

publiziert bei:	 AWMF online Das Portal der wissenschaftlichen Medizin		
AWMF-Register Nr.	085-007	Klasse:	S3



DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR
ULTRASCHALL IN DER MEDIZIN

AWMF S3 LL 085-007

Kontrastverstärkte Miktionsurosonografie (MUS) bei Kindern und Jugendlichen

Langversion

Version 1.0

Gültig von 1.5.2026 bis 30.4.2031

bitte wie folgt zitieren:

Mentzel HJ, Moritz J, von Wickede M, Hagenberg M, Mayer B, Patzer L, Franke D, Oh Y, Großer K, Hauenstein C, Klee D, Hofmann A, Stein R, von Kaisenberg C. AWMF S3 LL 085-007 Kontrastverstärkte Miktionsurosonografie (MUS) bei Kindern und Jugendlichen.

Verfügbar unter: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/085-007>

Leitlinieninitiative



DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR
ULTRASCHALL IN DER MEDIZIN



Deutsche Gesellschaft für Kinder- und
Jugendchirurgie e.V.



DEUTSCHE RÖNTGENGESELLSCHAFT
Gesellschaft für medizinische Radiologie und bildgeführte Therapie e.V.



Deutsche Gesellschaft für Urologie e.V. (DGU)

Herausgebende federführende Fachgesellschaft:

Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin e.V. (DEGUM)
Charlottenstr. 79/80
10117 Berlin
fon.: +49 (0)30 2060 8888-0
fax: +49 (0)30 2060 8888-90
e-mail: geschaeftsstelle@degum.de
www.degum.de

Weitere beteiligte Fachgesellschaften

Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie (GPR)
Gesellschaft für Pädiatrische Nephrologie (GPN)
Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin (DGKJ)
Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendchirurgie (DGKJCH)
Deutsche Röntgengesellschaft (DRG)
Deutsche Gesellschaft für Urologie (DGU)

Inhalt

HERAUSGEBENDE FEDERFÜHRENDE FACHGESELLSCHAFT:	3
PRÄAMBEL	1
DIE WICHTIGSTEN EMPFEHLUNGEN AUF EINEN BLICK	1
1. GELTUNGSBEREICH UND ZWECK	1
1.1 ZIELSETZUNG UND FRAGESTELLUNG	1
1.2 VERSORGUNGSBEREICH	2
1.3 PATIENTENZIELGRUPPE	2
1.4 ANWENDENDENGRUPPE/ADRESSATEM	2
1.5 DOKUMENTE ZUR ANWENDUNG DER LEITLINIE	2
1.6 BESONDERER HINWEIS	2
1.7 GENDERHINWEIS	2
2. ZUSAMMENSETZUNG DER LEITLINIENGRUPPE	3
2.1 LEITLINIENKOORDINATION	3
2.2. BETEILIGTE FACHGESELLSCHAFTEN UND ORGANISATIONEN	3
2.3 PATIENTEN/BÜRGERBETEILIGUNG	4
2.4 METHODISCHE BEGLEITUNG	4
3. HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN UND HINTERGRUNDTEXT	6
4. FORSCHUNGSBEDARF	32
5. VERWENDETE ABKÜRZUNGEN	32
6. LITERATURVERZEICHNIS	33
ANHANG	40

Präambel

Die kontrastverstärkte Miktionsurosonografie (MUS, engl. contrast enhanced voiding urosonography, ceVUS) ist eine Methode, die mit hoher Sensitivität und Spezifität den vesikoureterorenenalen Reflux (VUR) erkennt. Sie kann für diese Fragestellung die auf ionisierender Strahlung beruhende Miktionszysturethrografie (Röntgen-MCU, engl. contrast enhanced voiding cysturethrography) ersetzen. Für andere Fragestellungen (Harnblasen-, Harnröhrenpathologie wie subvesikale Obstruktion (SVO)) kann sie bei entsprechender Expertise zielführend sein.

Voraussetzungen zur kontrastverstärkten Miktionsurosonografie (MUS) sind die

- Verfügbarkeit von Ultraschallgeräten mit kontrastmittelfähigen Voreinstellungen
- Verfügbarkeit von Ultraschallsonden mit Kontrastmittelfähigkeit
- Verfügbarkeit von Echosignalverstärker (Ultraschallkontrastmittel, USKM)
- Absolvierung von theoretischem und praktischem Kenntniserwerb im Rahmen von Modulen zur Kontrastmittelsonografie und Hospitation in einer entsprechenden Sonografie-Abteilung mit Angebot zur MUS
- Standardisierte Untersuchungsdurchführung und Dokumentation

Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick

Die Miktions**urosonografie** soll aufgrund ihrer fehlenden Strahlenexposition und dem vergleichbaren Komplikationsprofil gegenüber der Miktions**zysturethrografie** bevorzugt als diagnostische Methode eingesetzt werden.

Die Miktions**urosonografie** soll aufgrund ihrer hohen Sensitivität und Spezifität bei der Frage nach vesikoureterorenalem Reflux als **bevorzugte Methode** eingesetzt werden.

1. Geltungsbereich und Zweck

1.1 Zielsetzung und Fragestellung

Aufarbeitung und Zusammenfassung der vorhandenen klinischen und wissenschaftlichen Evidenz zur kontrastverstärkten Miktionsurosonografie (MUS) bei Kindern und Jugendlichen im Vergleich zur konventionellen radiologischen Miktionszysturethrografie (MCU). Erhebung wissenschaftlicher Daten zur Akzeptanz der MUS-Methode bei Eltern und Sorgeberechtigten im Vergleich zur MCU. Entwicklung von standardisierten Untersuchungsalgorithmen, Formulierung von Empfehlungen und Standards für die Indikation und Durchführung der MUS, insbesondere auch die Frage der Aufklärung und Vorbereitung der Untersuchung. Standards der Dokumentation und Bewertung der Untersuchungsergebnisse (Klassifikation des vesikoureterorenenalen Reflux). Grenzen der Methode und Ausblick bzgl. künftiger Entwicklungen.

1.2 Versorgungsbereich

Diagnostik, allgemein- und spezial-fachärztliche Versorgung von Kindern und Jugendlichen; ambulant, stationär, teilstationär.

1.3 Patientenzielgruppe

Patienten mit Indikation zur Refluxdiagnostik im Kindes- und Jugendalter. Patienten mit verdächtigter Harnröhren- und Harnblasenpathologie, Miktionsbeschwerden, urogenitalen Fehlbildungen.

1.4 Anwendendengruppe/Adressat*in

Die Leitlinie richtet sich an Ärztinnen und Ärzte für Kinder- und Jugendmedizin, Kinderchirurgie, Kindernephrologie, (Kinder-) Urologie, (Kinder- und Jugend) Radiologie, Allgemeinmedizin, aber auch an Patienten und Sorgeberechtigte.

1.5 Dokumente zur Anwendung der Leitlinie

- Langversion <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/085-007>
- Kurzversion
- Leitlinienreport mit Evidenztabelle

1.6 Besonderer Hinweis

Die Medizin unterliegt einem fortwährenden Entwicklungsprozess, sodass alle Angaben, insbesondere zu diagnostischen und therapeutischen Verfahren, immer nur dem Wissensstand zur Zeit der Drucklegung dieser Leitlinie entsprechen können.

Hinsichtlich der angegebenen Empfehlungen zur Therapie und der Auswahl sowie Dosierung von Medikamenten wurde die größtmögliche Sorgfalt beachtet. Gleichwohl werden die Benutzer aufgefordert, die Beipackzettel und Fachinformationen der Hersteller zur Kontrolle heranzuziehen und im Zweifelsfall einen Spezialisten zu konsultieren. Fragliche Unstimmigkeiten sollen bitte im allgemeinen Interesse der Leitlinien-Redaktion mitgeteilt werden.

Der Benutzer selbst bleibt verantwortlich für jede diagnostische und therapeutische Applikation, Medikation und Dosierung.

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Bestimmung des Urheberrechtsgesetzes ist ohne schriftliche Zustimmung der Leitlinien-Redaktion unzulässig und strafbar.

Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung reproduziert werden. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung, Nutzung und Verwertung in elektronischen Systemen, Intranets und dem Internet.

1.7 Genderhinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei Personenbezeichnungen und personenbezogenen Hauptwörtern die männliche Form verwendet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung für alle Geschlechter.

2. Zusammensetzung der Leitliniengruppe

2.1 LEITLINIENKOORDINATION

Leitlinienkoordination: Univ.-Prof. Dr. med. Hans-Joachim Mentzel

Leitliniensekretariat: Diana Kuhn. Diana.kuhn@med.uni-jena.de +49 3641 9328501

2.2. BETEILIGTE FACHGESELLSCHAFTEN UND ORGANISATIONEN

Tabelle 1. Mitglieder der Leitliniengruppe

Mandatstragende	Fachgesellschaft/ Organisation	Zeitraum (fakultativ)
Hans-Joachim Mentzel	DEGUM	05.03.2025 bis 31.03.2026
Martina Hagenberg	GPN	05.03.2025 bis 31.03.2026
Stv. Ludwig Patzer	GPN	05.03.2025 bis 31.03.2026
Stv. Brigitte Mayer	GPN	05.03.2025 bis 31.03.2026
Jörg Detlev Moritz	GPR	05.03.2025 bis 31.03.2026
Stv. Minette von Wickedde	GPR	05.03.2025 bis 31.03.2026
Kay Großer	DGKJCH	05.03.2025 bis 31.03.2026
Aybike Hofmann	DGU	05.03.2025 bis 31.03.2026
Stv. Raimund Stein	DGU	31.03.2026
Doris Franke	DGKJ	05.03.2025 bis 31.03.2026
Jun Oh	DGKJ	05.03.2025 bis 31.03.2026
Christina Hauenstein	DRG	05.03.2025 bis 31.03.2026
Stv. Dirk Klee	DRG	05.03.2025 bis 31.03.2026
Amber Freier	SHG*	17.04.2025 bis 31.03.2026
Weitere Teilnehmende	Funktion & Fachgesellschaft/ Organisation	Zeitraum (fakultativ)
Cathleen Muche-Borowski	AWMF LLbereater	05.03.2025 bis 31.03.2026
Constantin von Kaisenberg	AWMF LL Berater, DEGUM Leitlinien- beauftragter	05.03.2025 bis 31.03.2026

*Blasenektrophie/Epispadie

An der Leitlinienerstellung hat die Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin, die zur Beteiligung aufgerufen wurde, nicht teilgenommen. Die DGAM sah keinen Bedarf, ein/e Mandatstragenden zur Leitlinienerstellung zu entsenden.

2.3 PATIENTEN/BÜRGERBETEILIGUNG

Die Leitlinie wurde unter direkter Beteiligung von Vertretenden der Patienten/Bürger/Angehörigen/Personen mit gelebter Erfahrung erstellt. Zunächst wurde Theresa Herzog vom Bundesverband Niere e.V. am 23.1.2025 angefragt und hatte frühzeitig zugesagt. Begründet ist sie leider mit Datum des Kick-Off-Meeting am 5.3.2025 wieder ausgeschieden. Amber Freier von der Selbsthilfegruppe Blasenektrophie/Epispadie e.V. hat sich daraufhin zur Mitarbeit als Vertreterin der Sorgeberechtigten bereit erklärt. Frau Freier war im Leitlinienprozess stimmberechtigt und ab 17.04.2025 an der Erstellung der Leitlinie beteiligt.

2.4 METHODISCHE BEGLEITUNG

Bei der Erstellung wurde die Leitlinie durch Cathleen Muche-Borowski (AWMF Leitlinienberaterin) und Prof. Constantin von Kaisenberg (AWMF Leitlinienberater, DEGUM LL Beauftragter) intensiv begleitet und methodisch beraten.

Die Evidenzaufbereitung erfolgte durch Justine Güldenpfennig und Nadine Steubesand von Clinical Guideline Services (CGS).

2.5 EMPFEHLUNGSGRADUIERUNG

Der Empfehlungsgrad wurde nach dreistufigem Schema ermittelt.

Empfehlungsgrad	Beschreibung	Ausdrucksweise	Symbol
A	starke Empfehlung	soll/soll nicht	↑↑/↓↓
B	Empfehlung	sollte/sollte nicht	↑/↓
0	Empfehlung offen	kann/kann nicht	↔

2.6 ERMITTLUNG DER KONSENSSTÄRKE

Die Konsensstärke wurde in vier Stufen ermittelt.

Klassifikation der Konsensstärke	Zustimmung der Stimmberechtigten
Starker Konsens	> 95 %
Konsens	> 75 - 95 %
Mehrheitlich Zustimmung	> 50 – 75 %
Keine mehrheitliche Zustimmung	< 50 %

2.7 REDAKTIONELLE UNABHÄNGIGKEIT

2.7.1 Finanzierung der Leitlinie

Die systematische Literaturrecherche und Evidenzaufbereitung der Leitlinie durch CGS wurde von der DEGUM e.V. finanziert. Es fand keine Einflussnahme auf Diskussion, Ergebnis und Inhalt der Leitlinie statt.

2.7.2 Darlegung von Interessen und Umgang mit Interessenskonflikten

Die Angaben zu Interessen und möglichen Konflikten erfolgten unter Verwendung der AWMF-Regularien über das Portal. In Abstimmung mit der AWMF wurden die Angaben durch den Leitlinienkoordinator nach thematischem Bezug und eventueller Befangenheit überprüft und bewertet. Die endgültige Bewertung der Interessenskonflikte erfolgte durch Cathleen Muche-Borowski und Prof. von

Kaisenberg. Als geringer Interessenkonflikt wurden Vortragstätigkeiten für Hersteller des Ultraschallkontrastmittels bzw. der Ultraschallgeräte gewertet, ebenso Autoren-/Herausgeberschaften von themabezogenen Publikationen. Moderate bzw. hochgradige Interessenkonflikte nach AWMF-Standard bestanden nicht, sodass keine Stimmenthaltungen erforderlich wurden. Zu den protektiven Faktoren bzgl. Interessenkonflikten zählen die pluralistische Zusammensetzung der Leitliniengruppe, die Einbeziehung von Eltern/Sorgeberechtigten, die strukturierte Konsensusfindung unter neutraler Moderation durch die AWMF, die Diskussion zu den Interessen in der Leitlinie sowie der transparente Umgang mit Konflikten.

2.8 BEWERTUNG der METHODIK und VERABSCHIEDUNG

Die externe Bewertung der eingesetzten Methodik zur Evidenzbewertung erfolgte durch die AWMF. Von den Vorständen der federführenden und der beteiligten Fachgesellschaften wurde der Leitlinientext und die konsentierten Empfehlungen im Zeitraum von Anfang bis Ende April 2026 gesichtet, bewertet und verabschiedet. Die Verabschiedung durch den Vorstand der Selbsthilfegruppe Blasenektropie/Epispadie erfolgte zum 17.05.2026.

2.9 GÜLTIGKEITSDAUER und AKTUALISIERUNGSVERFAHREN

Die LL gilt vom 1.5.2026 bis zum 30.4.2031. Sie wird dann aktualisiert.

