

Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für Diagnostische Radiologie  
der Medizinischen Fakultät des Universitätsklinikums Halle (Saale)  
(Direktor: Prof. Dr. Dr. W. A. Wohlgemuth)

**Spektrum inzidenteller renaler Befunde in der Computertomografie:  
radiologische Muster und klinische Relevanz**

Dissertation  
zur Erlangung des akademischen Grades  
«Doktor der Medizin (Dr. med.)»

vorgelegt  
der Medizinischen Fakultät  
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Dorothee Alina Pfeil  
geboren am 20. September 1990 in Bretten

Betreuer:  
apl. Prof. Dr. med. A. Surov  
PD Dr. med. A. Bach

Gutachter:  
Prof. Dr. Dr. W. A. Wohlgemuth  
apl. Prof. Dr. med. A. Surov (Leipzig)  
PD Dr. med. A. Bach

23.10.2018

14.08.2019

## Referat

Zielsetzung: Das Ziel dieser Arbeit war die Bestimmung der alters- und geschlechts-spezifischen Prävalenzen verschiedener CT-Zusatzbefunde der Niere.

Methoden: Grundlage für die Datenerhebung waren sämtliche CT-Untersuchungen des Abdomens, die im Zeitraum vom 01.01.2006 bis zum 28.02.2014 an der Klinik für diagnostische Radiologie des Universitätsklinikums Halle (Saale) durchgeführt wurden. Insgesamt wurden 7.365 Patienten in die Studie eingeschlossen.

Nach Erfassung der Zusatzbefunde wurden diese anhand ihrer bildmorphologischen Eigenschaften in die drei Kategorien „klinisch relevant“, „potentiell klinisch relevant“ und „klinisch gering relevant“ eingeteilt. Weiterhin wurden die möglichen renalen Zusatzbefunde zur Darstellung gebracht und die Ergebnisse mit der existierenden Literatur verglichen.

Ergebnisse: Bei 37,4 % der Patienten des Gesamtkollektivs (2.756 von 7.365 Patienten) konnte mindestens ein renaler Zusatzbefund erfasst werden. Bei 1,6 % der Patienten (n = 120) wurde der Befund als klinisch relevant, bei 3,1 % (n = 230) als potentiell klinisch relevant und bei 35,5 % (n = 2.617) als klinisch gering relevant eingestuft. Bei der Befunderhebung wurden einigen Patienten mehrere inzidentelle Befunde zugeschrieben, sodass die Gesamtzahl der Zusatzbefunde 3.425 (= 1,2 Zusatzbefunde pro Patient) beträgt.

Zwischen den Prävalenzen des weiblichen und des männlichen Patientenkollektivs waren keine statistisch signifikanten Unterschiede festzustellen, allerdings stieg die Prävalenz mit zunehmendem Patientenalter bei beiden Geschlechtern an.

Schlussfolgerung: Die Prävalenz klinisch potentiell relevanter und klinisch relevanter Zusatzbefunde in der Niere verdeutlicht die Notwendigkeit, CT-Untersuchungen sorgfältig auf diese Befunde zu untersuchen, um therapie- und prognoserelevante Pathologien wie bspw. synchrone Zweitkarzinome frühzeitig detektieren zu können.

Pfeil, Dorothee Alina: Spektrum inzidenteller renaler Befunde in der Computertomografie: radiologische Muster und klinische Relevanz, Halle (Saale), Univ., Med. Fak., Diss., 71 Seiten, 2018

| <b>Inhaltsverzeichnis</b>    |   | <b>Seite</b> |
|------------------------------|---|--------------|
| <b>Titelblatt</b>            |   |              |
| <b>Referat</b>               |   |              |
| <b>Inhaltsverzeichnis</b>    |   | <b>I</b>     |
| <b>Abkürzungsverzeichnis</b> |   | <b>III</b>   |
| <b>1</b>                     | <b>Einleitung</b>   | <b>1</b>     |
| 1.1                          | Allgemeine Einführung in die Thematik                     | 1            |
| 1.2                          | Definition von Zusatzbefunden                             | 1            |
| 1.3                          | Einteilung der Befundrelevanz                             | 2            |
| 1.3.1                        | Klinisch relevante Zusatzbefunde (Kategorie 1)            | 4            |
| 1.3.2                        | Potentiell klinisch relevante Zusatzbefunde (Kategorie 2) | 4            |
| 1.3.3                        | Klinisch gering relevante Zusatzbefunde (Kategorie 3)     | 5            |
| 1.4                          | Häufigkeit von Zusatzbefunden                             | 5            |
| <b>2</b>                     | <b>Zielstellung</b>                                       | <b>7</b>     |
| <b>3</b>                     | <b>Material und Methoden</b>                              | <b>8</b>     |
| 3.1                          | Studiendesign   | 8            |
| 3.2                          | Patientenkollektiv  | 8            |
| 3.3                          | Modalitäten der Computertomografie                        | 10           |
| 3.4                          | Datenerfassung  | 11           |
| 3.5                          | Datenauswertung   | 12           |
| <b>4</b>                     | <b>Ergebnisse</b>   | <b>12</b>    |
| 4.1                          | Übersicht aller Zusatzbefunde                             | 12           |
| 4.2                          | Demografische Daten                                       | 14           |
| 4.3                          | Klinisch relevante Zusatzbefunde der Niere (Kategorie 1)  | 15           |
| 4.3.1                        | Nierenzellkarzinome                                       | 16           |
| 4.3.2                        | Metastasen  | 19           |
| 4.3.3                        | Komplizierte Nierenzysten: Bosniak-Kategorien 3 und 4     | 21           |
| 4.3.4                        | Bilaterale schwere Nierenatrophie                         | 23           |
| 4.3.5                        | Lymphome der Niere  | 24           |
| 4.3.6                        | Andere maligne Tumoren der Niere                          | 25           |
| 4.4                          | Potentiell klinisch relevante Zusatzbefunde (Kategorie 2) | 26           |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 4.4.1    | Eingeschränkte Mark-Rinden-Differenzierbarkeit                     | 27        |
| 4.4.2    | Nierenzysten der Bosniak-Kategorie 2f                              | 28        |
| 4.4.3    | Benigne Tumoren der Niere  | 29        |
| 4.4.4    | Weitere potentiell klinisch relevante Zusatzbefunde                | 31        |
| 4.5      | Klinisch gering relevante Zusatzbefunde der Niere (Kategorie 3)    | 33        |
| 4.5.1    | Nierenzysten der Bosniak-Kategorien 1 und 2                        | 34        |
| 4.5.2    | Nephrolithiasis und Parenchymkalzifizierungen                      | 38        |
| 4.5.3    | Nierenparenchymnarben  | 40        |
| 4.5.4    | Lage- und Anlageanomalien der Niere                                | 41        |
| 4.5.5    | Lipome der Niere   | 43        |
| 4.5.6    | Parenchymauffälligkeiten mit geringer klinischer Relevanz          | 44        |
| 4.6      | Nicht zuordenbare Zusatzbefunde                                    | 45        |
| <b>5</b> | <b>Diskussion</b>  | <b>45</b> |
| 5.1      | Stellenwert von Zusatzbefunden                                     | 45        |
| 5.2      | Einordnung der Ergebnisse in die Fachliteratur                     | 46        |
| 5.3      | Einflussfaktoren auf die Prävalenz von Zusatzbefunden              | 52        |
| 5.4      | Prävalenz der ZB in Abhängigkeit von Patientenalter und Geschlecht | 55        |
| 5.5      | Problematik und Nutzen von Zusatzbefunden                          | 56        |
| 5.6      | Managementempfehlungen von Zusatzbefunden                          | 57        |
| 5.7      | Diskussion der Methodik und Limitationen der Studie                | 59        |
| 5.8      | Schlussfolgerung   | 59        |
| <b>6</b> | <b>Zusammenfassung</b>   | <b>60</b> |
| <b>7</b> | <b>Literaturverzeichnis</b>  | <b>62</b> |
| <b>8</b> | <b>Thesen</b>  | <b>69</b> |
|          | <b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</b>                         | <b>70</b> |
|          | <b>Anhang</b>  | <b>IV</b> |
|          | Selbstständigkeitserklärung  | <b>IV</b> |
|          | Erklärung über frühere Promotionsversuche                          | <b>IV</b> |
|          | Tabellarischer Lebenslauf  | <b>V</b>  |
|          | Danksagung   | <b>VI</b> |

## Abkürzungsverzeichnis

|              |                                    |
|--------------|------------------------------------|
| <b>Abb.</b>  | Abbildung                          |
| <b>bspw.</b> | beispielsweise                     |
| <b>B1</b>    | Bosniak-Kategorie 1                |
| <b>B2</b>    | Bosniak-Kategorie 2                |
| <b>B2f</b>   | Bosniak-Kategorie 2f               |
| <b>B3</b>    | Bosniak-Kategorie 3                |
| <b>B4</b>    | Bosniak-Kategorie 4                |
| <b>CT</b>    | Computertomografie                 |
| <b>CTC</b>   | CT-Kolonografie                    |
| <b>HE</b>    | Hounsfield-Einheiten               |
| <b>i. v.</b> | intravenös                         |
| <b>KM</b>    | Kontrastmittel                     |
| <b>LK</b>    | Lymphknoten                        |
| <b>m</b>     | männlich                           |
| <b>MRT</b>   | Magnetresonanztomografie           |
| <b>n</b>     | Anzahl                             |
| <b>NZK</b>   | Nierenzellkarzinom                 |
| <b>PET</b>   | Positronenemissionstomografie      |
| <b>RF</b>    | Raumforderung                      |
| <b>S</b>     | Spannweite                         |
| <b>s</b>     | Standardabweichung                 |
| <b>Sek.</b>  | Sekunde                            |
| <b>Tab.</b>  | Tabelle                            |
| <b>UKH</b>   | Universitätsklinikum Halle (Saale) |
| <b>V. a.</b> | Verdacht auf                       |
| <b>w</b>     | weiblich                           |
| <b>ZB</b>    | Zusatzbefund                       |
| <b>Z. n.</b> | Zustand nach                       |

# **1 Einleitung**

## **1.1 Allgemeine Einführung in die Thematik**

Die Medizintechnik erfuhr v. a. in den 70er und 80er Jahren durch die Entwicklung der CT einen enormen Fortschritt. Maßgeblich an diesem Durchbruch beteiligt war Godfrey N. Hounsfield (1919–2004), der 1979 zusammen mit Allan M. Cormack (1924–1998) für seine Pionierarbeiten an der CT-Technik den Nobelpreis für Physiologie und Medizin erhielt.

Heute bietet die CT u. a. durch präzise Visualisierung von Gewebsstrukturen (Lumbreras et al. 2010) und hohen Patientenkomfort zahlreiche Einsatzmöglichkeiten und ist in der klinischen Diagnostik unverzichtbar geworden (Rieger et al. 2002; Sampson et al. 2006; Behbahani et al. 2016). Die zunehmende Verfügbarkeit (Mettler et al. 2008) und steigende Qualität nicht invasiver diagnostischer Bildgebung (Berland et al. 2010; Kapoor et al. 2011) bringen jedoch auch einige Herausforderungen ethischer Natur mit sich (Zalis et al. 2005; Hoffmann und Schmücker 2011). So werden im Rahmen der CT-Diagnostik oftmals Befunde erhoben, deren Diagnostik zu Beginn der Untersuchung nicht beabsichtigt war (Berland et al. 2010; Lumbreras et al. 2010) und für deren Management wenige offizielle Leitlinien existieren bzw. diese noch inkonsistent sind (Lawrenz und Sobotka 2008; Berland et al. 2010).

## **1.2 Definition von Zusatzbefunden**

Ein Zusatzbefund (ZB) oder inzidenteller Befund beschreibt das Ergebnis einer medizinischen Untersuchung, welches vor dieser noch nicht diagnostiziert wurde und unbekannt war (Schmücker 2012). Die Fragestellung und die klinische Indikation aufgrund welcher die Untersuchung ursprünglich durchgeführt wurde, liefern keinen Hinweis auf das Vorhandensein eines solchen ZB (Illes et al. 2006; Berland et al. 2010). Dabei kann der Befund möglicherweise für die Gesundheit des Patienten von Bedeutung sein (Wolf et al. 2008). Es kann sich bspw. um eine Pathologie, Anomalie oder Varianz in einem Organsystem oder Gewebe handeln, die in der Regel aber keine Symptome oder Beschwerden verursachen. Die Pathogenität oder Ätiologie wird durch den Begriff nicht beschrieben (Mirilas und Skandalakis 2002). Die Definition findet sowohl in klinischen Untersuchungen als auch im Kontext der medizinischen Forschung Verwendung (Wolf et al. 2008). Sie ist vom Gesundheitszustand des

Patienten bzw. Probanden unabhängig, sofern bei nicht beschwerdefreien Patienten die Symptomatik nicht durch den ZB erklärbar ist (Hoffmann und Schmücker 2011).

Eine weitere Bezeichnung für einen ZB, die manchmal von englischsprachigen Autoren synonym verwendet wird, ist das Inzidentalom (engl.: *incidentaloma*; Behbahani et al. 2016). Meistens bezieht sich der Terminus jedoch ausschließlich auf die zufällige Entdeckung von nicht hormonproduzierenden Tumoren in einer radiologischen Bildgebung bei komplett asymptomatischen Patienten (Molitch 2009; Chojniak 2015).

Darüber hinaus sollte der Begriff laut Mirilas und Skandalakis (2002) einzig für die Bezeichnung eines zufällig entdeckten Nebennierentumors und nicht für den ZB eines anderen endokrinen Organs verwendet werden. So repräsentieren Inzidentalome in der Fachliteratur fast immer Nebennierentumore, die lediglich eine Unterkategorie der ZB bilden und nicht mit diesen gleich zu setzen sind (Arnaldi et al. 2000; Baenkler 2001).

Steht die Untersuchung weiterhin in Verbindung mit dem Staging einer Tumorerkrankung oder besteht der konkrete Verdacht einer solchen, ist der Begriff Inzidentalom für einen neu entdeckten Tumor hinfällig (Grumbach et al. 2003).

Als weitere wichtige Abgrenzung sollten ZB nicht als unerwartete Befunde betitelt werden, da nach L. S. Parker (2008) einige klinische Tests und Untersuchungen bekanntlich dazu neigen, ZB zu generieren. Folglich trifft die Beschreibung als „unerwartet“ bei diesen nicht zu. Im Bezug auf MRT-Untersuchungen des Kopfes sprechen Illes et al. (2006) gleichermaßen davon, dass ZB zu erwarten sind und weniger einen zufälligen Charakter aufweisen, selbst wenn sich die definitive Entität letztendlich bei dem zu erwartenden ZB nicht vorhersagen lässt.

Benigne Nebennierenadenome werden heute wegen ihres häufigen Vorkommens in der allgemeinen Bevölkerung bspw. dazu gezählt, auch wenn sie auf den einzelnen Patienten bezogen unerwartet sein mögen.

In der folgenden Arbeit wurden sämtliche CT-Befunde der Niere ermittelt, die den Kriterien eines ZB entsprechen.

### **1.3 Einteilung der Befundrelevanz**

In der Literatur gibt es verschiedene Ansätze, inzidentelle Befunde nach klinischer Relevanz zu sortieren. Die Interpretation der ZB in dieser Studie richtet sich nach der Einteilung von Lumbreras et al. aus dem Jahr 2010, da diese bis dato die umfassendste Klassifizierung von ZB bietet. Sie erfolgt anhand der klinischen

Bedeutung der ZB in die drei Kategorien hohe klinische Relevanz (engl.: *major*), mäßige klinische Relevanz (engl.: *moderate*) und klinisch geringe Relevanz (engl.: *minor*). In Tabelle 1 findet sich ein modifizierter, exemplarischer Auszug der Klassifikation.

In dieser Arbeit wurden die ZB in der Niere analog dieser Klassifizierung in die Kategorien 1 (klinisch relevant), 2 (potentiell klinisch relevant) und 3 (klinisch gering relevant) eingeteilt.

**Tab. 1** Exemplarischer Auszug aus der Klassifikation von ZB nach klinischer Relevanz (modifiziert nach Lumbreras et al. 2010).

| Hohe klinische Relevanz   | Mäßige klinische Relevanz  | Klinisch gering relevant  |
|---|--|---|
| <b>ZB der Peritonealhöhle</b>   |  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Appendizitis</li> <li>• Unklare retroperitoneale RF<sup>1</sup></li> <li>• RF<sup>1</sup> des Beckens</li> <li>• Aszites</li> <li>• Unklare Weichteil-RF<sup>1</sup> in der abdominalen Wand</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistenhernie</li> <li>• Freie Flüssigkeit im Becken</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konkrement der Appendix</li> <li>• Nabelhernie</li> </ul>  |
| <b>Renoadrenale ZB</b>  |  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unklare RF<sup>1</sup> der Nebenniere</li> <li>• Hydronephrose mit Parenchymreduktion</li> <li>• RF<sup>1</sup> der Niere</li> <li>• Bilaterale schwere Nierenparenchymreduktion</li> <li>• Maldescensus testis</li> <li>• Gallenblasenwandverdickung</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nebennierenadenom</li> <li>• Benigne Nebennieren-RF<sup>1</sup></li> <li>• Hydronephrose</li> <li>• Unklare LK<sup>2</sup>-Vergrößerung der Nebenniere</li> <li>• Prostatavergrößerung</li> <li>• Angiomyolipom der Niere</li> <li>• Parenchymreduktion der Niere</li> <li>• Einzelniere</li> <li>• Pyelonephritis</li> <li>• Urethraobstruktion</li> <li>• Komplexe Nierenzyste</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Myolipom der Nebenniere</li> <li>• Blasendivertikel</li> <li>• Harnblasenkonkrement</li> <li>• Fehlende Gallenblase</li> <li>• Leichte Parenchymreduktion der Niere</li> <li>• Renale Atrophie</li> <li>• Renale Kalzifizierung</li> <li>• Nierenzyste</li> <li>• Malrotation der Niere</li> <li>• Nierenstein</li> <li>• Ureterstein</li> </ul> |
| <b>ZB des Gastrointestinaltrakts</b>  |  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darmobstruktion</li> <li>• RF<sup>1</sup> des Magens</li> <li>• Darmwandverdickung</li> <li>• RF<sup>1</sup> oder Verdickung des terminalen Ileums</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hyperplastischer Kolonpolyp</li> <li>• Entzündung des Darms</li> <li>• Divertikulose</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hiatushernie</li> <li>• Zwerchfellhernie</li> <li>• Fokale Gastritis</li> <li>• Magenfundusdivertikel</li> <li>• Proktitis</li> </ul>  |
| <b>ZB des Thorax</b>  |  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kardiomegalie</li> <li>• Idiopathische Lungenfibrose</li> <li>• Pneumothorax</li> <li>• Pulmonaler Embolus</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bronchiektasie</li> <li>• Emphysematöse Bullae</li> <li>• Vergrößerte LK<sup>2</sup> der Lunge</li> <li>• Lungenparenchymverschattung</li> <li>• Interstitielles Infiltrat oder Verdichtung der Lunge</li> <li>• Pleura- oder Perikarderguss</li> <li>• Mitralklappenringkalzifizierung</li> <li>• Tracheomalazie</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalzifizierte LK<sup>2</sup> der Lunge</li> <li>• Pleuraplaques</li> <li>• Subkutanes Emphysem</li> <li>• Zwerchfellverkalkung</li> <li>• Subsegmentale, basale Lungenatelektase oder Vernarbung</li> <li>• Zystische Lungenläsion</li> <li>• Granulom des Perikards</li> </ul>  |
| RF <sup>1</sup> = Raumforderung; LK <sup>2</sup> = Lymphknoten  |  |   |

Für die Einteilung zystischer Nieren-ZB wurde die Klassifikation nach Bosniak herangezogen (Bosniak 1986; Israel und Bosniak 2005a; Israel und Bosniak 2005b; Bosniak 2012). Es werden vier Kategorien von Nierenzysten unterschieden:

**Tab. 2** Klassifizierung zystischer Nierenbefunde nach Bosniak.

| Kategorie | Merkmale der zystischen Läsionen  |
|-----------|---|
| 1         | Benigne Nierenzyste mit homogener Binnenstruktur und glatt begrenzter, dünner Wand; wasserisodens (+/- 20 HE)   |
| 2         | Gutartige zystische Läsion mit geringen Binnenstrukturen wie z. B. feine Septierung, leichte Kalzifizierung der Wände oder Septen oder homogen erhöhte Dichtewerte; max. Durchmesser: < 3 cm                      |
| 2f        | Zystische Läsion mit Binnenstrukturen wie z. B. Septen (evtl. mit nicht messbarer Aufnahme von Kontrastmittel); kleine Kalzifizierungen und Kalzifizierung der Septen und Wände möglich; hyperdense Zysten > 3 cm |
| 3         | Teilweise irreguläre Wandverdickung; Septen oder Wände nehmen evtl. messbar Kontrastmittel auf  |
| 4         | Zystische maligne Läsionen, die alle Merkmale von Kategorie 3 aufweisen können, aber auch kontrastmittelaufnehmende, solide Anteile besitzen  |

### 1.3.1 Klinisch relevante Zusatzbefunde (Kategorie 1)

Hierzu wurden renale Veränderungen gezählt, die höchstwahrscheinlich maligner Genese waren oder die Gesundheit des Patienten in absehbarem Zeitraum beeinträchtigten. Diese Veränderungen erforderten eine dringende weiterführende Abklärung bzw. Therapie.

Zu den klinisch relevanten ZB gehörten:

- › Nierenzellkarzinome (NZK)
- › Metastasen
- › Nierenzysten der Bosniak-Kategorien 3 und 4
- › bilaterale Schrumpfnieren
- › Lymphome der Niere
- › andere maligne Tumoren (z. B. Urothelkarzinome, Liposarkome)
- › sonstige Raumforderungen (RF) mit einem Durchmesser über 1 cm, die Kontrastmittel (KM) aufnahmen.

### 1.3.2 Potentiell klinisch relevante Zusatzbefunde (Kategorie 2)

Dieser Kategorie wurden Befunde zugeordnet, die möglicherweise im Verlauf eine weitere Abklärung oder Therapie benötigten, zum Untersuchungszeitpunkt jedoch eher

gutartige Kriterien erfüllten. Es bestand kein sofortiger Handlungsbedarf, Verlaufskontrollen zum Ausschluss einer malignen Entartung wurden aber empfohlen. Zu den möglicherweise klinisch relevanten ZB wurden gezählt:

- › eingeschränkte Mark-Rinden-Differenzierbarkeit (z. B. V. a. Niereninfarkt)
- › potentiell komplizierte Nierenzysten der Bosniak-Kategorie 2f
- › benigne Tumoren (z. B. Angiomyolipome, Onkozytome)
- › unilaterale (polyzystische) Schrumpfnieren
- › unilateral polyzystisch vergrößerte Nieren
- › unilaterale Nierenagenesie
- › bilaterale Nierenparenchymrarefizierungen, die nicht durch das Patientenalter erklärbar waren.

### **1.3.3 Klinisch gering relevante Zusatzbefunde (Kategorie 3)**

Als klinisch gering relevante ZB der Niere wurden Befunde angesehen, die bildmorphologisch höchstwahrscheinlich gutartig waren, keine malignen Kriterien aufwiesen und demnach keine weitere dringende Abklärung erforderten.

Hierzu gehörten:

- › Nierenzysten der Bosniak-Kategorien 1 und 2
- › Lipome
- › Nephrolithiasis
- › Parenchymkalzifizierungen (postentzündlich, postinterventionell oder andere)
- › Parenchymnarben (z. B. bei Z. n. Niereninfarkt)
- › anatomische Lage- und Anlageanomalien (z. B. Hufeisennieren, Doppelnieren, Beckennieren etc.)
- › unilaterale Nierenparenchymrarefizierungen, die nicht durch das Patientenalter erklärbar waren.

## **1.4 Häufigkeit von Zusatzbefunden**

Da nicht nur die Anwendung radiologischer Diagnostik wie Ultraschall-Untersuchungen, CT-, MRT- und PET-Bildgebungen stark zugenommen hat (Mettler, JR et al. 2009; Rabjerg et al. 2014), sondern auch die Technik immer wieder

Verbesserungen erfährt (Kalra et al. 2005), finden sich folglich auch häufiger ZB in den radiologischen Untersuchungen (Bovio et al. 2006; Berland et al. 2010).

So haben Wagner et al. (2002) in einer retrospektiven Studie herausgefunden, dass seit der Einführung des digitalen Bildarchivierungs- und Kommunikationssystems PACS (engl. „*picture achieving and communication system*“) am radiologischen Department der Thomas Jefferson Uniklinik in Philadelphia die Häufigkeit von ZB in der MRT über einen Zeitraum von 5 Jahren signifikant anstieg. Pro Jahr wurden jeweils 500 MRT-Untersuchungen der lumbalen Wirbelsäule ausgewertet. Wagner et al. (2002) kamen zu dem Ergebnis, dass in dem Jahr vor der PACS-Implementierung die Häufigkeit von ZB in den Untersuchungen bei 3,8 % (n = 19) und drei Jahre nach der Umstellung bereits bei 10 % (n = 50) lag.

Mit der Erfassung der Prävalenz bestimmter ZB in medizinischen Untersuchungen beschäftigten sich einige vorangehende Arbeiten. Für Nebennierentumore, die zu den häufigen Inzidentalomen zählen, zeigte sich z. B. bei autoptischen Untersuchungen bei Erwachsenen eine Prävalenz von 4–8 % (Grumbach et al. 2003; Aeschlimann und Siegenthaler 2005).

2009 fasste Molitch die Prävalenzangaben mehrerer bis dahin publizierter Studien zusammen und berichtete von einem durchschnittlichen Auftreten von Hypophysentumoren als ZB bei Autopsien von 10,7 % (2.023 / 18.902 der Untersuchten).

Bei Leberhämangiomen lag die Prävalenz um 5–7 % (Scheffel et al. 2012).

Bezogen sich Studien nicht nur auf die ZB *eines* Organsystems, sondern auf *alle* potentiellen ZB in der untersuchten Körperregion, konnten deutlich höhere Prävalenzen erfasst werden.

Es zeigte sich, dass bei Untersuchungen des Abdomens – v. a. bei Abdomen-CT-Untersuchungen – die meisten ZB detektiert wurden (Paluska et al. 2007; Orme et al. 2010; Baugh et al. 2014; Fakler et al. 2014). Dies konnten Yee et al. (2005) in ihrer Studie zur Diagnostik bei Patienten mit kolorektalen Tumoren ebenfalls nachweisen. Sie detektierten bei insgesamt 63 % der asymptomatischen Patienten (315 / 500) mit einer CT-Abdomen-Untersuchung ZB, die nicht mit einem kolorektalen Malignom assoziiert waren.

Vergleichbare Zahlen zeigten auch die Arbeiten von Treskes et al. (2016) in ihrer Studie zu ZB in der CT bei Polytraumapatienten, in der die meisten ZB (66,2 %) im Bereich des Abdomens oder des Beckens zu finden waren.

Bei kardiologischen CT-Untersuchungen, deren Fokus ursprünglich auf der Beurteilung von Erkrankungen des Herzens lag, traten in 37–70,6 % der Fälle extrakardiale ZB auf

(Hunold et al. 2001; Onuma et al. 2006; Gil et al. 2007; Machaalany et al. 2009; Lazoura et al. 2010; Yiginer et al. 2010).

Die Prävalenz von ZB in CT-Thorax-Untersuchungen in der Arbeit von Aldington et al. (2011) lag dagegen mit 19,9 % deutlich niedriger.

Diskrepanzen in der Prävalenz, die sich in den unterschiedlichen Studien zeigten, unterliegen vielen Faktoren. Sie kommen u. a. durch nicht konforme Untersuchungsprotokolle (Aldington et al. 2011), verschieden große Patientenkollektive (Yee et al. 2005) und durch das Fehlen einer einheitlichen Klassifikation von ZB zustande (Yap et al. 2015).

Dies zeigte sich auch beim Vergleich von retrospektiven Studien zur Ermittlung der Prävalenz von ZB im Schädel-MRT. Während Katzman et al. (1999) in ihrer Studie bei 180 von 1.000 gesunden Patienten (18 %) mind. einen ZB fanden, wiesen Illes et al. (2004) bei 47 % ihrer Studienpopulation (n = 151) einen ZB nach.

Allgemein lässt sich festhalten, dass inzidentelle Befunde in der vorangehenden Literatur eine hohe Prävalenz haben, die je nach Art der Bildgebung, Körperregion und Zusammensetzung des Patientenkollektivs stark variiert (Aldington et al. 2011; Staab et al. 2014; Yap et al. 2015) und auf bis zu 77,9 % geschätzt wird (Boutet et al. 2016).

## **2 Zielstellung**

Viele der vorangehenden Arbeiten, die sich mit Prävalenzen von ZB in medizinischen Bildgebungen befasst haben, beziehen sich entweder auf eine bestimmte radiologische Untersuchung (z. B. CT-Kolonografie, Kardio-CT- oder Thorax-CT-Untersuchung) oder umfassten wesentlich kleinere Patientengruppen, die teilweise selektiert waren.

Bisher existiert keine Arbeit, die alle CT-Untersuchungen eines größeren, unselektierten Patientenkollektivs auf ZB in der Niere untersuchte und diese anhand ihrer klinischen Bedeutung kategorisierte.

Ziel dieser Arbeit war es daher, einerseits die Prävalenz verschiedener renaler ZB in CT-Untersuchungen zu ermitteln und diese Befunde nach ihrer klinischen Relevanz in die Kategorien 1 (klinisch relevant) bis 3 (klinisch gering relevant) einzuordnen.

Andererseits sollte die Häufigkeit der renalen Metastasierung von Malignomen bestimmt und die akquirierten Daten mit der existierenden Fachliteratur verglichen werden.

