninhalt	55,6 %
Kontrastmittelanreicherung	54,2 %
verdickte Wand der Läsion	50,0 %
Septen	50,0 %
runde Form	48,1 %
homogener Zysteninhalt	38,7 %
keine Septen	37,5 %
keine soliden Anteile	32,0 %
keine Kontrastmittelanreicherung	25,0 %
dünne Wand der Läsion	25,0 %
ovale Form	18,2 %

3.13.10 Auswertung nach der Bosniak-Klassifikation im MRT

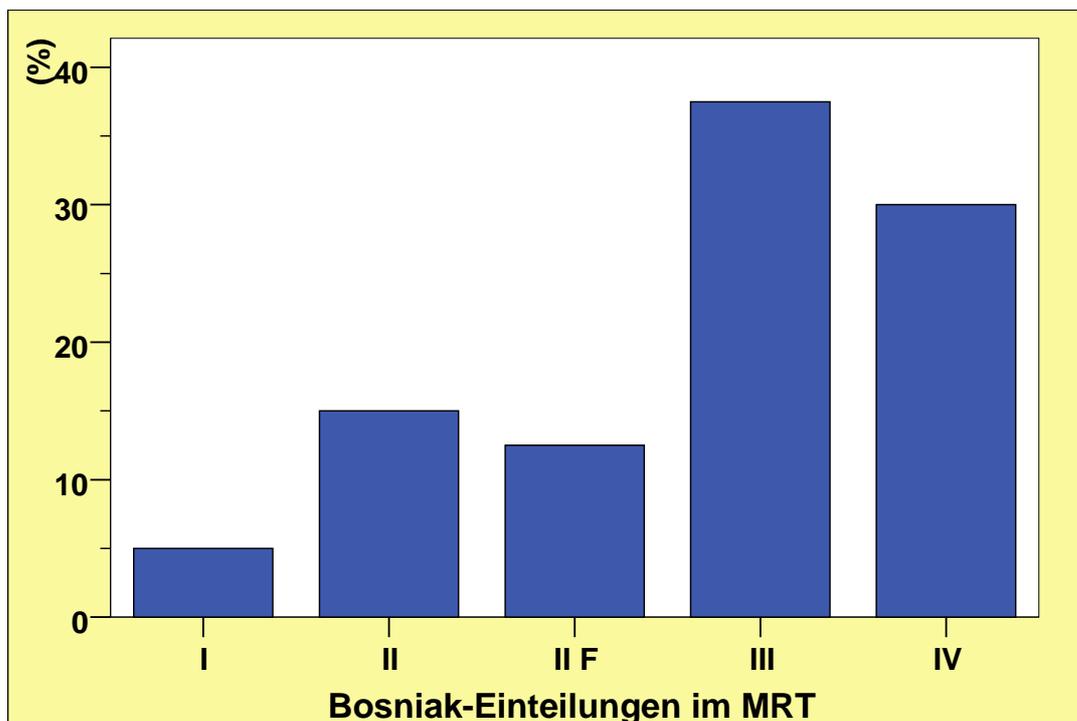


Abb. 33 Bosniak-Einteilung im MRT

Im Rahmen der Einteilung gemäß der Bosniak-Klassifikation nach **Absatz 1.7** entfielen 2 auf die Kategorie I (5 %), 11 auf die Kategorien II und II F (37,5 %), 15 auf die Kategorie III (37,5 %) sowie 12 auf die Kategorie IV (30 %). Bei 66 aller Patienten wurde im Rahmen der bildgebenden Diagnostik kein MRT durchgeführt (**Abb. 33, Tab. 61**)

Tab. 61 Bosniak-Einteilung im MRT

Bosniak	Häufigkeit	Prozent gesamt	Prozent vom MRT	kumulierte Prozent
I	2	1,9	5,0	5,0
II	6	5,7	15,0	20,0
II F	5	4,7	12,5	32,5
III	15	14,2	37,5	70,0
IV	12	11,3	30,0	100,0
gesamt	40	37,7	100,0	
ohne MRT	66	62,3		

Histologisch konnte in diesem Kollektiv bei 17 der 40 Patienten ein Karzinom nachgewiesen werden. Das entspricht 42,5 % in Bezug auf alle Bosniak-Kategorien bzw. um 44,7 % in Bezug auf die komplizierten Nierenzysten (Bosniak > I). Es zeigten sich bei den Zysten der Kategorie I (n = 2) kein Karzinom und in der Kategorie II (n = 6) 1 Karzinom (16,7 %). In der Kategorie II F fand sich 1 Karzinom bei 5 Patienten (20 %). Mit der Kategorie III stieg die Anzahl der diagnostizierten Malignome auf 6 von 15 Patienten (40 %). Bei der Kategorie IV wurde in 9 Fällen (75 %) ein Karzinom nachgewiesen (**Abb. 34, Tab. 62**).

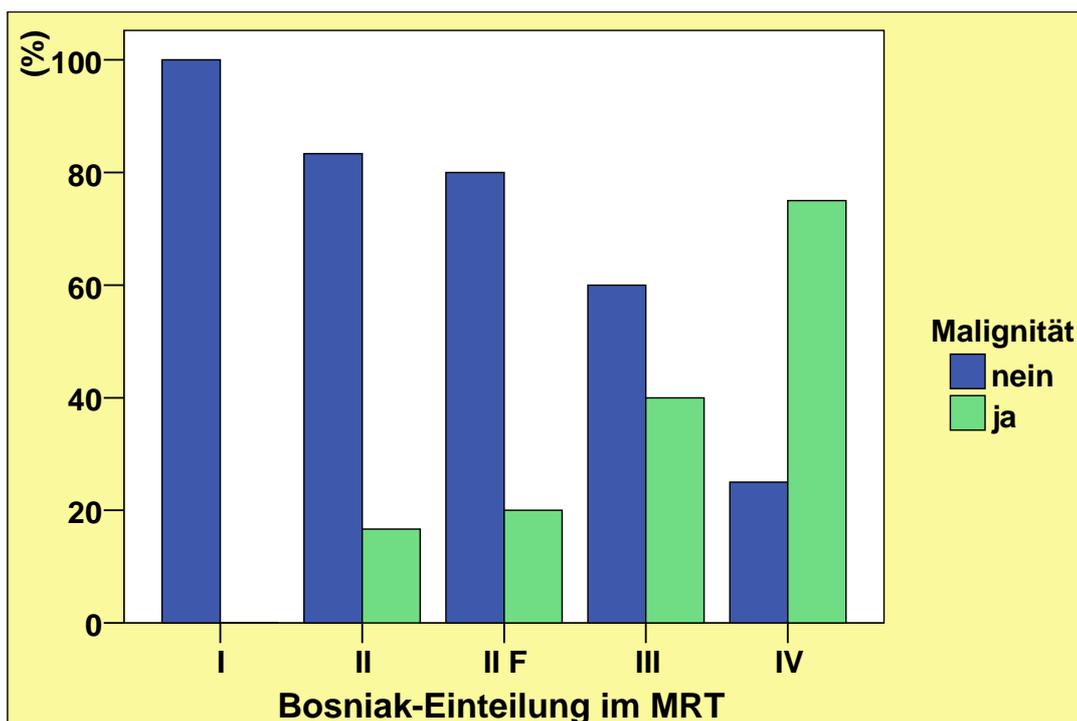


Abb. 34 Bosniak Befunde im MRT bei malignen vs. benignen Befunden

Vergleich man die Stadien miteinander, so bestand ein Trend, aber kein hoher signifikanter Zusammenhang (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,052$). Eine Grundvoraussetzung für einen zuverlässigen Chi-Quadrat-Test ist, dass die erwarteten Häufigkeiten in weniger als 20 % kleiner 5 sind, sonst ist die Zuverlässigkeit des Tests eingeschränkt (siehe **Kap. 2.5**). In diesem Fall war es so, dass gemäß **Tab. 62** in 6 Zellen, also 60,0 % eine erwartete Häufigkeit von weniger als 5 enthält. Somit ist dieses Ergebnis nicht sicher aussagekräftig.

Tab. 62 Bosniak Befunde im MRT bei malignen vs. benignen Befunden

Bosniak-Klassifikation		Malignität		Gesamt
		nein	ja	
I	Anzahl (Prozent)	2 (100%)	0 (0%)	2 (5%)
II	Anzahl (Prozent)	5 (83,3%)	1 (16,7%)	6 (15%)
II F	Anzahl (Prozent)	4 (80%)	1 (20%)	5 (12,5%)
III	Anzahl (Prozent)	9 (60%)	6 (40%)	15 (37,5%)
IV	Anzahl (Prozent)	3 (25%)	9 (75%)	12 (30%)
gesamt	Anzahl (Prozent)	23 (57,5%)	17 (42,5%)	40

3.13.11 Sensitivität und Spezifität im MRT

3.13.11.1 Sensitivität / Spezifität und Berechnung der AUC (*area under the curve*) im Vergleich Bosniak I vs. > I im MRT

Im Vergleich zwischen den zystischen Befunden der Einteilung nach Bosniak wurden zuerst die Kategorie I mit den Kategorien > I verglichen.

Tab. 63 Vergleich Bosniak I vs. > I im MRT

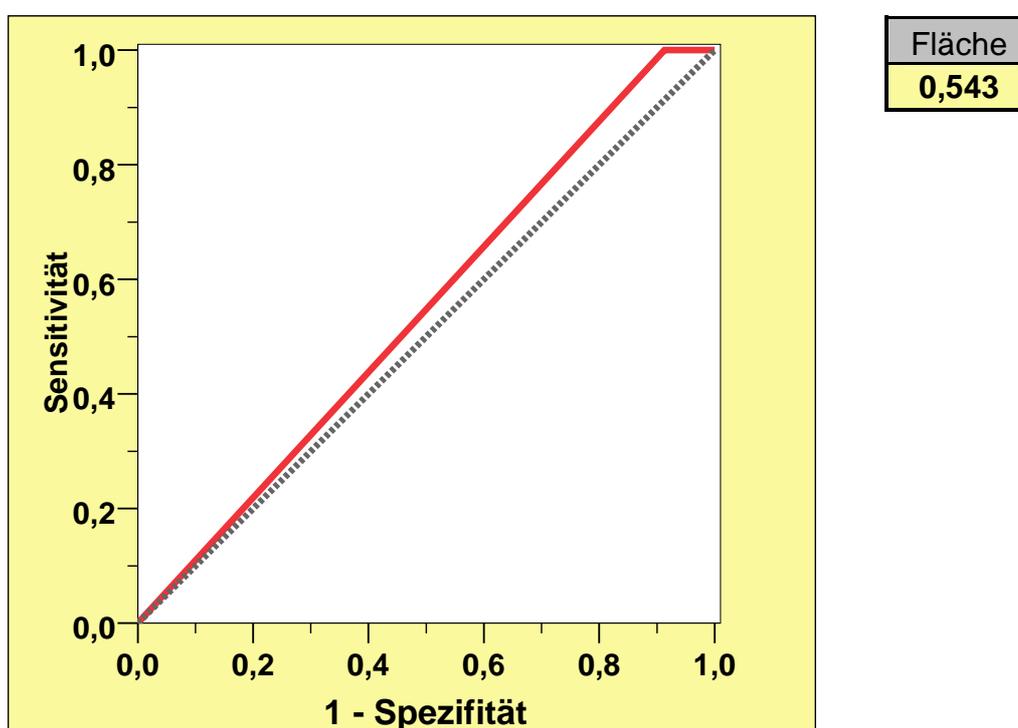
MRT-Befunde		I vs. > I		gesamt
		„benigne“	„maligne“	
Malignität	nein	2	21	23
	ja	0	17	17
gesamt		2	38	40

Bei dieser Aufteilung wurden 2 der 40 Befunde (5 %) als potentiell „benigne“ (Kategorie I) und 38 der 40 Befunde (95 %) als potentiell „maligne“ (Kategorie II bis IV) eingestuft (**Tab. 63**).

Tab. 64 Vorhersagewert Bosniak I vs. > I im MRT

Sensitivität	$17 / (17 + 0)$	=	100%
Spezifität	$2 / (2 + 21)$	=	8,7%
positiv prädiktiver Wert	$17 / (17 + 21)$	=	44,7%
negativ prädiktiver Wert	$2 / (2 + 0)$	=	100%

Der positiv prädiktive Wert betrug 44,7 % und der negativ prädiktive Wert 100 % (**Tab. 64**). Die Sensitivität lag wie bei den im MRT erhobenen Befunden bei 100 %, die Spezifität wurde mit 8,7 % berechnet. Es wurden 21 Patienten mit einem „unklaren zystischen Befund“ operiert, wobei histologisch kein Karzinom nachgewiesen werden konnte.

**Abb. 35** ROC - Kurve Vergleich Bosniak I vs. > I im MRT

In der **Abb. 35** wurde die Sensitivität gegen die Spezifität aufgetragen. Hierbei ergab sich eine flache ROC-Kurve (*receiver operating characteristic*) mit einer AUC (*area under the curve*, Fläche unter der Kurve) von 0,543. Die Kurve liegt fast parallel der gestrichelten Diagonalen an, was Ausdruck dafür ist, dass fast keine Vorhersage bezüglich der Bosniak-Kategorie I vs. > I getroffen werden konnte.

3.13.11.2 Sensitivität / Spezifität und Berechnung der AUC (*area under the curve*) im Vergleich Bosniak I, II & II F vs. > II F im MRT

Anschließend erfolgte analog zu den im CT erhobenen Befunden der Vergleich zwischen den zystischen Läsionen der Kategorien I bis II F und den zystischen Läsionen der Kategorie III und IV.

Tab. 65 Vergleich Bosniak I, II & II F vs. > II F im MRT

MRT-Befunde		I, II + II F vs. > II F		gesamt
		„benigne“	„maligne“	
Malignität	nein	11	12	23
	ja	2	15	17
gesamt		13	27	40

Bei dieser Aufstellung wurden 13 der 40 Befunde (32,5 %) als potentiell „benigne“ (Kategorie I, II und II F) und 27 der 40 Befunde (67,5 %) als potentiell „maligne“ (Kategorie III und IV) eingestuft (**Tab. 65**). Der positiv prädiktive Wert betrug 55,6 % und der negativ prädiktive Wert 84,6 % (**Tab. 66**). Die Sensitivität lag bei 88,2 %, während die Spezifität mit 47,8 % berechnet werden konnte. Es wären in dieser Konstellation 2 Karzinome histologisch nicht verifiziert worden. 12 Patienten wurden „übertherapiert“, d.h. es erfolgte ein operativer Eingriff, ohne dass histologisch ein Tumor nachgewiesen werden konnte.

Tab. 66 Vergleich Bosniak I, II & II F vs. > II F im MRT

Sensitivität	$15 / (15 + 2)$	=	88,2%
Spezifität	$11 / (11 + 12)$	=	47,8%
positiv prädiktiver Wert	$15 / (15 + 12)$	=	55,6%
negativ prädiktiver Wert	$11 / (11 + 2)$	=	84,6%

Die in **Abb. 36** dargestellte ROC-Kurve ergab sich aus der Sensitivität und Spezifität. Dabei berechnete sich die AUC mit 0,680. Es zeigt sich eine deutlich steilere Kurve. Daraus ergab sich, dass hier eine bessere Aussage über die mögliche Dignität getroffen werden konnte, als im Vergleich der zystischen Läsionen der Kategorie I mit denen größer I (siehe **3.13.11.1**, AUC = 0,543).

