

Tipps & Tricks in der Präanalytik



Band 2: Urinuntersuchungen bei Kleintieren



LABOKLIN



SARSTEDT

Vorwort

Die klinische Labordiagnostik inklusive der Urinuntersuchung ist ein unverzichtbarer Bestandteil der tierärztlichen Praxis. Neben der Hämatologie und der Klinischen Chemie ist die Urinanalyse Teil der sogenannten „minimalen Datenbasis“ bei der diagnostischen Aufarbeitung von Kleintieren mit verschiedenensten (internistischen) Problemen. Zudem gehört die



Prof. Dr. Barbara Kohn

Urinuntersuchung zur regelmäßigen Gesundheitsvorsorge insbesondere bei älteren Hunden und Katzen. Neben der Diagnostik von Erkrankungen dient die Urinanalyse zusammen mit den Blutuntersuchungen auch dem Monitoring verschiedener Erkrankungen und der Therapiekontrolle.

Urin kann durch Auffangen oder mit Hilfe von spezieller Katzenstreu oft einfach und nicht-invasiv gewonnen werden, nur für bestimmte Fragestellungen sind invasive Methoden wie Blasenpunktion oder Katheterisieren nötig. Zahlreiche Untersuchungen können direkt in der Praxis durchgeführt werden, für weitergehende Fragestellungen wird der Urin in ein Diagnostiklabor gesandt.

All das wird im vorliegenden Booklet in acht Kapiteln anschaulich, reichhaltig bebildert und mit kurzweiligen Kommentaren ergänzt besprochen.

Am Anfang steht die Präanalytik – also alle Schritte vor der eigentlichen Analyse des Urins. Und um dieses Thema drehen sich die ersten sieben Kapitel. Darin geht es unter anderem um Indikationen für eine Urinanalyse, geeignete Probengefäße, Probengewinnung, Beschriftung, Lagerung und ggf. Versand des Urins, aber auch ein Kapitel zu Sicherheitsaspekten im Umgang mit potenziell infektiösem Material ist enthalten.

Im letzten Kapitel wird die Urinuntersuchung erläutert: Was muss ich bei der makroskopischen Untersuchung beachten und wie unterscheide ich Hämaturie und Hämoglobinurie? Wie bestimme ich das spezifische Gewicht des Urins? Was muss ich bei der Interpretation der Teststreifenergebnisse beachten? Wie führe ich eine korrekte mikroskopische Sedimentanalyse durch und wie zentrifugiere ich richtig? Wann ist eine bakteriologische Untersuchung indiziert? Und schließlich: Für welche speziellen Fragestellungen ist die Urinanalyse geeignet (von Zytologie über Molekulargenetik bis hin zu Toxikologie).

Dieses Büchlein eignet sich für Tierärzt*innen, tiermedizinische Fachangestellte und auch Studierende der Tiermedizin zum Nachlesen und Nachschlagen.

Prof. Dr. Barbara Kohn studierte an der Ludwig-Maximilians-Universität in München Tiermedizin. Nach ihrer Assistenzzeit an der Veterinärmedizinischen Klinik für Kleintiere an der Universität Zürich absolvierte sie ihr Postdoctoral Research Fellowship an der Universität von Pennsylvania in Philadelphia in den USA. Nach ihrem Auslandsaufenthalt kehrte sie nach Deutschland zurück, habilitierte und übernahm 2003 die Professur an der Klinik für kleine Haustiere an der FU Berlin. Sie ist Fachtierärztin für Kleintiere, Fachtierärztin für Innere Medizin und Diplomate des European College of Veterinary Internal Medicine. Seit 2015 ist sie Mitglied der „Ständigen Impfkommission Veterinärmedizin“ (StiKo Vet) am Friedrich-Loeffler-Institut (Leitung der AG Kleintiere seit 2021) und seit 2016 2. Vorsitzende des European Scientific Counsel Companion Animal Parasites (ESCCAP) in Deutschland. Heute ist sie geschäftsführende Direktorin der Klein- und Heimtierklinik an der FU Berlin.



ANIMAL HEALTH CARE

Deutsche Erstausgabe:
Tipps & Tricks in der Präanalytik
Band 2: Urinuntersuchungen bei Kleintieren
Februar 2025

Dieses Buch ist das Ergebnis einer Kooperation des veterinärmedizinischen Labors LABOKLIN und des Medizintechnikunternehmens SARSTEDT.

Autorinnen: Dr. Maria Brockmann, Dr. Annemarie Baur-Kaufhold, Ida Dolle

Unter Mitarbeit von
Dr. Nicole Steiger, Olena Pozdniakova, Dr. Karin Friedrich, Dr. Angelika Drensler,
Dr. Doris Bismarck & Nicole Dippold

Link zur PDF-Version: www.sarstedt.com/laboklin-urinuntersuchung-vet

© 2025 LABOKLIN & SARSTEDT – alle Rechte vorbehalten



laboklin.de



animalhealthcare.
sarstedt.com

Inhalt

Vorwort	2
1. Was bedeutet Präanalytik?	6
2. Urinuntersuchung:	
Indikationen und Einflussfaktoren	8
2.1. Indikationen für Urinuntersuchungen	10
2.2. Einflussfaktoren von Urinuntersuchungen	12
3. Probengefäße	14
3.1. Urin-Monovette®	16
3.2. Urin-Becher	17
3.3. Urin-Monovette® mit Urin-Becher NFT	17
4. Probengewinnung	18
4.1. Techniken der Uringewinnung/Entnahmearten	19
4.1.1. Entnahmzeitpunkt	21
4.1.2. Spontanurin	22
4.1.3. Katheterurin	25
4.1.4. Zystozentese-Urin	26
5. Sicherheit rund um die Probenentnahme	28
6. Probenkennzeichnung und Probenvorbereitung	30
6.1. Probenbeschriftung	34
6.2. Untersuchungsauftrag	35
7. Lagerung und Transport	36
7.1. Checkliste für den Transport von Urinproben	38
7.2. Probenverpackung und Lagerung bis zum Versand	39
8. Über die Präanalytik hinaus:	
Stolpersteine bei der Urinuntersuchung	42
8.1. Makroskopische Urinuntersuchung	43
8.2. Physikalische Untersuchung	47
8.3. Chemische Untersuchung	49
8.4. Mikroskopische Untersuchung des Urinsediments	55
8.5. Bakteriologische Untersuchung	61
8.6. Weiterführende Untersuchungen aus Urin	62
Literaturverzeichnis	66

1. Was bedeutet Präanalytik?





„Hallo Maus, du bist doch ein Laborexperte, richtig?“

„Ja, ich stehe dir gerne mit Rat und Tat zur Seite!“

„Das finde ich super! Was versteht man eigentlich unter Präanalytik, und warum ist das wichtig zu wissen?“

„Die Präanalytik beinhaltet alle Prozesse, die vor der Laboranalyse ablaufen und einen Einfluss auf das Messergebnis haben können. Schließlich kann selbst bei höchster Präzision moderner Analysengeräte das Messergebnis nur so gut sein, wie es die Probenqualität zulässt.“



Die Präanalytik umfasst alle Bereiche vor der eigentlichen Analyse des Probenmaterials. Hierzu gehören unter anderem Anamnese und klinische Untersuchung, Schritte, aus denen sich die Indikation für die jeweilige Analyse ergibt. Zur Präanalytik zählt auch die Patientenvorbereitung vor der Probengewinnung, die Wahl der korrekten Probengefäße, die Probenentnahme selbst sowie die Probenvorbereitung bzw. -aufarbeitung und gegebenenfalls die Probenlagerung. Wird die Probe in einem externen Labor untersucht, kommen zudem noch die Versandvorbereitung und der Probentransport hinzu. Kurz: der gesamte Weg der Probe bis zum Beginn der Analyse.

Wie aus der Aufzählung ersichtlich, spielt sich der größte Teil der Präanalytik bereits ab, bevor die Probe das Labor erreicht. Tierärzt*innen und Tiermedizinische Fachangestellte (TFA) können in der Praxis entscheidend zu einer guten Probenqualität und damit einem repräsentativen und verlässlichen Ergebnis beitragen. Aufgrund der großen Anzahl potenzieller Fehlerquellen ist es sinnvoll, sich bereits im Vorfeld einer Analyse mit verschiedenen Aspekten der Präanalytik vertraut zu machen.

2. Urinuntersuchung: Indikationen und Einflussfaktoren



Um eine optimale Probenqualität zu gewährleisten und Stress bei der Probenentnahme zu reduzieren, sollten Patientenbesitzer*innen/Halter*innen umfangreich zum Thema Urinuntersuchung informiert werden. Hierzu gehört die Aufklärung über die Indikation für eine Urinuntersuchung bei dem jeweiligen Patienten. Je nach Indikation und Patient kann der Ort der Probengewinnung (zu Hause/beim Spaziergang/in der Praxis) gewählt werden.

Welche Indikationen und Einflussfaktoren es bei der Urinuntersuchung zu beachten gibt, wird im Folgenden betrachtet.



„Wusstest du, dass schon Hippokrates um 400 vor Christus den Geruch und die Farbe von Urin untersuchte und erkannte, dass sich der Urin bei verschiedenen Krankheiten verändert? Und auch heute spielt die Urinanalytik eine zentrale Rolle für die diagnostische Untersuchung.“



2.1. Indikationen für Urinuntersuchungen

Die Aussagekraft von Urinuntersuchungen wird in der Praxis oft unterschätzt, daher werden sie seltener durchgeführt als Blutuntersuchungen^{1,2}. Dabei wird empfohlen, eine Urinuntersuchung als Teil der Basisdiagnostik für jedes Tier mit unspezifischen Erkrankungen durchzuführen. In bestimmten Fällen ist diese sogar besonders wichtig.

Wann sollte eine Urinuntersuchung durchgeführt werden?

- bei Anzeichen für Erkrankungen des Harntrakts oder der Nieren (Strangurie, Dysurie, Hämaturie, Läsionen) oder Massen der Harnblase oder unteren Harnwege, Harninkontinenz, makroskopisch verändertem Urin, vermuteter oder vorangegangener Urolithiasis, bekannter Proteinurie^{1,3}
- bei Patienten mit fieberhafter Allgemeinerkrankung, da Infektionen des Harntraktes auch ohne klinische Symptome zur Sepsis führen können¹
- bei Vorliegen einer Polyurie/Polydipsie¹, um das spezifische Gewicht zu ermitteln und zeitnah Hinweise auf eine Zystitis oder endokrine Erkrankungen (beispielsweise einen Diabetes mellitus oder ein Cushing-Syndrom) zu erhalten
- routinemäßig bei Patienten mit erhöhtem Blutdruck empfohlen¹, da Hypertension und Nierenerkrankung häufig miteinander assoziiert sind und das Vorliegen einer Proteinurie abgeklärt werden sollte
- bei Vorliegen systemischer Erkrankungen mit renaler Problematik (beispielsweise Leishmaniose, Ehrlichiose) als regelmäßige Kontrolluntersuchung
- bei unspezifisch erkrankten Tieren (mit Anorexie, Lethargie oder Gewichtsverlust)¹, denn der Nachweis von Glukose, Ketonkörpern oder Gallenfarbstoffen im Urin kann hilfreiche Hinweise auf das betroffene Organsystem liefern⁴

