

Aus dem Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen
in der Veterinärmedizin
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Institut für Tierernährung und funktionelle Pflanzenstoffe
(Leiter: Univ.-Prof. Dr.sc.agr. Qendrim Zebeli)

***In vitro* Untersuchung verschiedener Diäten zur Therapie und
Prophylaxe von Struvit- und Kalziumoxalatsteinen bei Katzen**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Dominika Formánková

Wien, im Februar 2016

Meinen Eltern

Betreuerin: Ao.Univ.-Prof. Dr.med.vet. Christine Iben Dipl.ECVCN

Gutachter: Ao.Univ.-Prof. Dr.med.vet. Alois Strasser

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Literaturübersicht	3
2.1. Feline lower urinary tract disease (FLUTD)	3
2.2. Urolithiasis bei Katzen	3
2.2.1. Struvit (Magnesium-Ammonium-Phosphat-Hexahydrat)	4
2.2.1.1. Diagnostik	5
2.2.1.2. Therapie und Prophylaxe	5
2.2.2. Kalziumoxalat (Kalziumoxalat-Monohydrat/Dihydrat)	6
2.2.2.1. Diagnostik	7
2.2.2.2. Therapie und Prophylaxe	8
2.3. Relative Supersaturation (RSS)	10
3. Tiere, Material und Methode	12
3.1. Tiere	12
3.1.1. Katzen	12
3.1.2. Haltung der Katzen	12
3.1.3. Futter- und Wasseraufnahme, Kotbeschaffenheit	13
3.2. Futtermittel	13
3.2.1. Royal Canin Urinary S/O	13
3.2.2. Hill's s/d (Hill's Prescription Diet s/d Feline)	14
3.2.3. Futtermittel der Firma <i>Virbac</i>	14
3.3. Aufbau des Versuchs	15
3.3.1. Einfütterungsphase	16
3.3.2. Harnsammelperiode	16
3.3.3. Untersuchungen	17
3.3.3.1. Messungen: Volumen, pH, spezifisches Gewicht	17
3.3.3.2. <i>In vitro</i> Versuch der Löslichkeit von Struvitkristallen	18
3.3.4. RSS-Analyse	21
3.4. Statistische Auswertung	21
4. Ergebnisse	22
4.1. Körpergewicht	22
4.2. Futteraufnahme, Kotbeschaffenheit	23
4.3. Wasseraufnahme	23

4.4. Ergebnisse des Versuchs	23
4.4.1. Harnvolumen, pH, spezifisches Gewicht	23
4.4.2. Löslichkeit der Struvitkristalle	26
4.4.3. RSS	28
4.4.4. Korrelationen	30
5. Diskussion	31
6. Zusammenfassung	36
7. Summary	37
8. Abkürzungsverzeichnis	38
9. Literaturverzeichnis	39
10. Tabellenverzeichnis	41
11. Abbildungsverzeichnis	43
12. Anhang	44

1. Einleitung

Harnsteine kommen bei Katzen vorwiegend im unteren Harntrakt vor – als Teil des FLUTD-Komplexes, der mehrere unterschiedliche Erkrankungen mit verschiedenen Ursachen und ähnlicher Symptomatik einschließt. Zu den am häufigsten vorkommenden Harnsteinarten gehören Struvit und Kalziumoxalat (Hesse und Neiger 2008). Die therapeutischen, wie auch bestimmte präventive Maßnahmen unterscheiden sich voneinander, wobei eine Anpassung der Ernährung bei beiden Urolithen eine wichtige Rolle spielt.

Da die entsprechende Therapie (sowie Prophylaxe) von der vorliegenden Harnsteinart abhängig sind, ist eine ausreichende Diagnostik von großer Bedeutung. Die beiden Harnsteinarten entstehen bei unterschiedlichem Harn-pH und unter Einfluss verschiedener Metaboliten bzw. Elektrolyte. Wie bereits erwähnt, unterscheidet sich bei den zwei häufigsten Harnsteinarten das therapeutische Vorgehen grundlegend, da Struvitsteine medikamentös bzw. diätetisch aufgelöst werden können, Kalziumoxalatsteine dagegen in der Regel operativ entfernt werden müssen.

Sowohl die Diagnostik, als auch die Therapie und Prophylaxe der Urolithiasis, stellen aber eine gewisse Herausforderung dar. Es sind nicht immer alle diagnostischen Schritte, wie z. B. eine Harnsteinanalyse (erst diese lässt sicher die genaue Zusammensetzung des Urolithen bestimmen), durchführbar; die meisten anderen diagnostischen Verfahren können nicht ganz eindeutig interpretiert werden, liefern aber Hinweise auf eine bestimmte Harnsteinart. Davon ausgehend wird eine bestimmte Therapie eingeleitet, die dann bei ungenügender Wirkung gegebenenfalls angepasst bzw. geändert werden muss. Zusätzlich kann bei Maßnahmen gegen eine Harnsteinart das Risiko der Entstehung der anderen Harnsteinart ansteigen. Bei der Harnsteinprophylaxe werden Diäten vermehrt v. a. anhand der „Relative Supersaturation“(RSS)-Berechnung erforscht, da dies beim Erreichen sowohl niedriger Struvit-, als auch Kalziumoxalat-RSS-Werte, eine Möglichkeit der Herstellung von kombinierten präventiven Diäten liefert.

Im Allgemeinen sind Maßnahmen zur Minimierung der Risikofaktoren – wie Erhöhung der Wasseraufnahme, Fütterung von Feuchtfutter, Gewichtsreduktion bei Adipositas, u. a. – ein wichtiger Teil der Rezidivprophylaxe bei Urolithiasis unabhängig von der konkreten Harnsteinart (Hesse und Neiger 2008).

Ziel des vorliegenden *in vitro* Versuchs war es, fünf verschiedene Futtermittel – vier davon therapeutische bzw. prophylaktische Harnstein-Diäten – zu untersuchen. Dabei sollte im Vergleich mit zwei kommerziellen, bereits zur Therapie und Prophylaxe von Harnsteinen eingesetzten Diäten, als auch im Vergleich mit einem Kontrollfuttermittel v. a. die Eignung von zwei neuen, zur Auflösung bzw. Rezidivprophylaxe von Struvitsteinen vorgesehenen Testdiäten ermittelt werden.

Die vorliegende Untersuchung konzentrierte sich durch die Durchführung des Löslichkeitsversuchs mit Struvitkristallen vorwiegend auf die Möglichkeiten des therapeutischen bzw. prophylaktischen Einsatzes der Diäten bei Struvitrolithiasis, da auch die meisten untersuchten Diäten für Therapie bzw. Prophylaxe von Struvitsteinen indiziert waren (eine der Kontrolldiäten ist laut Hersteller zur Prophylaxe gegen beide Harnsteinarten geeignet). Über die Bestimmung der Harnparameter und die RSS-Analyse wurde aber auch die Wirkung der Diäten bezüglich der Prophylaxe gegen Kalziumoxalatsteine untersucht.

Die Vorbereitung, der Verlauf wie auch die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchung werden in vier Hauptkapiteln (Literaturübersicht; Tiere, Material und Methode; Ergebnisse; Diskussion) dargestellt.

2. Literaturübersicht

2.1 Feline lower urinary tract disease (FLUTD)

Unter dem Begriff FLUTD (oder LUTD: lower urinary tract disease [Horzinek et al. 2005, Bartges und Kirk 2012]) werden Erkrankungen der unteren Harnwege der Katze zusammengefasst, mit den Hauptsymptomen Dysurie, Pollakisurie, Strangurie, Hämaturie und/oder Harnwegsobstruktion und mit verschiedenen möglichen Ursachen. Zu diesem FLUTD-Komplex zählt auch die Urolithiasis, mit Harnsteinen in der Harnblase bzw. Harnröhre. Es sollte dabei zwischen Harnröhrenpfropfen (urethral plugs, Matrix-Kristall-Pfropfen, meistens mit Struviteinschlüssen) und kristallinen Steinen unterschieden werden. Zu den Ursachen einer FLUTD gehören Infektionen (viral, bakteriell u. a.), metabolische Ursachen (Harnblasensteine oder Harnröhrenpfropfen), Trauma, Neoplasie, neurogene Ursachen oder anatomische Anomalien. Die am häufigsten vorkommende Form der FLUTD ist idiopathisch, wobei sie nur eine Ausschlussdiagnose sein kann (Hesse und Neiger 2008). Die Mortalität der an FLUTD erkrankten Katzen bewegt sich im Bereich von 6-36 % (Kim 2011).

2.2 Urolithiasis bei Katzen

„Das Urolithiasis-Syndrom kann als Vorkommen von familiären, angeborenen und erworbenen pathophysiologischen Faktoren definiert werden; diese Kombination erhöht progressiv das Risiko des Auskristallisierens von exkretorischen Metaboliten im Harn, was zum Formen von Steinen (d. h. Urolithen) führt“ (Lulich et al. 2011; übersetzt aus dem Englischen).

Die weitaus häufigsten Harnsteinarten bei Katzen sind Struvitsteine und Kalziumoxalatsteine. Das Verhältnis der beiden hat sich während der letzten Jahrzehnte sehr verändert (unterschiedlich stark je nach Region und Untersuchung), indem das Vorkommen von Struvitsteinen deutlich abgenommen und das der Kalziumoxalatsteine zugenommen hat. Die prozentuelle Verteilung dieser Steinarten war z. B. laut einer Studie von Hesse aus den Jahren 1999-2001 wie folgt: in Österreich (Anzahl der Tiere 41) waren Struvitsteine mit einer Häufigkeit von 73,2 % und Kalziumoxalatsteine mit 17,1 % vertreten; in Deutschland (Anzahl der Tiere 749) lag die Prävalenz von Struvitsteinen bei 57,3 % und die der Kalziumoxalatsteine bei 40,2 %. Als dritthäufigste Steinart bei Katzen folgen Uratsteine (v. a. Ammoniumurat) mit einem Vorkommen von 3-6 % (Hesse und Neiger 2008).

Harnsteine sind vorwiegend im unteren Harntrakt lokalisiert, und zwar die meisten in der Harnblase, und dann in der Harnröhre. In den Nieren oder Harnleitern kommen Harnsteine bei Katzen selten vor.

Bei der Urolithiasis der Katze besteht laut Hesse und Neiger (2008) bei unkastrierten Tieren keine Geschlechtsprädisposition, es sind aber vermehrt kastrierte Tiere betroffen, und hier besonders kastrierte Kater. Von den Rassen sind v. a. Europäisch Kurzhaar- (am weitesten verbreitete Katzenrasse) und Perserkatzen betroffen. Über die Hälfte (je nach Untersuchung) der an Urolithiasis erkrankten Katzen waren im Alter zwischen einem Jahr und sechs Jahren (Hesse und Neiger 2008).

Das diagnostische Vorgehen besteht im Wesentlichen aus einer Harnuntersuchung, bildgebenden Verfahren und einer Harnsteinanalyse (Hesse und Neiger 2008). Ein wichtiger Teil in der Diagnostik von Urolithiasis ist nach Lulich et al. (2011) die bildgebende Diagnostik – Röntgen und Ultraschall. Dabei ist das Ziel dieser Untersuchungen herauszufinden, ob Harnsteine vorhanden sind, und im Weiteren ihre Lokalisation, Anzahl, Größe, Dichte (röntgenologische Dichte) und Form zu bestimmen. Natives Röntgen ist besonders nützlich für röntgendichte Harnsteine, Doppelkontrastzystographie für nicht-röntgendichte Steine. Die Ultraschalluntersuchung ist für die Detektion von Urolithen sehr sensitiv, aber nicht für ihre weiterführende Charakterisierung, die für die Wahl der richtigen Therapie wichtig ist (Lulich et al. 2011). Bei der röntgenologischen Untersuchung des Harntraktes ist eine Aufnahme des gesamten Harntrakts (beim männlichen Tier bis zur Penisspitze) wichtig (Hesse und Neiger 2008).