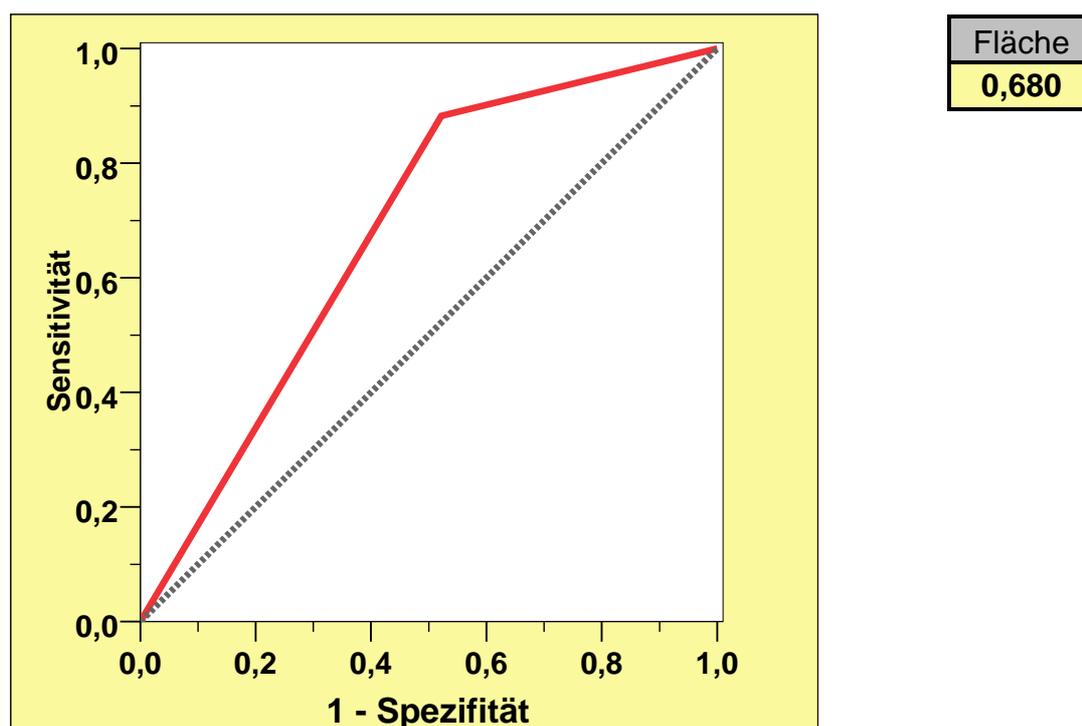


Abb. 36 ROC - Kurve Vergleich Bosniak I, II & II F vs. > II F im MRT

3.14 Vergleich zwischen Computertomographie und Magnet-Resonanz-Tomographie

32 Patienten wurden praeoperativ sowohl mittels CT als auch mittels MRT untersucht. In der Hälfte der Fälle ($n = 16$) wurde bezüglich der Bosniak-Klassifikation die gleiche Kategorie festgestellt. In 6 Fällen wurde im MRT eine höhere Kategorie als im CT erhoben (Kat. IV anstelle von III), während in 10 Fällen eine geringere Einstufung in den Kategorien erfolgte, und zwar von IV in III ($n = 2$), von IV in II ($n = 1$), von III in II F ($n = 2$), von III in II ($n = 4$) und von III in I ($n = 1$). Das MRT als diagnostisches Mittel führte häufiger zu einer niedrigeren Einstufung der Läsion der Bosniak-Klassifikation.

In allen bis auf einen Fall blieb die radiologische Diagnose einer komplizierten Nierenzyste bestehen. Somit war in allen bis auf einen Fall die Indikation zur operativen Nierenfreilegung gegeben. In dem einem genannten Fall wurde im CT die Kategorie III und im MRT die Kategorie I bestimmt. Hierbei handelte es sich um eine Patientin, die regelmäßig bezüglich dieser zystischen Läsion kontrolliert wurde und wegen einer rezidivierenden Schmerzsymptomatik operiert wurde. Histologisch handelte es sich um einen entzündlichen Prozess.

Es wurde ein Vergleich zwischen den Bosniak-Kategorien durchgeführt. Dabei wurde

aufgrund des einmaligen Befundes einer zystischen Läsion der Kategorie I und der dadurch mangelnden Aussagefähigkeit auf einen Vergleich zwischen I und > I verzichtet. Wir gingen davon aus, dass aufgrund der eindeutigen Befunde mit Nachweis einer Läsion der Kategorie I eine zweite Bildgebung nicht durchgeführt werden musste.

Wir führten einen Vergleich zwischen den Kategorien I, II und II F mit den Kategorien III und IV durch.

Tab. 67 Vergleich Ergebnisse der Bosniak-Einteilung zwischen den 32 CT- und MRT- Befunden

Bosniak	CT		MRT	
	maligne	benigne	maligne	benigne
I	0	0	0	1
II	0	1	1	5
II F	0	3	1	4
III	9	12	4	6
IV	4	3	7	3
gesamt	13	19	13	19

Vergleich man alle 32 CT-Befunde bezüglich der Bosniak-Klassifikation und den histologischen Ergebnissen, ergaben sich, wenn man die Kategorie I, II und II F als „benigne“ und die Kategorien > II F als „maligne“ einstuft, eine Sensitivität von 100 % und eine Spezifität von 21,1 %. Der positiv prädiktive Wert beträgt 46,4 % und der negativ prädiktive Wert 100 % (**Tab. 68**).

Vergleich man alle 32 MRT-Befunde nun bezüglich der Bosniak-Klassifikation und den histologischen Ergebnissen, so ergaben sich, wenn man die Kategorie I, II und II F als „benigne“ und die Kategorien > II F als „maligne“ einstuft, eine Sensitivität von 84,6 % und eine Spezifität von 52,6 %. Der positiv prädiktive Wert betrug 59,1 % und der negativ prädiktive Wert 83,3 %. Eine Zusammenfassung ergab die nachfolgende Tabelle:

Tab. 68 Vorhersagewert im Vergleich zwischen CT und MRT

	CT	MRT
Sensitivität	100 %	84,6 %
Spezifität	21,1 %	52,6 %
positiv prädiktiver Wert	46,4 %	59,1 %
negativ prädiktiver Wert	100 %	83,3 %

Beim Vergleich der 16 Befunde mit den unterschiedlichen Ergebnissen der Bosniak-Einteilung im CT versus MRT ergab sich daraus die in der **Tab. 69** aufgeführte Aufstellung.

Tab. 69 Vergleich Ergebnisse der Bosniak-Einteilung zwischen den 16 differenten CT- und MRT-Befunden

Bosniak	CT		MRT	
	maligne	benigne	maligne	benigne
I	0	0	0	1
II	0	0	1	4
II F	0	0	1	1
III	6	7	1	1
IV	1	2	4	2
Gesamt	7	9	7	9

Betrachtete man die 16 CT-Befunde bezüglich der Bosniak-Klassifikation und den histologischen Ergebnissen, ergaben sich, wenn man die Kategorie I, II und II F als „benigne“ und die Kategorien > II F als „maligne“ einstufte, eine Sensitivität von 100 %. Der positiv prädiktive Wert betrug 37,5 %.

Beim Vergleich der entsprechenden 16 MRT-Befunde bezüglich der Bosniak-Klassifikation und den histologischen Ergebnissen ergab sich eine Sensitivität von 71,4 % und eine Spezifität von 66,7 % (**Tab. 70**), wenn man die Kategorie I, II und II F als „benigne“ und die Kategorien > II F als „maligne“ einstufte. Der positiv prädiktive Wert betrug 62,5 % und der negativ prädiktive Wert beträgt 75 %. Eine Zusammenfassung ergab die nachfolgende Tabelle:

Tab. 70 Vorhersagewert im Vergleich zwischen CT und MRT

	CT	MRT
Sensitivität	100 %	71,4 %
Spezifität	-	66,7 %
positiv prädiktiver Wert	37,5 %	62,5 %
negativ prädiktiver Wert	-	75 %

4 Diskussion

In dieser Studie über zystische Nierenläsionen wurde ein Patientenkollektiv von insgesamt 106 Patienten im Zeitraum von 2000 bis 2008 untersucht. Es wurde retrospektiv analysiert, welches Untersuchungsverfahren zur Beurteilung zystischer Läsionen am besten geeignet ist. Dabei wurde die Sensitivität und Spezifität der einzelnen Verfahren bestimmt. Als Hilfestellung zur Vorhersage des möglichen histologischen Ergebnisses diente die von M.A. Bosniak erstellte „Bosniak-Klassifikation“ zur Einteilung einfacher und komplizierter Nierenzysten.

Die Indikation zur OP stellte sich bei den Befunden der Kategorie I und II / II F durch eine Beschwerdesymptomatik (Schmerzen, Nierenstau) oder Größenzunahme, wobei von der Bildgebung aber kein Karzinom zu erwarten war. Bei den Kategorien III und IV bestand der dringende Karzinomverdacht. Die Kategorien I bis II F wurden als „interne Kontrollgruppe“ genutzt. In Abhängigkeit vom intraoperativen Befund wurden Zystenresektionen, Nierenteilresektionen oder Nephrektomien durchgeführt.

Die zuvor erhobenen radiologischen Befunde wurden anschließend mit den histologischen Ergebnissen verglichen und ausgewertet. Die Bosniak-Klassifikation wurde validiert. Ebenfalls wurde untersucht, mit welcher Form der Bildgebung am besten zwischen einer benignen zystischen Läsion und einem soliden Karzinom unterschieden werden kann. Zusätzlich wurden die Computertomographie und die Magnet-Resonanz-Tomographie bezüglich ihrer Wertigkeit verglichen.

4.1 Diagnosestellung der zystischen Läsion

4.1.1 Diagnose als Zufallsbefund

Bei 26 der 106 Befunde (24,5 %) handelte es sich um zystische Läsionen, die als Zufallsbefund im Rahmen von Untersuchungen aus anderem Anlass auffielen. Die Anzahl der so diagnostizierten Befunde deckt sich in etwa mit der in der Literatur beschriebenen Häufigkeit. Koga et al. untersuchte ein Kollektiv von 35 Patienten mit zystischen Läsionen, von denen 26,74 % der Läsionen als Zufallsbefund aufgrund einer orientierenden Grunduntersuchung beim Hausarzt diagnostiziert wurden (Koga et al. [54] 2000). Es

bestanden dabei keine Symptome; sie fielen auf im Rahmen der Abklärung anderer Beschwerden bzw. Erkrankungen.

4.1.2 Verlaufskontrolle bei bekannter zystischer Läsion

26,4 % der Patienten (n = 28) unseres Kollektivs unterlagen einer Verlaufskontrolle bei bereits bekannten zystischen Läsionen. Diese wurden im Verlauf aufgrund einer Größenprogredienz oder Formveränderung als suspekt eingestuft, so dass die Indikation zur operativen Freilegung gegeben war. Histologisch wurde in 25 % der Fälle ein Karzinom nachgewiesen. Es ließ sich daraus keine signifikante Assoziation zwischen der Größenprogredienz und dem Vorliegen eines Karzinoms ableiten.

Sakai et al. [80] beschrieben 2001 in einer single-case Studie den Verlauf der Umwandlung einfacher Nierenzysten über einen Zeitraum von 6 Jahren. Dabei wurde die Bildung solider Formationen beobachtet, die sich nach chirurgischer Exploration als zystisches Nierenzellkarzinom histologisch verifizieren ließ. Auch in unserem Kollektiv waren es die Strukturen innerhalb von zystischen Läsion, wie z.B. die Verdickung der Zystenwand oder das Auftreten von Septen, Verkalkungen und soliden Anteilen, die sich im Verlauf bildeten und damit eine Höherklassifizierung der Zyste gemäß der Einteilung nach Bosniak bewirkten und zur Indikationsstellung der Nierenfreilegung führten. Unsere Ergebnisse ähnelten denen wenn auch nur spärlichen aus der Literatur. In unserem Kollektiv konnte jedoch keine statistisch relevante Korrelation berechnet werden. Dieses ist darauf zurückzuführen, dass sich unter den 28 Patienten hauptsächlich solche befanden, bei denen die zystischen Läsionen einfach nur an Größe zunahmen, aber keine strukturellen Veränderungen aufwiesen.

4.1.3 Diagnose bei der Abklärung von Schmerzen oder einer Makrohämaturie

Bei 24,5 % der Patienten (n = 26) fiel die zystische Läsion im Rahmen der Abklärung von Flankenschmerzen auf. Dabei wurde nur in einem Fall ein Karzinom nachgewiesen. Die Läsion wurde gemäß der Bosniak-Klassifikation in die Kategorie III eingestuft. 2005 untersuchten Lutter et al. [64] 19 Patienten mit symptomatischen zystischen Läsionen. Es handelte sich dabei ausschließlich um Patienten mit benignen Läsionen der Bosniak-

Kategorie I und II. Die Läsionen hatten einen Durchmesser von 8 bis 15 cm. Bei allen Patienten bestanden Flankenschmerzen und bei knapp einem Drittel ($n = 6$) trat zusätzlich eine Makrohämaturie auf. Anhand unserer Daten konnten wir feststellen, dass eine symptomatische zystische Läsion nicht zwingend für einen malignen Befund spricht und im Umkehrschluss eine asymptomatische Läsion nicht unbedingt für einen benignen Befund.

Mit einer Makrohämaturie als primäres Symptom wurden 3 der insgesamt 37 Karzinome unseres Kollektivs (8,1 %) diagnostiziert. Bei den benignen Läsionen trat in 7,2 % der Fälle ($n = 5$) eine Makrohämaturie als Symptom auf. In der bereits zitierten Studie von Lutter et al. [64] aus 2005 fanden sich bei 31 % ($n = 6$) der zystischen Läsionen eine Makrohämaturie als Symptom. Die Zahlen von Lutter et al. bezüglich des Vorhandenseins einer Makrohämaturie bei symptomatischen Nierenzysten sind auch vergleichbar mit den Zahlen von Siemer et al. [85] aus 1994. Hier wurde bei etwa 30 % von insgesamt 1.854 Patienten mit einem histologisch gesicherten Nierenzellkarzinom eine stattgehabte Makrohämaturie als Symptom angegeben. In der Literatur ergab sich somit im Vergleich der Patienten mit oder ohne Makrohämaturie kein wesentlicher Unterschied zwischen einem benignen oder malignen histologischen Befund. In unserem Patientenkollektiv trat das Symptom einer Makrohämaturie deutlich seltener auf, wobei das Verhältnis (benignes und malignes histologisches Ergebnis) in etwa gleich blieb (7,2 % vs. 8,1 %). Somit ergab sich aus dem Vorliegen einer Makrohämaturie, wie auch in der Literatur beschrieben, kein wegweisender Hinweis bezüglich der Dignität.

4.2 Therapieverfahren – Chirurgische Evaluation

Unsere Patienten wurden ausschließlich chirurgisch (offen bzw. retroperitoneoskopisch) behandelt. Die Art des Verfahrens, d.h. ob eine Zystenresektion, -marsupialisation oder eine Nierenteilresektion durchgeführt wurde, hing im Wesentlichen von dem zu erwartenden histologischen Ergebnis sowie der intraoperativen Schnellschnittdiagnostik ab.

Bei den Läsionen der Kategorie I bis II F wurde aufgrund der zu erwartenden Dignität die Exzision der Zyste unter Erhalt der Niere angestrebt. Wie aus der bereits mehrfach zitierten Studie aus 2005 von Lutter et al. [64] hervorgeht, handelt es sich vor allem bei der retroperitoneoskopischen Nierenzystenresektion und -marsupialisation um ein sehr sicheres und effektives Verfahren. So wurde dort anhand von 19 Patienten beschrieben, dass der operationsbedingte Blutverlust im Durchschnitt bei 70 ml lag. Revisionbedürftige Komplikationen traten nicht auf und nach einem „follow-up“ von 6 bis 48 Monaten waren

alle Patienten beschwerdefrei.

In unserem Kollektiv trat bei insgesamt 16 von 106 Patienten (15,1 %) ein transfusionsbedürftiger Blutverlust auf. Bei 3 dieser 16 Patienten handelte es sich um Patienten mit einer Nierenzyste der Kategorie Bosniak I (n = 1) und II F (n = 2), wobei jeweils 2 Erythrozytenkonzentrate transfundiert wurden. Therapeutisch wurden zweimal eine Nierenzystenmarsupialisation und einmal eine Nierenteilresektion durchgeführt. Wundrevisionen waren in unserem Kollektiv bei Patienten mit Befunden der Bosniak-Kategorie I, II und II F in keinem Fall notwendig.

Die Läsionen der Kategorie III und IV wurden aufgrund der unklaren Dignität bzw. des dringenden Verdachts für das Vorliegen eines Karzinoms operativ freigelegt. In Abhängigkeit der Ergebnisse der intraoperativen Schnellschnittdiagnostik erfolgte das weitere Vorgehen (nierenerhaltende Tumorsektion oder Nephrektomie).

