

Radiologe 2018 · 58:545–552  
<https://doi.org/10.1007/s00117-018-0394-4>  
 Online publiziert: 4. Mai 2018  
 © Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2018



J. Rübenthaler · K. Mueller-Peltzer · G. Negrão de Figueiredo · E. Gresser · D. A. Clevert

Klinik und Poliklinik für Radiologie, Interdisziplinäres Ultraschall-Zentrum, Universitätsklinikum, Ludwig-Maximilians-Universität München, München, Deutschland

## CEUS – Diagnostik zystischer Nierenläsionen

**Nierenzysten sind häufige Befunde, die im Rahmen sog. Routine-Untersuchungen bereits in der Sonographie auffallen und eingeordnet werden müssen. Aber auch im Rahmen der zunehmenden bildgebenden Diagnostik kommt es häufig zur Diagnose zystisch imponierender Läsionen, die mittels Ultraschall weiter abgeklärt werden sollen. Hier ist es für den Untersucher wichtig, sicher zwischen gutartigen Nierenzysten und malignen zystischen Nierenläsionen unterscheiden zu können. Fortschrittliche Ultraschalltechniken wie der kontrastmittelverstärkte Ultraschall (CEUS) können hier helfen.**

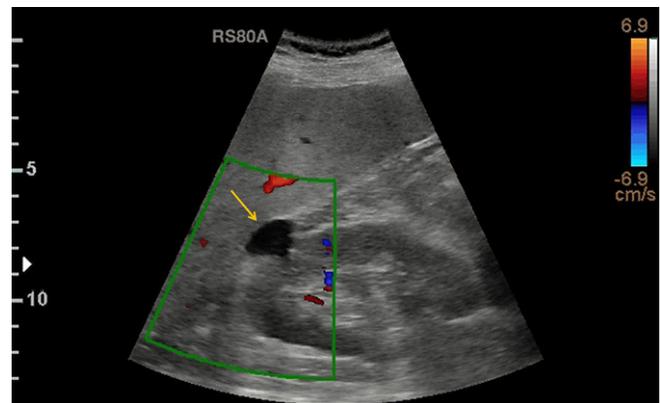
Mit der seit Jahren deutlich zunehmenden Häufigkeit von Untersuchungen mittels Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT),

aber auch in der zunehmenden Ultraschalldiagnostik im niedergelassenen Bereich durch nahezu alle klinisch tätigen Fachdisziplinen kommt es immer öfter zur Diagnose von zystischen Nierenläsionen [1, 2]. Dabei sind diese gefundenen Nierenzysten häufig asymptomatisch und letztlich als benigne einzustufen. Die Prävalenz von zystischen Nierenläsionen nimmt mit dem Alter der untersuchten Person zu, wobei Nierenzysten bei Männern etwa doppelt so häufig zu beobachten sind wie bei Frauen und bereits bei ca. 20% aller Patienten in der 5. Lebensdekade sowie bei 50% aller Obduktionen nachzuweisen sind [3, 4]. Dabei nehmen Nierenzysten üblicherweise im Verlauf an Größe zu; hier wird in der Literatur ein Wert von 0,14 cm pro Jahr (6,4%) beschrieben, wobei andere Studien zu dem Schluss kommen, dass mit voranschreitendem Alter das Größenwachstum abnehmen

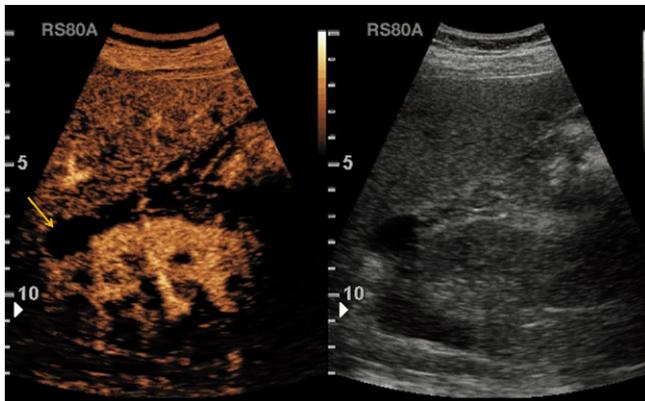
kann [5, 6]. Ein vermehrtes Risiko für das Auftreten von Nierenzysten wurde mit dem Alter, männlichem Geschlecht, einem bestehenden Bluthochdruck und mit erhöhten Nierenretentionsparametern assoziiert [7–9]. Eine Herausforderung für die Bildgebung stellt die Unterscheidung zwischen unkomplizierten und komplizierten Zysten sowie zwischen zystischen und soliden Nierentumoren dar, da rund 6% aller asymptomatischen Nierenläsionen zystischen Nierenzellkarzinomen entsprechen [10, 11]. Dabei waren Nierentumoren im Jahr 2008 die insgesamt neunthäufigste bösartige Neubildung in Europa und zeigten zusätzlich noch die höchste Sterblichkeitsrate von allen Tumoren der Niere und ableitenden Harnwege (Beobachtungszeitraum 1996–2004 in den Vereinigten Staaten von Amerika; [12, 13]). Die Unterscheidung zwischen benignen und malignen zystischen Nie-