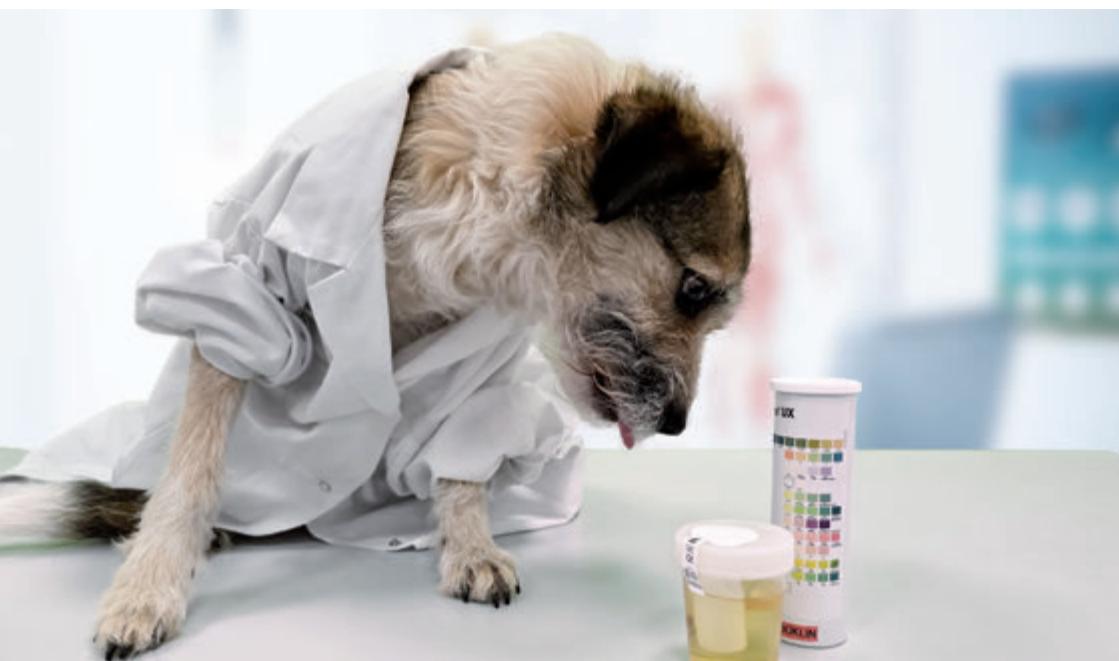


„Eine Urinuntersuchung ist viel häufiger indiziert als gedacht!“

„Genau! Sie liefert viele Informationen und ist dabei meistens noch recht kostengünstig!“



Tiere können auch dann von einer Urinuntersuchung profitieren, wenn sie klinisch unauffällig sind – beispielsweise sofern eine familiäre bzw. rassebedingte Prädisposition bekannt ist oder der Patient mit Medikamenten behandelt wird, welche die Kristallbildung und die Steinbildung begünstigen können^{3,5}. Als häufig anzutreffendes Beispiel sei hier die Behandlung mit Allopurinol genannt⁶. Auch im Rahmen eines präoperativen Screenings oder zur Erstellung eines Status quo kann eine Urinuntersuchung indiziert sein¹.



2.2. Einflussfaktoren von Urinuntersuchungen

Jeder Laboruntersuchung – und somit auch jeder Urinuntersuchung – gehen eine Anamnese sowie eine komplette klinische Untersuchung des Patienten voraus. Wichtig bei der Anamnese ist die Abfrage folgender Informationen:

- Signalement (Geschlecht, Alter, Rasse)
- Dauer und Symptomatik der Erkrankung
- Vorliegen von Polyurie, Polydipsie sowie verändertem Urinabsatzverhalten allgemein
- Gewichtsverlust
- Lebensumstände (besonders bei Katzen)
- Verhaltensänderungen
- Vorbehandlung
- mögliche Aufnahme von Toxinen
- Medikamenteneinfluss



Eine Interpretation der Befunde ist ohne Anamnese und ohne klinische Daten häufig nur eingeschränkt bis gar nicht möglich.

Zusätzlich sollten Informationen zu folgenden Aspekten der präanalytischen Phase vermerkt werden:

- Entnahmezeitpunkt
- Entnahmeart
- Probenversand
(beispielsweise gekühlt und/oder lichtgeschützt)

Es ist unerlässlich, Vor- und Nachteile verschiedener Einflussfaktoren zu kennen und die vorliegenden Konditionen zu dokumentieren¹. Nur dann können mögliche Auswirkungen auch vom behandelnden Fachpersonal bei der Befundinterpretation berücksichtigt werden.



„Die Ergebnisse der Urinuntersuchung können viel einfacher interpretiert werden, wenn man weiß, wie die Probe gewonnen wurde! Es ist also sinnvoll, alle Informationen hierzu direkt auf dem Untersuchungsauftrag und in der Patientenkartei zu notieren.“



3. Probengefäße



Um aussagekräftige und verlässliche Ergebnisse zu erhalten, ist es essenziell, für jede Urinuntersuchung ein sauberes, auslaufsicheres und möglichst luftdicht verschließbares Einmalurinrörchen zu nutzen^{1,3,5}. Das Gefäß sollte zudem unbeschichtet sein und keinerlei Rückstände von Desinfektionsmitteln oder Ähnlichem enthalten⁹. Für die Basisdiagnostik ist es empfehlenswert, immer eine Standardmenge an Urin zu verwenden. Hierfür finden sich in der Literatur verschiedene Mengenvorschläge, welche meist im Bereich zwischen 3 ml und 12 ml liegen^{1,5,13}.



„Maus, kann ich dir ein bisschen frischen Urin in einem Einmachglas vorbeibringen?“

„Halt, stopp! Ein Einmachglas ist kein Urin-Becher! Glas ist gefährlich, weil es beim Transport brechen kann. Außerdem sind diese Behältnisse trotz gründlichen Auswaschens häufig kontaminiert, zum Beispiel mit Zucker- und/oder Spülmittelresten. Außerdem brauchst du genugend Urin. Achte darauf, dass du immer eine standardisierte Menge für deine Untersuchung hast.“



3.1. Urin-Monovette®

Die SARSTEDT Urin-Monovette® ① ermöglicht eine schnelle und sichere Probengewinnung aus einem Katheter oder Urin-Becher ②. Außerdem kann mit der Urin-Monovette® und einer handelsüblichen Luer-Kanüle die Blase direkt punktiert und die Urinprobe entnommen werden ③.

In der Urin-Monovette® kann die Probe direkt zentrifugiert werden ④, um sie für die Sedimentgewinnung und die automatisierte Analyse zu nutzen. Auch eine Urinanalyse mit gängigen Teststreifen ist direkt in der befüllten Urin-Monovette® möglich.

Außerdem eignet sich die Urin-Monovette® für den sicheren Transport und Versand nach ADR (Verpackungsvorschrift P650) und den Gefahrgutvorschriften der IATA.



3.2. Urin-Becher

Urin-Becher werden als Sammelgefäß verwendet, um den Urin aufzufangen. Erhältlich sind Becher in verschiedenen Größen und Reinheitsgraden, transparent oder mit Lichtschutz für die Analyse lichtsensitiver Parameter. Durch eine große Vielfalt an Urin-Bechern bietet SARSTEDT für jede Analytik die optimale Lösung.

Transport und Versand erfolgen in Verbindung mit einem entsprechenden Primärgefäß gemäß den Verpackungsvorschriften P650 des ADR oder den Gefahrgutvorschriften der IATA. Zudem sind die Gefäße flüssigkeits- und geruchsdicht und ermöglichen eine sichere Aufbewahrung.



3.3. Urin-Monovette® mit Urin-Becher NFT

Mit dem neu entwickelten NFT-System lässt sich die Urinprobe mit einer Urin-Monovette® hygienisch und sicher aus dem Urin-Becher NFT gewinnen, ohne den Becher zu öffnen. NFT steht für „needle-free transfer“ – also eine nadelfreie Überführung.



SARSTEDT

4. Probengewinnung



4.1. Techniken der Uringewinnung / Entnahmearten

Das Urinuntersuchungsergebnis hängt ebenso wie seine Aussagekraft von einer Vielzahl an Variablen ab, wie Entnahmeart, Entnahmezeitpunkt, Probenbearbeitung, -lagerung und -versand^{3,5}. Es ist daher unerlässlich, Vor- und Nachteile verschiedener Einflussfaktoren zu kennen und die vorliegenden Konditionen zu dokumentieren¹. Mögliche Auswirkungen können dann auch von Kolleg*innen gedanklich bei der Interpretation berücksichtigt werden.



„In den meisten Fällen wird entweder frischer Morgenurin von zu Hause mitgebracht oder Zystozentese-Urin in der Praxis gewonnen.“



Entnahmearten und ihre Vor- und Nachteile

Entnahmearzt	Vorteile	Nachteile
Spontanurin	<ul style="list-style-type: none"> • einfache Gewinnung, auch durch den Patientenbesitzer*in • nicht-invasiv • keine iatrogen verursachte Hämaturie, welche die Auswertung erschwert 	<ul style="list-style-type: none"> • Kontamination durch Passage Harnröhre, Präputium oder Scheide • Kontamination durch Umwelt • nicht für die bakteriologische Untersuchung geeignet
Katheterurin	<ul style="list-style-type: none"> • einfache Gewinnung beim Rüden, sofern Katheter aus anderen Gründen schon gelegt ist • kann hilfreich sein, wenn nur kleine Urinmengen in der Harnblase vorhanden sind • weniger Kontamination verglichen mit Spontanurin zu erwarten 	<ul style="list-style-type: none"> • nicht routinemäßig empfohlen • Kontamination dennoch möglich • Gefahr von Entzündungen durch (Mikro-)Traumata und/oder Bakterien
Zystozentese-Urin	<ul style="list-style-type: none"> • alle Untersuchungen möglich • reiner Blasenurin > keine Kontamination durch Harnröhre und Geschlechtsorgane • steril gewonnener Urin (für Bakteriologie geeignet) • rasche Entleerung der übervollen Blase 	<ul style="list-style-type: none"> • nicht bei kürzlich vorangegangener Zystozentese • nicht bei Vorliegen von Harnblasentrauma oder Harnblasenatonie • nicht möglich bei gering gefüllter Blase

4.1.1. Entnahmezeitpunkt

Bei Hunden sollte der Entnahmezeitpunkt der Urinprobe nach der jeweiligen Fragestellung und dem Schwerpunkt der Urinuntersuchung gewählt werden. Wird Urin von einer Katze gewonnen, ist der Entnahmezeitpunkt aufgrund der geringeren Variabilität der Urinkonzentration weniger relevant¹. In der Regel wird Morgenurin als Probenmaterial empfohlen¹². Insbesondere, wenn der Fokus auf der Konzentrationsfähigkeit der Niere liegt, ist spontan aufgefangener Morgenurin am hilfreichsten, da hier der Urin in der Regel am besten konzentriert vorliegt³. In jedem Fall sollte der Urin vor einer eventuell nötigen Infusionstherapie entnommen werden¹.

Bei der Sedimentuntersuchung ist zu beachten: Morgenurin ist in der Regel konzentrierter und saurer, daher können Zylinder eventuell noch besser erhalten sein^{4,5}. Er hat allerdings den Nachteil, dass sich die einzelnen Sedimentbestandteile bereits länger in der Harnblase befinden, was zu morphologischen Veränderungen führen kann und somit die Bewertung erschwert. Ein in der Praxis gewonnener Zystozentese-Urin später am Tag kann daher insbesondere für die Beurteilung des Sediments (z.B. die Beurteilung zellulärer Komponenten) sinnvoll sein^{3,5}.