Zunehmend wichtiger wird die Nierenteilresektion bzw. „*nephron sparing surgery*“ (NSS). In einer Untersuchungsserie von 2006 verglichen Becker et al. [9] 216 Patienten, die aufgrund eines Nierenzellkarzinoms nierenteilreseziert wurden, mit 369 Patienten, die nephrektomiert wurden. Dabei zeigte sich eine karzinomspezifische Überlebensrate bei den nierenteilresezierten Patienten von 97,8 % nach 5 Jahren (95,5 % bei den nephrektomierten Patienten) und 95,8 % nach 10 Jahren (84,4 % bei den nephrektomierten Patienten). Ebenfalls zeigt sich in einer Studie von Pahernik et al. [71] von 2006 über einen Zeitraum von mehr als 25 Jahren anhand von 381 Patienten, die bzgl. eines Nierenzellkarzinoms nierenteilreseziert wurden, ein tumor- und rezidivfreies Überleben nach 5 Jahren von 98,5 % und nach 10 Jahren von 96,7 %. Die besseren Ergebnisse bei den Nierenteilresektionen sind auf die Selektion der Patienten mit kleineren (bis 4 cm messenden), radiologisch gesicherten, nicht lymphogen metastasierten Befunden zurückzuführen.

Spaliviero et al. [87] untersuchten in einer Studie von 2005 ein Kollektiv von 284 Patienten, bei denen eine laparoskopische Nierenteilresektion durchgeführt wurde. Darunter befanden sich 50 zystische Läsionen. Die Läsionen der Bosniak-Kategorie II / II F wurden einem „watchful-waiting“ unterzogen und nur dann operiert, wenn sie sich in ihren Strukturen (Septen, Wanddicke, Homogenität) veränderten oder die Patienten es wünschten. Diese Gruppe wurde verglichen mit 50 Patienten aus dem gleichen Kollektiv, bei denen laparoskopisch die Nierenteilresektion aufgrund einer soliden Raumforderung durchgeführt wurde. In der histologischen Aufarbeitung der 50 zystischen Läsionen zeigte sich histologisch in 28 Fällen ein Karzinom. In der anschließenden Tumornachsorge aller Patienten zeigte sich bei einem der Patienten mit initial zystischer Läsion und nachgewiesenem Karzinom (R0-

Resektion) ein retroperitoneales Rezidiv. In unserem eigenen Untersuchungskollektiv wurde bis einschließlich Mai 2010 bisher kein Rezidivkarzinom diagnostiziert. Die Langzeitergebnisse der laparoskopischen Operationstechnik suspekter zystischer Läsionen sowie solider Raumforderungen der Nieren sind somit vergleichbar gut.

4.3 Pathohistologische Verteilung

Bei der histologischen Aufarbeitung wurde bei den 37 Karzinomen in 18 Fällen (48,6 %) ein klarzelliges Nierenzellkarzinom und in 16 Fällen (43,2 %) ein chromophiles Nierenzellkarzinom nachgewiesen. 3 Karzinome (8,1 %) wurden als zystische Nierenzellkarzinome ohne nähere Differenzierung angegeben. Im Gegensatz dazu fanden sich in der histologischen Verteilung nach Störkel et al. [88] von 1997 in 70 bis 80 % aller Nierenzellkarzinome ein klarzelliger sowie in 10 bis 15 % ein papillärer bzw. chromophiler Typ. In 5 % der Karzinome besteht ein chromophobzelliges Muster. Auffällig war in unserer Studie der hohe Anteil an papillären Karzinomen. Andererseits konnte der histologische Typ des chromophoben Nierenzellkarzinoms in unserem Kollektiv nicht nachgewiesen werden.

Seveso et al. [82] untersuchten 2002 insgesamt 50 solide Nierenläsionen bei 48 Patienten (30 Männer und 18 Frauen im Alter von 27 bis 77 Jahren, im Mittel 60,6 Jahre). Alle Läsionen waren kleiner als 4 cm im Durchmesser. Dabei wurden 32 Nierenzellkarzinome diagnostiziert. Histologisch konnten hier 25 klarzellige Karzinome (78,1 %), 6 papilläre Karzinome (18,8%) und 1 chromophobes Karzinom (3,1 %) nachgewiesen werden. Auch größere Studien wie die bereits von Pahernik et al. [71] aus 2006 zitierte über einen Zeitraum von 25 Jahren bestätigten die histologische Verteilung von Störkel. Hier wurde bei 504 Patienten eine Nierenteilresektion bei suspekten Nierenbefunden durchgeführt. Histologisch konnten 381 (75,6 %) Nierenzellkarzinome und 123 (24,4 %) karzinomsuspekte benigne Läsionen einschließlich 53 Onkozytome (10,5 %), 33 Angiomyolipome (6,5 %) und 21 komplizierte Nierenzysten (4,6 %) verifiziert werden. Unter den 381 Nierenzellkarzinomen fanden sich 283 klarzellige Karzinome (74,3 %), 68 papilläre bzw. chromophile Karzinome (17,8 %) und 30 chromophobe Nierenzellkarzinome (7,9 %).

Bezüglich des histologischen Differenzierungsgrades sowie der Tumorausdehnung zeigten ebenfalls die Studie von Limb et al. [60] aus 2002, dass sich bei den 11 nachgewiesenen Karzinomen (von insgesamt 57 Läsionen) vom Grading her ein gut bis mittelgradig differenziertes Karzinom nachweisen ließ. Die Tumorausdehnung beschränkte sich auf die Stadien T1 und T2.

Zusammenfassend entsprechen unsere histologischen Daten nicht denen der Literatur. Auffällig an unseren Befunden war mit 40,5 % der hohe Anteil an papillären bzw. chromophilen Nierenzellkarzinomen und dass sich kein chromophobes Karzinom nachweisen ließ. Der Grund für die auffällige histopathologische Verteilung kann zum einen an der geringen Fallzahl liegen. Zum anderen kann es auch daran liegen, dass sich das Erscheinungsbild zwischen soliden und zystischen Karzinomen unterscheidet, und ein papillärer Tumor eher dazu neigt, eine zystische Raumforderung zu bilden.

In 34 Fällen (49,3 %) der insgesamt 69 benignen Läsionen wurde ein unauffälliger histologischer Befund nachgewiesen, d. h. eine einfache Nierenzyste oder ein zystisches Nephrom ohne Entzündung, Spezifität und Malignität. In 10 Befunden (14,5 %) handelte es sich um einen eingebluteten sowie bei 24 Befunden (34,8 %) um einen chronisch entzündlichen Prozess. In einem Fall wurde ein mikrozystisches Onkozytom nachgewiesen.

4.4 Korrelation der Untersuchungskriterien mit den pathohistologischen Ergebnissen

4.4.1 Seitenlokalisation

Die Seitenlokalisation gab keinen wegweisenden Hinweis auf das histologische Ergebnis (Fisher-Test; $p = 0,684$). Bei unserem Kollektiv befanden sich jeweils genau 50 % der Läsionen in der rechten bzw. in der linken Niere. Vereinzelt wurden in Studien die Seitenlokalisationen der zystischen Läsionen angegeben wie 2005 bei Lutter et al. [64]. Dabei zeigte sich wie in unserem Kollektiv eine gleichmäßige Verteilung. Es wurden 10 von 19 Läsionen in der rechten sowie 9 in der linken Niere lokalisiert.

4.4.2 Alter

Es ließ sich in unserem Kollektiv nachweisen, dass das Durchschnittsalter der Patienten mit einem histologisch gesicherten Karzinom um etwa 3 Jahre (Median 2 Jahre) höher liegt als bei Patienten mit einem benignen Befund. Das durchschnittliche Alter aller 106 Patienten betrug 61,4 (Median von 62 Jahren). Das Alter der Patienten reichte von 20 bis 82 Jahren, wobei die Altersklasse mit den meisten Patienten zwischen dem 60. und 65. Lebensjahr lag. Statistisch konnte hier kein statistisch signifikanter Unterschied bewiesen werden

(t-Test; $p = 0,209$).

Ähnlich waren die Altersverteilungen in Studien mit kleineren Patientenzahlen ($n = 30$) wie 2006 von Benjaminov et al. [11]. Die Patienten hatten ein Alter von 28 bis 76 Jahren, im von Mittel 59 ± 13 Jahren. Taouli et al. [91] beschrieben 2009 in ihrem Kollektiv von 64 Patienten ein mittleres Alter von 60,7 Jahren. Pal et al. [72] beschrieben 1997 anhand eines größeren Untersuchungskollektiv ein Maximum an zystischen Läsionen bei Patienten zwischen 41 und 60 Jahren. Dabei wurde eine repräsentative Untersuchung von 1500 Patienten zwischen 8 und 86 Jahren durchgeführt, wobei insgesamt 76 Patienten (5,06 %) mit zystischen Läsionen detektiert wurden.

Insgesamt lassen sich aus dem Alter keine Rückschlüsse bezüglich der Dignität der zystischen Läsionen ziehen, auch wenn durchschnittlich die Patienten in unserem Kollektiv mit einem nachgewiesenen Karzinom um 3 Jahre älter waren.

4.4.3 Geschlechtsverteilung

Bezüglich der Geschlechtsverteilung fand sich in unserem Kollektiv von 106 Patienten mit zystischen Läsionen ein Verhältnis von 1 zu 1,52 zwischen Frauen und Männern. Bei den histologisch nachgewiesenen Karzinomen bestand in unserem Kollektiv zwischen weiblich und männlich ein Verhältnis von 1 zu 3,27.

Ähnliche Zahlen gab auch die Studie von Israel et al. [49] von 2004 wieder, wobei ein Verhältnis von 1 zu 1,81 bei 59 untersuchten Patienten bestand. In der schon zitierten Studie von Benjaminov et al. [11] von 2006 ergab sich bei den 30 untersuchten Patienten ein Verhältnis 1 zu 1,72 (Frauen zu Männer). Kalinka et al. [50] 2006 fand ein Verhältnis von 1 zu 2,5 zugunsten der Männer. Dabei wurden insgesamt 46 Patienten mit zystischen Läsionen untersucht. Taouli et al. [91] beschrieben 2009 ein Patientenkollektiv mit insgesamt 64 Patienten, wobei ein Verhältnis von 1 zu 2,56 zwischen Frauen ($n = 18$) und Männern ($n = 46$) vorlag. Statistisch ließ sich in unserem Kollektiv zwar kein signifikanter Unterschied berechnen (Fisher-Test; $p = 0,149$), aber ein Trend erkennen. Männer waren häufiger bezüglich des Vorliegens einer zystischen Läsion der Nieren betroffen. Diese zystischen Läsionen boten histologisch bei Männern eine insgesamt höhere Zahl an Karzinomen, als es bei Frauen der Fall war. Eine Erklärung, warum Männer insgesamt mehr betroffen sind als Frauen, fand sich bisher in der Literatur nicht.

4.4.4 Body-Mass-Index

Bezüglich des Body-Mass-Index (BMI) stellte sich in unserem Kollektiv eine deutliche Korrelation heraus (Mann-Whitney-U-Test; $p = 0,005$). Je niedriger der BMI war, desto eher bestand die Wahrscheinlichkeit, dass ein Karzinom vorlag. Unwahrscheinlich war aber, dass es sich bei den lokalisierten Befunden um einen konsumierenden Prozess handelte. Anamnestisch war in keinem unserer Fälle die Erkrankung durch einen unklaren Gewichtsverlust oder eine Kachexie aufgefallen. Die Befunde wurden meist (bis auf die Läsionen der Kategorie IV) praeoperativ nicht eindeutig als Karzinome beschrieben. Anders als bei fortgeschrittenen lymphogen, ossär oder pulmonal metastasierten Nierenzellkarzinomen war hier kein Gewichtsverlust zu erwarten.

Relevant wurde der Body-Mass-Index in unserem Kollektiv bezüglich der Wundheilung. Hier imponierte, dass bei den übergewichtigen Patienten mit knapp über 27 % eine deutlich höhere Rate an Wundheilungsstörungen auftrat als mit etwa 12 % bei normal- und untergewichtigen Patienten.

In einer großen prospektiven Feldstudie aus dem Jahr 2006 von Pischon et al. [75] wurden 348.550 Männer und Frauen in 8 europäischen Ländern bezüglich ihrer Risikofaktoren untersucht. Insgesamt wurden in einem Zeitraum von 6 Jahre bei diesen Personen 287 Nierenzellkarzinome neu diagnostiziert. Dabei zeichnete sich bei Frauen mit steigendem BMI ein erhöhtes Risiko ab, an einem Nierenzellkarzinom zu erkranken ($p = 0,009$). Zusätzlich wurden die Patientinnen bezüglich ihrer Taille und des Hüftumfangs untersucht, wobei sich ein statistisch signifikanter Zusammenhang bestimmen ließ ($p = 0,003$ und $p = 0,01$). Bei Männern hatte ein vermehrter Hüftumfang eher einen protektiven Effekt auf die Entstehung eines Nierenzellkarzinoms ($p = 0,03$). Keinen Einfluss hatte die Größe der Patienten.

In den Vereinigten Staaten wurden von Adams et al. ([2] 2008 a) eine Kohorten-Studie ausgewertet. Beginn war 1995/1996 bei Personen im Alter von 50 bis 71 Jahren. 2003 erfolgte ein „follow-up“. Zusätzlich wurden Informationen über den persönlichen BMI im Alter von 18, 35 um 50 Jahren eingeholt. Es wurden 1.022 Männer und 344 Frauen mit einem Nierenzellkarzinom diagnostiziert. Auffällig in dieser Studie war die Korrelation zwischen einem bereits bestehenden erhöhten BMI bei jüngeren Patienten (18 bis 35 Jahren) und Patienten im mittleren Alter (35 bis 50 Jahre) mit der Entwicklung bzw. Assoziation eines Nierenzellkarzinoms. Bei Patienten über 50 Jahren war der BMI unerheblich.

Insgesamt haben alle Studien gemeinsam, dass bei Frauen der BMI eine deutlich größere Rolle

als Risikofaktor zur Entwicklung eines Nierenzellkarzinoms spielte als bei Männern. Eine kanadische Studie von Hu et al. [44] aus dem Jahre 2008 mit einem Patientenkollektiv von 6.177 Personen bestätigte ebenfalls die Assoziation von Übergewicht bei Frauen mit der Inzidenz eines Nierenzellkarzinoms. In dieser Gruppe erkrankten 1.138 Patienten an einem Nierenzellkarzinom.

Unsere Ergebnisse stehen im Widerspruch zu denen der Literatur, wobei anzumerken ist, dass es sich in unserem Kollektiv nur um Patienten mit einem nachgewiesenen Nierenzellkarzinom in einer zystischen Läsion handelte.

4.4.5 Radiologische Testverfahren

4.4.5.1 Sonographie

In der Sonographie wurde bei 73,6 % (n = 78) der Patienten ein tumorsuspekter Befund erhoben. Die sonographischen Verdachtsmerkmale für das Vorliegen eines Malignoms waren dabei eine unregelmäßige Form und Wandstärke der zystischen Läsion, inhomogener Zysteninhalt sowie das Vorhandensein von Septen, Verkalkungsstrukturen und soliden Anteilen.

Histologisch wurde bei diesen Patienten in 39,7 % (n = 31) ein Karzinom gesichert. Von 26,4 % der Patienten (n = 28) mit als unauffällig beschriebenen Befunden wurde in 6 der 28 Fälle (21,4 %) ein Karzinom nachgewiesen. Insgesamt wurden 16,2 % der Karzinome (n = 6) im Rahmen der sonographischen Aufnahmeuntersuchung nicht gesehen. Entweder konnte der Befund bei der Sonographie nicht detektiert werden oder es wurde lediglich der Befund einer einfachen Nierenzyste erhoben, obwohl durch die zuvor erhobenen Befunde mittels CT und / oder MRT bekannt war, dass eine auffällige zystische Läsion vorlag.

Die Sensitivität betrug bezüglich des Vorliegens eines Malignoms etwa 84 % und die Spezifität 32 %. Vergleicht man unsere Ergebnisse der Sonographie mit denen der Computertomographie, so ist die Sonographie eindeutig unterlegen. Taylor et al. [92] beschrieben 1989 hierzu, dass die im Rahmen einer Computertomographie dargestellte Kontur der Niere mit allen ihren vorliegenden Auffälligkeiten lediglich in nur 57 % sonographisch nachgewiesen werden konnten.