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Studiendesign

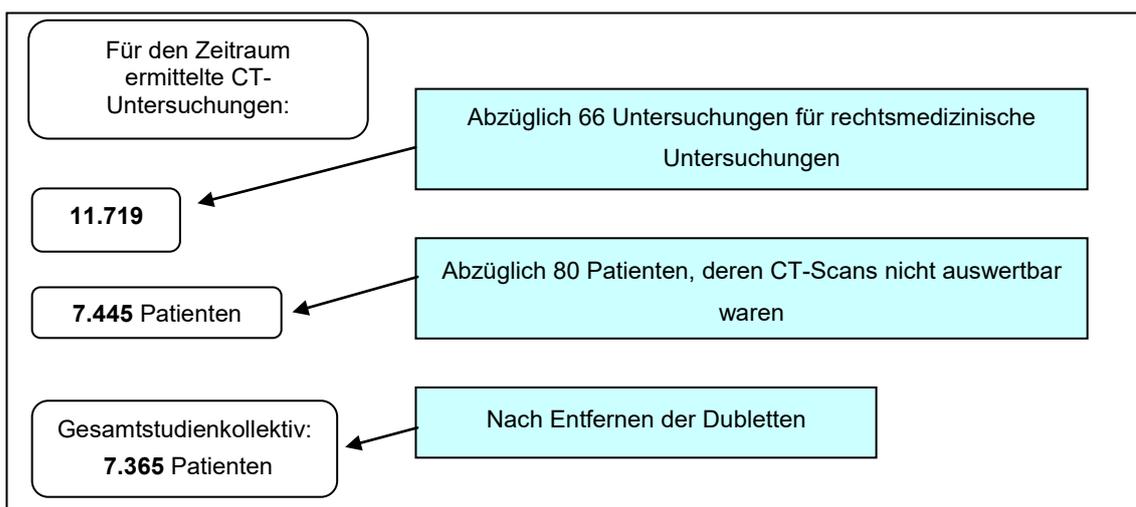
Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine retrospektive, monozentrische Studie. Für die Durchführung der Studie liegt ein positives Ethikvotum vor.

#### 3.2 Patientenkollektiv

In die Studie wurden alle Patienten, die im Zeitraum vom 01.01.2006 bis einschließlich 28.02.2014 an der Klinik für diagnostische Radiologie des Universitätsklinikums Halle (UKH) mind. eine CT-Untersuchung erhielten, in der die Nieren miterfasst wurden, eingeschlossen (n = 11.785 CT-Untersuchungen).

Nach Ausschluss der Datensätze, die für rechtsmedizinische Zwecke erstellt wurden, lag die Anzahl bei 11.719. Da einige Patienten am UKH mehrere CT-Bildgebungen erhalten hatten, ergab sich ein Kollektiv von insgesamt 7.445 Patienten. Davon konnten wiederum 80 Patienten, bei denen die Nieren aufgrund schlechter Bildqualität, Artefakten oder aus anderen Gründen nicht ausreichend zu beurteilen waren, nicht in die Statistik aufgenommen werden.

Das Gesamtkollektiv der Studie umfasste letztendlich 7.365 Patienten (Abbildung 1).



**Abb. 1** Zusammensetzung des Gesamtkollektivs.

Die Patienten, die in die Studie aufgenommen wurden, erhielten zwischen 1 und 25 CT-Untersuchungen (durchschnittlich 1,6 Untersuchungen pro Patient).

In der Studiengruppe waren 60,3 % (n = 4.441) der Personen männlich und 39,7 % (n = 2.924) weiblich.

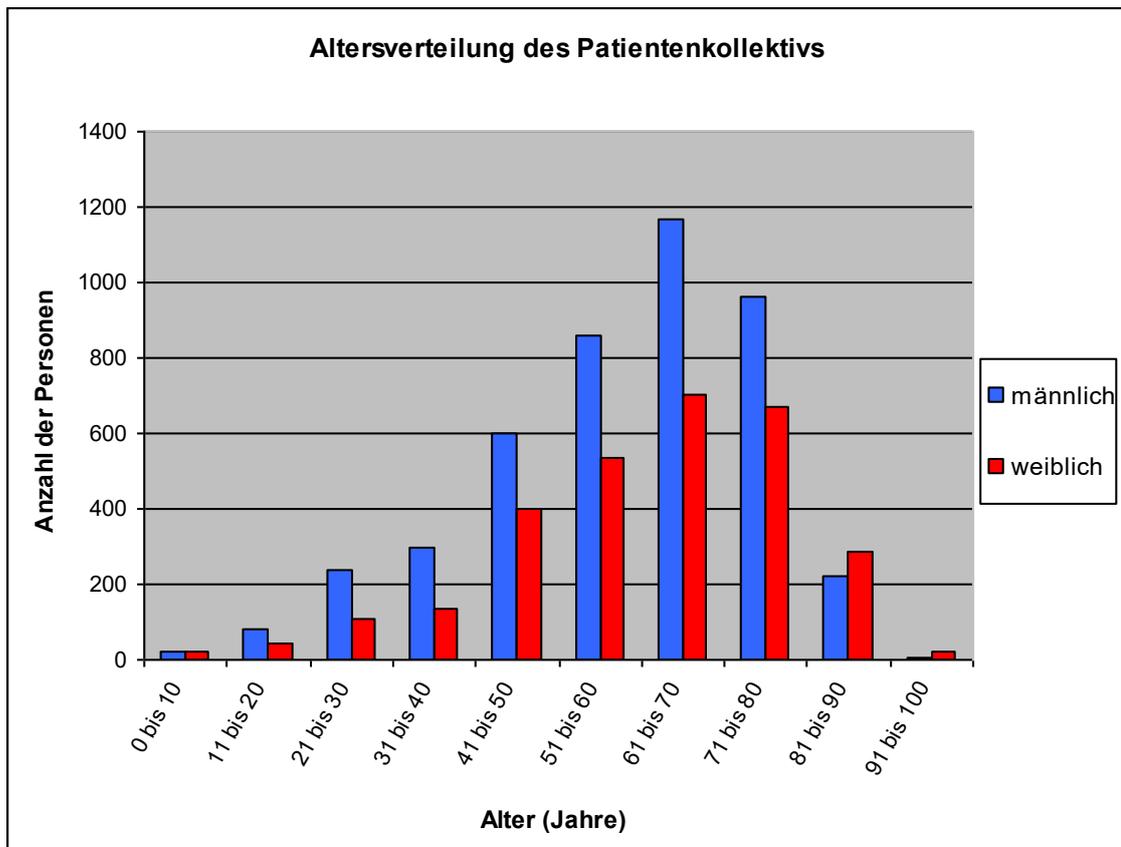
Das mittlere Alter aller Patienten lag zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung bei 59,8 Jahren mit einer Standardabweichung (s) von 16,7 Jahren und einer Spannweite (S) von 1 Woche bis 95 Jahren. Der Altersmedian aller Untersuchten lag bei 63 Jahren.

Bei der männlichen Kohorte lag das Durchschnittsalter bei 58,7 Jahren (s = 16,5) mit einer Spannweite von einem Monat bis 92 Jahren und einem Median von 62 Jahren.

Weibliche Patienten waren durchschnittlich 61,3 Jahre alt (s = 16,8; S = 1 Woche bis 95 Jahre). Der Median lag bei 64 Jahren.

In der Abbildung 2 ist die Altersverteilung der weiblichen und männlichen Untersuchten grafisch dargestellt.

Aus dem Diagramm lässt sich entnehmen, dass die Anzahl der untersuchten Patienten bei beiden Geschlechtern mit zunehmendem Lebensalter bis zur Altersgruppe von 61 bis 70 Jahren kontinuierlich anstieg. Danach nahmen die Patientenzahlen bei beiden Geschlechtern wieder rasch ab.



**Abb. 2** Patientenkollektiv nach Alter und Geschlecht aufgeteilt.

Die Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die Anzahl der weiblichen und männlichen Patienten in den verschiedenen Altersgruppen.

**Tab. 3** Anzahl aller Patienten in den verschiedenen Altersgruppen in Abhängigkeit vom Geschlecht.

| Alter (Jahre)    | Patienten (n) | Patientinnen (n) |
|------------------|---------------|------------------|
| 0 bis 10         | 22            | 21               |
| 11 bis 20        | 79            | 41               |
| 21 bis 30        | 239           | 108              |
| 31 bis 40        | 295           | 136              |
| 41 bis 50        | 599           | 402              |
| 51 bis 60        | 857           | 534              |
| 61 bis 70        | 1.167         | 703              |
| 71 bis 80        | 960           | 671              |
| 81 bis 90        | 219           | 289              |
| 91 bis 100       | 4             | 19               |
| <b>Insgesamt</b> | <b>4.441</b>  | <b>2.924</b>     |

### 3.3 Modalitäten der Computertomografie

Während des Untersuchungszeitraums wurden am Institut für Diagnostische Radiologie des UKH zwei 64-Zeilen-Multidetektor CT-Systeme (*SOMATOM Sensation 64*, Siemens, Erlangen, Deutschland und *Aquilion 64*, Toshiba, Neuss, Deutschland) für die Erstellung der CT-Scans verwendet. Die Untersuchungen erfolgten nach am UKH standardisierten Protokollen in Abhängigkeit von der Fragestellung und Klinik. Die Schichtdicke der Scans lag zwischen 2 und 5 mm. Typische Bildparameter waren 120 kV und 150–300 mAs. Der Pitch war abhängig von der Indikation und Körpergröße des Patienten und lag zwischen 0,6 und 1,2.

Je nach Körpergewicht des Patienten wurden 60–140 ml eines jodhaltigen, nicht-ionischen KM (Solut-© rast 370, Bracco Imaging Germany GmbH, Konstanz, Deutschland) mit Hilfe eines automatischen Injektionssystems mit einer Flussrate zwischen 1,5 und 3,5 ml/s über einen peripheren Zugang mit einer Verzögerung von 12–50 Sek. intravenös (i. v.) verabreicht.

Dabei wurden multiphasische Untersuchungen mit bis zu drei KM-Phasen durchgeführt. Die Aufnahmen in der arteriellen Phase erfolgten zwischen 30 und 60 Sek. nach KM-Injektion, Aufnahmen in der portalvenösen Phase zwischen 60 und 90 Sek. nach KM-Injektion und Aufnahmen in der spätvenösen Phase zwischen 120 und 150 Sek. nach KM-Injektion.

### 3.4 Datenerfassung

Mit Hilfe der Suchfunktion des am UKH verwendeten Centricity PACS (GE Healthcare, Chalfont St Giles, Großbritannien TM) wurden CT-Datensätze mit folgender Bezeichnung für den definierten Zeitraum aufgerufen:

- › Angio-CT (CTA)
- › Angio-CT der Aorta (CTAA)
- › Bein-Becken-Angio-CT (CTABBA)
- › Abdomen-Angio-CT (CTAABD)
- › Thorax-Abdomen-CT (CTTAB)
- › Ganzkörperstaging-CT (CTGKRESTAG)
- › Polytrauma-CT (CTPOLY)

Die für die Studie relevanten Daten wurden mit dem Programm Office Excel 2003 von Microsoft® erfasst, retrospektiv ausgewertet und zur Darstellung gebracht.

Folgende Patientendaten wurden dokumentiert:

- › persönliche Daten: Name, Vorname, Geburtsdatum, Geschlecht, maligne Vorerkrankungen
- › Untersuchungsdatum und Alter zum Zeitpunkt der Untersuchung
- › Anzahl und Art des renalen ZB sowie dessen Lokalisation
- › Indikation für die CT-Untersuchung am UKH

Aus dem Informationssystem ORBIS®, welches am UKH verwendet wurde, standen außerdem digitalisierte Befunde aus der Pathologie und Sonografie sowie Entlassungsbriefe der Patienten zur Verfügung.

Nach Sichtung der Befunde im ORBIS® wurden solche, die zum Zeitpunkt der CT-Untersuchung bereits bekannt oder zuvor diagnostiziert waren, aus der Studie als ZB ausgeschlossen.

Die bildmorphologischen Eigenschaften aller Nierenbefunde wurden hinsichtlich ihrer Größe, Lokalisation, Art, Dichte und ihres KM-Verhaltens (keine, heterogene oder homogene KM-Aufnahme) beurteilt. Standen mehrere KM-Phasen zur Verfügung, wurde auch das unterschiedliche KM-Aufnahmeverhalten der Läsionen (z. B. schnell oder verzögert) in die Beurteilung einbezogen. Die Dichte wurde in Hounsfield-Einheiten (HE) und die max. Ausmaße der Befunde in allen drei Ebenen gemessen.

### 3.5 Datenauswertung

Die Datenauswertung wurde mit den Programmen Microsoft® Office Excel, Word und Picture Manager 2003 sowie einem Online Statistikrechner durchgeführt (<http://jumk.de/statistik-rechner>).

Die absoluten Häufigkeiten der detektieren ZB sowie die relativen Prozentsätze im Verhältnis zum Gesamtkollektiv der Patienten (n = 7.365) und zu allen ZB wurden ermittelt, wobei die Ergebnisse jeweils auf die 1. Nachkommastelle auf- bzw. abgerundet wurden.

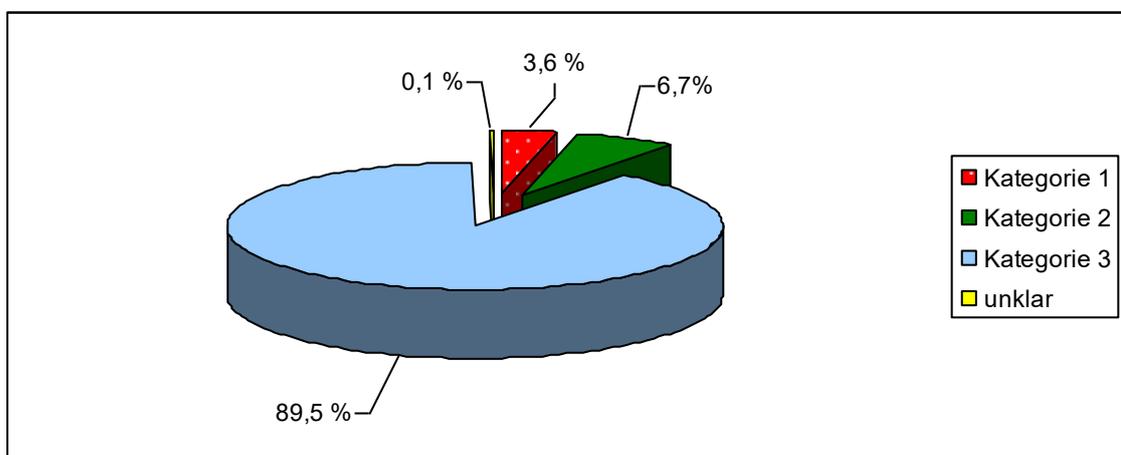
Patienten mit mehreren ZB ähnlicher oder gleicher Entität wurden jeweils nach dem Befund mit der höchsten Relevanz bzw. der höchsten Kategorie eingeteilt. Bei Nierenzysten wurde dabei die Bosniak-Klassifikation herangezogen (vgl. Kapitel 1.3), bei renalen Kalzifizierungen wurden Patienten mit kalzifizierten Papillenspitzen *und* Nierensteinen zur Kategorie der Nierensteine gezählt.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Übersicht aller Zusatzbefunde

In dieser Studie konnte bei 2.756 der 7.365 Patienten (37,4 %) mind. ein ZB erhoben werden. Davon erfüllten 123 Befunde (3,6 %) die Kriterien eines klinisch relevanten ZB (Kategorie 1), 231 (6,7 %) waren möglicherweise klinisch relevant (Kategorie 2) und 3.066 (89,5 %) waren benigne (Kategorie 3).

5 Befunde (0,1 %) konnten nicht sicher eingeordnet werden, da sie teilweise maligne und benigne Kriterien aufwiesen und keine weitere Abklärung erfolgte (Abbildung 3).



**Abb. 3** Aufteilung der ZB nach klinischer Relevanz.

Bei der Befunderhebung wurden bei einigen Patienten mehrere ZB detektiert, sodass die Gesamtzahl der ZB 3.425 (= 1,2 ZB pro Person) betrug.

In der folgenden Übersicht über die Ergebnisse wurde, sofern nicht anders vermerkt, der Anteil der jeweiligen ZB aller Patienten mit ZB (n = 2.756) angegeben.

In den Tabellen 4 und 5 können die absoluten und relativen Häufigkeiten des Auftretens der unterschiedlichen CT-ZB dieser Studie sowie deren jeweilige Kategorie der klinischen Relevanz entnommen werden. Raumfordernde und zystische Nierenbefunde wurden von nicht raumfordernden ZB wegen der Übersichtlichkeit in den Tabellen getrennt.

**Tab. 4** Gesamtüberblick der raumfordernden ZB der Niere.

| Entität  | n     | Anteil aller Patienten mit ZB (%) | Anteil aller Patienten (%) | Davon histologisch gesichert (n) | Kategorie der klinischen Relevanz |
|--|-------|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Maligne RF</b>  | 68    | 2,5                               | 0,9                        | 25                               | 1                                 |
| Nierenzellkarzinome  | 30    | 1,1                               | 0,4                        | 22                               | 1                                 |
| Metastasen   | 29    | 1,1                               | 0,4                        | 0                                | 1                                 |
| Lymphome   | 7     | 0,3                               | 0,1                        | 0                                | 1                                 |
| Andere maligne Tumore  | 2     | 0,1                               | 0,03                       | 1                                | 1                                 |
| <b>Gutartige Tumoren</b>   | 43    | 1,6                               | 0,6                        | 4                                | 2, 3                              |
| Lipome   | 25    | 0,9                               | 0,3                        | 0                                | 3                                 |
| Andere lipomatöse RF   | 13    | 0,5                               | 0,9                        | 1                                | 2                                 |
| Onkozytome   | 4     | 0,1                               | 0,1                        | 2                                | 2                                 |
| Leiomyom   | 1     | 0,04                              | 0,01                       | 1                                | 2                                 |
| <b>Nierenzysten</b>  | 2.369 | 86                                | 32,2                       | 0                                | 1–3                               |
| Bosniak-Kategorie 1*   | 2.054 | 74,5                              | 27,9                       | 0                                | 3                                 |
| Bosniak-Kategorie 2*   | 249   | 9                                 | 3,4                        | 0                                | 3                                 |
| Bosniak-Kategorie 2f*  | 30    | 1,1                               | 0,4                        | 0                                | 2                                 |
| Bosniak-Kategorie 3*   | 25    | 0,9                               | 0,3                        | 0                                | 1                                 |
| Bosniak-Kategorie 4*   | 11    | 0,4                               | 0,1                        | 0                                | 1                                 |
| * Patienten mit Nierenzysten unterschiedlicher Bosniak-Kategorien wurden jeweils der entsprechend höchsten Kategorie zugeordnet. |       |                                   |                            |                                  |                                   |

Sofern zusätzlich histologische Befunde der Patienten vorlagen, die den jeweiligen, radiologisch gestellten Befund bestätigen konnten, wurde dies ebenfalls in Tabelle 4 vermerkt.

Histologische Befunde konnten insgesamt bei 25 von 68 der malignen RF (36,8 %) und bei 4 von 43 der benignen Nierentumoren (9,3 %) überprüft und zugeordnet werden.

Bei Nierenzysten als ZB und nicht raumfordernden ZB erfolgte keine histologische Abklärung.

Den größten Anteil der ZB bildeten zystische Läsionen (n = 2.369), die insgesamt bei 32,2 % des Patientenkollektivs detektiert wurden, gefolgt von Nierensteinen (n = 572), die bei 7,8 % der Patienten nachweisbar waren (Tabellen 4 und 5).

**Tab. 5** Gesamtüberblick der zystischen und der nicht raumfordernden ZB der Niere.

| Entität                        | n   | Anteil aller Patienten mit ZB (%) | Anteil aller Patienten (%) | Kategorie der klinischen Relevanz |
|--------------------------------|-----|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Nephrolithiasis                | 572 | 20,8                              | 7,8                        | 3                                 |
| Parenchymkalzifizierungen      | 30  | 1,1                               | 0,4                        | 3                                 |
| Parenchymnarben                | 74  | 2,7                               | 1                          | 3                                 |
| Lage- und Bildungsanomalien    | 49  | 1,8                               | 0,7                        | 2, 3                              |
| V. a. Niereninfarkt            | 105 | 3,8                               | 1,4                        | 2                                 |
| Schrumpfnieren                 | 55  | 2                                 | 0,7                        | 1, 2                              |
| V. a. Pyelonephritis / Abszess | 26  | 0,9                               | 0,4                        | 2                                 |
| Andere                         | 29  | 1,1                               | 0,4                        | 2, 3                              |
| Nicht zuordenbare ZB           | 5   | 0,2                               | 0,1                        | Nicht einteilbar                  |

## 4.2 Demografische Daten

Das mittlere Alter aller Patienten mit mind. einem ZB in den CT-Untersuchungen lag zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung, in der ein ZB entdeckt wurde, bei 65,5 Jahren (s = 13,8 Jahre). Der jüngste Studienteilnehmer war eine Woche und der älteste 95 Jahre alt. Der Median betrug 68 Jahre.

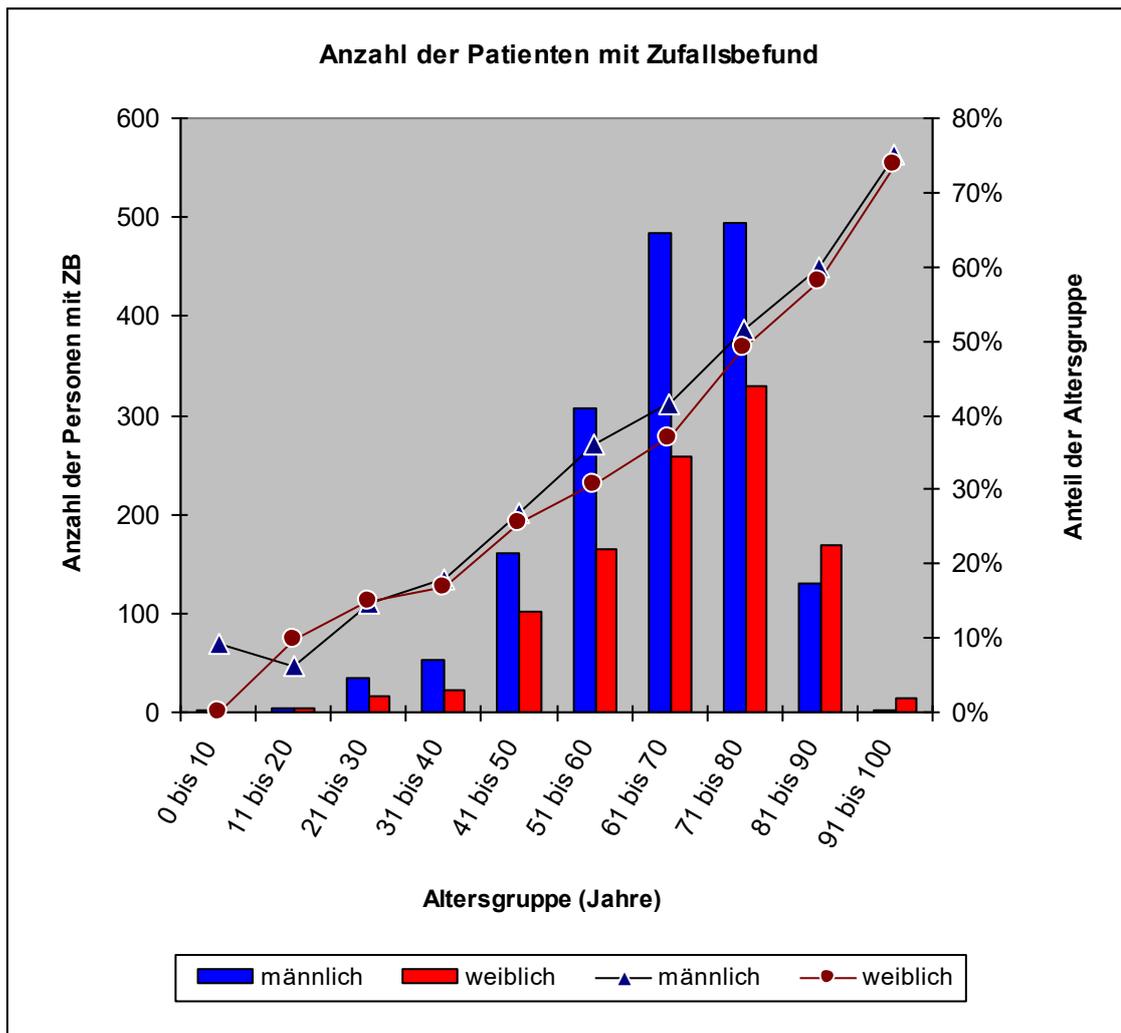
39,2 % der Patienten mit einem renalen ZB waren weiblich und 60,8 % männlich.

Das Durchschnittsalter der weiblichen Patienten lag mit 67,3 Jahren etwas höher als das der männlichen Patienten (64,4 Jahre).

Die Abbildung 4 zeigt die Altersverteilung der weiblichen und männlichen Patienten mit ZB zum Zeitpunkt der CT-Untersuchung, in der erstmals ein ZB detektiert wurde.

Aus dem Diagramm lässt sich entnehmen, dass es zwischen den weiblichen und männlichen Untersuchten zwischen 51 und 70 Jahren die größte Abweichung in der Prävalenz von inzidentellen Nierenbefunden gab. In der männlichen Kohorte wiesen in dieser Altersgruppe zwischen 4,7 und 5,2 % mehr Patienten renale ZB auf.

Darüber hinaus ergaben sich bei dem Vergleich der weiblichen und männlichen Patientengruppen keine wesentlichen Unterschiede in der Prävalenz von ZB.



**Abb. 4** Altersverteilung der Patienten mit ZB und prozentualer Anteil an der Gesamtpatientenanzahl der jeweiligen Altersgruppe und des Geschlechts (rechte Skala).

Desweiteren veranschaulicht die Grafik, dass die Prävalenz von ZB mit zunehmendem Alter der Untersuchten unabhängig vom Geschlecht nahezu linear zunimmt. Während bei den 21- bis 30-Jährigen die durchschnittliche Prävalenz noch bei 14,7 % lag, konnte bei den 81- bis 90-Jährigen ein Anstieg auf 59 % beobachtet werden.

#### 4.3 Klinisch relevante Zusatzbefunde der Niere (Kategorie 1)

Im Gesamtkollektiv wurden bei 120 Personen (1,6 %) insgesamt 123 klinisch relevante oder maligne ZB gefunden. Diese machten 3,6 % aller renalen ZB aus.

Die Patienten dieser Gruppe waren im Durchschnitt 66,6 Jahre alt ( $s = 13,9$ ;  $S = 22$  bis 91 Jahre).

Der Anteil der Patientinnen betrug 44,2 % mit einem Durchschnittsalter von 65,9 Jahren. 55,8% der Personen waren männlich mit einem Durchschnittsalter von 64 Jahren.

Die absoluten und relativen Häufigkeiten der einzelnen Entitäten dieser Kategorie sind in Tabelle 6 aufgeführt. Neben NZK (24,4 %) stellten Metastasen (23,6 %) und Nierenzysten der Bosniak-Kategorie 3 (20,3 %) die häufigsten klinisch relevanten Nieren-ZB in dieser Gruppe dar.

**Tab. 6** Übersicht der klinisch relevanten ZB.

| Entität                     | n  | Anteil an allen klinisch relevanten ZB (%) |
|-----------------------------|----|--|
| NZK                         | 30 | 24,4                                       |
| Metastasen                  | 29 | 23,6                                       |
| Nierenzysten Bosniak-Typ B3 | 25 | 20,3                                       |
| Bilaterale Schrumpfnieren   | 19 | 15,4                                       |
| Nierenzysten Bosniak-Typ B4 | 11 | 8,9  |
| Lymphome                    | 7  | 5,7  |
| Andere maligne Tumoren      | 2  | 1,6  |

#### 4.3.1 Nierenzellkarzinome

NZK (n = 30) kamen bei 1,1 % aller Patienten mit ZB vor. Die Patienten der Gruppe waren im Durchschnitt 65,9 Jahre alt (s = 11,1; S = 44 bis 84 Jahre).

Bei 22 von 30 Patienten (73,3 %) lagen zellhistologische Befunde vor, sodass bei diesen auch der Tumorzelltyp erfasst werden konnte.

Nach histologischer Abklärung war das hellzellige NZK das am häufigsten vertretene Malignom der Niere (n = 19). Weiterhin fanden sich ein papilläres, ein chromophobes und ein gemischtes NZK (hellzellig und papillär) unter den Tumorbefunden (Tabelle 7). Die übrigen 8 ZB präsentierten sich CT-morphologisch charakteristisch wie ein NZK und wurden daher in der Tabelle 7 unter „V. a. NZK“ aufgeführt.

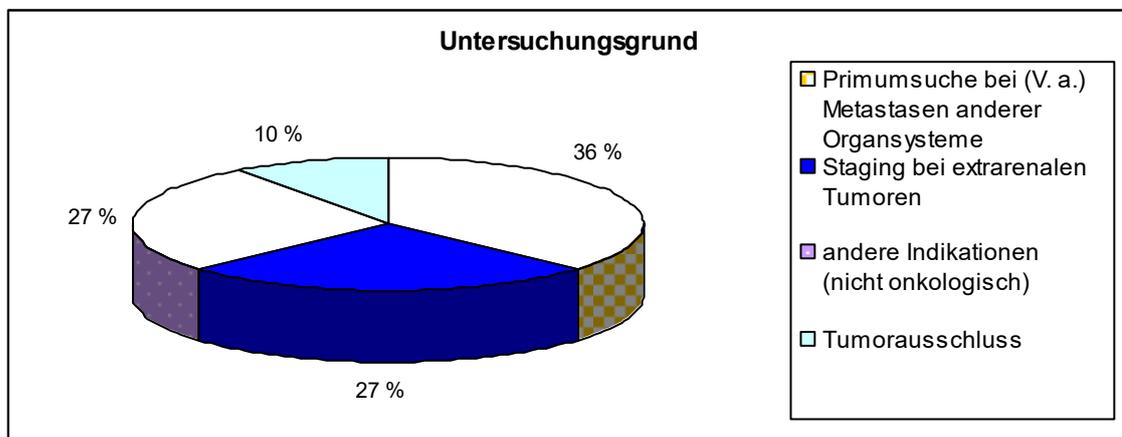
**Tab. 7** Übersicht der NZK-Befunde.

| Zelltyp                                  | n (%)     | Durchschnittsgröße des Tumors (cm) | Durchschnittsalter der Patienten (Jahre) | Verhältnis Männer zu Frauen (m : w) |
|--|-----------|------------------------------------|--|-------------------------------------|
| Hellzelliges NZK                         | 19 (63,3) | 5,7                                | 63,3                                     | 11 : 8                              |
| Papilläres NZK                           | 1 (3,3)   | 1,9                                | 68                                       | 0 : 1                               |
| Chromophobes NZK                         | 1 (3,3)   | 30                                 | 63                                       | 0 : 1                               |
| Partiell hellzelliges und papilläres NZK | 1 (3,3)   | 1,3                                | 71                                       | 1 : 0                               |
| V. a. NZK                                | 8 (26,7)  | 5,7                                | 71,5                                     | 1 : 1                               |

Zusätzlich wurde bei den Patienten mit einem NZK als ZB die Indikation für die jeweilige CT-Untersuchung beurteilt (Abbildung 5):

Bei 36 % der Fälle war die Primumsuche bzw. das Staging bei einer Metastasierung in ein anderes Organsystem (am häufigsten ossär) als Untersuchungsgrund angegeben. Bei 27 % erfolgte die Untersuchung zum Zweck des Stagings von nicht renalen Tumoren, weshalb bei diesen Patienten das NZK als Zweittumor angesehen wurde. Bei weiteren 10 % war die Bildgebung a. e. zum Tumorausschluss bei einer B-Symptomatik bzw. bei einer Polyneuropathie des Patienten indiziert, ohne dass ein konkreter Malignomverdacht vorlag.