4.1.2. Spontanurin

„Auffangurin“ Mittelstrahlurin:

Zur Beantwortung vieler Fragestellungen ist Spontanurin ausreichend gut geeignet⁹. Die Vorteile dieser Art der Uringewinnung liegen auf der Hand: In den meisten Fällen können die Patientenbesitzer*innen bereits aufgefangenen Urin mitbringen, da es sich um eine nicht-invasive Art der Gewinnung handelt^{1,5}. Dies ist beispielsweise dann von Vorteil, wenn die Konzentrationsfähigkeit der Niere mittels urinspezifischen Gewichtes (USG) im Morgenurin beurteilt werden soll⁵. Die Untersuchung von Spontanurin ist auch dann indiziert, wenn eine Hämaturie vorliegt oder aufgrund der Verdachtsdiagnose (z.B. Zystitis) vorliegen könnte^{1,3,5,10}. Bei Hämaturie und beobachtetem Spontanurinabsatz kann eventuell sogar aufgrund des zeitlichen Auftretens der Hämaturie die Blutung lokalisiert werden: Blutungen des oberen Harntraktes oder diffuse Blutungen können vermutet werden, wenn die Hämaturie während des gesamten Urinabsatzes auftritt; eine Blasenläsion führt meistens zu einer Blutbeimengung am Ende des Urinabsatzes⁴. Eine Hämaturie unabhängig vom Urinabsatz weist auf eine Lokalisation der Problematik in Urethra oder Geschlechtsorganen (Uterus, Vagina, Prostata) hin⁴. Bei von Besitzer*innen aufgefangenem Urin ist allerdings häufig unklar, welche Miktionssphase beprobt wurde¹.

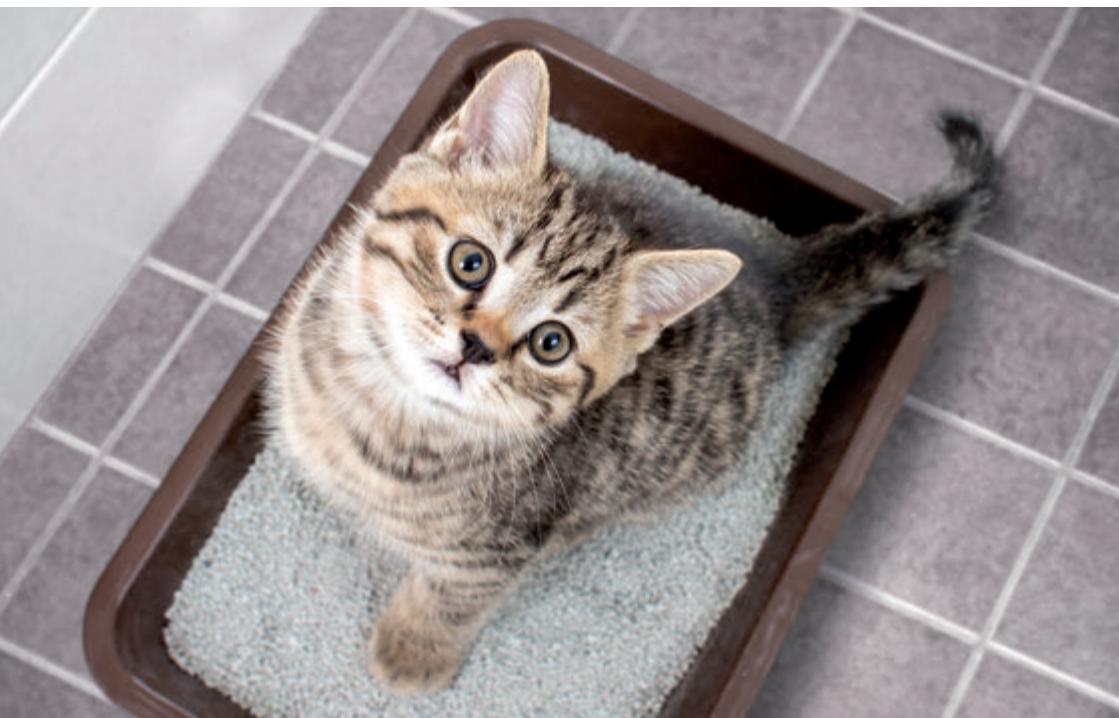


„Warum ist bei Hämaturie Spontanurin die Probe der Wahl?“

„Bei Spontanurin ist keine Blutkontamination durch iatrogene Manipulation zu erwarten.“



Problematisch bei Spontanurin ist die zu erwartende Kontamination der Probe durch Präputium/Scheide und/oder unteren Harntrakt^{1,4}. Diese kann unter anderem Zellen, Bakterien oder Spermien enthalten^{4,5,10}. Für eine kulturelle bakteriologische Untersuchung ist diese Art der Proben-gewinnung daher weniger geeignet¹. Das „Auffsaugen“ von Urin vom Boden oder aus der Katzentoilette sollte möglichst vermieden werden, weil hier das Risiko einer Kontamination deutlich gesteigert ist. So können Verunreinigungen mit Schmutzpartikeln, Umweltmaterial wie Pflanzenresten, Haaren oder Pollen die relevanten Urinbestandteile über-decken und eine Beurteilung erschweren. Insbesondere bei Katzen kann es jedoch schwierig sein, an eine spontane Urinprobe zu gelangen. Hierbei ist die Verwendung von nicht-saugfähigem Material anstelle von Katzenstreu in der Katzentoilette hilfreich (beispielsweise in Form hydrophober Materialien, welche zum Zweck der Uringewinnung im Handel erhältlich sind¹).



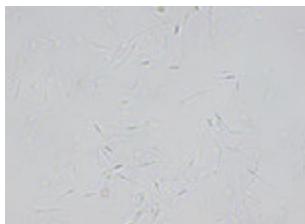
Mögliche Kontaminanten in einer aufgefangenen Urinprobe



Pflanzenteile, Urinsediment, ungefärbt, 200fache Vergrößerung



Pollen, Urinsediment, ungefärbt,
500fache Vergrößerung



Spermien, Urinsediment, ungefärbt,
500fache Vergrößerung



Verunreinigung, dadurch Beurteilung
des Urinsediments nur unter Ein-
schränkung möglich, Urinsediment,
ungefärbt, 500fache Vergrößerung



Stärkekörner, Urinsediment, un-
gefärbt, 500fache Vergrößerung

4.1.3. Katheterurin

Die Entnahme von Urin mittels Katheter wird vor allem bei Rüden genutzt, insbesondere wenn bereits aus anderen Gründen ein Katheter gelegt worden ist⁵.

Diese Methode ist jedoch oft weniger ideal als vielleicht auf den ersten Blick gedacht, denn sie geht einher mit einigen Risiken für Patient und Probe. Sie wird daher für die Gewinnung von Urin nicht routinemäßig empfohlen¹. Für den Patienten ergibt sich die Gefahr von Entzündungen durch (Mikro-)Traumata und/oder Bakterien^{1,4,5}. Das Risiko für Infektionen ist vor allem dann erhöht, wenn es sich um einen bereits immunsupprimierten Patienten handelt (beispielsweise bei Vorhandensein eines Diabetes mellitus, einer Infektion der unteren Harnwege oder eines Cushing-Syndroms) und/oder anatomische Anomalien vorliegen^{1,5}. Unbedingt sollte Katheterurin daher so steril wie möglich gewonnen werden (Einmalkatheter, Reinigung von Scheide/Präputium, Handschuhel)⁴. Auch bei mittels Katheter gewonnenem Urin ist eine Kontamination durch Bakterien und Zellen des unteren Harntrakts zu erwarten^{1,4,5}.



SARSTEDT

4.1.4. Zystozentese-Urin

Mittels Zystozentese gewonnener Urin bietet einige Vorteile, beispielsweise ist keine Verunreinigung durch Urethra und Genitaltrakt zu erwarten und es liegt, verglichen mit der Methode der Katheterisierung, nur ein geringes Infektionsrisiko vor^{1,5,10}. Sie ist daher die Entnahmemethode der Wahl, wann immer eine bakterielle oder mykologische Untersuchung der Probe erfolgen soll^{1,10}. Die Patienten tolerieren die Urinentnahme mittels Zystozentese zudem oft besser als die mittels Katheter^{1,5}.

Obwohl die Zystozenthese zahlreiche Vorteile bietet, sollten auch einige Gegenanzeichen beachtet werden:

- Tiere mit erhöhtem Blutungsrisiko sollten nicht punktiert werden⁵.
- Auch bei kürzlich vorangegangener Zystozentese oder dem Vorliegen von Harnblasentrauma oder Harnblasenatonie sollte von einer Zystozentese abgesehen werden¹.
- Bei Verdacht auf das Vorliegen eines Übergangszellkarzinoms kann es zu einer iatrogenen Verbreitung von Tumorzellen kommen¹¹.
- Für Patienten mit wenig bis kaum gefüllter Harnblase ist diese Entnahmemethode nicht gut geeignet⁹.
- Bei übervoller Blase besteht die Gefahr einer Ruptur⁴.

Es wird empfohlen, die Punktionsnadel nur Ultraschall-gestützt durchzuführen⁵. Ein Kontaminationsrisiko der Probe besteht insbesondere durch Einblutung bei Punktionsnadel, welche in variablem Umfang auftreten kann und verstärkt bei Vorliegen einer Zystitis zu erwarten ist^{1,5}.



„Das manuelle Ausdrücken der Harnblase sollte möglichst unterbleiben, da es zu traumatisch bedingter Hämaturie, dem Reflux von infektiösem Urin oder gar einer Blasenruptur führen kann^{1,4,5}. Außerdem kann es für den Patienten sehr schmerhaft sein!“





Ultraschall-gestützte Punktion der Harnblase mit einer Urin-Monovette®

5. Sicherheit rund um die Probenentnahme



Urin ist stets als potenziell infektiöses Material zu behandeln! Einige Infektionserreger können über den Urin ausgeschieden werden. Urin stellt somit ein zoonotisches Risiko dar^{14–16}. Prominentestes Beispiel hierfür sind Leptospiren. Aufgrund des zoonotischen Risikos bei Kontakt mit Tieren empfiehlt es sich, spezifische Sicherheitsregeln in der eigenen Praxis zu implementieren und durch regelmäßige Nutzung auch einzuüben. Hierzu gehören die Beachtung der allgemeinen Hygiene sowie das Einhalten geeigneter Arbeitsschutzmaßnahmen (Handschuhe, gegebenenfalls Mund- und Augenschutz, Abdeckung von offenen Wunden etc.). Dies gilt gleichermaßen bei Arbeiten, bei denen ein Kontakt mit potenziell infektiösem Urin erwartbar ist (z.B. Gewinnung, Bearbeitung und Untersuchung). Das (Wieder-)Verwenden von möglicherweise kontaminierten Ausrüstung ist zu vermeiden! Für das Sammeln von spitzen oder scharfen Gegenständen (z.B. Spritzen mit Kanülen, Objekträger) müssen geeignete Abfallbehältnisse zur Verfügung stehen. Diese dürfen nicht überfüllt werden.

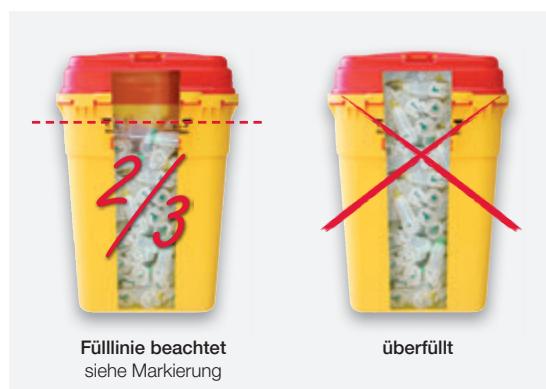
Empfehlung:

Multi-Safe nur zu ca. 2/3 des Volumens befüllen!