Heckmann et al. [38] beschrieben 2008, dass die Ultraschalldiagnostik als alleiniges diagnostisches Untersuchungsmedium nicht ausreichend ist, um die Indikation zur operativen Freilegung eines Befundes zu stellen. Es ist ein CT oder MRT erforderlich, um die

Notwendigkeit einer chirurgischen Intervention oder eines konservativen Vorgehens mit Verlaufskontrollen („follow-up“) fest zulegen.

Zusammenfassend ist im Rahmen der Diagnostik die Sonographie ein gutes Screeningverfahren. Zystische Läsionen lassen sich gut darstellen. Bezüglich des Vorhersagewertes der Dignität bestand statistisch in unserem Kollektiv aber keine Korrelation zwischen den erhobenen suspekten Befunden und dem Vorliegen eines malignen Prozesses (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,107$).

4.4.5.2 Schnittbildverfahren (CT und MRT)

4.4.5.2.1 Größe

Die Untersuchung der Größe der zystischen Läsionen zeigte, dass im Durchschnitt die benignen Befunde um mehr als 2 cm größer als die malignen Befunde sind (Mann-Whitney-U-Test; $p = 0,003$). Dieses widerspricht der Einschätzung von Bosniak, der eine zystische Läsion alleine aufgrund ihrer Größe schon als kompliziert einstufte. Besonders deutlich wird die Unterscheidung von Bosniak in der Kategorie II. Dort wurde bei homogenen echogenen Läsionen unter 3 cm eine Einstufung in die Kategorie II vorgenommen. Läsionen mit einer Größe über 3 cm wurden mit den gleichen Kriterien in die Kategorie II F höher eingestuft (Bosniak 1986 [14], Clevert et al. [22]). In unserem Kollektiv verhielt es sich bezüglich des Vorliegens eines Malignoms und der Größe der Läsion umgekehrt.

Zusammenfassend ist die Größe als alleiniges Kriterium kein Hilfsmittel. Die malignen Prozesse in unserem Kollektiv waren zwar im Durchschnitt kleiner als die benignen, es ließ sich aber keine sicheren Rückschlüsse auf die Dignität ziehen lassen. Es ließ sich ebenfalls kein Grenzwert bezüglich der Größe festlegen. Der größte maligne Befund hatte einen Durchmesser von 13 cm.

Ein Größenwachstum der zystischen Läsionen alleine betrachtet, stellte in unserem Kollektiv kein Kriterium für das Vorliegen eines Malignoms dar (Chi-Quadrat-Test, $p = 0,998$). In einer aktuellen Studie von 2009 untersuchten Gabr et al. [32] 43 Patienten mit 50 minimal komplizierten Läsionen (Bosniak Kategorie II und II F) über einen Zeitraum von mehr als 3 Jahren. Die Patienten wurden einer regelmäßigen Verlaufskontrolle unterzogen, im Mittel über 3,3 Jahre. Die initial größte Läsion hatte einen Durchmesser von 2,9 cm. Nach 3 Jahren wiesen 29 Läsionen eine Größenprogredienz auf, 14 wurden kleiner und 7 blieben gleich groß. Die abschließend durchschnittliche Größe aller Läsionen betrug 3 cm. 7 Patienten (16,3 %) wurden im Verlauf operiert, wobei in 5 Fällen eine Nierenteilresektion und in

2 Fällen eine Nephrektomie durchgeführt wurde. Grund für die Eingriffe waren Größenzunahme (n = 2), Zunahme an Septen und hyperdensen Inhalt (n = 2), Flankenschmerzen (n = 1) und kontrastmittelanreichernde Areale in Septen oder der Zystenwand (n = 2). Histologisch fand sich in 5 der 7 Läsionen (71,4 %) ein Karzinom.

Umgekehrt dazu gibt es aber auch seltene Fälle, in denen es zu einer Regression des Befundes kam. Weibl et al. [99] beschrieben 2009 den Fall eines 66-jährigen Patienten, bei dem eine komplizierte Nierenzyste Bosniak IV verifiziert wurde. Aufgrund des schlechten Allgemeinzustandes und dem ASA-Score von 3 bis 4 entschloss man sich zu einer Surveillance-Strategie. Dabei konnte im Verlauf eine spontane partielle Regression beobachtet werden.

4.4.5.2.2 Form

Bezüglich der Form der zystischen Läsion sowie dem Vorliegen eines Karzinoms fand sich computertomographisch kein Zusammenhang (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,225$). Im MRT konnte allenfalls ein grenzwertiger Zusammenhang nachgewiesen werden (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,057$), wobei hier zu berücksichtigen sei, dass es nur zwei unregelmäßig konfigurierte Läsionen gab, welche auch beide einen malignen histologischen Befund lieferten. Computertomographisch zeigten sich 13 unregelmäßige Läsionen, von denen 2 einen malignen Prozess zeigten.

4.4.5.2.3 Dichteverhalten des Zysteninhaltes

Bezüglich des Dichteverhaltens der zystischen Läsion in der Nativuntersuchung konnte weder im CT (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,335$) noch im MRT (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,456$) ein Zusammenhang zum histologischen Befund gefunden werden. Teilweise ist die Differenzierung zwischen einer eingebluteten Zyste und einer soliden Raumforderung schwierig, wie Fujii et al. [31] anhand 4 Patienten 1993 sehr ausführlich beschrieb. Alle Patienten wiesen in der Sonographie, im CT und MRT einen dringend suspekten Befund auf und äußerten den Verdacht auf das Vorliegen eines zystischen Nierenzellkarzinoms. Nach chirurgischer Exploration wurden in zwei Befunden eine eingeblutete septierte zystische Läsion, ein organisiertes Hämatom sowie ein infiziertes Hämatom verifiziert. 1999 untersuchten Balci et al. [8] 55 zystische Läsionen mittels MRT, von denen 37 einen inhomogenen Zysteninhalt aufwiesen. Unter diesen Läsionen fanden sich histologisch 8 Karzinome (21,6 %). Im Vergleich dazu fand sich bei unseren MRT-untersuchten Befunden

in 55,6 % der Fälle ein Karzinom. Suh et al. [90] untersuchten 2003 insgesamt 102 Nierenläsionen an 90 Patienten, wobei es sich um 75 solide Raumforderungen und 37 zystische Läsionen handelte. Dabei konnte bezüglich der Heterogenität aller Läsionen eine deutliche Korrelation im Bereich der soliden Raumforderungen und dem Vorliegen eines Karzinoms nachgewiesen werden, wobei dieses aber bei den zystischen Läsionen keine Aussage zuließ ($p < 0,001$).

Ebenso beschrieben schon 1987 Marotti et al. [65], dass die Dichte des Zysteninhaltes keine sicheren Rückschlüsse darauf erlaubt, ob es sich bei dem Inhalt um ein altes Hämatom oder um einen malignen zystischen Prozess handeln könnte. Meist war es erst nach Kontrastmittelapplikation der Fall, dass sich solide Tumore bzw. Karzinome dadurch demarkierten, dass sie aufgrund ihrer zentral nekrotisierenden Areale inhomogen vom Erscheinungsbild wurden, wie auch Heidenreich et al. [39] 2004 beschrieben. In der Nativ-Untersuchung würde bei einem nekrotisierendem Karzinom eine livide Flüssigkeit vorgetäuscht. Diese war von vitalem Tumorgewebe umgeben, welche als Saum bzw. Wand gedeutet werden konnte. Es könnte so eine zystische Läsion vorgetäuscht werden und wäre somit für die Vorhersage der Dignität eher ungeeignet.

4.4.5.2.4 Septen

Das Vorliegen von Septen ist weder in der CT noch in der MRT signifikant bezüglich des Vorliegens eines Karzinoms (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,359$ bzw. $0,522$). In der bereits zitierten Untersuchungsreihe aus dem Jahr 1999 von Balci et al. [8] konnten lediglich in 4 von 55 zystischen Läsionen Septen dargestellt werden. Dabei fanden sich wie auch in unserem Kollektiv in der Hälfte der Läsionen ($n = 2$) ein Karzinom. Lévy et al. [59] sahen 1999 ebenfalls keinen Zusammenhang zwischen dem Vorliegen dünner Septen und der Detektion eines malignen Nierentumors. Es konnte hier keine sichere Differenzierung zwischen einem zystischen Nephrom und einem multizystischen Nierenzellkarzinom erfolgen.

Für die beiden Untersuchungsverfahren (CT und MRT) wurde 2002 von Ho et al. [43] wie auch 2010 von Huber et al. [45] beschrieben, dass im MRT in einzelnen Fällen aufgrund ihres besseren Weichteilkontrastes sich eine feine Septierung auch dann nachweisen lässt, wenn CT-morphologisch nichts darstellbar ist.

4.4.5.2.5 Kalzifikationen

Unter Betrachtung der Kalzifikationen lag bei den computertomographisch untersuchten

Fällen bei den nicht-verkalkten Läsionen ein höheres Karzinomrisiko vor als bei den verkalkten. Insgesamt war hier keine statistische Relevanz für das Vorliegen einer Korrelation zu erkennen (Chi-Quadrat-Test, $p = 0,373$). Bei den MRT-Untersuchungen wurde in nur einer Läsion eine Verkalkung gesehen, so dass die Datenlage nicht aussagekräftig war.

Ebenfalls zeigten bereits Israel und Bosniak [46] (2003 a) anhand der computertomographischen Untersuchungsergebnisse an 81 Patienten, dass Verkalkungsstrukturen keinen Stellenwert bezüglich des Vorliegens eines Malignoms haben. Anhand unserer Daten stellten wir fest, dass Verkalkungen meist entzündlicher Genese sind. Histologisch zeigte sich bei den zystischen Läsionen mit Verkalkungsstrukturen neben den 3 nachgewiesenen Karzinomen (20 %) bei den benignen Befunden in der Hälfte der Fälle ein entzündlicher Befund. Bei dem einen Patienten aus dem Kollektiv der MRT-untersuchten Patienten mit nachgewiesenen Verkalkungsstrukturen zeigte sich histologisch eine entzündliche Veränderung. Eine neue Publikation aus 2010 von Huber et al. [45] beschreibt, dass Verkalkungen in der MRT nicht ausreichend dargestellt werden und daher als Kriterium teilweise unerkannt bleiben können. Eine Urolithiasis kann im Gegensatz dazu als Urothelkarzinom in der MRT fehl gedeutet werden, wie Browne et al. [20] im Jahr 2005 beschreiben.

4.4.5.2.6 Wandverdickung

Beim Vergleich der Wandstärke fällt in der CT ein hoch signifikanter Zusammenhang auf (Chi-Quadrat-Test; $p < 0,001$). Je dicker bzw. unregelmäßiger die Wand, desto eher besteht die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen eines Karzinoms. In der MRT konnte kein Zusammenhang nachgewiesen werden (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,177$). In den 55 MRT-untersuchten Läsionen von Balci et al. [8] (1999) konnte in 30 Läsionen eine verdickte bzw. unregelmäßige Zystenwand dargestellt werden. Histologisch fanden sich bei Wandverdickungen in 71 % (in unserem Kollektiv 50 %) und bei Wandunregelmäßigkeiten in 63 % (in unserem Kollektiv 57,1 %) ein Karzinom.

4.4.5.2.7 Solide Anteile

Solide Weichgewebsformationen im Sinne eines raumfordernden Prozesses sind ein hochsignifikantes Indiz für die Möglichkeit des Vorliegens eines Karzinoms im Rahmen der CT (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,001$). Dieses wurde unter anderen von Israel und Bosniak [46] (2003 a) bestätigt. Dabei wurden 81 Patienten mit zystischen Läsionen untersucht, von denen 16 solide Anteile aufwiesen. In allen 16 Fällen wurde ein Karzinom nachgewiesen. In der

mehrfach zitierten Studie von Balci et al. [8] aus dem Jahr 1999 konnte in 75 % der Läsionen mit soliden Anteilen ein Karzinom nachgewiesen werden. Demgegenüber lag in unserem Kollektiv in 60 % ein Karzinom vor. Anhand unserer Daten konnte im MRT statistisch kein relevanter Zusammenhang gesehen werden (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,107$).

4.4.5.2.8 Kontrastmittelverhalten

Bei der Kontrastmittelaufnahme in der CT besteht ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen KM-Aufnahme und dem Vorliegen eines Karzinoms (Chi-Quadrat-Test; $p < 0,001$), während in der MRT in unserem Kollektiv kein signifikanter Zusammenhang statistisch gesehen werden konnte (Chi-Quadrat-Test; $p = 0,104$). Wilson et al. [100] hatten 1996 in der CT einen Anstieg um 10 HE nach Kontrastmittelgabe ebenfalls als Pseudoenhancement bewertet. Sie konnten in ihrer Studie einen signifikanten Zusammenhang zwischen einer deutlichen Kontrastmittelaufnahme und dem Vorliegen eines Malignoms nachweisen. 2000 untersuchten Bae et al. [7] 24 Patienten mit einfachen Nierenzysten mittels CT. Hierbei wurden insgesamt 48 einfache Nierenzysten (Bosniak I) identifiziert. Die Größe der Läsionen lag zwischen 0,6 und 10,8 cm (im Mittel bei 2,6 cm). Es konnte bei den zystischen Läsionen < 1 cm ein Enhancement im Mittel von 4 HE in der arteriellen und 11 HE in der parenchymatösen Phase nachgewiesen werden. Im Vergleich dazu fand sich in keiner Läsion > 1 cm ein Enhancement von mehr als 10 HE. Hier wurden durchschnittlich in der arteriellen Phase 1,4 HE und in der parenchymatösen Phase von 2,3 HE bestimmt. Somit ergab sich die Problematik der Differenzierung zwischen einer artefiziellen Kontrastmittelaufnahme, dem sogenannten Pseudoenhancement und der echten Kontrastmittelaufnahme vor allem bei kleineren zystischen Läsionen. Brown et al. [19] publizierte 2009 eine Untersuchung bezüglich Sensitivität der Dichtebestimmung im CT. Es wurden anhand eines Nierenphantoms verschiedene zwischen 0,5 und 3 cm messende Zysten und solide Raumforderungen simuliert. Dabei wurden Zylinder mit destilliertem Wasser sowie 10, 20 und 40 HE-dichtem Material gefüllt. Insgesamt wurden 48 verschiedene Nierenläsionen simuliert (12 einfache Zysten und 36 kontrastmittelaufnehmende Läsionen. Alle 20 und 40 HE-messenden Läsionen wurden richtig detektiert, wobei von den 10 HE-messenden Läsionen 92 % richtig diagnostiziert wurden. Von den 12 einfachen Zysten wurden insgesamt 10 richtig detektiert.

Benjaminov et al. [11] beschrieben in ihrer Studie von 2006 anhand 32 computer-tomographisch untersuchter zystischer Läsionen das Kontrastmittelverhalten. Histologisch

fanden sich 21 Nierenzellkarzinome und 11 benigne Befunde. Es wurde zwischen der Kontrastmittelaufnahme in den vorhandenen Septen sowie soliden Anteilen differenziert. Die Sensitivität bezüglich des Vorliegens eines Karzinoms bei kontrastmittelanreichernden Septen lag bei 83 % und den kontrastmittel-aufnehmenden soliden Anteilen bei 67 %. In Kombination der Ergebnisse von Septen und soliden Anteilen ergab sich sogar eine Sensitivität von 100 %. Insgesamt wurde auch in dieser Studie die Präsenz eines Kontrastmittel-Enhancement als höchst sensitiv zur Prädiktion eines Karzinoms angesehen.

Patel et al. [73] untersuchten 2009 retrospektiv 20 zystische Läsionen, welche kleiner als 1,5 cm im Durchmesser waren. Histologisch ergaben sich 14 benigne und 6 maligne Befunde. Sie unterteilten das Kontrastmittel-Enhancement in 5 Stufen bzw. Größen (1 als wasser-äquivalent, 5 als definitiv solide) und erhielten einen Schwellenwert von 50 HU bei der Kontrastmittelanreicherung, ab dem im CT mit einer Sensitivität von 100 % und Spezifität von 79 bis 100 % ein Karzinom vorlag.