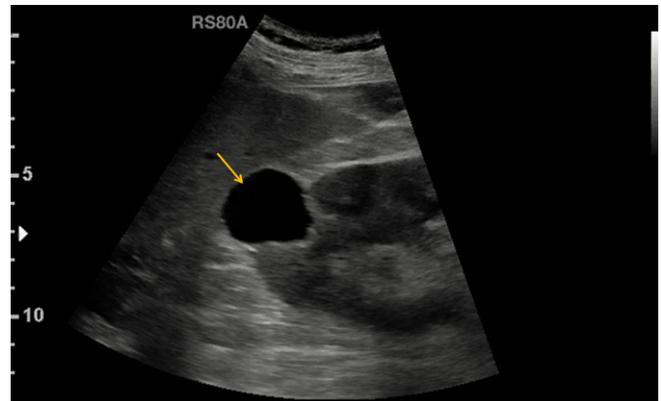
**Abb. 1** ▲ In der nativen B-Bild-Sonographie grenzt sich eine subkapsuläre rundlich-ovaläre zystisch imponierende Struktur ab (gelber Pfeil). Die Zyste zeigt die klassischen Kriterien einer blanden Nierenzyste und ist in der nativen B-Bild-Sonographie somit mit einer Zyste der Kategorie I nach Bosniak vereinbar



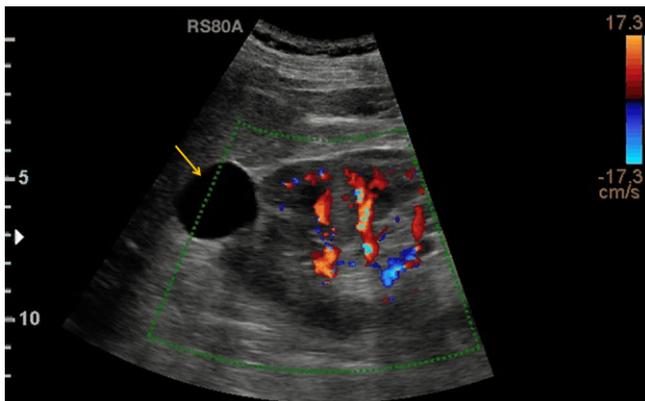
**Abb. 2** ▲ Gleicher Patient wie in **Abb. 1**. In der farbkodierten Duplexsonographie zeigt die Nierenzyste keinen Hinweis auf eine vermehrte Vaskularisation (gelber Pfeil)



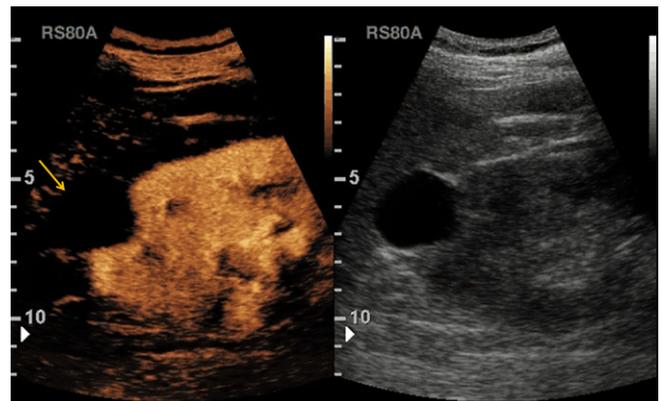
**Abb. 3** ▲ Gleicher Patient wie in **Abb. 1 und 2**. Im kontrastmittelverstärkten Ultraschall (CEUS) im Side-by-Side-Modus (*links CEUS – rechts B-Bild*) zeigt die Nierenzyste keinerlei Kontrastmittelaufnahme (*gelber Pfeil*). Der Befund ist somit insgesamt anhand der B-Bild-Morphologie und der Kontrastmitteldynamik mit einer blanden Nierenzyste der Kategorie I nach Bosniak vereinbar



**Abb. 4** ▲ Im nativen B-Bild grenzt sich am rechten Nierenoberpol subkapsulär eine zystische imponierende Läsion ab (*gelber Pfeil*). Die Läsion zeigt die klassische dorsale Schallverstärkung einer blanden Nierenzyste im B-Bild, weicht jedoch von der Form von der klassischen vollständig rundlich-ovalären Form einer Nierenzyste der Kategorie I nach Bosniak ab



**Abb. 5** ▲ Gleicher Patient wie in **Abb. 4**. In der farbkodierten Duplexsonographie zeigt die zystisch imponierende Läsion keinen Hinweis auf eine vermehrte Vaskularisation (*gelber Pfeil*)



**Abb. 6** ▲ Gleicher Patient wie in **Abb. 4 und 5**. Im kontrastmittelverstärkten Ultraschall (CEUS) im Side-by-Side-Modus (*links CEUS – rechts B-Bild*) zeigt die zystisch imponierende Läsion keinerlei Kontrastmittelaufnahme (*gelber Pfeil*). Der Befund ist somit insgesamt anhand der B-Bild-Morphologie und der Kontrastmitteldynamik mit einer blanden Nierenzyste der Kategorie II nach Bosniak vereinbar

renläsionen kann also von essenzieller Bedeutung für den Patienten werden.

### Durchführung, technische Grundlagen und Klassifikation

Die native B-Bild-Sonographie bildet den Standard der initialen Nierendiagnostik. Je nach Hersteller des Ultraschallsystems und des damit verwendeten Schallkopfs sollte der Frequenzbereich des zu verwendeten Multifrequenzschallkopfes zwischen 2 und 6 MHz liegen [14]. Linearschallköpfe mit höherer Frequenz können ebenfalls zur Diagnostik von oberflächlich gelegenen Nierenläsionen

benutzt werden. Zwar bieten sie eine höhere räumliche Auflösung, aber die höhere Frequenz schränkt die Eindringtiefe der Ultraschallwellen ein, so dass die Beurteilung tief gelegener zystischer Läsionen nur mit Einschränkungen möglich ist. Bei der Durchführung der farbkodierten Duplexsonographie soll die Farbkodierung so gewählt werden, dass eben kein Aliasing auftritt [14, 15]. Die klassischen sonographischen Kriterien einer blanden (synonym: „einfachen“ bzw. „gutartigen/benignen“) Nierenzyste bilden dabei eine rundlich bis ovaläre Form mit scharfer und glatter Begrenzung der Zystenwand und echofreiem In-