Bei den restlichen 27 % stand eine nicht onkologische Fragestellung im Vordergrund.



**Abb. 5** NZK-Befunde nach CT-Indikation aufgeteilt.

Die CT-Scans der Abbildungen 6 und 7 zeigen das KM-Verhalten von NZK. In Nativaufnahmen vor der KM-Gabe waren die RF meist parenchymisodens und – sofern keine Kalzifizierungen oder nekrotischen Anteile vorlagen – nur durch eine Veränderung der Nierenkontur auffällig.



**Befund:**

Die axiale Serie zeigt eine ca. 31 mm messende, runde RF (Pfeile) ventral in der linken Niere.

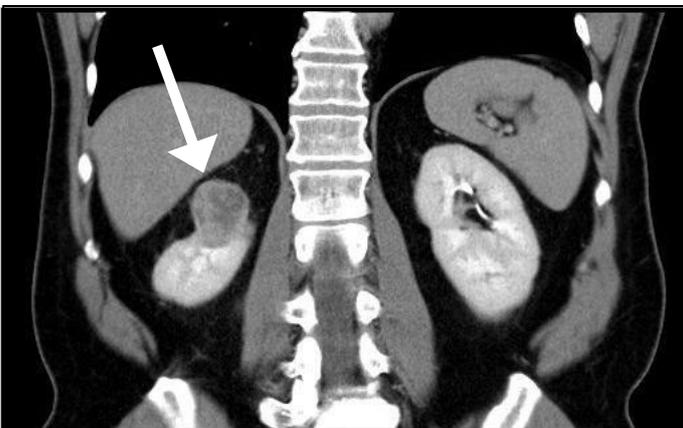
In der Nativphase (oberes Bild) betragen die durchschnittlichen Dichtewerte der RF ca. 39 HE.

In der arteriellen Phase (unteres Bild) kommt es zu einer inhomogenen, deutlichen KM-Anreicherung der nun gut abgrenzbaren RF mit durchschnittlichen Dichtewerten von 103 HE.

Die rasche, inhomogene KM-Aufnahme spricht a. e. für einen malignen Prozess.

**Abb. 6:** Hellzelliges NZK der linken Niere als klinisch relevanter ZB bei einer 74-jährigen Patientin.

Nach KM-Gabe kam es zu einer früharteriellen, inhomogenen KM-Anreicherung (Abbildung 6) und zu einem spätvenösem Wash-Out-Phänomen (dt.: *Auswaschphänomen*), durch das die RF im Vergleich zum gesunden Nierenparenchym wieder hypodens zur Darstellung kam (Abbildung 7).



**Befund:**

Die koronare Serie in der portalvenösen Phase dokumentiert eine 33 x 39 mm große, umschriebene RF (Pfeil) am oberen Pol der rechten Niere.

Die RF weist ein inhomogenes Enhancement mit spätvenösem Wash-Out-Phänomen und hypodensen, zentral nekrotischen Anteilen auf.

**Abb. 7:** CT-Scan einer 53-jährigen Patientin mit einem hellzelligem NZK rechts.

### 4.3.2 Metastasen

Bei 28 Patienten (1 % des Kollektivs) zeigte sich eine renale Metastasierung. Bei einem Patienten konnten multiple Metastasen im angrenzenden Nierenfettgewebe nachgewiesen werden.

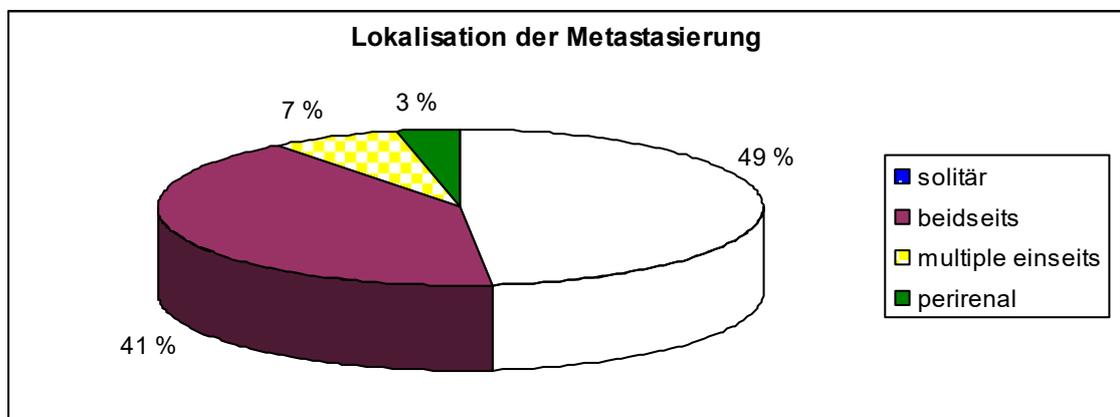
In der Gruppe der Patienten mit Nierenmetastasen waren 13 Personen männlich und 16 Personen weiblich. Das mittlere Alter lag bei 65,7 Jahren ( $s = 13,5$ ) mit einer Spannweite von 43 bis 91 Jahren.

Die Tabelle 8 gibt Auskunft über die Primärtumoren, die den Metastasierungen zugrunde lagen. So war das Bronchialkarzinom (27,6 %) am häufigsten als Grunderkrankung anzusehen, gefolgt vom Mammakarzinom (20,7 %) und vom malignen Melanom der Haut (14,3 %).

**Tab. 8** Häufigkeitsverteilung der Primärkarzinome bei renaler Metastasierung.

| Vermutliches Primum (%)              | n (%)    |
|--------------------------------------|----------|
| Bronchialkarzinom                    | 8 (27,6) |
| Mammakarzinom                        | 6 (20,7) |
| Malignes Melanom                     | 4 (14,3) |
| Prostatakarzinom                     | 2 (6,9)  |
| Karzinom bei unbekanntem Primärtumor | 2 (6,9)  |
| Plattenepithelkarzinom               | 2 (6,9)  |
| Leiomyosarkom                        | 2 (6,9)  |
| Medulläres Schilddrüsenkarzinom      | 1 (3,4)  |
| Harnblasenkarzinom                   | 1 (3,4)  |
| Mamma- und Ovarialkarzinom           | 1 (3,4)  |

Abbildung 8 gibt eine Übersicht über die Lokalisation der renalen Metastasierung im Patientenkollektiv.

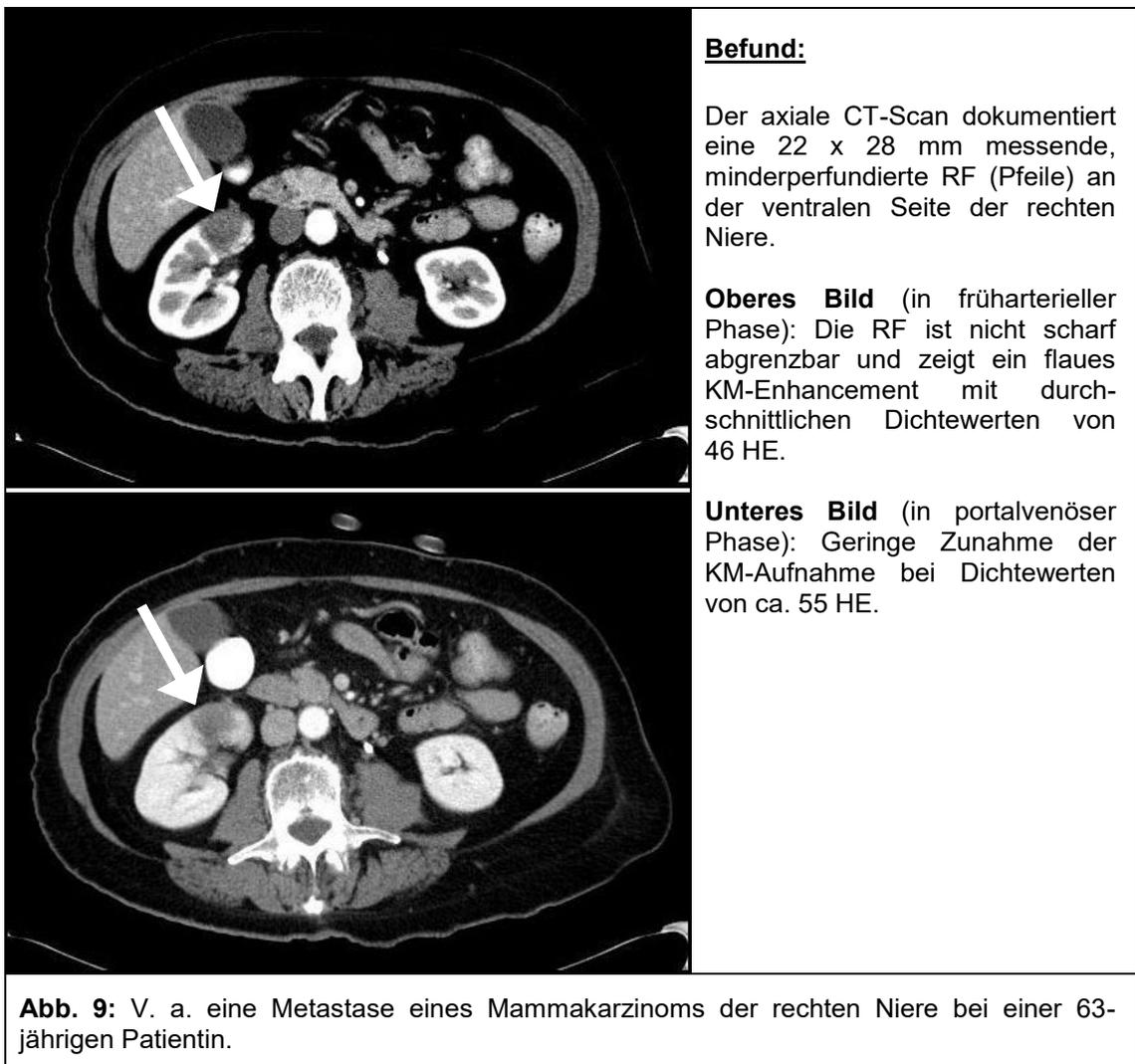


**Abb. 8** Häufigkeit der Lokalisation der renalen Metastasierung.

In 56 % der Fälle handelte es sich um eine solitäre RF einer Niere, während bei 44 % der Patienten beide Seiten betroffen waren. Die Metastasenverteilung ließ weder mit dem angenommenen Primärtumor noch mit dem Patientenalter oder dem Geschlecht einen Zusammenhang erkennen.

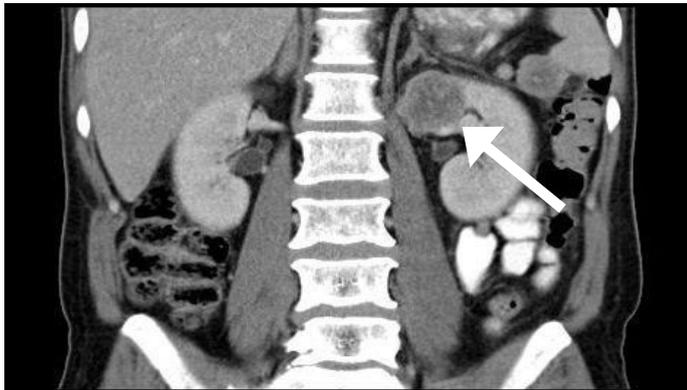
Bei der überwiegenden Zahl der Nierenmetastasen kam es durch die langsame KM-Aufnahme von der arteriellen Phase bis zur portal- oder spätvenösen Phase nur zu einem geringen Anstieg der Dichtewerte.

In den beiden CT-Scans der Abbildung 9 konnte bspw. eine durchschnittliche Zunahme der Dichtewerte um 10 bis 20 HE zwischen den KM-Phasen gemessen werden.



Größere oder multiple Metastasierungen wurden durch den raumfordernden Prozess häufig durch eine Vorwölbung der Nierenkapsel auffällig (Abbildung 10).

Nach KM-Gabe demarkierten sich Metastasen zudem als hypodense RF mit flauem KM-Enhancement und unscharfer Begrenzung (Abbildung 10)



**Befund:**

In der koronaren Serie zeigt sich in der spätvenösen Phase eine 35 x 30 mm messende, inhomogen kontrastierte RF (Pfeil) am Oberpol der linken Niere. Die RF ist nicht glatt begrenzt. Die Dichtewerte betragen peripher ca. 74 HE und zentral ca. 19 HE.

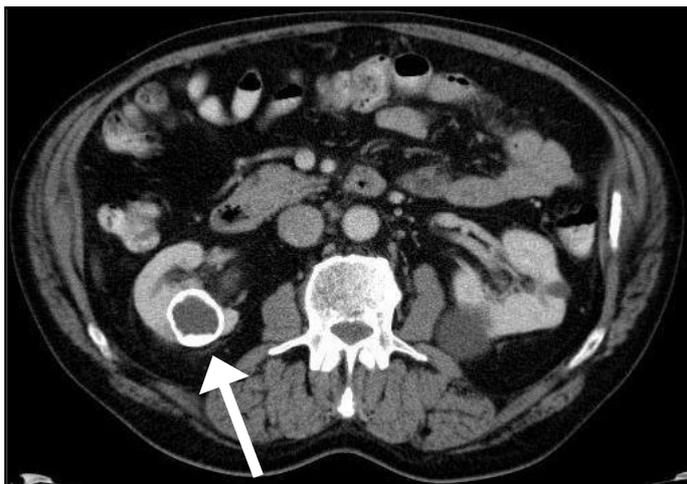
**Abb. 10:** 53-jähriger Patient mit V. a. eine Nierenmetastase eines Prostatakarzinoms links.

#### 4.3.3 Komplizierte Nierenzysten: Bosniak-Kategorien 3 und 4

Im Gesamtkollektiv wiesen 36 Patienten (0,5 %) komplizierte Nierenzysten der Bosniak-Kategorien 3 (B3) und 4 (B4) auf.

Von diesen waren 21 Personen männlich und 15 weiblich. Das mittlere Alter lag bei 70,8 Jahren (s = 9,6; S = 43 bis 86 Jahre).

Zu den B3-Nierenzysten gehörten u. a. Zysten mit starker Kalzifizierung der Zystenwand (Abbildung 11).

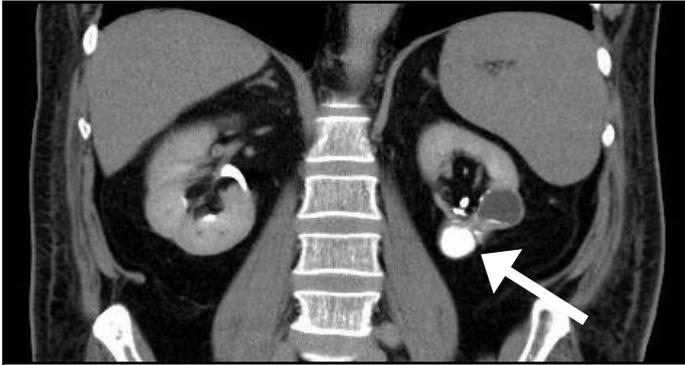


**Befund:**

Die axiale Schicht (portalvenöse Phase) dokumentiert eine 35 mm große, komplett randkalzifizierte Zyste im dorsalen Parenchym der rechten Niere (Pfeil). Die Dichtewerte des kalzifizierten Randes liegen bei 539 HE und die des Zysteninhalts bei 22 HE.

**Abb. 11:** 69-jährige Patientin mit komplizierter Nierenzyste (Typ B3) rechts.

Auch zystische Läsionen mit grobenkörnigen Kalzifizierungen der Septen oder des Zysteninhalts wurden zur Bosniak-Kategorie 3 gezählt (Abbildung 12).



**Befund:**

Die koronare Schicht (spätvenöse Phase) dokumentiert eine 22 mm große, komplett kalzifizierte Zyste (Pfeil) am Unterpole der linken Niere, deren durchschnittliche Dichtewerte 388 HE betragen. Nebenbefundlich fällt eine weitere, teilweise wandverkalkte Zyste auf.

**Abb. 12:** 77-jährige Patientin mit Typ B3-Nierenzyste der linken Niere.

Insgesamt 11 Patienten des Studienkollektivs (0,1 %) wiesen malignomsuspekte, zystische Läsionen der Bosniak-Kategorie 4 auf (Abbildung 13 bis 15).



**Befund:**

Die axiale Schicht (arterielle Phase) zeigt eine 13 mm große, zystische Läsion mit ringförmigem Enhancement im ventralen Anteil der rechten Niere (Pfeil). Die Dichtewerte des Zystenrandes liegen bei 143 HE und die des zentralen Zysteninhalts bei 31 HE.

**Abb. 13:** V. a. eine maligne Nierenzyste (Typ B4) rechts bei einer 73-jährigen Patientin.

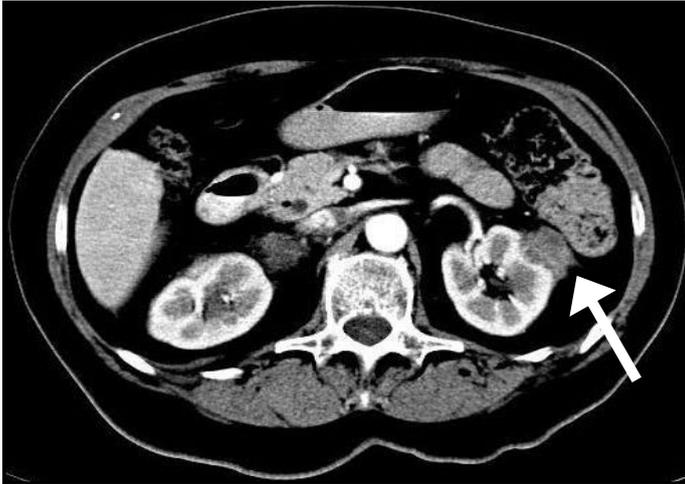
Zystische maligne Läsionen zeigten zusätzlich ein Enhancement nach i. v. KM-Applikation, welches auf weichteildichte Anteile oder eine Hypervaskularisierung der Zystenbestandteile hindeutete (Abbildung 13 bis 15).



**Befund:**

In der koronaren Schicht (arterielle Phase) zeigt sich am Oberpole der rechten Niere eine 10 mm messende, zystische Läsion (Pfeil) mit homogener KM-Aufnahme. Die durchschnittlichen Dichtewerte betragen 113 HE.

**Abb. 14:** 68-jährige Patientin mit kleiner Nierenzyste der Bosniak-Kategorie 4 rechts.



**Befund:**

Die axiale Serie (arterielle Phase) dokumentiert ventrolateral der linken Niere eine 28 x 20 mm große, zystische RF mit soliden Anteilen und inhomogener KM-Aufnahme. Im Durchschnitt wurden Dichtewerte von 54 HE gemessen.

**Abb. 15:** 85-jährige Patientin mit potentiell maligner Nierenzyste (Typ B4) links.

**4.3.4 Bilaterale schwere Nierenatrophie**

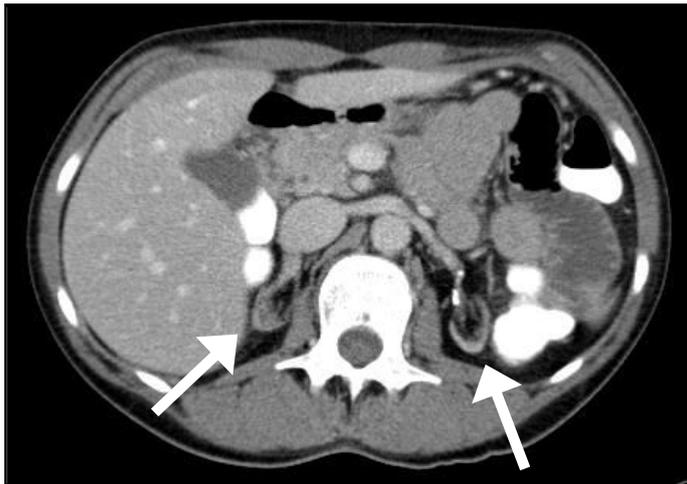
Bei 19 Patienten des Studienkollektivs (0,7 %) konnte beidseits eine deutliche Nierenatrophie festgestellt werden, bei der das Nierenparenchym über die altersentsprechende Norm hinaus verschmälert war. Bei mehr als der Hälfte der Fälle (n = 10) konnten dabei polyzystisch degenerierte Schrumpfnieren nachgewiesen werden. Die übrigen stark atrophischen Nierenbefunde (n = 9) wurden als Schrumpfnieren klassifiziert (Tabelle 9).

**Tab. 9** Übersicht der atrophischen Nierenbefunde als ZB.

| Entität  | n (%)     | Durchschnittsalter der Patienten (Jahre) | Verhältnis m : w |
|--|-----------|--|------------------|
| Bilaterale Schrumpfnieren                          | 9 (47,4)  | 76,6                                     | 2 : 1            |
| Bilateral polyzystisch degenerierte Schrumpfnieren | 10 (52,6) | 59,5                                     | 4 : 1            |

Die Patienten dieser Gruppe waren durchschnittlich 67,6 Jahre alt (s = 17,6; S = 22 bis 85 Jahre).

Die Abbildung 16 dokumentiert ein Beispiel von Schrumpfnieren als ZB. Der Patient wies in der CT-Untersuchung als Nebenbefund außerdem eine zuvor unbekannte, linksbetonte Arteriosklerose der Nierenarterien auf.



**Befund:**

Die axiale Serie (portalvenöse Phase) dokumentiert beidseits deutlich verkleinerte Nieren (Pfeile) durch ein stark reduziertes Nierenparenchym. Die max. Ausmaße der Nieren betragen axial 21 x 43 mm.

**Abb. 16:** 68-jähriger Patient mit bilateralen Schrumpfnieren.

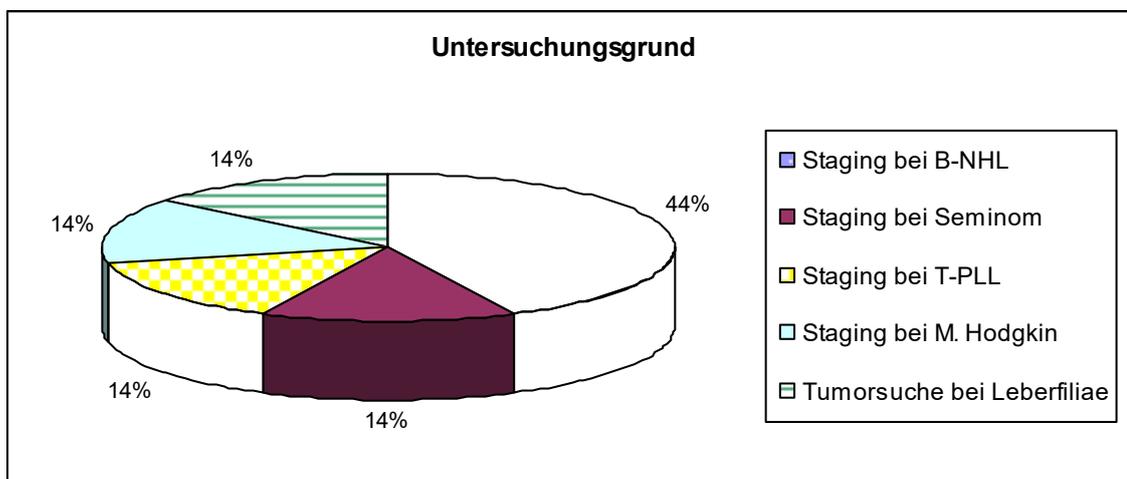
**4.3.5 Lymphome der Niere**

Primäre Nierenlymphome konnten im gesamten Studienkollektiv nicht nachgewiesen werden.

Dahingegen fand sich bei 6 Untersuchten eine Lymphommanifestation der Nieren, wobei in jeweils 3 Fällen die rechte Niere und in 3 Fällen beide Seiten befallen waren. Bei einem Patienten zeigten sich multiple retroperitoneale Lymphome des renalen Fettgewebes.

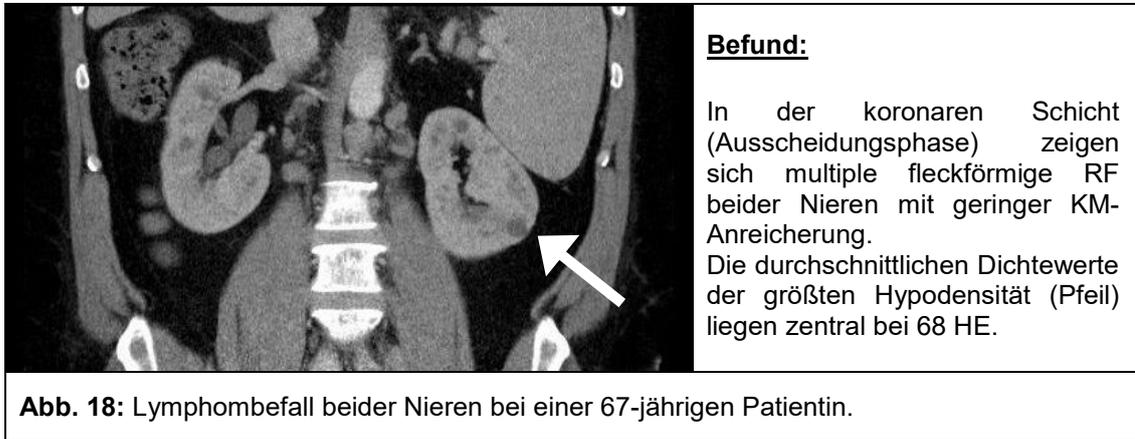
Die Patienten waren im Durchschnitt 47 Jahre alt (s = 13,7; S = 26 bis 67 Jahre) mit einem Geschlechterverhältnis (m : w) von 4 : 3.

Bei allen Patienten mit renalen Lymphomen als ZB wurde die CT-Untersuchung aufgrund einer onkologischen Fragestellung durchgeführt (Abbildung 17).



**Abb. 17** Untersuchungsgrund der CT-Untersuchungen bei Patienten mit renalem Lymphom.

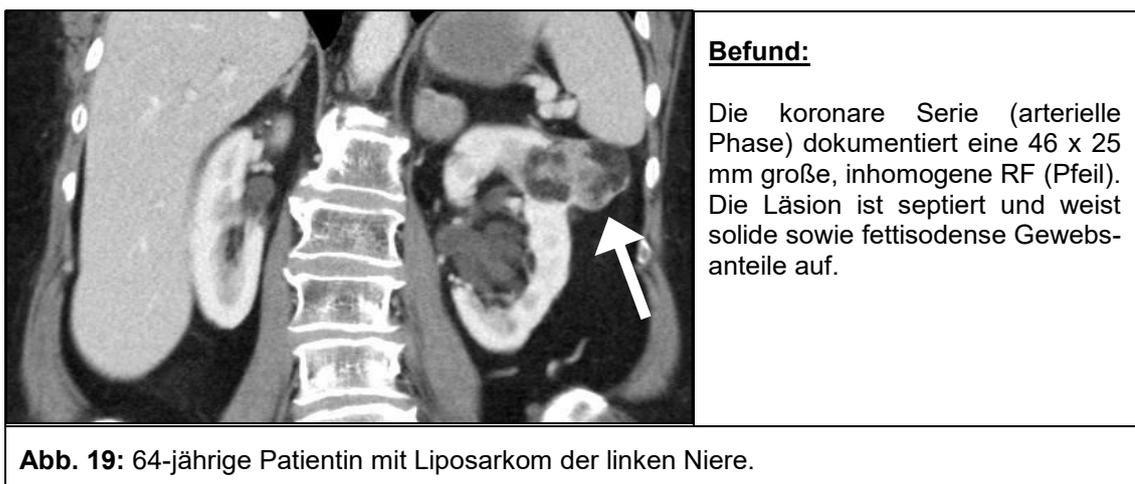
Ein Lymphombefall zeigte sich entweder als direkte Infiltration der Niere durch lokal vergrößerte Lymphknoten oder als diffuse Organvergrößerung mit unscharf begrenzten, hypodensen, meist kleineren RF (Abbildung 18). Die Dichtewerte der RF lagen auch nach KM-Gabe unter den Werten des gesunden Nierenparenchyms.



Bei Patienten, bei denen CT-Verlaufskontrollen durchgeführt wurden, konnte innerhalb weniger Monate eine rasche Größenprogredienz bzw. -regredienz der Befunde beobachtet werden.

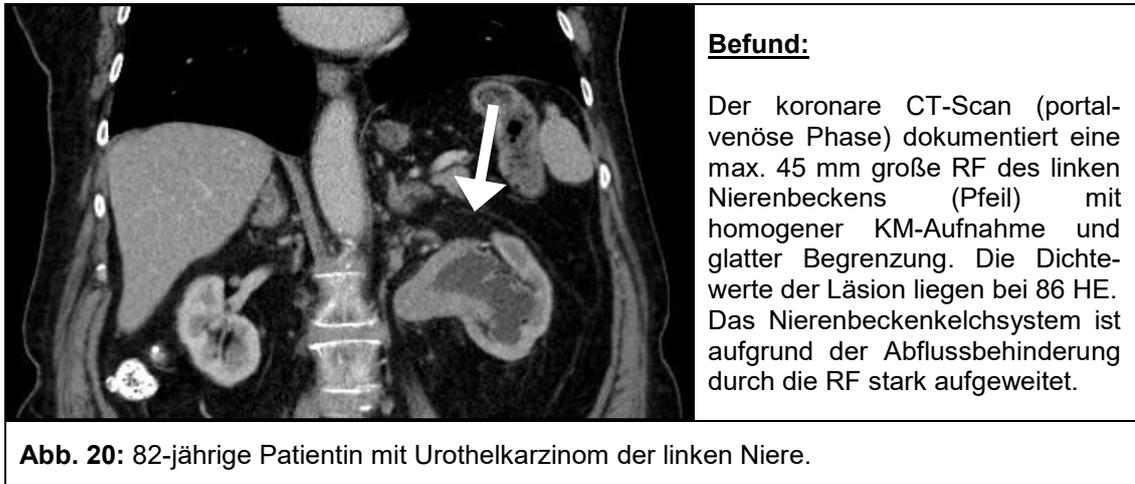
#### 4.3.6 Andere maligne Tumoren der Niere

Als weitere maligne RF der Niere wurde bei einer Patientin mit Z. n. Kardiakarzinom der Verdacht eines 46 x 25 mm großen Liposarkoms geäußert (Abbildung 19).