Long et al. [62] bezeichneten 2009 das Kontrastmittel-Enhancement im CT oder MRT als wichtigsten Parameter zur Detektion von Karzinomen in zystischen Läsionen wie ebenfalls Adey et al. ([3] 2008 b) im MRT. In der Studie von Adey et al. ([3] 2008 b) wurden bei auffälligen Nierenbefunden insgesamt 286 Untersuchungen durchgeführt. Hierunter fanden sich 159 komplizierte Nierenzysten. 21 der zystischen Läsionen zeigten eine Kontrastmittelaufnahme, von denen 20 (95 %) einen malignen histologischen Befund ergaben. In Korrelation der Kontrastmittelaufnahme im CT und dem Vorliegen eines Karzinoms berechneten Linguaru et al. [61] 2009 eine hohe statistische Korrelation mit einem **p-Wert von 0,004**.

Zusammenfassend stellen die Wandstärke, solide Anteile sowie das Kontrastmittel-Enhancement die wichtigsten Parameter zur Vorhersage für die Dignität einer zystischen Läsion dar. Kernaussage der Studie von Balci et al. [8] von 1999 war, dass das Vorliegen eines soliden Anteils mit zusätzlicher Kontrastmittelanreicherung ein hoch signifikantes Ergebnis bezüglich des Vorliegens eines malignen Befundes ergab (**p = 0.0002**), insgesamt aber nicht bei jeder zystischen Läsion die Dignität mit der gebotenen Sicherheit abgeleitet werden konnte.

Huber et al. [45] beschrieben 2010, dass die Differenzierung zwischen einer benignen oder malignen Läsion mit der CT und MRT jeweils mit einer sehr hohen Sicherheit geleistet werden konnte, wenn die Läsion solide ist und Kontrastmittel aufnahm (in der CT mehr als 10 HE und in der MRT mehr als 15 %).

Bezogen auf die Größe weisen eher die kleineren zystischen Läsionen einen maligne histologischen Befund auf und die größeren einen benignen. Verkalkungen sprechen eher für stattgehabte Entzündung. Form, Septen, Dichte und Größenveränderung einer zystischen Läsion geben keine erkennbare Aussage für die Dignität der Läsion.

4.5 Überprüfen der Bosniak-Klassifikation am eigenen Patientengut

4.5.1 Computertomographie (CT)

Nach Auswertung der 98 CT-Untersuchungen gemäß der Bosniak-Klassifikation zeigten sich 15 Läsionen der Kategorie I, 14 der Kategorie II und II F, 49 der Kategorie III und 20 der Kategorie IV. In 33,7 % (n = 33) der Läsionen wurde ein Malignom nachgewiesen.

Histologisch zeigten alle Läsionen der Kategorie I und II einen benignen Befund. In der Kategorie II F wurde in einem der 13 Läsionen (7,7 %) ein Karzinom nachgewiesen. In diesem Fall handelte es sich um einen Zufallsbefund und die Läsion wurde auf Wunsch des Patienten freigelegt. In der Kategorie IV lag der Karzinom-Anteil bei 65 % (n = 13). In 38,8 % der Fälle der Kategorie III (n = 19) wurde ein Karzinom nachgewiesen. Nach statistischer Auswertung ließ sich ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen der Höhe der Bosniak-Kategorie und dem Vorliegen eines Karzinoms berechnen (Chi-Quadrat-Test; **p < 0,001**).

Ähnliche Ergebnisse erzielten auch Autoren wie Wilson et al. [100] 1996 und Aronson et al. [5], wobei letztere 1991 eine kleine Gruppe von 16 zystischen Läsionen untersuchte, bei denen sich in der Kategorie II jeweils nur benigne und in den Kategorien III und IV jeweils nur maligne histologische Befunde fanden. Einfache zystische Läsionen der Kategorie I waren in der Gruppe nicht vertreten. 1996 untersuchten Wilson et al. [100] 24 zystische Läsionen der Niere, wobei sich in allen Läsionen der Kategorie I (n = 7) ein benigner und in allen Läsionen der Kategorie III (n = 5) und der Kategorie IV (n = 6) ein maligner histologischer Befund fand. In der Kategorie II (n = 5) gab es aber erhebliche Abweichungen zu unseren Daten. Es fanden sich ein benigner Befund und 4 Karzinome. 2000 schlossen Curry et al. [25] 109 computertomographisch untersuchte Patienten in ihre Studie ein. Dabei konnten ebenfalls in allen Läsionen gemäß Kategorie I und II ein benigner Befund histologisch verifiziert werden sowie in allen Läsionen der Kategorie IV ein maligner Befund. Bei den Läsionen der Kategorie III konnte in 29 von 49 Fällen (59 %) ein Karzinom

nachgewiesen werden. Auch neuere Untersuchungen von 2006 von Loock et al. [63] zeigten anhand von 37 Patienten mit komplizierten Zysten, dass histologisch bei Läsionen der Kategorie I und II ausschließlich benigne Befunde nachgewiesen werden konnten. Zysten der Kategorie IV waren zu 86 % (6 von 7) maligne. In der Kategorie II F waren mit 20 % etwas mehr Malignome (2 von 10) vertreten und in der Kategorie III 30 % Malignome (4 von 14). Auch hier wurde erneut die Schwierigkeit der Beurteilung der zystischen Läsionen der Kategorie II F und III deutlich.

Vergleicht man nun zuerst die Läsionen der Kategorie I mit denen $> I$, so ergab sich bezüglich des Vorliegens eines benignen Befundes in den Läsionen der Kategorie I eine Sensitivität von 100 %. Bei den Läsionen der Kategorie $> I$ ergab sich lediglich eine Spezifität von 23,1 % bezüglich des Nachweises eines Karzinoms. Die AUC berechnete sich mit 0,615. Beim Vergleich der zystischen Läsionen der Kategorien I bis II F gegenüber den Zysten der Kategorie III und IV ergab sich eine Sensitivität von 97 % und eine Spezifität von 43,1 %. Die AUC berechnete sich nun mit 0,700. Daraus ergab sich, dass die bessere Vorhersage der Dignität dann gegeben war, wenn die Läsionen bis einschließlich der Kategorie II F als potentiell benigne und damit allenfalls kontrollbedürftig eingestuft wurden und die Läsionen der Kategorien größer III als potentiell maligne eingestuft wurden und somit die Indikation der Nierenfreilegung gegeben war. Trotzdem ist der Vorhersagewert in diesem Kollektiv statistisch gesehen unzureichend.

Werden alle zystischen Läsionen bis zur Kategorie II F kontrolliert und die Läsionen der Kategorie III und IV operiert, besteht die Gefahr, dass einzelne Karzinome übersehen werden. Die Patienten der Kategorie II und II F müssen sich einer regelmäßigen Verlaufskontrolle unterziehen, um Veränderungen im Verlauf zu entdecken. Im Gegensatz dazu könnten alle zystischen Läsionen ab der Kategorie II freigelegt werden. Dieses würde aber zu einem erheblichen Kostenaufwand führen. Viele Patienten würden unnötig operiert werden und die möglichen operationsbedingten Komplikationen ständen in keinem Verhältnis zur Detektion der vereinzelt möglichen Karzinome.

Eine Übersicht über die Ergebnisse mehrerer Studien gibt die Tabelle (**Tab. 71**) bezüglich der Bosniak-Einteilung und der Anzahl an histologisch nachgewiesenen Karzinomen.

Tab. 71 Vergleich von Studien mit CT-untersuchten Patienten und den eigenen Daten

Studie	Bosniak Kategorie – Anzahl der Karzinome N (%)				
	I	II und II F	III	IV	gesamt
Limb et al. [60] 2002	-	3 (10,7)	8(27,6)	-	11 (19,3)
Song et al. [86] 2009	-	3 (10,3)	21 (55,3)	32 (86,5)	56 (53,8)
Loock et al. [63] 2006	-	0(0) 2 (20)	4 (28,6)	6 (85,7)	12 (32,4)
Siegel et al. [83] 1997	0 (0)	1 (12,5)	5 (45,4)	26 (89,6)	32 (45,7)
Spaliviero et al. [87] 2005	-	2 (22) 1 (25)	6 (50)	19 (90,5)	28 (60,9)
Curry et al. [25] 2000	-	0 (0)	29 (59,1)	18 (100)	47 (57,3)
Bielsa et al. [12] 1999	0 (0)	1 (20)	7 (70)	3 (100)	11 (55)
Wilson et al [100] 1996	0 (0)	4 (80)	4 (100)	6 (100)	14 (66,7)
Koga et al. [54] 2000	0 (0)	1 (100)	10 (100)	12 (100)	21 (60)
Eigene Ergebnisse	0 (0)	0 (0) 1(7,7)	19 (38,8)	13 (65)	33 (33,7)

4.5.2 Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT)

Im Rahmen der Einteilung gemäß der Bosniak-Klassifikation entfallen 2 Läsionen auf die Kategorie I (5 %), weitere 11 auf die Kategorien II und II F (37,5 %), 15 auf die Kategorie III (37,5 %) sowie 12 auf die Kategorie IV (30 %). Histologisch konnte in diesem Kollektiv von 40 Patienten bei 17 Patienten (42,5 %) ein Karzinom nachgewiesen werden. Es fanden sich bei den Zysten der Kategorie I nur benigne Befunde und in der Kategorie II in einem Fall ein Karzinom (16,7 %). In der Kategorie II F fand sich ebenfalls ein Karzinom (20 %). In der Kategorie IV wurde in 75 % (n = 9) der Läsionen ein Karzinom entdeckt und in der Kategorie III waren es 40 % der Läsionen, in denen ein Karzinom gesichert wurde. Statistisch gesehen konnte nur ein Trend bestimmt werden.

Wie bei den CT-Befunden haben wir zuerst die Läsionen der Kategorie I mit denen > I verglichen. Hierbei ergab sich eine Sensitivität 100 % sowie eine Spezifität von lediglich 8,7 %. Die AUC berechnete sich mit 0,543, was statistisch gesehen keine relevante Vorhersage zuließ. Im Vergleich der Zysten der Kategorien I bis II F gegenüber den Läsionen der Kategorie III und IV ergab sich eine Sensitivität von 88,2 % und eine Spezifität von 47,8 %.

Die AUC berechnete sich mit 0,680. Unter der letzten Einteilung erhielten wir insgesamt ein deutlich besseres Ergebnis in Hinsicht auf den Vorhersagewert einer Neoplasie, obwohl zwei Karzinome „übersehen“ worden wären. Insgesamt ist aber auch dieser Wert statistisch nicht akzeptabel.

Vergleicht man unsere Werte mit der Literatur, fällt auf, das in anderen Studien, wie z.B. 2006 von Kalinka et al. [50] ein positiv prädiktiver Wert bei der MRT-Diagnostik von 93 % im Gegensatz zu unserem Ergebnis von 55,6 % bzw. 44,7 % vorlag. Die schlechteren Ergebnisse in unserer Studie beruhen möglicherweise darauf, dass es sich hier um keine „Single-Center-Studie“ handelt. Eine Nachbefundung der MRT-Untersuchungen hat nicht stattgefunden.

Insgesamt gab es vergleichsweise deutlich weniger Arbeiten unter Einbeziehung der MRT bezüglich der Bosniak-Klassifikation und den anschließend erhobenen histologischen Ergebnissen. Ein direkter Vergleich mit anderen Studien aus der Literatur analog zu den CT-Untersuchungen ist daher nicht möglich (**Tab. 72**).

Tab. 72 MRT-untersuchten Patienten (eigenen Daten)

Studie	Bosniak Kategorie – Anzahl N (%)					
	I	II	II F	III	IV	gesamt
Eigene Ergebnisse	0 (0)	1(16,7)	1(20)	6 (40)	9 (75)	17 (42,5)

4.6 Wertigkeit der Computertomographie und Magnet-Resonanz-Tomographie

Die Bewertungskriterien der Bosniak-Klassifikation sind prinzipiell auf die MRT übertragbar, aber die CT stellt weiterhin die Referenzmodalitäten dar (Israel et al. [49] 2004, Clevert et al. [22] 2010).

Vergleicht man die Einteilung gemäß den Kriterien der Bosniak-Klassifikation, so bestand bei den computertomographisch erhobenen Befunden ein hoch signifikanter Zusammenhang (Chi-Quadrat-Test, $p < 0,001$). Bei der MRT hingegen konnte statistisch gesehen nur ein Trend, aber keine große Korrelation bei eingeschränkten Testbedingungen beschrieben werden (Chi-Quadrat-Test, $p = 0,052$, siehe **Kap. 3.13.10**). Somit können unsere Daten bestätigen, wie schon von Hélénon et al. [40] 2002 beschrieben, dass die Computertomographie der Goldstandard in der Differenzierung bzw. im Rahmen der Diagnostik einer zystischen Läsion bzw. einer karzinomverdächtigen Raumforderung

darstellt. Wir konnten aber dessen Aussage bezogen auf zystische Formationen nicht bestätigen, dass das MRT zur Feinspezifikation einer Läsion dient, wenn im CT sich ein unklarer Befund bezüglich der zystischen Läsionen herausstellte (Hélénon et al. [40] 2002).

Unter Einbeziehung der Sensitivität und Spezifität und Berechnung der AUC (*area under the curve*) lieferten die computertomographisch erhobenen Befunde im Vergleich der Läsionen der Kategorien I bis II F und III bis IV bezüglich des Vorliegens einer Neoplasie die beste Vorhersagewahrscheinlichkeit (AUC = 0,700). Insgesamt ist aus rein statistischer Sicht dieser Wert unzureichend und nicht akzeptabel.

Im direkten Vergleich wurden bei 32 Patienten ein CT und ein MRT praeoperativ angefertigt. In der Hälfte der Fälle (n = 16) konnte bezüglich der Bosniak-Klassifikation die gleiche Kategorie festgestellt werden. In 6 Fällen wurde im MRT eine höhere Kategorie als im CT erhoben (Kat. III -> IV), während in 10 Fällen eine Verminderung der Kategorie angenommen werden musste, und zwar von IV zu III (n = 2), von IV zu II (n = 1), von III zu II F (n = 2), von III zu II (n = 4) und von III zu I (n = 1).

Anders als z.B. in den Untersuchungsergebnissen von Israel et al. [49] 2004 bestand in unserem Kollektiv häufiger unter Zuhilfenahme des MRT eine niedrigere Einstufung gemäß der Bosniak-Klassifikation, während in anderen Studien ausschließlich eine Höhergruppierung vorgenommen wurde. Israel et al. [49] beschrieben 2004 bei 7 von 69 Läsionen (10,1 %) eine Höherstufung der Bosniak-Kategorie durch die bessere Darstellung von Septen sowie den Zystenwänden im MRT als im CT, so dass 2 Läsionen von II in II F, 3 Läsionen von II F in III und 2 Läsionen von III in die Kategorie IV aufgewertet wurden. In 6 weiteren Läsionen konnte ebenfalls eine detaillierte Darstellung der Strukturen im MRT beschrieben werden, wobei hier aber die Kategorie bestehen blieb. Zusammenfassend wurde in 56 Läsionen (81,2 %) der gleiche Befund im MRT als auch im CT erhoben.

In unserem Kollektiv wurde in 24 der 32 Befunde (75 %) die Kategorien im MRT und CT so erfasst, dass die daraufhin angewandte Therapiestrategie gleich bleiben konnte. Das bedeutet, dass zystische Läsionen der Kategorie I, II und II F hätten kontrolliert werden können und die zystische Läsionen der Kategorie III und IV operativ freigelegt werden sollten. In unserem Kollektiv stellte sich die Indikation zur operativen Therapie der Läsionen der Kategorie I bis II F dadurch, dass diese symptomatisch waren. Bei 8 Patienten wurde aber eine unterschiedliche Einteilung von den Befundern getroffen. Im CT wurden diese Läsionen in die Kategorie III (n = 7) und IV (n = 1) eingestuft, während diese Läsionen im MRT als Kategorie II F (n = 2), II (n = 5) und I (n = 1) beschrieben wurden. Therapeutisch wären diese Läsionen anhand des CT-Befundes freigelegt worden und anhand des MRT-Befundes „nur“

kontrolliert worden. Histologisch wären bei letzterer Strategie 2 Karzinome in diesen 8 Läsionen (25 %) nicht nachgewiesen worden.