halt mit distaler Schallverstärkung distal der Zyste durch die verminderte Schallabsorption innerhalb der Nierenzyste im Vergleich zum umliegenden parenchymatösen Gewebe. Bei der farbkodierten Duplexsonographie sollten innerhalb einer blanden Nierenzyste keine Gefäße sichtbar sein, da dies auf solides Gewebe schließen lässt und somit fast immer als tumorsuspekt zu werten ist. Weicht der sonographische Befund hinsichtlich eines der o. g. Kriterien ab, so handelt es sich um eine komplizierte Nierenzyste die weiter abgeklärt werden sollte, wobei sich hier der CEUS als Bildgebungsmethode der Wahl etabliert hat [14].

Hier steht eine Anzeige.



Zur Differenzierung zwischen blanden und komplizierten und damit potenziell malignitätsverdächtigen Nierenzysten hat sich in der kontrastmittelverstärkten Sonographie die ursprünglich für die CT entwickelte Bosniak-Klassifikation durchgesetzt [16–18]. Mit Hilfe dieser Klassifikation lässt sich für den Untersucher anhand einer in mehreren Studien erhobenen Wahrscheinlichkeit abschätzen, wie hoch das Risiko für Malignität ist. Hierbei wird insgesamt in 5 verschiedene Kategorien von Bosniak-Nierenzysten unterschieden. Bosniak-Nierenzysten der Kategorie I und der Kategorie II werden dabei mit einer Wahrscheinlichkeit von nahezu 100 % als benigne eingeschätzt ([14, 17, 19–21]; **Abb. 1, 2, 3, 4, 5 und 6**). Bei Zysten der Kategorie II F nach Bosniak (F: „follow-up“, Nachsorge) wird das Risiko für eine Malignität in der Literatur mit ca. 5–25 % angegeben ([22, 23]; **Abb. 7, 8 und 9**). Dies hat zur Folge, dass sie im Verlauf beobachtet werden müssen – daher der Zusatz „F“. Bosniak-Kategorie-III-Zysten zeigen eine Malignitätsrate von ca. 30–100 % (**Abb. 10 und 11**) und bei Bosniak-Kategorie-IV-Zysten handelt es sich fast ausschließlich um Nierenmalignome ([24, 25]; **Abb. 12, 13, 14 und 15**). Zysten der Kategorien I und II nach Bosniak können sicher mittels nativer B-Bild-Sonographie und farbkodierter Duplexsonographie diagnostiziert werden und bedürfen keiner weiteren Abklärung und auch keiner weiteren Nachsorge. Für Nierenzysten der Bosniak-Kategorie II F werden regelmäßige bildgebende Verlaufskontrollen empfohlen. Nierenzysten der Bosniak-Kategorie III und IV sollten zusätzlich weiter mittels Biopsie abgeklärt oder chirurgisch exzidiert werden, wobei die Indikation zum geeigneten Vorgehen individuell gestellt werden muss ([14]; **Tab. 1**).

## Kontrastmittelverstärkter Ultraschall

Für den CEUS verwendet man heutzutage intravenös appliziertes, auf Mikrobubbles basierendes Kontrastmittel (in Europa SonoVue®, Bracco, Mailand, Italien) auf Basis von Schwefelhexafluorid

Radiologe 2018 · 58:545–552 <https://doi.org/10.1007/s00117-018-0394-4>  
© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2018

J. Rübenthaler · K. Mueller-Peltzer · G. Negrão de Figueiredo · E. Gresser · D. A. Clevert

## CEUS – Diagnostik zystischer Nierenläsionen

### Zusammenfassung

#### Klinisches/methodisches Problem.

Zystische Nierenläsionen sind ein häufiger Zufallsbefund in radiologischen Schnittbildgebungsverfahren und sollten sicher als gut- bzw. bösartig eingestuft werden können.

**Radiologisches Standardverfahren.** Anhand der nativen B-Bild-Sonographie bzw. mit Hilfe der farbkodierten Duplexsonographie können zystische Nierenläsionen nicht immer sicher charakterisiert werden.

**Methodische Innovationen.** Mit Hilfe des kontrastmittelverstärkten Ultraschalls („contrast-enhanced ultrasound“, CEUS) ist es möglich, die Vaskularisation zystischer Nierenläsionen dynamisch zu evaluieren. Unter Einsatz der Bosniak-Klassifikation ist es dadurch möglich, den Grad einer potenziellen Malignität der zystischen Nierenläsion abzuschätzen und daraus weitere Empfehlungen für das weitere Vorgehen abzuleiten. Dabei kann der CEUS durch die fehlende

Hepato- bzw. Nephrotoxizität auch dann zum Einsatz kommen, wenn andere radiologische bildgebende Verfahren kontraindiziert sind.

**Leistungsfähigkeit.** Zystische Nierenläsionen können mithilfe des CEUS mit einer diagnostischen Sicherheit von über 90 % zuverlässig charakterisiert werden.

**Bewertung.** Der CEUS ist geeignet, einen wichtigen Beitrag in der Diagnostik und Charakterisierung von zystischen Nierenläsionen zu leisten.

**Empfehlung für die Praxis.** Der CEUS bietet sich in unklaren Fällen als hervorragendes ergänzendes radiologisches Verfahren zur Diagnostik und Charakterisierung unklarer zystischer Nierenläsionen an.