Multi-Safe nicht überfüllen:

Verletzungsgefahr!

Fülllinie beachten!



„Wie siehst du denn aus?“

„Das Tragen von Schutzkleidung kann die Ansteckung mit zoonotischen Erregern verhindern!“



6. Probenkennzeichnung und Probenvorbereitung



Die Probe sollte unmissverständlich (beispielsweise mittels Barcode) gekennzeichnet werden, damit sie eindeutig dem Patienten zugeordnet werden kann. Es ist zweckmäßig, die Kennzeichnung auf dem Probengefäß und nicht auf dem Verschluss vorzunehmen, um spätere Verwechslungen auszuschließen^{1,5}. Die Kennzeichnung sollte Informationen zum Namen des Patienten sowie des*der Besitzer*in, zur Tierart, dem Probenmaterial und der Entnahmemethode enthalten¹. Bei verzögerter Untersuchung, beispielsweise aufgrund des Versandes an ein externes Labor, sollte auch der Entnahmezeitpunkt dokumentiert werden. Es ist daher in der Regel einfacher und sicherer, Barcodes zu verwenden, um den Beschriftungsaufwand zu minimieren. Ein sofortiges festes Verschließen der Probe ist zweckmäßig. Dies reduziert das Risiko eines versehentlichen Auslaufens im hektischen Praxisalltag und minimiert die Verdunstung potenziell vorhandener flüchtiger Substanzen (beispielsweise Ketonkörper)^{4,5}.



Merke

„Vor jeder Bearbeitung muss sichergestellt sein, dass die Proben eindeutig dem jeweiligen Patienten zugeordnet werden können und korrekt etikettiert sind!“



Die Urinuntersuchung (physikalisch, chemisch, mikroskopisch) sollte so schnell wie möglich erfolgen, idealerweise innerhalb von 30 Minuten nach Gewinnung^{3,5}. Ist dies nicht möglich, sollte der Urin sofort auf Kühlschranktemperatur (etwa 4 °C) gekühlt und vor Licht geschützt werden, um den möglichen Abbau von Bilirubin zu verhindern, Bakterienwachstum zu hemmen und die Zell- sowie Zylinderdegeneration zu verlangsamen^{1,3–5}.



„Wenn sich die Fragestellung einer Kristallurie ergibt, sollte der Urin möglichst innerhalb von 30 Minuten untersucht und nicht gekühlt werden.“



Mögliche Veränderungen bei zeitverzögerter Untersuchung sind zahlreich und können unter anderem makroskopische Veränderungen in Farbe, Geruch und Trübung umfassen¹³. Alkalisierung (Erhöhung des pH-Wertes > 7 bei Hund und Katze), Abbau von Glukose und Bilirubin, Verflüchtigung von Ketonen sowie Veränderung in Anzahl und Morphologie von Zellen, Zylindern und Kristallen können ebenfalls die Folge sein^{4,5,13}. Die Anzahl vorhandener Bakterien kann sich je nach Lagerungsumgebung erhöhen oder verringern^{1,13}.

Bevor mit der Untersuchung (makroskopisch, physikalisch, chemisch, mikroskopisch) begonnen wird, müssen gekühlte Urinproben unbedingt wieder auf Raumtemperatur gebracht werden^{4,5,10}. Ansonsten besteht die Gefahr fehlerhafter Ergebnisse, da die enzymatischen Testprinzipien auf den Streifentests temperaturabhängig sind⁴. Auch das urinspezifische Gewicht (USG) kann bei gekühltem Urin falsch-hoch gemessen werden und Kristalle können ausfallen¹⁰. Gekühlter Urin erscheint zudem häufig trüb^{3,12}.



„Ich bringe die Proben dann schon mal direkt zur Weiterbearbeitung ...“

„Halt! Proben dürfen das Entnahmzimmer und den Patienten erst verlassen, wenn sie mit dem entsprechenden Barcode, der dem jeweiligen Patienten zugewiesen ist, beklebt sind.“



6.1. Probenbeschriftung

Eine korrekte Probenbeschriftung ist die Voraussetzung für eine zuverlässige Zuordnung der Probe zum jeweiligen Patienten. Die Beschriftung muss auf dem Probenkörper direkt erfolgen und sollte permanent sein. Daher empfiehlt sich die Kennzeichnung der einzelnen Proben mittels Barcodeetiketten. Üblicherweise können praxispezifische Barcodeetiketten kostenlos angefordert werden. Wird die Probe manuell beschriftet, sollte dies mit einem nicht abwischbaren Stift erfolgen und folgende Angaben sollten enthalten sein: Besitzername, Tierart, Tiername, Probenmaterial sowie gegebenenfalls Entnahmzeitpunkt. Bei Urinproben ist es zweckmäßig, zudem die Entnahmearzt zu dokumentieren. Insbesondere Angaben zur Probenart werden häufig vergessen, sind jedoch entscheidend. Daher sollte darauf geachtet werden, dass die Probe klar als Urinprobe gekennzeichnet ist. Auf diese Weise können Ressourcen und Zeit von Praxis- sowie Labormitarbeitern*innen eingespart werden.



6.2. Untersuchungsauftrag

Das sorgfältige Ausfüllen des zugehörigen Untersuchungsauftrags (in Papierform oder online) ist wichtig für eine reibungslose Probenbearbeitung im Labor. Gerne können hier auch Hinweise auf vorangegangene Untersuchungsergebnisse sowie klinische Angaben zum Patienten vermerkt werden.

Material	
Praxisstempel	
Patientendaten	
Was soll gemacht werden	

Ideale Beschriftung auf dem Untersuchungsauftrag:
Gewünschten Test so markieren, dass keine anderen
Felder berührt werden! **Wichtig: Vorbericht und mögliche
Vorbehandlungen und Medikamentengaben nicht vergessen!**



„Das korrekte Probenmaterial steht immer schon direkt auf dem Antrag neben der gewünschten Untersuchung. Bei Unsicherheiten kann aber auch ein kurzer Anruf im Labor helfen!“

„Vor jedem Versenden immer noch mal prüfen: Passt der Barcode auf meiner Probe zum Barcode auf dem Untersuchungsauftrag?“



7. Lagerung und Transport



Sobald feststeht, welche Untersuchungen gewünscht sind, kann das entsprechende Probenmaterial gewonnen werden. Informationen zum Probenmaterial sowie zu der benötigten Probenmenge sind in der Regel aus den Angaben auf dem Untersuchungsauftrag ersichtlich. Während manche Untersuchungen auch aus älterem sowie ungekühltem Material möglich sind, muss für andere eine durchgehende Kühlung gewährleistet sein. In jedem Fall sollten jedoch starke Temperaturschwankungen auch schon während der Vorbereitung des Versandes an ein externes Labor vermieden werden, beispielsweise indem ein Überhitzen der Probe im warmen Auto verhindert wird²⁸. Bei einigen Fragestellungen ist zudem ein Lichtschutz empfehlenswert, beispielsweise wenn auf Bilirubin untersucht werden soll^{4,29}.

Idealerweise sind Hinweise zum benötigten Probenmaterial und seinen Transportbedingungen direkt dem jeweiligen Untersuchungsauftrag zu entnehmen. Bei dem externen Labor Laboklin kann das erforderliche Probenmaterial beispielsweise direkt rechts neben der Leistung abgelesen werden. Sofern ein Lichtschutz oder eine Kühlung erforderlich ist, ist dies ebenfalls vermerkt. Die Kennzeichnung für eine Kühlung ist auf dem Untersuchungsauftrag in Form eines Ausrufezeichens („!“) neben der jeweiligen Leistung dargestellt. Es ist zu beachten, dass nicht nur die Kühlakkus, sondern auch die Proben vor dem Transport entsprechend vortemperiert werden müssen, da die Kühle-/Gefrierleistung von Akku und Box nicht ausreicht, um Proben adäquat herunterzukühlen oder einzufrieren. Gefriercontainer werden von Laboklin kostenfrei gegen die übliche Versandpauschale zur Verfügung gestellt. Der Erwerb personalisierter Kühlcontainer ist nicht mehr nötig.

7.1. Checkliste für den Transport von Urinproben

- Proben sicher verschließen und aufrecht stehend lagern (Verluste vermeiden)
- Probe ausreichend kennzeichnen (Barcode auf dem Probengefäß lesbar)
- Lichtschutz und Kühlung, sofern für die angeforderte Untersuchung erforderlich



„Achtung: Geforderte Lagerungs- und Transportbedingungen für den gewünschten Parameter beachten! Bilirubin beispielsweise baut sich unter dem Einfluss von Licht ab! Für eine korrekte Messung von Bilirubin ist es daher essenziell, die Probe bis zur Messung vor Lichteinfluss zu schützen und kühl zu lagern bzw. zu transportieren.“

„Das stimmt – gleichzeitig sollte darauf geachtet werden, dass Proben für andere Untersuchungen auf keinen Fall eingefroren werden sollen – dies betrifft zum Beispiel EDTA-Proben, aus denen ein Blutbild erstellt werden soll.“



7.2. Probenverpackung und Lagerung bis zum Versand

Von grundlegender Bedeutung ist die sichere Verpackung: Diese verhindert Probenverlust durch Auslaufen und dient dem Schutz aller Personen, die mit der Probe in Kontakt kommen. Bei Urinproben in Marmeladengläsern besteht zudem Bruchgefahr sowie das Risiko einer Glukosekontamination durch Marmeladenreste.

Proben mit noch auf der Spritze aufgesetzten Kanülen sollten dringend vermieden werden. Sie stellen eine ernste Verletzungsgefahr für die Untersuchenden dar. Bei der Einsendung von Proben mit besonders hohem zoonotischen Potenzial (beispielsweise bei bestehendem Verdacht auf eine Infektion mit Leptospiren) sollte eine entsprechende Information bereits klar ersichtlich auf der Außenverpackung aufgebracht werden.



*„Achtung! Urin niemals in einer Spritze versenden.
Es besteht nicht nur Auslaufgefahr, sondern vor
allem Verletzungs- sowie Infektionsgefahr!“*



Es ist wichtig, die Proben bis zum Versand entsprechend dem Anforderungsprofil (beispielsweise gekühlt, gefroren, lichtgeschützt) zu lagern.

Für den Versand selbst sollte möglichst ein Kurierunternehmen für den zügigen Transport genutzt werden.



Eine korrekte Umverpackung (Sekundärgefäß) für jede einzelne Probe inklusive saugfähiger Einlage sorgt für maximalen Schutz. Alle Proben inklusive Sekundärgefäß müssen dann noch einmal in eine Außenverpackung verpackt werden!



„Probenbehälter und Versandmaterial werden von den meisten Laboren zur Verfügung gestellt.“





Alle Proben müssen auf der Außenverpackung gekennzeichnet sein: entweder mit „freigestellte veterinärmedizinische Probe“ für nicht ansteckungsgefährliche Proben oder mit dem Aufkleber UN3373 nach der Gefahrstoffverordnung für potenziell infektiöse veterinärmedizinische Proben. Die dafür nötigen Aufkleber können im Labor angefordert werden.