Bei einer Patientin mit bekanntem Zervixkarzinom konnte ein Urothelkarzinom detektiert werden. Der Tumor kam als 45 mm große, solide Struktur im Nierenbecken

mit homogener KM-Aufnahme zur Darstellung und obstruierte den Abfluss des Nierenkelchsystems, das dadurch stark gestaut war (Abbildung 20).



#### 4.4 Potentiell klinisch relevante Zusatzbefunde (Kategorie 2)

In der Tabelle 10 sind die absoluten und relativen Häufigkeiten der ZB aufgelistet, die bildmorphologisch a. e. der Kategorie 2 nach Lumbreras et al. (2010) entsprechen.

Potentiell klinisch relevante ZB wurden bei 3,1 % des Studienkollektivs gefunden und machten 6,7 % aller ZB aus.

Das Durchschnittsalter der Patienten dieser Gruppe betrug 64,4 Jahre (s = 14,9; S = 20 bis 93 Jahre). Der männliche Anteil der Gruppe (59,6 %) war durchschnittlich 61,3 Jahre, der weibliche Anteil 63,6 Jahre alt.

Zu den häufigsten potentiell klinisch relevanten ZB gehörten CT-Befunde, die eine eingeschränkte Mark-Rinden-Differenzierbarkeit aufwiesen (56,7 %).

**Tab. 10** Übersicht der Prävalenzen der ZB der Kategorie 2.

| Entität                                   | n   | Anteil an allen potentiell klinisch relevanten ZB (%) |
|---|-----|---|
| V. a. Nierenperfusionsstörung             | 131 | 56,7  |
| Nierenzyste Typ B2f                       | 30  | 13  |
| Angiolipom / Angiomyolipom                | 13  | 5,6   |
| Onkozytom                                 | 4   | 1,7   |
| Leiomyom                                  | 1   | 0,4   |
| Unilaterale (polyzystische) Schrumpfniere | 36  | 15,6  |
| Nierenatrophie                            | 13  | 5,6   |
| Nierenagenesie                            | 2   | 0,9   |
| Unilateral polyzystisch vergrößerte Niere | 1   | 0,4   |

#### 4.4.1 Eingeschränkte Mark-Rinden-Differenzierbarkeit

Insgesamt wurde bei 131 Patienten (1,8 % des Kollektivs) aufgrund einer gestörten KM-Aufnahme der V. a. einen Niereninfarkt oder eine Nierenperfusionsstörung anderer Genese (Pyelonephritis, Nierenabszess etc.) gestellt.

Davon war in 54 Fällen (51,4 %) die Mark-Rinden-Differenzierbarkeit beider Nieren eingeschränkt. Am häufigsten bestand der V. a. kleinere Niereninfarkte (79 %), deren Infarktareal eine Größe von max. 3 cm aufwies (Tabelle 11).

In die Statistik wurden darüber hinaus 4 nierentransplantierte Patienten aufgenommen, bei denen ein infarziertes Transplantat identifiziert werden konnte.

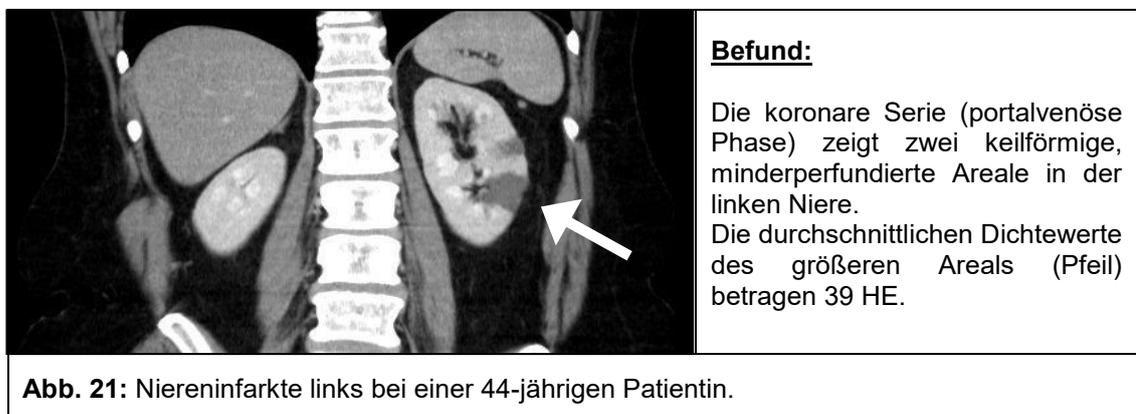
Zwei dieser Patienten erhielten aufgrund der Verschlechterung ihres Allgemeinzustandes eine CT-Untersuchung, bei den anderen wurde die Untersuchung aufgrund einer onkologischen Fragestellung durchgeführt.

Das durchschnittliche Alter aller Patienten mit V. a. eine renale Perfusionsstörung betrug 60,8 Jahre (s = 15,3; S = 20 bis 90 Jahre).

**Tab. 11** Übersicht über die renalen Befunde mit gestörter Mark-Rinden-Differenzierbarkeit.

| Entität                                 | Rechts (n) | Links (n) | Bilateral (n) | Insgesamt (%*) |
|---|------------|-----------|---------------|----------------|
| V. a. Niereninfarkt ≤ 3 cm              | 25         | 29        | 29            | 83 (3)         |
| V. a. Niereninfarkt > 3 cm              | 4          | 9         | 5             | 18 (0,7)       |
| A. e. Abszess oder entzündlicher Genese | 4          | 2         | 20            | 26 (0,9)       |
| Infarziertes Transplantat               |            |           |               | 4 (0,1)        |
| *Anteil an allen Patienten mit ZB       |            |           |               |                |

Frische Niereninfarkte präsentierten sich nach KM-Gabe als hypodense, keilförmige Areale ohne Enhancement (Abbildung 21) und traten häufig multipel auf.



Ältere oder chronische Nierenperfusionstörungen zeigten sich dagegen meist als Ausdruck des Gewebeuntergangs in einem reduzierten Parenchymsaum.

In dem betroffenen Areal waren oftmals wie bei den frischen Niereninfarkten hypodense Dichtewerte zu messen (Abbildung 22).



**Befund:**

Die koronare Schicht (arterielle Phase) zeigt ein großes minderperfundiertes Areal (Pfeil) im mittleren Nierendrittel links mit reduziertem Parenchymsaum.

**Abb. 22:** Z. n. ausgedehntem Niereninfarkt links bei einer 72-jährigen Patientin.

#### 4.4.2 Nierenzysten der Bosniak-Kategorie 2f

30 Patienten des Kollektivs wiesen zystische Läsionen der Bosniak-Kategorie 2f auf. Durchschnittlich waren die Patienten dieser Gruppe 68,4 Jahre alt (s = 14,1; S = 41 bis 93 Jahre) mit einem Geschlechterverhältnis (w : m) von 3 : 2.

Die Läsionen dieser Gruppe wiesen weder eindeutig maligne noch ausschließlich benigne Kriterien auf und konnten daher nicht sicher den Bosniak-Kategorien 2 oder 3 zugeordnet werden. Aus diesem Grund erfolgte eine Einteilung als Typ B2f-Zysten.

Die Abbildung 23 zeigt eine teilweise kalzifizierte bzw. septierte B2f-Nierenzyste.



**Befund:**

Die axiale Serie (native Phase) dokumentiert eine 29 mm durchmessende, teilweise kalzifizierte und septierte zystische Läsion (Pfeil) im ventralen Anteil der rechten Niere. Die Kalzifizierungen imponieren grobkörnig und weisen Dichtewerte über 350 HE auf.

**Abb. 23:** Nierenzyste Bosniak-Typ 2f rechts bei einem 69-jährigen Patienten.

#### 4.4.3 Benigne Tumoren der Niere

In der Studie wurden insgesamt 18 gutartige Tumoren bei 0,2 % aller Patienten detektiert. Das durchschnittliche Alter dieser Patienten betrug bei der Erstdiagnose 68,4 Jahre (s = 9,1; S = 48 bis 83 Jahre).

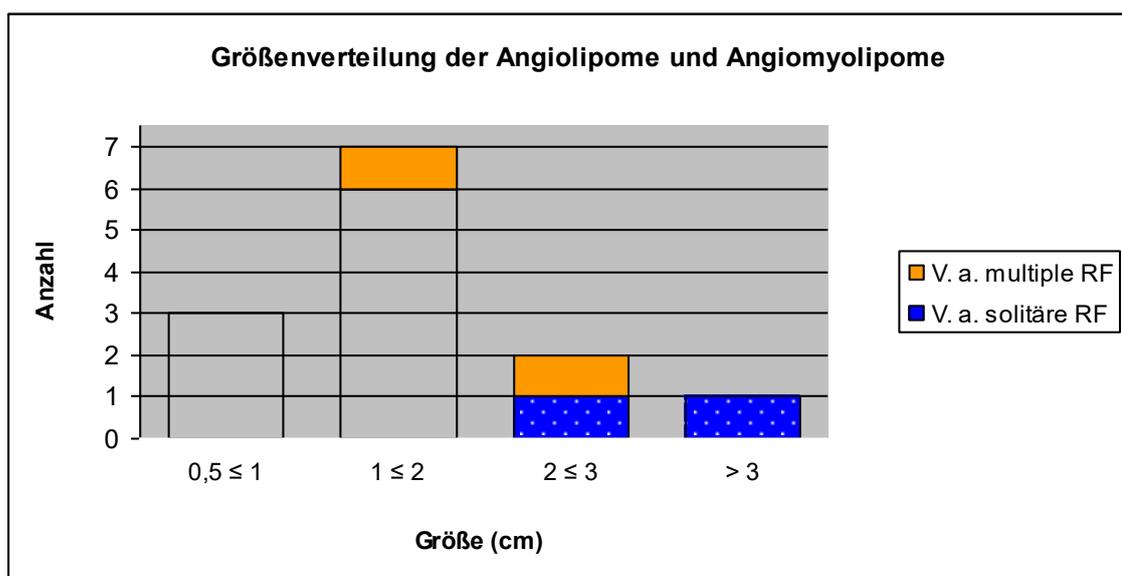
Bei 13 Patienten konnten Angiolipome bzw. Angiomyolipome detektiert werden, von denen ein Befund histologisch gesichert wurde. Bei zwei Patienten wurde ein Onkozytom und bei einem Patienten ein Leiomyom der Niere diagnostiziert, die ebenfalls histologisch bestätigt wurden. Bei zwei Patienten wurde bildmorphologisch der Verdacht auf ein Onkozytom gestellt, allerdings erfolgte in diesen Fällen keine weitere Abklärung.

Tabelle 12 gibt weitere Informationen über das Auftreten der benignen Tumoren.

**Tab. 12** Übersicht über die benignen Nierentumoren als ZB.

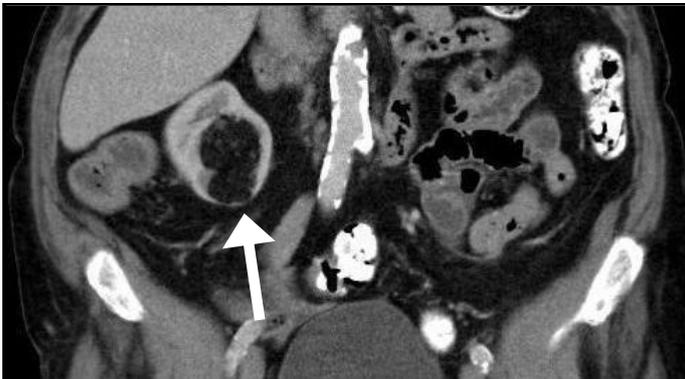
| Entität                      | n  | m : w  | Größter Durchmesser im Durchschnitt (cm) |
|------------------------------|----|--------|--|
| Angiolipome / Angiomyolipome | 13 | 3 : 10 | 1,7                                      |
| Onkozytome                   | 4  | 4 : 3  | 3,3                                      |
| Leiomyome                    | 1  | 0 : 1  | 1,2                                      |

Die gutartigen Tumoren waren im max. Durchmesser durchschnittlich 21 mm groß. Über die Größenverteilung der solitären und multiplen Angiolipome und Angiomyolipome gibt die Abbildung 24 einen Überblick.



**Abb. 24** Größenverteilung der lipomatösen Tumoren.

Lipomatöse RF der Niere (Abbildung 25 und 26) kamen aufgrund negativer Dichtewerte (-20 bis -80 HE) in der CT bereits in der nativen Phase deutlich zur Darstellung.

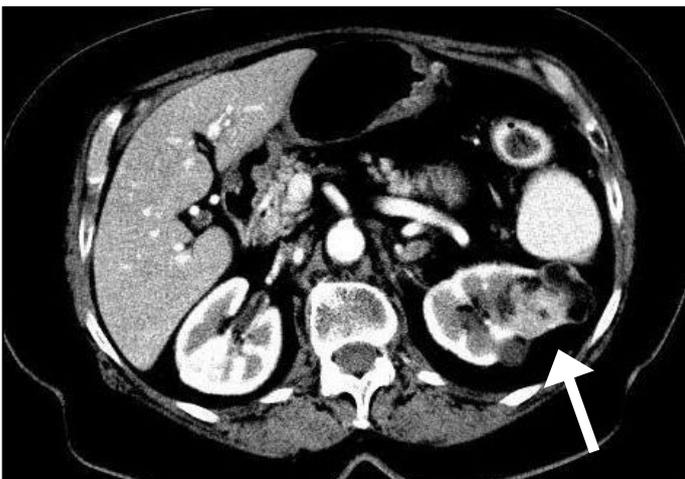


**Befund:**

Die koronare Serie (venöse Phase) dokumentiert eine 43 x 33 mm große, lipomatöse RF (Pfeil) am Unterpol der rechten Niere. Die RF ist glatt begrenzt und mit Bindegewebssepten durchsetzt. Die durchschnittlichen Dichtewerte der RF betragen -72 HE.

**Abb. 25:** V. a. ein Angiomyolipom der rechten Niere bei einer 83-jährigen Patientin.

Kalzifizierungen kamen bei den lipomatösen, meist solitär auftretenden Tumoren nicht vor.



**Befund:**

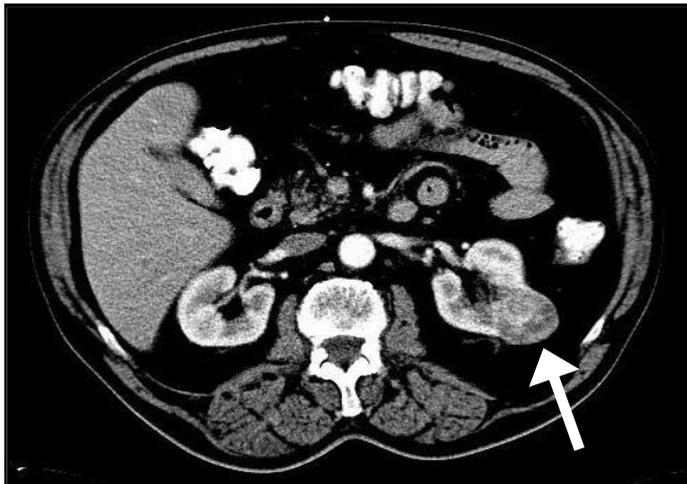
In der axialen Schicht (arterielle Phase) ist eine 48 x 32 mm messende, lipomatöse RF (Pfeil) am lateralen Rand der linken Niere auffällig. Die RF ist glatt begrenzt und hat solide, KM-aufnehmende Anteile mit Dichtewerten um 30 HE sowie fettisodense Anteile mit Dichtewerten um -57 HE.

**Abb. 26:** Großes Angiomyolipom der linken Niere bei einer 64-jährigen Patientin.

Onkozytome zeigten sich als solitäre, solide RF mit glatter Begrenzung, die im Nativscan parenchymisodens bis hypodens erschienen (Abbildung 27).

Nach KM-Applikation kam es zu einem charakteristischen, radspeichenartigen Enhancement, durch welches auch kleinere Onkozytome in der CT diagnostiziert werden konnten.

Große Onkozytome (> 5 cm) können außerdem durch eine sternförmige, zentrale Narbe in Erscheinung treten, jedoch konnten diese im Studienkollektiv nicht detektiert werden.



**Befund:**

Die axiale Serie (arterielle Phase) zeigt eine 37 mm große, runde RF (Pfeil) an der dorsolateralen Seite der linken Niere, die zu einer Konturunregelmäßigkeit der Niere führt.

Die RF ist glatt begrenzt und weist eine radspeichenartige, früharterielle KM-Anreicherung auf.

**Abb. 27:** Histologisch gesichertes Onkozytom der linken Niere bei einer 74-jährigen Patientin.

Da die benignen Tumoren epithelialen Ursprungs sind, kann sich die Abgrenzung von NZK in der CT ohne eine weiterführende Diagnostik v. a. bei kleineren Befunden schwierig gestalten.

Obwohl Angiolipome und Angiomyolipome solide Anteile aufwiesen, die ähnlich der NZK rasch KM anreicherten, waren Erstgenannte durch ihren Fettgehalt gut von den malignen RF abzugrenzen.

**4.4.4 Weitere potentiell klinisch relevante Zusatzbefunde**

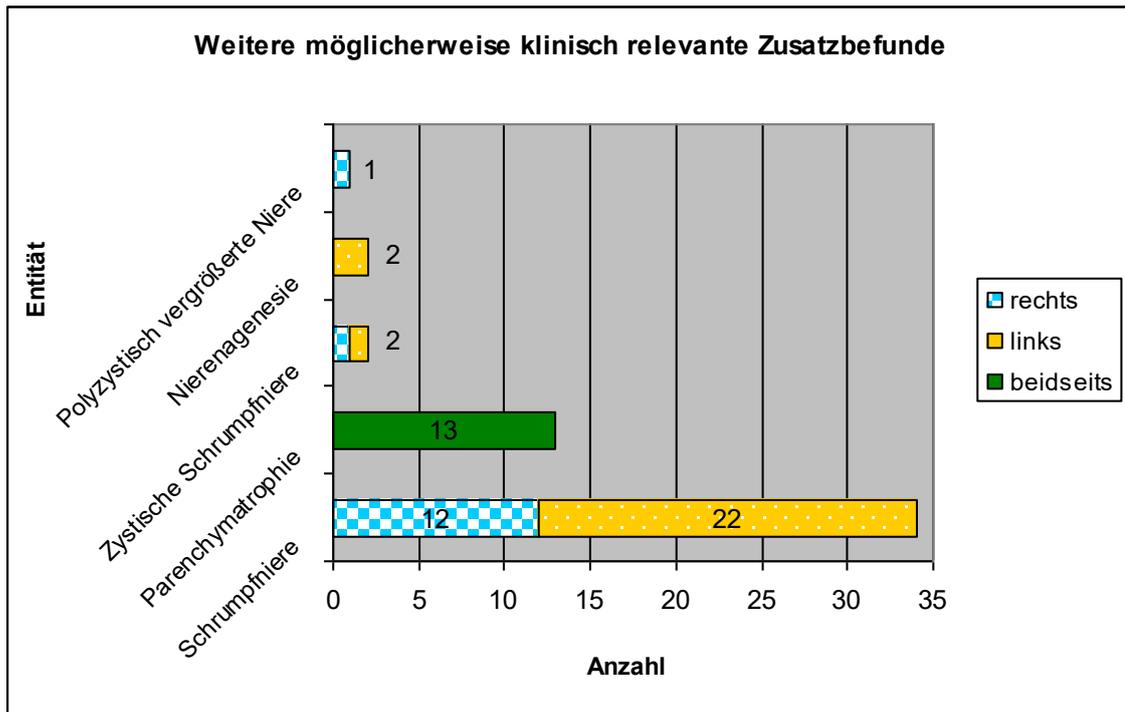
Zu dieser Gruppe wurden folgende ZB gezählt:

- › (polyzystische) unilaterale Schrumpfnieren (n = 36)
- › bilaterale Nierenatrophien (n = 13)
- › Nierenagenesien (n = 2)
- › polyzystisch vergrößerte Nieren (n = 1)

Das Durchschnittsalter der Patienten dieser Gruppe lag bei 69,3 Jahren (s = 14,4; S = 22 bis 89 Jahre). 63,5 % der 52 Personen waren Männer, 36,5 % Frauen.

Abbildung 28 veranschaulicht die Prävalenz der verschiedenen Entitäten, die in die Kategorie 2 eingeordnet werden konnten. Aus der Grafik ist außerdem die Lokalisation der Befunde zu entnehmen.

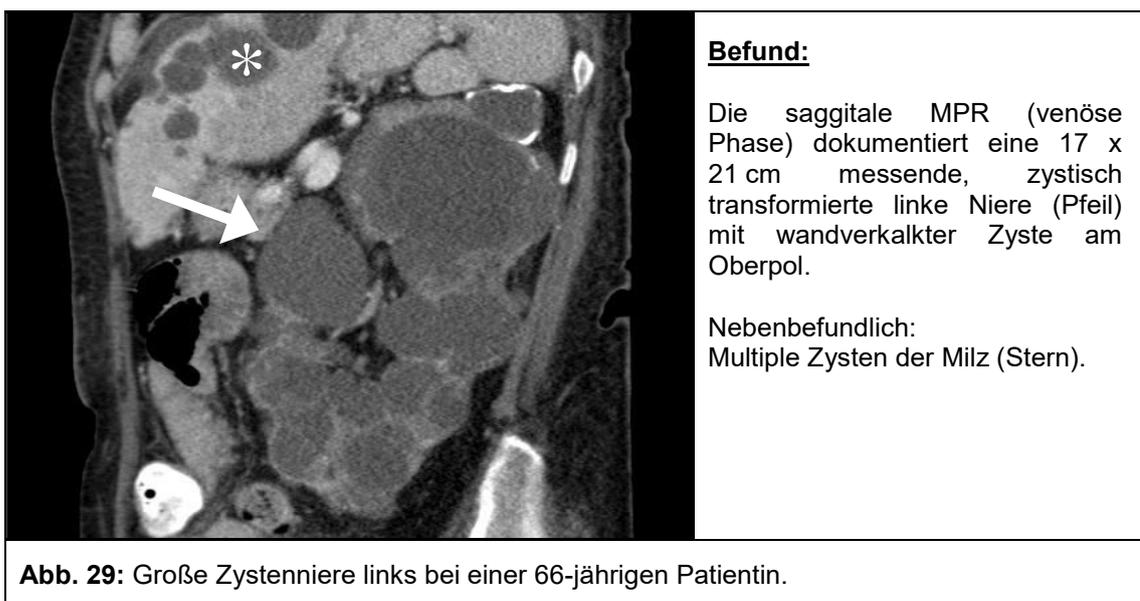
Unilaterale Schrumpfnieren waren in der Gruppe am häufigsten zu detektieren (65,4 %) und betrafen in 65 % der Fälle die linke Niere (22 von 34 Befunden).



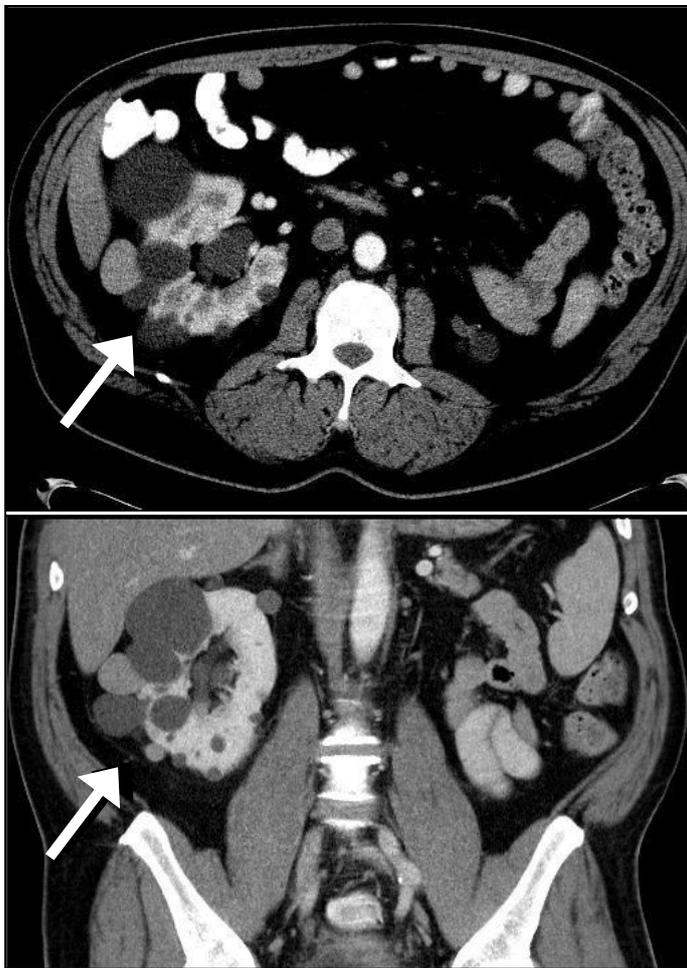
**Abb. 28** Übersicht weiterer ZB der Kategorie 2.

Die Abbildung 29 und 30 dokumentieren Beispiele für polyzystische Nierenbefunde. Die Nieren der betroffenen Personen waren durch die zystischen Läsionen entweder verkleinert oder aber normal groß.

Vergößerte Zystennieren mit raumforderndem Charakter kamen bei den Patienten als ZB selten vor. Die Abbildung 30 zeigt einen solchen raumfordernden Befund bei einer 66-jährigen Patientin.



Bei den polyzystisch transformierten Nieren traten oftmals zusätzlich multiple unterschiedlich große Verkalkungen auf. Vereinzelt zeigten sich auch eingeblutete oder eiweißreiche Zysten mit Dichtewerte über 20 HE (Abbildung 30).



**Befund:**

Das obere Bild dokumentiert in der axialen MPR (arterielle Phase) eine mit mehreren, verschieden großen, subkapsulär lokalisierten Zysten durchsetzte rechte Niere (Pfeil).

Auf dem unteren Bild kann der Befund (Pfeil) in der koronaren Ebene in venöser Phase beurteilt werden.

Die multiplen zystischen Läsionen zeigen sich glatt begrenzt sowie teilweise eingeblutet.

**Abb. 30:** Zystenniere rechts bei einer 58-jährigen Patientin als potentiell klinisch relevanter ZB.

#### 4.5 Klinisch gering relevante Zusatzbefunde der Niere (Kategorie 3)

Klinisch gering relevante ZB der Kategorie 3 (n = 3.066) konnten bei 35,5 % des Studienkollektivs nachgewiesen werden und machten insgesamt 89,5 % aller renalen ZB aus.

Die Patienten dieser Gruppe waren durchschnittlich 69,3 Jahre alt (s = 14,4) mit einer Spannweite von 22 bis 89 Jahren.

38,9 % der Patienten waren weiblich und 61,1 % männlich. Das Durchschnittsalter der weiblichen Patienten betrug 67,5 Jahre, das Durchschnittsalter der männlichen Patienten 64,6 Jahre.

Die Tabelle 13 gibt eine Übersicht über Anzahl und Verteilung der klinisch gering relevanten ZB. Unkomplizierte Nierenzysten der Bosniak-Kategorie 1 bildeten mit  $n = 2.054$  den Großteil der ZB (67 %) mit geringer klinischer Relevanz.

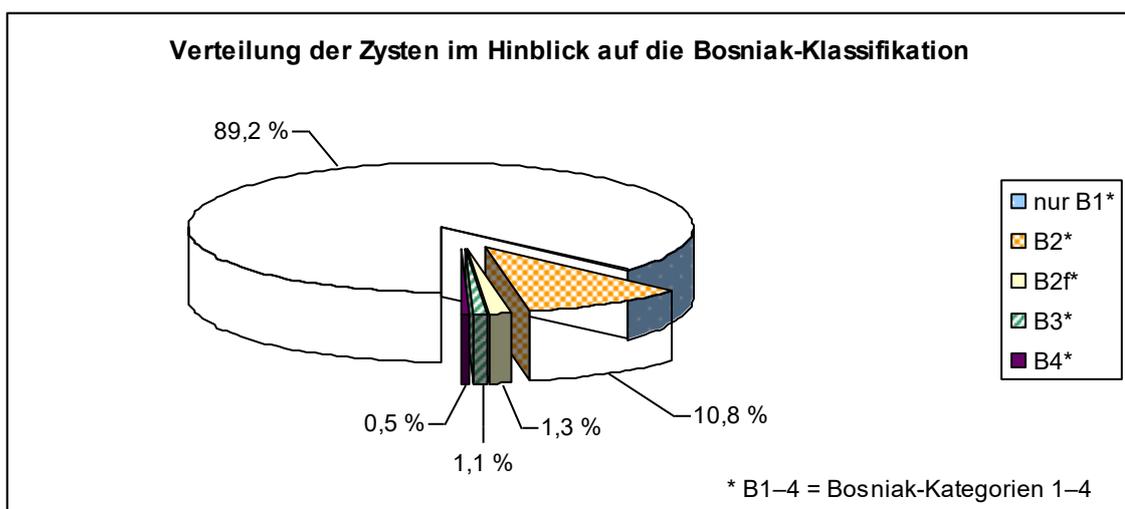
**Tab. 13** Übersicht über alle ZB der Kategorie 3.

| Entität                           | n     | Anteil an allen klinisch gering relevanten ZB (%) |
|-----------------------------------|-------|---|
| Nierenzysten Typ B1               | 2.054 | 67  |
| Nierenzysten Typ B2               | 249   | 8,1   |
| Nephrolithiasis                   | 572   | 18,7  |
| Parenchymkalzifizierungen         | 30    | 1   |
| Nierenparenchymnarben             | 74    | 2,4   |
| Lageanomalien                     | 47    | 1,5   |
| Lipome                            | 25    | 0,8   |
| Sonstige Parenchymauffälligkeiten | 15    | 0,5   |

#### 4.5.1 Nierenzysten der Bosniak-Kategorien 1 und 2

Insgesamt wurden bei 2.303 Patienten des Studienkollektivs (31,3 %) unkomplizierte Nierenzysten der Bosniak-Kategorien 1 und 2 detektiert, die im Vorfeld unbekannt waren. Hiervon gehörten 2.054 Befunde in die Bosniak-Kategorie 1 und 249 Befunde in die Kategorie 2.