2.2.1 Struvit (Magnesium-Ammonium-Phosphat-Hexahydrat)

Bei Katzen liegt in den meisten Fällen eine sterile Struvituroolithiasis vor (gilt v. a. für junge Katzen), nur selten ist sie Folge einer Infektion mit ureasespaltenden Bakterien, was u. a. beim Hund der Fall ist. Bei älteren Katzen (über acht Jahre) kommt eine bakterielle Infektion häufiger vor, meistens ist eine bestimmte Ursache (wie FLUTD, Harnsteine, Niereninsuffizienz, Tumore, Harnkatheter u. a.) der Grund. Zu den Risikofaktoren der Struvitsteinentstehung gehören hoher pH-Wert (über 7, v. a. postprandial als Kompensation der Magensäureproduktion), niedrige Wasseraufnahme, daraus folgend kleines Harnvolumen und konzentrierter Harn, hohe Magnesium- und Phosphatkonzentration im Harn, *ad libitum*- und Trockenfutterfütterung, Adipositas. Im alkalischen Harn-pH entsteht durch Abspaltung von Wasserstoffionen von Phosphat-Anionen freies Phosphat (sekundäres

Phosphat [Horzinek et al. 2005]), das dann an der Struvit-Kristallisation beteiligt ist (Hesse und Neiger 2008).

2.2.1.1 Diagnostik

Struvitsteine entstehen im alkalischen Harn (pH meist über 7,2), oft ist ein hohes spezifisches Gewicht nachweisbar. Mittels Harnteststreifen werden oft Protein und Hämoglobin bzw. Erythrozyten nachgewiesen. Bei der Untersuchung des Harnsediments sind für eine Struvitkristallurie sargdeckelförmige Kristalle charakteristisch, diese sind aber kein sicherer Nachweis für das Vorhandensein von Struvitsteinen (Hesse und Neiger 2008). Kristallurie tritt nicht immer bei einer vorliegenden Struvituroolithiasis auf (Studie Osborne et al. 1990, zit. nach Lulich et al. 2011). Zusätzlich sollte eine bakteriologische Untersuchung des Zystozenteseharns vorgenommen werden. Struvitsteine sind in den meisten Fällen röntgendicht und können auch mit Ultraschall gut identifiziert werden, eventuell kann auch eine Zystoskopie zur Diagnostik genutzt werden. Gegebenenfalls sollte eine Harnsteinanalyse nach dem Gewinnen einzelner oder aller Harnsteine erfolgen, um die vorhandene/n Harnsteinart/en spezifisch zu therapieren und prophylaktisch eingreifen zu können (Hesse und Neiger 2008).

2.2.1.2 Therapie und Prophylaxe

Struvitsteine können in der Regel diätetisch bzw. medikamentös aufgelöst werden. Dabei sollen der Harn-pH-Wert auf 6,2-6,5 und das spezifische Gewicht auf weniger als 1,030 gesenkt werden, das Harnvolumen gesteigert und die Aufnahme von lithogenen Substanzen (Magnesium, Phosphat) verringert werden (Hesse und Neiger 2008). Nach Bartges und Kirk (2012) sollte die Diät magnesium-, phosphor- und proteinarm sein und eine Azidurie bewirken. Laut Hesse und Neiger (2008) kann dies entweder durch eine kommerzielle steinauflösende und harnansäuernde Diät erfolgen, oder medikamentös durch die orale Gabe von Methionin (wegen Nebenwirkungen wie Anorexie, Ataxie, Zyanose, Anämie ist Vorsicht geboten) oder Ammoniumchlorid zur Ansäuerung, die ansäuernde Diät und ansäuernde Medikamente dürfen aber nicht zusammen angewendet werden. Bei den harnansäuernden Medikamenten ist eine regelmäßige Harn-pH-Kontrolle erforderlich, um eine metabolische Azidose und die damit verbundenen Nebenwirkungen (Knochendemineralisation, Hyperkalzämie) zu vermeiden. Als Komplikation kann es bei dieser Therapie zur Bildung von Kalziumoxalatsteinen kommen. Bei infektiösen Struvitsteinen sollten Antibiotika nach Antibiogramm eingesetzt werden. Die Diät und

gegebenenfalls auch Antibiose sollten noch vier Wochen, nachdem die Steine nicht mehr nachweisbar sind, gegeben werden (Hesse und Neiger 2008). Sterile Struvitsteine lösen sich durchschnittlich in zwei bis vier Wochen auf, bei den infektiös bedingten ist die Dauer länger (Osborne et al. 1990; Osborne 1999; zit. nach Bartges und Kirk 2012).

Bei kleinen Harnblasensteinen kann eine antegrade Ausfluss-Urohydropropulsion versucht werden; Harnsteine, die mit einer Diät bzw. Harnansäuern nicht kleiner werden, sollten operativ (Zystotomie) entfernt werden (Hesse und Neiger 2008). Es ist möglich, dass die Harnsteine nicht aus Struvit bestehen oder aber zusätzlich andere Mineralien enthalten (Bartges und Kirk 2012). Bei Harnsteinen bzw. Harnröhrenpropfen, die eine Obstruktion im Lumen der Harnröhre verursachen, sollte über eine retrograde Spülung versucht werden, diese in die Harnblase zurückzuspülen; falls dies nicht möglich ist, ist eine Urethrotomie erforderlich (Hesse und Neiger 2008).

Zur Rezidivprophylaxe können z. B. kommerzielle Futtermittel gefüttert werden, die sowohl gegen Struvit, als auch gegen Kalziumoxalat prophylaktisch wirken und durch erhöhten Natriumgehalt die Flüssigkeitsaufnahme fördern (Hesse und Neiger 2008). Es sollte ein Harn-pH-Wert von weniger als ca. 6,8 (idealerweise 6-6,5) erhalten, das Harnvolumen erhöht (spezifisches Gewicht < 1,040) und die Exkretion von Magnesium, Ammonium und Phosphor gesenkt werden. Bei den infektiös bedingten Harnsteinen ist eine präventive Diät nicht indiziert (Bartges und Kirk 2012).

Zu den allgemeinen Maßnahmen der Rezidivprophylaxe (Maßnahmen sowohl gegen Struvit, als auch gegen Kalziumoxalat) gehören Unterstützung der Diurese (sauberes Wasser *ad libitum*, Zusatz von Wasser zum Futter), Feuchtfutter oder eventuell angefeuchtetes Trockenfutter bzw. präventive Spezialdiät, saubere Katzentoiletten, Möglichkeiten für regelmäßigen Harnabsatz, Erhöhung der physischen Aktivität, Vermeidung von Adipositas und Stressfaktoren, kein Einsatz von Furosemid und regelmäßige Kontrollen (Ultraschall/Röntgen) (Hesse und Neiger 2008).

2.2.2 Kalziumoxalat (Kalziumoxalat-Monohydrat/Dihydrat)

Zu den Risikofaktoren der Entstehung von Kalziumoxalatsteinen gehören Futterzusammensetzung (harnansäuernd, niedriger Natrium-, Kalium-, Magnesium-, Phosphat-, Proteingehalt, geringer Feuchtigkeitsgehalt, hoher Oxalatgehalt), Hyperoxalurie, Hypozitraturie, konstant saurer Harn-pH-Wert, wenig Harnvolumen, hohes spezifisches

Gewicht, Hyperkalzämie (primärer Hyperparathyreoidismus/idiopathisch). Im Weiteren wird die Pathogenese von Alter, Rasse, Kastration, Aktivität und ähnlichen Faktoren beeinflusst (Hesse und Neiger 2008).

Kalziumoxalatsteine sind nach Horzinek et al. (2005) die häufigsten Harnsteine in den Nieren und können hier für längere Zeit symptomfrei bleiben.

Kalziumoxalatsteine bzw. -kristalle entstehen bei einer Übersättigung des Harns mit Kalzium und Oxalsäure (Bartges et al. 1999), unter Einfluss von makromolekularen Proteinen (Inhibitoren) und weiteren metabolischen Faktoren. Hyperkalzämie erhöht das Risiko einer Kalziumoxalaturolithiasis (Bartges und Kirk 2012), Hyperkalziurie ist ein signifikanter Risikofaktor, muss aber nicht zwingend der Grund der Kalziumoxalatbildung sein (Bartges et al. 2004; zit. nach Bartges und Kirk 2012). Metabolische Azidose und Azidurie führen zu Hyperkalziurie, durch den niedrigen Harn-pH werden die Inhibitoren der Kristallisation beeinflusst und Hypozitraturie herbeigeführt. Zu den Inhibitoren zählen Zitrat, Magnesium oder Pyrophosphat, sie gehen lösliche Verbindungen mit Kalzium oder Oxalsäure ein. Weitere Inhibitoren (Tamm-Horsfall Glykoprotein, Nephrokalzin) hemmen die Kristallbildung sowie weitere Aggregation und Wachstum. Hyperoxalurie wird durch erhöhte Zufuhr von Oxalat und Vitamin B₆-Mangel in der Nahrung hervorgerufen. Oxalsäure bildet lösliche Komplexe mit Natrium und Kalium, aber unlösliche mit Kalziumionen. Auch niedriges Harnvolumen erhöht das Risiko für Kalziumoxalatharnsteine, indem die Sättigung von Kalzium und Oxalsäure steigt (Bartges und Kirk 2012).

2.2.2.1 Diagnostik

Bei der Harnuntersuchung ist der pH-Wert sauer (oft unter 6,2), das spezifische Gewicht meist hoch (über 1,035), der Harnteststreifen kann wie bei Struvit positiv auf Protein und Hämoglobin bzw. Blut sein (Zystitis). Wegen sekundärer Harnwegsinfektionen sollte steril entnommener Harn bakteriologisch untersucht werden. Falls eine Kristallurie vorhanden ist, sind Briefkuvert- und hantelförmige Kristalle für diese Harnsteinart charakteristisch, aber bei nur weniger als der Hälfte der Katzen mit Kalziumoxalatsteinen ist eine Kristallurie nachweisbar. Bei einer Blutuntersuchung kann eine eventuell vorhandene Hyperkalzämie nachgewiesen werden, sonst sind nur im Falle einer Obstruktion bzw. einer Niereninsuffizienz Veränderungen zu erwarten. Kalziumoxalatsteine sind röntgendicht und mit Ultraschall nachweisbar. Nach einer Entfernung sollte eine Harnsteinanalyse erfolgen (Hesse und Neiger 2008).

2.2.2.2 Therapie und Prophylaxe

Kalziumoxalatsteine können nicht medikamentös bzw. diätetisch aufgelöst werden, daher müssen sie chirurgisch entfernt werden, kleinere Steine können über antegrade Ausfluss-Urohydropropulsion oder über einen Harnkatheter entfernt werden (Hesse und Neiger 2008).

Kalziumoxalatsteine haben eine hohe Rezidivrate von bis zu 30 % (Hesse und Neiger 2008). Wenn keine prophylaktischen Maßnahmen eingesetzt werden, ist die durchschnittliche Rezidivrate 36 % innerhalb von einem Jahr (Bartges und Kirk 2012). Zur Rezidivprophylaxe sollten eine hamansäuernde Diät oder Medikamente abgesetzt werden, die Natrium- und Kaliumzufuhr sollte gesteigert werden und weitere Elektrolyte gemäß der Risikosenkung angepasst werden. Futtermittel mit hohem Oxalatgehalt sowie Vitamin C-Zusätze sollten vermieden werden. Medikamentös kann eine Alkalisierung des Harn-pH mit Kaliumzitrat (p. o.) versucht werden (Hesse und Neiger 2008).

Nach Bartges und Kirk (2012) gehören zu den wichtigsten Zielen der Prävention die Konzentration von Kalzium und Oxalat im Harn zu reduzieren, hohe Konzentrationen und Aktivität von Harnsteininhibitoren zu erreichen, Harnazidität zu reduzieren und Harnvolumen zu erhöhen (und dadurch niedriges spezifisches Gewicht erreichen).

Eine Erhöhung der Wasseraufnahme kann am besten durch Fütterung von Feuchtfutter erreicht werden, aber auch über Zusätze ins Wasser, Verbesserung des Zugangs zum Wasser und Zusatz von Wasser zum Trockenfutter verbessert werden. Dadurch werden Konzentrationen von harnsteinbildenden Substanzen im Harn erniedrigt, Harnabsatzfrequenz erhöht und Harnverweildauer reduziert. Zusatz von Natrium zum Futter oder Einsatz von Schleifendiuretika zur Erhöhung der Diurese können das Risiko für Kalziumoxalatsteine bei bestimmten Tieren erhöhen oder eine Verschlechterung der Azotämie bewirken und sollten daher nur vorsichtig eingesetzt und gut überwacht werden (Bartges und Kirk 2012).