Versand diagnostischer Proben der Gefahrstoffklasse UN3373:

- Die Probenverpackung muss genügend widerstandsfähig sein, sodass Stöße/ Belastungen (Vibrationen/Temperatur-/Feuchtigkeits-/Druckänderungen) bei einer normalen Beförderung zu keiner Beschädigung/ keinem Austritt des Inhalts führen können.
- Es ist ein Probengefäß bzw. Primärgefäß und zusätzlich ein Versandgefäß bzw. die Sekundärverpackung sowie eine Außenverpackung erforderlich.
- Das Primär- oder Sekundärgefäß bzw. die Sekundärverpackung muss einem Innendruck von 95 kPa (0,95 bar) standhalten können (siehe weitere Vorschriften für Transport und Verpackung direkt im ADR, bei Post/DHL).
- Das Sekundärgefäß bzw. die Sekundärverpackung oder die Außenverpackung muss starr sein.
- Gemäß den Gefahrgutvorschriften der IATA ist beim Lufttransport immer eine starre Außenverpackung erforderlich und das Primär- oder Sekundärgefäß bzw. die Sekundärverpackung muss bei Temperaturen von -40 bis 55 °C einem Innendruck von 95 kPa (0,95 bar) standhalten können.
- Die Außenverpackung muss auf einer Oberfläche eine Abmessung von mind. 100 x 100 mm aufweisen.
- Das Versandstück muss einer Fallprüfung aus mind. 1,2 m Höhe standhalten.



„Für den korrekten Probentransport ist immer die einsendende Person verantwortlich!“



8. Über die Präanalytik hinaus: Stolpersteine bei der Urinuntersuchung



Die Basisdiagnostik für Urinuntersuchungen umfasst die makroskopische, physikalische, chemische und mikroskopische Untersuchung. Eine valide Interpretation dieser Untersuchungsergebnisse ist nur möglich, wenn Patientendaten (Signalement, Anamnese, klinische Befunde, evtl. weitere Laborbefunde) sowie Entnahmearzt bekannt und Informationen zur Probenlagerung vorhanden sind.

Im folgenden Kapitel wird auf die verschiedenen Urinuntersuchungen näher eingegangen und die Besonderheiten werden anhand anschaulicher Beispiele erklärt.

8.1. Makroskopische Urinuntersuchung

Makroskopisch werden beurteilt:

- Geruch
- Farbe
- Konsistenz
- Trübung (vor und nach Zentrifugation)



„Achtung: Wird Urin zeitverzögert untersucht, kann es – insbesondere bei konzentriertem Urin – durch Bakterienwachstum, Kristall- oder Proteinausfällung – zur Trübung kommen“.



Geruch, Farbe, Konsistenz und Trübung sollten immer an einem frischen, warmen, gut durchmischten Urin beurteilt und tierartspezifisch interpretiert werden^{1,4}. Die Beurteilung der Farbe findet am besten gegen eine weiße Fläche statt¹.

Eine farblose oder helle Urinfarbe kann auf eine geringe Dichte und damit geringe Konzentration hindeuten. Eine dunkelgelbe Farbe kann auf eine hohe Urindichte hinweisen^{10,17}. Mögliche Farbveränderungen sind beispielsweise rötlicher bis rotbrauner Urin, welcher für das Vorhandensein von Erythrozyten, Hämo- oder Myoglobin sprechen kann, oder gelbbrauner bis gelbgrüner Urin aufgrund von Bilirubin^{4,10,12}.

Auch oxidative Prozesse können die Farbe beeinflussen, daher sollte möglichst frischer Urin beurteilt werden¹. Vorsicht auch, sofern anamnestisch eine Vorbehandlung bekannt ist: Medikamente und Futtermittel können die Urinfarbe ebenfalls verändern⁴.

Allerdings waren bei einer Studie bei 90 % der Hunde und Katzen mit auffälliger Urinfarbe auch Veränderungen in der weiteren Urinuntersuchung feststellbar¹. Eine Veränderung durch Medikamente und Futtermittel scheint daher weniger häufig zu sein.

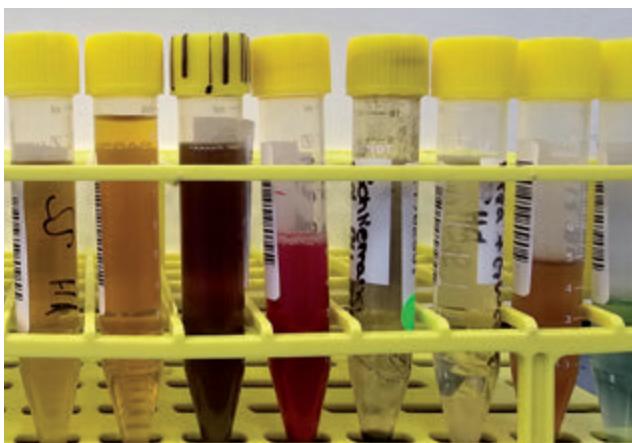


„Achtung: Sind Farbstoffe (Bilirubin, Hämoglobin, Futterfarbstoffe) vorhanden, kann eine Verwechslung mit stark konzentriertem Urin leicht passieren^{4,10}.“



Das Vorhandensein von Bakterien, Kristallen, Schleim, Eiter, Blut oder zellulären Elementen kann zu einer Trübung des Urins führen^{4,10}. Da Trübungen auch durch Kontamination mit Faeces sowie anderen Sekreten auftreten können¹³, sollte die Art der Probengewinnung dokumentiert und zur Interpretation herangezogen werden.

Die Beurteilung des Uringeruchs wird häufig vermieden, hierbei spielt sicher auch Ekel eine Rolle. Dennoch: Eine kurze Duftprobe kann hilfreich sein und beispielsweise auf Ureaseproduzierende Bakterien (stechend ammoniakartig), Diabetes mellitus (süßlich) oder sogar eine Ketose (obstartig nach Aceton) hinweisen⁴.



„Eine starke oder abnorme Färbung des Urins kann auch das Ablesen der chemischen Reaktionen vom Teststreifen erschweren oder unmöglich machen¹³!“



Hämaturie vs. Hämoglobinurie

Als Hämaturie wird das Vorhandensein von Blut im Urin bezeichnet. Der Urin kann dabei in Abhängigkeit von der Anzahl der Erythrozyten mehr oder weniger stark rötlich gefärbt sein.

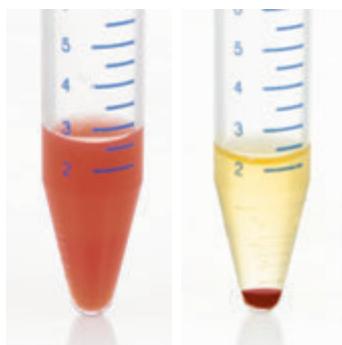
Eine Hämoglobinurie ist ein Hinweis auf ein extrarenales Geschehen, bei dem Erythrozyten zerstört werden (Hämolyse) und das freigesetzte Hämoglobin nicht in der Leber abgebaut werden kann. Die rote Färbung des Urins wird dann nicht durch intakte Erythrozyten, sondern durch das aus ihnen freigesetzte Hämoglobin verursacht.

Doch wie unterscheidet man Hämaturie von Hämoglobinurie?

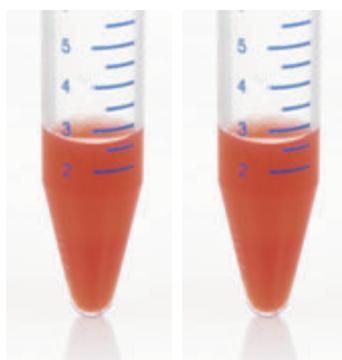
Eine Möglichkeit ist die Zentrifugation: Bei Vorliegen einer Hämaturie sinken die intakten Erythrozyten als Sediment zu Boden – der Überstand bleibt klar. Bei einer Hämoglobinurie bleibt der Überstand rötlich (siehe Abbildungen rechts)⁴.

Achtung: Eine Hämolyse kann auch artifiziell ausgelöst werden, beispielsweise durch das lange Stehenlassen von – insbesondere alkalischem – Urin⁴.

Hämoglobinurie – auch nach Zentrifugation findet sich kein Sediment aus intakten Erythrozyten, der Überstand bleibt rötlich gefärbt.



Hämaturie vor und nach Zentrifugation



Hämolyse vor und nach Zentrifugation

8.2. Physikalische Untersuchung



„Vor der weiteren Analyse sollte der Urin gut durchmischt werden^{5,12}!“



Physikalisch Untersuchung: das urinspezifische Gewicht (USG)

Das urinspezifische Gewicht wird mit einem Refraktometer bestimmt und kann einen Hinweis auf die Tubulusfunktion geben⁴. Ein besonders hohes USG findet sich jeweils am Morgen¹⁰, weshalb in der Regel Morgenerurin für die Untersuchung verwendet wird. Aber nicht nur für die Einschätzung der Konzentrationsfähigkeit der Niere ist das USG von Bedeutung. Das USG ist ebenso wichtig für die Bewertung semiquantitativer Urinuntersuchungsergebnisse^{4,10}. Ein mittlerer Urin-Protein-Gehalt beispielsweise ist in einem wenig konzentrierten Urin deutlich ernster zu nehmen als in einem Urin mit hohem USG.

Für die Untersuchung kann nativer Urin oder der Überstand nach Sedimentation genutzt werden^{5,18}. Die Verwendung des Überstandes kann vorteilhaft sein, wenn im Urin viele unlösliche Komponenten vorhanden sind³.



„Das USG sollte stets mittels Refraktometer und nicht mittels Urinstreifentest ermittelt werden^{10,12}.“



SARSTEDT

Um ein aussagekräftiges Ergebnis zu erhalten, ist die Temperatur entscheidend: Wird das Refraktometer mit destilliertem Wasser auf Raumtemperatur kalibriert, sollte die Urinprobe ebenfalls Raumtemperatur haben, da sich mit steigender Temperatur auch die Dichte ändert⁴. Deshalb ist es wichtig, im Kühlschrank gelagerte Urinproben vorab auf Raumtemperatur zu erwärmen.

Im Gegensatz zu vielen anderen Untersuchungskomponenten der Urinanalyse wird das USG nicht signifikant durch Lagerung beeinflusst¹⁸.



„Achtung: Das USG kann auch durch Blutkontamination verfälscht werden¹⁹.“



8.3. Chemische Untersuchung

Die chemische Untersuchung geht üblicherweise schnell und ist mit minimaler Ausstattung (Teststreifen, Pipette) durchführbar. Dennoch gibt es einiges zu beachten, wenn man verlässliche Ergebnisse erhalten will: Aufgrund ihrer Empfindlichkeit sollten beispielsweise Teststreifen nach Anbruch der Packung zeitnah (je nach Hersteller meist innerhalb von 3 Monaten) verbraucht und abgelaufene Teststreifen nicht mehr genutzt werden^{1,3}. Wichtig ist auch, die noch ungenutzten Streifen dunkel und nach Anweisung des Testherstellers zu lagern^{1,3}. Das Ablesen der Teststreifen muss zwingend innerhalb eines gewissen Zeitfensters (nach Herstellerangaben) erfolgen. Ergebnisse, die durch späteres Ablesen entstehen, sind diagnostisch ohne Bedeutung. Das Ablesen kann visuell oder mittels Photometer erfolgen⁹.

Vorbereitung: Nach Durchmischung der Urinprobe wird ca. 1 ml Urin mit einer Pipette aufgenommen.



„Vom Boden oder aus der Katzentoilette ‚aufgesaugter‘ Urin ist nicht für die chemische Untersuchung geeignet.“



SARSTEDT

Ausführung: Für die chemische Untersuchung des Urins wird mit der Pipette jeweils ein Tropfen der Urinprobe pro Feld aufgetragen. Alternativ kann der Teststreifen je nach Herstellerangaben auch in den Urin getaucht werden.