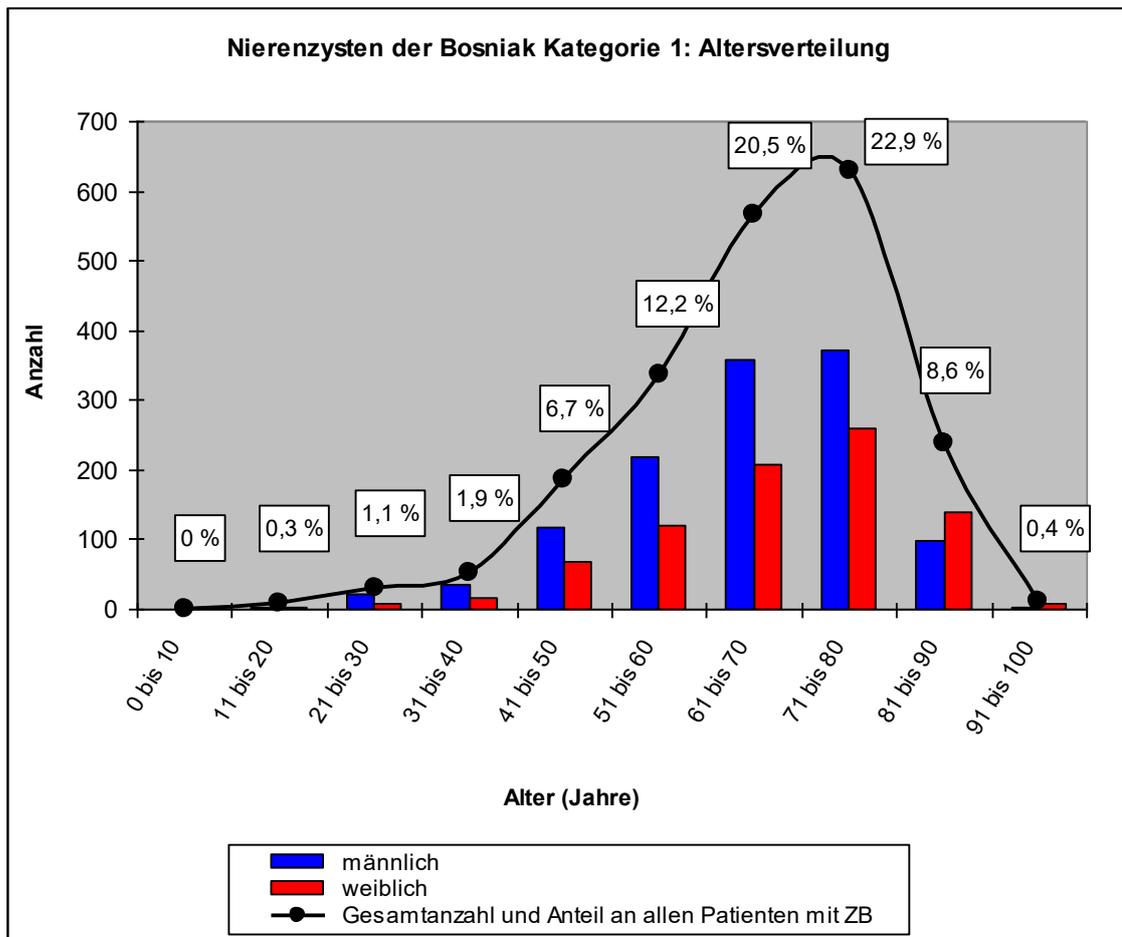
Abbildung 31 gibt einen Überblick über die Verteilung der detektierten Nierenzysten im Hinblick auf die Bosniak-Klassifikation.



**Abb. 31** Anteil aller neu entdeckten Nierenzysten nach den Bosniak-Kategorien 1 bis 4 (Patienten mit Zysten unterschiedlicher Bosniak-Kategorien wurden jeweils nach der höchsten Kategorie eingeordnet).

Die Patienten mit Typ B1- und Typ B2-Nierenzysten waren im Durchschnitt 66,4 Jahre alt (s = 13,5; S = 11 bis 95 Jahre).

Die Abbildung 32 gibt Auskunft über die Alters- und Geschlechterverteilung der Patienten des Studienkollektivs, bei denen B1-Nierenzysten als ZB diagnostiziert wurden. Desweiteren gibt sie einen Überblick über den jeweiligen Anteil an allen Patienten mit ZB. Bei beiden Geschlechtern traten in der Altersgruppe zwischen 71 und 80 Jahren die meisten B1-Zystenbefunde auf.

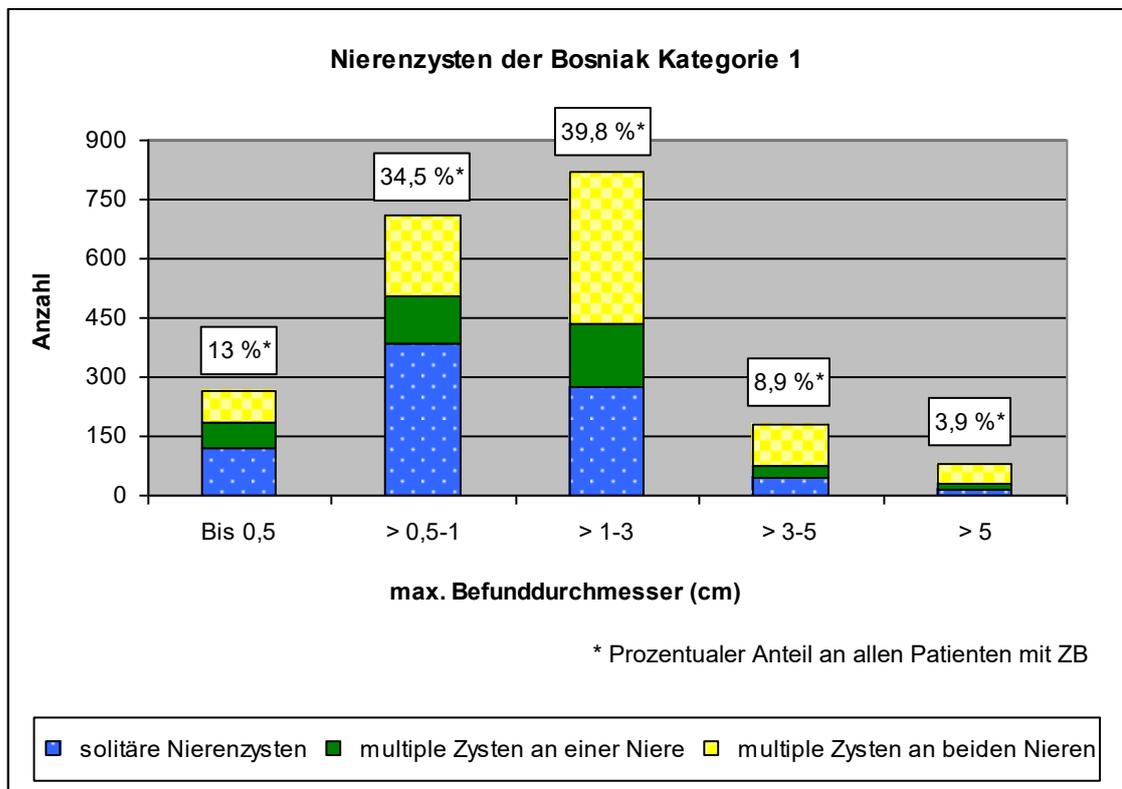


**Abb. 32** Aufteilung der B1-Zystenbefunde nach Patientenalter und Geschlecht.

In der Abbildung 33 wurden alle B1-Zystenbefunde anhand ihres max. gemessenen Durchmessers folgendermaßen sortiert:

- › kleiner oder gleich 0,5 cm
- › größer als 0,5 cm und bis 1 cm
- › größer als 1 cm und bis 3 cm
- › größer als 3 cm und bis 5 cm
- › größer als 5 cm

Weiterhin erfolgte die Differenzierung nach den Kategorien „solitäre Nierenzysten“, „multiple Zysten an einer Niere“ und „multiple Zysten an beiden Nieren“.



**Abb. 33** Aufteilung der B1-Nierenzysten nach dem max. Befunddurchmesser.

Unkomplizierte Nierenzysten kamen mit glatter Wandbegrenzung und homogenem Inhalt zur Darstellung.

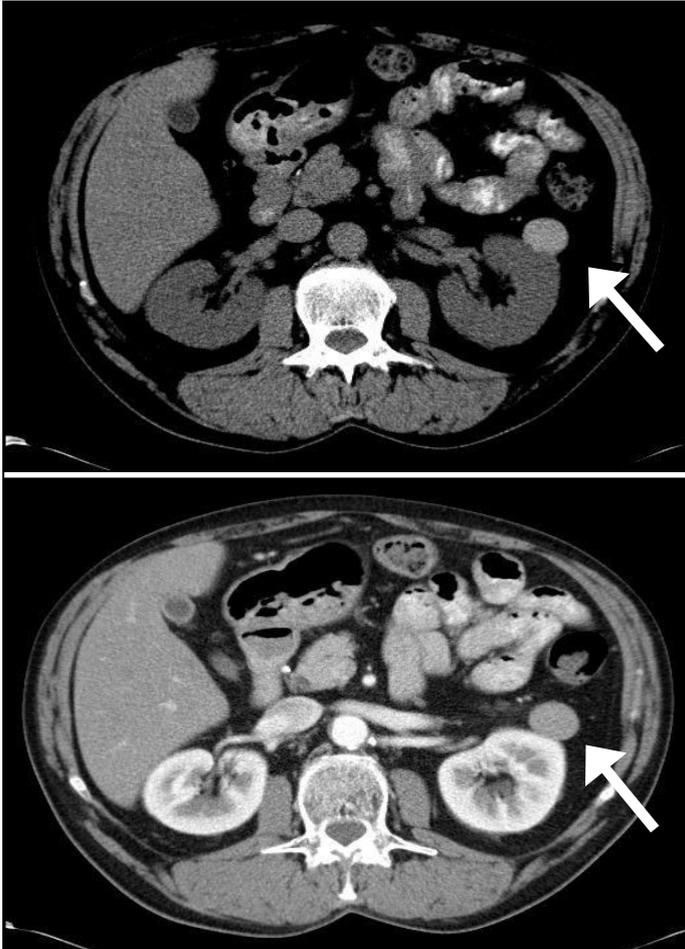
Von den 249 Zystenbefunden der Bosniak-Kategorie 2 wurden in 80,7 % der Fälle (n = 201) erhöhte Dichtewerte (50–90 HE) gemessen.

Die Abbildung 34 zeigt eine 23 mm große, unkomplizierte Nierenzyste an der linken Niere einer 50-jährigen Patientin.

In der nativen Phase (oberes Bild) stellte sie sich initial hyperdens (69 HE) zum restlichen Nierengewebe dar. Nach KM-Gabe (unteres Bild) zeigte sich ein Anstieg der Dichtewerte des Zysteninhalts um etwa 10 HE.

In den weiteren KM-Phasen blieben die Dichtewerte weitestgehend konstant, sodass die Zyste im Vergleich zum Nierenparenchym hypodens erschien.

Bei dem Befund handelte es sich a. e. um eine eingeblutete Nierenzyste.



**Befund:**

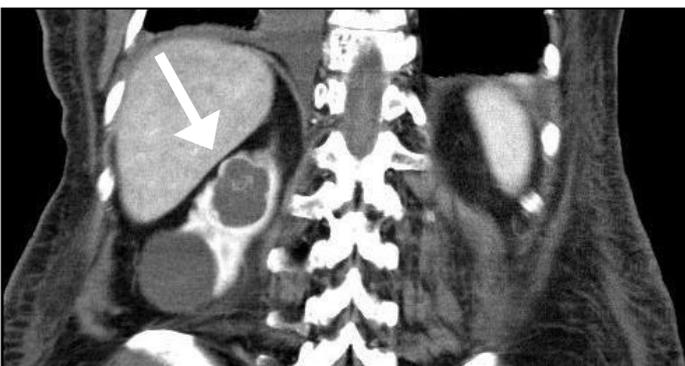
In der axialen Serie zeigt sich eine unkomplizierte, zystische Läsion (Pfeile) ventrolateral an der linken Niere.

Das obere Bild zeigt den Befund in der nativen Phase, in der die durchschnittlichen Dichtewerte des Zysteninhalts um 69 HE liegen.

In der früharteriellen Phase (unteres Bild) ist nach KM-Gabe kein wesentlicher Anstieg der Dichtewerte zu verzeichnen.

**Abb. 34:** Eingeblutete Nierenzyste (Typ B2) links bei einer 50-jährigen Patientin.

In der Abbildung 35 findet sich am Unterpole der rechten Niere einer 79-jährigen Patientin eine unkomplizierte Nierenzyste (Typ B1) sowie am Oberpol eine leicht septierte Zyste (Typ B2). Beide Läsionen zeigten sich glatt begrenzt, nicht kalzifiziert oder wandverdickt und nahmen kein KM auf. Sie waren a. e. den klinisch gering relevanten ZB zuzuordnen.



**Befund:**

Die koronare Serie (portal-venöse Phase) dokumentiert am Unterpole der rechten Niere eine 36 x 35 mm große Zyste der Bosniak-Kategorie 1.

Weiterhin ist am Oberpol (Pfeil) eine Zyste mit feiner Septierung (Typ B2) zu erkennen.

**Abb. 35:** 79-jährige Patientin mit unkomplizierten Nierenzysten rechts.

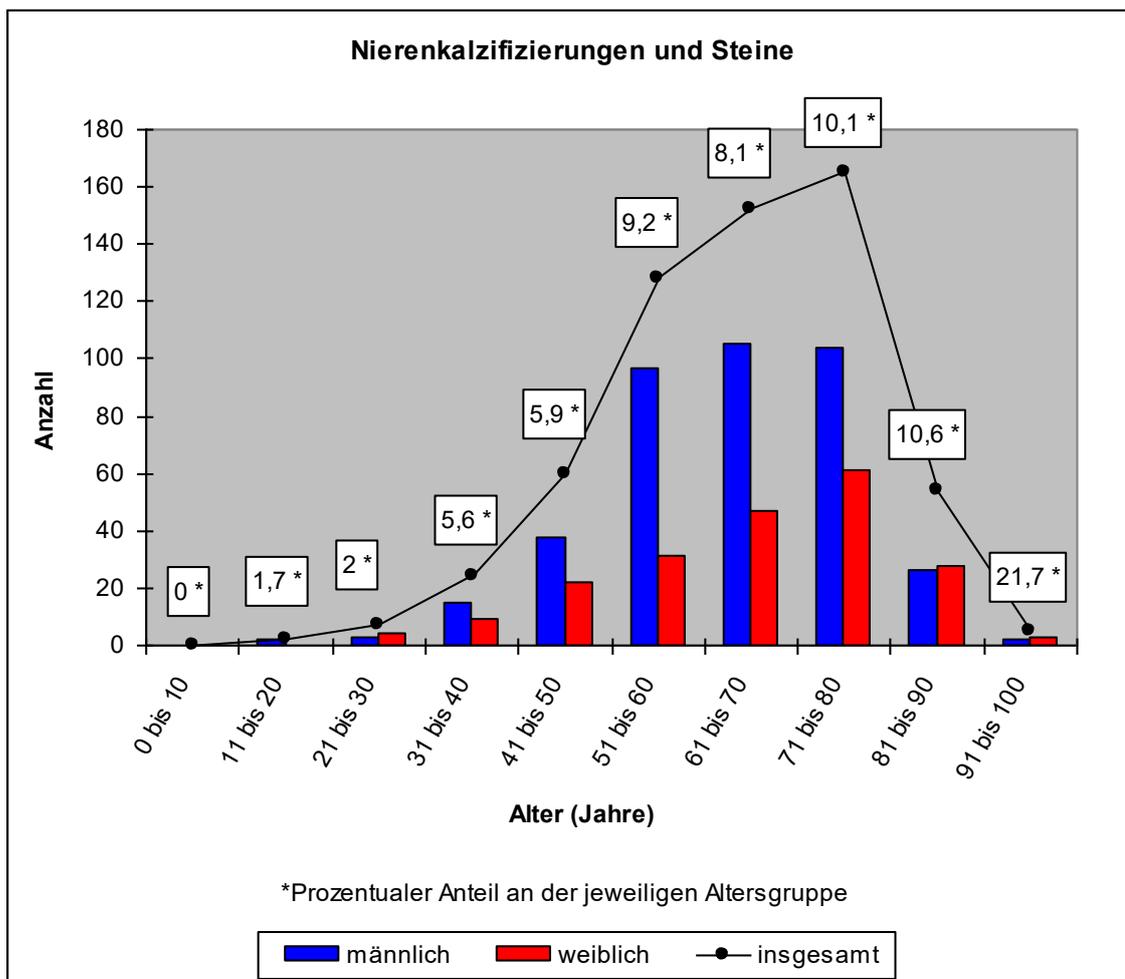
#### 4.5.2 Nephrolithiasis und Parenchymkalzifizierungen

Bei 597 Patienten des Studienkollektivs (8,1 %) fand sich in der CT-Untersuchung mind. eine Kalzifizierung oder ein Konkrement im Bereich der Nieren.

Das Durchschnittsalter der Patienten dieser Gruppe betrug 64,4 Jahre (s = 13,6; S = 19 bis 95 Jahre).

Abbildung 36 gibt einen Überblick über die Patientengruppe, die nach Alter und Geschlecht aufgeteilt ist. Weiterhin wird ihr Anteil am Gesamtkollektiv der jeweiligen Altersgruppe aufgeführt.

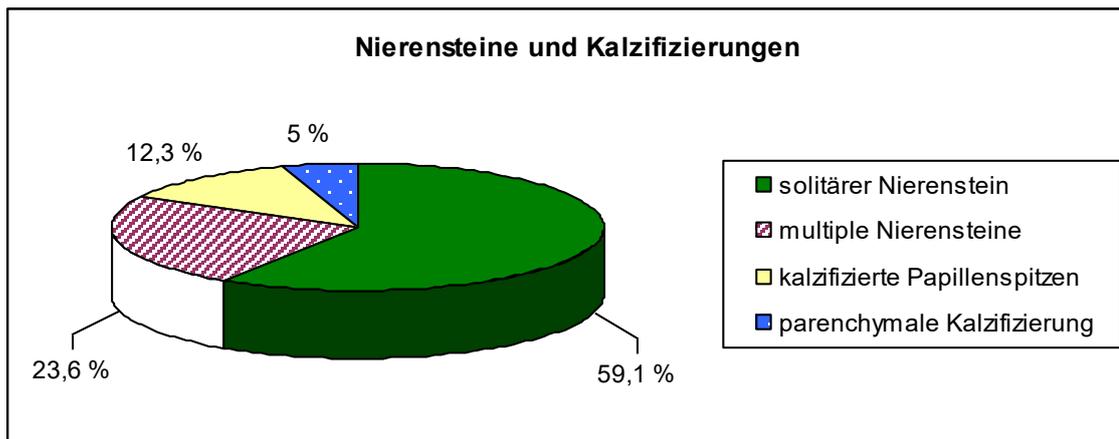
In dem Kollektiv traten lediglich bei 9 Personen unter 30 Jahren Nierensteine oder eine andere Kalzifizierung der Nieren auf. Dahingegen konnten in der Altersgruppe zwischen 71 und 80 Jahren die meisten renalen Kalzifizierungen (27,6 %) diagnostiziert werden.



**Abb. 36** Alters- und Geschlechterverteilung von Patienten mit renalen Kalzifizierungen oder Steinen als ZB.

Die ZB in dieser Patientengruppe wurden in die folgenden 4 Kategorien eingeteilt (Abbildung 37):

- solitärer Nierenstein
- multiple Nierensteine
- kalzifizierte Papillenspitzen
- parenchymale Kalzifizierung



**Abb. 37** Übersicht über die Verteilung aller renalen Kalzifizierungen und Steine.

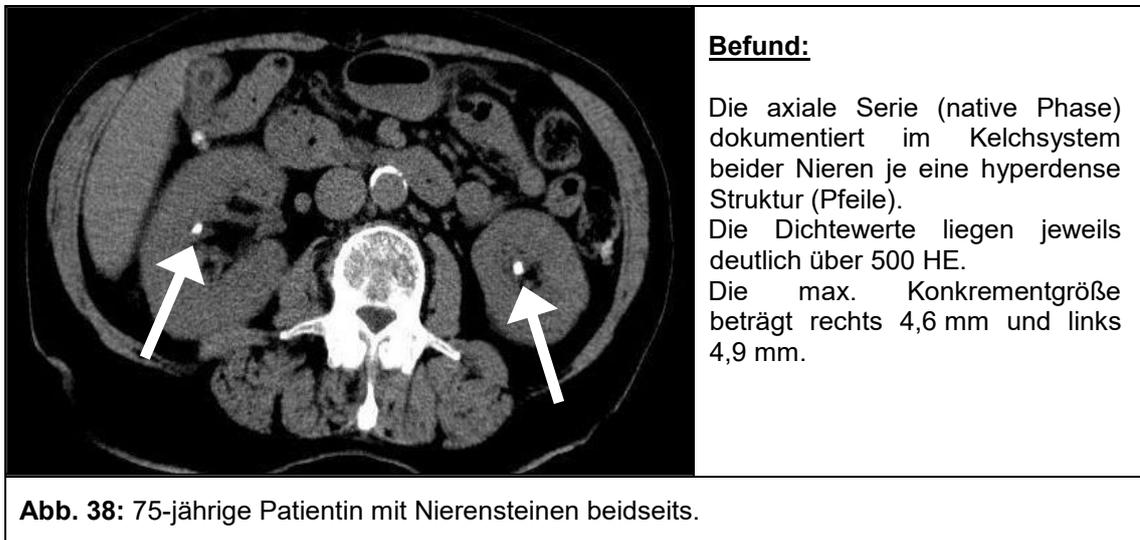
Die Tabelle 14 liefert genauere Informationen über die verschiedenen Arten der Kalzifizierungen und über deren Prävalenzen.

Dabei wurden die ZB von Patienten mit Nephrolithiasis nach dem jeweils größten Konkrement eingeordnet. Außerdem wurden von den 597 Patienten 5 doppelt berücksichtigt, da sie mind. einen Nierenstein sowie eine zusätzliche parenchymale Verkalkung aufwiesen.

**Tab. 14** Anzahl der Patienten mit Nierenstein oder renaler Kalzifizierung.

| Art der Kalzifizierung         | Anzahl der Patienten (n) | Anteil aller Patienten mit ZB (%) |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Solitärer Nierenstein ≤ 0,5 cm | 303                      | 11                                |
| Solitärer Nierenstein 0,5–1 cm | 38                       | 1,4                               |
| Solitärer Nierenstein ≥ 1 cm   | 15                       | 0,5                               |
| Multiple Nierensteine ≤ 0,5 cm | 106                      | 3,8                               |
| Multiple Nierensteine 0,5–1 cm | 26                       | 0,9                               |
| Multiple Nierensteine ≥ 1 cm   | 10                       | 0,4                               |
| Kalzifizierte Papillenspitzen  | 74                       | 2,7                               |
| Parenchymale Kalzifizierung    | 30                       | 1,1                               |
| <b>Insgesamt 602 Befunde</b>   | <b>597</b>               | <b>21,7</b>                       |

Nierensteine und Kalzifizierungen konnten bereits in der Nativphase als hyperdense Strukturen im Nierenbecken oder im Nierenkelchsystem nachgewiesen werden (Abbildung 38).



#### 4.5.3 Nierenparenchymnarben

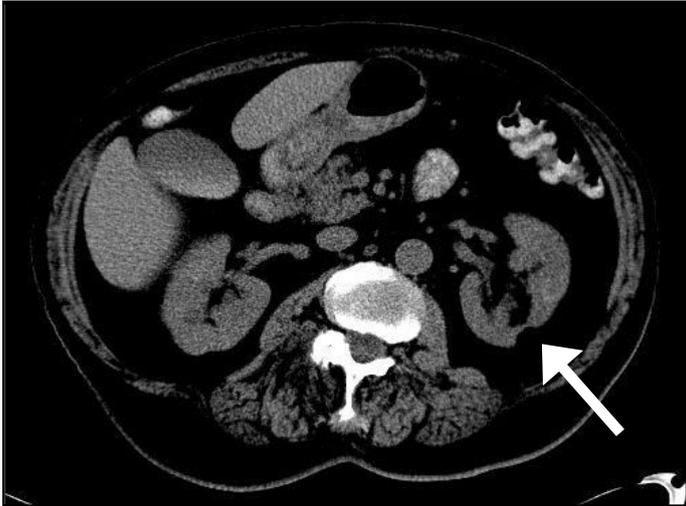
Bei 74 Personen der Studie (1%) wurde mind. eine Narbe im Nierenparenchym gefunden. Die Patienten dieser Gruppe waren durchschnittlich 67,1 Jahre alt (s = 11,8; S = 39 bis 91 Jahre).

Die Tabelle 15 gibt Auskunft über die Lokalisation der Parenchymnarben.

**Tab. 15** Anzahl der Nierenparenchymnarben.

|                 | Rechts (n) | Links (n) | Beidseits (n) | Insgesamt (n) |
|-----------------|------------|-----------|---------------|---------------|
| Parenchymnarben | 34         | 27        | 13            | 74            |

Als Parenchymnarben wurden umschriebene Ausdünnungen oder Einziehungen des Nierenparenchyms bezeichnet, die z. B. nach Nierenschäden wie einer stattgehabten Ischämie auftreten können. Kleinere Parenchymnarben zeigten sich in der Regel als hypodense Parenchymeinziehung (Abbildung 39).



**Befund:**

In der axialen Serie zeigt sich bereits in der Nativphase eine kleine hypodense Parenchym-einziehung (Pfeil) des dorsalen Nierenparenchyms. Bei dem Befund handelt es sich a. e. um eine Parenchymnarbe.

**Abb. 39:** Parenchymnarbe bei einer 71-jährigen Patientin als klinisch gering relevanter ZB.

#### 4.5.4 Lage- und Anlageanomalien der Niere

Bei 39 Patienten des Kollektivs (1,4 %) wurden insgesamt 47 Lage- oder Anlageanomalien detektiert, die der Kategorie 3 zugeordnet wurden.

Die Patienten waren im Durchschnitt 59,9 Jahre alt (s = 19,6; S = 10 bis 93 Jahre). Zwischen den weiblichen und den männlichen Patienten konnten keine relevanten Unterschiede der Prävalenzen festgestellt werden.

Die verschiedenen Befunde dieser Gruppe sind in der Abbildung 40 aufgeführt.

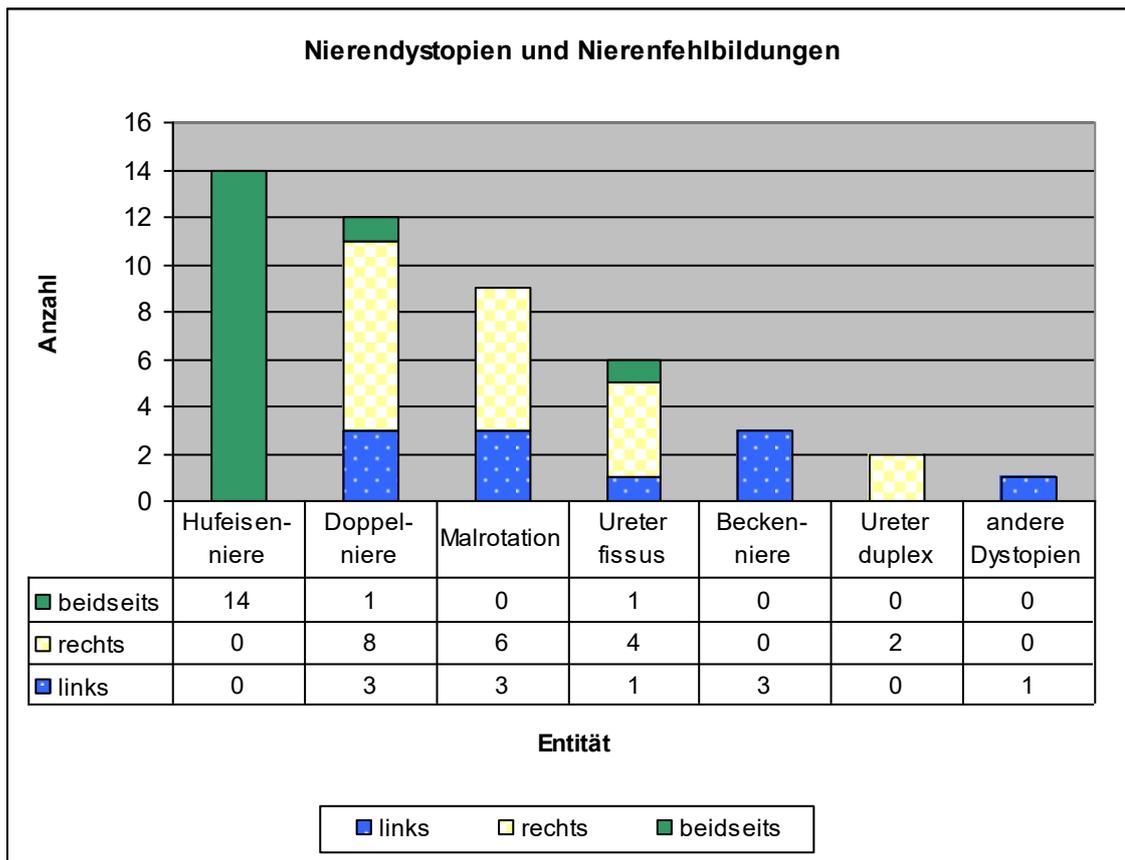
Hufeisennieren machten mit 14 Befunden einen Großteil (29,8 %) der Anlageabweichungen aus. Das Durchschnittsalter der Patienten mit einer Hufeisenniere betrug 50,6 Jahre.

Anlagen einer Doppelnieren traten am zweithäufigsten in dieser Patientengruppe auf (25,5 %). Davon waren 8 rechts lokalisiert, drei linksseitig und nur eine beidseits. 6 der 12 Doppelnieren wiesen einen Ureter fissus und eine der Doppelnieren einen Ureter duplex auf.

Lediglich bei einer Patientin konnte in der CT ein Ureter duplex auf der rechten Seite ohne Doppelnierenanlage nachgewiesen werden.

Weiterhin zeigte sich bei 9 Untersuchten dieser Gruppe eine Malrotation der Niere.

Bei drei Patienten konnte linksseitig eine hereditäre Beckenniere als ZB detektiert werden.