2.10 FORSCHUNGSFRAGEN der LEITLINIE

Die bearbeiteten Forschungsfragen wurden aus nachfolgendem **PICO-Schema** entwickelt:

- P** Patient mit anamnestisch/klinischem V.a. vesikoureterorenenalen Reflux (VUR)
ODER Patient mit Verdacht auf eine subvesikale Obstruktion (SVO)
- I** Kontrastverstärkte Miktionsurosonografie (MUS)
- C** Radiografische Miktionszysturethrografie (MCU)
- O** Verminderung des Einsatzes ionisierender Röntgenstrahlen bei Kindern und Jugendlichen ohne Verlust an diagnostischen Informationen

- P** Patient mit anamnestisch/klinischem Verdacht auf vesikoureterorenenalen Reflux (VUR)
ODER Patient mit klinischem Verdacht auf eine subvesikale Obstruktion (SVO)
ODER Patient mit bekannter Ureterabgangsstenose (UAS)
ODER Patient mit Blasenentleerungsstörung
- I** Kontrastverstärkte Miktionsurosonografie (MUS)
- C** Radiografische Miktionszysturethrografie (MCU)
- O** Diagnostische Sicherheit in der Refluxbeurteilung/Klassifikation
ODER Beurteilung der subvesikalen Obstruktion
ODER Beurteilung der Blasenpathologie
ODER Patientenzufriedenheit
ODER Nebenwirkungen

- P** Patient zur urodynamischen Messung mit zeitgleicher kontrastmittelgestützter Darstellung des Harntraktes
- I** Kontrastverstärkte Miktionsurosonografie (MUS)
- C** Radiografische Miktionszysturethrografie (MCU)
- O** Diagnostische Sicherheit in der Beurteilung des Harntraktes ohne Beeinträchtigung der urodynamischen Parameter

Folgende **Forschungsfragen** wurden in vier Arbeitsgruppen (AG 1-4) bearbeitet:

- (1) Wie ist die kontrastverstärkte Miktionsurosonografie (MUS, ceVUS) standardisiert durchzuführen?
- (2) Wann ist eine MUS indiziert?
- (3) Welche Zusatzinformationen gestattet die MUS im Vergleich zur MCU?
- (4) Ist der Einsatz der MUS zur Beurteilung eines vesikoureterorenalen Refluxes bei Kindern und Jugendlichen sicher und sinnvoll?
- (5) Ist die Gradeinteilung des vesikoureterorenalen Refluxes in der MUS vergleichbar zur Gradeinteilung in der MCU?
- (6) Ist die MUS dem MCU beim Nachweis eines intrarenalen Refluxes (IRR) überlegen?
- (7) Kann die MUS alternativ zur MCU zur Beurteilung der Urethra sicher und sinnvoll eingesetzt werden?
- (8) Kann die MUS alternativ zur MCU im Rahmen einer urodynamischen Messung eingesetzt werden?
- (9) Wird die MUS gegenüber der MCU als von den Sorgeberechtigten bevorzugte Methode bei der Refluxprüfung angesehen?
- (10) Wie ist die Akzeptanz der MUS und ihrer Ergebnisse in der interdisziplinären Zusammenarbeit mit konservativer und operativer Kinder- und Jugendmedizin?

3. Handlungsempfehlungen und Hintergrundtext

3.1 HINTERGRUND der SONOGRAFISCHEN REFLUXPRÜFUNG

Der vesikoureterale bzw. vesikoureterorenale Reflux (VUR) hat bei Kindern und Jugendlichen mit Harnwegsinfektionen eine Prävalenz von 31,1%, in der pädiatrischen Gesamtpopulation von 17,2%. Er ist in Kombination mit rezidivierenden Harnwegsinfektionen eine der wichtigsten Ursachen der Entwicklung von Nierenparenchymnarben sowie einer chronischen und terminalen Niereninsuffizienz [Yousefifard 2022, Sha Hu 2025].

Der Goldstandard in der bildgebenden Diagnostik eines VUR ist die röntgenologische Miktionszysturethrografie (MCU). Die MCU ist eine seit Jahrzehnten etablierte Methode, für die es sehr gute Untersuchungsstandards gibt [Damasio 2024]. Sie geht allerdings mit einer Strahlenexposition einher. Im Untersuchungsfeld des Primärstrahls liegen die strahlensensiblen Genitale – insbesondere Mädchen sind aufgrund der intrapelvinen Lage der Ovarien davon betroffen. Je jünger und kleiner das Kind ist, umso enger sind die strahlenempfindlichen Organe benachbart. Innovationen in der Gerätetechnik haben bereits zu einer Reduzierung der Strahlenexposition bei der MCU geführt [Kammer 2023]. Entsprechend wurden die Dosisreferenzwerte (DRW) des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) in den letzten Jahren abgesenkt [Bundesamt für Strahlenschutz 2022], um die Strahlenexposition bei der MCU zu vermindern.

Um eine Strahlenexposition vollständig zu vermeiden, wurden in der Vergangenheit verschiedene sonografische Alternativverfahren entwickelt. Indirekte Methoden des Refluxnachweises beruhten auf der Darstellung sonomorphologischer Veränderungen des Harntraktes – wie Änderungen der Weite von Nierenbecken und Ureter – unter

Miktion. Es wurde das Farb-Doppler-Verfahren genutzt, um über die Richtungskodierung Informationen über einen Rückfluss in den retrovesikal gelegenen Ureteren zu erhalten. Invasiver waren Verfahren, bei denen Luft in die Blase gegeben wurde bzw. physiologische Kochsalzlösung aufgeschüttelt wurde [Siampelis 1996]. Die stark den Ultraschall reflektierende Luft im Nierenbecken wurde dann als Zeichen für einen Reflux bis ins Nierenbecken gewertet. Genutzt wurde auch Kohlendioxid, das der intravesikal applizierten Kochsalzlösung zugesetzt wurde [Eggart 1987].

Ein Durchbruch in der sonografischen Refluxdiagnostik wurde mit der Entwicklung von Echosignalverstärkern (Ultraschallkontrastmittel, USKM) erreicht.

3.2 EINSATZ von ULTRASCHALLKONTRASTMITTELN

Das in Deutschland verfügbare und für die intravesikale Applikation zur Refluxprüfung bei Kindern aller Altersgruppen durch die European Medicine Agency (EMA) zugelassene SonoVue® besteht aus Schwefelhexafluorid-Gas, das von einer aus Palmitinsäuremoleküle aufgebauten Phospholipid-Monolayer als Bläschen stabilisiert wird. Die Injektionsdispersion wird durch Mischung des Pulvers mit Wasser erstellt. So entstehende Mikrobläschen (Microbubbles) haben eine Größe von ca. 2,5 µm, die bei einer Resonanzfrequenz von 4 MHz zum Schwingen angeregt werden. Hohe Energien führen zum Platzen der Bubbles, zu geringe Energien führen zu niedrigem Signal. Für die intravesikale Applikation sind keine durch das Kontrastmittel verursachte Nebenwirkungen bekannt [Wager 2020]. Ebenfalls auf dem europäischen Markt verfügbar und für die Refluxdiagnostik geeignet ist Optison®, das allerdings nur für die Diagnostik kardiovaskulärer Erkrankungen zugelassen ist [EMA 2014, Ntoulia 2018].

3.3 FACHLICHE und GERÄTE-TECHNISCHE VORAUSSETZUNGEN

Die Untersuchung erfordert entsprechende Expertise in der sonografischen Untersuchung der Nieren und ableitenden Harnwege. Zum intravesikalen Einsatz von USKM mit Erkennung, Graduierung und Dokumentation sowie Beurteilung eines VUR sind eine spezifische Ausbildung und Erfahrung erforderlich, die durch spezialisierte Kurse, Hospitationen und praktische Tätigkeit erworben werden können.

Voraussetzung für die Kontrastmittelsonografie ist ein kontrastmittelfähiges Sonografiegerät mit entsprechender kontrastmittelspezifischer Software [Hwang 2021]. Das Ultraschallgerät muss die Möglichkeit haben, mit einem niedrigen mechanischen Index (MI) kleiner 0,1 zu arbeiten [Ntoulia 2021], um eine vorzeitige Zerstörung der Microbubbles zu vermeiden und diese zum Schwingen anzuregen. Die Schallköpfe werden in Abhängigkeit vom Alter und Habitus des Kindes ausgewählt – entweder hochfrequente Linear- oder Konvexsonden - und müssen ebenfalls für die Kontrastmittelsonografie geeignet sein.

Die anatomische Zuordnung und Differenzierung von Microbubbles und Darmluft und anderen kontrastgebenden Strukturen wird durch die Nutzung einer Doppelbildanzeige (Live-Dual Bildmodus) mit Darstellung einer auf Kontrastmittel

optimierten und einer auf reiner B-Bild-Anzeige beruhenden Bildhälfte deutlich verbessert [Waginger 2020]. Ein Wechsel in den Einzelbildmodus ist jederzeit möglich.

1	Evidenzbasierte Empfehlung	
Empfehlungsgrad A	Die Miktionsurosonografie (MUS) <i>soll</i> an einem kontrastmittelfähigen Sonografiegerät unter Verwendung geeigneter Schallköpfe durchgeführt werden.	
Evidenzgrad 2	[Hwang 2021, Ntoulia 2021]	
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 8 Stimmen, 0 Enthaltungen	

2	Evidenzbasierte Empfehlung	
Empfehlungsgrad A	Der mechanische Index (MI) <i>soll</i> bei der Kontrastmitteluntersuchung bei $< 0,1$ eingestellt werden.	
Evidenzgrad 2	[Hwang 2021, Ntoulia 2021]	
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 7 Stimmen, 1 Enthaltung	

3	Evidenzbasierte Empfehlung	
Empfehlungsgrad B	Bei der Miktionsurosonografie (MUS) <i>sollte</i> nach Kontrastmittelgabe eine Doppelbildanzeige auf dem Monitor eingestellt werden.	
Evidenzgrad 2	[Hwang 2021, Ntoulia 2021]	
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 8 Stimmen, 0 Enthaltungen	

3.4 INDIKATION zur MUS

Das Indikationsspektrum für die MUS entspricht weitgehend dem Spektrum der MCU. Historisch hat sich die MUS als Alternative zur MCU für die in der Vergangenheit sehr häufig durchgeführten Überprüfungen eines VUR entwickelt. War die MCU früher bei nahezu jeder Harntraktdilatation, nach jedem fieberhaften Harnwegsinfekt, bei Geschwisterkindern mit nachgewiesenem Reflux u.a.m. indiziert, wird die Indikation zur Refluxprüfung mittels bildgebender Verfahren heute deutlich seltener gestellt. So wurde nach Empfehlung der American Academy of Pediatrics eine Refluxprüfung nach erstem fieberhaftem Harnwegsinfekt nicht mehr routinemäßig empfohlen, was zu einem erheblichen Rückgang dieser Untersuchungen geführt hat und mittlerweile Einzug in viele Leitlinien gefunden hat [Damasio 2024, Expert Panel on Pediatric Imaging 2024, Lee 2019, Roberts 2011].

Mögliche Indikationen für die MUS bei Kindern und Jugendlichen:

Nachweis bzw. Ausschluß eines VUR oder einer subvesikalen Obstruktion (SVO) bei:

- Harnwegsinfektionen, insbesondere bei Rezidiven, Nachweis atypischer Erreger, ausgeprägter Schwere der Erkrankung, pathologischem Sonografiebefund; siehe hierzu auch die S2k-Leitlinie Harnwegsinfektionen im Kindesalter (AWMF Reg-Nr. 166-004)
- Verdacht auf VUR sowie Follow-up nach konservativer oder operativer Therapie des VUR
- Dilatativer Uropathie
- Nierenparenchymnarben
- Congenital Anomalies of the Kidney and Urinary Tract (CAKUT)
- Erkrankungen der Harnblase (Blasendysfunktion, Blasendivertikel)
- Verdacht auf eine subvesikale Obstruktion (SVO), Follow-up nach operativer Therapie
- Neurogenen Blasentleerungsstörungen

[Kammer 2023, Maté 2003, Kuzmanovska 2017, Drudi 2021, Chua 2018, Conen 2024, Claudon 2008, Riccabona 2008, Riccabona 2012, Piscaglia 2012].

4	Konsensbasierte Empfehlung
Expertenkonsens	Die Indikation zur Miktionsurosonografie (MUS) <i>soll</i> nur gestellt werden, wenn sich aus der Untersuchung klinische Konsequenzen ergeben (z.B. Antibiotika-Prophylaxe, operative Intervention).
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 8 Stimmen, 0 Enthaltungen

3.5 AUFLÄRUNG von KIND und ELTERN/SORGEBERECHTIGTEN

Die Aufklärung von Patienten und Eltern/Sorgeberechtigten erfolgt im Vorfeld der Untersuchung, möglichst dann, wenn die Indikation zur Untersuchung gestellt wird. Entsprechendes Informationsmaterial ist im Vorfeld auszuhändigen und ausreichend Zeit für die Entscheidung einzuräumen. Abhängig vom Alter ist das Kind mit in das Gespräch einzubeziehen. Im Aufklärungsgespräch stellt das transurethrale Katheterisieren den wesentlichen Punkt dar. Die Notwendigkeit und das Vorgehen beim Katheterisieren wird ausführlich erklärt. Auf die Anwesenheit mehrerer Personen während der Untersuchung ist hinzuweisen. Das Geschlecht, Alter und der kulturelle Hintergrund sind zu berücksichtigen.

Im Gespräch wird über die Untersuchungstechnik und Aussagekraft der sonografischen Refluxprüfung informiert und auf Alternativmethoden in der Refluxdiagnostik (Röntgen-MCU) sowie Vor- bzw. Nachteile der jeweiligen Methode in Abhängigkeit von der Fragestellung eingegangen. Zu besprechen ist auch das Verhalten im Anschluss an die Untersuchung, wenn sich Hinweise auf einen Harnwegsinfekt infolge der Untersuchung ergeben.

Ein entsprechender Vorschlag zur Elterninformation und Einverständniserklärung ist in der Anlage beigelegt.

3.6 VORGEHEN bei der MUS

Für die Untersuchung sind mindestens zwei Personen erforderlich: ein mit der Methode vertrauter Untersucher und eine technische Assistenzkraft [Cajigas-Loyola et al. 2024]. Die Anwesenheit der Eltern bzw. einer Bezugsperson ist wünschenswert. In Einzelfällen kann eine Sedierung des Kindes sinnvoll sein; diese muss entsprechend der anästhesiologischen Leitlinien (AWMF Reg.-Nr. 001-039) aufgeklärt und durchgeführt werden (z.B. als Applikation von Midazolam rectal oder intranasal über einen Nasenzerstäuber [Alizadeh 2017, Philippi-Höhne 2010, Reichert 2022]).

Es ist wünschenswert, initial Urin für eine Laboruntersuchung einschließlich Urinkultur zu gewinnen. Die Untersuchung beginnt in Rückenlagerung des Kindes. Mitunter ist die Untersuchung von dorsal hilfreich. Während der Untersuchung wird die Harnblase mehrmals bis zum Einsetzen der Miktions gefüllt. Wie bei der MCU, gibt es auch in der MUS Untersuchungen, in denen eine Miktions nicht zustande kommt.

Bei akuten Harnwegsinfektionen erfolgt die MUS frühestmöglich nach erfolgreicher Behandlung der Infektion [AWMF Leitlinie Harnwegsinfektionen im Kindesalter Reg.-Nr. 166-004]. Die Entscheidung zu Art und Dauer einer antibiotischen Medikation zur Prophylaxe erfolgt analog zum jeweiligen Vorgehen bei der MCU oder bei anderen einmaligen Katheterisierungen. Da das Thema in verschiedenen Einrichtungen unterschiedlich gehandhabt wird, wird es an dieser Stelle nicht behandelt, sondern auf existierende Leitlinien zu Harnwegsinfektionen im Kindesalter bzw. zur Katheterisierung und andere Publikationen verwiesen [AWMF Reg.-Nr. 166-004, Kuzmonovska 2017, Vassiou 2004].

5	Konsensbasierte Empfehlung	
Expertenkonsens	Eine akute Harnwegsinfektion <i>sollte</i> vor der Miktionsurosonografie ausgeschlossen werden.	
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 8 Stimmen, 0 Enthaltungen	

6	Konsensbasiertes Statement	
Expertenkonsens	Die Entscheidung zur periinterventionellen antibiotischen Prophylaxe orientiert sich an lokalen Standards.	
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 8 Stimmen, 0 Enthaltungen	

A - PRÄKONTRAST-PHASE

Vor der Applikation des Kontrastmittels erfolgt eine Standard-B-Bild-Untersuchung. Die Ausführlichkeit inklusive der Dokumentation hängt davon ab, in welchem zeitlichen Bezug die MUS zu einer etwaigen sonografischen Voruntersuchung erfolgt. Es sind zumindest suprapubisch die Harnblase und der Retrovesikalraum als auch die Nieren im Flankenschnitt zu dokumentieren.