„Abgelaufene Streifen sollten nicht mehr verwendet werden!“

„Es ist außerdem wichtig, sich genau an die Herstellerangaben zu halten. Werden die Felder zu spät abgelesen, sind die Ergebnisse nicht valide!“



Auf handelsüblichen Teststreifen finden sich in der Regel die folgenden Testfelder:

pH-Wert:

Hund und Katze weisen bei arttypischer Ernährung einen Urin-pH-Wert zwischen 5,0 und 7,5 auf^{4,10}. Er wird durch zahlreiche präanalytische Faktoren (stark) beeinflusst. So ist beispielsweise zu erwarten, dass bei Raumtemperatur an der Luft gelagerter Urin alkalischer wird¹⁰. Auch Medikamente sowie Fütterungszeitpunkt und -art beeinflussen den Urin-pH-Wert und können so die Aussagekraft des gemessenen Wertes einschränken^{4,7}. Neben der pH-Wert-Messung mittels Teststreifen stehen für exaktere Messungen ein pH-Meter oder auch spezielle Teststreifen zur Verfügung¹⁰.



„Die Angaben der jeweiligen Hersteller zu testfeldspezifischen Störfaktoren sind bei der Interpretation der Teststreifen immer zu beachten!“



Protein:

Stark alkalischer Urin kann zu einem falsch-positiven Ergebnis führen⁴. Eine lagerungsbedingte Alkalisierung des Urins ist daher präanalytisch möglichst zu vermeiden. Auch Reste von Desinfektionsmitteln können zu falsch-positiven Ergebnissen führen^{3,12}. Falsch-positive Ergebnisse können weiterhin bei blutigem Urin durch Bluteiweiß oder bei Vorliegen einer Entzündung auftreten. Falsch-negative Ergebnisse sind ebenfalls möglich, beispielsweise bei saurem oder wenig konzentriertem Urin^{7,9}. Ebenfalls wichtig zu wissen: Die üblicherweise genutzten Teststreifen reagieren bei der Bestimmung von Protein aus dem Urin deutlich sensitiver auf Albumin als auf Globuline¹⁰.



„Im stark alkalischen Urin können Teststreifen Protein falsch-hoch anzeigen – dann kann die Proteinmessung mittels Protein-Kreatinin-Quotienten im Urin (UPC) eine bessere Einschätzung der Proteinurie liefern.“



Der (wiederholte) Nachweis von Proteinen im Urin sollte immer zur Aufarbeitung der Proteinurie mittels anamnestischer, klinischer und weiterer labordiagnostischer Untersuchungen führen. Dabei sollten extrarenale Ursachen wie beispielsweise Fieber, Stress, Glukokortikide, Pigmenturie⁹ oder Zystitis vorab abgeklärt werden (mikroskopische Sedimentbeurteilung nicht vergessen). Je nach Ergebnis können im Anschluss weitere Tests aus Urin sinnvoll sein. Hierzu zählen beispielsweise die Quantifizierung der Urinproteinmenge mittels Protein-Kreatinin-Quotienten im Urin (UPC), eine Urinelektrophorese oder die Untersuchung auf Bence-Jones-Proteine. Für die Quantifizierung der Proteinurie mittels UPC sollte möglichst Zystozentese-Urin verwendet werden⁴. Gleichzeitig ist zur Ermittlung des UPC zwingend auch eine vollständige physikalische, chemische und mikroskopische Urinuntersuchung durchzuführen, da positive Ergebnisse auch bei prärenaler oder postrenaler Proteinurie auftreten können.



„Desinfektionsmittel mit Chlorhexidin oder Ammoniumchlorid können zu einem falsch-positiven Ergebnis im Proteintestfeld führen³ – dies kann beispielsweise bei ‚aufgesaugtem‘ Urin auftreten.“



Hämoglobin/Myoglobin/Erythrozyten:

Bei Vorhandensein von Hämoglobin und/oder Myoglobin und/oder Erythrozyten in signifikanter Menge kann ein positives Testergebnis erwartet werden. Der Test ist sensitiver gegenüber Hämoglobin als gegenüber intakten Erythrozyten¹⁰. Zur Differenzierung sind sowohl anamnestische und klinische als auch weitere labordiagnostische Informationen nötig: Warum wird der Patient vorstellig? Wie wurde die Probe gewonnen? Wie verhält sich die Probe bei Zentrifugation (siehe Hinweis im Abschnitt „Makroskopische Urinuntersuchung“ S. 43 ff.)? Sind auf dem Testfeld einzelne Punkte (durch Erythrozyten) zu erkennen? Finden sich intakte und/oder nicht-intakte Erythrozyten in der Sedimentuntersuchung? Ist der Patient anämisch? Wie sieht das Blutplasma des Patienten aus (gibt es Hinweise auf das Vorhandensein von Bilirubin)? Wie verhalten sich die Muskelenzymwerte (CK, LDH) in der klinischen Chemie?

Bilirubin:

Da die Tubuluszellen des Hundes Bilirubin bilden und konjugieren können²⁰, sind geringgradig positive Reaktionen bei Hunden physiologisch möglich^{4,10}. Höhere Konzentrationen deuten auf Hämolyse, Hepatopathie, extrahepatische Gallenstauung, Fieber oder Hungerzustände hin^{1,10}. Falsch-positive Ergebnisse können durch stark gefärbten Urin, Kontamination mit Blut oder bestimmte Medikamente auftreten^{1,9,19}. Achtung: Bilirubin baut sich unter dem Einfluss von Licht ab. Für ein verlässliches Testergebnis von Bilirubin ist es daher wichtig, die Probe bis zur Messung lichtgeschützt aufzubewahren.

Urobilinogen:

In der Regel wird dieser Test in der Veterinärmedizin nicht empfohlen^{12,13}.

Glukose:

Eine Glukosurie entsteht, wenn die Blutglukosekonzentration die Nierenschwelle (ca. 10-12 mmol/l beim Hund und 14-17 mmol/l bei der Katze⁴) überschreitet¹⁰ oder die tubuläre Rückresorptionsfunktion eingeschränkt ist^{4,7}. Bei Glukosurie sollten daher zur weiteren Abklärung immer die Blutglukosekonzentration und die Fruktosaminkonzentration bestimmt werden. Durch Fehler in der Präanalytik kann eine Glukosurie jedoch auch vorgetäuscht werden, zum Beispiel durch Sammlung des Urins in einem nicht ausreichend gereinigten Marmeladenglas.

Nitrit:

In der Regel wird dieser Test in der Veterinärmedizin nicht empfohlen¹³.

Ketonkörper:

Zu den Ketonkörpern gehören Aceton, Acetoacetat sowie Beta-Hydroxybutyrat. Präanalytisch kann die Messung der Ketonkörper je nach Testmethode durch bestimmte Medikamentengaben beeinflusst werden¹². Auch eine Blutkontamination des Urins kann zu falsch-positiven Ergebnissen führen¹⁹. Bei aufgefanganem Urin aus der Katzentoilette wurde die Messung von Ketonkörpern als nicht verlässlich beurteilt¹. Wichtig zu wissen ist, dass über den Teststreifen überwiegend Acetoacetat und – weniger sensitiv – Aceton nachgewiesen werden¹³. Für den Nachweis von Beta-Hydroxybutyrat ist der urinchemische Teststreifen-nachweis nicht geeignet^{10,13}. Da Acetoacetat in Aceton umgewandelt wird und Aceton flüchtig ist, ist ein sicherer Verschluss der Urinprobe von großer Bedeutung¹³. Sensitiver als der Nachweis von Ketonkörpern aus Urin ist der Nachweis von Beta-Hydroxybutyrat im Blut¹³, welches noch vor dem Auftreten von Ketonkörpern im Urin nachweisbar ist.

Leukozyten:

Eine Leukozytenbeurteilung sollte bei Haustieren niemals mittels Teststreifen erfolgen. Bei der Nutzung des Teststreifens sind sowohl falsch-positive als auch falsch-negative Ergebnisse möglich^{4,10,13}. Das Vorhandensein von Leukozyten sollte daher mikroskopisch beurteilt werden⁹.

8.4. Mikroskopische Untersuchung des Urinsediments

In der Veterinärmedizin wird die mikroskopische Beurteilung des Urinsediments weit seltener durchgeführt als die chemische Urinuntersuchung und die Messung des USG². Da aber etwa 3-16 % der Hunde und Katzen mit unauffälligen Befunden in der physikalischen und chemischen Urinuntersuchung Veränderungen im Sediment aufweisen¹⁰, könnten wichtige Befunde verpasst werden. Die mikroskopische Untersuchung des Urinsediments gehört daher zwangsläufig zu einer vollständigen Urinuntersuchung dazu. Was sollte hierbei präanalytisch beachtet werden, um den größtmöglichen Nutzen aus der Untersuchung ziehen zu können, und wie bereitet man den Urin richtig vor?

Um eine semiquantitative Beurteilung vornehmen zu können, sollten eine standardisierte Urinmenge und Aufarbeitungstechnik genutzt werden^{4,5}. Für die Sedimentuntersuchung wird der Urin in ein Gefäß mit konisch zulaufendem Boden überführt. Darin kann der Urin schonend zentrifugiert werden.



„Urin sollte nicht zu stark oder zu lange zentrifugiert werden, da Zellen und Zylinder geschädigt werden können!“



Zentrifugenröhre zur Sedimentgewinnung

Die Urin-Monovette® kann direkt für die Zentrifugation verwendet werden. Damit werden Zeit und Material eingespart.

Wichtig zu wissen ist, dass zwischen Drehzahl und g-Zahl (Gravitationskraft) Unterschiede bestehen müssen. Die g-Zahl ist der Wert, der für ein gutes Zentrifugationsergebnis relevant ist. Daher ist bei der Einstellung der Zentrifuge immer die g-Zahl von Bedeutung.



Die g-Zahl kann mit Angabe des Radius (cm) und der Drehzahl/Minute (rpm oder UpM) errechnet werden:

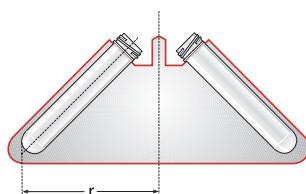
$$g = 11,18 \times r \times \left(\frac{n}{1.000} \right)^2$$

r = Radius in cm
n = Drehzahl pro min (min^{-1})

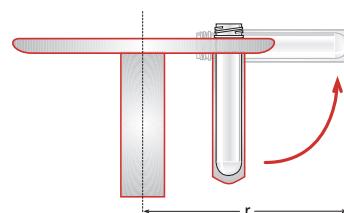
Zur Umrechnung von g-Zahl in Drehzahl/Minute [min^{-1}] oder andersherum kann der Zentrifugationsrechner unter www.sarstedt.com/service/zentrifugation genutzt werden.