**Abb. 40** Übersicht der Lageanomalien und Nierenfehlbildungen.

Der CT-Scan der Abbildung 41 dokumentiert den Befund einer Beckenniere bei einem 56-jährigen Patienten. Die Gefäßversorgung der Beckennieren entspringt meist variabel aus der distalen Aorta und/oder aus den Iliakalgefäßen. Ebenso zeigt sich die Organachse abnorm, indem das Nierenbecken nach ventral gedreht ist.



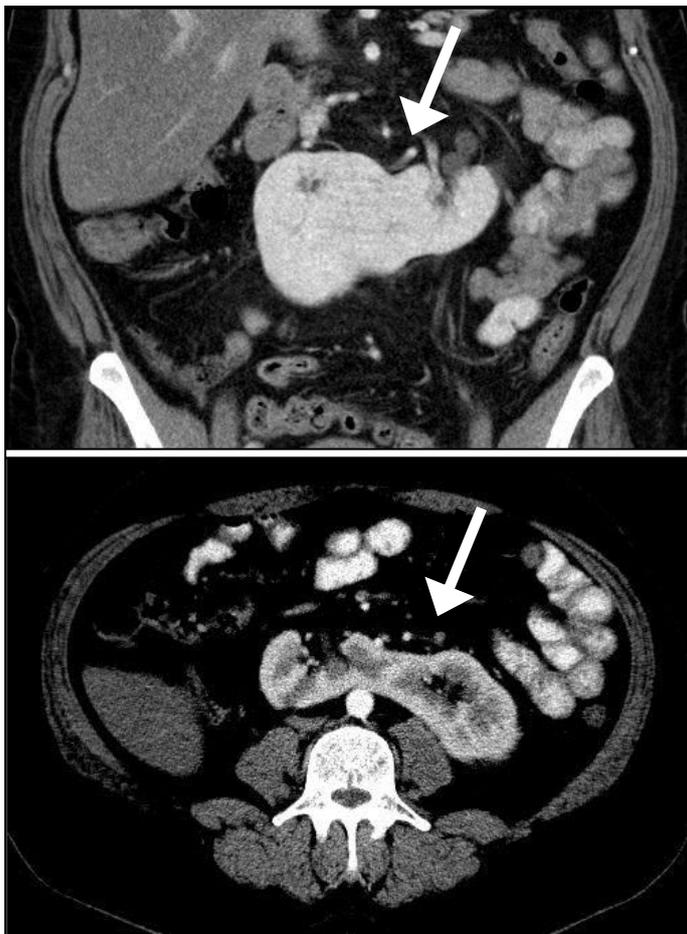
**Befund:**

In der koronaren Serie (Nativphase) liegt die linke Niere (Pfeil) des Patienten unterhalb der Aortenbifurkation im kleinen Becken. Das Nierenbecken ist nach ventrokaudal gerichtet. Der Befund wurde a. e. als Anlageanomalie gewertet.

**Abb. 41:** Beckenniere links bei einem 56-jährigen Patienten als klinisch gering relevanter ZB.

Abbildung 42 zeigt den CT-Scan einer Patientin mit einer Hufeisenniere. Die beiden Nieren besitzen ein eigenes Kelchsystem, sind jedoch über eine Parenchymbrücke bzw. durch Bindegewebe am unteren Pol der Nieren miteinander verbunden.

Meist ist durch die Fusionierung die Achsenlage von Hufeisennieren verändert, sodass ähnlich wie bei diesem Befund die Nierenbecken nach ventral anstatt nach medial ausgerichtet sind.



**Befund:**

Bis auf die mediale Parenchymverschmelzung beider Nieren (Pfeile) vor der Aorta, liegen keine weiteren Auffälligkeiten der Nieren vor.

Das obere Bild dokumentiert den Befund in der koronaren Schnittebene in der portalvenösen Phase, während das untere Bild diesen in der axialen Serie in der arteriellen Phase zeigt.

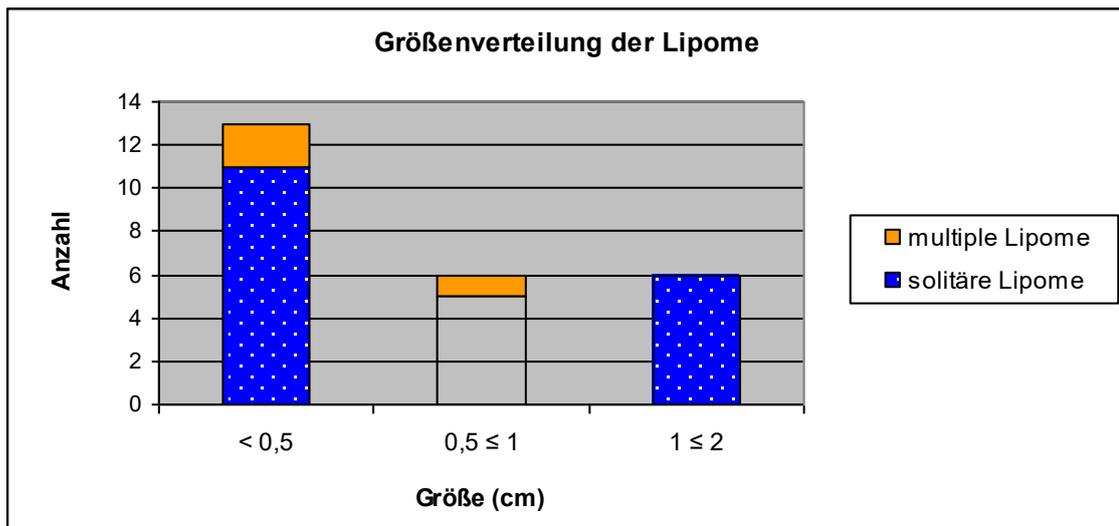
**Abb. 42:** Hufeisenniere einer 52-jährigen Patientin.

#### 4.5.5 Lipome der Niere

Einfache oder multiple Lipome der Nieren konnten bei 25 Patienten des Studienkollektivs (0,3 %) als ZB mit geringer klinischer Relevanz festgestellt werden.

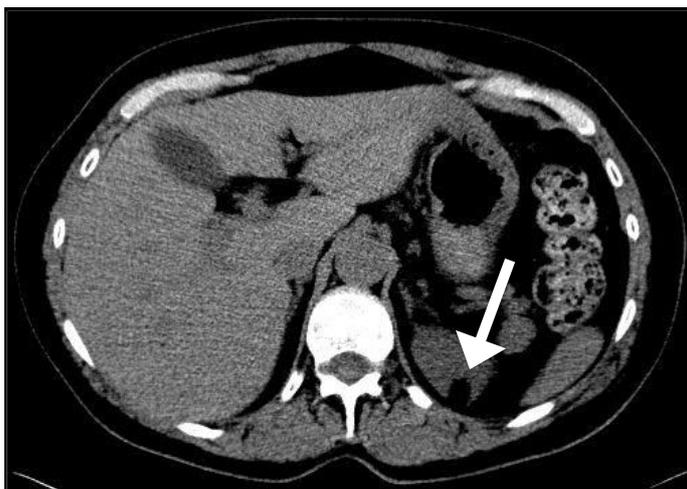
Das Durchschnittsalter der Patienten mit Lipomen (m : w = 4 : 21) betrug 65,6 Jahre (s = 15,3; S = 26 bis 89 Jahre).

Die Befunde waren im Durchmesser zwischen 2 und 11 mm (durchschnittlich 6,3 mm) groß. Auskunft über die Größenverteilung der Lipome gibt die Abbildung 43.



**Abb. 43** Übersicht über Anzahl und Größe der detektierten Lipome.

In der CT waren selbst kleinere Lipome durch fettisodense Dichtewerte um -100 HE gut von anderen RF wie bspw. flüssigkeitsgefüllten Zysten abzugrenzen (Abbildung 44).



**Befund:**

Der axiale CT-Scan (Nativphase) zeigt im dorsalen Parenchym der linken Niere eine 13 mm große RF (Pfeil) mit fettäquivalenten Dichtewerten (ca. -86 HE). Die RF ist homogen, nimmt kein KM auf und ist glatt begrenzt.

**Abb. 44:** Lipom der linken Niere bei einer 53-jährigen Patientin.

#### 4.5.6 Parenchymauffälligkeiten mit geringer klinischer Relevanz

Zu dieser Gruppe wurden 15 Patienten (0,2 % des Studienkollektivs) mit unilateraler Nierenvergrößerung oder reduziertem Nierenparenchym gezählt.

Die Patienten dieser Gruppe waren durchschnittlich 69,3 Jahre alt (s = 11,2; S = 44 bis 84 Jahre).

Prävalenzen und Seitenverteilung der Befunde sind in Tabelle 16 aufgeführt.

**Tab. 16** Übersicht weiterer Parenchymauffälligkeiten mit geringer klinischer Relevanz.

| Entität                  | Links (n) | Rechts (n) |
|--------------------------|-----------|------------|
| Parenchymatrophie        | 6         | 6          |
| Vergrößerung einer Niere | 2         | 1          |

Die Ursachen der Parenchymvergrößerungen waren weder anhand der Patientenanamnese noch anhand der CT-Indikation eruierbar. Dennoch konnten die Befunde einer höchstwahrscheinlich benignen Genese zugeordnet werden, da sowohl das radiologische Bild als auch das KM-Verhalten keine Auffälligkeiten aufwiesen.

#### **4.6 Nicht zuordenbare Zusatzbefunde**

Bei 5 Patienten des Studienkollektivs (0,1 %) konnten die ZB anhand der bildmorphologischen Eigenschaften auch in Zusammenschau mit anderen digital gespeicherten, verfügbaren Informationen (Entlassungsbriefe, Ultraschall-Untersuchungen etc.) nicht ausreichend beurteilt werden, um eine radiologische Diagnose zu stellen.

Eine der 5 Läsionen imponierte a. e. benigne. Bei den anderen Patienten konnte eine potentielle Malignität der Befunde nicht ausgeschlossen werden, da bereits eine Karzinomerkrankung in der Patientenanamnese vorlag.

## **5 Diskussion**

### **5.1 Stellenwert von Zusatzbefunden**

In der medizinischen Diagnostik stellen ZB schon länger ein bekanntes Problem dar, das jedoch erst in den letzten Jahren verstärkt ins Bewusstsein der Forschung getreten ist.

Durch den zunehmenden Einsatz und die Verbesserung von Schnittbildgebungsverfahren – insbesondere der CT – werden im Rahmen der radiologischen Routinediagnostik vermehrt ZB detektiert (Bovio et al. 2006; Barrett et al. 2009; Boutet et al. 2016). Auch das häufigere Auftreten von Nebenbefunden bei älteren Personen (Grossman et al. 2002) trägt einen maßgeblichen Teil zu dieser Entwicklung bei (Orme et al. 2010; Baugh et al. 2014). In Studien zur MRT-Diagnostik konnten in älteren Bevölkerungsgruppen teilweise bei bis zu 77,9 % der untersuchten Personen ZB gefunden werden (Boutet et al. 2016).

Da es sich bei ZB sowohl um Befunde mit geringer klinischer Relevanz wie eine anatomische Variante oder altersbedingte Veränderung als auch um maligne Prozesse handeln kann, die für den Patienten schwerwiegende Konsequenzen nach sich ziehen können (Mirilas und Skandalakis 2002), spielt bereits die erste Einschätzung durch den Untersucher eine wichtige Rolle in der fachgerechten Handhabung dieser inzidentellen Befunde.

## **5.2 Einordnung der Ergebnisse in die Fachliteratur**

Auf die Prävalenz von ZB in der diagnostischen Bildgebung nimmt eine ganze Reihe von Faktoren Einfluss. Sie hängt u. a. vom Alter des Patienten (Morgan et al. 2015), evtl. stattgehabten Voruntersuchungen (Yap et al. 2015) und der Art der medizinischen Bildgebung ab (Makdissi et al. 2013).

In dieser Arbeit wurden die CT-Untersuchungen eines unselektierten Patientenkollektivs von 7.365 Personen reevaluiert und auf renale ZB untersucht. Dabei konnten bei 37,4 % der Patienten des Studienkollektivs (2.756 / 7.365 Patienten) insgesamt 3.425 renale ZB detektiert werden. Durchschnittlich lagen somit 1,2 ZB pro Person vor.

Die Befunde wurden analog der Klassifikation von Lumbreras et al. (2010) in die drei Kategorien klinisch relevant (Kategorie 1), potentiell klinisch relevant (Kategorie 2) und klinisch gering relevant eingeteilt (Kategorie 3). Diese Klassifizierung basiert auf einer breiten Metaanalyse und stellt aktuell die umfassendste Klassifikation von ZB in der medizinischen Diagnostik mittels CT, MRT oder Ultraschall dar.

Insgesamt 3,6 % aller ZB (n = 123) konnten als klinisch relevant eingestuft werden. Diese Befunde wurden nach der radiologischen Beurteilung entweder weiter untersucht oder erforderten eine Therapieanpassung. Im untersuchten Studienkollektiv wurden unter den klinisch relevanten ZB in erster Linie maligne zystische Läsionen der Niere (n = 36), NZK (n = 30) und Metastasen des Nierengewebes (n = 29) nachgewiesen. In Relation zum Gesamtkollektiv (n = 7.365) waren maligne Tumoren als ZB selten und wurden nur bei 0,9 % der Patienten (n = 68) detektiert.

Potentiell klinisch relevante Befunde traten in der Studie fast doppelt so häufig auf. Sie machten 6,7 % aller ZB (n = 231) aus und waren möglicherweise für das zukünftige diagnostische und therapeutische Prozedere von Bedeutung. Die häufigsten potentiell klinisch relevanten ZB der Niere stellten Nierenperfusionstörungen bzw. eine eingeschränkte Mark-Rinden-Differenzierbarkeit (n = 131) sowie Schrumpfnieren (n = 36) dar, die bei 2,3 % der Patienten vorkamen.

Der überwiegende Teil der inzidentellen Befunde dieser Studie (89,5 %) war von geringer klinischer Relevanz, da diese benigne bildmorphologische Kriterien aufwiesen. In der Summe betraf dies 3.066 Befunde bzw. 35,5 % des Patientenkollektivs. Hierzu zählten z. B. Patienten (31,3 % des Studienkollektivs) mit unkomplizierten Nierenzysten (n = 2.303), die weder Kalzifizierungen, Septen oder weichteildichte Strukturen mit KM-Aufnahme aufwiesen. Diese bildeten mit Abstand den größten Teil aller ZB (67,2 %).

Auch Nierensteine (n = 572) zählten zu den häufigen ZB der Kategorie 3 und konnten bei 7,8 % der Patienten nachgewiesen werden, wobei etwas mehr als die Hälfte der Patienten kleinere solitäre Nierensteine aufwies (53 %).

Im Vergleich mit ähnlich konzipierten Studien zu ZB in der Schnittbildgebung zeigten sich einige Abweichungen, auf die im Folgenden näher eingegangen werden soll.

Bei der Durchsicht der aktuellen Fachliteratur eigneten sich u. a. Arbeiten zum Vergleich, die sich mit der Prävalenz von ZB im Bereich des Abdomens befassten, da auch hauptsächlich diese Region für die Beurteilung der Nieren von Interesse war.

Paluska et al. analysierten 2007 ein Kollektiv von 848 Patienten, die nach einem Trauma eine CT-Untersuchung erhalten hatten, um bei diesem die Inzidenz und klinische Bedeutung von ZB zu evaluieren. Sie fanden bei 34,7 % der Patienten (294 / 848) abdominelle ZB, wovon sie im Vergleich zur vorliegenden Studie einen größeren Anteil als klinisch relevant ansahen (12,5 % vs. 3,6 %). Auch potentiell klinisch relevante ZB traten bei Paluska et al. (2007) deutlich häufiger auf (37,4 % vs. 6,7 %). Im Umkehrschluss wurden in ihrer Studie weniger ZB als klinisch gering relevant eingeschätzt (50,2 % vs. 89,5 %).

Eine weitere Studie zur Prävalenz von ZB in Abdomen- und Becken-CT-Untersuchungen bei Traumapatienten von Lee et al. (2016) ermittelte im Vergleich zur vorliegenden Studie nur bei 32,1 % der Patienten (205 / 640) ZB. Ähnlich wie in der vorliegenden Arbeit war der überwiegende Teil (77,3 %) der detektierten ZB bei Lee et al. (2016) von geringer klinischer Relevanz und wurde nicht weiter abgeklärt. Der Anteil der potentiell klinisch relevanten Befunde in der vorliegenden Arbeit war auch im Vergleich zur Arbeit von Lee et al. (2016) deutlich niedriger (10,3 % vs. 21,8 %).

Treskes et al. untersuchten 2016 die Unterschiede der Frequenz und klinischen Relevanz von ZB, die in Ganzkörper-CT- und selektierten Standard-CT-Untersuchungen auftraten. Ihr Studienkollektiv bestand aus 541 traumatologischen Patienten, von denen 42,9 % (n = 233) ZB in der Ganzkörper-CT-Untersuchung aufwiesen. Auch in der Arbeit von Treskes et al. (2016) waren die meisten ZB (58,3 %) von geringer klinischer Relevanz und bedurften keiner weiteren Abklärung. Der Anteil

der klinisch relevanten ZB war jedoch etwas größer als in der vorliegenden Studie (5,2 % vs. 3,6 %).

Bei einer größeren Studie von Ekeh et al. (2010) wurden die Inzidenz und Prävalenz von ZB in CT-Scans des Abdomens bei traumatologischen Patienten analysiert. Anschließend wurden – anders als in der vorliegenden Studie – nur die häufigsten Läsionen beschrieben. In dem Kollektiv wurden bei 35 % der Patienten (1.103 / 3.113) abdominelle ZB erfasst, wobei der Anteil der klinisch relevanten ZB im Vergleich mit der vorliegenden Studie höher lag.

In einer weiteren retrospektiven Studie bestimmten Barrett et al. (2009) die Häufigkeit von ZB im Rahmen der traumatologischen Erstdiagnostik mittels CT. Sie fanden bei 53 % der Patienten (1.635 / 3.092) mind. einen ZB, wovon 58,5 % klinisch relevant waren und weiter untersucht wurden.

Im Vergleich mit der vorliegenden Arbeit wurden in den genannten Studien bei Polytraumapatienten mit 13,5–58,5 % (vs. 10,3 %) aller generierten ZB ein teilweise sehr viel höherer Anteil an klinisch relevanten und potentiell klinisch relevanten ZB nachgewiesen. Der Anteil der klinisch gering relevanten ZB lag dementsprechend deutlich niedriger (41,5–86,5 % vs. 89,5 %). Diese Diskrepanzen kamen u. a. durch verschiedene Untersuchungs- und Befundungsprotokolle zustande (vgl. Kapitel 5.2).

Bezogen auf das generelle Auftreten von inzidentellen Befunden bei CT-Untersuchungen in der Traumatologie lag das Ergebnis dieser Arbeit mit 37,4 % allerdings im Bereich (32,1–53 %) der genannten Polytrauma-Studien.

Eine weitere wichtige Vergleichsgruppe bildeten retrospektive Studien, die CT-Kolonografien (CTC) im Rahmen des Screenings auswerteten.

Hier ist u. a. die Arbeit von Veerappan et al. (2010) anzuführen, die in ihrem Studienkollektiv nicht Kolon-assoziierte ZB erfasst, kategorisiert und ihre finanziellen Auswirkungen untersucht hatten. Bei 46 % des Studienkollektivs (1.037 / 2.277 Patienten) konnten sie einen nicht Kolon-assoziierten Befund erheben. Im Vergleich mit der vorliegenden Arbeit fanden sich bei ihnen mehr potentiell klinisch relevante und klinisch relevante ZB der Kategorien 1 und 2 nach der Klassifikation von Lumbreras et al. (2010).

Sutherland et al. (2011) gaben an, sogar bei 70,1 % ihres Patientenkollektivs ZB außerhalb des Kolons gefunden zu haben, wobei ihr Studienkollektiv (n = 258) bedeutend kleiner und dementsprechend weniger aussagekräftig war. Mit 8,9 % der Patienten wurden bei ihnen außerdem im Vergleich mit der vorliegenden Studie mehr ZB der Kategorie 1 oder 2 diagnostiziert.

Xiong et al. analysierten 2005 retrospektiv die Ergebnisse von 17 Studien, die CTC auf ZB untersucht hatten. Die einbezogenen Studien waren im Rahmen des Screenings oder für diagnostische Zwecke bei Risikopatienten für kolorektale Karzinome durchgeführt worden und erbrachten – ähnlich wie der vorliegenden Studie – bei 40 % von insgesamt 3.488 Patienten ZB. Klinisch bedeutende ZB traten in ihrer Arbeit allerdings bei einer größeren Anzahl von Patienten auf (10,5 % vs. 1,6 %).

Andere Arbeiten zu diesem Thema beschäftigten sich ebenfalls mit der Prävalenz von ZB bei CTC bei Patienten mit einem erhöhten Risiko für ein kolorektales Karzinom. Sie ermittelten im Vergleich mit der vorliegenden Studie teilweise deutlich höhere Prävalenzen, die zwischen 33,2 und 65 % lagen (Hara et al. 2000; Ginnerup Pedersen et al. 2003; Gluecker et al. 2003; Kim et al. 2008; Yee et al. 2010). Diese Studien schlossen jedoch auch ZB ein, die laut Definition nicht als inzidentell bezeichnet werden können. Nach Abklärung der relevant erscheinenden Befunde betrug die Prävalenz 6,8–12 % für das Auftreten von klinisch bedeutenden ZB und bestätigte die Ergebnisse der zuvor erwähnten CTC-Studien von Xiong et al. (2005), Veerappan et al. (2010) und Sutherland et al. (2011). Dem gegenüber stehen die Resultate der vorliegenden Studie, die nur bei 4,7 % aller Patienten potentiell klinisch relevante und klinisch relevante ZB erhob.

Eine Ursache für die höheren Prävalenzen von klinisch relevanten und potentiell klinisch relevanten ZB in den bisher genannten Vergleichsstudien kann in dem umfangreicheren Untersuchungsvolumen dieser gesehen werden. Da die Autoren alle abgebildeten Organsysteme und nicht nur die Nieren in ihre Analyse einbezogen, erhöhte sich auch die Wahrscheinlichkeit, dass ZB generiert wurden.

Weiterhin wurde die Arbeit von Pooler et al. (2015) zum Vergleich herangezogen, da diese die CTC eines großen, asymptomatischen Kollektivs (n = 7.952), welches ein durchschnittliches Risiko für eine Malignomerkrankung aufwies, analysierten. Hierbei wurden sämtliche Befunde, die in den CT-Untersuchungen nachweisbar waren, klassifiziert und die Prävalenzen ermittelt. Nur bei 2,5 % der Patienten des Studienkollektivs zeigte sich ein ZB, der mit der Kategorie 1 oder 2 (nach Lumbreras et al. 2010) vergleichbar und damit seltener als in dieser Studie war (4,7 %). Die niedrigere Prävalenz von klinisch relevanten ZB bei Pooler et al. (2015) ist durch das in ihrer Studie angewandte Klassifikationssystem zu erklären, das z. B. in der Einstufung von Nierenzysten von der Einteilung von Lumbreras et al. (2010) abweicht. Auch bei den ähnlich aufgebauten Studien von Pickhardt et al. (2003) und Kim et al. (2008) bestand das Kollektiv aus asymptomatischen Probanden mit einem durchschnittlichen Erkrankungsrisiko. Die ermittelten Prävalenzen für ZB der Kategorie

1 und 2 betragen in beiden Studien 4,5 % und 5,2 % und waren demnach mit dem Ergebnis der vorliegenden Studie (4,7 %) kongruent.

Bei der retrospektiven Auswertung von CT-Untersuchungen des Abdomens und des Beckens bezüglich der Langzeit-Folgen von ZB, zeigten sich in der Studie von Morgan et al. (2015) hingegen höhere Prävalenzen. Bei 11 % der Patienten, die ursprünglich aufgrund einer Hämaturie untersucht wurden, konnten unter Ausschluss von renalen ZB klinisch relevante ZB detektiert werden. Die größere Anzahl kam vermutlich dadurch zustande, dass im Gegensatz zur vorliegenden Studie bei Morgan et al. (2015) symptomatische Patienten untersucht wurden.

Da die Zielstellung der Arbeit von Morgan et al. (2015) durch den Ausschluss von Nieren-ZB einen anderen Schwerpunkt hatte, soll ihre Arbeit hier nur als Beispiel für das Vorkommen von ZB außerhalb der Nieren dienen.

Gut erforscht ist das Auftreten von ZB in anderen Körperregionen, wie z. B. des Thorax bei CT-Untersuchungen des Herzens.

Zahlreiche Autoren untersuchten die Prävalenz von extrakardialen ZB in kardialen CT-Untersuchungen bei Patienten mit kardiologischen Erkrankungen. Die Prävalenz von extrakardialen ZB betrug dabei 37–70,6 % (Hunold et al. 2001; Onuma et al. 2006; Gil et al. 2007; Lazoura et al. 2010; Yiginer et al. 2010; Staab et al. 2014). Im Vergleich zur vorliegenden Arbeit wurden bei diesen Studien teilweise mehr klinisch relevante ZB detektiert (9,3–24 % vs. 3,6 %), da die Studienteilnehmer Vorerkrankungen aufwiesen.

Schragin et al. (2004) detektierten in einer ähnlich konzipierten Arbeit bei einem Kollektiv mit kardiovaskulären Risikofaktoren insgesamt weniger ZB als in der vorliegenden Arbeit (20,5 % vs. 37,4 %). Ein Grund für die niedrigere Prävalenz liegt vermutlich im kleineren Untersuchungsvolumen bei Kardio-CT-Untersuchungen. Bei Schragin et al. (2004) wurde im Vergleich mit der vorliegenden Arbeit eine höhere Prävalenz an potentiell klinisch relevanten Befunden detektiert. Die größere Anzahl an Folgeuntersuchungen bzgl. der detektierten ZB ist wahrscheinlich durch die für den Patienten größere unmittelbare Gefahr für Morbidität und Mortalität bei extrakardialen ZB gegenüber renalen ZB begründet.

Aktuell finden sich in der Literatur nur wenige Studien, die sich mit der Prävalenz renaler ZB beschäftigten.

In der Studie von Lee et al. (2016) wurden bspw. nur bei 11,1 % der Patienten (71 / 640) mit einer Polytrauma-CT-Untersuchung renale ZB detektiert (vs. 37,4 %).

Diese ZB umfassten ebenfalls hauptsächlich benigne Zysten und Konkreme der Niere. Die genauen Prävalenzen der verschiedenen renalen ZB wurden in der Studie nicht explizit aufgeführt.

In einer anderen Arbeit, die in gleicher Weise die Prävalenz von inzidentellen Befunden bei Polytraumapatienten in der CT ermitteln sollte, wurden weniger Nierenzysten als in der vorliegenden Studie detektiert (7,7 % vs. 32,2 %). Allerdings war das Patientenkollektiv (n = 555) deutlich kleiner (Baugh et al. 2014).

Es ist schon länger bekannt, dass Nierenzysten in der Allgemeinbevölkerung eine hohe Prävalenz haben. Nach Tada et al. (1983) sind diese bei über 27 % und nach Luscher et al. (1987) sogar bei mind. 30 % der über 50-jährigen nachweisbar.

Diese Angaben werden durch die Ergebnisse der vorliegenden Studie bestätigt, da bei insgesamt 32,2 % der Patienten zuvor unbekannte, zystische Läsionen (n = 2.369) erfasst wurden. Unkomplizierte Zysten der Bosniak-Kategorien 1 und 2 traten bei 31,3 % aller Patienten (n = 2.303) als ZB auf.

In der Arbeit von Ekeh et al. (2010) wurden hingegen nur bei 10,2 % aller Patienten (318 / 3.113) Nierenzysten detektiert, die genauer klassifiziert wurden. Ferner fanden Ekeh et al. (2010) bei 20 Patienten (0,6 %) eine pathologische Nierenläsion und bei 10 Patienten (0,3 %) eine hereditäre Anomalie der Niere wie z. B. eine Hufeisen- oder Beckenniere. Ähnlich detektierten Veerappan et al. (2010) bei 0,7 % ihres Kollektivs relevante Nieren-ZB, die auch den Großteil (41 %) aller relevanten ZB in ihrer Studie darstellten.

In der vorliegenden Studie wurden bei vergleichbar vielen Patienten (0,9 %) pathologische ZB wie NZK, Metastasen oder andere Malignome erfasst. Angeborene Anomalien (0,7 %) zeigten sich nur geringfügig häufiger als bei Ekeh et al. (2010).

Demgegenüber wiesen in der Studie von Pooler et al. (2015) lediglich 0,3 % der Patienten klinisch relevante renale ZB wie z. B. polyzystische Nierenerkrankungen, Onkozytome oder NZK auf.

In dem von Hellstrom et al. (2004) untersuchten Patientenkollektiv (n = 111), wurden in den CTC ebenfalls nur bei 11,7 % der Patienten Nierenzysten entdeckt. Zu den renalen ZB von potentiell klinischer Relevanz gehörten in der Studie von Hellstrom et al. (2004) 7 unklare zystische Läsionen, die bei 6,3 % des Kollektivs auftraten. Im Vergleich dazu waren in der vorliegenden Studie in einem größeren Kollektiv nur bei 3,1 % der Patienten potentiell klinisch relevante ZB nachweisbar.

Barrett et al. (2009) wiesen bei 1,4 % ihrer Studiengruppe (36 / 3.092 Patienten) renale Läsionen der Kategorie 1 nach, bei denen der V. a. eine Neoplasie gestellt wurde. Damit sind die Ergebnisse von Barrett et al. (2009) mit denen der vorliegenden Studie (1,6 %) vergleichbar.

Die Ergebnisse der genannten Studien korrelieren insgesamt bis auf geringe Abweichungen mit denen der vorliegenden Studie, in der bei 7,8 % der Patienten eine Nephrolithiasis, bei 0,3 % eine uni- oder bilaterale Nierenatrophie und bei 1 % eine Parenchymnarbe diagnostiziert wurden.

Eine mit in der vorliegenden Studie vergleichbare Fragestellung beinhaltete die Arbeit von O'Connor et al. (2011), die bei 3.001 Patienten, die sich einer CTC unterzogen hatten, die Prävalenz von renalen ZB bestimmten. O'Connor et al. (2011) konnten jedoch nur bei 433 Patienten des Studienkollektivs (14,4 %) renale ZB detektieren, da lediglich renale RF ab einer Größe von 1 cm registriert wurden.

Nach der Kategorisierung der renalen ZB ergab sich wiederum eine ähnliche Relation wie in der vorliegenden Studie: 376 der renalen ZB (86,8 %) konnten bei O'Connor et al. (2011) als benigne und 57 der Befunde (13,2 %) als unklar und damit potentiell maligne eingestuft werden. Von den potentiell malignen Befunden wurden 4 (0,1 %) als NZK klassifiziert, was mit der Prävalenz der vorliegenden Studie (0,4 %) korreliert.