Falls keine aktuelle Sonografie vorliegt, sind Nieren und ableitende Harnwege in Rücken- und Bauchlage nach Standard zu untersuchen, um Informationen zu Anatomie und Morphologie zu erhalten. Zu achten ist u.a. auf mögliche Doppelanlagen der Niere, auf eine Urothelverdickung („Urothelzeichen“) im Bereich von Pyelon oder Ureter, auf Weite, Verlauf sowie die Peristaltik der Ureteren und deren Einmündung in die Harnblase, auf die Blasenmorphologie inklusive der Beurteilung der Wanddicke und eventueller Divertikelbildungen sowie die Darstellung der Urethra.

B - KATHETERISIERUNG

Die Katheteranlage erfolgt standardisiert unter aseptischen Bedingungen. Ein ungeblockter Blasenkateter oder eine Säuglings-Ernährungs-sonde mit 4 – 8 Ch [Mentzel 2001, Nakamura 2003,] wird transurethral eingeführt, wobei an die Katheterspitze ein Gleitgel oder ein Lokalanästhetikum (z.B. Xylocain-Gel) aufgetragen werden kann [Ntoulia 2021a]. Katheter mit dünnerem Kaliber haben den Vorteil, dass die Miktion am Katheter vorbei leichter vonstattengeht. Der Katheter ist gut zu fixieren, um eine Luxation während der Miktion zu vermeiden. Dabei ist darauf zu achten, dass der perineale Zugangsweg für die Sonografie möglichst frei bleibt, um die Urethra zu untersuchen. Der Blasenkateter wird über einen Drei-Wege-Hahn mit einer Infusionsflasche NaCl 0,9 % konnektiert. Die Infusionslösung wird per Schwerkraft in die Harnblase appliziert, wobei die Infusionsflasche ca. 50 cm über Patientenniveau hängt [Mentzel 2001, Ntoulia 2018]. Wird die Infusionsflasche zu hoch positioniert, steigt der intravesikale Druck übermäßig an. Ein VUR wird dann möglicherweise artifiziell ausgelöst (intravesikaler Druck > 40 cm H₂O). Dies ist insbesondere bei neurogener Blasenentleerungsstörung zu beachten [Flood 1994].

Nach Legen des Katheters wird in der Regel Urin für die Laboruntersuchung, ggf. auch einschließlich einer Urinkultur, gewonnen. Die Harnblase wird entleert.

C - APPLIKATION des KONTRASTMITTELS

Die Zubereitung des Kontrastmittels erfolgt nach Vorgaben des Herstellers.

Das USKM wird entweder per Bolustechnik oder per Infusionstechnik appliziert. Bei der Bolustechnik läuft die Kochsalzlösung über den 90°-Schenkel des Drei-Wege-Hahns und das USKM wird über den 180°-Schenkel direkt nach intravesikal appliziert. Bei der Infusionstechnik wird das USKM in die Kochsalz-Infusionsflasche injiziert und das Gemisch über den 180°-Schenkel appliziert [Plut 2025]. Bei der Bolustechnik mit direkter Gabe des USKM in die Harnblase ist eine Beurteilung der retrovesikalen Räume mitunter erst verzögert möglich, da es zu einem Überstrahlen des Bildes durch das Kontrastmittel kommt (Blooming). Vorteil der Infusionstechnik ist ein insgesamt

deutlich homogenerer Kontrasteffekt. Allerdings ist die Infusionsflasche während der Untersuchung immer wieder zu schwenken.

Direkt in die Harnblase wird das Kontrastmittel als Bolus unmittelbar vor Infusionsbeginn der Kochsalzlösung oder aber nach etwa der Hälfte der zu applizierenden Infusionsmenge gegeben. Die Menge der Kochsalz-Infusion richtet sich nach der Blasenkapazität. Neugeborene und Säuglinge miktieren zumeist rascher und häufiger. Über die Kontrastmittelmenge gibt es sowohl bei der Bolusgabe als auch bei der Injektion in die Kochsalzlösung sehr unterschiedliche Angaben – die Menge des USKM hängt in großem Maße von der Erfahrung des Untersuchers und der Gerätetechnik (u.a. Schallkopf bzw. Frequenz), aber auch vom Patienten ab, sodass keine allgemeingültige Empfehlung ausgesprochen werden kann.

Bei der Bolustechnik wird eine Menge von 0,1 – 1,0 ml je Bolus empfohlen. Für die Infusionstechnik wird das Herstellen einer 0,1%-igen Lösung angeraten, entsprechend 0,25 ml SonoVue in 250 ml NaCl-Lösung. Für eine Übersicht sei auf die Arbeit von Ntoulia et al. verwiesen [Ntoulia 2021a].

Bei zu hohem Kontrast in der Harnblase oder unzureichender intravesikaler Verteilung des USKM hilft ein kurzzeitiges Umlagern oder das Einspritzen eines Bolus der Kochsalzlösung [Ntoulia 2018].

Bezüglich der Frage nach Anwärmung der Infusionsmischlösung gibt es keinen Konsensus. Die Gabe von auf Körpertemperatur angewärmter Kochsalzlösung wird von den Kindern besser toleriert [Kljucevsek 2020, Kramer 2018] und vermeidet eine reflektorische Blasenkontraktion, allerdings weisen die Microbubbles des USKM bei Raumtemperatur eine größere Stabilität und Schwingungsfähigkeit auf [Kljucevsek 2018, Kljucevsek 2020, Kramer 2018, Ntoulia 2021a].

7	Konsensbasiertes Statement	
Expertenkonsens	Die Menge an Ultraschallkontrastmittel ist abhängig von der Applikationsart und der Gerätetechnik festzulegen. Bei Applikation des Ultraschallkontrastmittels über einen Drei-Wege-Hahn ist der direkte Weg (180 °) zu verwenden, um ein Zerstören der Microbubbles zu vermeiden.	
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 7 Stimmen, 1 Enthaltung	

D - POSTKONTRAST-PHASE

Die Harnblase wird mit der laufenden Infusion so lange gefüllt, bis die Miktion einsetzt. Bezüglich des Füllungsvolumens sind die zu erwartende altersentsprechende Harnblasenkapazität (Säuglinge [Volumen (ml) = Gewicht (kg) x 10], ab 1 Jahr [Volumen (ml) = (Alter + 2) x 30 ml] [Koff 1983, Kljucvsek 2018]) und der durch die Infusion generierte intravesikale Druck zu beachten. Die Nieren und die Harnblase sowie die Region der Harnleiter sind sonografisch intermittierend während der Füllung und unter Miktion zu untersuchen. Die Urethra ist unter Miktion zu untersuchen und zumindest einmalig kontrastiert (möglichst) als Clip zu dokumentieren [Barnwolt 2021, Duran 2009]. Dafür wird ein perinealer Zugangsweg angeraten, wobei bei Miktion im Sitzen auch ein supra-/transsymphysealer Zugangsweg möglich ist (siehe Kapitel 3.10).

Es werden mindestens 2 Untersuchungszyklen (Blasenfüllung und dokumentierte Miktion) durchgeführt, besser sind aber 3 Zyklen [Wong 2014, Kuzmanovska 2017, Klein 2022, Reichert 2021], um eine möglichst hohe Sensitivität für den Refluxnachweis zu erreichen. Wenn der Kontrast in der Blase mit zunehmender Untersuchungsdauer nachlässt, sind weitere Kontrastmittelgaben jederzeit möglich. Artefakte mit Schallschattenbildungen werden durch eine geringere Menge an Kontrastmittel vermieden [Kljucvsek 2019].

Unter bzw. direkt nach Miktion sind auch die Nieren zu untersuchen, um einen Hochdruckreflux zu erkennen. Bei vorhandenem Reflux in das Nierenbecken ist in dieser Phase auch auf das Parenchym zu achten, um einen intrarenalen Reflux zu detektieren.

Nach der Miktion ist erneut die Harnblase zu untersuchen, um eine mögliche Restharnbildung zu beurteilen und auch einen niedriggradigen Reflux in die retrovesikalen Ureteren nicht zu übersehen [Jottrand 2025].

Die gesamte Untersuchungsdauer beträgt durchschnittlich 20 Minuten. Dennoch kommt es, wie auch in der MCU, in einigen Fällen trotz langer Wartezeit nicht zu einer Miktion [Vassiou 2004].

8	Konsensbasierte Empfehlung
Expertenkonsens	Bei der Miktionsurosonografie <i>sollen</i> in jeder Phase Nieren und ableitende Harnwege untersucht werden (Ureter, Harnblase, indikationsabhängig Urethra).
	[Wong 2014, Kuzmanovska 2017, Klein 2022, Reichert 2021]
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 8 Stimmen, 0 Enthaltungen

9	Konsensbasierte Empfehlung	
Expertenkonsens	Mindestens zwei, optimalerweise drei Untersuchungszyklen (Harnblasenfüllung und Miktion) <i>sollten</i> durchgeführt werden, um die Nachweisrate für den VUR zu erhöhen.	
	[Wong 2014, Kuzmanovska 2017, Klein 2022, Reichert 2021, Ntoulia 2021)	
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 8 Stimmen, 0 Enthaltungen	

E - DOKUMENTATION, BEFUNDUNG und BEURTEILUNG der MUS

In der Dokumentation ist neben der Anfertigung von Einzelbildern insbesondere die Akquisition von Video-Clips notwendig, um den dynamischen Charakter des Refluxes zu dokumentieren [Wong 2014]. Die Standardebenen sind entsprechend der Empfehlungen der European Society of Pediatric Radiology (ESPR) aufzuzeichnen [Riccabona 2014].

Die Befunddokumentation schließt eine möglichst präzise Beschreibung des Zeitpunkts, an dem ein Reflux auftritt (Blasenfüllung, Zusammenhang zur Miktion, Dynamik und Ausprägung des Refluxes), der Lokalisation der Kontrastmittelanflutung (bei Doppelanlagen) und ggf. einer intrarenalen Ausbreitung des Kontrastmittels ein. Das erstmalige Auftreten oder die Verstärkung eines Refluxes während der Miktion wird als Hochdruck-Reflux bezeichnet. Tritt der Reflux bereits in der Füllungsphase auf, bezeichnet man diesen als Niederdruck-Reflux. Zur Graduierung des VUR siehe Kapitel 3.8.1.

Eine gute Dokumentation führt zu einer höheren Akzeptanz der Methode [Waginger 2020].

Dokumentationsempfehlungen (modifiziert nach Ntoulia 2021a):

Präkontrast-Phase:		
Harnblase	mit Katheter in situ	Transversal/longitudinal
Nieren	rechts im Kontrastmodus mit Doppelbildanzeige	longitudinal
	links im Kontrastmodus mit Doppelbildanzeige	longitudinal
Postkontrast-Phase: (alternierend Harnblase, Urethra, Ureteren und Nieren untersuchen)		
Harnblase/Ureter	Füllungsphase	transversal
	optimal gefüllt	transversal/longitudinal
	nach Miktion	transversal
Nieren	rechts in Füllungsphase	longitudinal + Videoclip
	links in Füllungsphase	longitudinal + Videoclip
	rechts während Miktion	longitudinal + Videoclip
	links während Miktion	longitudinal + Videoclip
Nieren/Ureteren mit VUR	Refluxdarstellung	in mehreren Ebenen + Videoclip
Urethra	während Miktion mit liegendem Katheter	transperineal + Videoclip
	während Miktion ohne liegendem Katheter	transperineal + Videoclip
Weitere Pathologien (z.B. Divertikel, Ureterocele u.a.)		in mehreren Ebenen + Videoclip

Hinweise zur Geräteeinstellung vor Kontrastmittelgabe beachten: Sonde, Preset-Auswahl (Kontrastmittel-Modus, MUS/ceVUS), Frequenz, niedriger mechanischer Index, Eindringtiefe, Field of View, Trapezoid-Modus bei Linearsonde

3.7 SICHERHEIT der MUS

Werden Ärzte nach dem wesentlichen Entscheidungskriterium für die Auswahl eines bestimmten Untersuchungsverfahrens gefragt, steht die Patientensicherheit im Vordergrund. Der absolute Vorteil der MUS im Vergleich zum Goldstandard der MCU ist die fehlende Strahlenexposition [Ntoulia 2021b]. Auch wenn unter Nutzung innovativer Techniken und bei entsprechender Erfahrung der untersuchenden Person die effektive Dosis bei der MCU niedrig gehalten werden kann (ALARA-Prinzip), ist doch ein gewisses Maß an Strahlung erforderlich [Mentzel HJ 2021].

Beide Methoden, sowohl die MUS als auch die MCU, erfordern eine Katheterisierung, verbunden mit möglichen Komplikationen wie Verletzung oder Infektion. Da der Katheterismus für das Kind ein Trauma und einen gravierenden Eingriff in die Intimsphäre darstellt, ist die Indikation für beide Verfahren (MUS und MCU) grundsätzlich sehr streng zu stellen.

Sowohl für die MUS als auch für die MCU ist die Anwendung von Kontrastmittel erforderlich, die in die Harnblase appliziert werden. Im Falle der MCU ist es ein jodhaltiges Kontrastmittel, das in sehr geringem Ausmaß über die Schleimhaut resorbiert wird und somit in den Blutkreislauf gelangen kann. Die Microbubbles bei der MUS gelangen in der Regel nicht über die Harnwege in die Blutgefäße. Die Bubbles lösen sich mit der Zeit auf und werden nicht resorbiert, sondern bei der Miktions sukzessive wieder ausgeschieden. Beschriebene Risiken und eventuell zu erwartende Komplikationen durch das USKM sind lediglich bei einer intravasalen Gabe (z.B. intravenös) zu erwarten. Entsprechend werden in der Literatur auch keine reinen Kontrastmittelnebenwirkungen durch die USKM bei der MUS beschrieben [Faizah 2015, Fernandez-Ibieta 2016, Jottrand 2025, Kis 2010, Ye 2023, Wong 2014, Zhang 2018]. Papadopoulou et al. haben in einer großen Studie mit 1010 Kindern (Alter 15 Tage bis 17,6 Jahre) keine schweren Nebenwirkungen (severe adverse events) beobachtet. Geringe Nebenwirkungen (minor adverse event), am ehesten durch die Katheterisierung bedingt, wurden bei 3,66 % (37) Kindern in Form von Dysurie (2,57 %), Harnverhalt (0,2 %), Bauchschmerz (0,2 %), perineale Irritation (0,1 %), Erbrechen (0,1 %), Angst (0,1 %) und Weinen bei der Miktions (0,1 %), erhöhter Miktionsfrequenz (0,1 %), blutig-schleimiger Miktions (0,1 %) berichtet. Lediglich in einem Fall (0,1 %) kam es mit einem Zeitintervall von 10 Tagen zu einer Harnwegsinfektion. Die Nebenwirkungen waren selbstlimitierend und erforderten keinen Krankenhausaufenthalt, 91,9 % waren subakut und 8,1 % verzögert [Papadopoulou 2014]. Einzelne Autoren wie Wong et al. beschreiben in einer prospektiven Studie keine katheterassoziierten Beschwerden (Bauchschmerz, Infektion) [Wong 2014]. Auch Kis et al. beobachteten in ihrer prospektiven Studie keine Infektionen oder Katheterkomplikationen [Kis 2010].

In den meisten vorliegenden Studien zu diesen Aspekten wird auch die für den Patienten potentiell belastende Untersuchungsdauer analysiert. Kis et al. bestätigen die Vermutung, dass beide Verfahren einen vergleichbaren Zeitbedarf haben [Kis

2010]. Ausschließlich der Vorbereitungszeit ermittelten sie eine Untersuchungsdauer von 12:39 Minuten für die MCU und 11:13 Minuten für die MUS (p 0,277). Ntoulia et al. berichteten in ihrer Untersuchung unter Verwendung des USKM OptisonTM allerdings von einer signifikant längeren Untersuchungszeit für die MUS (9 min 40 s) im Vergleich zur MCU (5 min 48 s)[Ntoulia 2018]. Insbesondere bei Kindern jenseits des Säuglingsalters stellt die Wartezeit auf die Miktion den höchsten Zeitbedarf dar, was mitunter sogar zu einem Abbruch der Untersuchung führt [Waginger 2022].