Der Zentrifugenradius r kann den Angaben des Zentrifugenherstellers entnommen oder anhand folgender Darstellung ermittelt werden:

Festwinkelrotor



Ausschwingrotor



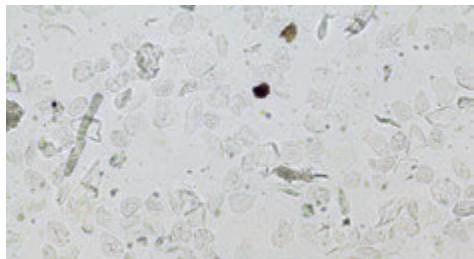
[Video ansehen!](#)



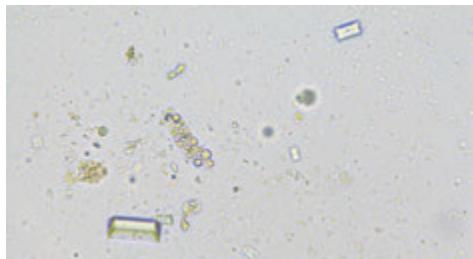
In der Regel wird Urin etwa 5 Minuten bei 400-500 g zentrifugiert⁵. Danach werden eventuelle Auffälligkeiten (z.B. Fett) notiert, der Überstand entfernt (z.B. abpipettieren oder dekantieren) und das Sediment resuspendiert^{3,5}. Wichtig: Hierfür sollte ein Standardvolumen verwendet werden, in der Regel 10 %^{3,5}. Bei einem Volumen von 5 ml Originalurin vor Zentrifugation beispielsweise verbleiben 0,5 ml zur Resuspension (es werden also 4,5 ml Überstand entfernt). Beträgt das Originalvolumen vor Zentrifugation dagegen nur 2 ml, sollten dennoch 10 % zur Resuspension genutzt werden, in diesem Fall 0,2 ml (dementsprechend wird ein Überstand von 1,8 ml entfernt)⁵. Nun kann diese kleine Menge sanft mit der Pipette oder manuell gemischt werden. Ein automatisches oder manuelles Schütteln sollte unbedingt unterbleiben, da die Gefahr besteht, sensible Strukturen wie Zylinder zu zerstören⁵. Nun kann ein Tropfen auf einen vorbereiteten Objekträger aufgetragen und mit einem Deckglas abgedeckt werden³. Wichtig ist die korrekte Ablagetechnik des Deckglases am Rand des Tropfens, sodass es nicht zu Luftblasenbildung kommt und das Sediment gleichmäßig unter dem Deckglas verteilt wird²¹. Eine zusätzliche Färbung ist möglich, jedoch standardmäßig nicht notwendig⁵.

Die mikroskopische Beurteilung erfolgt semiquantitativ anhand von standardisierten Untersuchungskriterien⁵. Beurteilt werden Anzahl und Aussehen der Erythrozyten, Leukozyten, Kristalle, Epithelzellen, gegebenenfalls Tumorzellen und Zylinder sowie Art und Anzahl von Hefen, Bakterien, Parasiten und Fremdmaterialien.

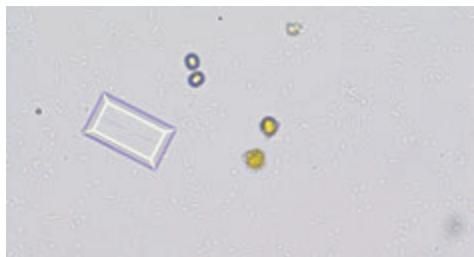
Mögliche Befunde bei mikroskopischer Analyse des Urinsediments:



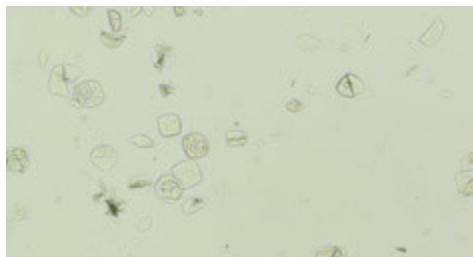
Epithelzellen, Urinsediment, ungefärbt,
200fache Vergrößerung



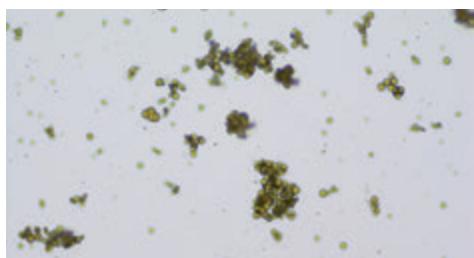
Zylinder und Struvitkristalle, Urinsediment, ungefärbt
400fache Vergrößerung



Struvitkristall und Ammoniumuratkristall, Urinsediment,
ungefärbt, 500fache Vergrößerung



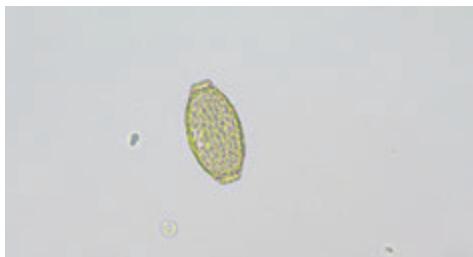
Harnsäurekristalle, Urinsediment, ungefärbt,
200fache Vergrößerung



Xanthinkristalle, Urinsediment, ungefärbt,
200fache Vergrößerung



Cystinkristalle, Urinsediment, ungefärbt,
400fache Vergrößerung



Ei von *Capillaria plica*, Urinsediment,
ungefärbt, 400fache Vergrößerung

Für die Beurteilung der Anzahl sind Kenntnisse über präanalytische Bedingungen entscheidend. Bei alkalischem Urin (Lyse von Leukozyten möglich) oder starker Verdünnung (USG < 1,010) kann beispielsweise die Leukozytenzahl trotz möglichen Vorliegens einer bakteriellen Entzündung vermindert erscheinen^{4,13}. Dies ist diagnostisch insofern ungünstig, als die Durchführung des mikroskopischen Bakterien nachweises (Infektion versus Kontamination) häufig in Abhängigkeit von der Anwesenheit von Leukozyten geschieht⁵. Bei alkalischem Urin kann auch der Nachweis von Erythrozyten eingeschränkt sein^{4,13}. Besondere Vorsicht gilt generell bei Urin-pH-Werten > 8¹³. Zylinder entstehen vermehrt bei sauren Urin-pH-Werten⁴ und sind daher oft besonders gut im Morgenurin erhalten. Auch ein langsamer Urinfluss sowie erhöhte Salzkonzentrationen fördern ihre Bildung⁴. Wird der Urinfluss dann wieder stärker, können sie vermehrt ausgeschwemmt werden⁴. Wichtig zu wissen: Im alkalischen Urin erfolgt in der Regel kein Nachweis, da sich potenziell vorhandene Zylinder auflösen⁴. Auch in älterem Urin ist ein Nachweis unwahrscheinlich. Für die Beurteilung von Zylindern und Zellmorphologie ist daher ein möglichst frischer Urin zu verwenden! Wird mittels einer höheren g-Zahl zentrifugiert, wie dies beispielsweise bei Serum- oder Plasmaproben gehandhabt wird, können potenziell vorhandene Zylinder zerstört und die Zellmorphologie beeinflusst werden. Auch starker Sog, wie er bspw. beim Urintransfer mit einem Vakuum-System herrscht, kann die Unversehrtheit von Zylindern beeinträchtigen und so zu einer falsch-negativen Beurteilung führen³⁰.

Für den Nachweis von Infektionserregern gilt: Der Nachweis von Bakterien im Urinsediment gelingt mikroskopisch ab etwa 10.000/ml (stäbchenförmige Bakterien) bzw. 100.000/ml (Kokken)^{4,5}. Bakterien sind in der Lage, sich in Urin nach der Entnahme zu vermehren, wobei insbesondere die Probenlagerung bei Raumtemperatur problematisch ist^{5,10}. Dies ist nicht nur von Bedeutung, weil ihre Relevanz so später überschätzt wird, sondern auch, weil sich schneller vermehrende Bakterien andere überwuchern können¹. Letztere sind dann in der mikroskopischen oder kulturellen Untersuchung möglicherweise nicht mehr nachzuweisen. Die Unterscheidung Infektion versus Kontamination ist häufig problematisch.

Für die Beurteilung sind folgende Fragestellungen hilfreich:

- Anamnese und klinische Untersuchung: Welche Symptome liegen vor? Sind Erkrankungen oder Medikamentengaben bekannt, die bei der Interpretation der Laboruntersuchung bedacht werden müssen (z.B. Kortisolbehandlung, strukturelle Anomalien, Grunderkrankungen wie Diabetes mellitus, Cushing-Syndrom)?
- Methode der Uringewinnung
- Mikroskopische Untersuchung: Hinweise auf Entzündung des Harntraktes?

Im Sediment können selten auch Parasitenstadien gefunden werden. Dabei handelt es sich meist um eine Kontamination aus dem Kot. Nur selten finden sich Parasiten, die tatsächlich im Harnapparat parasitieren, beispielsweise *Capillaria plica* (syn. *Pearsonema plica*). Ab und an können auch Mikrofilarien oder Eier von *Diocophyema renale* nachgewiesen werden^{22,23}. Ist die Art der Probenentnahme bekannt und vermerkt, kann der Verdacht einer Kontamination bestätigt oder widerlegt werden. Ähnliches gilt für den Nachweis von Pilzhypfen, welche häufig als Kontaminanten auftreten: Probenentnahme, Aufbewahrung und Lagerungsdauer können hier entscheidende Hinweise liefern^{4,10}.



„Achtung: Färbelösungen können mit Bakterien kontaminiert sein und so zu falsch-positiven Ergebnissen führen.“



8.5. Bakteriologische Untersuchung

Die bakteriologische Untersuchung ist indiziert, sofern eine Infektion mit Bakterien anamnestisch sowie klinisch vermutet wird bzw. nicht ausgeschlossen werden kann. Sie ist als Ergänzung und Weiterführung der mikroskopischen Untersuchung des Sediments auf Bakterien zu verstehen. Falsch-negative Ergebnisse können bei beiden Untersuchungsmethoden vorkommen. Das bedeutet auch hier, dass ein negativer Befund eine Infektion nicht sicher ausschließt¹⁰. Präanalytisch können beispielsweise antibiotische Vorbehandlungen, ungünstige Lagerungsbedingungen (zu kühl, zu lang) oder inadäquate Transportbedingungen zu einem falsch-negativen Ergebnis der Kultur führen¹. Als Probenmaterial eignet sich vorwiegend Zystozentese-Urin. Bei Mittelstrahlurin sowie Katheterurin ist das Kontaminationsrisiko deutlich höher, dennoch können auch so gewonnene Proben für eine quantitative Urinkultur sinnvoll sein⁵. Wichtig zur Interpretation ist hier die Angabe der Gewinnungsart. Da bei Katheterurin Unterschiede zwischen Rüden/Hündinnen bezüglich Bakterienwachstum zu erwarten sind¹⁰, sollte das Geschlecht immer vermerkt werden.

Die Urinprobe kann im sterilen Röhrchen versendet werden²⁵. Alternativ wird der Urin bereits in der Praxis auf einen konfektionierten Nährbodenträger, beispielsweise Uricult® oder einen Tupfer mit Transportmedium, aufgebracht²⁵. Im Idealfall beginnt die Kultivierung innerhalb von 30 Minuten nach Probenentnahme. Ist dies nicht möglich, wird die Kühlung der Probe (bis zu 24 h) empfohlen¹⁰. Wichtig ist, das Probenmaterial „Urin“ auf dem Untersuchungsauftrag zu vermerken, damit im Labor direkt optimale Lagerungs- und Anzuchtbedingungen gewährleistet werden können²⁵.



Harnkultur nach Bebrütung; Wachstum von *Escherichia coli*

8.6. Weiterführende Untersuchungen aus Urin

Je nach Fragestellung sind weitere Untersuchungen aus Urin möglich.

Kortisol-Kreatinin-Verhältnis (UCC):

Im Zusammenhang mit dem potenziellen Vorliegen eines Cushing-Syndroms kann die Bestimmung des UCC aus dem Urin erfolgen. Es sollte jedoch nur Urin von nicht gestressten Tieren verwendet werden. Daher wird die Probennahme durch den*die Besitzer*in in gewohnter Umgebung und mit einem Abstand von mindestens zwei Tagen zum letzten Tierarztbesuch

empfohlen. Zytologische Beurteilung:

Die zytomorphologische Beurteilung kann insbesondere bei Verdacht auf Vorliegen einer Neoplasie (beispielsweise Übergangszellkarzinom) hilfreich sein. Sie kann aus dem Urinsediment anhand von gefärbten Präparaten erfolgen.