### Schlüsselwörter

Kontrastmittelverstärkter Ultraschall · Nierenzysten · Bosniak-Klassifikation · Nierenzellkarzinom · B-Bild-Sonographie

## CEUS—diagnostic workup of cystic renal lesions

### Abstract

**Clinical/methodical issue.** Cystic renal lesions are common incidental findings in radiological imaging and they should be adequately examined to be able to characterize them as benign or malignant.

**Standard radiological methods.** It is not always possible to sufficiently characterize cystic renal lesion solely using native B-mode sonography and color-Doppler sonography.

**Methodical innovations.** Using contrast-enhanced ultrasound (CEUS), it is possible to dynamically evaluate the perfusion of cystic renal lesions and to characterize the potential malignancy of these lesions using the Bosniak classification in order to give recommendations regarding further work-up. CEUS can also be used in patients with contraindications for other radiological

imaging modalities as it uses a contrast agent with almost no side effects.

**Performance.** Using CEUS, cystic renal lesions can be reliably characterized with a diagnostic accuracy greater than 90%.

**Achievements.** CEUS is a useful method in diagnosing and characterizing unclear cystic renal lesions and should always be considered as a viable diagnostic tool.

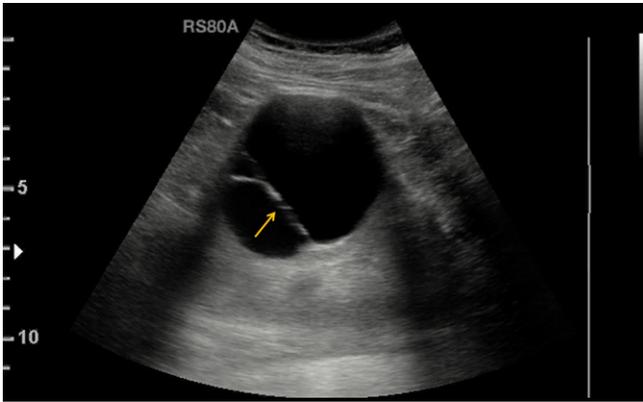
**Practical recommendations.** CEUS should always be performed in initially unclear cases and is a useful additional tool for the diagnosis and characterization of unclear cystic renal lesions.

### Keywords

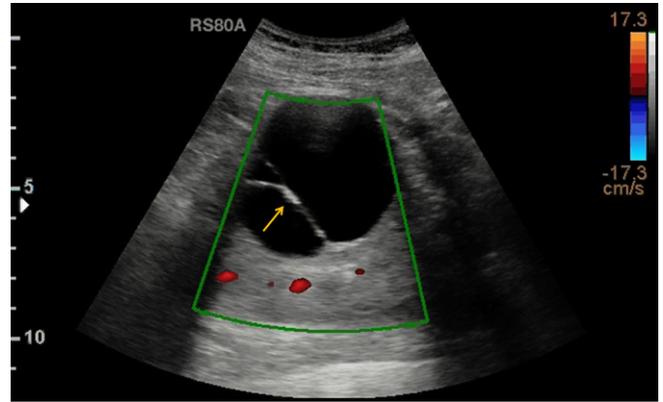
Contrast-enhanced ultrasound · Cystic lesions · Bosniak classification · Renal cell carcinoma · B-mode sonography

in Kombination mit einem High-end-Ultraschallgerät mit spezieller, auf CEUS optimierter Gerätesoftware. Ein einzelnes Mikrobubbles dieses Kontrastmittels misst dabei etwa zwischen 2 und 10 µm und hat somit in etwa den vergleichbaren Durchmesser mit einem einzelnen roten Blutkörperchen [15].

Heutzutage verwendete Ultraschallsysteme benutzen kontrastmittelspezifische Verfahren der Signalverarbeitung mit einem geringen mechanischen Index (MI < 0,16), welche auf der nichtlinearen akustischen Interaktion zwischen Ultraschallwellen und Mikrobubbles beruhen [14]. Hierbei ist infolge des



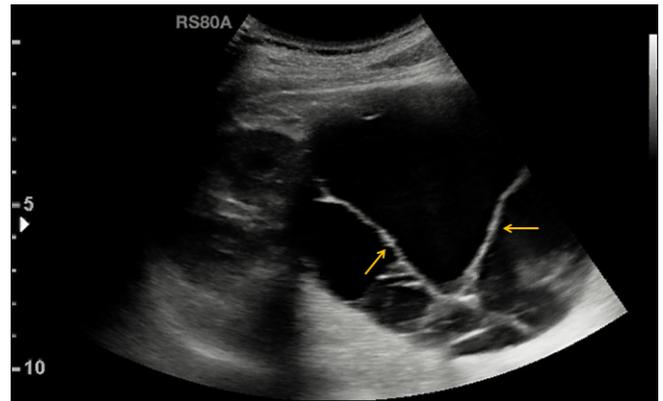
**Abb. 7** ▲ Im nativen B-Bild grenzt sich subkapsulär eine zystische imponierende Läsion ab; diese zeigt ein intrazystisches Septum (*gelber Pfeil*). Die Läsion zeigt die klassische dorsale Schallverstärkung einer Nierenzyste im B-Bild, weicht jedoch von der Form von der klassischen vollständig rundlich-ovalären Form einer Nierenzyste der Kategorie I nach Bosniak ab und zeigt zusätzlich das vorbeschriebene intrazystische Septum



**Abb. 8** ▲ Gleicher Patient wie in [Abb. 7](#). In der farbkodierten Duplexsonographie zeigt die zystisch imponierende Läsion keinen Hinweis auf eine vermehrte Vaskularisation; auch das Septum zeigt keinen Hinweis auf eine vermehrte Vaskularisation (*gelber Pfeil*)