Der Einsatz von erhöhten Mengen an Natriumchlorid in den Diäten ist im Allgemeinen umstritten. In einer prospektiven Studie wurden die Auswirkungen von diätetischem Natriumchlorid-Gehalt v. a. auf den Blutdruck und die Nierenfunktion von erwachsenen Katzen während einer sechsmonatigen Periode untersucht. Es konnten keine erkennbaren signifikanten Veränderungen bzw. unerwünschten Wirkungen bei der Fütterung von höheren Mengen an Natriumchlorid festgestellt werden. Dies wurde zusätzlich separat bei denjenigen

Katzen überprüft, die zu Anfang des Versuchs eine Kreatinin-Serumkonzentration von 1,6 mg/dl oder höher (an der Grenze vom bzw. über dem Referenzbereich; subklinische Niereninsuffizienz) aufwiesen, es haben sich aber ebenfalls keine unerwünschten Wirkungen von Natriumchlorid gezeigt (Xu et al. 2009). Die Studie von Kirk et al. (2006) kam zu der Schlussfolgerung, dass ein hoher Gehalt an Natriumchlorid in den Diäten zu unerwünschten Wirkungen für die Nieren führen könnte. Eine andere Untersuchung aus dem Jahr 2011 konnte eine signifikante Erhöhung des Blutdrucks bei der Fütterung einer Diät mit hohem Natriumgehalt nachweisen (Cowgill 2011).

Ansäuernde Diäten und Medikamente sind ein Risikofaktor für die Entstehung von Kalziumoxalatsteinen. Eine prospektive Studie hat die niedrigste Sättigung des Harns mit Kalziumoxalat beim höchsten Harn-pH ($7,1 \pm 0,3$) gezeigt (Bartges et al. 2004), eine andere Untersuchung hatte wiederum keinen Einfluss des pH-Wertes auf die Löslichkeit zum Ergebnis (Stevenson 2002), es gibt aber noch mehrere weitere Studien, die eine Erhöhung des pH-Wertes positiv im Bezug auf die Prophylaxe von Kalziumoxalaturolithiasis bewerten. Azidurie führt zur Hypozitaturie und Störung der Funktion von Harnsteininhibitoren (Bartges und Kirk 2012), und es sollte daher zur Rezidivprophylaxe ein Harn-pH von ca. 7-7,5 erreicht werden (Bartges et al. 2004a).

Eine Reduktion der Konzentrationen von Kalzium und Oxalat im Harn ist auch ein Teil der präventiven Maßnahmen. Kalzium sollte in mittleren Mengen bei einer Normokalzämie im Futter enthalten sein, da eine markante Einschränkung der Zufuhr das Risiko einer Urolithiasis erhöht sowie eine Reduktion von entweder Kalzium oder Oxalsäure eine erhöhte Absorption der anderen Komponente zur Folge hat. Harnoxalat entsteht aus dem Metabolismus der Oxalatvorläufer und Oxalsäure im Futter, diese sollten auf die niedrigste mögliche Menge reduziert werden. Vitamin C gehört zu den Oxalatvorläufern und wirkt harnansäuernd. Da Katzen keinen Bedarf an Vitamin C in der Nahrung haben, sollte es nicht zugefüttert werden.

Kaliumzitat ist in vielen Diäten zur Kalziumoxalatprävention enthalten. Zitratsäure bildet lösliche Komplexe mit Kalzium, außerdem bewirkt es eine verminderte Exkretion von Oxalat und verminderte intestinale Kalziumabsorption und erhöht die Exkretion und Aktivität von Inhibitoren. Kaliumzitat führt weiter zur Alkalisierung vom Harn, was u. a. eine erhöhte renale Exkretion von Zitat zur Folge hat.

Phosphor sollte in der Ernährung nicht reduziert werden, da eine niedrige Zufuhr von Phosphor ein Risikofaktor für Kalziumoxalaturolithiasis ist, indem eine Unterversorgung u. a. zur Aktivierung von Vitamin D führt. Eine übermäßige Zufuhr wird ebenfalls nicht empfohlen.

Magnesium geht im Harn Komplexverbindungen mit der Oxalsäure ein. Niedrige Mengen an Magnesium sind ein Risikofaktor für die Kalziumoxalaturolithiasis, die Zufuhr sollte also nicht stark eingeschränkt werden, aber auch nicht gesteigert werden, da eine Supplementierung das Risiko für die Struvitsteinentstehung erhöht.

Vitamin D sollte nicht in hohen Mengen zugeführt werden, da es zur Erhöhung der intestinalen Absorption von Kalzium führt.

Ein Mangel an Vitamin B₆ führt zur Produktion und renalen Exkretion von Oxalsäure, deshalb ist eine ausreichende Menge in der Nahrung wichtig.

In allen durchgeführten Studien war Adipositas ein Risikofaktor für Urolithiasis, der genaue Grund dafür ist nicht klar.

Zusammenfassend sind für eine Rezidivprophylaxe ein Harn-pH über 7 und ein möglichst niedriges spezifisches Gewicht wichtig, beim Vorliegen einer Hyperkalzämie sollte eine Normokalzämie erreicht werden. Regelmäßige Kontrollen alle vier bis sechs Monate, mit einer Harnanalyse und Röntgenuntersuchung sollten durchgeführt werden (Bartges und Kirk 2012).

2.3 Relative Supersaturation (RSS)

Relative Supersaturation (relative Übersättigung) des Harns wird als Maß für das Harnsteinbildungsrisiko mittels quantitativer Analysen berechnet. Die Präzipitation und Kristallisation von steinproduzierenden Substanzen hängt vom Grad der Übersättigung im Harn ab. Zur RSS-Ermittlung werden Totalkonzentrationen von ca. 12 Harnparametern (Natrium, Kalium, Ammonium, Kalzium, Magnesium, Chlorid, Sulfat, Phosphat, Zitrat, Oxalat, Harnsäure, Kreatinin) und der Harn-pH-Wert bestimmt. Mit einem Computerprogramm (wie EQUIL bzw. SUPERSAT) wird dann die relative Übersättigung für verschiedene Harnsteinsubstanzen (Struvit-RSS, Kalziumoxalat-RSS) berechnet. Die RSS-Berechnung wird v. a. bei der Entwicklung von Spezialdiäten angewendet (Hesse und Neiger 2008).

RSS kann in drei Zonen eingeteilt werden: Zone der Untersättigung, Zone der metastabilen Übersättigung und Zone der Übersättigung. In der Zone der Untersättigung ($RSS < 1,0$) ist

der Harn unter dem Löslichkeitsprodukt des jeweiligen Salzes, Harnsteine können sich nicht bilden, und Struvitkristalle oder -steine werden aufgelöst. In der Zone der metastabilen Übersättigung (Struvit-RSS: zwischen 1,0 und 2,5; Kalziumoxalat-RSS: zwischen 1,0 und 12,0) werden keine neuen Harnsteine gebildet, bereits bestehende Harnsteine können aber wachsen und lösen sich nicht auf. Die Zone der Übersättigung (Struvit-RSS > 2,5; Kalziumoxalat-RSS > 12,0) ermöglicht spontane homogene Kristallformation, -aggregation und -wachstum (Hurley et al. 2003).

In einer Studie von Robertson et al. (2002) wurden zwei Programme (SUPERSAT und EQUIL 2) für die Berechnung von Kalziumoxalat- und Struvit-RSS bezüglich ihrer Anwendbarkeit für den Harn von Hunden und Katzen untersucht. Zusammenfassend kam die durchgeführte Studie zum Ergebnis, dass Struvit- und auch Kalziumoxalat-RSS-Werte für Katzen mit Hilfe von SUPERSAT adäquat berechnet werden können (Robertson et al. 2002).

3. Tiere, Material und Methode

Der Versuch wurde der Ethikkommission der Veterinärmedizinischen Universität Wien vorgelegt und von dieser geprüft.

3.1 Tiere

3.1.1 Katzen

Zehn Katzen des Instituts für Tierernährung der Veterinärmedizinischen Universität Wien wurden für den Cross-Over-Versuch eingesetzt. Die Katzen waren von der Rasse Europäisch Kurzhaar, vier davon weiblich kastriert (wk) und sechs männlich kastriert (mk), im Alter zwischen ca. zwei und vier Jahren. Alle zehn Katzen waren während des Versuchs klinisch gesund. In der folgenden Tabelle (Tab. 1) sind die Einzeldaten der Katzen aufgelistet – Name, Geburtsdatum, Alter während des Versuchs, Geschlecht und Mittelwert des Körpergewichts jeder Katze. Das Körpergewicht wurde im Laufe des Versuchs insgesamt neun Mal gemessen und aufgezeichnet.

Tab. 1: Daten der Katzen: Name, Geburtsdatum, Alter (in Jahren), Geschlecht (wk/mk), Mittelwert des Körpergewichts (in kg)

Name	Geburtsdatum	Alter	Geschlecht	Körpergewicht
Chipsy	29.3.2012	2	wk	3,83
Kira	2.4.2012	2	wk	3,3
Krätze	24.3.2012	2	mk	4,86
Pauli	24.3.2012	2	mk	4,62
Riesling	9/2010	3,5	wk	3,19
August	1.4.2012	2	mk	4,51
Silvana	9/2010	3,5	wk	3,4
Nandi	8.5.2011	3	mk	4,34
Lenin	13.8.2010	3,5	mk	3,77
Schwarzohr	13.8.2010	3,5	mk	4,07

3.1.2 Haltung der Katzen

Die Katzen wurden während der Harnsammelperioden (jeweils ca. eine Woche in jedem der fünf Durchgänge; länger bei den Katzen, die in dem Zeitraum nicht genug Harn absetzten) in Einzeltierkäfigen gehalten, mit Sicht- und Körperkontakt zueinander (durch das Gitter zu den

Katzen in benachbarten Käfigen). Die Käfige mit 1 m² Bodenfläche und 3 m Höhe waren mit einer Katzentoylette, mehreren Sitzplätzen und einem Schlafplatz, einer Futter- und einer Wasserschüssel ausgestattet. Die Katzen hatten in dieser Zeit täglich für ca. 30-60 Minuten freien Auslauf. Die Haltungparameter in den Harnsammelperioden entsprechen den Mindestanforderungen und -maßen nach dem Tierversuchsgesetz (Tierversuchsverordnung). Während der ca. einwöchigen Einfütterungsphasen konnten sich die Katzen frei in der Gruppe bewegen und wurden nur für die Futtermittelaufnahme einzeln getrennt.

3.1.3 Futter- und Wasseraufnahme, Kotbeschaffenheit

Die tägliche Futtermenge wurde nach den Empfehlungen des National Research Council (NRC 2006) für den Erhaltungsenergiebedarf der Katzen errechnet, und die aufgenommene Menge jeder Katze wurde dokumentiert. Die Fütterung erfolgte zwei Mal täglich.

Ebenfalls wurde während der Harnsammelperioden die tägliche Wasseraufnahme jeder Katze gemessen und aufgezeichnet.

Die Kotkonsistenz wurde in den Harnsammelperioden täglich beurteilt.

3.2 Futtermittel

Es wurden fünf Trockenfuttermittel für Katzen untersucht: zwei kommerzielle Diäten (Royal Canin Urinary S/O [RC Urinary S/O] und Hill's s/d) und drei Futtermittel der Firma *Virbac* (davon ein Futter für den Erhaltungsbedarf adulter Katzen als Kontrollfutter [ACC], und zwei Testdiäten, eine für die Therapie [CURD], und eine zur Prophylaxe [URP] von Struvitsteinen).

3.2.1 Royal Canin Urinary S/O

Royal Canin Urinary S/O ist ein diätetisches Alleinfuttermittel für ausgewachsene Katzen zur Auflösung bzw. zur Verringerung von Struvitsteinen. Indikationen für diese Diät sind laut Hersteller: Struvit-Urolithiasis, Kalziumoxalatstein-Prophylaxe, Struvitstein-Prophylaxe.

Zusammensetzung: Reis, Weizenkleberfutter, Geflügelmehl, Maisfuttermehl, Tierfett, Maiskleberfutter, tierisches Protein (hydrolysiert), Mineralstoffe, Lignozellulose, Rübenschnitzel, Fischöl, Sojaöl, Fructo-Oligosaccharide, Hydrolysat aus Krustentieren (Quelle für Glukosamin), Tagetesblütenmehl (Quelle für Lutein), Zusatzstoffe, Konservierungsstoffe, Antioxidantien.