10	Evidenzbasierte Empfehlung	
Empfehlungsgrad A	Die Miktionsurosonografie <i>soll</i> aufgrund ihrer fehlenden Strahlenexposition und dem vergleichbaren Komplikationsprofil gegenüber der Miktionszysturethrografie bevorzugt als diagnostische Methode eingesetzt werden.	
Evidenzlevel 1	[Yousefifard 2022] (LoE 1) [Faizah 2015, Fernandez-Ibieta 2016, Jottrand 2025, Kis 2010, Ntoulia 2021b, Wong 2014, Ye 2023, Zhang 2018] (LoE 2)	
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 8 Stimmen, 0 Enthaltungen	

3.8 WERTIGKEIT des MUS in der REFLUXBEURTEILUNG

3.8.1 GRADUIERUNG des VUR in der MUS

Bei vorliegendem positivem Sicherheitsprofil stellt sich nun die Frage nach der Wertigkeit der MUS in der Refluxbeurteilung - der Spezifität und Sensitivität im Vergleich zur MCU als Goldstandard.

Bei der MUS wird ein Reflux diagnostiziert, wenn sich reflexreiche Microbubbles im Ureter bzw. im Nierenbeckenkelchsystem nachweisen lassen. Die Graduierung orientiert sich an der radiologischen Refluxklassifikation für die MCU [Lebowitz 1984].

Kommt es zu einem vesikoureteralen Reflux von Harn aus der Blase in den Ureter oder das Nierenbeckenkelchsystem, erfolgt die Einteilung des Refluxes je nach Höhe des Rückflusses und der eventuell resultierenden Dilatation des Ureters und des Nierenbeckenkelchsystems in 5 Schweregrade. Dabei liegt definitionsgemäß ein Grad I-Reflux (VUR I°) vor, wenn Harn in den nicht dilatierten Ureter, nicht aber in das Nierenbeckenkelchsystem zurückfließt. Beim Grad II erreicht der Harn das Nierenbeckenkelchsystem ohne dass eine Erweiterung des Hohlsystems vorliegt (VUR II°). Liegt eine leichte Aufweitung des Harnleiters sowie eine Erweiterung des Nierenbeckenkelchsystems bei erhaltener Kelchkonfiguration vor, spricht man von einem drittgradigen Reflux (VUR III°). Die subjektiv getroffene Differenzierung zwischen VUR II° und III° ist fließend. Bei zunehmender Dilatation des NBKS mit Verplumpung der Fornices der Kelche bei noch abgrenzbarer Impression der Nierenpapillen und beginnender Schlängelung des erweiterten Ureters im Sinne eines Megaureters liegt ein viertgradiger Reflux vor (VUR IV°). Der Grad-V-Reflux zeigt ein stark erweitertes Hohlraumsystem mit runden und plumpen Kelchen ohne abgrenzbare papilläre Impressionen und einem deutlichen Kinking des stark dilatierten Ureters (VUR V°). Auch hier ist der Übergang (IV°-V°) fließend.

In Bezug auf das Refluxausmaß und die Konfiguration des Ureters wurde für die MUS eine Einteilung in fünf Grade publiziert [Darge 1999, Ntoulia 2021a]:

GRAD

- I refluxive Microbubbles im nicht dilatierten Ureter
- II refluxive Microbubbles im nicht dilatierten Nierenbeckenkelchsystem (NBKS)
- III refluxive Microbubbles im dilatierten NBKS, wobei die typische Kelchkonfiguration erhalten ist
- IV refluxive Microbubbles im dilatierten NBKS mit moderater Dilatation und Aufweitung der Fornices
- V refluxive Microbubbles im NBKS mit deutlicher Dilatation der Kelche und Verlust der Papillenimpression sowie im dilatierten, geschlängelten Ureter

Nachteilig an der obigen Refluxeteilung ist, dass sie den Ureter erst bei VUR V° würdigt. Die Dilatation und Schlängelung sowie auch die Peristaltik des Ureters sind wesentliche Punkte für eine eventuelle operative Therapie und sollten ab VUR III° beurteilt werden [Waginger 2020]. Im Befundtext sollten entsprechende Informationen zur Weite und zum Ausmaß der Schlängelung aufgeführt werden. Bereits im B-Bild-Modus kann die Peristaltik des Ureters gut beurteilt werden.

Die Schweregradeinteilung des VUR ist bedeutsam für die Risikoabschätzung von Erkrankungen der Niere, insbesondere von Harnwegsinfektionen mit resultierenden Parenchymschäden, die zu Narbenbildung und Parenchymatrophie sowie dem typischen Bild einer Refluxnephropathie oder Schrumpfniere führen können. Außerdem steigt mit zunehmendem Refluxgrad auch das Risiko für Schäden durch den erhöhten hydrostatischen Druck, der in der Folge ebenfalls zum Parenchymverlust führt.

Nachdem die MCU lange Zeit als Goldstandard für den Nachweis und die Schweregradbeurteilung eines VUR galt, wurden insbesondere in den USA seit Zulassung der ersten Ultraschallkontrastmittel in der Pädiatrie zunehmend häufiger Studien zum Vergleich MCU versus MUS durchgeführt.

Papadopoulou konnte mit Ihrer prospektiven Studie, in die 228 Kinder in einem Alter von 6 Tagen bis 13 Jahren (Median 17,6 Monate) eingeschlossen waren, im direkten Vergleich eine Sensitivität von 80 % für die MUS nachweisen. Dabei waren von 463 untersuchten Nierenuretereinheiten (ureteropelvine Einheiten UPE) 167 refluxive Einheiten diagnostiziert worden. 57 refluxive Einheiten wurden mit beiden Methoden, zusätzlich 90 nur mit der MUS und 14 nur in der MCU erkannt. Dementsprechend fand sich in der MUS eine Sensitivität für die Refluxdetektion von 92 %, in der MCU von 64 %. Dabei wurden nur radiographisch eher geringgradige Refluxes detektiert Grad I (8), Grad II (5) und ein Grad-III-Reflux, während die ausschließlich in der MUS detektierten Refluxes eher mittel- bis höhergradig waren; Grad IV (4), Grad III (19) sowie Grad II (65).

Die höhere Genauigkeit bzw. Empfindlichkeit der ultraschallgestützten Untersuchung mit Ultraschallkontrastmitteln der 2. Generation (SonoVue®) könnte darauf zurückzuführen sein, dass bereits wenige refluxive Microbubbles im verdünnten Urin bzw. in einem dilatierten Hohlraum zu detektieren sind (höhere Ortsauflösung). Zudem kann der Untersucher in der MUS im Vergleich zur MCU (gepulste Durchleuchtung) die interessierenden Strukturen deutlich länger betrachten.

In zwei weiteren prospektiven Studien konnte eine leichte Überlegenheit der MUS gegenüber der MCU nachgewiesen werden, wobei in beiden Studien eine kleine Fallzahl von 30 Patienten vergleichend mittels MCU und MUS untersucht wurde [Ntoulia 2017, Mane 2018]: Bei Ntoulia waren die Kinder (21 Mädchen und 9 Jungen) im Mittel 3,5 Jahre alt und von 62 untersuchten UPE waren 49 übereinstimmend nicht refluxiv. Bei den 13 refluxiven UPE waren in der Bewertung zwischen MUS und MCU 11 übereinstimmend (Übereinstimmung VUR Nachweis 84,3%), in 2 Fällen wurde der Refluxgrad in der MCU höher bewertet (Übereinstimmung VUR Grad 81,8%). Die beschriebene Diskrepanz im Refluxgrad mit höherer Bewertung im MCU im Vergleich zum MUS wurde auf den Einsatz des USKM Optison® im Gegensatz zum USKM SonoVue® in den meisten Studien zurückgeführt. Insgesamt ergab sich für die MUS im Vergleich zum Goldstandard MCU eine Sensitivität von 91,7 % und Spezifität von 98 %. Mane et al. fanden in ihrem Patientenkollektiv (21 Jungen und 9 Mädchen), mittleres Alter 4,25 Jahre, bei 58 untersuchten UPEs in etwa der Hälfte der Patienten einen Reflux, wobei in der MUS bei 16 Patienten/21 UPE und in der MCU bei 14 Patienten/17 UPE ein Reflux detektiert wurde. Die Korrelation hinsichtlich des Refluxgrades war mit 93 % exzellent. In den 4 nur im MUS nachweisbaren refluxiven UPEs handelte es sich in 3 UPEs um einen VUR I° und in einer UPE um einen VUR IV°. Bei zwei weiteren UPEs wurde jeweils im MUS ein VUR III° im MCU niedriger eingestuft (II°) und ein VUR IV° im MCU im MUS mit VUR V° höher eingestuft. Insgesamt ergab sich für die MUS eine Sensitivität von 100 %, eine Spezifität von 87,8 %, ein positiver Vorhersagewert von 77,27 % und ein negativer Vorhersagewert von 100 % .

In der Arbeit von Jottrand et al. an 89 Kindern mit 193 ureteropelvinen Einheiten wird eine statistisch höhere Rate an Refluxdetektionen sowie eine statistisch höhere Gradeinteilung des VUR in der MUS ($p < 0,0008$) auf eine niedrigere Viskosität des USKM zurückgeführt [Jottrand 2025]. Während das USKM eine, zum Urin vergleichbare, Viskosität aufweist, besitzt das in der MCU verwendete Röntgenkontrastmittel eine 6-8 mal höhere Viskosität.

Ye et al. konnten in ihrer prospektiven Studie insgesamt 159 Patienten mit rezidivierenden Harnwegsinfektionen in einem mittleren Alter von 23 Monaten (15 Monate bis 4,7 Jahren) einschließen [Ye 2023]. Bei 78 Kindern wurde ein Reflux diagnostiziert. Von insgesamt 156 refluxiven UPEs wiesen 60 einen höhergradigen Reflux (Grad IV und V) auf, was eine operative Intervention und weitere Nachuntersuchungen nach 6, 12 und 18 Monaten zur Folge hatte. Für alle Untersuchungen lag die Sensitivität für die Detektion eines VUR in der MUS je nach

Refluxgrad zwischen 83 und 100 %, die Spezifität zwischen 97 und 100 %. 3 Grad I Reflux in der MCU wurden in der MUS nicht erkannt. Dagegen wurde ein Grad II Reflux in der MCU in der MUS als Grad III Reflux beschrieben. Die 60 UPEs mit Refluxgraden IV und V, die im Verlauf operativ versorgt wurden, sind mit beiden Methoden gleichermaßen als höhergradige Reflux eingeordnet worden, wobei mit der MCU 31 Grad IV und 29 Grad V und mit der MUS jeweils 30 Grad IV und 30 Grad V Reflux diagnostiziert wurden. Bei postoperativen Verlaufskontrollen war ebenfalls in einzelnen Fällen ein Grad I Reflux in der MUS nicht erkannt worden.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass bezüglich der Detektion eines VUR die MUS vergleichbar sensitiv zur MCU, in einigen Arbeiten sogar der MCU überlegen ist. Auch die internationale Refluxklassifikation für die MCU kann sicher auf die MUS übertragen werden.

Aussagekraft bei Doppelanlagen:

Doppelnieren sind mit einer Prävalenz von 0,7 bis 4 % in der Bevölkerung beschrieben und können mit Harntraktdilatationen, vesikoureterorenalem Reflux, ektop mündenden Ureteren und Ureterozelen vergesellschaftet sein [Deeg 2022]. Doppelanlagen mit erweitertem Nierenbeckenkelchsystem (NBKS) und Megaureteren, eventuell kombiniert mit Ureterozelen, können schon in der B-Bild-Sonografie nachgewiesen werden. Die Ergänzung mit einer MUS im Doppelbildmodus kann über den Nachweis eines VUR in eines oder in beide Systeme einer Doppelanlage die diagnostische Aussage in Bezug auf anatomische Besonderheiten deutlich verbessern, insbesondere bei Doppelanlagen ohne dilatiertes NBKS in der B-Bild-Sonografie oder als Hinweis auf einen Ureter duplex oder Ureter fissus. Dagegen ist es in der MCU bei positivem VUR-Befund oft nicht möglich, zwischen einem VUR in ein singuläres NBKS oder einen VUR in ein caudales oder craniales NBKS bei Doppelanlagen zu differenzieren. Auch der Nachweis von ungeschlitzten Ureterozelen gelingt in der B-Bild-Sonografie in Kombination mit der MUS deutlich sensitiver als in der MCU. Yang X et al. beschreiben z.B. eine wesentlich höhere Sensitivität 89,13% der MUS gegenüber der MCU (17,3%) bei Doppelnieren [Yang 2024]. In einer retrospektiven Studie mit 138 ureteropelvinen Einheiten untersuchten sie die Effektivität der MUS im Vergleich zur MCU in Bezug auf die Identifikation von Nierendoppelanlagen bei Kindern (46 normale Nieren und 46 Doppelanlagen), wobei das Vorhandensein von Doppelanlagen entweder durch Operation oder Zystoskopie verifiziert wurde.

Als nachteilig für die MUS im Vergleich zur MCU wird die limitierte Möglichkeit angesehen, das gesamte harnableitende System gleichzeitig darzustellen. Abhilfe kann der Panoramamodus schaffen, mit dem der gesamte Verlauf des ableitenden Harnsystems vom NBKS bis zur Harnblase dargestellt werden kann [Ren 2023].

11	Evidenzbasierte Empfehlung	
Empfehlungsgrad A	Die Miktionsurosonografie <i>soll</i> aufgrund ihrer hohen Sensitivität und Spezifität bei der Frage nach vesikoureterorenalem Reflux als bevorzugte Methode eingesetzt werden.	
Evidenzgrad 1	[Yousefifard 2022] (LoE 1) [Oh 2022, Papadopoulou 2016, Straus 2024, Yang 2024, Ye 2023, Zhang 2018, Faizah 2015, Jottrand 2025, Kis 2010, Wong 2014, Mane 2018] (LoE 2)	
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 7 Stimmen, 1 Enthaltung	

12	Evidenzbasierte Empfehlung	
Empfehlungsgrad A	Die Refluxgraduierung <i>soll</i> bei der Miktionsurosonografie entsprechend der Empfehlung der Internationalen Refluxklassifikation für die Miktionszysturethrografie erfolgen.	
Evidenzgrad 2	[Mane 2018, Ntoulia 2018, Ye 2023, Wong 2014, Jottrand 2025, Ye 2023]	
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 8 Stimmen, 0 Enthaltungen	

13	Konsensbasierte Empfehlung	
Expertenkonsens	Bei der Refluxgraduierung <i>sollte</i> neben der Konfiguration des Nierenbeckens und der Kelche insbesondere die Schlängelung und Weite des Ureters sowie dessen Peristaltik beurteilt werden.	
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 7 Stimmen, 1 Enthaltung	

3.8.2 INTRARENALER REFLUX

Die Diagnosestellung intrarenaler Reflux (IRR) ist bereits ab Grad II des VUR möglich. Obwohl der IRR zumindest aktuell nicht Gegenstand der Refluxklassifikation ist, ist er aufgrund des Zusammenhangs von IRR und Narbenbildungen für therapeutische Konsequenzen wichtig [Darge 2003]. Die MUS ist diesbezüglich sehr sensitiv und kann das Ausmaß in fokal, multifokal oder diffus differenzieren [Ntoulia 2021a]

Beim IRR kommt es zu einem Rückfluss von Urin aus den Nierenkelchen in den tubulointerstitiellen Raum und in das Nierenparenchym. Ursächlich dafür sind sogenannte „compound“ Papillen Typ II und III der Nieren, die eine konkave Form aufweisen. Bei konkaver Papillenform wird die Tubulusöffnung mit steigendem Druck auf die Papille schlechter abgedichtet als bei konvexer Form. Dadurch wird der Reflux von Urin aus dem Nierenbecken in das Tubulussystem erleichtert [Ransley und Risdon 1975]. Bei konvexer Papillenform wurde in keinem Fall ein IRR nachgewiesen [Ransley 1977].