### **5.3 Einflussfaktoren auf die Prävalenz von Zusatzbefunden**

Bei Analyse der angeführten Studien lässt sich mutmaßen, dass die divergierenden Prävalenzen zum einen dadurch zustande kamen, dass die Patientengruppen ein unterschiedlich ausgeprägtes Risikoprofil aufwiesen und zum anderen, dass unterschiedliche Untersuchungsprotokolle verwendet wurden. Zu einer ähnlichen Auffassung kamen schon Aldington et al. (2011), die konstatierten, dass die Auftretenshäufigkeit von ZB von der Studienpopulation, dem angewandten Studienprotokoll und der Definition von inzidentellen Befunden abhängig ist.

Die Mehrzahl der aufgeführten Arbeiten befasste sich mit der Analyse bestimmter Untersuchungen wie CTC (Pickhardt et al. 2008; Veerappan et al. 2010; Sutherland et al. 2011 etc.), Kardio-CT- (Lazoura et al. 2010; Staab et al. 2014 etc.) oder auch Ganzkörper-CT-Untersuchungen (Paluska et al. 2007; Baugh et al. 2014; Treskes et al. 2016 etc.).

Neben den CTC, die überwiegend bei Hoch-Risiko-Patienten für ein kolorektales Karzinom durchgeführt wurden, untersuchten viele der vorangehenden Studien andere Risikogruppen wie Patienten mit kardiovaskulären Vorerkrankungen (Lazoura et al. 2010; Staab et al. 2014), Cannabis- oder Nikotinkonsumenten (Swensen et al. 2002; Aldington et al. 2011) und asbestexponierte Patienten (Vierikko et al. 2007).

Die oftmals selektierten Studienpopulationen stellen eine denkbare Ursache für die höheren Prävalenzen von klinisch relevanten ZB in der bisher veröffentlichten Literatur dar.

Unterschiede zwischen den Studienprotokollen fanden sich u. a. in der angewandten CT-Strahlendosis und der KM-Anwendung, welche die Detektionsrate beeinflussen können (Morrin et al. 2000; van Gelder et al. 2002; Yee et al. 2005).

Bei Yee et al. (2005) wurden z. B. anders als in der Arbeit von Kim et al. (2008) CTC ausgewertet, bei denen kein i. v. KM verabreicht wurde. Ebenso wurden bei vielen anderen CT-Studien Untersuchungen des Abdomens ohne i. v. KM-Applikation durchgeführt (Messersmith et al. 2001). Auch Morgan et al. (2015) gaben an, dass 30 % ihrer ausgewerteten Abdomen-Scans nicht KM-gestützt waren.

Im Gegensatz dazu werden in der Traumatologie im Rahmen der notfallmäßigen Diagnostik in der Regel Ganzkörper-CT-Untersuchungen mit i. v. Gabe von KM durchgeführt (Barrett et al. 2009; Ekeh et al. 2010; van Vugt et al. 2012; Lee et al. 2016).

Es ist anzunehmen, dass durch KM-gestützte CT-Untersuchungen eine höhere Sensitivität für die Detektion inzidenteller Befunde erreicht wird. Dies bestätigte sich z. B. in der Arbeit von Spreng et al., welche 2005 die Prävalenz von ZB bei KM-gestützten CTC und bei nativen CTC verglich. Bei den KM-gestützten Untersuchungen war mit 31 % (vs. 13 %) eine deutlich höhere Detektionsrate klinisch relevanter ZB zu verzeichnen. Zudem sind auch für die Anwendung der Bosniak-Klassifikation der Nierenzysten KM-gestützte CT-Untersuchungen besser geeignet (Curry et al. 2000).

In der Studie von Pinilla et al. (2011) hat sich gezeigt, dass niedrig dosierte CT-Untersuchungen eine geringere Sensitivität für ZB haben. Da CTC allerdings meist mit niedriger Strahlendosis durchgeführt wurden (van Gelder et al. 2002) und damit einen geringeren Kontrast boten, lässt sich vermuten, dass sie nicht die diagnostische Wertigkeit von nicht-dosisreduzierten CT-Scans erreichen.

Eine weitere Ursache für die unterschiedlichen Prävalenzen von ZB stellt die Größe der jeweiligen Studienpopulation dar, da ein größeres Kollektiv für die Repräsentation von ZB in einer Bevölkerung aussagekräftiger ist als eine kleine Studienpopulation. Autoren wie Hellstrom et al. (2004), die in ihrer prospektiven Arbeit zur Prävalenzermittlung von ZB bei CTC eine kleine Studiengruppe von 111 Patienten untersuchten, erkannten bei bis zu 23 % potentiell relevante ZB. Bei Pooler et al. (2015) wurde hingegen mit 7.952 Personen ein wesentlich umfangreicheres, vergleichbares Kollektiv untersucht, wodurch sich vermutlich ihre niedrigere Prävalenz von klinisch relevanten ZB (2,5 %) erklären lässt.

Bei der Analyse des Durchschnittsalters der Patienten der zuvor genannten Studien zeigten sich teils deutliche Differenzen: Das mittlere Alter der Studiengruppe von Hunold et al. (2011), die sowohl die Prävalenz als auch die diagnostischen und therapeutischen Folgen von extrakardialen ZB analysierten, betrug bspw. 59 Jahre im Vergleich zu 80,5 Jahren bei einer ähnlich konzipierten Studie von Staab et al. (2014). Die Polytraumapatienten der Studien von Paluska et al. (2007), Barrett et al. (2009) und van Vugt et al. (2012) waren hingegen im Durchschnitt wesentlich jünger. Zusammen betrachtet lag bei ihnen das mittlere Alter der Patienten zwischen 36 und 37 Jahren.

Ein weiterer relevanter Unterschied zwischen den Studienpopulationen bestand hinsichtlich der Risikogruppen und Vorerkrankungen der Teilnehmer (Park et al. 2009). Morgan et al. (2015) konnten in ihrer retrospektiven Arbeit, die Abdomen- und Becken-CT-Scans auf ZB untersuchte, zeigen, dass die Prävalenz von ZB bei symptomatischen Patienten höher liegt als bei asymptomatischen Studienteilnehmern. Darüber hinaus zeigte sich bei einer weiteren Arbeit, dass bei symptomatischen Patienten auch häufiger malignomsuspekte ZB diagnostiziert werden konnten als bei beschwerdefreien Probanden (Veerappan et al. 2010).

Desweiteren wurden in den verschiedenen Studien abweichende Klassifikationssysteme angewandt, sodass bei einigen Entitäten eine unterschiedliche Kategorisierung erfolgte (Treskes et al. 2016).

So bezogen sich Treskes et al. (2016) auf eine – im Vergleich zur vorliegenden Studie – divergente Einteilung der Befundrelevanz von Nierenzysten, indem sie B2-Zysten als potentiell klinisch relevant (anstelle der Kategorie 3 nach der Klassifikation von Lumbreras et al. 2010) und B2f- sowie komplizierte Zysten als klinisch relevant einstufte (anstelle der Kategorien 1 und 2).

Hufeisennieren wurden bei Treskes et al. (2016) der Kategorie 2 anstatt – wie in der vorliegenden Arbeit – der Kategorie 3 zugeteilt.

Paluska et al. (2007) beurteilten die klinische Relevanz der ZB in erster Linie anhand ihrer resultierenden Konsequenzen. ZB, die z. B. noch vor der Entlassung des Patienten mittels weiterführender Diagnostik abgeklärt worden sind, wurden der Kategorie 1 zugeteilt. ZB der Kategorie 2 sollten innerhalb von 1 bis 2 Wochen eine Abklärung erhalten und ZB der Kategorie 3 benötigten keine weiterführende Diagnostik.

Viele andere Studien ordneten die inzidentellen Befunde nur in 2 Kategorien ein, je nachdem ob sie eine weitere Diagnostik, Verlaufskontrolle oder Therapie erforderlich

machten oder aber ohne Konsequenzen blieben (Barrett et al. 2009; O'Connor et al. 2011; Lee et al. 2016).

Allgemein lässt sich konstatieren, dass die in der Fachliteratur verfügbaren Arbeiten nur eingeschränkt zum Vergleich mit dieser Studie herangezogen werden können, da der Großteil entweder ein selektiertes Patientengut untersuchte oder andere bildgebende Verfahren verwendete. Kaum eine der bis dato verfügbaren Studien hat sich in der Form mit renalen ZB beschäftigt wie die vorliegende Arbeit.

#### **5.4 Prävalenz der ZB in Abhängigkeit von Patientenalter und Geschlecht**

Beim Vergleich der Prävalenzen der weiblichen und männlichen Altersgruppen ergaben sich in dieser Arbeit wie beim Großteil der aufgeführten, vergleichbaren Studien keine signifikanten Unterschiede (Veerappan et al. 2010; Khosa et al. 2011; Yap et al. 2015). Auch im Hinblick auf die klinische Relevanz der ZB fanden sich zwischen Frauen und Männern keine wesentlichen Differenzen: Während 1,8 % des weiblichen und 1,5 % des männlichen Kollektivs bspw. inzidentelle Nierenbefunde von klinischer Relevanz aufwiesen, zeigten sich bei 35,3 % aller Frauen und bei 35,7 % aller Männer des vorliegenden Studienkollektivs renale ZB mit geringer klinischer Relevanz.

Bei Khan et al. (2007) und Barrett et al. (2009) waren ZB bei den weiblichen Patienten jedoch etwas häufiger nachweisbar. Die Autoren führten dies auf die Tatsache zurück, dass bei den weiblichen Reproduktionsorganen mehr ZB auftraten als bei den männlichen.

Eine klare Korrelation der Prävalenzen zeigte sich mit dem Patientenalter in der vorliegenden Studie: Je höher das durchschnittliche Lebensalter der untersuchten Patientengruppe war, desto mehr ZB konnten bei den Patienten in den CT-Untersuchungen detektiert werden. Zu diesem Ergebnis kamen auch viele andere Autoren (Khan et al. 2007; Paluska et al. 2007; Park et al. 2009; Orme et al. 2010; Seah et al. 2016). Laut Orme et al. (2010) stieg in ihrer Studie statistisch gesehen die Wahrscheinlichkeit bei einem Patienten einen ZB zu erheben um 4,2 % pro Lebensjahr.

In der Arbeit von Yap et al. (2015) lag die Prävalenz von potentiell klinisch relevanten ZB bei den unter 30-jährigen Patienten bei 2,1 % und bei den 80- sowie über 80-Jährigen bereits bei 16,3 %. In Analogie dazu konnten in der vorliegenden Studie bei jüngeren Patienten ebenfalls deutlich niedrigere ZB-Prävalenzen festgestellt werden

als bei älteren: Während die Prävalenz von ZB der Kategorien 1 und 2 (nach der Klassifikation von Lumbreras et al. 2010) bei den Patientengruppen unter 30 Jahren insgesamt 2,4 % betrug, lag sie bei Patienten über 80 Jahren bei 8,3 %.

## **5.5 Problematik und Nutzen von Zusatzbefunden**

Die zunehmende Prävalenz von ZB im radiologischen Alltag verdeutlicht die Notwendigkeit einer validen Klassifizierung, auf die sich die Untersucher im Hinblick auf die evtl. weitere Diagnostik und Therapie beziehen können (Ding et al. 2011; Yap et al. 2015). Diese Klassifizierung sollte eine konforme Einteilung der Befunde anhand ihrer bildmorphologischen Eigenschaften in klinisch relevante bis klinisch gering relevante Befunde bieten (Lumbreras et al. 2010; Yap et al. 2015).

Da benigne ZB mit geringer klinischer Relevanz in der medizinischen Bildgebung sehr viel häufiger auftreten als klinisch relevante ZB, sind sich einige Autoren uneinig, ob der Patient immer von deren Übermittlung profitiert (Illes et al. 2006; Wolf et al. 2008; Booth et al. 2010). Stattdessen können diese für den Patienten sogar psychisch belastend sein (Casarella 2002; Budoff und Gopal 2007).

Mit den finanziellen Auswirkungen, die durch die weiterführende Diagnostik von potentiell klinisch relevanten ZB einhergehen, befassten sich zahlreiche Autoren wie Hara et al. (2000), Gluecker et al. (2003), Machaalany (2009) und Yee et al. (2010).

Diese haben in Untersuchungszeiträumen zwischen 12 und 26 Monaten die Kosten von weiterführenden diagnostischen Bildgebungen analysiert. Jedoch machten diese nur einen Teil der kurz- bis mittelfristigen Mehrkosten aus.

Im Gegensatz dazu haben Xiong et al. (2006) und Pickhardt et al. (2008) in ihrer Studie die zusätzlichen Kosten, die bspw. durch stationäre Aufenthalte, Komplikationen von unerwarteten Interventionen oder bestimmte Behandlungen hinzukamen, analysiert. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass die finanziellen Konsequenzen von ZB wahrscheinlich unterschätzt werden.

Auch in anderen Studien zeigte sich durch das weitere diagnostische und therapeutische Vorgehen bei ZB eine Zunahme der finanziellen Belastung für das Gesundheitssystem (Gluecker et al. 2003; Machaalany et al. 2009; Morgan et al. 2015 etc.). Andere Autoren wiederum kamen zu dem Ergebnis, dass die Kosten im Hinblick auf die weitere Abklärung von ZB etc. gering sind (Hara et al. 2000; Yee et al. 2005).

Insgesamt lässt sich jedoch festhalten, dass es noch weiterer aussagekräftiger Langzeitstudien bedarf, um genauere Aussagen über Kosten und Nutzen hinsichtlich der Abklärung von ZB treffen zu können (Machaalany et al. 2009).

Ob im Falle der Detektion eines ZB der Patient über diesen informiert werden möchte, sollte wenn möglich vor der Untersuchung geklärt werden. Desweiteren ist es wichtig, den Patienten über die Bedeutung von unterschiedlich relevanten ZB aufzuklären sowie mögliche Konsequenzen zu erläutern, die vom Allgemeinzustand, Alter und Wunsch des Patienten abhängig sind (Silverman et al. 2008; Aldington et al. 2011; Song et al. 2012).

Auch benigne ZB können eine große Herausforderung für Arzt und Patient darstellen, da im Falle der Unterlassung einer weiterführenden Diagnostik eine gewisse Restunsicherheit besteht, ob der ZB für den Patienten klinisch irrelevant bleibt. Weiterhin besteht das Risiko, dass ein potentiell relevanter ZB fälschlicherweise als unbedeutend eingestuft wird (Berland et al. 2010). Gerade deshalb sollte der ZB stets in Zusammenhang mit der Anamnese und den Symptomen des Patienten betrachtet werden (Berland et al. 2010).

Im Falle von klinisch bedeutenden ZB der Kategorie 1 vertreten die meisten Autoren der aufgeführten Studien die Auffassung, dass eine relevante Anzahl von Patienten von der frühzeitigen Wahrnehmung und Abklärung der ZB – die in dieser Arbeit eine Gesamtprävalenz von 1,6 % haben – profitieren (Hara et al. 2000; Eskandary et al. 2005; Shetty et al. 2006; Baugh et al. 2014).

Besonders bei malignen Prozessen hat der Großteil der Patienten von einer frühzeitigen Diagnostik bzw. Therapie den größten Benefit, da z. B. die meisten Tumoren in einem frühen Stadium besser oder oftmals sogar kurativ behandelt werden können (Iezzi et al. 2007; Palsdottir et al. 2012). Die wichtigste Gruppe dieser ZB bilden Karzinomerkrankungen der Niere (Metastasen nicht eingeschlossen), die in der aktuellen Arbeit 39 Personen (1,1 %) des Gesamtkollektivs betrafen.

## **5.6 Managementempfehlungen von Zusatzbefunden**

Bislang existieren nur wenige einheitliche Klassifikationssysteme und leitlinienkonforme Managementempfehlungen (O'Connor et al. 2011; Seah et al. 2016), sodass oftmals eine große Unsicherheit besteht, wie mit ZB im medizinischen Alltag umgegangen werden soll (Wolf et al. 2008). Die verfügbaren Empfehlungen, die Ärzte und Patienten unterstützen, das weitere Prozedere von ZB festzulegen, beziehen sich v. a. auf ZB bestimmter Organe oder Körperregionen.

In Bezug auf die Durchführung und Befundung von Mammografien wurde 1997 bspw. vom American College of Radiologie (ACR) ein erstes Klassifikationssystem veröffentlicht (D'Orsi und Kopans 1997): Das *Breast Imaging Reporting and Data System*® (BI-RADS®, dt.: *System zur Befundung und Klassifizierung von*

*Bildbefunden der Brust*). Dieses bietet heute eine konsistente Terminologie für in der Mammografie, im Ultraschall und in der MRT detektierte Läsionen. Desweiteren unterstützt es die Befundbeurteilung und hilft, diese in 7 Kategorien (von Artefakt bis gesichertem Brustkrebs) einzuordnen. An diese Kategorisierung ist schließlich die Empfehlung für das weitere Management der Befunde geknüpft (ACR BI-RADS®-Atlas der Mammadiagnostik 2016).

Analog zu diesem System stellte die Arbeitsgruppe von Zalis et al. im Juli 2005 erstmals das *CT Colonography Reporting and Data System*® (C-RADS, dt.: *System zur Befundung und Klassifizierung bei Befunden in CTC*) vor. Das C-RADS beinhaltet einen Konsensvorschlag, welcher die Beschreibung und Einordnung von Kolon-assoziierten Befunden sowie nicht Kolon-assoziierten ZB in der CTC gemäß ihrer klinischen Relevanz standardisiert. Dieses System wurde seither mehrmals aktualisiert und ergänzt und wird von vielen Studien bei der Dokumentation und dem Management von Befunden in der CTC genutzt (Veerappan et al. 2010; Pooler et al. 2014; Yap et al. 2015 etc.).

2008 haben Silverman et al. die bis dato aktuellen Empfehlungen zur Handhabung von inzidentell detektierten, zystischen und soliden Nierenläsionen zusammengefasst und detailliert beschrieben. Ob der Befund ignoriert werden kann, beobachtet oder therapiert werden sollte, hängt v. a. von der jeweiligen Entität, dem Allgemeinzustand und der Lebenserwartung des Patienten ab.

Das 2010 von Berland et al. vorgeschlagene Modell klassifiziert sowohl bei der Allgemeinbevölkerung als auch bei Patienten mit Komorbiditäten oder eingeschränkter Lebenserwartung abdominelle ZB in der CT. Hierbei wurden renale ZB zunächst in zystische und solide Läsionen unterteilt und anschließend genauer anhand ihrer Bildkriterien wie Größe, Begrenzung und Dichtewerte charakterisiert und Managementempfehlungen gegeben.

Jedoch konzentrierten sich beide Autoren bei der Einordnung renaler ZB nur auf raumfordernde Nierenbefunde. Für die Einteilung von zystischen ZB verwendeten sie wie in der vorliegenden Arbeit die Bosniak-Klassifikation.

Zur Abklärung der Kosten-Risiko-Nutzen-Relation von renalen ZB werden weitere große Längsschnittstudien benötigt. So werden sich auch zukünftig die Detektionsmöglichkeit und Charakterisierung von inzidentellen Nierenläsionen und deren Managementempfehlungen weiterentwickeln (Silverman et al. 2008).

## **5.7 Diskussion der Methodik und Limitationen der Studie**

In dieser Studie wurden CT-Untersuchungen mit bestmöglicher Objektivität und Sorgfalt beurteilt. Allerdings ist die Evaluierbarkeit in der radiologischen Diagnostik von vielfältigen Faktoren abhängig, die nicht immer beeinflussbar sind.

Die wichtigste Einschränkung dieser deskriptiven, retrospektiven Studie liegt darin, dass nur die Daten erfasst wurden, die auch beobachtet werden konnten. Zwar war aufgrund der verwendeten Untersuchungsmodalitäten eine zuverlässige Detektionsmöglichkeit für renale ZB gegeben, allerdings bleibt bei der retrospektiven Auswertung von medizinischen Bildgebungen ein Restrisiko für falsch-negative Befunde.

Eine weitere mögliche Fehlerquelle in einer Studie dieser Größe stellt die Anamnese der Patienten dar: Obwohl alle Patienten hinsichtlich ihrer Vordiagnosen und Vorbehandlungen am UKH gewissenhaft überprüft wurden, ist es denkbar, dass insbesondere klinisch gering relevante ZB schon vor der CT-Untersuchung am UKH in einer anderen Klinik entdeckt, aber nicht dokumentiert wurden.

Überdies besteht die Möglichkeit, dass die angegebenen Untersuchungsindikationen und klinischen Fragestellungen, v. a. bei Patienten mit zahlreichen Vorerkrankungen oder Symptomen, in ihrer Ausführlichkeit nicht immer vollständig sind. Dem Untersucher können so wichtige Hinweise fehlen, durch die der ZB unter Umständen nicht als solcher eingestuft worden wäre.

Die genannten Limitationen liegen auch bei vergleichbaren Studien vor, die sich der retrospektiven Auswertung von Schnittbildgebungen widmen und können nicht vollständig eliminiert werden.

Ausschlaggebende Vorteile der Studie sind das ausreichend große, unselektierte Patientenkollektiv, das hinsichtlich der Fragestellungen beurteilt werden konnte und die große Anzahl der CT-Untersuchungen, die über einen langen Zeitraum (01.01.2006–28.04.2014) durchgeführt wurden.

Thematisch ähnliche Studien wiesen meist durch ein sehr viel kleineres, mitunter selektiertes Gesamtkollektiv niedrigere Untersuchungszahlen auf und beurteilten die CT-Untersuchungen einer kürzeren Zeitspanne (vgl. Kapitel 5.2).

## **5.8 Schlussfolgerung**

In dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass renale ZB in CT-Untersuchungen der Abdominalregion eine hohe Prävalenz haben.

Da der Einsatz von Schnittbildgebungen im medizinischen Alltag nicht nur unverzichtbar ist, sondern auch zunimmt und die Prävalenz von ZB mit zunehmendem

Patientenalter ansteigt, kann in der alternden Gesellschaft auch zukünftig mit einer Zunahme von ZB gerechnet werden (Khan et al. 2007; Barrett et al. 2009; Boutet et al. 2016). Diese können mit einem Benefit für die Patienten einhergehen, indem bspw. malignomsuspekte ZB frühzeitig detektiert und therapiert werden können.

Dabei spielt v. a. die Einschätzung der klinischen Relevanz der ZB anhand der Bildmorphologie eine wichtige Rolle, um negative Folgen von ZB wie unnötige weitere diagnostische Maßnahmen und Eingriffe zu reduzieren.

Aktuell existiert noch keine Arbeit, die die Prävalenzen aller ZB in der Niere dokumentiert und eingestuft hat. In Hinblick auf den Umgang mit renalen ZB kann lediglich auf nicht evidenzbasierte Empfehlungen zurückgegriffen werden, die oftmals unvollständig sind (Berland et al. 2010; Booth et al. 2010) und selten das Gesamtbild mit einbeziehen, welches sich aus dem Allgemeinzustand, der Prognose und dem Wunsch des betroffenen Patienten zusammensetzt.

## **6 Zusammenfassung**

Aufgrund der zunehmenden Verfügbarkeit und der technischen Verbesserungen von CT-Untersuchungen, werden im klinischen Alltag immer häufiger ZB detektiert, deren Diagnostik primär nicht intendiert war.

Diese ZB bringen nicht nur vielschichtige ethische, sondern auch medizinrechtliche Herausforderungen mit sich, da bei den Untersuchern aufgrund meist fehlender evidenzbasierter Leitlinien oftmals Unsicherheiten im Umgang mit ZB bestehen.

Das Ziel dieser Arbeit war es, in einer retrospektiven Auswertung alle CT-Untersuchungen des Abdomens, die im Zeitraum vom 01.01.2006 bis 28.02.2014 am UKH durchgeführt wurden, auf inzidentelle Befunde der Nieren zu untersuchen. Hierfür wurden 11.639 CT-Untersuchungen von 7.365 Patienten retrospektiv analysiert. Bei 37,4 % der Patienten (n = 2.756) konnte mind. ein ZB nachgewiesen werden.

Zur Festlegung des weiteren diagnostischen und therapeutischen Vorgehens bei ZB ist eine Einteilung anhand ihrer bildmorphologischen Charakteristika nach ihrer klinischen Relevanz in die drei Kategorien klinisch relevant (Kategorie 1), potentiell klinisch relevant (Kategorie 2) und klinisch gering relevant (Kategorie 3) hilfreich.

In dieser Arbeit wurden 123 renale ZB (3,6 %) als klinisch relevant, 229 (6,7 %) als potentiell klinisch relevant und 3.068 (89,6 %) als klinisch gering relevant eingestuft. Zwischen den ZB-Prävalenzen der untersuchten Männer und Frauen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede, allerdings stieg die Auftretenshäufigkeit von ZB wie vermutet mit dem Patientenalter an.

Obwohl die Mehrzahl der ZB von geringer klinischer Relevanz war, bedurften nicht wenige ZB (10,3 %) im Verlauf einer weiteren Diagnostik. Darüber hinaus war bei einem kleineren, dennoch nicht vernachlässigbaren Anteil der ZB eine Behandlung oder Umstellung der Therapie notwendig.

V. a. Patienten mit malignomsuspekten bzw. malignen ZB profitieren am meisten von einer frühzeitigen Diagnosestellung und Therapie, da dadurch die Prognose der jeweiligen Erkrankung hinsichtlich der Morbidität und Mortalität in vielen Fällen positiv beeinflusst werden kann. Aber auch im Falle einer zufällig entdeckten, schwerwiegenden, nicht malignen Nierenerkrankung ist der frühe Therapiebeginn von Bedeutung.

Durch die hohe Prävalenz von renalen ZB und den Anteil an potentiell klinisch relevanten bzw. klinisch relevanten ZB in dieser Studie wird deutlich, wie wichtig eine sorgfältige Analyse von renalen ZB in abdominellen CT-Untersuchungen im klinischen Alltag ist, um therapie- und prognoserelevante ZB detektieren zu können.

## 7 Literaturverzeichnis

(2016) ACR BI-RADS®-Atlas der Mammadiagnostik; Richtlinien zu Befundung, Managementempfehlungen und Monitoring. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.

Aeschlimann A, Siegenthaler W (2005) Siegenthalers Differenzialdiagnose; Innere Krankheiten - vom Symptom zur Diagnose ; 323 Tabellen. Thieme, Stuttgart [u.a.].

Aldington S, Shirtcliffe P, Nowitz M, et al. (2011) Incidental findings from lung CT scans: implications for research. *Journal of medical imaging and radiation oncology* 55:20–25. doi:10.1111/j.1754-9485.2010.02224.x.

Arnaldi G, Masini AM, Giacchetti G, et al. (2000) Adrenal incidentaloma. *Braz J Med Biol Res* 33:1177–1189. doi:10.1590/S0100-879X2000001000007.

Baenkler H-W (2001) Innere Medizin; 299 Synopsen, 611 Tabellen. Thieme, Stuttgart

Barrett TW, Schierling M, Zhou C, et al. (2009) Prevalence of incidental findings in trauma patients detected by computed tomography imaging. *The American journal of emergency medicine* 27:428–435. doi:10.1016/j.ajem.2008.03.025.

Baugh KA, Weireter LJ, Collins JN (2014) The trauma pan scan: what else do you find? *The American surgeon* 80:855–859.

Behbahani S, Mittal S, Patlas MN, et al. (2016) "Incidentalomas" on abdominal and pelvic CT in emergency radiology: literature review and current management recommendations. *Abdominal radiology (New York)*. doi:10.1007/s00261-016-0914-5.

Berland LL, Silverman SG, Gore RM, et al. (2010) Managing incidental findings on abdominal CT: white paper of the ACR incidental findings committee. *Journal of the American College of Radiology : JACR* 7:754–773. doi:10.1016/j.jacr.2010.06.013.

Booth TC, Jackson A, Wardlaw JM, et al. (2010) Incidental findings found in "healthy" volunteers during imaging performed for research: current legal and ethical implications. *The British journal of radiology* 83:456–465. doi:10.1259/bjr/15877332.

Bosniak MA (1986) The current radiological approach to renal cysts. *Radiology* 158:1–10. doi:10.1148/radiology.158.1.3510019.

Bosniak MA (2012) The Bosniak renal cyst classification: 25 years later. *Radiology* 262:781–785. doi:10.1148/radiol.11111595.

Boutet C, Vassal F, Celle S, et al. (2016) Incidental findings on brain magnetic resonance imaging in the elderly: the PROOF study. *Brain imaging and behavior*. doi:10.1007/s11682-016-9519-4.

Bovio S, Cataldi A, Reimondo G, et al. (2006) Prevalence of adrenal incidentaloma in a contemporary computerized tomography series. *Journal of endocrinological investigation* 29:298–302. doi:10.1007/BF03344099.

Budoff MJ, Gopal A (2007) Incidental findings on cardiac computed tomography. Should we look? *Journal of cardiovascular computed tomography* 1:97–105. doi:10.1016/j.jcct.2007.04.002.

Casarella WJ (2002) A patient's viewpoint on a current controversy. *Radiology* 224:927. doi:10.1148/radiol.2243020024.

Chojniak R (2015) Incidentalomas: managing risks. *Radiologia brasileira* 48:IX–X. doi:10.1590/0100-3984.2015.48.4e3.