Ausgewählte analytische Bestandteile: Protein 34,5 %, Fettgehalt 15 %, Rohasche 7,4 %, Rohfaser 2,5 %, Kalzium 0,8 %, Phosphor 0,7 %, Natrium 0,9 %, Magnesium 0,05 %, Kalium 1 %, Chlorid 1,9 %, harnsäuernde Stoffe: Kalziumsulfat 0,56 %, DL-Methionin 1,02 %.

(Royal Canin. <https://www.royal-canin.at> [Zugriff 01.12.2015])

3.2.2 Hill's s/d (Hill's Prescription Diet s/d Feline)

Die „Hill's Prescription Diet s/d Feline“-Diät wird zur Auflösung von Struvitkristallen und -steinen bei Katzen eingesetzt, das Ziel ist ein saurer pH-Wert im Harn.

Zusammensetzung: Geflügelmehl, Reis, tierische Fette, Maiskleber, Pflanzenöl, Trockenvollei, Kaliumchlorid, Proteinhydrolysat, Kalziumsulfat, Natriumchlorid, Taurin, Vitamine und Spurenelemente, Konservierungsstoffe, Antioxidantien.

Ausgewählte analytische Bestandteile: Rohprotein 34,5 %, Rohfett 26,7 %, Rohfaser 0,9 %, Kalzium 0,87 %, Phosphor 0,71 %, Natrium 0,4 %, Magnesium 0,06 %, Kalium 0,95 %, Chlorid 1,31 % der Trockensubstanz, Urin ansäuernde Substanzen: Kalziumsulfat 5 g/kg, DL-Methionin 3,6 g/kg der Originalsubstanz.

(Hill's Pet Nutrition. www.hillspet.at [Zugriff 01.12.2015])

3.2.3 Futtermittel der Firma Virbac

Alle drei untersuchten *Virbac*-Futtermittel haben einen hohen Proteingehalt und einen niedrigen Kohlenhydratgehalt. Die Rohprotein-Werte liegen im Vergleich mit den beiden untersuchten kommerziellen Diäten (RC Urinary S/O und Hill's s/d) deutlich höher.

Das Kontrollfutter für den Erhaltungsbedarf adulter Katzen (ACC) hat einen Rohproteingehalt von 49,6 % der Trockensubstanz.

Bei der Diät zur Rezidivprophylaxe von Struvitsteinen (URP) beträgt das Rohprotein 49,5 % der Trockensubstanz.

Die Diät für Auflösung von Struvitsteinen (CURD) hat einen Rohproteingehalt von 50,2 % der Trockensubstanz.

3.3 Aufbau des Versuchs

Der Cross-Over-Versuch verlief in fünf Durchgängen. Es wurden fünf Futtermittel untersucht, die Katzen wurden paarweise in fünf Gruppen aufgeteilt (Tab. 2 zeigt die Einteilung), d. h. jeweils zwei Katzen erhielten in jedem Durchgang das gleiche Futter. Nach jedem Durchgang wurde das Futtermittel gewechselt, so dass am Ende jede Katze jedes Futtermittel bekommen hat (die Zuteilung der Futtermittel in jedem Durchgang befindet sich in Tab. 3).

Tab. 2: Gruppen: Einteilung der Katzen in fünf Zweiergruppen (für alle Durchgänge)

Katzen	
Chipsy	Kira
Krätze	Pauli
Riesling	August
Silvana	Nandi
Lenin	Schwarzohr

Tab. 3: Futtermittel: Übersicht der Zuteilung der Futtermittel in jedem Durchgang (1.-5. DG)

	1. DG	2. DG	3. DG	4. DG	5. DG
Chipsy Kira	ACC	Hill's s/d	RC Urinary S/O	CURD	URP
Krätze Pauli	URP	ACC	Hill's s/d	RC Urinary S/O	CURD
Riesling August	CURD	URP	ACC	Hill's s/d	RC Urinary S/O
Silvana Nandi	RC Urinary S/O	CURD	URP	ACC	Hill's s/d
Lenin Schwarzohr	Hill's s/d	RC Urinary S/O	CURD	URP	ACC

In der vorliegenden *in vitro* Untersuchung wurden in jedem Durchgang im Harn der Katzen die Parameter Harnvolumen, Harn-pH und spezifisches Gewicht gemessen, und im Weiteren wurde im Sammelharn die Löslichkeit von Struvitkristallen und Relative Supersaturation (RSS) untersucht. Anhand der erhobenen Ergebnisse wurden die (zu erwartende) Wirkung,

und dadurch die Eignung der verwendeten Diäten zur Therapie bzw. Prophylaxe von Struvit- und Kalziumoxalatsteinen bei Katzen überprüft.

Untersuchungsparameter:

- Gewicht – neun Mal während des Versuchs
- Futtermittelaufnahme – täglich
- Kotkonsistenz – in den Harnsammelperioden täglich
- Wasseraufnahme – in den Harnsammelperioden täglich

- Harnvolumen, Ham-pH und spezifisches Gewicht – in den Harnsammelperioden täglich
- Löslichkeit der Struvitkristalle – Sammelharn
- RSS – Sammelharn

Die Untersuchung dauerte insgesamt 17 Wochen.

Jeder Durchgang bestand im Wesentlichen aus dem Einfüttern der Katzen, dem Harnsammeln und den nachfolgenden Untersuchungen.

3.3.1 Einfütterungsphase

Das Einfüttern der Katzen mit einem neuen Futtermittel erfolgte am Anfang jedes Durchgangs und dauerte sieben bis zehn Tage.

3.3.2 Harnsammelperiode

Nach der Einfütterungsphase wurde mit dem Harnsammeln begonnen. Bei jeder Katze wurde der Harn für die Messungen der Harnparameter und für den Löslichkeitsversuch für mindestens drei Tage gesammelt, und falls nicht genug Harn verfügbar war, auch länger. Die Katzentoiletten wurden mit nichtabsorbierenden Plastikkügelchen gefüllt und so konzipiert, dass der Harn direkt nach unten abfließen konnte. Hier wurde der Harn in Flaschen (Volumen 500 ml), die unter die Käfige platziert wurden und mit einem Trichter zum Auffangen ausgestattet waren, gesammelt. Davor wurde in die Flaschen 10 ml Thymol als

Konservierungsmittel dosiert, um den Harn-pH-Wert bis zur Aufarbeitung konstant zu halten und bakterielles Wachstum zu verhindern. Die Flaschen wurden täglich durch neue ersetzt, und die mit Namen und Datum gekennzeichneten Flaschen wurden dann bis zur folgenden Bearbeitung im Kühlraum bei ca. 4 °C aufbewahrt. Das Harnsammeln auf Trockeneis erfolgte für mindestens zwei Tage, ebenfalls individuell je nach gesammelter Menge – benötigt wurden mindestens 80 ml Harn pro Katze und Durchgang. Es wurden spezielle Behälter verwendet, die rundherum um die Flaschen mit Trockeneis gefüllt wurden, wodurch der Harn gleich beim Einfließen in die Flaschen eingefroren ist, was eine pH-Veränderung und bakterielle Aktivitäten verhinderte. Die Flaschen mit dem auf Trockeneis gesammelten Harn wurden im Tiefkühler aufbewahrt. Dieser Harn wurde für die RSS-Untersuchung benutzt.

3.3.3 Untersuchungen

Der erste Schritt nach dem Herausnehmen der Flaschen aus dem Kühlraum und einer (unterschiedlich langen) Anpassung an die Umgebungstemperatur war das Trennen des Harns vom Thymol. Dies erfolgte folgendermaßen: Der Inhalt jeder Flasche wurde in einen Scheidetrichter (im Gestell) mit geschlossenem Ventil eingegossen, danach trennte sich Thymol an der Oberfläche ab. Der Harn wurde dann durch das Öffnen des Ventils in einen Messzylinder abgelassen, bis nur noch Thymol mit etwas Rest-Harn im Scheidetrichter verblieb.

Im Weiteren wurden die drei Parameter (Volumen, pH und spezifisches Gewicht) des Harns von jeder Katze vom jeweiligen Tag bestimmt.

3.3.3.1 Messungen: Volumen, pH, spezifisches Gewicht

In den Messzylindern wurde das Harnvolumen abgelesen.

Die pH-Messung erfolgte mit einem pH-Meter (Φ63 pH Meter, Beckman Coulter, Inc., USA), das vorher kalibriert wurde. Die Glaselektrode wurde in den Harn eingetaucht und der Endwert abgelesen und notiert. Zwischen den einzelnen Messungen wurde die Elektrode mit kaltem entmineralisiertem (vollentsalztem) Wasser (WEK-Wasser) abgespült und vorsichtig getrocknet.

Das spezifische Gewicht wurde mit einem Dichtemesser (DMA 35N Dichtemesser, Anton Paar GmbH, Österreich) bestimmt, das mit WEK-Wasser kalibriert wurde. Es wurde drei Mal (falls es die täglich gesammelte Harnmenge erlaubt hat, sonst ein oder zwei Mal) pro

gesammelter Harnprobe ein Messwert bestimmt und der letzte dann als Ergebnis genommen. Nach jeder Messung (d. h. vor jedem neuen Harn) wurde das Messgerät mehrmals mit WEK-Wasser durchgespült.

Nach den erfolgten Messungen wurde für jede Katze pro Durchgang eine Sammelharnprobe durchlaufend angefertigt und diese bis zur weiteren Aufarbeitung tiefgefroren.

3.3.3.2 *In vitro* Versuch der Löslichkeit von Struvitkristallen

Um die Löslichkeit von Struvitkristallen im Harn zu prüfen, wurden jeweils 20 ml filtrierter Harn mit 1 g Struvitkristallen vermischt und in einem Schüttelwasserbad (Temperatur 38 °C, Frequenz 80/Minute) für zwei bzw. fünf Tage inkubiert. Danach erfolgten die Messungen des pH-Wertes und des spezifischen Gewichts, und der Inhalt der Röhrchen wurde durch abgewogene Filterpapiere filtriert. Im Weiteren wurden die Filterpapiere samt den filtrierten Struvitkristallen getrocknet und nach dem Trocknen abgewogen. Auf diese Weise konnte jeweils die Menge aufgelöster Kristalle bestimmt werden.

Der Versuch wurde jeweils für zwei und fünf Tage angesetzt, d. h. in jedem Durchgang von jeder der zehn Katzen für beide Zeitperioden, und zwar jeweils in dreifacher Ausführung (drei Röhrchen pro Katze in jeder Zeitperiode), soweit es die Harnmenge erlaubt hat.

Die Struvitkristalle (Ammonium magnesium phosphate hexahydrate, 98 %, $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, Alfa Aesar GmbH & Co KG, Deutschland) wurden in Plastikröhrchen (Volumen 50 ml) vorbereitet, die zuvor mit den Namen der Katzen und der Nummer der Probe beschriftet wurden. Es wurden 1 g Struvitkristalle auf einer Analysenwaage (AB184-S-A, Mettler-Toledo GmbH, Österreich) in jedes der Röhrchen eingewogen, wobei eine Genauigkeit auf drei Nachkommastellen angestrebt wurde.

Der Sammelharn wurde aufgetaut, und zwar entweder bei Umgebungstemperatur oder in einem Behälter mit warmem Wasser. Bevor der Harn mit den Struvitkristallen vermischt wurde, wurde der Harn durch ein Filterpapier filtriert. Bei den ersten drei Durchgängen wurde das Filtrieren einmal und im unterschiedlichen Abstand vor dem Ansetzen gemacht: entweder zum Teil am gleichen Tag, oder bereits einen Tag bzw. mehrere Tage davor, im letzten Fall wurde der filtrierte Sammelharn anschließend eingefroren. Beim vierten und fünften Durchgang wurde der ganze jeweils vorhandene Sammelharn am gleichen Tag, an dem er mit den Struvitkristallen angesetzt wurde, filtriert – d. h. zwei Mal pro Katze (vor dem Ansetzen für zwei und fünf Tage) –, um ein Nachbilden von Kristallen nach dem Filtrieren

und vor dem Ansetzen zu minimieren. Anfangs wurde der Sammelharn durch Rundfilter, die zu einem Trichter in Viertel gefaltet wurden, filtriert (589³ Blue ribbon Filter Paper Circles, Schleicher & Schuell GmbH, Deutschland; Durchmesser 90 mm bzw. 125 mm), und ab ca. Mitte des zweiten Durchgangs durch gefaltete Filterpapiere (Folded Filters, Grade: 3hw, Sartorius Stedim Biotech GmbH, Deutschland; Durchmesser 185 mm).