BILDGEBUNG IRR:

Ein IRR kann sowohl in der MCU als auch in der MUS diagnostiziert werden. Studien neueren Datums zeigen, dass die MUS einen IRR besser detektiert als das MCU (Kim 2021). Während die Prävalenz eines IRR in der MCU mit 1-11 % [Schneider 2019, Saraga, Saraga-Babic 2024] angegeben wird, zeigen neuere Publikationen Häufigkeiten zwischen 11,9 % und bis zu 61,5 % in der MUS [Simicic Majce 2021, Cvitkovic-Roic 2022, Klein 2023]. Ein IRR wird bei jungen Kindern (≤ 1 Jahr) häufiger gefunden als bei älteren Kindern [Cvitkovic-Roic 2022, Kim 2010]. Funston et al. erklärten dies dadurch, dass der erforderliche intrapelvine Druck, um einen IRR zu verursachen, umso geringer ist, je jünger das Kind ist [Funston and Cremin 1978]. Da die „compound“ Papillen vorwiegend am Ober- und Unterpole der Niere lokalisiert sind, wird hier häufiger ein IRR als in der Interpolarregion nachgewiesen [Simicic Majce 2021]. Die Prävalenz des IRR steigt mit dem Schweregrad des VUR an [Simicic Majce 2021, Cvitkovic-Roic 2022, Klein 2023]. Bei etwa 23% der Patienten mit VUR findet sich ein bilateraler IRR [Cvitkovic-Roic 2022]. Kinder mit funktionalen oder obstruktiven Harntraktanomalien, die mit einer intravesikalen Druckerhöhung einhergehen, haben ein erhöhtes Risiko für einen IRR schon ab einem VUR Grad II [Cvitkovic-Roic 2023]. In mehr als 70 % zeigt sich der IRR während der Miktionsphase [Turudic 2022]. Einige Arbeiten zeigen, dass die Lokalisation eines IRR in der MUS oder MCU mit der Lokalisation von Perfusionsdefiziten bzw. Narben in den betroffenen Nieren in der akuten und chronischen DMSA-Szintigraphie übereinstimmt [Kim 2010, Oh 2022, Simicic Majce 2022]. Darüber hinaus geht ein IRR mit einer reduzierten Funktion und kleinerer Länge bzw. Volumen der betroffenen Nieren einher [Fukui 2013, Xiuzhen 2024, Yan 2024].

KLINISCHE BEDEUTUNG:

Bereits 1974 beschrieb Rolleston, dass ein IRR einen Risikofaktor für die Entstehung von Parenchymveränderungen der Niere darstellt. Es wird vermutet, dass Harnwegsinfektionen, ein langsamer entzündlicher Prozess, der IRR selber oder eine Kombination dieser Faktoren für die Entstehung von Nierenparenchymveränderungen verantwortlich ist [Saraga 2024].

Ein VUR mit IRR führt zu einer früheren klinischen Manifestation als ein VUR ohne IRR [Simicic Mayce 2021]. Außerdem soll ein IRR für häufigere Durchbruchinfektionen verantwortlich sein [Fukui 2013]. Patienten mit einem IRR wiesen bei Diagnosestellung häufiger Harnwegsinfektionen und ausgeprägtere Parenchymveränderungen in der initialen DMSA-Szintigraphie als Patienten ohne IRR auf [Boubnova 2011]. Studien zur Maturation eines IRR gibt es kaum. Zwei, allerdings kleine Single- Center Studien, fanden keinen Unterschied hinsichtlich der Ausreifung eines höhergradigen VUR ohne oder mit IRR [Boubnova 2011, Fukui 2013]. Bei 62 % der in der MUS nachgewiesenen IRR kann eine Antibiotikatherapie, eine Antibiotikaprophylaxe oder eine Operation vor Ausbildung von Narben schützen [Saraga 2024], durch eine frühzeitige Therapie könnte die Ausbildung von Narben verhindert werden [Simici Majce 2022].

Da unter antibiotischer Prophylaxe in einem Follow-Up über 3 Jahre kein Unterschied bezüglich der Häufigkeit von Harnwegsinfektionen oder der Ausprägung von

Parenchymveränderungen in der DMSA-Szintigraphie bestand, scheint der Nachweis eines IRR kein frühzeitigeres chirurgisches Vorgehen zu rechtfertigen [Bobnova 2011]. Dagegen zeigen die Ergebnisse einer anderen Studie, dass bei Patienten mit IRR und Antibiotikaphylaxe in der DMSA-Szintigraphie signifikant häufiger über einen Zeitraum von 3 Jahren Parenchymnarben neu auftraten als bei Patienten mit IRR, die frühzeitig operiert wurden [Kim 2010]. Daher wird bei Nachweis eines VUR mit IRR ein aggressiveres therapeutisches Vorgehen empfohlen (Kim, Im et al. 2010). Dafür spricht auch, dass bei Patienten mit einem VUR Grad III-V und IRR die betroffenen Nieren nach Operation zwar kein Aufholwachstum, aber ein Nierenwachstum parallel zur nicht betroffenen Niere zeigten, während bei Patienten mit einem VUR Grad III-V ohne IRR die Nieren nach Operation im Wachstum die gesunde Niere einholten. Dagegen wiesen die Nieren mit IRR unter alleiniger Antibiotikatherapie ein reduziertes Wachstum auf, die kontralaterale Niere ohne IRR eine kompensatorische Hypertrophie. Daher empfehlen die Autoren bei Vorhandensein eines IRR ebenfalls ein aggressiveres Therapiemanagement mit frühzeitiger Operation [Xiuzhen 2024]. Das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines IRR wird in der aktuell verwendeten Refluxklassifikation nicht berücksichtigt. Es ist deshalb davon auszugehen, dass der IRR derzeit zu selten beschrieben wird. Da bei Vorhandensein eines IRR häufiger Nierenschäden entstehen und über eine Änderung des Therapiemanagements diskutiert werden muss, wird eine neue Gradeinteilung des VUR unter Berücksichtigung eines IRR empfohlen [Saraga 2024]. Insgesamt kann jedoch zum aktuellen Zeitpunkt keine allgemeingültige evidenzbasierte Empfehlung gegeben werden, welche Konsequenzen der Nachweis eines IRR für das weitere diagnostische oder therapeutische Procedere und Outcome hat. Erforderlich sind weitere Studien mit dem Ziel, den IRR und die Ureteren in eine zukünftige Graduierung miteinfließen zu lassen.

14	Evidenzbasiertes Statement	
	Die Miktionsurosonografie weist im Vergleich zur Miktionszystourethrografie einen intrarenalen Reflux sensitiver und mit hoher Spezifität nach. Bezüglich therapeutischer Konsequenzen gibt es bisher keine ausreichenden Daten.	
Evidenzlevel 2	[Oh 2022]	
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 8 Stimmen, 0 Enthaltungen	

15	Konsensbasierte Empfehlung	
Expertenkonsens	Das Fehlen bzw. Vorhandensein eines intrarenalen Refluxes <i>sollte</i> in der Dokumentation und Befundung bzw. Bewertung der Miktionsurosonografie berücksichtigt werden.	
	[Kim 2010, Xiuzhen 2024, Saraga 2024]	
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 8 Stimmen, 0 Enthaltungen	

3.9 WERTIGKEIT der MUS in der BEURTEILUNG des URETERS

Die Darstellung des Ureters in der kontrastverstärkten MUS in Kombination mit dem B-Bild hat sich zur Beurteilung des VUR und der Graduierung bewährt (siehe Kapitel 3.8.1). Die Frage zur funktionellen Bewertung des Ureters in der MUS als Alternative zur MCU wurde bislang in keiner Studie gezielt thematisiert. Im Review des American College of Radiology (ACR) betonen die Autoren, dass eine Erweiterung der Bewertung auf den Status des prävesikalen Ureters in der MUS limitiert ist (3).

Um die prävesikale Problemregion der MUS abzuklären, haben Wozniak et al. ergänzende Untersuchungen mittels 3D Ultraschall (3DUS) und 4D Ultraschall (4DUS) durchgeführt [Wozniak 2016]. Sie haben bei 69 Patienten (mittleres Alter 4,1 Jahre) den 3D/4DUS dem 2DUS plus MCU (MCU für alle Patienten als Referenz) für Diagnose und Schweregrad gegenübergestellt. Dabei wurden die Untersuchungen von einem erfahrenen Untersucher mit 13 Jahren Kinderradiologie- und 9 Jahren MUS-Erfahrung vorgenommen. Mittels 4DUS/3DUS erfolgte sowohl eine Höhergraduierung des Refluxes im Vergleich zum 2DUS und zur MCU und es wurde bei mehr Patienten (9,4 %) ein Reflux detektiert. Die Nutzung eines 3DUS/4DUS- Post-Processing hat eine bessere Visualisierung des Refluxes gezeigt, inklusive der Reduktion von Bewegungsartefakten. Die Autoren sehen in der Einführung des 4DUS einen Technik-Sprung in der MUS wie durch den „cine loop“ im B-Mode und hoffen, somit künftig die Beurteilbarkeit der Ureter- Dynamik zu verbessern. Allerdings hat sich die Methode in der Praxis bislang nicht durchsetzen können.

In Bezug auf die Darstellung des distalen Ureters sowie des ureterovesikalen Übergangs wurden in einer weiteren Studie 67 Nierenuretereinheiten bei 45 Patienten für die Bestimmung der Interrater-Reliabilität zwischen zwei Untersuchern untersucht [Benya 2011]). Insgesamt wurden 52 Niereneinheiten in die statistische Auswertung eingeschlossen, bei denen von beiden Untersuchern ein VUR festgestellt wurde. Hier zeigte sich, dass der distale Ureter (Kappa value -0,29) und der ureterovesikale Übergang (Kappa value 0,43) häufig nicht klar und eindeutig in der MUS dargestellt werden konnten. Die Auswertung erfolgte anhand der Beurteilungskriterien: klar beurteilbar, eingeschränkt beurteilbar und nicht beurteilbar.

Hierbei ergab sich folgende Verteilung für den:

(1) Ureterovesikalen Übergang:

- Klar beurteilbar: 5/52 in Rater 1 und 12/52 in Rater 2
- Eingeschränkt beurteilbar: 14/52 in Rater 1 und 20/52 in Rater 2
- Nicht beurteilbar: 33/52 in Rater 1 und 20/52 in Rater 2

(2) Distalen Ureter:

- Klar beurteilbar: 14/52 in Rater 1 und 27/52 in Rater 2
- Eingeschränkt beurteilbar: 16/52 in Rater 1 und 7/52 in Rater 2
- Nicht beurteilbar: 22/52 in Rater 1 und 18/52 in Rater 2

16	Konsensbasiertes Statement
Expertenkonsens	Die Miktionsurosonografie ist mitunter aufgrund der relativ hohen Untersucherabhängigkeit sowie der eingeschränkten Beurteilbarkeit des ureterovesikalen Übergangs für die Planung einer eventuell notwendigen operativen Intervention nicht diagnostisch ausreichend. Diese Limitation ist bei der Evaluation des operativen Managements zu beachten.
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 8 Stimmen, 0 Enthaltungen

3.10 WERTIGKEIT des MUS in der BEURTEILUNG von HARNRÖHREN- und HARNBLASENPATHOLOGIE

Die Beurteilung der Urethra besitzt im Rahmen der Refluxdiagnostik eine besondere klinische Bedeutung und ist daher ein wesentlicher Bestandteil der MUS. Die Darstellung der Harnröhre im Rahmen der Untersuchung liefert entscheidende Zusatzinformationen zu anatomischen Ursachen, die einen vesikoureteralen Reflux begünstigen oder unterhalten können – insbesondere subvesikale Obstruktionen, die eine zeitnahe chirurgische Intervention erforderlich machen. Hierzu zählen insbesondere posteriore Harnröhrenklappen, Harnröhrenstenosen, anteriore Harnröhrenklappen beziehungsweise Syringozelen sowie Divertikel im Bereich der posterioren und anterioren Harnröhre [Duran 2009].

Die Darstellung der Harnröhre mittels MUS wurde bereits vor über zwanzig Jahren in ersten Studien beschrieben, galt jedoch zunächst als nur eingeschränkt zuverlässig beurteilbar. Daher wurde die Methode anfänglich vorwiegend zum Nachweis eines vesikoureteralen Refluxes bei weiblichen Patienten sowie zur Verlaufskontrolle bei beiden Geschlechtern empfohlen [Bosio 2002, Berrocal 2005].

Inzwischen konnte jedoch in mehreren Studien gezeigt werden, dass die Urethra in 94,86 % der Fälle zuverlässig mittels MUS dargestellt werden kann [Maté 2003, Berrocal 2005, Duran 2009, Bosio 2002]. In zwei dieser Arbeiten mussten lediglich Patienten ausgeschlossen werden, die aufgrund ihrer Grunderkrankung keine Miktion einleiten konnten [Maté 2003, Berrocal 2005].

Zur sonografischen Klassifikation posteriorer Harnröhrenklappen wurden in allen Studien die Kriterien nach Good et al. angewendet [Good 1996]. Diese beinhalten:

- ein Durchmesser der posterioren Urethra > 6 mm
- eine unzureichende Aufdehnung im Bereich der Klappen
- das Fehlen einer Dilatation der anterioren Urethra
- sowie eine erschwerte Kontrastmittelpassage

Bei männlichen Patienten hat sich die Rückenlagerung mit abduzierten Oberschenkeln und aneinanderliegenden Fersen bewährt. In dieser Position ermöglicht die transperineale, longitudinale Platzierung der Ultraschallsonde – mit der Option, sie leicht distal zur penilen Harnröhre zu versetzen – die genaueste Beurteilung der Urethra und des Blasenhalses.

Bei weiblichen Patienten erfolgt die Untersuchung analog durch eine longitudinale Positionierung der Ultraschallsonde zwischen den Labien [Berrocal 2005, Bosio 2002, Maté 2003]. Duran et al. (2009) verwendeten bei 44 % der männlichen Patienten zunächst einen transperinealen und anschließend einen transpelveinen Zugang. Sie zeigten, dass die Qualität der transpelveinen Darstellung stark von den anatomischen Gegebenheiten abhängt und die beste Bildqualität bei Kindern unter zwei Jahren erreicht wird. Bei weiblichen Patientinnen wurde in 91,5 % der Fälle überwiegend der transpelveine Zugang gewählt [Duran 2009].

In den meisten Studien wurde der transurethrale Katheter nach Erreichen der altersentsprechenden Blasenkapazität entfernt, um die Miktion einzuleiten [Maté 2003, Berrocal 2005, Duran 2009]. In einer prospektiven Vergleichsstudie von MUS mit Videourodynamik (VUD) vs. Röntgen-MCU mit VUD wurde der Katheter für zwei Messzyklen belassen und nur bei Miktionsunvermögen entfernt [Kennady 2023]. Im Rahmen der Studie lag der Fokus insbesondere auf der Beurteilung der Blase, des Blasenhalses sowie der Urethra. Dementsprechend erfolgte eine Beurteilung der Urethra bei liegendem Katheter. Es muss jedoch angemerkt werden, dass es sich hierbei um keine Erstdiagnostik handelt. Ergänzend konnte in einer weiteren prospektiven Untersuchung gezeigt werden, dass die verwendeten Mikrobubbles ausreichend lange persistierten, um auch bei verzögerter Miktion eine adäquate Harnröhrendarstellung zu gewährleisten [Berrocal 2005].

Berrocal et al. [2005] untersuchten in einer prospektiven Studie bei 146 Patienten die diagnostische Genauigkeit der Urethradarstellung mittels MUS im Vergleich zur Miktionszysturethrografie (MCU). Dabei konnten sie eine Sensitivität von 100 % (95 %-KI: 96,5–100 %) und eine Spezifität von 100 % (95 %-KI: 69,9–100 %) nachweisen. Alle weiblichen Patienten (n = 59) und 75/87 (86 %) der männlichen Patienten zeigten sowohl in der MUS als auch in der MCU eine unauffällige Harnröhre. Posteriore Harnröhrenklappen (PUV) wurden bei drei Patienten diagnostiziert, bei sieben Patienten postoperativ korrekt bestätigt und bei zwei weiteren Patienten eine Stenose der anterioren Harnröhre identifiziert. Alle Befunde wurden in der MCU bestätigt. Die pathologischen Befunde wurden ergänzend mittels Urethrozystoskopie verifiziert [Berrocal 2005].