In allen bis auf einem Fall blieb die radiologische Diagnose einer komplizierten Nierenzyste bestehen. Somit blieb in allen bis auf einem Fall die Indikation zur operativen Nierenfreilegung gegeben. In dem einen genannten Fall wurde im CT der Befund einer Zyste der Kategorie III und im MRT die Kategorie I erhoben. Es handelte es sich um eine Patientin, die regelmäßig bezüglich dieser zystischen Läsion kontrolliert wurde und wegen einer rezidivierenden Schmerzsymptomatik operiert wurde. Histologisch konnte ein entzündlicher Prozess nachgewiesen werden.

In den meisten Studien wurde darauf hingewiesen, dass das MRT Mittel der Wahl war, wenn im CT keine eindeutige Aussage getroffen werden konnte. So beschrieben Hilpert et al. [42] schon 1986 und Yamazaki et al. [104] 1992, dass das MRT eine gute Differenzierung zwischen der einfachen Nierenzyste, einem eingebluteten Prozess sowie einer Neoplasie gab. Kreft und Schild [55] beschrieben noch 2003 die Überlegenheit des MRT's gegenüber der Sonographie und CT-Diagnostik. Bis heute zählt in der Literatur das MRT bei zweifelhaften bzw. unsicheren CT-Befunden als Untersuchung der Wahl, wie es nach aktuellen Daten von Israel und Bosniak [48] 2008 beschrieben wurde. Unsere Daten widersprechen dieser Aussage und ergeben, dass die Aussagekraft des MRT's sogar etwas schlechter ist und 2 Karzinome nicht als hochgradig karzinomverdächtig und freilegungswürdig eingestuft hatte.

4.7 Methodenkritik

4.7.1 Retrospektive Analyse

Es handelt sich um eine retrospektive Studie, wobei die ältesten Befunde vor 10 Jahren erhoben wurden. Die Aussagekraft ist dadurch eingeschränkt, dass die Datenerhebung aus den einzelnen schriftlichen Befunden erfolgte. Der Informationsgehalt ist im Wesentlichen vom Befunder bzw. dem zugrunde liegenden Radiologischen Bild abhängig. Wir führten keine Nachbefundung der Untersuchungsbilder durch. Erschwerend kommt hinzu, dass die Untersuchungen in unterschiedlichen Abteilungen mit qualitativ unterschiedlichen Geräten durchgeführt wurden. Die CT-Untersuchungen fanden in 19 Radiologischen Abteilungen bzw. Praxen statt. In den 5 am häufigsten beauftragten Abteilungen wurden insgesamt 73 der Untersuchungen durchgeführt. Zusätzlich muss die Entwicklung der bildgebenden Geräte und Diagnostik über den Zeitraum der Erhebung sowie die Qualität der Geräte bzw. Aussagekraft

der unterschiedlichen radiologischen Institutionen berücksichtigt werden.

Andererseits führten Lee et al. [56] 2009 eine Studie durch, in der 93 komplizierte Nierenzysten von 4 unabhängigen Radiologen befundet wurden. Unter Berücksichtigung vom maximalen Durchmesser, Aufbau und Dicke der Zystenwände, dem Vorliegen von Septen oder Verkalkungen, Kontrastmittelaufnahme in Septen oder Zystenwänden sowie dem Anteil solider Formationen klassifizierten die 4 Untersucher die Läsionen nach Bosniak. Dabei konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Untersuchern nachgewiesen werden ($p > 0,05$). Somit ist eine Nachbefundung nicht zwingend erforderlich.

Eine weitere Einschränkung dieser Studie ergibt sich daraus, dass nur Patienten in diese Studie eingeschlossen wurden, die auch tatsächlich einer operativer Therapie und damit einer histologischen Untersuchung zugeführt wurden. Patienten, die nur mittels Bildgebung kontrolliert wurden, haben wir nicht berücksichtigt.

4.7.2 Fallzahlen

Die Aussagefähigkeit der Auswertung der MRT-Befunde war durch die kleinere Fallzahl im Gegensatz zu den vorliegenden CT-Befunden eingeschränkt. Es zeigten sich dadurch mehrfach grenzwertige statistische Korrelationen. Hier wären mehr Untersuchungsbefunde wünschenswert gewesen, wobei die Zahl von 40 Untersuchungen für eine statistische Auswertung ausreichend war. Die schlechteren Ergebnisse könnten möglicherweise entgegen der zuvor zitierten Studie aus dem Jahr 2009 von Lee et al. [56] darauf beruhen, dass es sich hier um keine „Single-Center-Studie“ handelte. Eine Nachbefundung der MRT-Untersuchungen stellte keine valide Alternative. Sie wäre darüber hinaus mit einem sehr hohen Kostenaufwand verbunden und daher unwirtschaftlich.

4.7.3 Technologische Aspekte

Eine bessere Aussagekraft in der Ultraschalldiagnostik findet sich unter dem Einsatz von Kontrastmitteln. Die hierbei verwendeten Kontrastmittel sind gasgefüllte Mikrobläschen, so genannte „microbubbles“, die bei den meisten Anwendungen intravenös gegeben werden und entweder lungengängig oder nicht-lungengängig sind. Diese Kontrastmittel sind sehr echogen und ermöglichen ähnlich wie bei den Kontrastmitteln im CT und MRT eine bessere Diagnostik. Die ultrasonographischen Untersuchungen haben den wesentlichen Vorteil, dass

es sich um dynamische Untersuchungen handelt (Clevert et al. [22] 2010). 2007 untersuchten Ascenti et al. [6] 40 Patienten mit insgesamt 44 zystischen Läsionen mittels Ultraschall und CT jeweils nativ und mit Kontrastmittel. In der Kontrastmittelsonographie fanden sich zystische Läsionen der Kategorie II (n = 18), II F (n = 16), III (n = 7) und IV (n = 3). In den CT-Untersuchungen sah die Verteilung bezüglich der zystischen Läsionen wie folgt aus: es zeigten sich in der Kategorie II 24, in der Kategorie II F 10, in der Kategorie III 7 und in der Kategorie IV 3 Läsionen. Die Läsionen der Kategorie III und IV wurden operativ freigelegt und die Läsionen der Kategorie II und II F einem „follow-up“ unterzogen. Es fand sich eine komplette Übereinstimmung ($p < 0,001$) zwischen den erhobenen Befunden im Ultraschall und CT bezüglich der Indikationsstellung zur chirurgischen Intervention.

Durch eine Kontrastmittelsonographie lässt sich die Aussagekraft deutlich verbessern, so dass sie vergleichbare Ergebnisse wie die CT oder MRT erzielen werden können, wie Clevert et al. [22] 2010 beschreiben. Sie liefert aber keine Aussage über den Lymphknotenstatus, so dass auch hier in der weiteren Diagnostik ein CT oder MRT indiziert bleibt. Das Verfahren der Kontrastmittelsonographie wurde bei unserem Kollektiv nicht angewandt.

4.7.4 Alternative zum operativen Vorgehen – perkutane Nierenbiopsie

Zur Diskussion stehen die Möglichkeiten, unklare Befunde der Niere ultraschall- oder CT-gesteuert zu biopsieren. Bedenken gibt es bzgl. der möglichen falsch negativen Befunde, wie in einer älteren Publikation 1995 von Herts und Baker [41] berichtet wurde. 1986 noch wurden in einer Studie von Kiser et al. [53] ein falsch negatives Ergebnis in 4 bis 8 Prozent und sogar ein falsch positives Ergebnis in 3 bis 4 Prozent beschrieben. 1999 untersuchten Bielsa Gali et al. [12] 20 komplizierte zystische Nierenläsionen, die operativ freigelegt wurden. 17 der 20 Läsionen wurden zuvor mittels Feinnadelpunktion untersucht. Die histologischen Ergebnisse wurden miteinander verglichen und es zeigte sich, dass 10 der insgesamt 11 operativ bestätigten Karzinome zuvor bioptisch gesichert werden konnten.

Selbst während einer Nierenteilresektion mit intraoperativ durchgeführter Schnellschnitt-Diagnostik kann es zu falsch negativen Ergebnissen kommen. In unserem Kollektiv wurde zunächst ein benigner Befund nachgewiesen. Erst in der endgültigen Histologie wurde ein Karzinom verifiziert, so dass im weiteren Verlauf eine Nephrektomie durchgeführt werden musste. Ebenso wurde dieses Problem in einem Fallbericht von Benejam Gual et al. [10] 2006 über einen Patienten beschrieben, der aufgrund einer zystischen Läsion der Bosniak Kategorie

II laparoskopisch versorgt wurde. Nach der endgültigen histologischen Auswertung des Gewebes wurde ein Karzinom nachgewiesen und in einer zweiten Operation die Nephrektomie durchgeführt.

Bessere Ergebnisse erzielten die Biopsien von soliden Nierenläsionen. In einer neueren Untersuchungsreihe von Maturen et al. [66] aus 2007 wurde bestätigt, dass man mit der Biopsie von soliden Raumforderungen sehr gute histologische Ergebnisse erzielen kann. In dieser Untersuchungsreihe wurden insgesamt 152 Nierenbiopsien durchgeführt. Nach den endgültigen histologischen Ergebnissen wurde eine Sensitivität von 97,7 % und Spezifität von 100 % bezogen auf die biopsische Diagnosesicherung eines Malignoms beschrieben. Der positiv und negativ prädiktive Wert betrug jeweils 100 %.

Weiter besteht das Problem einer möglichen Tumorzellverschleppung über den Einstichkanal, worüber Gibbons et al. [34] 1977 schrieb. Dabei zeigte sich eine Tumorausbreitung über den Stichkanal nach vorangegangener Feinnadelbiopsie mit einer Latenzzeit von 20 Monaten.

Auch in den neuesten Publikationen aus 2010 von Clevert et al. [22] wird eine diagnostische Feinnadelbiopsie oder reguläre Biopsie als kontraindiziert angesehen. Das Risiko des Auftretens von Komplikationen ist möglich aber eher als gering einzustufen. Maturen et al. [66] beschrieben 2007 bei der Durchführung von insgesamt 152 Nierenbiopsien in 2 Fällen (1,3 %) ein postinterventionelles Hämatom, wobei es in einem Fall (0,7 %) zur Transfusionspflichtigkeit kam. Hinweise für eine Tumorausbreitung über den Biopsiekanal fanden sich in dieser Studie nicht. Wichtig bleibt aber zu erwähnen, dass es sich in dieser Studie um die Biopsie solider Raumforderungen und nicht von zystischen Läsionen handelte.

5 Zusammenfassung

Die einfachen Nierenzysten stellen kein diagnostisches Problem dar. Sie sind in der Regel gutartig und brauchen nur dann behandelt zu werden, wenn sie – meist durch ihre Größe bedingt – symptomatisch werden (Schmerzen, Stauung, Verdrängung). In den Nierenzysten können strukturelle Veränderungen auftreten, die in der Bildgebung schwierig von einem bösartigen Tumor abzugrenzen sind. Diese Läsionen werden als „komplizierte Nierenzysten“ bezeichnet. Der Kliniker steht hier vor dem Dilemma, dass eine Fehlinterpretation einer zystischen Nierenläsion – eine benigne nicht therapiewürdige Nierenzyste oder ein zystisches Nierenzellkarzinom – möglicherweise fatale Konsequenzen für den Patienten hätte. Umgekehrt sollte ein operativer Eingriff nicht zuletzt wegen der bestehenden Operations- und Narkoserisiken nur mit gutem Grund und nach sorgfältiger Indikationsstellung erfolgen.

Zystische Nierenläsionen werden in den bildgebenden Verfahren in der Regel nach der Klassifikation von Bosniak unterteilt. Bei der einfachen Nierenzyste (Bosniak I) findet sich ein homogener isodenser Inhalt ohne weitere strukturelle Veränderungen. Die Wand ist nicht oder nur kaum darstellbar. Bei den Kategorien II und II F treten leichte Veränderungen auf wie dünne Septen, zarte Verkalkungen und / oder eine leichte Kontrastmittelaufnahme. Der Inhalt kann im CT hyperdens sein. In der Kategorie III kann ein Karzinom insbesondere aufgrund einer Kontrastmittelanreicherung nicht sicher ausgeschlossen werden. Weitere Parameter sind verdickte Zystenwände, Bildung von Septen sowie eine unregelmäßige Begrenzung. Die Läsionen der Kategorie IV gelten aufgrund ihrer soliden Anteile und der deutlichen Kontrastmittelanreicherung als dringend karzinomsuspekt.

Nach Bosniak werden einfache Nierenzysten kontrolliert, z.B. mit Ultraschall. Bei den Kategorien II und II F sollte eine Verlaufskontrolle mittels Schnittbildverfahren wie Computer- oder Magnet-Resonanz-Tomographie erfolgen. Für die Kategorien III und IV ist die operative Freilegung und histologische Abklärung indiziert (Bosniak 1997 [17]).

In dieser Arbeit wurde die diagnostische Genauigkeit verschiedener angewandter bildgebender Verfahren (Sonografie, CT, MRT) zur Beurteilung zystischer Nierenläsionen und der Identifizierung maligner Tumore untersucht. Weiter wurde die Bosniak-Klassifikation zur Einteilung zystischer Nierenläsionen am eigenen Patientenkollektiv validiert.

Über den Zeitraum von Januar 2000 bis Juli 2008 wurden aus unserer Datenbank 106 Patienten mit einer zystischen Läsion identifiziert. Dabei handelte es sich um 42 Frauen

und 64 Männer im Alter von 20 bis 82 Jahren. Die chirurgische Therapie bestand aus Zystenresektionen, Nierenteilresektionen oder Nephrektomien.

Die Indikation zur Operation stellte sich bei den Befunden der Kategorie I und II / II F dadurch, dass sie symptomatisch waren, obwohl durch die Bildgebung kein Karzinom zu erwarten war. Bei den Kategorien III und IV bestand der dringende Karzinomverdacht.

Praeoperativ wurden von den insgesamt 106 Patienten 66 Patienten nur mittels CT und 8 nur mittels MRT untersucht. Bei 32 Patienten wurde eine Doppeluntersuchung durchgeführt. Sie erhielten eine CT und MRT durchgeführt.

In unserem Kollektiv hatten Seitenlokalisierung, Alter und Geschlecht keinen statistisch signifikanten Einfluss auf das Vorliegen eines malignen Prozesses. Auffällig war aber, dass Männer bezüglich des Vorliegens einer zystischen Läsion häufiger betroffen waren als Frauen (60,4 % gegenüber 39,6 %). 40,6 % der Läsionen bei Männer und 26,2 % bei Frauen wiesen ein Karzinom auf.

Relevant dagegen war der Body-Mass-Index. Ein erhöhter Wert gilt als Risikofaktor für die Entwicklung eines Nierenzellkarzinoms. Eine statistisch signifikante Assoziation fanden wir bei der Größe, wobei wir feststellten, dass die benignen Prozesse im Mittel um 2 cm größer als die malignen Prozesse waren. Es wurde festgestellt, dass der von Bosniak vorgeschlagene Grenzwert von 3 cm innerhalb der Kategorie II / II F zu ungenau ist und dass eher kleinere zystische Prozesse eine maligne Neoplasie aufwiesen (3,9 +/- 2,2 cm, Median 3,1 cm). Eine komplizierte Zyste sollte unabhängig von ihrer Größe operiert werden. Eine Größenprogredienz war nicht mit einem Karzinom assoziiert.

Es wurden die radiologischen Kriterien in den verschiedenen bildgebenden Verfahren analysiert und mit dem histologischen Ergebnis korreliert. Hochgradig karzinomsuspekt sind verdickte bzw. unregelmäßig konfigurierte Zystenwände, das Vorliegen solider Anteile sowie eine Kontrastmittelanreicherung. Dabei ist auch schon eine leichte Kontrastmittelaufnahme im Sinne eines Pseudo-Enhancements als suspekt einzustufen.

Kein entscheidendes Kriterium für ein malignen Prozesses war der Nachweis von Septen. Verkalkungen sprachen eher für eine stattgehabte Entzündung. Eine inhomogene Läsion oder die Form (rund, oval, gelappt bzw. unregelmäßig) erlaubten ebenfalls keine sichere Aussage über die Dignität.