- Curry NS, Cochran ST, Bissada NK (2000) Cystic renal masses: accurate Bosniak classification requires adequate renal CT. *AJR. American journal of roentgenology* 175:339–342. doi:10.2214/ajr.175.2.1750339.
- Ding A, Eisenberg JD, Pandharipande PV (2011) The economic burden of incidentally detected findings. *Radiologic clinics of North America* 49:257–265. doi:10.1016/j.rcl.2010.11.004.
- D'Orsi CJ, Kopans DB (1997) Mammography interpretation: the BI-RADS method. *American family physician* 55:1548-50, 1552.
- Ekeh AP, Walusimbi M, Brigham E, et al. (2010) The prevalence of incidental findings on abdominal computed tomography scans of trauma patients. *The Journal of emergency medicine* 38:484–489. doi:10.1016/j.jemermed.2008.11.019.
- Eskandary H, Sabba M, Khajehpour F, et al. (2005) Incidental findings in brain computed tomography scans of 3000 head trauma patients. *Surgical neurology* 63:550-3; discussion 553. doi:10.1016/j.surneu.2004.07.049.
- Fakler JK, Ozkurtul O, Josten C (2014) Retrospective analysis of incidental non-trauma associated findings in severely injured patients identified by whole-body spiral CT scans. *Patient safety in surgery* 8:1–8. doi:10.1186/s13037-014-0036-3.
- Gil BN, Ran K, Tamar G, et al. (2007) Prevalence of significant noncardiac findings on coronary multidetector computed tomography angiography in asymptomatic patients. *Journal of computer assisted tomography* 31:1–4. doi:10.1097/01.rct.0000233125.83184.33.
- Ginnerup Pedersen B, Rosenkilde M, Christiansen TEM, et al. (2003) Extracolonic findings at computed tomography colonography are a challenge. *Gut* 52:1744–1747.
- Gluecker TM, Johnson CD, Wilson LA, et al. (2003) Extracolonic findings at CT colonography: evaluation of prevalence and cost in a screening population. *Gastroenterology* 124:911–916. doi:10.1053/gast.2003.50158.
- Grossman MD, Miller D, Scaff DW, et al. (2002) When is an elder old? Effect of preexisting conditions on mortality in geriatric trauma. *The Journal of trauma* 52:242–246.
- Grumbach MM, Biller BM, Braunstein GD, et al. (2003) Management of the Clinically Inapparent Adrenal Mass (“Incidentaloma”). *Ann Intern Med* 138:424–429. doi:10.7326/0003-4819-138-5-200303040-00013.
- Hara AK, Johnson CD, MacCarty RL, et al. (2000) Incidental extracolonic findings at CT colonography. *Radiology* 215:353–357. doi:10.1148/radiology.215.2.r00ap33353.
- Hellstrom M, Svensson MH, Lasson A (2004) Extracolonic and incidental findings on CT colonography (virtual colonoscopy). *AJR. American journal of roentgenology* 182:631–638. doi:10.2214/ajr.182.3.1820631.
- Hoffmann M, Schmücker R (2011) Die ethische Problematik der Zufallsbefunde in populationsbasierten MRT-Studien Nov 2011.
- Hunold P, Schmermund A, Seibel RM, et al. (2001) Prevalence and clinical significance of accidental findings in electron-beam tomographic scans for coronary artery calcification. *European heart journal* 22:1748–1758. doi:10.1053/euhj.2000.2586.
- Iezzi R, Cotroneo AR, Filippone A, et al. (2007) Extravascular incidental findings at multislice CT angiography of the abdominal aorta and lower extremity arteries: a retrospective review study. *Abdominal imaging* 32:489–494. doi:10.1007/s00261-006-9136-6.

- Illes J, Rosen AC, Huang L, et al. (2004) Ethical consideration of incidental findings on adult brain MRI in research. *Neurology* 62:888–890.
- Illes J, Kirschen MP, Edwards E, et al. (2006) Ethics. Incidental findings in brain imaging research. *Science* (New York, N.Y.) 311:783–784. doi:10.1126/science.1124665.
- Israel GM, Bosniak MA (2005a) An update of the Bosniak renal cyst classification system. *Urology* 66:484–488. doi:10.1016/j.urology.2005.04.003.
- Israel GM, Bosniak MA (2005b) How I do it: evaluating renal masses. *Radiology* 236:441–450. doi:10.1148/radiol.2362040218.
- Kalra MK, Rizzo SMR, Novelline RA (2005) Technologic innovations in computer tomography dose reduction: implications in emergency settings. *Emergency radiology* 11:127–128.
- Kapoor A, Morris T, Rebello R (2011) Guidelines for the management of the incidentally discovered adrenal mass. *Canadian Urological Association journal = Journal de l'Association des urologues du Canada* 5:241–247. doi:10.5489/cuaj.11135.
- Katzman GL, Dagher AP, Patronas NJ (1999) Incidental Findings on Brain Magnetic Resonance Imaging From 1000 Asymptomatic Volunteers. *JAMA* 282:36–39. doi:10.1001/jama.282.1.36.
- Khan KY, Xiong T, McCafferty I, et al. (2007) Frequency and impact of extracolonic findings detected at computed tomographic colonography in a symptomatic population. *The British journal of surgery* 94:355–361. doi:10.1002/bjs.5498.
- Khosa F, Romney BP, Costa DN, et al. (2011) Prevalence of noncardiac findings on clinical cardiovascular MRI. *AJR. American journal of roentgenology* 196:W380–6. doi:10.2214/AJR.09.3112.
- Kim YS, Kim N, Kim SY, et al. (2008) Extracolonic findings in an asymptomatic screening population undergoing intravenous contrast-enhanced computed tomography colonography. *Journal of gastroenterology and hepatology* 23:e49–57. doi:10.1111/j.1440-1746.2007.05060.x.
- Lawrenz F, Sobotka S (2008) Empirical analysis of current approaches to incidental findings. *The Journal of law, medicine & ethics : a journal of the American Society of Law, Medicine & Ethics* 36:249–55, 211. doi:10.1111/j.1748-720X.2008.00267.x.
- Lazoura O, Vassiou K, Kanavou T, et al. (2010) Incidental non-cardiac findings of a coronary angiography with a 128-slice multi-detector CT scanner: should we only concentrate on the heart? *Korean journal of radiology* 11:60–68. doi:10.3348/kjr.2010.11.1.60.
- Lee JY, Jung MJ, Lee JG, et al. (2016) Prevalences of Incidental Findings in Trauma Patients by Abdominal and Pelvic Computed Tomography. *Journal of Trauma and Injury* 29:61–67. doi:10.20408/jti.2016.29.3.61.
- Lumbreras B, Donat L, Hernández-Aguado I (2010) Incidental findings in imaging diagnostic tests: a systematic review. *The British journal of radiology* 83:276–289. doi:10.1259/bjr/98067945.
- Luscher TF, Wanner C, Otto R, et al. (1987) Zufallsbefund Nierenzyste: Banalität oder abklärungswürdiger Befund? *Schweizerische medizinische Wochenschrift* 117:785–794.
- Machaalany J, Yam Y, Ruddy TD, et al. (2009) Potential clinical and economic consequences of noncardiac incidental findings on cardiac computed tomography. *Journal of the American College of Cardiology* 54:1533–1541. doi:10.1016/j.jacc.2009.06.026.

- Makdissi J, Pawar RR, Radon M, et al. (2013) Incidental findings on MRI of the temporomandibular joint. *Dento maxillo facial radiology* 42:20130175. doi:10.1259/dmfr.20130175.
- Messersmith WA, Brown DF, Barry MJ (2001) The prevalence and implications of incidental findings on ED abdominal CT scans. *The American journal of emergency medicine* 19:479–481. doi:10.1053/ajem.2001.27137.
- Mettler FA, Huda W, Yoshizumi TT, et al. (2008) Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: a catalog. *Radiology* 248:254–263. doi:10.1148/radiol.2481071451.
- Mettler FA, JR, Bhargavan M, Faulkner K, et al. (2009) Radiologic and nuclear medicine studies in the United States and worldwide: frequency, radiation dose, and comparison with other radiation sources--1950-2007. *Radiology* 253:520–531. doi:10.1148/radiol.2532082010.
- Meyer HJ, Pfeil A, Schramm D, et al. (2017) Renal incidental findings on computed tomography: Frequency and distribution in a large non selected cohort. *Medicine* 96:e7039. doi:10.1097/MD.0000000000007039.
- Mirilas P, Skandalakis JE (2002) Benign anatomical mistakes: incidentaloma. *The American surgeon* 68:1026–1028.
- Molitch ME (2009) Pituitary tumours: pituitary incidentalomas. *Best practice & research. Clinical endocrinology & metabolism* 23:667–675. doi:10.1016/j.beem.2009.05.001.
- Morgan AE, Berland LL, Ananyev SS, et al. (2015) Extraordinary Incidental Findings on CT for Hematuria; The Radiologist's Role and Downstream Cost Analysis. *American Journal of Roentgenology* 204:1160–1167. doi:10.2214/AJR.14.12483.
- Morrin MM, Farrell RJ, Kruskal JB, et al. (2000) Utility of intravenously administered contrast material at CT colonography. *Radiology* 217:765–771. doi:10.1148/radiology.217.3.r00nv42765.
- O'Connor SD, Pickhardt PJ, Kim DH, et al. (2011) Incidental finding of renal masses at unenhanced CT: prevalence and analysis of features for guiding management. *AJR. American journal of roentgenology* 197:139–145. doi:10.2214/AJR.10.5920.
- Onuma Y, Tanabe K, Nakazawa G, et al. (2006) Noncardiac findings in cardiac imaging with multidetector computed tomography. *Journal of the American College of Cardiology* 48:402–406. doi:10.1016/j.jacc.2006.04.071.
- Online-Statistik-Rechner: Kummer J Statistik Rechner. <https://jumk.de/statistik-rechner/>. Zugegriffen: 16. Oktober 2017.
- Orme NM, Fletcher JG, Siddiki HA, et al. (2010) Incidental findings in imaging research: evaluating incidence, benefit, and burden. *Archives of internal medicine* 170:1525–1532. doi:10.1001/archinternmed.2010.317.
- Palsdottir HB, Hardarson S, Petursdottir V, et al. (2012) Incidental detection of renal cell carcinoma is an independent prognostic marker: results of a long-term, whole population study. *The Journal of Urology* 187:48–53. doi:10.1016/j.juro.2011.09.025.
- Paluska TR, Sise MJ, Di Sack, et al. (2007) Incidental CT findings in trauma patients: incidence and implications for care of the injured. *The Journal of trauma* 62:157–161. doi:10.1097/01.ta.0000249129.63550.cc.
- Park S-K, Park D-I, Lee S-Y, et al. (2009) Extracolonic findings of computed tomographic colonography in Koreans. *World journal of gastroenterology* 15:1487–1492.

- Pickhardt PJ, Choi JR, Hwang I, et al. (2003) Computed tomographic virtual colonoscopy to screen for colorectal neoplasia in asymptomatic adults. *The New England journal of medicine* 349:2191–2200. doi:10.1056/NEJMoa031618.
- Pickhardt PJ, Hanson ME, Vanness DJ, et al. (2008) Unsuspected extracolonic findings at screening CT colonography: clinical and economic impact. *Radiology* 249:151–159. doi:10.1148/radiol.2491072148.
- Pinilla I, Gomez-Leon N, Del Campo-Del Val L, et al. (2011) Diagnostic value of CT, PET and combined PET/CT performed with low-dose unenhanced CT and full-dose enhanced CT in the initial staging of lymphoma. *The quarterly journal of nuclear medicine and molecular imaging : official publication of the Italian Association of Nuclear Medicine (AIMN) [and] the International Association of Radiopharmacology (IAR), [and] Section of the Society of...* 55:567–575.
- Pooler BD, Kim DH, Lam VP, et al. (2014) CT Colonography Reporting and Data System (C-RADS): benchmark values from a clinical screening program. *AJR. American journal of roentgenology* 202:1232–1237. doi:10.2214/AJR.13.11272.
- Pooler BD, Kim DH, Pickhardt PJ (2015) Potentially Important Extracolonic Findings at Screening CT Colonography: Incidence and Outcomes Data From a Clinical Screening Program. *AJR. American journal of roentgenology*:1–6. doi:10.2214/AJR.15.15193.
- Rabjerg M, Mikkelsen MN, Walter S, et al. (2014) Incidental renal neoplasms: is there a need for routine screening? A Danish single-center epidemiological study. *APMIS : acta pathologica, microbiologica, et immunologica Scandinavica* 122:708–714. doi:10.1111/apm.12282.
- Rieger M, Sparr H, Esterhammer R, et al. (2002) Moderne CT-Diagnostik des akuten Thorax- und Abdominaltraumas. *Der Radiologe* 42:556–563.
- Sampson MA, Colquhoun KBM, Hennessy NLM (2006) Computed tomography whole body imaging in multi-trauma: 7 years experience. *Clinical radiology* 61:365–369. doi:10.1016/j.crad.2005.12.009.
- Scheffel H, Alkadhi H, Boss A, et al. (2012) *Praxisbuch MRT; Abdomen und Becken*. Springer, Berlin.
- Schmücker R (2012) Zufallsbefunde - was gebietet die Menschenwürde? *Münster* 2012/36. [https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/kfg-normenbegrueundung/intern/publikationen/schmuecker/36\\_-\\_schm\\_\\_cker\\_-\\_zufallsbefunde\\_und\\_menschenw\\_\\_rde.pdf](https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/kfg-normenbegrueundung/intern/publikationen/schmuecker/36_-_schm__cker_-_zufallsbefunde_und_menschenw__rde.pdf). Zugegriffen: 23. Dezember 2016.
- Schragin JG, Weissfeld JL, Edmundowicz D, et al. (2004) Non-cardiac findings on coronary electron beam computed tomography scanning. *Journal of thoracic imaging* 19:82–86.
- Seah MKT, Murphy CG, McDonald S, et al. (2016) Incidental findings on whole-body trauma computed tomography: Experience at a major trauma centre. *Injury* 47:691–694. doi:10.1016/j.injury.2016.01.012.
- Shetty SK, Maher MM, Hahn PF, et al. (2006) Significance of incidental thyroid lesions detected on CT: correlation among CT, sonography, and pathology. *AJR. American journal of roentgenology* 187:1349–1356. doi:10.2214/AJR.05.0468.
- Silverman SG, Israel GM, Herts BR, et al. (2008) Management of the incidental renal mass. *Radiology* 249:16–31. doi:10.1148/radiol.2491070783.
- Song JH, Beland MD, Mayo-Smith WW (2012) Incidental clinically important extraurinary findings at MDCT urography for hematuria evaluation: prevalence in 1209 consecutive examinations. *AJR. American journal of roentgenology* 199:616–622. doi:10.2214/AJR.11.8127.

- Spreng A, Netzer P, Mattich J, et al. (2005) Importance of extracolonic findings at IV contrast medium-enhanced CT colonography versus those at non-enhanced CT colonography. *European radiology* 15:2088–2095. doi:10.1007/s00330-005-2798-6.
- Staab W, Bergau L, Lotz J, et al. (2014) Prevalence of noncardiac findings in computed tomography angiography before transcatheter aortic valve replacement. *Journal of cardiovascular computed tomography* 8:222–229. doi:10.1016/j.jcct.2014.03.004.
- Sutherland T, Coyle E, Lui B, et al. (2011) Extracolonic findings at CT colonography: a review of 258 consecutive cases. *Journal of medical imaging and radiation oncology* 55:149–152. doi:10.1111/j.1754-9485.2011.02244.x.
- Swensen SJ, Jett JR, Sloan JA, et al. (2002) Screening for lung cancer with low-dose spiral computed tomography. *American journal of respiratory and critical care medicine* 165:508–513. doi:10.1164/ajrccm.165.4.2107006.
- Tada S, Yamagishi J, Kobayashi H, et al. (1983) The incidence of simple renal cyst by computed tomography. *Clinical radiology* 34:437–439.
- Treskes K, Bos SA, Beenen LFM, et al. (2016) High rates of clinically relevant incidental findings by total-body CT scanning in trauma patients; results of the REACT-2 trial. *European radiology*. doi:10.1007/s00330-016-4598-6.
- van Gelder RE, Venema HW, Serlie IWO, et al. (2002) CT colonography at different radiation dose levels: feasibility of dose reduction. *Radiology* 224:25–33. doi:10.1148/radiol.2241011126.
- van Vugt R, Dekker HM, Deunk J, et al. (2012) Incidental findings on routine thoracoabdominal computed tomography in blunt trauma patients. *The journal of trauma and acute care surgery* 72:416–421. doi:10.1097/TA.0b013e3182166b4b.
- Veerappan GR, Ally MR, Choi J-HR, et al. (2010) Extracolonic findings on CT colonography increases yield of colorectal cancer screening. *AJR. American journal of roentgenology* 195:677–686. doi:10.2214/AJR.09.3779.
- Vierikko T, Järvenpää R, Autti T, et al. (2007) Chest CT screening of asbestos-exposed workers: lung lesions and incidental findings. *European Respiratory Journal* 29:78–84. doi:10.1183/09031936.00073606.
- Wolf SM, Lawrenz FP, Nelson CA, et al. (2008) Managing incidental findings in human subjects research: analysis and recommendations. *The Journal of law, medicine & ethics : a journal of the American Society of Law, Medicine & Ethics* 36:219-48, 211. doi:10.1111/j.1748-720X.2008.00266.x.
- Xiong T, Richardson M, Woodroffe R, et al. (2005) Incidental lesions found on CT colonography: their nature and frequency. *The British journal of radiology* 78:22–29. doi:10.1259/bjr/67998962.
- Xiong T, McEvoy K, Morton DG, et al. (2006) Resources and costs associated with incidental extracolonic findings from CT colonography: a study in a symptomatic population. *The British journal of radiology* 79:948–961. doi:10.1259/bjr/58438178.
- Yap KK-H, Ramaseshan G, Sutherland T, et al. (2015) Prevalence of incidental or unexpected findings on low-dose CT performed during routine SPECT/CT nuclear medicine studies. *Journal of medical imaging and radiation oncology* 59:26–33. doi:10.1111/1754-9485.12254.
- Yee J, Kumar NN, Godara S, et al. (2005) Extracolonic abnormalities discovered incidentally at CT colonography in a male population. *Radiology* 236:519–526. doi:10.1148/radiol.2362040166.

Yee J, Sadda S, Aslam R, et al. (2010) Extracolonic findings at CT colonography. *Gastrointestinal endoscopy clinics of North America* 20:305–322. doi:10.1016/j.giec.2010.02.013.

Yiginer O, Bas S, Pohan S, et al. (2010) Incidental findings of cardiac MSCT: who might benefit from scanning the entire thorax on Ca score imaging? *International journal of cardiology* 140:239–241. doi:10.1016/j.ijcard.2008.11.056.

Zalis ME, Barish MA, Choi JR, et al. (2005) CT colonography reporting and data system: a consensus proposal. *Radiology* 236:3–9. doi:10.1148/radiol.2361041926.

## 8 Thesen

- 1.) ZB in der Niere treten in der CT häufig auf und waren bei über einem Drittel (37,4 %) des Studienkollektivs zu detektieren.
- 2.) Die Prävalenz der renalen ZB steigt mit zunehmendem Lebensalter an.
- 3.) Bei den weiblichen und männlichen Untersuchten gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen der Auftretenshäufigkeit von ZB.
- 4.) Die Prävalenz von ZB ist von vielen Einflussfaktoren abhängig und variiert je nach Patientenkollektiv, Bildgebung und Untersuchungsprotokoll.
- 5.) Die meisten ZB (89,5 %) waren von geringer klinischer Relevanz.
- 6.) Der Anteil der klinisch relevanten ZB wie maligne Tumoren oder Metastasen der Niere lag bei 3,6 %.
- 7.) Potentiell klinisch relevante ZB betrafen 6,7 % aller ZB.
- 8.) Die detektierten potentiell klinisch relevanten ZB der Nieren können für zukünftige diagnostische und therapeutische Entscheidungen relevant sein und sollten daher in der CT sicher von klinisch gering relevanten ZB abgegrenzt werden können.
- 9.) Da 3,6 % der detektierten Nieren-ZB von klinischer Relevanz waren, ist es notwendig sämtliche CT-Untersuchungen, in denen die Nieren miterfasst sind, auf das Vorliegen von ZB zu untersuchen, um ggf. malignomsuspekte Läsionen ausschließen zu können.
- 10.) Die frühzeitige Detektion von klinisch relevanten renalen ZB trägt ggf. bedeutend zur Prognoseverbesserung des betroffenen Patienten bei.

## 9 Publikation von Ergebnissen der Literatur

In der Zeitschrift *Medicine* wurde bereits eine Zusammenfassung der Arbeit publiziert.

Meyer HJ, Pfeil A, Schramm D, Bach AG, Surov A (2017) Renal incidental findings on computed tomography: Frequency and distribution in a large non selected cohort. *Medicine* 96:e7039. doi:10.1097/MD.0000000000007039

### Hinweise auf Rechte Dritter:

Es besteht eine generelle Genehmigung von der Redaktion der Zeitschrift zur Verwendung von Abbildungen, Tabellen und Daten etc. aus der bereits veröffentlichten Studie in dieser Arbeit.

## 10 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

| Abbildungs-Nr.   | Seite |
|--|-------|
| <b>Abbildung 1:</b> Zusammensetzung des Gesamtkollektivs   | 8     |
| <b>Abbildung 2:</b> Patientenkollektiv nach Alter und Geschlecht aufgeteilt  | 9     |
| <b>Abbildung 3:</b> Aufteilung der ZB nach klinischer Relevanz   | 12    |
| <b>Abbildung 4:</b> Altersverteilung der Patienten mit ZB und prozentualer Anteil an der Gesamtpatientenanzahl der jeweiligen Altersgruppe und des Geschlechts | 15    |
| <b>Abbildung 5:</b> NZK-Befunde nach CT-Indikation aufgeteilt  | 17    |
| <b>Abbildung 6:</b> Hellzelliges NZK der linken Niere als klinisch relevanter ZB bei einer 74-jährigen Patientin   | 18    |
| <b>Abbildung 7:</b> CT-Scan einer 53-jährigen Patientin mit einem hellzelligem NZK rechts  | 18    |
| <b>Abbildung 8:</b> Häufigkeit der Lokalisation der renalen Metastasierung   | 19    |
| <b>Abbildung 9:</b> V. a. eine Metastase eines Mammakarzinoms der rechten Niere bei einer 63-jährigen Patientin  | 20    |
| <b>Abbildung 10:</b> 53-jähriger Patient mit V. a. Nierenmetastase eines Prostatakarzinoms links   | 21    |
| <b>Abbildung 11:</b> 69-jährige Patientin mit komplizierter Nierenzyste (Typ B3) rechts  | 21    |
| <b>Abbildung 12:</b> 77-jährige Patientin mit Typ B3-Nierenzyste der linken Niere  | 22    |
| <b>Abbildung 13:</b> V. a. eine maligne Nierenzyste (Typ B4) rechts bei einer 73-jährigen Patientin  | 22    |
| <b>Abbildung 14:</b> 68-jährige Patientin mit kleiner Nierenzyste der Bosniak-Kategorie 4 rechts   | 22    |
| <b>Abbildung 15:</b> 85-jährige Patientin mit potentiell maligner Nierenzyste (Typ B4) links   | 23    |
| <b>Abbildung 16:</b> 68-jähriger Patient mit bilateralen Schrumpfnieren  | 24    |
| <b>Abbildung 17:</b> Untersuchungsgrund der CT-Untersuchungen bei Patienten mit renalem Lymphom  | 24    |
| <b>Abbildung 18:</b> Lymphombefall beider Nieren bei einer 67-jährigen Patientin   | 25    |
| <b>Abbildung 19:</b> 64-jährige Patientin mit Liposarkom der linken Niere  | 25    |
| <b>Abbildung 20:</b> 82-jährige Patientin mit Urothelkarzinom der linken Niere   | 26    |
| <b>Abbildung 21:</b> Niereninfarkte links bei einer 44-jährigen Patientin  | 27    |
| <b>Abbildung 22:</b> Z. n. ausgedehntem Niereninfarkt links bei einer 72-jährigen Patientin  | 28    |
| <b>Abbildung 23:</b> Nierenzyste Bosniak-Typ 2f rechts bei einem 69-jährigen Patienten   | 28    |
| <b>Abbildung 24:</b> Größenverteilung der lipomatösen Tumoren  | 29    |
| <b>Abbildung 25:</b> V. a. ein Angiomyolipom der rechten Niere bei einer 83-jährigen Patientin   | 30    |
| <b>Abbildung 26:</b> Großes Angiomyolipom der linken Niere bei einer 64-jährigen Patientin   | 30    |
| <b>Abbildung 27:</b> Histologisch gesichertes Onkozytom der linken Niere bei einer 74-jährigen Patientin   | 31    |
| <b>Abbildung 28:</b> Übersicht weiterer ZB der Kategorie 2   | 32    |
| <b>Abbildung 29:</b> Große Zystenniere links bei einer 66-jährigen Patientin   | 32    |
| <b>Abbildung 30:</b> Zystenniere rechts bei einer 58-jährigen Patientin als potentiell klinisch relevanter ZB  | 33    |
| <b>Abbildung 31:</b> Anteil aller neu entdeckten Nierenzysten nach den Bosniak-Kategorien 1–4  | 34    |
| <b>Abbildung 32:</b> Aufteilung der B1-Zystenbefunde nach Patientenalter und Geschlecht  | 35    |
| <b>Abbildung 33:</b> Aufteilung der B1-Nierenzysten nach dem max. Befunddurchmesser  | 36    |
| <b>Abbildung 34:</b> Eingeblutete Nierenzyste (Typ B2) links bei einer 50-jährigen Patientin   | 37    |
| <b>Abbildung 35:</b> 79-jährige Patientin mit unkomplizierten Nierenzysten rechts  | 37    |
| <b>Abbildung 36:</b> Alters- und Geschlechterverteilung von Patienten mit renalen Kalzifizierungen oder Steinen als ZB   | 38    |
| <b>Abbildung 37:</b> Übersicht über die Verteilung aller renalen Kalzifizierungen und Steine   | 39    |
| <b>Abbildung 38:</b> 75-jährige Patientin mit Nierensteinen beidseits  | 40    |
| <b>Abbildung 39:</b> Parenchymnarbe bei einer 71-jährigen Patientin als klinisch gering relevanter ZB  | 41    |

| <b>Abbildungs-Nr.</b> |   | <b>Seite</b> |
|-----------------------|---|--------------|
| <b>Abbildung 40:</b>  | Übersicht der Lageanomalien und Nierenfehlbildungen   | <b>42</b>    |
| <b>Abbildung 41:</b>  | Beckenniere links bei einem 56-jährigen Patienten als klinisch gering relevanter ZB                                   | <b>42</b>    |
| <b>Abbildung 42:</b>  | Hufeisenniere einer 52-jährigen Patientin   | <b>43</b>    |
| <b>Abbildung 43:</b>  | Übersicht über Anzahl und Größe der detektierten Lipome   | <b>44</b>    |
| <b>Abbildung 44:</b>  | Lipom der linken Niere bei einer 53-jährigen Patientin  | <b>44</b>    |
| <b>Tabellen-Nr.</b>   |   | <b>Seite</b> |
| <b>Tabelle 1:</b>     | Exemplarischer Auszug aus der Klassifikation von ZB nach klinischer Relevanz (modifiziert nach Lumbreras et al. 2010) | <b>3</b>     |
| <b>Tabelle 2:</b>     | Klassifizierung zystischer Nierenbefunde nach Bosniak   | <b>4</b>     |
| <b>Tabelle 3:</b>     | Anzahl aller Patienten in den verschiedenen Altersgruppen in Abhängigkeit vom Geschlecht                              | <b>10</b>    |
| <b>Tabelle 4:</b>     | Gesamtüberblick der raumfordernden ZB der Niere   | <b>13</b>    |
| <b>Tabelle 5:</b>     | Gesamtüberblick der zystischen und der nicht raumfordernden ZB der Niere  | <b>14</b>    |
| <b>Tabelle 6:</b>     | Übersicht der klinisch relevanten ZB  | <b>16</b>    |
| <b>Tabelle 7:</b>     | Übersicht der NZK-Befunde   | <b>16</b>    |
| <b>Tabelle 8:</b>     | Häufigkeitsverteilung der Primärkarzinome bei renaler Metastasierung  | <b>19</b>    |
| <b>Tabelle 9:</b>     | Übersicht der atrophischen Nierenbefunde als ZB   | <b>23</b>    |
| <b>Tabelle 10:</b>    | Übersicht der Prävalenzen der ZB der Kategorie 2  | <b>26</b>    |
| <b>Tabelle 11:</b>    | Übersicht über die renalen Befunde mit gestörter Mark-Rinden-Differenzierbarkeit                                      | <b>27</b>    |
| <b>Tabelle 12:</b>    | Übersicht über die benignen Nierentumoren als ZB  | <b>29</b>    |
| <b>Tabelle 13:</b>    | Übersicht über alle ZB der Kategorie 3  | <b>34</b>    |
| <b>Tabelle 14:</b>    | Anzahl der Patienten mit Nierenstein oder renaler Kalzifizierung  | <b>39</b>    |
| <b>Tabelle 15:</b>    | Anzahl der Nierenparenchymnarben  | <b>40</b>    |
| <b>Tabelle 16:</b>    | Übersicht weiterer Parenchymauffälligkeiten mit geringer klinischer Relevanz  | <b>45</b>    |

## **Anhang**

---

### **Selbstständigkeitserklärung**

#### Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet.

Ich versichere, dass ich für die inhaltliche Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- und Beratungsdiensten (Promotionsberater oder andere Personen) in Anspruch genommen habe. Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen.

Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Dorothee Alina Pfeil

### **Erklärung über frühere Promotionsversuche**

Hiermit erkläre ich, dass ich keinen vorausgegangenen Promotionsversuch unternommen habe, und dass kein Promotionsversuch an einer anderen wissenschaftlichen Einrichtung läuft. Der Antrag zur Eröffnung des Promotionsverfahrens für diese Dissertationsschrift wird erstmalig an der Medizinischen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg gestellt.

Dorothee Alina Pfeil

## **Tabellarischer Lebenslauf**

Name: Dorothee Alina Pfeil  
Geburtsdatum/-ort: 20.09.1990 in Bretten  
Nationalität: deutsch  
Familienstand: ledig

### **Schulbildung:**

1997–2001: Besuch der Grundschule in Zaisenhausen  
2001–2010: Besuch des Edith-Stein-Gymnasiums in Bretten  
2007–2008: Austauschjahr in den USA

### **Hochschulbildung:**

2010–2015: Studium der Humanmedizin an der MLU Halle-Wittenberg  
2015–2016: Studium der Humanmedizin an der LMU München

### **Praktisches Jahr:**

11/2015–03/2016: Rechbergklinik Bretten, Medizinische Klinik  
03/2016–06/2016: Klinik Gut St. Moritz, Chirurgie  
06/2016–09/2016: Städtisches Klinikum Karlsruhe, Neurochirurgie

### **Beruf:**

Seit 03/2017 Ärztin in Weiterbildung (Klinik für Neurochirurgie am Klinikum Ludwigsburg)

## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei Herrn Prof. Dr. habil. A. Surov und bei Herrn Dr. D. Schramm für die freundliche Betreuung und ihre engagierte Unterstützung bei der Datenerhebung, -auswertung sowie Anfertigung der Dissertation bedanken.

Weiterhin gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. W. Wohlgemuth und Herrn PD Dr. habil. A. Bach für die Unterstützung dieser Arbeit.

Frau H. Doberstein, Frau Dr. C. Tennstedt und Herrn Dr. J. Meyer danke ich für die außerordentliche Motivation und konstruktive Kritik.

Abschließend möchte ich mich bei meiner Familie insbesondere bei meinen Großeltern bedanken.