In anderen Studien erfolgte bei auffälligen sonografischen Befunden im Anschluss eine konventionelle MCU zur Bestätigung der Diagnose. Auch hier zeigte sich eine vollständige Übereinstimmung der Ergebnisse [Bosio 2002; Duran 2009; Maté 2003].

Studie (Jahr)	Anzahl Unter-sucher (n)	Anzahl Patienten (Alter/Geschlecht)	Studiendesign / Methode	Urethra darstellbar (%)
Bosio & Manzoni (2002)	Keine Angabe	N = 100 (nur männlich)	MUS, MCU nur bei Auffälligkeiten	100 %
Maté et al. (2003)	1	N = 350 (244 männlich, 106 weiblich), < 4 Jahre	MUS, MCU nur bei Auffälligkeiten	94,86 % (332/350)
Duran et al. (2009)	Keine Angabe	N = 150 (99 männlich, 51 weiblich)	Prospektive Studie: MUS, MCU nur bei Auffälligkeiten	100 %
Berrocal et al. (2005)	Keine Angabe	N = 146 (87 männlich, 59 weiblich)	Prospektive Vergleichsstudie: MUS vs. MCU bei allen Kindern	100 %

17	Evidenzbasierte Empfehlung	
Empfehlungsgrad A	Im Rahmen der Mikionsurosonografie <i>so//</i> die Urethra zur Beurteilung von möglichen Pathologien dargestellt werden.	
Evidenzlevel 2	[Berrocal 2005, Fernandez-Ibieta M, Kennady 2024]	
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 8 Stimmen, 0 Enthaltungen	

18	Evidenzbasierte Empfehlung	
Empfehlungsgrad A	Die Beurteilung der proximalen Urethra beim männlichen Patienten <i>so//</i> über den transperinealen Zugang erfolgen	
Evidenzlevel 2	[Berrocal 2005, Fernandez-Ibieta M, Kennady 2024]	
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 8 Stimmen, 0 Enthaltungen	

19	Evidenzbasierte Empfehlung	
Empfehlungsgrad B	Ergänzend <i>sol//te</i> die distale Urethra mit dargestellt werden.	
2	[Berrocal 2005, Fernandez-Ibieta 2024]	
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 8 Stimmen, 0 Enthaltungen	

20	Evidenzbasierte Empfehlung	
Empfehlungsgrad B	Die Urethra <i>sollte</i> unter Miktion ohne liegenden transurethralen Blasenkatheeter dargestellt und dokumentiert werden. Gelingt dies nicht, <i>kann</i> die Urethra auch bei liegendem transurethralen Blasenkatheeter dargestellt werden.	
Evidenzlevel 2	[Berrocal 2005, Fernandez-Ibieta M 2024]	
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 8 Stimmen, 0 Enthaltungen	

3.11 KOMBINATION von MUS und URDOYNAMIK

Videourodynamische Untersuchungen (VUD) kombinieren die MCU und die Urodynamik, wodurch sowohl die funktionelle Beurteilung von Blase und Sphinkter als auch die Darstellung der Blasenmorphologie sowie eines VUR simultan möglich sind. Heute gilt die kombinierte VUD mit MCU als Goldstandard zur Diagnostik von Funktionsstörungen des unteren Harntrakts bei Kindern. Da insbesondere Kinder mit neurogenen oder neurogenisierten Blasenentleerungsstörungen häufig wiederholte videourodynamische Kontrollen benötigen, ist die Vermeidung ionisierender Strahlung von besonderer Bedeutung.

Derzeit existieren nur wenige Studien aus dem Jahr 2023, die sich mit der kontrastmittelverstärkten Sonografie im Rahmen der Videourodynamik befassen. In einer prospektiven diagnostischen Studie wurden 75 Patienten mittels MUS-Videourodynamik untersucht und die Ergebnisse retrospektiv mit der zuletzt durchgeführten MCU-Videourodynamik hinsichtlich der Veränderungen des klinischen Status verglichen. Es zeigte sich keine statistisch signifikante Differenz zwischen den Untersuchungsmethoden bezüglich Blasenkonfiguration, VUR, Blasenhaliskonfiguration in der Füllphase sowie der Darstellung der Harnröhre während der Miktion, wobei durch die zeitliche Differenz der beiden Untersuchungen nur eine eingeschränkte Beurteilbarkeit vorlag. Als Vorteil der MUS-Videourodynamik wurde die verbesserte funktionelle Darstellung des Blasenhalases durch die permanente Visualisierung beschrieben. In fünf Fällen war die Beurteilung des Blasenhalases aufgrund von „non-mixing“ und Layering der Microbubbles mit dem Urin eingeschränkt. Leichte Blasentrabekulierungen erwiesen sich im Vergleich zur MCU als etwas schwieriger zu interpretieren [Kennady 2024]. Das kontinuierliche Monitoring scheint jedoch eine präzisere Beurteilung des Blasenhalases in Bezug auf Urinverlust und Miktionsbeginn zu ermöglichen, da im Rahmen der MCU zur Reduzierung der Strahlenbelastung meist nur Einzelaufnahmen bei erkennbaren Veränderungen erfolgen [Kapral 2023]. Veränderungen der urodynamischen Messergebnisse durch die Positionierung des Ultraschallkopfes wurden in diesen Studien nicht untersucht.

Die Durchführung und Beurteilung der VUD erfolgt gemäß den Standards der International Children's Continence Society (ICCS). Das verwendete Ultraschallkontrastmittel (SonoVue, Bracco) wird in einer Konzentration von 0,5–1 % in 250–500 ml NaCl gelöst und über die Pumpvorrichtung des Urodynamikgeräts entsprechend dem ICCS-Protokoll appliziert. In den bislang veröffentlichten Studien zeigte sich, dass der Pumpmechanismus keine Beeinträchtigung oder Zerstörung der Microbubbles verursacht [Kapral 2022; Cvitkovic Roic 2023a].

Letztlich erlaubt die aktuelle Studienlage keinerlei verlässliche Aussage darüber, ob eine adäquate simultane Auswertung einer urodynamischen Messung und einer MUS überhaupt möglich ist. Besonders kritisch ist hervorzuheben, dass bislang keine Studie die potenziellen Druckveränderungen oder iatrogen bedingten Messartefakte durch die transabdominelle Sonografie im Rahmen der Videourodynamik untersucht hat. Kapral et al. weisen zwar darauf hin, dass die Blase lediglich zu Beginn, in der Mitte und am Ende der Messung beurteilt wird – ebenso wie die Nieren –, während der Fokus der Untersuchung auf der Darstellung des Blasenhalses und der Harnröhre liegt. Dennoch bleibt die exakte Positionierung des Schallkopfs unzureichend beschrieben [Kapral 2023]. Es besteht daher ein klarer Bedarf an prospektiven Studien, die die genannten Kritikpunkte gezielt adressieren und eine MUS-Videourodynamik unter simultaner MCU systematisch untersuchen.

In einer kürzlich publizierten Studie zur elterlichen Akzeptanz der MUS im Vergleich zur MCU in Kombination mit einer Videourodynamik zeigten sich alle Eltern (n=53; 100 %) zufrieden oder sehr zufrieden mit der MUS [Hutchison 2023].

21	Evidenzbasiertes Statement	
	Derzeit <i>kann</i> keine Empfehlung für oder gegen die Kombination von Urodynamik und Miktionsurosonografie gegeben werden.	
Evidenzlevel 2	[Hutchison 2023, Kennady 2024]	
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 7 Stimmen, 1 Enthaltung	

3.10 AKZEPTANZ der MUS BEI ELTERN/SORGEBERECHTIGTEN

Die MCU als Goldstandard in der Prüfung des VUR ist an die Anwendung von ionisierender Strahlung gebunden. Die damit verbundene Strahlenexposition der Gonaden betrifft v.a. Mädchen, bei denen die Gonaden im Primärstrahl liegen. Aufgrund der steigenden Lebenserwartung sind die heutigen Kinder einem höheren stochastischen Strahlenrisiko ausgesetzt als die Kinder, die vor 50 Jahren geboren wurden. Je jünger bzw. kleiner das Kind ist, umso enger liegen die Organe beieinander. Der prozentual höhere Wassergehalt führt außerdem zu höherer Strahlensensibilität.

Die aktuellen Dosisreferenzwerte (DRW) des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) für die Röntgen-MCU liegen bei einem Flächendosisprodukt von 5 cGy x cm² bei Neugeborenen und Säuglingen bis 3 Monaten bzw. bis zu einem Körpergewicht von 5 kg, bei 10 cGy x cm² bei Säuglingen von 3 bis 12 Monaten bzw. einem Gewicht von 5 bis 10 kg, bei 18 cGy x cm² von 1 bis 5 Jahre bzw. einem Gewicht von 10 bis 19 kg und bei 30 cGy x cm² bei einem Alter von 5 bis 10 Jahren bzw. einem Gewicht von 19 bis 32 kg. Nach Expertenmeinung sind selbst bei guten Geräten und erfahrenen Untersuchern die DRW kaum einzuhalten [Pfitzinger 2022]. Für das MCU wird vom BfS eine typische effektive Dosis von < 0,07 mSv für das Kindesalter angegeben, was ca. 3,6 Röntgen-Untersuchungen des Thorax in einer Ebene bzw. einem Aufenthalt von 12,2 Tagen mit natürlicher Strahlenexposition entspricht. Bei der Röntgen-MCU

wird ein nicht-ionisches jodhaltiges Kontrastmittel eingesetzt. Die Inzidenz unerwünschter Kontrastmittelreaktionen bei nicht-venöser Applikation in den Harntrakt (z.B. bei Pyelografie, Zystografie) wird in einer großen Studie mit 0,48 % (367/76.174 Patienten) beziffert [Blackwell 2017], in Einzelfällen sind allergische Reaktionen auf Jod bei der MCU beschrieben, so eine Urtikaria bei einem 2-jährigen Mädchen [Weese DL 1993].

Die MUS erfordert keine Exposition gegenüber ionisierender Strahlung. Das Ultraschall-Kontrastmittel wurde bei intravesikaler Applikation von der EMA als risikofrei und altersunabhängig unbedenklich eingestuft [Waginger 2020]. Beobachtete negative Erscheinungen wie Schreien und Unwohlsein, Hautrötung und andere lokale Irritationen (z.B. Schmerz) aber auch Infektionen (z.B. Zystitis, Pyelonephritis) sind durch den Katheterismus bedingt und treten sowohl bei der MCU als auch bei der MUS auf. In einer prospektiven Zwei-Zentren-Studie wurden nach intravesikaler Applikation keine schwerwiegenden Nebenwirkungen, bei 0,9 % geringe unerwünschte Wirkungen beschrieben, darunter auch selbstlimitierte allergische Reaktionen, wobei nicht differenziert wurde, ob diese durch das Kontrastmittel verursacht wurden [Sauer 2017]. Generell hat die MUS ein sehr hohes Sicherheitsprofil, wie Ntoulia et al. in ihrem Review anhand von 31 publizierten Studien mit 12.362 Kindern dargestellt hat. Die wenigen, gering ausgeprägten Nebenwirkungen (minor adverse events) waren eher durch den Katheterismus bedingt [Ntoulia 2021b].

Ein Vorteil der MUS ist zudem, dass die Untersuchung auch bettseitig möglich ist, was zu einer Stressreduktion beitragen kann [Marschner 2021]. Während sich bei der MUS die Sorgeberechtigten die komplette Untersuchungszeit direkt neben ihrem Kind aufhalten können, wird bei der MCU darauf geachtet, dass die Sorgeberechtigten möglichst wenig Streustrahlung ausgesetzt sind. Entsprechend des Abstandsquadratgesetzes sollen sie Distanz zum Kind haben. Die Begleitperson wird mit einer Bleischürze ausgestattet, was den Komfort bei der Untersuchung reduziert. Während die Kinder das Setting bei der Sonografie von früheren Untersuchungen bereits kennen, ist der Durchleuchtungsraum eine neue Erfahrung, auch wenn die Räume zumeist kinderfreundlich gestaltet sind. Hinzu kommt die Größe der Durchleuchtungsanlage im Vergleich zum Ultraschallgerät.

Eine Telefonbefragung von Eltern nach einer stattgehabten MUS bei 531 Kindern ergab, dass 96,2 % der Eltern bzw. Sorgeberechtigten eine MUS gegenüber dem MCU bevorzugen würden [Sauer 2017].

Eine Fragebogen-basierte prospektive Studie ergab, dass 96 % der 56 befragten Sorgeberechtigten die MUS wiederholen würden, falls das erforderlich ist [Seelbach 2022]. Zwei Sorgeberechtigte (4 %) würden die MUS eher ablehnen; eine der beiden wegen des Katheterismus, die andere Mutter gab keine Begründung an. 92,9 % der befragten Sorgeberechtigten würden eine MUS gegenüber der MCU generell vorziehen. Als Hauptgrund, sich für eine MUS zu entscheiden, wurde von 84,6 % die fehlende Strahlenexposition angegeben.

In einer Studie zur Akzeptanz der Kombination von MCU bzw. MUS im Rahmen der Video-Urodynamik waren alle 53 Eltern mit der Untersuchung zufrieden [Hutchison 2023]. 90,6 % würden die MUS, 5,7 % das MCU bevorzugen und 3,8 % waren unentschlossen. 49,1 % gaben die fehlende Strahlenexposition als Grund an. 72,7 % der Eltern bescheinigten der MUS einen höheren Komfort im Vergleich zur MCU. 34,1 % hoben als Vorteil der MUS den intensiveren Kontakt zum Kind hervor, lediglich 4,5 % waren der Meinung, dass sie beim MCU mehr Kontakt gehabt hätten. 29,5 % der Sorgeberechtigten empfanden die MUS als schneller, für 2,3 % war die MCU schneller.

23	Evidenzbasiertes Statement
	Sorgeberechtigte bevorzugen die Miktionsurosonografie als Alternative zur Miktionszysturethrografie u.a. wegen der fehlenden Strahlenexposition.
Evidenzgrad 2	[Hutchison 2023, Seelbach 2022, Sauer 2017]
Konsensstärke	100 % Zustimmung, 8 Stimmen, 0 Enthaltungen

3.11 AKZEPTANZ bei ZUWEISERN

Die Zufriedenheit bzw. die Akzeptanz der Sorgeberechtigten in Bezug auf eine Untersuchungsmethode hängt u.a. stark von der Empfehlung der/des betreuenden Ärztin/Arzt ab. In einer kürzlich publizierten Studie aus den USA wurden 9 Kinderärzte und 9 Subspezialisten befragt, welche klinischen Faktoren die Entscheidung für die Auswahl einer Untersuchungsmethode zum Ausschluss/Bestätigung eines VUR beeinflussen. Hier wurden vor allem klinische Faktoren wie das Alter, Geschlecht, Schwere der Harnwegsinfektion sowie deren Rezidive als entscheidend für die Wahl der Untersuchungsmethode genannt [Hayatghaibi SE et al. 2025]. Bei Patienten, deren Eltern einer Untersuchungsmethode mit Einsatz von Strahlung kritisch gegenüberstanden, wurde eine solche jedoch auch seltener eingesetzt. Grundsätzlich wurde das Wissen der Kollegen über die Höhe der Strahlendosis und die Kosten der jeweiligen Untersuchungsmethoden als unzureichend beschrieben. Die Autoren schlussfolgerten daraus, dass zur Verbesserung der Entscheidungsfindung in Zukunft auch die Vermittlung des Wissens um Strahlenbelastung und Kosten der jeweiligen Untersuchungsmethode notwendig sei. Neben dem Wissen um die wirkliche Strahlenbelastung ist insbesondere die Verfügbarkeit und die Qualität der Untersuchung wesentlich für die Entscheidung für die eine oder andere Methode. Hier wird künftiger Forschungsbedarf gesehen, um den Einfluss von Verfügbarkeit der jeweiligen Methode auf die Entscheidungsfindung zu untersuchen. Es wäre der Frage nachzugehen, ob sich der Entscheidungsweg zwischen vorwiegend konservativ oder operativ tätigen Kollegen unterscheidet.