**Abb. 9** ▲ Gleicher Patient wie in [Abb. 7](#) und [8](#). Im kontrastmittelverstärkten Ultraschall (CEUS) im Side-by-Side-Modus (*links CEUS – rechts B-Bild*) zeigt die zystisch imponierende Läsion eine marginale Kontrastmittelaufnahme des Septums (*gelber Pfeil*). Der Befund ist somit insgesamt anhand der B-Bild-Morphologie und der Kontrastmitteldynamik mit diskreter Kontrastmittelaufnahme des intrazystischen Septums mit einer Nierenzyste der Kategorie II F nach Bosniak vereinbar. Hier empfiehlt sich eine regelmäßige Verlaufskontrolle mittels CEUS



**Abb. 10** ▲ Im nativen B-Bild grenzt sich subkapsulär eine zystische imponierende Läsion ab; diese zeigt multiple intrazystische Septierungen (*gelbe Pfeile*). Die Läsion zeigt die klassische dorsale Schallverstärkung einer Nierenzyste im B-Bild, weicht jedoch von der Form von der klassischen vollständig rundlich-ovalären Form einer Nierenzyste der Kategorie I nach Bosniak ab und zeigt zusätzlich multiple Septierungen, sowie teils hypoechogene intrazystische Anteile. Auch zeigen sich diskrete Wandunregelmäßigkeiten mit kurzstreckigen Wandverdickungen der zystisch imponierenden Läsion

geringen mechanischen Index die Destruktionsrate der Mikrobläschen gering, so dass eine Untersuchung in Echtzeit möglich ist. Die applizierten Mikrobläschen erzeugen, im Gegensatz zum Gewebe, durch nichtlineare akustische Interaktionen einen von der lokalen Perfusion bedingten additiven Kontrast [26, 27]. Die für die Verwendung empfohlene Dosis für eine Einzelinjektion beträgt je nach Hersteller zwischen 1,0 und 2,4 ml intravenös, gefolgt von einer Nachinjektion von 10 ml 0,9%iger NaCl-Lösung als Bolus [26, 28]. Wie bei jedem in der Radiologie verwendeten

Kontrastmittel müssen dabei Nebenwirkungen in Betracht gezogen werden. Dabei sind als von besonderer klinischer Relevanz Überempfindlichkeitsreaktionen mit anaphylaktischen Reaktionen zu nennen, die jedoch mit einem in der Literatur angegebenen Risiko von ca. 1:10.000 selten sind [29, 30]. Dabei lässt sich für die klinische Routine feststellen, dass die kontrastmittelverstärkte Sonographie eine Alternative für Patienten mit Nierenfunktionseinschränkungen oder anderweitiger Kontraindikationen ist (z. B. gegen jodhaltiges Kontrastmittel oder MRT-Untersuchungen) und

die nicht für andere schnittbildgebende Verfahren geeignet erscheinen [31].

## Diskussion

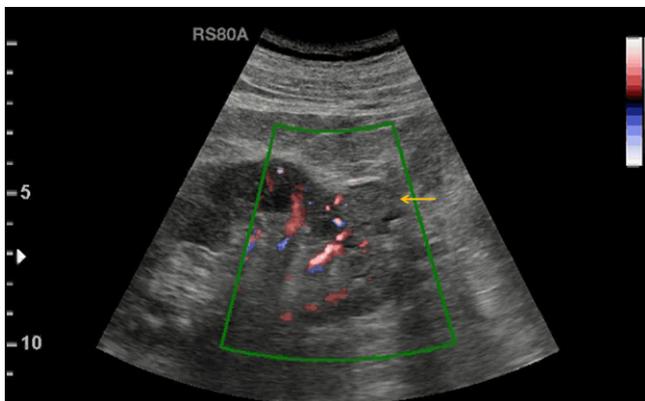
Die native B-Bild-Sonographie, die farbkodierte Duplexsonographie sowie der kontrastmittelverstärkte Ultraschall ermöglichen eine sichere, schnelle und nichtinvasive Visualisierung und Charakterisierung sowohl von einfachen als auch von komplizierten zystischen Nierenläsionen. Dabei hat der CEUS in der Diagnostik von zystischen Nierenläsionen maßgeblichen Anteil. Durch die



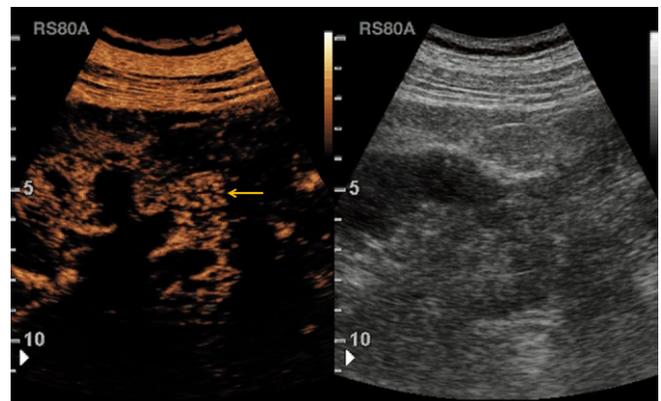
**Abb. 11** ▲ Gleicher Patient wie in [Abb. 10](#). Im kontrastmittelverstärkten Ultraschall (CEUS) im Side-by-Side-Modus (*links* CEUS – *rechts* B-Bild) zeigt die zystisch imponierende Läsion eine vermehrte Kontrastmittelaufnahme der intrazystischen Septierungen (*gelbe Pfeile*). Der Befund ist somit insgesamt anhand der B-Bild-Morphologie und der Kontrastmitteldynamik mit vermehrter Kontrastmittelaufnahme der intrazystischen Septierungen mit einer Nierenzyste der Kategorie III nach Bosniak vereinbar. Solche Läsionen benötigen obligat eine weitere Abklärung, z. B. mittels bioptischer Sicherung