20 ml des filtrierten Harns wurden in einem Messzylinder abgemessen, und in das vorbereitete Röhrchen mit den Struvitkristallen eingegossen. Danach wurde das Röhrchen verschlossen und der Inhalt vermischt. Etwas später wurde noch jedes Röhrchen seitwärts vorsichtig geschwenkt, um die Menge der Kristalle an den Wänden, die dort beim Vermischen angehaftet geblieben sind, zu verringern.

Nach dem beschriebenen Ansetzen folgte das Hineingeben der Röhrchen in ein Schüttelwasserbad (1086, GFL Gesellschaft für Labortechnik mbH, Deutschland). Das Wasserniveau war dabei ungefähr in gleicher Ebene mit dem Harn in den Röhrchen, oder gegebenenfalls etwas darunter. Das Wasserbad wurde vor der Benutzung aufgewärmt, danach wurden die Proben in einem bzw. mehreren Gestellen im Wasserbad fixiert, und bei einer Temperatur von 38 °C und einer Schüttelfrequenz von ca. 80/Minute inkubiert. Bei den Zwei-Tage-Proben wurden die Röhrchen nach einem Tag geschwenkt (seitwärts, so dass die Wände einmal gespült wurden), und am zweiten Tag dann aus dem Wasserbad herausgenommen. Bei den Fünf-Tage-Proben wurden die Röhrchen noch einmal während der Inkubation im Wasserbad manuell geschüttelt, so dass sich die Kristalle gründlich mit dem Harn vermischt haben. Am gleichen Tag sowie an den weiteren Tagen wurden die Proben noch geschwenkt, und am fünften Tag wurde dann schließlich die Inkubation dieser Röhrchen beendet.

Jeweils zwei und fünf Tage nach dem Hineingeben ins Wasserbad wurden die Proben herausgenommen. Dies erfolgte schrittweise, es wurde auf einmal jeweils ein Röhrchen pro Katze (von den drei vorhandenen) genommen und verarbeitet, wobei die letzten Proben ungefähr zur gleichen Uhrzeit, zu der sie angesetzt und ins Wasserbad gegeben wurden, herausgenommen wurden. In den Fällen, wo weniger Proben pro Katze angesetzt wurden, wurde das erste Röhrchen erst beim zweiten bzw. dritten Mal (zwei bzw. ein Röhrchen pro Katze) herausgenommen.

Nach einem kurzen Angleichen an die Umgebungstemperatur (etwa eine halbe Stunde) wurden in jedem Röhrchen der pH-Wert und das spezifische Gewicht gemessen. Die

Messung des spezifischen Gewichts erfolgte aber jeweils nur einmal, und der vom Gerät so oberflächlich wie möglich angesaugte Inhalt wurde ins Röhrchen zurück pipettiert, um mögliche Verluste der Struvitkristalle zu minimieren.

Nach diesen Messungen folgte das Rückfiltrieren durch die bereits vorher auf der Analysenwaage einzeln abgewogenen Filterpapiere. Als Filterpapier wurde der Blue ribbon-Rundfilter (589³ Blue ribbon Filter Paper Circles, Schleicher & Schuell GmbH, Deutschland bzw. Whatman[®] 589/3 Blue ribbon Filter Paper Circles, GE Healthcare, UK; im ersten Durchgang mit einem Durchmesser von 90 mm, ab dem zweiten Durchgang 125 mm) benutzt. Jedes Filterpapier wurde in einen Plastiktrichter gefaltet, und dieser auf einen Becher gestellt. Zuerst wurde der Inhalt des Röhrchens in den Filter geleert, und dann das Röhrchen mehrmals mit WEK-Wasser ausgespült, um möglichst viele verbliebene Kristalle ebenfalls zu gewinnen. Beim fünften Durchgang wurden die Röhrchen zusätzlich zugemacht und geschüttelt, um auch die Kristalle vom Verschluss auszuspülen. Nachdem die Struvitkristalle im Filterpapier filtriert waren, wurden die Filterpapiere mit einer Pinzette auf beschriftete Petrischalen umgesetzt und in eine Trockenkammer mit einer Innentemperatur von 50 °C gestellt. Hier wurden sie für mehrere Tage (Spannweite drei bis acht Tage) zum Trocknen gelassen.

Nach dem Trocknen wurden die Filterpapiere rückgewogen. Dafür wurde immer ein Teil der Proben aus der Trockenkammer herausgenommen und in einen Exsikkator gestellt. Dann wurden die Petrischalen einzeln direkt vor dem Wiegen herausgenommen, und auf der Analysenwaage abgewogen, indem das Filterpapier samt den Kristallen gewogen wurde. Die Benutzung des Exsikkators wurde während des ersten Durchgangs (nach dem ersten Wiegen) eingeführt, da beim ersten Abwiegen immer ein langsamer Anstieg des Gewichts aufgetreten ist, wobei vermutet wurde, dass Feuchtigkeit aus der Luft angesaugt wird. Deshalb wurde auch im Weiteren immer nur eine Petrischale aus dem Exsikkator herausgenommen, und der Inhalt so schnell wie möglich gewogen, wobei auch hier ein Anstieg des Gewichts zu beobachten war, und daher die ersten Werte gleich nach dem Stabilisieren des Gewichts genommen wurden.

Nach dem Rückwiegen konnte dann direkt das Gewicht der verbliebenen, also nicht aufgelösten Struvitkristalle berechnet werden, da das Einzelgewicht jedes Filterpapiers bekannt war.

3.3.4 RSS-Analyse

Die Aufarbeitung des Harns von jeder Katze für die RSS-Analyse wurde für jeden Durchgang durchgeführt. Der Sammelharn wurde aufgetaut (bei Umgebungstemperatur oder im warmen Wasser) und das Volumen gemessen. Mit dem pH-Meter wurde der pH-Wert bestimmt, und der Harn im nächsten Schritt beim ständigem Rühren auf einem Magnetrührer mit einer 35-prozentigen HCl (Chlorwasserstoffsäure, Salzsäure) bis zu einem pH-Wert von 2 (max. $\pm 0,06$) titriert. Schließlich wurde der Harn in einen beschrifteten Behälter umgefüllt und verschlossen, alle Proben wurden schließlich tiefgefroren. Das Harnvolumen, der pH-Wert vor der Titration, benötigte Menge der HCl und der erreichte pH-Wert nach der Titration wurden in eine Tabelle – für jede Katze einzeln – notiert. Sowohl der pH-Wert vor und nach der Titration, als auch das verbrauchte Volumen der HCl bei jeder Harnprobe befinden sich in den Tabellen mit den Ergebnissen der RSS-Analyse. Der Harn wurde nach der Bearbeitung tiefgefroren nach Deutschland versendet, und die RSS-Analyse mit dem Programm SUPERSAT am Institut für Tierernährung der Freien Universität Berlin durchgeführt.

3.4 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung von Harnvolumen, pH, spezifischen Gewicht, Löslichkeit der Struvitkristalle und RSS erfolgte mit dem Programm SPSS 17. Alle Daten, die normal verteilt waren (nach Kolmogorov-Smirnov-Test), wurden mittels ANOVA verglichen, die Prüfung auf signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen ($p \leq 0,05$) erfolgte mit dem Duncan-Test. Da alle RSS-Werte nicht normal verteilt waren, wurde für die Korrelationsanalysen der Spearman-Test herangezogen. Ausgewählte Ergebnisse und Korrelationen wurden graphisch dargestellt.

4. Ergebnisse

4.1 Körpergewicht

Die folgende Tabelle (Tab. 4) zeigt die zusammengefassten Ergebnisse des Körpergewichts jeder Katze, und zwar den jeweiligen Mittelwert, den Anfangs- und Endwert, und die Spanne vom Minimal- bis Maximalgewicht während des Versuchs. Eine Tabelle mit allen gemessenen Werten des individuellen Körpergewichts der Katzen befindet sich im Anhang (Tab. 9).

Tab. 4: Körpergewicht (in kg): Mittelwert, Körpergewicht am Anfang (24. 3. 2014) und am Ende (9. 6. 2014) des Versuchs, Minimal- und Maximalgewicht jeder Katze

Name	Körpergewicht			
	Mittelwert	Anfang	Ende	Min. - Max.
Chipsy	3,83	3,78	3,81	3,78 - 3,9
Kira	3,3	3,36	3,28	3,26 - 3,36
Krätze	4,86	4,88	4,83	4,8 - 4,97
Pauli	4,62	4,72	4,61	4,58 - 4,72
Riesling	3,19	3,25	3,25	3,15 - 3,25
August	4,51	4,68	4,4	4,37 - 4,7
Silvana	3,4	3,48	3,36	3,3 - 3,48
Nandi	4,34	4,36	4,36	4,3 - 4,37
Lenin	3,77	3,83	3,74	3,7 - 3,87
Schwarzohr	4,07	3,95	4,1	3,95 - 4,16

Das Körpergewicht blieb während des Versuchs bei allen Katzen konstant, die aufgetretenen Schwankungen waren geringgradig. Der größte Unterschied zwischen dem Anfangs- und Endgewicht betrug 280 g bei *August* (am Ende des Versuchs wog er um 280 g weniger als am Anfang), bei allen anderen Katzen war die Schwankung niedriger; bei einigen weiteren Katzen ist der Endwert im Vergleich zum Anfangsgewicht ebenfalls etwas gesunken (in diesen Fällen um weniger als 280 g), bei zwei Tieren waren der Anfangs- und Endwert gleich, und zwei Katzen haben zum Zeitpunkt des letzten Wiegens 30 g bzw. 150 g zugenommen. Der größte Unterschied zwischen dem minimalen und maximalen Wert war ebenfalls bei *August*, und zwar waren es 330 g; bei dieser Katze waren offensichtlich die Schwankungen des Gewichts am höchsten, jedoch bei unverändertem physiologischem klinischem Zustand des Katers während des Versuchs nicht beunruhigend.

4.2 Futteraufnahme, Kotbeschaffenheit

Es wurde von jeder Katze jeweils die ganze angebotene Futtermenge aufgenommen.

Die Kotqualität war während des Versuchs bei allen Katzen physiologisch.

4.3 Wasseraufnahme

Die Mittelwerte aus der täglichen Wasseraufnahme jeder Katze von vier Harnsammelperioden mit Standardabweichungen zeigt die Tabelle im Anhang (Tab. 10). Von der Harnsammelperiode des zweiten Durchgangs gibt es keine Aufzeichnungen der Wasseraufnahme.

Die Mittelwerte der Harnsammelperioden für jede Katze einzeln variieren von durchschnittlichen 62 ml bis max. 173,2 ml aufgenommenes Wasservolumen pro Tag und Tier in dem jeweiligen Durchgang. Die täglichen Mittelwerte pro Kilogramm Körpergewicht jeder Katze sind im Bereich von 15,33 ml/kg/Tag bis 45,94 ml/kg/Tag, berechnet wurden sie mit dem individuellen mittleren Körpergewicht.

Da das Ausschütten des Wassers aus den Schüsseln nicht mit Sicherheit verhindert werden konnte, konnte es vereinzelt eine mögliche Fehlerquelle sein, sowohl beim Messen der aufgenommenen Wassermenge, als auch bei den Messungen von Harnvolumen, pH und spezifischem Gewicht, da dabei der Harn mit Wasser vermischt und dadurch verdünnt wurde.

4.4 Ergebnisse des Versuchs

4.4.1 Harnvolumen, pH, spezifisches Gewicht

Für jeden Durchgang wurde eine Tabelle mit den Werten Volumen, pH und spezifisches Gewicht des Harns für jede Katze von jedem Tag, an dem der Harn von der jeweiligen Katze gesammelt wurde, erstellt. Diese fünf Tabellen befinden sich im Anhang (Tab. 11-15). Das Futtermittel, welches die Katzen im jeweiligen Durchgang bekommen haben, ist in den Tabellen farblich markiert.