Nach unseren Ergebnissen ist die Bosniak-Klassifikation trotz aller Limitationen dennoch ein sinnvolles und hilfreiches Instrument zur Beurteilung von zystischen Nierenprozessen. Mit

steigender Kategorie in der Bosniak-Klassifikation nahm der Anteil an histologisch gesicherten Karzinomen zu, wobei festzustellen ist, dass auch in der Kategorie Bosniak IV 35 % der CT-Befunde sowie 25 % der MRT-Befunde falsch waren. Die Sensitivität bei der CT betrug 97 % (bei der MRT 88,2 %), die Spezifität 43,1 % (bei der MRT 47,8 %). Letztendlich wurden alle Patienten mit unklaren Befunden operiert und die zystischen Läsionen freigelegt.

Nach unseren Erfahrungen sind die Computertomographie und Magnet-Resonanztomographie gleichwertige Verfahren zur Beurteilung zystischer Nierenläsionen. Insbesondere liefert die teurere MRT keine zusätzlichen wegweisenden Informationen für die weitere Therapie, insbesondere Indikationen zur operativen Klärung. Daher ist die CT nach wie vor der Goldstandard. Doppeluntersuchungen sind kostenintensiv und bringen keine zusätzlichen therapielevanten Informationen. Anders formuliert macht es keinen Sinn, ein zusätzliches CT oder MRT durchzuführen, falls durch das jeweils zuerst durchgeführte Schnittbildverfahren bereits ein dringender Karzinomverdacht besteht.

6 Abkürzungen

ASA	<i>American Society of Anesthesiologists</i>
AUC	<i>area under the curve</i> , Fläche unter der Kurve
AUG	Ausscheidungsurogramm
BMI	Body-Mass-Index
BSG	Blutsenkungsgeschwindigkeit
CRP	Capsel-reaktives Protein (Entzündungsparameter)
CT	Computertomographie, Computertomogramm, Computertomograph
DGU	Deutsche Gesellschaft für Urologie
DTPA	Diethylaminpentaacetat
EK / EK's	Erythrozytenkonzentrat(e)
Gd	Gadolinium
HF	Hochfrequenz / high-frequency
HRST	Herzrhythmusstörungen
HWI	Harnwegsinfektion
ING	Nierenperfusions- und Funktionsszintigraphie
IVP	Infusionspyelographie
KBM	Klinikum Bremen Mitte
KM	Kontrastmittel
LDW	Klinikum Links der Weser
MBq	Mega-Becquerel
MRT	Magnet-Resonanz-Tomographie, Magnet-Resonanz-Tomogramm, Magnet-Resonanz-Tomograph
NBÜ	Nierenbeckenübersichtsaufnahme
NCC	Nierenzellkarzinom
NLA	Nierenleeraufnahme
NSS	„ <i>nephron sparing surgery</i> “ oder Nierenteilresektion
OPS	Operations- und Prozedurenschlüssel
ROC	<i>receiver operating characteristic</i>
T	Tesla
TNM	T = Tumor, N = <i>nodes</i> (Lymphknoten), M = Metastasen

7 Literatur

- 1 Abdulla C, Kalra MK, Saini S, Maher MM, Ahmad A, Halpern E, Silverman SG (2002): Pseudoenhancement of simulated renal cysts in a phantom using different multidetector CT scanners. *AJR Am J Roentgenol.* 179(6): 1473-6.
- 2 Adams KF, Leitzmann MF, Albanes D, Kipnis V, Moore SC, Schatzkin A, Chow WH (2008 a): Body size and renal cell cancer incidence in large US cohort study. *Am J Epidemiol.* 168(3): 268-77. Epub 2008 Jun 9.
- 3 Adams KF, Leitzmann MF, Albanes D, Kipnis V, Moore SC, Schatzkin A, Chow WH (2008 b): Lower limits of detection using magnetic resonance imaging for solid components in cystic renal neoplasms. *Urology.* 71(1): 47-51.
- 4 Alapont Alacreu JM, Andreu García A, Herrero Polo E, Schiefenbusch Munne E, Botella Almodóvar R, Brotons Márquez JL, Llamazares Cachá G (2004): Complex renal cyst. A new case; *Actas Urol Esp.* 28(8): 610-3.
- 5 Aronson S, Frazier HA, Baluch JD, Hartmann DS, Christenson PJ (1991): Cystic renal masses: usefulness of the Bosniak classification; *Urol Radiol.* 13(2): 83-90.
- 6 Ascenti G, Mazziotti S, Zimbaro G, Settineri N, Magno C, Melloni D, Caruso R, Scribano E (2007): Complex cystic renal masses: characterization with contrast-enhanced US. *Radiology.* 243(1): 158-65.
- 7 Bae KT, Heiken JP, Siegel CL, Bennett HF (2000): Renal cysts: is attenuation artifactually increased on contrast-enhanced CT images? *Radiology.* 216(3): 792-6.
- 8 Balci NC, Semelka RC, Patt RH, Dubois D, Freeman JA, Gomez-Caminero A, Woosley JT (1999): Complex renal cysts: findings on MR imaging; *AJR Am J Roentgenol.* 172(6): 1495-500.

- 9 Becker F, Siemer S, Humke U, Hack M, Ziegler M, Stöckle M (2006): Elective nephron sparing surgery should become standard treatment for small unilateral renal cell carcinoma: Long-term survival data of 216 patients. *Eur Urol.* 49(2): 308-13.
- 10 Benjam Gual JM, Diez-Caballero Alonso F, Gracia-Mirallas Grávalos R (2006): Complex renal cyst. Laparoscopic treatment. *Actas Urol Esp.* 30(6): 626-9.
- 11 Benjaminov O, Atri M, O'Malley M, Lobo K, Tomlinson G (2006): Enhancing component on CT to predict malignancy in cystic renal masses and interobserver agreement of different CT features. *AJR Am J Roentgenol.* 186(3): 665-72.
- 12 Bielsa Gali O, Arango Toro O, Cortadellas Angel R, Castro Santamaría R, Griñó Garreta J, Gelabert-Mas A (1999): The preoperative diagnosis of complex renal cystic masses. *Arch Esp Urol.* 52(1): 19-25.
- 13 Birnbaum BA, Hindmann N, Lee J, Babb JS (2007): Renal cyst pseudoenhancement: influence of multidetector CT reconstruction algorithm and scanner type in phantom model. *Radiology.* 244(3): 767-75.
- 14 Bosniak MA (1986): The current radiological approach to renal cysts. *Radiology.* 158(1): 1-10.
- 15 Bosniak MA (1993): Problems in the radiologic diagnosis of renal parenchymal tumors. *Urol. Clin North Am.* 20(2): 217-30.
- 16 Bosniak MA (1994): How does one deal with a renal cyst that appears to be Bosniak class II on a CT scan but that has sonographic features suggestive of malignancy (e.g., nodularity of wall or a nodular, irregular septum)? *AJR Am J Roentgenol.* 163(1): 216.
- 17 Bosniak MA (1997): Diagnosis and management of patients with complicated cystic lesions of the kidney. *AJR Am J Roentgenol.* 169(3): 819-21.
- 18 Brandau W (2003): Radiopharmaceuticals for Renal Function Imaging. *Nuklearmedizin* 26: 155-159

- 19 Brown CL, Hartman RP, Dzyubak OP, Takahashi N, Kawashima A, McCollough CH, Bruesewitz MR, Primak AM, Fletcher JG (2009): Dual-energy CT iodine overlay technique for characterization of renal masses as cyst or solid: a phantom feasibility study. *Eur Radiol.* 19(5): 1289-95.
- 20 Browne RF, Meehan CP, Colville J, Power R, Torreggiani (2005): Transitional cell carcinoma of the upper urinary tract: spectrum of imaging findings. *Radiographics.* 25(6): 1609-27.
- 21 Buzug TM: Einführung in die Computertomographie - Mathematisch-physikalische Grundlagen und Bildrekonstruktion, Springer Verlag, Heidelberg, 2004.
- 22 Clevert DA, Horng A, Staehler M, Haseke N, Stief C, Reiser (2010): Diagnostic algorithm in cystic renal masses. *Urologe A.* 49(3): 421-31.
- 23 Coleman BG, Arger PH, Mintz MC, Pollack HM, Banner MP (1984): Hyperdense renal masses: a computed tomographic dilemma. *AJR Am J Roentgenol.* 143(2): 291-4.
- 24 Crespo Atin V, Padilla Nieva J, Martín Bazaco J, Azurmendi Sastre V, Lekumberri Castaños D, Llarena Ibarra R, Pertusa Peña C (2002): Hyperdense renal cyst. *Arch Esp Urol.* 55(7): 856-8.
- 25 Curry NS, Cochran ST, Bissada NK (2000): Cystic renal masses: accurate Bosniak classification requires adequate renal CT. *AJR Am J Roentgenol.* 175(2): 339-42.
- 26 Dössel O: Bildgebende Verfahren in der Medizin. Von der Technik zur medizinischen Anwendung. 1. Auflage. Springer, Berlin Heidelberg 2000.
- 27 Dufour A: Geschichte der Urologie, in: Illustrierte Geschichte der Medizin, deutsche Bearbeitung von Richard Toellner, Salzburg, Directmedia Publishing, Sonderausgabe ebd. 1986.
- 28 Eckel K: Die Entdeckung des ersten bildgebenden Verfahrens der Ultraschall Diagnostik durch K.-Th. Dussik vor 50 Jahren. Ein historischer Rückblick 1942-1992. In: Ultraschall

- in Klinik und Praxis, Springer Verlag, Berlin, 1992, Vol. 7, No 4.
- 29 Eknoyan G (2008): A Clinical View of Simple and Complex Renal Cysts. *J Am Soc Nephrol*.
 - 30 Fuhrman SA, Lasky LC, Limas C (1982): Prognostic significance of morphologic parameters in renal cell carcinoma. *Am J Surg Pathol*. 6(7): 655-63.
 - 31 Fujii Y, Higashi Y, Owada F, Arisawa C, Horiuchi S (1993): Benign hemorrhagic renal cyst mimicking cystic renal cell carcinoma. *Hinyokika Kyo*. 39(12): 1113-7.
 - 32 Gabr AH, Gdor Y, Roberts WW, Wolf JS Jr (2009): Radiographic surveillance of minimally and moderately complex renal cysts. *BJU Int*. 103(8): 1116-9.
 - 33 Galanski, Prokop: Ganzkörper-Computertomographie. 1. Auflage. Georg Thieme Verlag Stuttgart – New York, 1998.
 - 34 Gibbons RP, Bush WH Jr, Burnett LL (1977): Needle tract seeding following aspiration of renal cell carcinoma. *J Urol*. 118(5): 865-7.
 - 35 Guay-Woodford LM, Muecher G, Hopkins SD, Avner ED, Germino GG, Guillot AP, Herrin J, Holleman R, Irons DA, Primack W, et al. (1995): The severe perinatal form of autosomal recessive polycystic kidney disease maps to chromosome 6p21.1-p12: implications for genetic counseling. *Am J Hum Genet*. 56(5): 1101-7.
 - 36 Gulanikar AD, Daily PP, Kilambi NK, Hambrick-Turner JE, Butkus DE (1998): Prospective pretransplant ultrasound screening in 206 patients for acquired renal cysts and renal cell carcinoma. *Transplantation*. 66(12): 1669-72.
 - 37 Haenle MM, Brockmann SO, Kron M, Bertling U, Mason RA, Steinbach G, Boehm BO, Koenig W, Kern P, Piechotowski I, Kratzer W; EMIL-Study group (2006): Overweight, physical activity, tobacco and alcohol consumption in a cross-sectional random sample of German adults.. *BMC Public Health*. 6: 233.

- 38 Heckmann M, Heinrich M, Humke U, Bautz W, Uder M (2008): Differential diagnosis of focal lesions of the kidney in CT and MRT. *Roentgenpraxis*. 56(6): 219-40.
- 39 Heidenreich A, Ravery V; European Society of Oncological Urology (2004): Preoperative imaging in renal cell cancer. *World J Urol*. 22(5): 307-15.
- 40 Hélénon O, André M, Correas JM, Khairoune A, Merran S, Balleyguier C (2002): Characterization of renal masses. *J Radiol*. 83(6 Pt 2): 787-804.
- 41 Herts BR, Baker ME (1995): The current role of percutaneous biopsy in the evaluation of renal masses. *Semin Urol Oncol*. 13(4): 254-61.
- 42 Hilpert PL, Friedman AC, Radecki PD, Caroline DF, Fishman EK, Meziane MA, Mitchell DG, Kressel HY (1986): MRI of hemorrhagic renal cysts in polycystic kidney disease; *AJR Am J Roentgenol*. 146(6): 1167-72.
- 43 Ho VB, Allen SF, Hood MN, Choyke PL (2002): Renal masses: quantitative assessment of enhancement with dynamic MR imaging. *Radiology*. 224(3): 695-700.
- 44 Hu J, La Vecchia C, DesMeules M, Negri E, Mery L; Canadian Cancer Registries Epidemiology Research Group (2008): Nutrient and fiber intake and risk of renal cell carcinoma. *Nutr. Cancer*. 60(6): 720-8.
- 45 Huber J, Hallscheidt P, Wagener N, Pahernik S, Haferkamp A, Hohenfellner M (2010): Tumours of the Kidney: CT vs. MRI. Nearly equal alternatives with minor differences, *Urologe A*. 49(3): 345-50.
- 46 Israel GM, Bosniak MA (2003 a): Calcification in cystic renal masses: is it important in diagnosis? *Radiology*. 226(1): 47-52.
- 47 Israel GM, Bosniak MA (2003 b): Follow-up CT of moderately complex cystic lesions of the kidney (Bosniak category IIF). *AJR Am J Roentgenol*. 181(3): 627-33.
- 48 Israel GM, Bosniak MA (2008): Pitfalls in renal mass evaluation and how to avoid them.

- Radiographics. 28(5): 1325-38.
- 49 Israel GM, Hindman N, Bosniak MA (2004): Evaluation of cystic renal masses: comparison of CT and MR imaging by using the Bosniak classification system; Radiology. 231(2): 365-71. J Urol. 173(3): 924.
- 50 Kalinka Kalinka A, Gerlach A, Arlart IP, Günes N, Hauser TK, Würstlin S, Bosse A (2006): Characterization and staging of renal tumors: significance of MRI diagnostics; Rofo. 178(3): 298-305.
- 51 Kalapurakal JA, Dome JS, Perlman EJ, Malogolowkin M, Haase GM, Grundy P, Coppes MJ (2004): Management of Wilms' tumour: current practice and future goals. Lancet Oncol. 5(1): 37-46.
- 52 Kawashima A, Sandler CM, Goldman SM (2000): Imaging in acute renal infection. BJU Int. 86 Suppl. 1: 70-9.
- 53 Kiser GC, Totonchy M, Barry JM (1986): Needle tract seeding after percutaneous renal adenocarcinoma aspiration. J Urol. 136(6): 1292-3.
- 54 Koga S, Nishikido M, Inuzuka S, Sakamoto I, Hayashi T, Hayashi K, Saito Y, Kanetake H (2000): An evaluation of Bosniak's radiological classification of cystic renal masses; BJU int. 86(6): 607-9.
- 55 Kreft B, Schild HH (2003): Cystic renal lesions. Rofo. 175(7): 892-903.
- 56 Lee Y, Kim N, Cho KS, Kang SH, Kim DY, Jung YY, Kim JK (2009): Bayesian classifier for predicting malignant renal cysts on MDCT: early clinical experience. AJR Am J Roentgenol. 193(2): W106-11.
- 57 Lejars F: Du gros reins polykystique de l'adulte. Dissertation, 1888, Paris.
- 58 Levine E, Grantham JJ (1985): High-density renal cysts in autosomal dominant polycystic kidney disease demonstrated by CT. Radiology. 154(2): 477-82.