**Abb. 12** ▲ Im nativen B-Bild grenzt sich subkapsulär eine zystische imponierende Läsion ab; diese zeigt sich bereits im nativen Bild mit hypoechoenen, solide imponierenden Anteilen. Die Läsion zeigt keine klassische dorsale Schallverstärkung einer Nierenzyste im B-Bild (*gelber Pfeil*)



**Abb. 13** ▲ Gleicher Patient wie in [Abb. 12](#). In der farbkodierten Duplexsonographie zeigt die zystisch imponierende Läsion keine eindeutigen Zeichen der vermehrten Vaskularisation, auch die intrazystischen Anteile zeigen sich nicht vermehrt vaskularisiert, so dass hier differenzialdiagnostisch eine hämorrhagische (eingeblutete) Zyste bzw. eine Zyste mit erhöhtem Proteingehalt denkbar wäre (*gelber Pfeil*)

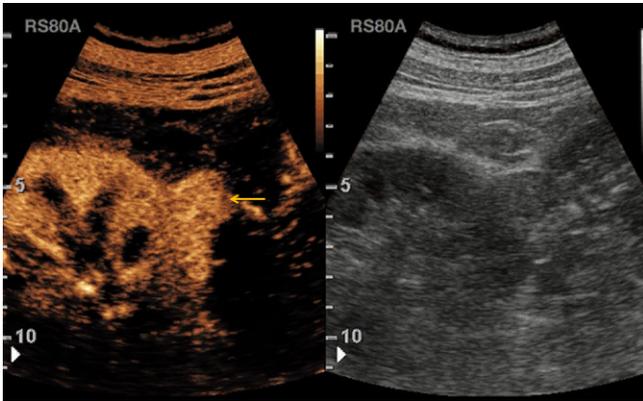


**Abb. 14** ▲ Gleicher Patient wie in [Abb. 12](#) und [13](#). Im kontrastmittelverstärkten Ultraschall (CEUS) im Side-by-Side-Modus (*links* CEUS – *rechts* B-Bild) zeigt die zystisch imponierende Läsion eine deutliche Kontrastmittelaufnahme der intrazystischen solide imponierende Anteile in der arteriellen Untersuchungsphase (*gelber Pfeil*)

Beurteilung verschiedener Vaskularisationsmuster in Echtzeit ist es möglich, durch den CEUS Aussagen über das Malignitätsrisiko von zystischen Nierenläsionen zu treffen. Dabei stellt er eine äquivalente bzw. komplementäre Alternative zur Computertomographie und Magnetresonanztomographie dar und ist bereits vollständig in der klinischen Routine etabliert. Wichtig in der täglichen Routine ist hierbei, dass die in der CT bzw. MRT erhobene Einteilung in die Bosniak-Klassifikation sich nicht eins zu eins auf den CEUS übertragen

lässt. Da die Bosniak-Klassifikation initial für die CT-Diagnostik konzipiert wurde und der CEUS aufgrund der spezifischen Eigenschaften des verwendeten Kontrastmittels eine höhere Sensitivität aufweist, werden zystische Nierenläsionen anhand des kontrastmittelverstärkten Ultraschalls häufige eine Kategorie höher klassifiziert als in der korrespondierenden CT-Diagnostik [32]. Einige diagnostische Gruppen aus München und aus Italien sind daher dazu übergegangen von einer „CEUS-Bosniak-Klassifikation“ zu sprechen [1, 2, 13, 14].

Sofern man den kontrastmittelverstärkten Ultraschall zur Klassifikation nutzt, sollte man dies entsprechend kenntlich machen, da es hier – wie bereits erwähnt – zu diskrepanten Befunden im Vergleich zu anderen radiologischen Schnittbildverfahren kommen kann. Dennoch kann es, trotz hervorragender Sensitivität und Spezifität des CEUS, zu diagnostischen Unschärfen kommen, insbesondere bei zystischen Nierenläsionen der Kategorie II F und III [33]. Verbesserungspotenzial besteht hier aktuell insbesondere in der Aussagekraft bezüglich einer un-



**Abb. 15** ▲ Gleicher Patient wie in [Abb. 12, 13 und 14](#). Im kontrastmittelverstärkten Ultraschall (CEUS) im Side-by-Side-Modus (*links* CEUS – *rechts* B-Bild) zeigt die zystisch imponierende Läsion eine persistierende, deutlich vermehrte Kontrastmittelaufnahme der intrazystischen soliden Anteile (*gelber Pfeil*). Der Befund ist somit insgesamt anhand der Kontrastmitteldynamik mit vermehrter Kontrastmittelaufnahme der soliden Anteile mit einer Nierenzyste der Kategorie IV nach Bosniak vereinbar. Eine eingeblutete/proteinreiche Nierenzyste als Differenzialdiagnose scheidet durch die Kontrastmittelaufnahme der intrazystischen Anteile aus. Nach Resektion zeigte sich als histopathologisches Ergebnis ein klarzelliges Nierenzellkarzinom