Das Harnvolumen war sowohl von Tier zu Tier, als auch tageweise sehr unterschiedlich und individuell, abhängig von der Wasseraufnahme als auch weiteren Faktoren (z. B. stress-/aufregungsbedingtes Harnverhalten u. a.). Zwischen den einzelnen Diäten gab es in Bezug auf das Harnvolumen keine signifikanten Unterschiede, die Mittelwerte schwankten von

43,87 ml \pm 16,47 ml bei Hill's s/d bis 52,24 ml \pm 13,96 ml bei URP pro Tag beim Füttern des jeweiligen Futtermittels. Das durchschnittliche Volumen pro Kilogramm Körpergewicht (berechnet mit dem individuellen mittleren Körpergewicht) variiert von 5,93 ml/kg/Tag bei *Silvana* bis 19,05 ml/kg/Tag bei *Pauli*.

Der pH-Wert des Harns war beim Füttern der Hill's s/d-Diät signifikant niedriger als bei den anderen Futtermitteln, der Mittelwert lag bei dieser Diät bei 5,99 \pm 0,12. Zwischen den vier weiteren Futtermitteln gab es keine signifikanten Unterschiede, die erreichten Werte können als Tendenzen angesehen werden. Der pH-Mittelwert war im Bereich von 6,56 \pm 0,19 (URP) bis 5,99 \pm 0,12 (Hill's s/d).

Die Unterschiede im spezifischen Gewicht des Harns in Bezug auf einzelne Futtermittel waren nicht signifikant, der niedrigste Mittelwert betrug 1,057 \pm 0,009 bei RC Urinary S/O und der höchste 1,064 \pm 0,011 bei ACC.

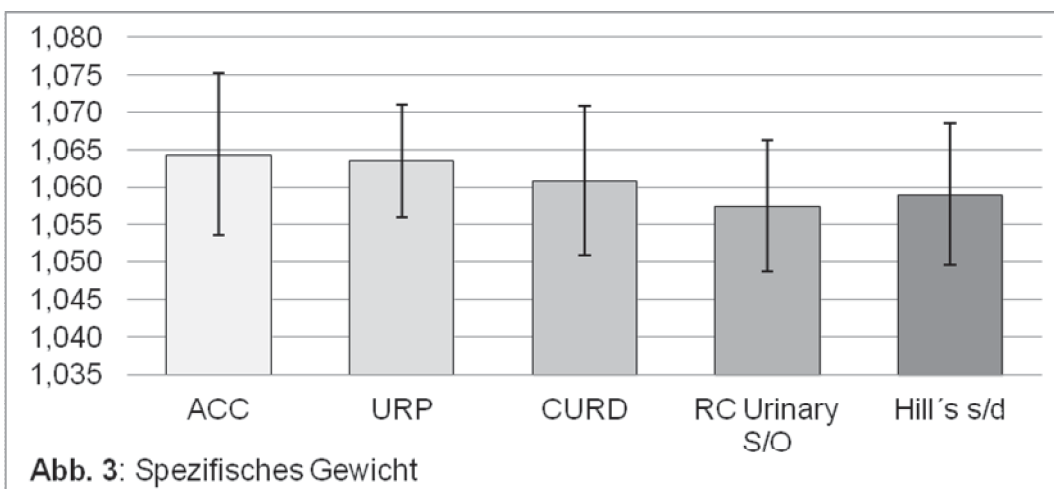
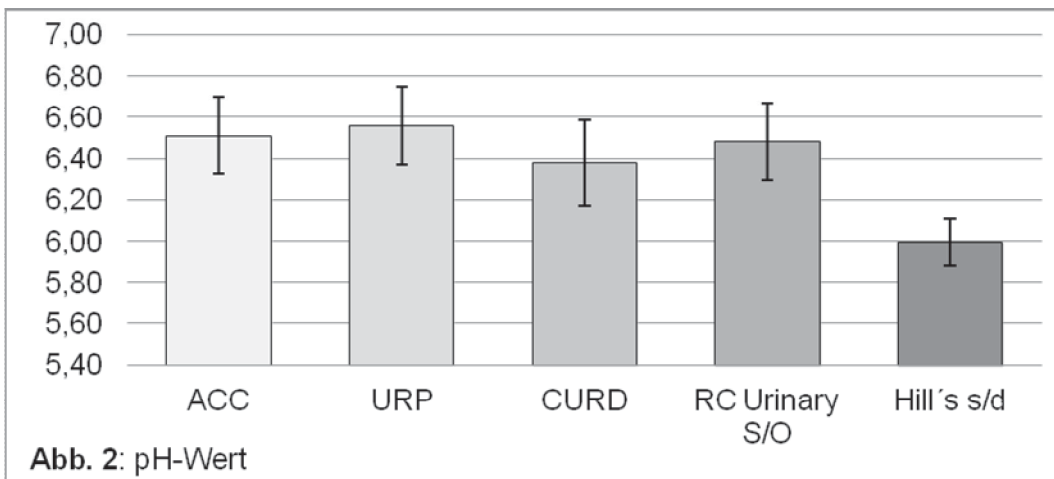
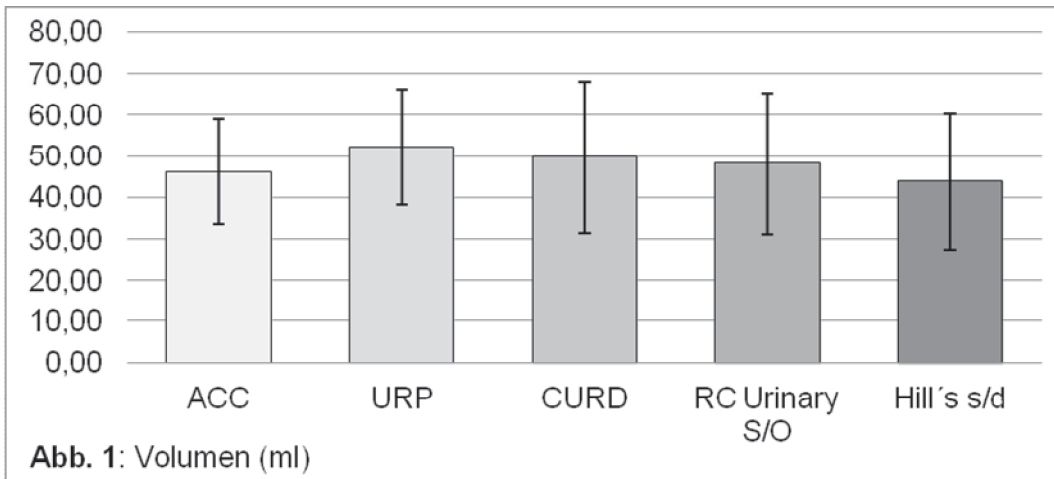
Die Mittelwerte mit Standardabweichungen von Volumen, pH und spezifischem Gewicht sind in der nachfolgenden Tabelle (Tab. 5) aufgelistet, und zwar wurden diese Mittelwerte anhand der Mittelwerte aus allen erhobenen Werten des jeweiligen Parameters jeder Katze bei jedem Futtermittel berechnet (d. h. die Anzahl der für die Berechnung herangezogenen Werte ist immer gleich zehn – Mittelwerte von jeder der zehn Katzen).

Tab. 5: Volumen (in ml), pH-Wert, spezifisches Gewicht (SG): Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) beim Füttern jedes Futtermittels, Anzahl (n) der Werte für die Berechnung war konstant n = 10 (Mittelwert jeder Katze)

Volumen	ACC	URP	CURD	RC Urinary S/O	Hill's s/d
MW	46,25	52,24	49,76	48,20	43,87
SD	12,75	13,96	18,26	16,97	16,47
n	10	10	10	10	10
pH	ACC	URP	CURD	RC Urinary S/O	Hill's s/d
MW	6,51 ^a	6,56 ^a	6,38 ^a	6,48 ^a	5,99 ^b
SD	0,19	0,19	0,21	0,19	0,12
n	10	10	10	10	10
SG	ACC	URP	CURD	RC Urinary S/O	Hill's s/d
MW	1,064	1,063	1,061	1,057	1,059
SD	0,011	0,007	0,010	0,009	0,009
n	10	10	10	10	10

Werte mit gleichem Index unterscheiden sich nicht signifikant voneinander.

In den folgenden drei Graphiken (Abb. 1-3) sind die Ergebnisse der Harnparameter (Mittelwerte) mit markierten Standardabweichungen im Vergleich der verschiedenen Futtermittel dargestellt.



Im Weiteren befinden sich im Anhang Tabellen für jeden der drei gemessenen Harnparameter mit Mittelwerten jeder Katze bei jedem Futtermittel, und die Gesamtmittelwerte der Parameter für jedes Futtermittel (Tab. 16-18).

4.4.2 Löslichkeit der Struvitkristalle

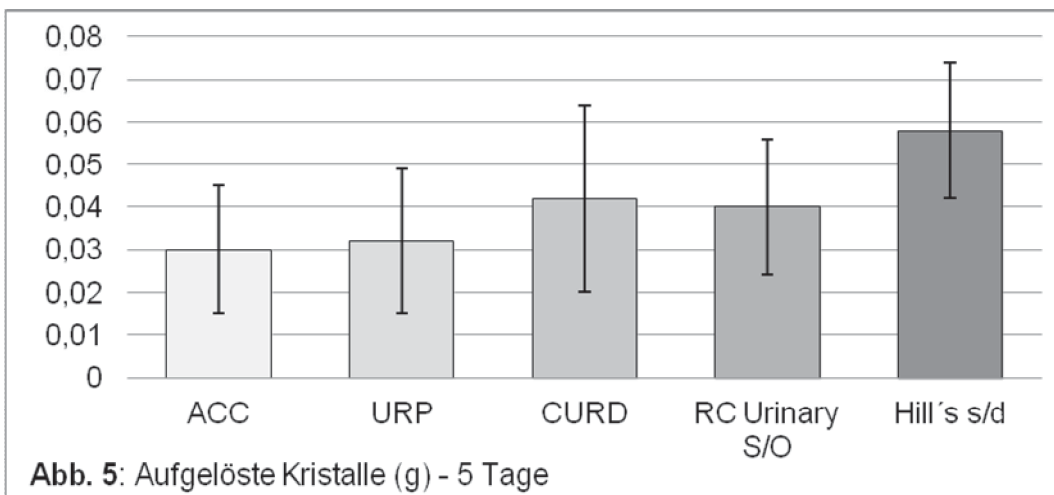
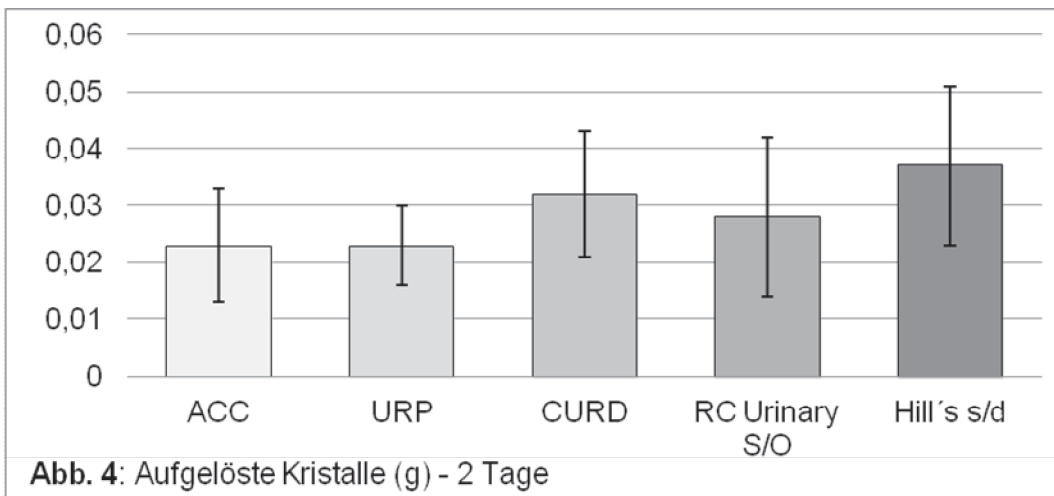
Entsprechend den Ergebnissen der pH-Werte war die *in vitro* Löslichkeit der Struvitkristalle bei Hill's s/d nach zwei und nach fünf Tagen am höchsten. Die Löslichkeit nach zwei Tagen betrug bei Hill's s/d $0,037 \text{ g} \pm 0,014 \text{ g}$, und die zweithöchste Löslichkeit bei der CURD-Diät $0,032 \text{ g} \pm 0,011 \text{ g}$. Die Löslichkeit nach fünf Tagen war bei Hill's s/d $0,058 \text{ g} \pm 0,016 \text{ g}$ am höchsten, gefolgt von CURD mit $0,042 \text{ g} \pm 0,022 \text{ g}$ und RC Urinary S/O mit $0,04 \text{ g} \pm 0,016 \text{ g}$. Unterschiede waren zwischen ACC als auch URP und Hill's s/d nach zwei Tagen, und zwischen ACC, URP als auch RC Urinary S/O und Hill's s/d nach fünf Tagen signifikant. Die niedrigste Menge an aufgelösten Kristallen konnte jeweils bei dem ACC-Kontrollfutter festgestellt werden. Zwischen der Löslichkeit der Kristalle nach fünf Tagen und dem pH-Wert gab es eine signifikante Korrelation von $-0,594$.