- 59 Lévy P, Hélénon O, Merran S, Paraf F, Méjean A, Cornud F, Moreau JF (1999): Cystic tumors of the kidney in adults: radio-histopathologic correlations. *J Radiol.* 80(2): 121-33.
- 60 Limb J, Santiago L, Kaswick J, Bellman GC (2002): Laparoscopic evaluation of indeterminate renal cysts: long-term follow-up. *J Endourol.* 16(2): 79-82.
- 61 Linguraru MG, Yao J, Gautam R, Peterson J, Li Z, Linehan WM, Summers RM (2009): Renal Tumor Quantification and Classification in Contrast-Enhanced Abdominal CT. *Pattern Recognit.* 42(6): 1149-1161.
- 62 Long JA, Neuzillet Y, Correas JM, de Fromont M, Lang H, Mejean A, Poissonnier L, Patard JJ, Escudier B, Davin JL; Sous-comité rein CCAFU (2009): Atypical cysts and cystic tumours of the kidney: histological, radiological and surgical considerations. Conclusions of the AFU 2007 forum. *Prog Urol.* 19(1): 8-14.
- 63 Loock PY, Debiere F, Wallerand H, Bittard H, Kleinclauss F (2006): Atypical cysts and risk of renal cancer: value and danger of the Bosniak classification; *Prog Urol.* 16(3): 292-6.
- 64 Lutter I, Weibl P, Daniel I, Pechan J, Pindak D (2005): Retroperitoneoscopic approach in the treatment of symptomatic renal cysts. *Bratisl Lek Listy.* 106(11): 366-70.
- 65 Marotti M, Hricak H, Fritzsche P, Crooks LE, Hedgcock MW, Tanagho EA (1987): Complex and simple renal cysts: comparative evaluation with MR imaging. *Radiology;* 162(3): 679-84.
- 66 Maturen KE, Nghiem HV, Caoili EM, Higgins EG, Wolf JS Jr, Wood DP Jr (2007): Renal mass core biopsy: accuracy and impact on clinical management. *AJR Am J Roentgenol.* 188(2): 563-70.
- 67 Morneburg, H. (Hrsg.): *Bildgebende Systeme für die medizinische Diagnostik.* 3. Auflage. Publicis MCD Verlag, Erlangen, 1995.

- 68 Negru D, Ghiorghiu DC, Reut R, Negru I, Sorodoc L, Daniil C (2002): Renal cell carcinoma- diagnosis by computed tomography; *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi*. 106(1): 65-9.
- 69 Novara G, Martignoni G, Artibani W, Ficarra V (2007): Grading systems in renal cell carcinoma. *J Urol*. 177(2): 430-6.
- 70 Osathanondh V, Potter EL (1964): Pathogenesis of polycystic kidneys. *Arch. Path.* 77, 459–465.
- 71 Pahernik S, Roos F, Hampel C, Gillitzer R, Melchior SW, Thüroff JW (2006): Nephron sparing surgery for renal cell carcinoma with normal contralateral kidney: 25 years of experience. *J Urol*. 175(6): 2027-31.
- 72 Pal DK, Kundu AK, Das S (1997): Simple renal cyst: an observation; *J Indian Med Assoc*. 95(10): 555, 558.
- 73 Patel NS, Poder L, Wang ZJ, Yeh BM, Qayyum A, Jin H, Coakley FV (2009): The characterization of small hypoattenuating renal masses on contrast-enhanced CT. *Clin Imaging*. 33(4): 295-300.
- 74 Peters DJ, Spruit L, Saris JJ, Ravine D, Sandkuijl LA, Fossdal R, Boersma J, van Eijk R, Nørby S, Constantinou-Deltas CD, et al. (1993): Chromosome 4 localization of a second gene for autosomal dominant polycystic kidney disease. *Nat Genet*. 5(4): 359-62.
- 75 Pischon T, Lahmann PH, Boeing H, Tjønneland A, Halkjaer J, Overvad K, Klipstein-Grobusch K, Linseisen J, Becker N, Trichopoulou A, et al. (2006): Body size and risk of renal cell carcinoma in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). *Int J Cancer*. 118(3): 728-38.
- 76 Ravine D, Gibson RN, Walker RG, Sheffield LJ, Kincaid-Smith P, Danks DM (1994): Evaluation of ultrasonographic diagnostic criteria for autosomal dominant polycystic kidney disease 1. *Lancet*. 1994 Apr 2; 343 (8901): 824-7. PMID 7908078

- 77 Robert Koch Institut (2010): Krebs in Deutschland 2005/2006, Häufigkeit und Trends, www.rki.de/cln_178/nn_204124/DE/Content/GBE/DachdokKrebs/KID/kid__node.html?__nnn=true
- 78 Romig T, Dinkel A, Mackenstedt U (2006): The present situation of echinococcosis in Europe. *Parasitol Int.* 55: 187-91.
- 79 Rosenberg ER, Korobkin M, Foster W, Silvermann PM, Bowie JD, Dunnick NR (1985): The significance of septations in a renal cyst. *AJR Am J Roentgenol.* 144(3): 593-5.
- 80 Sakai N, Kanda F, Kondo K, Fukuoka H, Tanaka T (2001): Sonographically detected malignant transformation of a simple renal cyst; *Int J Urol.* 8(1): 23-5.
- 81 Sanz Mayayo E, García Navas R, Rodríguez-Patrón Rodríguez R, Arias Fúnez F, Lennie Zuccarino A, Mayayo Dehesa T (2006): Ultrasonography for the study of small renal masses. *Arch Esp Urol.* 59(4): 333-42.
- 82 Seveso M, Taverna GL, Maffezzini M, Giusti G, Benetti A, Graziotti P (2002): Nephron-sparing surgery. Reproducibility of results, personal cases, and comparison with the international literature. *Arch Ital Urol Androl.* 74(2): 65-8.
- 83 Siegel CL, McFarland EG, Brink JA, Fisher AJ, Humphrey P, Heiken JP (1997): CT of cystic renal masses: analysis of diagnostic performance and interobserver variation; *AJR Am J Roentgenol.* 169(3): 813-8.
- 84 Siegel CL, Fisher AJ, Bennett HF (1999): Interobserver variability in determining enhancement of renal masses on helical CT; *AJR Am J Roentgenol.* 172(5): 1207-12.
- 85 Siemer S, Uder M, Humke U, Lindenmeier T, Moll V, Rüdener E, Maurer J, Ziegler M (2000): Value of ultrasound in early diagnosis of renal cell carcinoma. *Urologe A.* 39(2): 149-53.
- 86 Song C, Min GE, Song K, Kim JK, Hong B, Kim CS, Ahn H (2009): Differential diagnosis of complex cystic renal mass using multiphase computerized tomography. *J*

- Urol. 181(6): 2446-50.
- 87 Spaliviero M, Herts BR, Magi-Galluzzi C, Xu M, Desai MM, Kaouk JH, Tucker K, Steinberg AP, Gill IS (2005): Laparoscopic partial nephrectomy for cystic masses. J Urol. 174(2): 614-9.
- 88 Störkel S, Eble JN, Adlakha K, Amin M, Blute ML, Bostwick DG, Darson M, Delahunt B, Iczkowski K (1997): Classification of renal cell carcinoma: Workgroup No. 1. Union Internationale Contre le Cancer (UICC) and the American Joint Committee on Cancer (AJCC); Cancer. 80(5): 987-9.
- 89 Störkel S (1999): Epithelial tumors of the kidney. Pathological subtyping and cytogenetic correlation. Urologe A. 38(5): 425-32.
- 90 Suh M, Coakley FV, Qayyum A, Yeh BM, Breiman RS, Lu Y (2003): Distinction of renal cell carcinomas from high-attenuation renal cysts at portal venous phase contrast-enhanced CT. Radiology. 228(2): 330-4.
- 91 Taouli B, Thakur RK, Mannelli L, Babb JS, Kim S, Hecht EM, Lee VS, Israel GM (2009): Renal lesions: characterization with diffusion-weighted imaging versus contrast-enhanced MR imaging. Radiology. 251(2): 398-407.
- 92 Taylor AJ, Cohen EP, Erickson SJ, Olson DL, Foley WD (1989): Renal imaging in long-term dialysis patients: a comparison of CT and sonography. AJR Am J Roentgenol. 154(5): 1125-6.
- 93 Tentscher M, Brühl P, Libera G (1980): Medullary sponge kidney: pathogenesis, clinical picture, diagnosis and therapy. Med. Klin. 75(8): 307-15.
- 94 Terachi T (1995): Diagnosis and treatment of renal cell carcinoma accompanying the cystic lesion; Hinyokika Kyo. 41(9): 697-701. PMID 7484536
- 95 Thoenes W, Störkel S, Rumpelt HJ (1986 a): Histopathology and classification of renal cell tumors (adenomas, oncocytomas and carcinomas). The basic cytological and

- histopathological elements and their use for diagnostics. *Pathol Res Pract.* 181(2): 125-43.
- 96 Thoenes W, Störkel S, Rumpelt HJ, Jacobi GH (1986 b): Renal cell carcinoma--a classification based on cytomorphological criteria. *Zentralbl Allg Pathol.* 132(5-6): 503-13.
- 97 Thurn, Büchler, Lackner und Thelen: Einführung in die radiologische Diagnostik. 10. Auflage. Georg Thieme Verlag Stuttgart – New York 1998.
- 98 Wang ZJ, Coakley FV, Fu Y, Joe BN, Prevrhal S, Landeras LA, Webb EM, Yeh BM (2008): Renal cyst pseudoenhancement at multidetector CT: what are the effects of number of detectors and peak tube voltage? *Radiology.* 248(3): 910-6.
- 99 Weibl P, Lutter I, Romancik M, Karwandgar M, Kollarik B, Obsitnik M (2009): Spontaneous regression of complex cystic renal mass of bosniak class IV--a rare phenomenon. *Bratisl Lek Listy.* 110(3): 195-6.
- 100 Wilson TE, Doelle EA, Cohan RH, Wojno K, Korobkin M (1996): Cystic renal masses: a reevaluation of the usefulness of the Bosniak classification system; *Acad Radiol.* 3(7):564-70.
- 101 Winter P, Brühl P, Vogel J, Schmitz G (1989): Para-pelvic cysts: difficulties in differential diagnosis. *Z. Urol. Nephrol.* 82(2): 237-45.
- 102 Wittekind, Meyer und Boott: TNM – Klassifikation maligner Tumoren. 6. Auflage, 2. Nachdruck 2003. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2003.
- 103 World Health Organisation (2006): Global Database on Body Mass Index an interactive surveillance tool for monitoring nutrition transition, www.apps.who.int/bmi/index.jsp, 2010.
- 104 Yamazaki Y, Toma H, Nakazawa H, Nakamura R, Kato N, Ryoji O (1992): Evaluation of complicated renal cyst: a comparison of CT and MR imaging; *Hinyokika Kyo.* 38(6): 635-40.

- 105 Zerres K, Völpel MC, Weiss H (1984): Cystic kidneys. Genetics, pathologic anatomy, clinical picture, and prenatal diagnosis. *Hum Genet.* 68(2): 104-35.
- 106 Zerres, K, Rudnik-Schöneborn S, Deget F (1993): Childhood onset autosomal dominant polycystic kidney disease in sibs: clinical picture and recurrence risk. German Working Group on Paediatric Nephrology (Arbeitsgemeinschaft für Pädiatrische Nephrologie). *J Med Genet.* 30(7): 583-8.

8 Danksagung

Für die Überlassung des Themas und freundliche Unterstützung danke ich Herrn **Professor Dr. Rolf-Hermann Ringert**, Direktor der Urologischen Abteilung der Georg-August-Universität Göttingen.

Für die ausgezeichnete Betreuung und immer freundliche und geduldige Unterstützung danke ich Herrn **Priv.-Doz. Doktor Sebastian Melchior**, Direktor der Urologischen Klinik des Klinikum Bremen Mitte.

Ebenso danke ich Frau **Dr. Anja Franzaring** für die freundliche Unterstützung bei der Ausarbeitung der radiologischen Bestandteile dieser Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt meiner Frau **Jona**, die durch Ihre unermüdliche Unterstützung wesentlich zum Erfolg dieser Arbeit beigetragen hat.

9 Lebenslauf

Geboren wurde ich am 22. April 1975 in Elmshorn als fünftes und jüngstes Kind von Magda und Herbert Weide, einer Arbeiterfamilie. Meine Schulbildung begann 1981 in der Grundschule Sparrieshoop. Als weiterführende Schule besuchte ich die Realschule am Probstfeld und wechselte nach Erhalt der Mittleren Reife auf das Fachgymnasium in Elmshorn (Meinert-Johannsen Schule) mit den Leistungsfächern Mathematik, Maschinenbau, Spanisch und Gemeinschaftskunde. Den Abschluss der Allgemeinen Hochschulreife erlangte ich im Juni 1994.

Meine ersten Kontakte zum medizinischen Beruf hatte ich während meiner Zivildienstzeit in einer Pflegeeinrichtung in Elmshorn (Haus Flora Elmshorn, Pflegeheim BT GmbH). Dort wurden die verschiedensten Erkrankungen versorgt (Encephalitis disseminata, Wachkoma-Patienten, Down-Syndrom, Chorea Huntington, Alzheimer, etc.). Ich entschloss mich nach den erhaltenen Eindrücken, mein begonnenes Maschinenbaustudium abzubrechen und Humanmedizin am Universitätsklinikum Hamburg Eppendorf zu studieren. Vor und während des Studiums arbeitete ich weiterhin in dieser Pflegeeinrichtung als Pflegehelfer im Tag- und ab 1997 vornehmlich im Nachtdienst.

Die Ärztliche Vorprüfung absolvierte ich im April 1999, den Ersten und Zweiten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung im April 2000 bzw. im September 2002. Während des Praktischen Jahres 2003 arbeitete ich in der Inneren und Chirurgischen Abteilung des Marienkrankenhauses in Hamburg, und den urologischen Anteil erbrachte ich im Allgemeinen Krankenhaus Altona in Hamburg (heute Asklepios). Den Dritten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung legte ich am 08. Juni 2004 mit der Gesamtnote gut ab.

In der Zeit von Oktober 2004 bis September 2006 arbeitete ich als Assistenzarzt in der Urologischen Belegabteilung des Krankenhauses Salzhausen (Lüneburger Heide).

Geheiratet habe ich am 02. Juni 2006 meine Frau Jona Weide und habe einen 7-jährigen Sohn.

Seit Oktober 2006 arbeite ich in einem mittlerweile entfristeten Arbeitsverhältnis in der Urologischen Klinik der Klinikum Bremen Mitte gGmbH, zunächst unter dem ehemaligen Chefarzt Herrn Prof. Dr. med. K. Dreikorn und seit Oktober 2007 unter Herrn Priv.-Doz. Dr. med. S.W. Melchior. Das derzeitige Arbeitsspektrum umfasst das gesamte Gebiet der Urologie von der Endourologie, der Urolithiasis über die gesamte Tumorchirurgie bis hin zur Nierentransplantation einschließlich Lebend-Nierenspende und dessen immunsuppressiven

Behandlung, Uro-Onkologie einschließlich der Polychemotherapie beim Hodentumor, Urothelkarzinom, Prostatakarzinom und Immunchemotherapie beim Nierenzellkarzinom. Am 09. Dezember 2009 legte ich meine Facharztprüfung für Urologie ab.

An Zusatzqualifikationen erlangte ich die Fachkunde im Strahlenschutz (Röntgendiagnostik des gesamten Harntraktes und der Geschlechtsorgane) Mai 2006 und die Fachkunde Arzt im Rettungsdienst – Zusatzbezeichnung Notarzt im August 2007. Ich nahm an einem Zertifizierungskurs der Deutschen Gesellschaft für Ästhetische Botulinumtoxin-Therapie im September 2007 sowie einem Filler – Workshop „Augmentation mit Hyaluronsäure“ im Oktober 2007 teil. Weitere besuchte Veranstaltungen handelten von der Innovativen Wundbehandlung und Hautersatz in der Plastischen Chirurgie (Januar 2008) und der Einführung in die Erstellung von medizinischen Gutachten Teil 1 und 2 (März 2008). Eine Intensivseminar Andrologie besuchte ich im April 2008 sowie Operationsworkshops zum Thema laparoskopische und endourologische Eingriffe einschließlich der Photodynamischen Diagnostik (PDD) im Oktober 2008 und zum Thema Mini-PNL im Juni 2010. Seit dem Oktober 2009 erfolgt die regelmäßige Teilnahme an Balintgruppen bzgl. der psychosomatischen Grundversorgung und die Teilnahme an einem Praktikum für Mikrobiologie in der urologischen Praxis. Die Ausbildung auf dem Gebiet der Medikamentösen Tumorthherapie werde ich voraussichtlich im Februar 2011 abschließen.