4. FORSCHUNGSBEDARF

Die Bedeutung des intrarenalen Refluxes wird in der Literatur nicht einheitlich bewertet, letztlich auch deswegen, weil die Verlaufsbeurteilung bei nachgewiesenem intrarenalem Reflux bislang nicht konsequent erfolgte. Die Leitliniengruppe sieht hier Forschungsbedarf.

Die Graduierung des vesikoureterorenenalen Refluxes erfolgt in der MUS in Anlehnung an die für die MCU seit Jahrzehnten gültige Graduierung. Inwiefern eine additive Berücksichtigung des intrarenalen Refluxes in der Klassifikation hier prognostisch eine Rolle spielen kann und ob aggressivere therapeutische Konzepte bei IRR sinnvoll sind, wäre durch längerfristige multizentrische Studien zu untersuchen.

Die Einschätzung des Refluxes erfolgt subjektiv und ist vom Erfahrungsschatz des Untersuchers abhängig. Inwiefern sich die Gradeinteilung bei positivem Refluxnachweis sowie die nachfolgende Empfehlung zu Follow-up bzw. Therapie unterscheiden, würde die Leitliniengruppe in einer multizentrischen Studie untersucht wissen, bei der ein bestimmter Datensatz von Untersuchungen inklusive Angaben zur Anamnese und klinischen Situation durch mehrere Kinderchirurg*innen, Kinderurolog*innen, Kindernephrolog*innen bzw. Kinderradiolog*innen bewertet wird.

Die Leitliniengruppe sieht Forschungsbedarf in der Frage, inwiefern Anwendungen künstlicher Intelligenz (sogenannte Computer Assisted Diagnosis, CAD-Systeme) bei der Befundung und Beurteilung von Miktionsurosonografien hilfreich sein können und in Kombination mit klinischen und labordiagnostischen Angaben für Therapieempfehlungen und Prognoseeinschätzungen genutzt werden können.

5. Verwendete Abkürzungen

Abkürzung	Terminus
CAD	Computer Assisted Diagnosis
IRR	Intrarenaler Reflux
MCU	Miktionszysturethrografie
MI	Mechanischer Index
MUS	Miktionsurosonografie
USKM	Ultraschallkontrastmittel
VUR	Vesikoureterorenenaler Reflux

6. Literaturverzeichnis

Alizadeh A, Naseri M, Ravanshad Y, Sorouri S, Banihassan M, Azarfar A. Use of sedative drugs at reducing the side effects of voiding cystourethrography in children. *J Res Med Sci* 2017; 42. DOI: 10.4103/1735-1995.202139

Barnewolt CE, Acharya PT, Aguirre Pascual E, Back SJ, Beltran Salazar VP, Chan PKJ, Chow JS, Coca Robinot D, Darge K, Duran C, Kljucsek D, Kwon JK, Ntoulia A, Papadopoulou F, Wozniak MM: Contrast-enhanced voiding urosonography part 2: urethral imaging. *Pediatr Radiol* 2021; 51: 2368-2386. DOI 10.1007/s00247-021-05116-6

Berrocal T, Gaya F, Arjonilla A. Vesicoureteral reflux: can the urethra be adequately assessed by using contrast-enhanced voiding US of the bladder? *Radiology* 2005; 234: 235-241. DOI 10.1148/radiol.2341031503

Bosio M. Role of ultrasound in the imaging of posterior valves. *Rays* 2002; 27: 135-139

Boubnova J, Sergent-Alaoui A, Deschenes G, Audry G. Evolution and prognosis value of intrarenal reflux. *J Pediatr Urol* 2011; 7: 638 - 643

Bundesamt für Strahlenschutz. Bekanntmachung der aktualisierten Dosisreferenzwerte für diagnostische und interventionelle Röntgenanwendungen vom 17. November 2022. BAnz AT 11.01.2023 B11

Cajigas-Loyola SC, Chow JS, Hayatghaibi S, Iyer RS, Kwon J, Rubesova E, Sanchez-Jacob R, Wyers M, Otero HJ. Imaging of vesicoureteral reflux: AJR expert panel narrative review. *AJR* 2024; 222: DOI 10.2214/AJR.23.29741

Claudon M, Cosgrove D, Albrecht T, Bolond L, Bosi M, Calliada F, Correias JM, Darge K, Dietrich C, D'Onofrio M, Evans DH, Filice C, Greiner L, Jäger K, de Jong N, Leen E, Lencioni R, Lindsell D, Martegani A, Meairs S, Nolsoo C, Piscaglia F, Ricci P, Seidel G, Skjoldbye B, Solbiati L, Thorelius L, Tranquart F, Weskott HP, Whittingham T. Guidelines and good clinical practice recommendations for contrast enhanced ultrasound (CEUS) – update 2008. *Ultraschall Med* 2008; 29: 28-44

Civitkovic-Roic A, Turudic D, Milosevic D et al. Contrast-enhanced voiding urosonography in the diagnosis of intrarenal reflux. *J Ultrasound* 2022; 25: 89 – 95

Civitkovic-Roic A, Turudic D, Milosevic D et al. Intrarenal reflux with low-grade vesicoureteral reflux: an underestimated significance? *J Ultrasound* 2023; 26: 743 – 744

Cvitkovic Roic A, Milosevic D, Turudic D, Roic G. An innovative diagnostic procedure in children: videourodynamics with contrast-enhanced voiding urosonography. *J Ultrasound* 2023a; 26: 583-587. DOI 10.1007/s40477-022-00721-z

Damasio MR, Donati F, Bruno C, Darge K, Mentzel HJ, Kljucsek D, Napolitano M, Ozcan HN, Riccabona M, Smets AM, Sofia C, Stafrace S, Petit P, Ording Müller LS. Update on imaging recommendations in paediatric urology: the European Society

of Paediatric Radiology workgroup session on voiding cystourethrography. *Pediatr Radiol* 2024; 54: 606-619. DOI 10.1007/s00247-024-05883-y

Darge K, Dütting T, Zieger B, Möhring K, Rohrschneider W, Tröger J. Diagnostik des vesicoureteralen Refluxes mit der echoverstärkten Miktionsurosonographie. *Radiologe* 1998; 38: 405-409

Darge K, Troeger J, Duetting T, Zieger B, Rohrschneider W, Moehring K, Weber C, Toenshoff B. Reflux in young patients: comparison of voiding US of the bladder and retrovesical space with echo enhancement versus voiding cystourethrography for diagnosis. *Radiology* 1999; 210: 201-207

Darge K, Trusen A, Gordjani N, Riedmiller H. Intrarenal reflux: diagnosis with contrast-enhanced harmonic US. *Pediatr Radiol* 2003; 33: 729-731

Duran C, Valera A, Alguersuari A, Ballesteros E, Riera L, Martin C, Puig J. Voiding urosonography: the study of the urethra is no longer a limitation of the technique. *Pediatr Radiol* 2009; 39: 124-131. DOI 10.1007/s00247-008-1050-3

Duran C, del Riego J, Riera L, Martin C, Serrano C, Palana P. Voiding urosonography including urethrosonography: high-quality examinations with an optimised procedure using a second-generation US contrast agent. *Pediatr Radiol* 2012; 42: 660-667

Eggart G, Schlickerrieder JHM, Hauptmann R. Diagnosis of reflux in children with CO₂ and ultrasound – preliminary results. *Urologe* 1987; 25: 329-332
European Medicines Agency. GE Healthcare AS. EPAR Optison (August 2008). <https://www.ema.europa.eu/en/medicines/human/EPAR/optison>: Stand 26.6.2014

Expert Panel on Pediatric Imaging; Chandra T, Bajaj M, Iyer RS, Chan SS, Bardo DME, Chen J, Cooper ML, Kaplan SL, Levin TL, Moore MM, Peters CA, Saidinejad M, Schooler GR, Shet NS, Squires JH, Trout AT, Pruthi S. ACR appropriateness criteria® urinary tract infection-child: 2023 Update. *J Am Coll Radiol* 2024; 21: S326-342. DOI: 10.1016/j.jacr.2024.02.025

Faizah MZ, Hamzani AH, Kanaheswari Y, Dayang AA, Zulfiqar MA. Contrast enhanced voiding urosonography (ce-VUS) as a radiation-free technique in the diagnosis of vesicoureteric reflux: our early experience. *Med J Malaysia* 2015; 70: 269-272

Fernandez-Ibieta M, Parrodo-Muinos C, Fernandez-Masaguer LC, Hernandez-Anselmi E, Marijuan-Sauquillo V, Ramirez-Piqueras M, Argumosa-Saazar Y, Moratalla-Jareno T, Fernandez-Cordoba MS. Voiding urosonography with second-generation contrast as a main tool for examining the upper and lower urinary tract in children. Pilot Study. *Actas Urol Esp* 2016; 40: 183-189

Flood HD, Ritchey ML, Bloom DA, Huang C, Mc Guire EJ. Outcome of reflux in children with myelodysplasia managed by bladder pressure monitoring. *J Urol* 1994; 152: 1574-1577. DOI 10.1016/s0022-5347(17)32478-3

Fukui S, Watanabe M, Yoshino K. Intrarenal reflux in primary vesicoureteral reflux. *Int J Urol* 2013; 20: 631 – 636

Funston MR, Cremin BJ. Intrarenal reflux – papillary morphology and pressure relationships in children`s necropsy kidneys. *Br J Radiol* 1978; 51: 665 - 670

Good CD, Vinnicombe SJ, Minty IL, King AD, Mather SJ, Dicks-Mireaux C. Posterior urethral valves in male infants and newborns: detection with US of the urethra before and during voidin. *Radiology* 1996; 198: 387-391. DOI 10.1148/radiology.198.2.8596837

Hutchison D, Sobrado S, Corbett S, Leroy S, Morgan K, Daugherty R, Prillaman G, Kern NG. Parental perception of contrast enhanced voiding ultrasonography urodynamics vs fluoroscopic urodynamics. *J Pediatr Urol* 2023; 19: 783.e1-5

Hwang M, Back SJ, Didier RA, Lorenz N, Morgan TA, Poznick L, Steffgen L, Sridharan A. Pediatric contrast-enhanced ultrasound: optimization of techniques and dosing. *Pediatr Radiol* 2021; 51: 2147-2160. DOI 10.1007/s00247-020-04812-z

Jottrand Z, Metens T, Cassart M, Avni F, D'Hondt A. Contrast media viscosity and its potential effect on the diagnosis of vesicoureteralreflux in children. *Eur Radiol* 2025; 35: 1615-1622

Kammer B, Stahl R, Seidenbusch M, Schneider KO. Miktionszysturethrographie. Indikationen, Durchleuchtungstechnik und Strahlenschutz. *Die Radiologie* 2024; 64: 54-64. DOI 10.1007/s00117-023-01256-y

Kaneko K, Kuwatsuru R, Fukuda Y, Yamataka A, Yabuta K, Katayama H, Miyano T. Contrast sonography for detection of vesicoureteral reflux. *Lancet* 1994; 344: 687

Kapral N, Kern NG, Corbett ST, Leroy SV, Daugherty RJ. Viability of contrast-enhanced voiding urosonography as an alternative to fluoroscopy during video urodynamics. *Pediatr Radiol* 2023; 53: 1713-1718. DOI 10.1007/s00247-023-05619

Kennady E, Hutchison D, Corbett ST, Leroy S, Morgan K, Daugherty R, Kapral N, Kern NG. Novel use of contrast enhanced ultrasonography with urodynamic in children: A comparison study to fluoroscopy. *Neurorol* 2024; 43: 711-718. DOI 10.1002/nau.25422

Kim D, Choi YH, Choi G et al. Contrast-enhanced voiding urosonography for the diagnosis of vesicoureteral reflux and intrarenal reflux: a comparison of diagnostic performance with fluoroscopic voiding cysturethrography. *Ultrasonography* 2021; 40: 530 – 537

Kim SW, Im YJ, Hong CH, Han SW. The clinical significance of intrarenal reflux in voiding cysturethrography (VCUG). *Korean J Urol* 2010; 51: 60 - 63

Kis E, Nyitrai A, Varkonyi I, Mattyus I, Cseprekal O, Reusz G, Szabo A. Voiding urosonography with second-generation contrast agent versus voiding cystourethrography. *Pediatr Nephrol* 2010; 25: 2289-2293. DOI 10.1007/s00467-010-1618

Klein EL, Wyers MR, Prendergast FM et al. Prevalence of intrarenal reflux in pediatric patients on contrast-enhanced voiding urosonography. *Pediatr Radiol* 2023; 53: 387 – 393

Kljucevsek D, Pecanac O, Tomazic M, Glusc M. Potential causes of insufficient bladder contrast opacification and premature microbubble destruction during contrast-enhanced voiding urosonography in children. *J Clin Ultrasound* 2019; 47: 36-41

Kljucevsek D, Riccabona M, Ording Müller LS, Wozniak MM, Franchi-Abella S, Darge K, Mentzel HJ, Ntoulia A, Avni FE, Napolitano M, Lobo L, Littooij AS, Augdal TA, Bruno C, Damasio BM, Ibe D, Stafrace S, Petit P. Intracavitary contrast-enhanced ultrasonography in children: review with procedural recommendations and clinical applications from the European Society of Paediatric Radiology abdominal task force. *Pediatr Radiol* 2020; 50: 596-606. DOI 10.1007/s00247-019-04611-1

Koff S. Estimating bladder capacity in children. *Urology* 1983; 21: 248

Kramer MR, Bhagat N, Back SJ, Poznick L, Forsberg F, Darge K, Eisenbrey JR. Influence of contrast-enhanced ultrasound administration setups on microbubble enhancement: a focus on pediatric applications. *Pediatr Radiol* 2018; 48: 101-108. DOI 10.1007/s00247-017-3976-9

Lebowitz RL, Olbing H, Parkkulainen KV, Smellie JM, Tamminen-Möbius TE. International system of radiographic grading of vesicoureteric reflux. International Reflux Study in Children. *Pediatr Radiol* 1985; 15: 105-109. DOI 10.1007/BF02388714

Lee T, Triner D, Basu T et al. Association of urinary tract infection guidelines with vesicoureteral reflux screening. *JAMA Pediatrics* 2019; 173: 1102-1103. DOI 10.1001/jamapediatrics.2019.3168

Mane N, Sharma A, Patil A, Gadekar C, Andankar M, Pathak H. Comparison of contrast-enhanced voiding urosonography with voiding cystourethrography in pediatric vesicoureteral reflux. *Turk J Urol* 2018; 44: 261-267. DOI 10.5152/tud.2018.76702

Maté A, Bargiela A, Mosteiro S, Diaz A, Bello MJ. Contrast ultrasound of the urethra in children. *Eur Radiol* 2003; 13: 1534-1537. DOI 10.1007/s00330-002-1790-7

Mentzel HJ, Vogt S, Patzer L, Schubert R, John U, Misselwitz J, Kaiser WA. Contrast-enhanced sonography of vesicouretorenal reflux in children: preliminary results. *AJR* 1999; 173: 737-740

Novljan G, Kenig A, Rus R, Kenda RB. Cyclic voiding urosonography in detecting vesicoureteral reflux in children. *Pediatr Nephrol* 2003; 18: 992-995

Mentzel H. Diagnostik des vesikoureterorenen Refluxes – MUS vs. MCU. *Kinder- und Jugendmedizin* 2021; 21: 7-15. DOI. 10.1055/a-1328-1252

Ntoulia A, Back SJ, Shellikeri S, Poznick L, Morgan T, Kerwood J, Edgar JC, Bellah RD, Reid JR, Jaramillo D, Canning DA, Darge K. Contrast-enhanced voiding urosonography (ceVUS) with the intravesical administration of the ultrasound contrast agent Optison™ for vesicoureteral reflux detection in children: a prospective clinical trial. *Pediatr Radiol* 2018; 48: 216-226. DOI 10.1007/s00247-017-4026-3