Folgende Tabelle (Tab. 6) beinhaltet die Ergebnisse mit Mittelwerten und Standardabweichungen aufgelöster Kristalle nach zwei bzw. fünf Tagen, es wurden jeweils die Mittelwerte der drei (bzw. aller verfügbaren) angesetzten Röhrchen bei jeder Katze in jeder Zeitperiode für die Berechnung herangezogen, deshalb ist die Anzahl immer gleich zehn. Die zwei Graphiken (Abb. 4 und 5) zeigen vergleichend die Mengen (Mittelwerte) aufgelöster Kristalle und die Standardabweichungen.

Tab. 6: Aufgelöste Kristalle (in g): Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) aufgelöster Struvitkristalle nach zwei und fünf Tagen für jedes Futtermittel, Anzahl (n) für die MW- und SD-Berechnungen $n = 10$ (Mittelwerte jeweils aus den drei Proben jeder Katze pro Zeitperiode)

nach 2 Tagen	ACC	URP	CURD	RC Urinary S/O	Hill's s/d
MW	0,023 ^a	0,023 ^a	0,032 ^{a b}	0,028 ^{a b}	0,037 ^b
SD	0,01	0,007	0,011	0,014	0,014
nach 5 Tagen	ACC	URP	CURD	RC Urinary S/O	Hill's s/d
MW	0,03 ^a	0,032 ^a	0,042 ^{a b}	0,04 ^a	0,058 ^b
SD	0,015	0,017	0,022	0,016	0,016
n	10	10	10	10	10

Werte mit gleichem Index unterscheiden sich nicht signifikant voneinander.



Im Anhang befinden sich die Tabellen des Löslichkeitsversuchs für jeden der fünf Durchgänge (Tab. 19-23), mit folgenden Angaben: Anzahl der Tage im Wasserbad, Name der Katze, pH und spezifisches Gewicht des Harns nach dem Herausnehmen der Röhrchen aus dem Wasserbad, Gewicht des Filterpapiers, weiter zum Zweck der Berechnung das Gewicht des Filterpapiers mit den eingewogenen Struvitkristallen (konstant 1 g), Filterpapier samt den Kristallen beim Rückwiegen nach dem Trocknen, und die Berechnung nichtaufgelöster bzw. aufgelöster Kristalle. Aus den drei Werten der Menge aufgelöster Kristalle jeder Katze wurde schließlich für jede Zeitperiode einzeln Mittelwert und Standardabweichung berechnet. Die farbliche Markierung der Katzennamen zeigt das gefütterte Futtermittel im jeweiligen Durchgang. Abweichende mögliche Messfehler, als auch größere Ausreißer in den ermittelten Werten wurden für die Berechnung aufgelöster Kristalle

nicht herangezogen, und das vor allem im ersten Durchgang, wo noch die meisten bzw. größten Abweichungen bei der Durchführung des Versuchs entstanden sind.

4.4.3 RSS

Die Struvit-RSS war bei allen Futtermitteln außer ACC im Bereich der Untersättigung (RSS < 1,0), bei ACC lag der Wert bereits in der Zone der metastabilen Übersättigung (RSS zwischen 1,0 und 2,5); zwischen ACC und CURD bzw. Hill's s/d gab es einen signifikanten Unterschied, und zwischen den anderen Diäten waren die ermittelten Unterschiede nicht signifikant. Hill's s/d erreichte den niedrigsten Struvit-RSS-Wert ($0,226 \pm 0,226$). Die Korrelationen zwischen der Struvit-RSS und der Löslichkeit der Kristalle waren für beide Zeitperioden signifikant (die Korrelationskoeffizienten waren aber nicht besonders hoch, bei zwei Tagen -0,336, und bei fünf Tagen -0,401). Die Korrelation zwischen der Struvit-RSS und dem pH-Wert war hochsignifikant mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,668.

Die Kalziumoxalat-RSS war bei allen Futtermitteln in der Zone der metastabilen Übersättigung (RSS zwischen 1,0 und 12,0), mit dem niedrigsten Wert bei RC Urinary S/O ($4,287 \pm 2,541$).

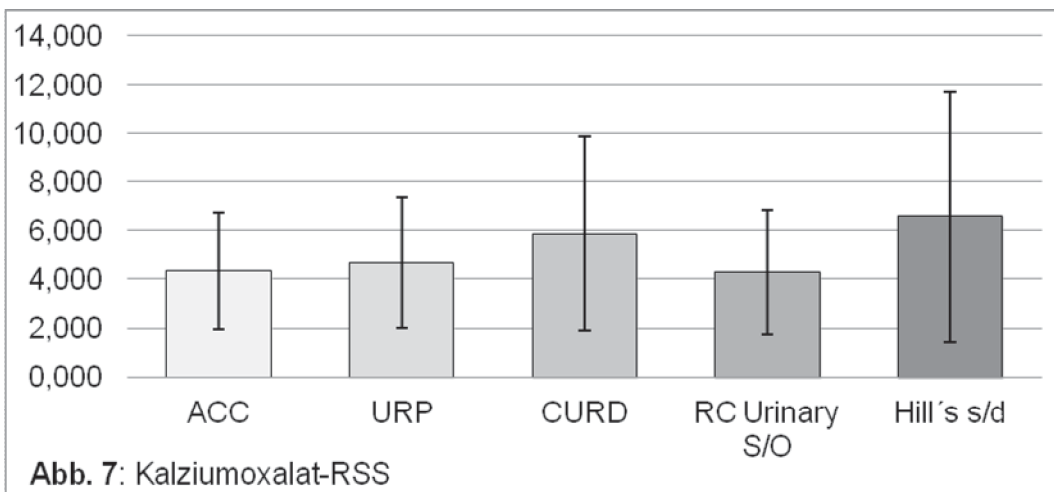
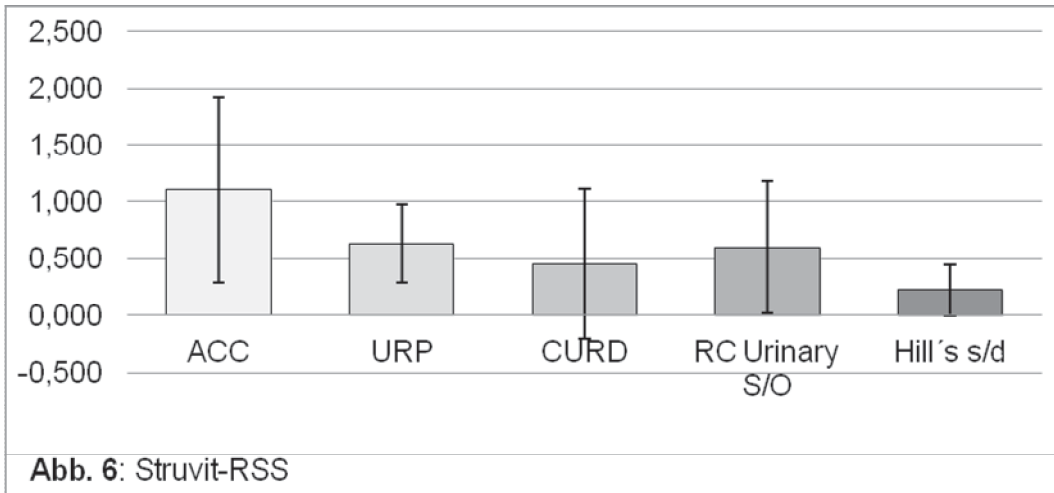
Die zusammengefassten Ergebnisse der RSS-Analyse – mit Mittelwerten und Standardabweichungen von Struvit- und Kalziumoxalat-RSS und den pH-Werten vor der Titration – für jedes der fünf Futtermittel sind in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet (Tab. 7).

Tab. 7: RSS-Analyse: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) von Struvit-RSS, Kalziumoxalat-RSS und pH-Werten vor der Titration für jedes Futtermittel

Struvit-RSS	ACC	URP	CURD	RC Urinary S/O	Hill's s/d
MW	1,108 ^a	0,638 ^{a b}	0,451 ^b	0,603 ^{a b}	0,226 ^b
SD	0,818	0,344	0,656	0,582	0,226
Kalziumoxalat-RSS	ACC	URP	CURD	RC Urinary S/O	Hill's s/d
MW	4,349	4,679	5,893	4,287	6,580
SD	2,413	2,678	4,021	2,541	5,166
pH-Wert	ACC	URP	CURD	RC Urinary S/O	Hill's s/d
MW	6,335	6,394	6,113	6,249	5,813
SD	0,173	0,138	0,295	0,219	0,195

Werte mit gleichem Index unterscheiden sich nicht signifikant voneinander.

Im Weiteren sind die Struvit- bzw. Kalziumoxalat-RSS-Werte (Mittelwerte mit Standardabweichungen) graphisch dargestellt (Abb. 6 und 7).



Im Anhang befinden sich fünf Tabellen der kompletten RSS-Analyse, und zwar je eine Tabelle für jedes untersuchte Futtermittel mit Einzelmesswerten von jeder Katze (Tab. 24-28). Weiter enthalten die Tabellen Mittelwerte und Standardabweichungen jedes Parameters, der untersucht wurde, ebenfalls Mittelwerte und Standardabweichungen aus den einzelnen ausgewerteten RSS-Werten der Katzen, den pH-Werten vor und nach der Titration, und der Menge verbrauchter HCl.

4.4.4 Korrelationen

In der nachfolgenden Tabelle (Tab. 8) sind die Spearman-Korrelationen (nach Spearman-Test) sowohl zwischen der Löslichkeit der Struvitkristalle nach zwei bzw. fünf Tagen und Struvit-RSS bzw. pH-Wert, als auch zwischen dem pH-Wert und der Struvit-RSS zusammengefasst dargestellt.

Die Korrelationsanalysen haben eine signifikante negative Korrelation zwischen der Löslichkeit der Struvitkristalle nach fünf Tagen und Struvit-RSS ergeben, der Korrelationskoeffizient war -0,401. Ebenfalls war die Korrelation zwischen der Löslichkeit nach fünf Tagen und dem pH-Wert signifikant, und der Wert betrug -0,594; d. h. dass die genannten Parameter negativ korrelieren – je niedriger der pH-Wert bzw. RSS, desto höher die Löslichkeit. Bei der Löslichkeit nach zwei Tagen und der Struvit-RSS zeigt sich eine signifikante, aber schwache Korrelation, indem der Korrelationskoeffizient nicht besonders hoch ist. Die schwache Korrelation zwischen der Löslichkeit nach zwei Tagen und dem pH-Wert ist nicht signifikant. Die positive Korrelation zwischen dem pH-Wert und der Struvit-RSS war hochsignifikant, und der Korrelationskoeffizient betrug 0,668.

Tab. 8: Spearman-Korrelationen: Korrelationen – Korrelationskoeffizienten – zwischen der Löslichkeit der Struvitkristalle nach fünf bzw. zwei Tagen und Struvit-RSS bzw. pH-Wert, und zwischen dem pH-Wert und Struvit-RSS, Anzahl der Proben (n)

		Struvit-RSS	pH
Löslichkeit nach 5 Tagen	Korrelationskoeffizient	-0,401**	-0,594**
	p-Wert	0,004	0
	n	49	49
Löslichkeit nach 2 Tagen	Korrelationskoeffizient	-0,336*	-0,263
	p-Wert	0,018	0,068
	n	49	49
pH	Korrelationskoeffizient	0,668**	
	p-Wert	0	
	n	50	

** $p \leq 0,01$; * $p \leq 0,05$

5. Diskussion

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung bestand darin, die Eignung zweier Testdiäten zur Therapie und Prophylaxe von Struvit- und Kalziumoxalatharnsteinen zu überprüfen und diese mit zwei kommerziellen Diäten zu vergleichen. Zusätzlich wurde ein Futtermittel für den Bedarf adulter Katzen als Kontrollfutter mit untersucht. Neben den Parametern Harnvolumen, Harn-pH, spezifisches Gewicht des Harns und RSS des Harns wurde auch ein *in vitro* Löslichkeitsversuch von Struvitkristallen im Harn durchgeführt.