<b>Tab. 1</b> Bosniak-Klassifikation zystischer Nierenläsionen mit den charakteristischen Kriterien in der nativen B-Bild-Sonographie sowie im kontrastmittelverstärkten Ultraschall (CEUS). (Nach [14])			
<b>Bosniak-Kategorie</b>	<b>Kriterien in der nativen B-Bild-Sonographie</b>	<b>Kriterien im CEUS</b>	<b>Malignitätsrisiko (%)</b>
<i>Kategorie I</i>	1. Hauchdünne Wand	1. Keine Kontrastmittelaufnahme	0
	2. Scharf abgrenzbar zur Umgebung		
	3. Keine Verkalkungen		
	4. Keine Septen		
	5. Keine solide Komponenten		
<i>Kategorie II</i>	1. Feine Septen bis 1 mm Dicke	1. Keine Kontrastmittelaufnahme	0
	2. Septen bzw. Septenwand mit geringgradigen Verkalkungen		
<i>Kategorie II F</i>	1. Mehrere Septierungen	1. Diskrete Kontrastmittelaufnahme der Septen und/oder intrazystisch	5–25
	2. Kurzstreckige, nichtkontrastierte Wandverdickungen der Zystenwand		
	3. Dünne oder dickere Verkalkungen		
<i>Kategorie III</i>	1. Gleichmäßige oder unregelmäßige Wandverdickung	1. Mehrere kontrastmittelaufnehmende Septierungen	30–100
	2. Gleichmäßige oder unregelmäßige Verdickungen der Septen		
	3. Unregelmäßige Verkalkungen		
<i>Kategorie IV</i>	1. Gleichmäßige oder unregelmäßige Wandverdickung	1. Multiple kontrastmittelaufnehmende Septierungen 2. Kontrastmittelaufnehmende unregelmäßige und/oder knotige Weichteilkomponenten	100
	2. Gleichmäßige oder unregelmäßige Septenverdickung		
	3. Unregelmäßige Verkalkungen		
	4. Solide Anteile		

eingeschränkt vorhandenen Malignität von zystischen Nierenläsionen der Kategorie III. Hier konnte in der Literatur zusätzlich gezeigt werden, dass eine vorhandene Adipositas und eine Größe der Läsion <5 cm als wichtige Prädiktoren für ein frühes Nierenzellkarzinom gelten könnten [34]. Die Kombination der klinisch vorhandenen Risikofaktoren, der Kriterien der bereits bekannten bildgebenden radiologischen Verfahren CT und MRT sowie der Befunde aus dynamischen Echtzeitbildgebungsverfahren wie der (kontrastmittelverstärkte) Ultraschall könnte in Zukunft dazu verwendet werden, eine noch genauere Klassifikation zu etablieren [32]. Von Vorteil ist diese Kombination insbesondere, wenn Läsionen in der CT bzw. MRT unterschiedlich klassifiziert werden. Gerade bei hypoperfundierten Nierenzellkarzinomen, die teilweise als eingeblutete Zyste imponieren können und histologisch dann häufig papillären Nierenzellkarzinomen entsprechen, kann der CEUS mit zusätzlichem Nutzen eingesetzt werden [1]. So konnte in der Literatur gezeigt werden, dass zystische Nierenläsionen, die sowohl in der CT als auch im kontrastmittelverstärkten Ultraschall als Bosniak III klassifiziert wurden, eine Wahrscheinlichkeit von 97 % besaßen, tatsächlich maligne zu sein [21]. Umgekehrt waren zystische Nierenläsionen die in der CT als Bosniak III klassifiziert wurden, jedoch im kontrastmittelverstärkten Ultraschall in einer niedrigeren Kategorie zugeordnet wurden, mit einer Wahrscheinlichkeit von 100 % benigne [14]. In jedem Fall hängt von der letztendlich gegebenen Klassifikation das weitere therapeutische Vorgehen ab, so dass man sich in einem interdisziplinären Setting über die Klassifikation anhand der verschiedenen vorhandenen Bilddaten und das damit verbundene weitere therapeutische Procedere einigen sollte [33].

### Fazit für die Praxis

- CEUS ist dazu geeignet, in Echtzeit die charakteristischen Vaskularisationsmuster von zystischen Nierenläsionen darzustellen.

- Die Bildgebung mittels (kontrastverstärktem) Ultraschall ist zumeist die erste Diagnostik zur weiteren Abklärung zystischer Nierenläsionen.
- Der native B-Bild-Ultraschall ist ein zuverlässiges Hilfsmittel zur sicheren Diagnostik blander Nierenzysten.
- Die ursprünglich für die CT-Diagnostik entwickelte Bosniak-Klassifikation ist ein probates Mittel, welche sich, übertragen auf die CEUS-Diagnostik, auch im Ultraschall anwenden lässt.

### Korrespondenzadresse



**PD Dr. J. Rübenthaler**  
Klinik und Poliklinik für Radiologie, Interdisziplinäres Ultraschall-Zentrum, Universitätsklinikum, Ludwig-Maximilians-Universität München  
Marchioninistr. 15,  
81377 München, Deutschland  
Johannes.Ruebenthaler@med.uni-muenchen.de

### Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** J. Rübenthaler, K. Mueller-Peltzer, G. Negrão de Figueiredo, E. Gresser und D.A. Clevert geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