Molekulargenetische Untersuchungen:

Bei Verdacht auf das Vorhandensein maligner Zellen kann gegebenenfalls die molekulargenetische Überprüfung auf mit bestimmten Neoplasien assoziierte Mutationen erfolgen²⁶. Wichtig ist hierfür, dass genügend Zellmaterial in der zu untersuchenden Probe vorhanden ist. Molekulargenetische Untersuchungen können auch für den Nachweis von Infektionserregern (u.a. Leptospiren) hilfreich sein.

Toxikologische Untersuchungen:

Je nach Verdacht kann Urin ein sinnvolles Probenmaterial für einen toxikologischen Nachweis sein. Die Aufnahme verschiedener Gifte erzeugt unterschiedliche Symptomatiken – ein detaillierter Vorbericht zur Klinik des Patienten sowie gegebenenfalls konkrete Hinweise auf die beobachtete Giftaufnahme sind daher unverzichtbar.

Untersuchung auf Aminosäuren:

Durch einen genetischen Defekt kommt es bei einer Cystinurie zur Ausscheidung bestimmter Aminosäuren, unter anderem Cystin, was zu Urolithiasis führen kann²⁴. Beim genetisch bedingten oder erworbenen Fanconi-Syndrom ist die adäquate Reabsorption von verschiedenen Aminosäuren gestört²⁷. Bei Verdacht auf das Vorliegen einer Cystinurie oder eines Fanconi-Syndroms können die ausgeschiedenen Aminosäuren mittels LC/MS quantifiziert werden. Entscheidend für ein verlässliches Ergebnis sind korrekte präanalytische Voraussetzungen wie das Einsenden von gefrorenem Urin.

Proteinurie:

Bei Verdacht auf eine Proteinurie aufgrund eines positiven Nachweises in der Teststreifenuntersuchung kann mittels UPC die Quantifizierung der Urinproteinmenge vorgenommen werden. Da eine Proteinurie nicht zwingend renalen Ursprungs sein muss, sollten die UPC-Werte immer in Kombination mit den Ergebnissen der mikroskopischen Urinuntersuchung (unauffällige Sedimentuntersuchung)¹² sowie der Blutuntersuchung beurteilt werden. Im Idealfall erfolgt die Bestimmung aus Zystozentese-Urin. Weiterführende Untersuchungen aus Urin können, je nach Patient und Vorbefund, die Urinelektrophorese und die Bestimmung von Bence-Jones-Proteinen sein.

Harnsteinuntersuchung:

Die Analyse von Harnsteinen ist vor allem zur Ursachenforschung und damit auch zur Prophylaxe weiterer Steinbildung wichtig. Die Harnsteine sollten für eine optimale Analyse trocken eingesendet werden. Tierart, Rasse, Alter, Geschlecht, mögliche Vorbehandlungen und auch die Art der Gewinnung (Spontanabgang, aufgesammelt, in Operation entfernt?) sind als Vorbericht sinnvoll. Manche Steinarten entstehen bei bestimmten Rassen besonders häufig (beispielsweise Ammoniumurate beim Dalmatiner), andere werden als Nebenwirkung infolge bestimmter Medikamente (beispielsweise Xanthin bei Allopurinolgabe) gebildet oder werden mit bakteriellen Infektionen (Struvite beim Hund) assoziiert^{3,6,24}.



Verschiedene Probeneinsendungen zur Harnsteinanalyse



Gemischter Harnstein: Struvit, Apatit und Ammoniumurat im Kern, Struvit in der Schale



Harnstein nach Dokumentation von Anzahl, Trocknung und Zermahlung zur Vorbereitung für die Infrarotspektrometrie-Untersuchung



„Harnsteine können beeindruckend aussehen. Soll das Erlebnis mit den Patientenbesitzer*innen geteilt werden, beispielsweise um die Compliance für ein bestimmtes Diätfuttermittel zu fördern, empfiehlt es sich, entweder den Stein selbst oder Bilder davon den Besitzer*innen zu zeigen. Auch das Labor dokumentiert Anzahl und Größe der eingesendeten Harnsteine. Für die Analyse werden die Harnsteine allerdings (je nach Größe und Anzahl) teilweise oder komplett zermahlen und können daher nicht mehr zurückgeschickt werden.“



Literaturverzeichnis

- 1 Chew DJ, Schenck PA. Urinalysis in the Dog and the Cat. Hoboken: Wiley Blackwell; 2023.
- 2 Gibbs NH, Heseltine JC, Rishniw M, Nabity MB. Use of urinalysis during baseline diagnostics in dogs and cats: an open survey. The Journal of small animal practice. 2023;64:88–95.
- 3 Hokamp JA, Meyer DJ. 12. Urine. In: Raskin RE, Meyer DJ, Boes KM, editors. Canine and feline cytopathology: A color atlas and interpretation guide. 4th ed. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2023. p. 414–39.
- 4 Moritz A, Schwendenwein I, Kraft W. 25. Harnapparat. In: Moritz A, editor. Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin. 7th ed. Stuttgart: Schattauer; 2014. p. 420–86.
- 5 Wamsley HL. 23. Examination of the Urine Sediment. In: Valenciano AC, Cowell RL, editors. Cowell and Tyler's diagnostic cytology and hematology of the dog and cat. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2020. p. 379–405.
- 6 Osborne CA, Lulich JP, Swanson LL, Albasan H. Drug-induced urolithiasis. The Veterinary clinics of North America. Small animal practice. 2009;39:55–63.
- 7 Steinbach S, Neiger R, Florian S, unter früherer Mitarbeit von Vera Grevel. Krankheiten der Niere und ableitenden Harnwege. In: Lutz H, Kohn B, Forterre F, editors. Krankheiten der Katze. 6th ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2019.
- 8 Baumgartner F, Boretti FS, Gerber B. Prognosefaktoren bei Hunden mit den häufigsten Ursachen der Proteinurie. Schweizer Archiv für Tierheilkunde. 2022;164:525–33.
- 9 Stieger N. Hoppla! – Ausgewählte Stolpersteine in der Harndiagnostik. Kleintier konkret. 2020;23:29–33.
- 10 DiBarolo SP, Westropp JL. 39. Diagnostik von Harnwegserkrankungen. In: Nelson RW, Couto CG, Steffen T, editors. Innere Medizin der Kleintiere. 6th ed. München: Elsevier; 2023. p. 638–53.
- 11 Merickel JL, Lawrence J, Young SJ, Thomson CB. Cutaneous seeding of transitional cell carcinoma of the urinary bladder after placement of a subcutaneous ureteral bypass device in a dog with bilateral ureteral obstruction. Journal of the American Veterinary Medical Association. 2021;258:877–82.
- 12 Hofmann-Lehmann R, Stirn M. 5. Klinische Labordiagnostik. In: Lutz H, Kohn B, Forterre F, editors. Krankheiten der Katze. 6th ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2019.
- 13 Rizzi TE, Valenciano A, Bowles M, et al. Atlas of canine and feline urinalysis. Hoboken, New Jersey: Wiley Blackwell; 2017.
- 14 Nam E-H, Ko S, Chae J-S, Hwang C-Y. Characterization and zoonotic potential of uropathogenic Escherichia coli isolated from dogs. Journal of microbiology and biotechnology. 2013;23:422–29.
- 15 Zaidi S, Bouam A, Bessas A, et al. Urinary shedding of pathogenic Leptospira in stray dogs and cats, Algiers: A prospective study. PloS one. 2018;13:e0197068.
- 16 Dorsch R, Ojeda J, Salgado M, et al. Cats shedding pathogenic Leptospira spp.-An underestimated zoonotic risk? PloS one. 2020;15:e0239991.

- 17 Cridge H, Wills RW, Lathan P. Correlation between urine color and urine specific gravity in dogs: Can urine color be used to identify concentrated urine? *The Canadian Veterinary Journal*. 2018;59:178–80.
- 18 Mösch M, Reese S, Weber K, Hartmann K, Dorsch R. Influence of preanalytic and analytic variables in canine and feline urine specific gravity measurement by refractometer. *Journal of veterinary diagnostic investigation : official publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc.* 2020;32:36–43.
- 19 Vientós-Plotts AI, Behrend EN, Welles EG, et al. Effect of blood contamination on results of dipstick evaluation and urine protein-to-urine creatinine ratio for urine samples from dogs and cats. *American journal of veterinary research*. 2018;79:525–31.
- 20 Schwendenwein I, Moritz A. LaborSkills. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2020.
- 21 Neuendorf J. Das Urinsediment: [Mikroskopie, Präanalytik, Auswertung und Befundung]. Berlin, Heidelberg: Springer Medizin; 2013.
- 22 Kaewthamasorn M, Assarasakorn S, Niwetpathomwat A. Microfilaruria caused by canine dirofilariasis (*Dirofilaria immitis*): an unusual clinical presence. *Comp Clin Pathol*. 2008;17:61–65.
- 23 Ferreira VL, Medeiros FP, July JR, Raso TF. Dioctophyma renale in a dog: clinical diagnosis and surgical treatment. *Veterinary parasitology*. 2010;168:151–55.
- 24 Kovářková S, Maršálek P, Vrbová K. Cystinuria in Dogs and Cats: What Do We Know after Almost 200 Years? *Animals* : an open access journal from MDPI. 2021;11.
- 25 Müller E. 31. Klinische Mikrobiologie. In: Moritz A, editor. *Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin*. 7th ed. Stuttgart: Schattauer; 2014. p. 595–627.
- 26 Grassinger JM, Merz S, Aupperle-Lellbach H, Erhard H, Klopferleisch R. Correlation of BRAF Variant V595E, Breed, Histological Grade and Cyclooxygenase-2 Expression in Canine Transitional Cell Carcinomas. *Veterinary sciences*. 2019;6.
- 27 Schaal S, Miklis A, Schlüter C, Neiger R. Erworbenes transientes Fanconi-Syndrom nach Fütterung von Trockenfleisch als Leckerchen beim Hund. *Tierärztliche Praxis*. Ausgabe K, Kleintiere/Heimtiere. 2021;49:300–08.
- 28 Humann-Ziehank E, Ganter M. Pre-analytical factors affecting the results of laboratory blood analyses in farm animal veterinary diagnostics. *Animal : an international journal of animal bioscience*. 2012;6:1115–23.
- 29 Braun J-P, Bourgès-Abella N, Geffré A, Concorde D, Trumel C. The preanalytic phase in veterinary clinical pathology. *Veterinary clinical pathology*. 2015;44:8–25.
- 30 Debuigne N, Delanghe J, Raman L, Oyaert M. Urine transfer devices may impact urinary particle results: a pre-analytical study. *Clin Chem Lab Med*. 2023 Jun 22;61(12):2186–2194. doi: 10.1515/cclm-2023-0327. PMID: 37340894.

SARSTEDT AG & Co. KG

Sarstedtstraße 1 · 51588 Nümbrecht
Tel.: +49 2293 305 0 · Fax: +49 2293 305 3450

Kundenservice Deutschland
Telefon 0800 0 83 305 0

info@sarstedt.com · www.sarstedt.com

LABOKLIN GMBH & CO. KG

Steubenstr. 4 · 97688 Bad Kissingen
Tel.: +49 971 7 20 20 · Fax: +49 971 6 85 46

Kundenservice Deutschland
Telefon +49 971 7 20 20

info@laboklin.com · www.laboklin.com