Ntoulia A, Passcual EA, Back SJ, Bellah RD, Salazr VPB, Chan PKJ, Chow JS, Robinot DC, Darge K, Duran C, Epelman M, Kljucevsek D, Kwon JK, Sandhu PK, Wozniak MM, Papadopoulou F. Contrast-enhanced voiding urosonography, part 1: vesioareteral reflux evaluation. *Pediatr Radiol* 2021a; 51: 2351-2367. DOI 10.1007/s00247-020-04906-8

Ntoulia A, Anupindi SA, Back SJ, Didier RA, Hwang M, Johnson AM, McCarville MB, Papadopoulou F, Piskunowicz M, Sellars ME, Darge K. Contrast-enhanced ultrasound: a comprehensive review of safety in children. *Pediatr Radiol* 2021b; 51: 2161-2180

Oh S, Ha JY, Cho YJ. Contrast-enhanced voiding ultrasonography to detect intrarenal reflux in children: comparison with 99mTc-DMSA renal scans. *Ultrasonography* 2022; 41: 502 - 510

Papadopoulou F, Efremidis SC, Oiconomou A, Badouraki M, Panteleli M, Papchristou F, Soteriou I. Cyclic voiding cystourethrography: is vesioareteral reflux missed with standard voiding cystourethrography? *Eur Radiol* 2002; 12: 666-670

Papadopoulou F, Ntoulia A, Siomou E, Darge K. Contrast-enhanced voiding urosonography with intravesical administration of a second-generation ultrasound contrast agent for diagnosis of vesioareteral reflux. Prospective evaluation of contrast safety in 1,010 children. *Pediatr Radiol* 2014; 44: 19-28 DOI 10.1007/s00247-013-2832-9

Philippi-Höhne C, Becke K, Wulff B, Schmitz B, Strauß J, Reinhold P. Analgosedierung für diagnostische und therapeutische Maßnahmen im Kindesalter *Anästh Intensivmed* 2010; 51: S603-S614

Claudia Philippi-Höhne, K. Becke, B. Wulff, B. Schmitz, J. Strauß, P. Reinhold
Analgosedierung für diagnostische und therapeutische Maßnahmen im Kindesalter

Plut D, Lee EY, Paltiel HJ. How I do it: contrast-enhanced US applications in children. *Radiology* 2025; 315: e241544. DOI 10.1148/radiol.241544

Ransley PG, Ridson RA. Renal papillary morphology and intrarenal reflux in the young pig. *Urol Res* 1975; 3: 105 – 109

Ransley PG. Intrarenal reflux. Anatomical, dynamic and radiological studies – Part I. *Urol Res* 1977. 5: 61- 69

Reichert M. Aspekte zur Durchführung der Miktionsurosonographie, insbesondere Sedierung mit Midazolam. *Radiologe* 2022; 62: 164-166. DOI: 10.1007/s00117-021-00945-w

Ren J, Ma T, Huan S, Chen G, Dietrich CF, Peng Y, Cui X. A narrative review on the applications of intracavitary contrast-enhanced ultrasonography in pediatric lower genitourinary anomalies. *Front Pediatr* 2023; 11: 984643. DOI: 10.3389/fped.2023.984643

Riccabona M, Avni FE, Blickman JG, Dacher JN, Darge K, Lobo ML, Willi U. Imaging recommendations in paediatric uroradiology: minutes of the ESPR workgroup session on urinary tract infection, fetal hydronephrosis, urinary tract ultrasonograph and voiding cystourethrography. Barcelona, Spain, June 2007. *Pediatr Radiol* 2008; 38: 137-145

Riccabona M, Avni FE, Damasio MB, Ording Müller LS, Blickman JG, Darge K, Lobo ML, Papadopoulou F, Vivier PH, Willi U. ESPR Uroradiology task force and ESUR Paediatric working group – imaging recommendations in paediatric uroradiology, part V: childhood cystic kidney disease, childhood renal transplantation and contrast-enhanced ultrasound in children *Pediatr Radiol* 2012; 42: 1275-1283

Riccabona M, Vivier PH, Ntoulia A, Darge K, Avni F, Papadopoulou F, Damasio B, Ording Müller LS, Blickman J, Lobo ML, Willi U. ESPR Uroradiology task force imaging recommendations in paediatric uroradiology, part VIII: standardised terminology, impact of existing recommendations, and update on contrast-enhanced ultrasound of the paediatric urogenital tract. *Pediatr Radiol* 2014; 44: 1478-1484

Roberts KB. Subcommittee on Urinary Tract Infection, Steering Committee on quality improvement and management. Urinary tract infection: clinical practice guideline for the diagnosis and management of the initial UTI in febrile infants and children 2 to 24 months. *Pediatrics* 2011; 128: 595-610. DOI: 10.1542/peds.2011-1330

vonRohden L, Bosse U, Wiemann D. Refluxsonographie bei Kindern mit einem Ultraschallkontrastmittel im Vergleich zur Röntgen-Miktionszysturethrographie. *Paediatr Prax* 1995; 49: 49-58

Rolleston GL, Maling TMJ, Hodson CJ. Intrarenal reflux and the scarred kidney. *Arch Dis Childhood* 1974; 49: 531 - 539

Saraga M, Saraga-Babic, M, Arapovic A et al. The intrarenal reflux diagnosed by contrast-enhanced voiding urosonography (ceVUS): A reason for the reclassification of vesicoureteral reflux and new therapeutic approach? *Biomedicines* 2024; 12: 1015

Sauer A, Wirth C, Platzer I, Neubauer H, Veldhoen S, Dierks A, Kaiser R, Kunz A, Beer M, Bley T. Off-label-use of sulfur-hexafluoride in voiding urosonography for diagnosis of vesicoureteral reflux in children: A survey on adverse events. *World J Clin Pediatr* 2017; 8: 52-59. DOI 10.5409/wjcp.v6.i1.52

Schneider KO, Lindemeyer K, Kammer B. Intrarenal reflux, an overlooked entity – retrospective analysis of 1166 voiding cysturethrographies in children. *Pediatr Radiol* 2019; 49: 617 – 625

Seelbach J, Krüger PC, Waginger M, Renz DM, Mentzel HJ. Safety and parents' acceptance of ultrasound contrast agents in children and adolescents – contrast enhanced voiding urosonography and contrast enhanced ultrasound. *Med Ultrason* 2022; 16: 27-32. DOI 10.11152/mu-3196

Siampilis D, Vasiou K, Giarmenitis S, Frimas K, Zavras G, Fezoulidis I. Sonographic detection of vesicoureteral reflux with fluid and air cystography: comparison with VCUG. *RöFo* 1996; 165: 166-169

Simicic Majce A, Arapovic A, Saraga-Babic M et al. Intrarenal reflux in the light of contrast-enhanced voiding urosonography. *Front Pediatr* 2021; 9: 642077

Simicic Majce A, Arapovic A, Capkun V, et al. The spectrum of parenchymal changes in kidneys affected by intrarenal reflux, diagnosed by contrast-enhanced voiding urosonography and DMSA scan. *Front Pediatr*. 2022; 10: 886112

Waginger M, Mentzel HJ. Refluxdiagnostik – Pro MUS. *Akt Urol* 2020; 51: 145-150

Wong LS, Tse KS, Kwok KY, Tsang TK, Fung HS, Chan W, Lee KW, Leung MWY, Chao NSY, Tang KW, Chn SCH. Voiding urosonography with second-generation ultrasound contrast micturating cystourethrography in the diagnosis of vesicoureteric reflux. *Eur J Pediatr* 2014; 173: 1095-1101. DOI 10.1007/s00431-014-2297-3

Wozniak M, Kljucsevsek D, Damasio MB, Lobo L, Mentzel HJ, Ording-Müller LS, Petit P, Riccabona M, Stafrace S, Smets AM, Sofia C, Perucca G. ESR essentials: renal imaging in children – practice recommendations by the European Society of Paediatric Radiology. *Eur Radiol* 2025, DOI 10.1007/s00330-025-12100-3

Xiuzhen Y, Zheming X, Jingjing W et al. Effects of intrarenal reflux on renal growth in children with grades III – V primary vesicoureteral reflux. *J Ultrasound Med* 2024; 43: 2295 – 2302

Yan H, Wu C, Zhou J et al. Reduced kidney size and renal function of high-grade vesicoureteral reflux and intrarenal reflux in contrast-enhanced voiding urosonography. *Front Pediatr*. 2024; 12: 1478436

Yang X, Xu Z, Chen Z, Chen G, Tang D, Ye J, Fu J. Diagnostic role of contrast-enhanced voiding urosonography (ceVUS) in pediatric duplex kidneys – a comparison with voiding cystourethrophx (VCUG). *J Ultrason* 2024; 24: 23. DOI: 10.1557/JoU.2024.0023

Ye ZL, Zhang LH, Zhu L, ChenWJ, Xu D, Lin N. Application of contrast-enhanced ultrasound in the surgical treatment of vesicoureteral reflux in children. *Pediatr Surg* 2023; 40: 10. DOI 10.1007/s00383-023-05605-9

Yousefifard M, Toloui A, Alavi SNR, Neishaboori AM, Ahmadzadeh K, Ghelichkhani P, Safari S, Abbasi A, Ataei N, Hosseini M. Contrast-enhanced voiding urosonography, a possible candidate for the diagnosis of vesicoureteral reflux in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *J Pediatr Urol* 2022; 18: 61-74. DOI: 10.1016/j.jpuro.2021.10.023

Zhang W, Cai B, Zhang X, Zhou J, Qui L, Yi H. Contrast-enhanced voiding urosonography with intravesical administration of ultrasound contrast agent for the diagnosis of pediatric vesicoureteral reflux. *Exp Ther Med* 2018; 16: 4546-4552. DOI 10.3892/etm.2018.6793

ANHANG



Klinikstempel

Elterninformation und Einverständniserklärung für eine Ultraschall- Refluxuntersuchung mit Kontrastmittel (MUS – Miktionsurosonographie)

Liebe Eltern, liebe Sorgeberechtigten,

bei Ihrem Kind _____ geb. am: _____

ist eine Untersuchung vorgesehen, die klären soll, ob der Urin aus der Blase in die Harnleiter und Nieren zurückfließt (Reflux).

Hintergrund

Ein Reflux kann bei einer Blasenentzündung zu einer aufsteigenden Harnwegsentzündung und diese möglicherweise zu einer bleibenden Schädigung der Niere (Narbe) führen. Deshalb kann es indiziert sein zu prüfen, ob bei Ihrem Kind ein solcher Reflux vorliegt. Diese Refluxprüfung wurde früher ausschließlich mittels Röntgenuntersuchung durchgeführt, was mit einer Strahlenbelastung im Bereich der Geschlechtsorgane verbunden ist. Seit einigen Jahren gibt es die Möglichkeit, den Reflux auch mittels Ultraschall zu prüfen und so auf die Strahlenbelastung zu verzichten. Der Refluxnachweis wird durch die Applikation von Ultraschallkontrastmittel in die Harnblase verbessert. In seltenen Einzelfällen kann es erforderlich sein, dass im Anschluss an die sonographische Refluxprüfung noch eine Röntgenuntersuchung angeschlossen wird; dies wird vom betreuenden Arzt mit Ihnen besprochen.

Ultraschallkontrastmittel

Das von uns verwendete Kontrastmittel für Ultraschalluntersuchungen heißt SonoVue®. Es ist eine wässrige Lösung mit vielen kleinsten Bläschen, die ein schwer wasserlösliches Gas enthalten. Das Kontrastmittel wurde ursprünglich entwickelt, um in die Blutgefäße gespritzt zu werden und damit den Blutfluss im Herzen und anderen Organen besser darzustellen. Für die Refluxprüfung wird das Kontrastmittel

SonoVue® in einer sehr geringen Menge über einen dünnen Blasenkatheter in die Harnblase gegeben, um den Harn und dessen Flussrichtung vorübergehend im Ultraschall sichtbar zu machen.

SonoVue® sollte nicht bei Patienten mit bekannter Überempfindlichkeit auf Schwefelhexafluorid oder einen der sonstigen Bestandteile von SonoVue® angewendet werden.

Besteht bei Ihrem Kind eine Allergie gegen Schwefelhexafluorid? Ja ☐ Nein ☐

Untersuchungsablauf

Zunächst erfolgt eine übersichtsmäßige Ultraschalluntersuchung der Blase und der Nieren. Anschließend wird nach Standard unter Beachtung von Hygiene und Desinfektion die Harnröhre katheterisiert. Über diesen dünnen Katheter wird eine geringe Menge SonoVue®-Lösung in die Harnblase eingebracht und anschließend die Blase mit einer angewärmten physiologischen Lösung aufgefüllt und abgewartet, bis Ihr Kind die Blase auf der Untersuchungsfläche entleert. Für eine komplette Refluxprüfung ist dies notwendig, da Reflux teilweise nur während dieser Entleerung zu sehen sind. Oft sind wiederholte Blasenfüllungen notwendig, um eine ausreichende Sicherheit in der diagnostischen Aussage zu erhalten. Das bedeutet, dass man für die gesamte Untersuchung etwas Geduld aufbringen muss. Während der gesamten Zeit werden Nieren und Harnblase abwechselnd sonographiert.

Nach der Untersuchung wird das Ergebnis besprochen und Hinweise zum weiteren Vorgehen werden gegeben. Dies betrifft das Verhalten bei Auftreten eines Harnwegsinfektes mit zeitlichem Bezug zur Untersuchung wie zu besprechende Empfehlungen einer antibiotischen Prophylaxe

Risiken / Nebenwirkungen

1.) Bei der Gabe des Kontrastmittels in die Harnblase sind bisher keine akuten allergischen Nebenwirkungen beobachtet worden.

2.) Reaktionen durch die Katheterisierung

- Trotz Durchführung unter Beachtung der Standards der Hygiene und Desinfektion kannes sehr selten (in 0,6%) zu einer Harnwegsinfektion kommen. Zur Prophylaxe sollte Ihr Kind ein Antibiotikum erhalten, wobei Dosierung und Dauer der Anwendung vom Alter des Kindes abhängen und Ihnen durch den betreuenden Arzt entsprechend empfohlen wird.
- Durch die Desinfektion kann es in seltenen Fällen (in 1,1 %) zu lokalen Reizungen oder milden allergischen Reaktionen der Haut kommen.
- Kleine Schleimhautverletzungen sind selten möglich, sodass manchmal kurzzeitig nach der Untersuchung Beschwerden beim Wasserlassen auftreten können. Sollte Ihr Kind nicht im Strahl die Blase entleeren können bzw. eine Verklebung im Bereich der Harnröhrenöffnung bestehen, berichten Sie das bitte dem Personal vor der Untersuchung

Die Ultraschall-Reflux-Untersuchung bedarf Ihrer schriftlichen Einwilligung. Das Einverständnis zur Untersuchung kann jederzeit von Ihnen oder Ihrem Kind ohne

Angabe von Gründen zurückgezogen werden. Nachteile entstehen Ihnen oder Ihrem Kind daraus nicht. In diesem Fall wird dann die Ultraschalluntersuchung durch eine Röntgenuntersuchung ersetzt. Bitte scheuen Sie sich nicht, Fragen im Zusammenhang mit dieser Untersuchung an die untersuchenden Ärzte zu stellen.

Welche Fragen haben Sie zur Ultraschall-Refluxuntersuchung mit Kontrastmittel?

Einverständniserklärung

Ich habe das Informationsmaterial durchgelesen und bin im Gespräch ausreichend aufgeklärt worden, meine Fragen wurden beantwortet.

- ☐ Ich bin mit der SonoVue®-Refluxuntersuchung bei meinem Kind einverstanden.
- ☐ Ich willige in die vorgeschlagene Untersuchung nicht ein.

Ich bestätige, dass ich ordnungsgemäß über die geplante Leistung aufgeklärt wurde und mit dem Verbleib meiner Aufklärungsunterlagen in der Krankenakte einverstanden bin.

- ☐ Ich verzichte auf die Aushändigung einer Kopie.
- ☐ Ich habe eine Kopie erhalten.

Ort, Datum

Unterschrift eines Sorgeberechtigten

Unterschrift des Arztes

Versionsnummer:	1.0
Erstveröffentlichung:	1.5.2026
Nächste Überprüfung geplant:	30.4.2031

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online