### Literatur

1. Stock KF, Kubler H, Holzapfel K (2017) Cystic renal masses as an incidental finding – ultrasound-based diagnostic algorithm and therapeutic consequences. *MMW Fortschr Med* 159(6):60–65
2. Stock K, Kubler H, Maurer T, Weiss D, Weskott HP, Heemann U (2017) Innovative ultrasound: contrast-enhanced ultrasound of the kidneys. *Aktuelle Urol* 48(2):120–126
3. Ravine D, Gibson RN, Donlan J, Sheffield LJ (1993) An ultrasound renal cyst prevalence survey: specificity data for inherited renal cystic diseases. *Am J Kidney Dis* 22(6):803–807
4. Carrim ZI, Murchison JT (2003) The prevalence of simple renal and hepatic cysts detected by spiral computed tomography. *Clin Radiol* 58(8):626–629
5. Park H, Kim CS (2015) Natural 10-year history of simple renal cysts. *Korean J Urol* 56(5):351–356
6. Terada N, Arai Y, Kinukawa N, Terai A (2008) The 10-year natural history of simple renal cysts. *Urology* 71(1):7–11 (discussion -2)
7. Ozveren B, Onganer E, Turkeri LN (2016) Simple renal cysts: prevalence, associated risk factors and follow-up in a health screening cohort. *Urol J* 13(1):2569–2575
8. Mosharafa AA (2008) Prevalence of renal cysts in a Middle-Eastern population: an evaluation of characteristics and risk factors. *BJU Int* 101(6):736–738
9. Terada N, Arai Y, Kinukawa N, Yoshimura K, Terai A (2004) Risk factors for renal cysts. *BJU Int* 93(9):1300–1302
10. Parienty RA, Pradel J, Parienty I (1985) Cystic renal cancers: CT characteristics. *Radiology* 157(3):741–744
11. Warren KS, McFarlane J (2005) The Bosniak classification of renal cystic masses. *BJU Int* 95(7):939–942
12. Ascenti G, Gaeta M, Magno C et al (2004) Contrast-enhanced second-harmonic sonography in the detection of pseudocapsule in renal cell carcinoma. *AJR Am J Roentgenol* 182(6):1525–1530
13. Ascenti G, Mazziotti S, Zimbaro G et al (2007) Complex cystic renal masses: characterization with contrast-enhanced US. *Radiology* 243(1):158–165
14. Rübenthaler J, Bogner F, Reiser M, Clevert DA (2016) Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) of the kidneys by using the Bosniak classification. *Ultraschall Med* 37(3):234–251
15. Rübenthaler J, Reiser M, Clevert DA (2016) Diagnostic vascular ultrasonography with the help of color Doppler and contrast-enhanced ultrasonography. *Ultrasonography* 35(4):289–301
16. Bosniak MA (1986) The current radiological approach to renal cysts. *Radiology* 158(1):1–10
17. Radermacher J (2003) Ultrasound of the kidney and renal vessels. I: Normal findings, congenital diseases, diseases of the kidney parenchyma. *Internist (Berl)* 44(10):1283–1297 (quiz 98–9)
18. Clevert DA, Minaifar N, Weckbach S et al (2008) Multislice computed tomography versus contrast-enhanced ultrasound in evaluation of complex cystic renal masses using the Bosniak classification system. *Clin Hemorheol Microcirc* 39(1–4):171–178
19. Heckmann M, Heinrich M, Humke U, Bautz W, Uder M (2008) Differential diagnosis of focal lesions of the kidney in CT and MRT. *Röntgenpraxis* 56(6):219–240
20. Israel GM, Hindman N, Bosniak MA (2004) Evaluation of cystic renal masses: comparison of CT and MR imaging by using the Bosniak classification system. *Radiology* 231(2):365–371
21. Barr RG, Peterson C, Hindi A (2014) Evaluation of indeterminate renal masses with contrast-enhanced US: a diagnostic performance study. *Radiology* 271(1):133–142
22. Israel GM, Bosniak MA (2003) Follow-up CT of moderately complex cystic lesions of the kidney (Bosniak category IIF). *AJR Am J Roentgenol* 181(3):627–633
23. Weibl P, Hora M, Kollarik B, Shariat SF, Klatte T (2015) Management, pathology and outcomes of Bosniak category IIF and III cystic renal lesions. *World J Urol* 33(3):295–300
24. Herts BR, Silverman SG, Hindman NM et al (2018) Management of the incidental renal mass on CT: a white paper of the ACR Incidental Findings Committee. *J Am Coll Radiol* 15(2):264–273
25. Silverman SG, Israel GM, Herts BR, Richie JP (2008) Management of the incidental renal mass. *Radiology* 249(1):16–31
26. Greis C (2004) Technology overview: SonoVue (Bracco, Milan). *Eur Radiol* 14(Suppl 8):P11–P15
27. Bauer A, Solbiati L, Weissman N (2002) Ultrasound imaging with SonoVue: low mechanical index real-time imaging. *Acad Radiol* 9(Suppl 2):S282–S284
28. Clevert DA, D'Anastasi M, Jung EM (2013) Contrast-enhanced ultrasound and microcirculation: efficiency through dynamics – current developments. *Clin Hemorheol Microcirc* 53(1–2):171–186
29. Piscaglia F, Bolondi L, Italian Society for Ultrasound in M, Biology Study Group on Ultrasound Contrast A (2006) The safety of SonoVue in abdominal applications: retrospective analysis of 23188 investigations. *Ultrasound Med Biol* 32(9):1369–1375
30. Solivetti FM, Elia F, Musicco F et al (2012) Anaphylactic shock induced by sulphur hexafluoride in an individual with no history of heart disease: case report and literature review. *Ultraschall Med* 33(6):597–598
31. Sidhu PS, Cantisani V, Dietrich CF et al (2018) The EFSUMB guidelines and recommendations for the clinical practice of Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) in non-hepatic applications: update 2017 (long version). *Ultraschall Med* 39(2):e2–e44
32. Barr RG (2017) Is there a need to modify the Bosniak renal mass classification with the addition of contrast-enhanced sonography? *J Ultrasound Med* 36(5):865–868
33. Weibl P, Klatte T, Waldert M, Remzi M (2012) Complex renal cystic masses: current standards and controversies. *Int Urol Nephrol* 44(1):13–18
34. Goenka AH, Remer EM, Smith AD, Obuchowski NA, Klink J, Campbell SC (2013) Development of a clinical prediction model for assessment of malignancy risk in Bosniak III renal lesions. *Urology* 82(3):630–635