Während des Versuchs lag die Wasseraufnahme (Mittelwerte/Tag) der Katzen im physiologischen Bereich, der nach Nelson und Couto (2010) unter 80-100 ml/kg/Tag sein sollte (beim Überschreiten liegt eine Polydipsie vor), die erreichten Mittelwerte waren deutlich unter dieser Grenze.

Bei der Messung von Harnvolumen und spezifischem Gewicht des Harns ergaben sich keine signifikanten Unterschiede, sowohl zwischen den Testdiäten und kommerziellen Diäten, als auch im Vergleich mit dem Kontrollfutter.

Das gemessene Harnvolumen war ebenfalls physiologisch, es lag keine Polyurie vor, die Mittelwerte pro Kilogramm Körpergewicht pro Tag (Volumen/kg/Tag) mit max. 19,05 ml/kg/Tag waren deutlich unter 40-50 ml/kg/Tag, das nach Nelson und Couto (2010) als Grenze angegeben wird.

Der pH-Wert war beim Füttern der Hill's s/d-Diät signifikant niedriger ($5,99 \pm 0,12$), zwischen den restlichen Futtermitteln (beide Testdiäten, RC Urinary S/O und das Kontrollfutter) ergaben sich keine signifikanten Unterschiede, nur gewisse Tendenzen. Nach Hill's s/d folgten die Diät zur Auflösung von Struvitsteinen (CURD) mit einem mittleren pH-Wert von $6,38 \pm 0,21$ und RC Urinary S/O mit $6,48 \pm 0,19$ mit etwas höheren pH-Werten. Die präventive Testdiät (URP) wies den höchsten mittleren pH-Wert auf ($6,56 \pm 0,19$), knapp gefolgt von dem Erhaltungsfutter (ACC) mit $6,51 \pm 0,19$.

Beim Löslichkeitsversuch war Hill's s/d am wirksamsten ($0,037 \text{ g} \pm 0,014 \text{ g}$ nach zwei Tagen und $0,058 \text{ g} \pm 0,016 \text{ g}$ nach fünf Tagen), in beiden Perioden gefolgt von der Testdiät zur Auflösung von Struvitsteinen (CURD) – mit $0,042 \text{ g} \pm 0,022 \text{ g}$ aufgelöster Struvitkristalle nach fünf Tagen – und weiter RC Urinary S/O ($0,04 \text{ g} \pm 0,016 \text{ g}$ nach fünf Tagen); Unterschiede u. a. zwischen CURD und Hill's s/d sind als Tendenzen anzusehen, da sie sich nicht

signifikant voneinander unterscheiden. Die Ergebnisse der präventiven Testdiät (URP) und des Kontrollfutters (ACC) lagen im ähnlichen Bereich.

Im Bezug auf die RSS-Ergebnisse sollten sowohl beide kommerziellen Diäten, als auch beide Testdiäten, Struvitsteine und -kristalle im Harn auflösen (Zone der Untersättigung). Den günstigsten, also niedrigsten Struvit-RSS-Wert hat Hill's s/d erreicht, was, neben dem signifikant niedrigeren Harn-pH, als Grund für die größte Menge aufgelöster Kristalle bei dieser Diät angesehen werden kann. Nach Hill's s/d folgte die CURD-Diät. Beim Kontrollfutter (ACC) sollten laut Struvit-RSS keine neuen Struvitkristalle bzw. -steine entstehen, bereits bestehende können aber wachsen und werden nicht aufgelöst. Beim durchgeführten Löslichkeitsversuch wurde aber auch beim Füttern dieses Futtermittels eine gewisse Menge der Struvitkristalle im Harn aufgelöst. Die Struvit-RSS hat sich bei ACC-Kontrollfutter signifikant vom Hill's s/d und CURD unterschieden. Der Kalziumoxalat-RSS-Wert war bei allen Futtermitteln in einem ähnlichen Bereich (metastabile Übersättigung), es sollten sich keine neuen Harnsteine und -kristalle bilden. Der niedrigste Wert war bei RC Urinary S/O, zweiter bei ACC; Hill's s/d hat bei diesem Parameter das höchste Ergebnis erreicht.

In einer Untersuchung von van Hoek et al. (2009) wurde der Einfluss von pH-Wert und RSS auf die Löslichkeit von Struvit im Katzenharn direkt verglichen. Bei zwei Diäten, die zum gleichen Harn-pH geführt haben, aber unterschiedliche RSS bewirkten, war das Ergebnis eine höhere Auflösungsgeschwindigkeit bei der Diät mit dem niedrigeren RSS-Wert. Und bei den Diäten mit einem gleichen erreichten RSS-Wert, aber unterschiedlichem Harn-pH dauerte die Auflösung gleich lange. Die Studie kam daher zu der Schlussfolgerung, dass bei einem RSS-Wert kleiner als eins Struvitsteine effektiv aufgelöst werden, und je niedriger der RSS-Wert ist, desto schneller erfolgt die Auflösung. Ebenfalls hat sich gezeigt, dass RSS ein besserer Indikator für die Auflösungsgeschwindigkeit ist, und diese allein mit dem pH-Wert nicht vorausgesagt werden kann (van Hoek et al. 2009).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Ergebnisse des pH-Wertes und der RSS-Analyse im durchgeführten Versuch durch die *in vitro* Löslichkeit der Struvitkristalle bestätigt wurden. Die Reihenfolgen der erreichten Werte der einzelnen Futtermittel blieben bei den genannten Parametern in der Regel gleich.

Das Kontrollfutter (ACC) hat sich im pH-Wert, in der Löslichkeit der Struvitkristalle und im Struvit-RSS von den meisten Diäten deutlich oder tendenziell unterschieden.

Die präventive Testdiät (URP) hat den höchsten pH-Wert des Harns (aber ohne einen signifikanten Unterschied zu CURD und RC Urinary S/O, als auch ACC) bewirkt, die Löslichkeit der Struvitkristalle war geringgradig niedriger als bei den anderen Diäten (im Bereich von ACC). Der Struvit-RSS-Wert war ähnlich den anderen Testdiäten in der Zone der Untersättigung und günstig für Auflösung bzw. Prophylaxe.

Bei der Testdiät zur Auflösung von Struvitsteinen (CURD) waren die Ergebnisse des pH-Wertes und der Löslichkeit vergleichbar mit den kommerziellen Diäten, die Mittelwerte lagen jeweils im Bereich zwischen diesen beiden. Struvit-RSS war auch bei dieser Diät in der Zone der Untersättigung.

Die beiden kommerziellen Diäten (Hill's s/d und RC Urinary S/O) haben entsprechende Ergebnisse zur Auflösung und Prävention von Struvitsteinen und Prävention von Kalziumoxalatsteinen erreicht. In den durchgeführten Untersuchungen hat sich die *in vitro* Wirksamkeit der zwei Diäten bestätigt, sowohl in den Ergebnissen von Harn-pH (im Bezug auf Struvitharnsteine) und RSS (beide Harnsteinarten), als auch bei der Löslichkeit von Struvitkristallen.

Bei den Messungen der Harnparameter hat sich der Harn als stark konzentriert, mit einem hohen spezifischen Gewicht erwiesen, Mittelwerte bei den einzelnen Futtermitteln waren im Bereich von 1,057 bis 1,064. Da sowohl zur Auflösung, als auch zur Prophylaxe beider Harnsteinarten ein niedriges spezifisches Gewicht (weniger als 1,030-1,040) angestrebt werden sollte (Hesse und Neiger 2008, Bartges und Kirk 2012), könnte dies ein eventueller Mangel aller vorliegenden Diäten sein. Das hohe spezifische Gewicht hängt mit dem niedrigen Harnvolumen zusammen, da der Harn stärker konzentriert wird. Im Weiteren gehört eine Fütterung von Trockenfuttermitteln zu Risikofaktoren einer Urolithiasis, empfohlen wird Feuchtfutter mit einem hohen Feuchtigkeitsgehalt, damit der Harn verdünnt und dadurch ein niedrigeres spezifisches Gewicht erreicht wird. Ansonsten bewirken die getesteten Trockenfutter-Diäten günstige Werte der anderen Harn-Parameter, dennoch wäre eine Trockenfütterung in Bezug auf das spezifische Gewicht des Harns sowie das Harnvolumen, und allgemein wegen ausreichender Flüssigkeitsaufnahme der Katzen, zu bedenken.

Die erreichten Harn-pH-Mittelwerte waren für eine Struvitauflösung vorteilhaft, sie lagen bei allen Futtermitteln im sauren Bereich bis zu einem Wert von max. 6,6. Wie bereits erwähnt, ist sowohl für eine Auflösung von Struvitsteinen, als auch für die Prävention eines Rezidivs,

ein Harn-pH-Wert von ca. 6 bis 6,5 am günstigsten; für die Prävention können die erreichten Werte etwas höher liegen (Hesse und Neiger 2008, Bartges und Kirk 2012). Die höchsten pH-Mittelwerte waren in der vorliegenden Untersuchung bei den Futtermitteln URP und ACC, gefolgt von RC Urinary S/O, zu beobachten. In Bezug auf Kalziumoxalaturolithiasis wären die pH-Mittelwerte eher als ein Risikofaktor anzusehen, nach Bartges und Kirk (2012) sollten für eine Prävention von Kalziumoxalatsteinen idealerweise alkalische Harn-pH-Werte (über 7) angestrebt werden. Im Vergleich dazu sollte laut Kamphues et al. (2009) ein Harn-pH-Wert von 6,5 bis 7 eingestellt werden, Hesse und Neiger (2008) empfehlen für die Prophylaxe einen pH-Wert von 6,5 bis 6,8. Andererseits kann durch eine Anpassung der RSS-Werte durch die Diäten die prophylaktische Wirkung erreicht werden, und somit sind auch kombinierte Diäten sowohl zur Auflösung und Prophylaxe von Struvitsteinen, als auch Prophylaxe von Kalziumoxalatsteinen möglich, auch wenn sich die zu erreichenden pH-Werte bei den Maßnahmen gegen die beiden Harnsteinarten unterscheiden. In dieser Untersuchung wurde die Wirksamkeit der Diäten in Bezug auf die Prophylaxe von Kalziumoxalaturolithiasis lediglich anhand der RSS-Analyse, und im Allgemeinen durch die Ergebnisse der Harnparameter-Messungen überprüft.

Eine Studie von Houston et al. (2011) hat die *in vivo* Auflösung von Struvitsteinen untersucht. Das Ergebnis dieser Untersuchung war, dass Diäten, die einen RSS-Wert von weniger als eins bewirkten, *in vivo* zu einer Auflösung von Struvitsteinen führten. Getestet wurden in dieser Studie Royal Canin Urinary S/O-Diäten als Feucht- und Trockenfutter (Houston et al. 2011). Als weiterer Schritt der Untersuchung der Diäten wäre sicher eine *in vivo* Überprüfung ihrer Wirkung und Eignung von Bedeutung, um zu sehen, ob eine *in vivo* Studie zu vergleichbaren Ergebnissen und Schlussfolgerungen wie die durchgeführte *in vitro* Untersuchung kommen würde.

Die vorliegende *in vitro* Untersuchung hat in ihrer Auswertung vergleichbare Tendenzen wie die erwähnten Studien (van Hoek et al. 2009, Houston et al. 2011) gezeigt. Es bietet sich die Überlegung an, ob an der ermittelten Löslichkeit der Struvitkristalle, die bei der Hill's s/d-Diät am höchsten war, den Hauptverdienst der niedrigste erreichte pH-Wert oder RSS-Wert hatte. Die beiden Parameter korrelieren positiv miteinander – der Korrelationskoeffizient betrug 0,668. Aufgrund der Untersuchung von van Hoek et al. (2009) kann der RSS-Wert als wichtigster und entscheidender Parameter der Löslichkeit und der Geschwindigkeit der Auflösung betrachtet werden, und davon ausgehend kann der niedrige RSS als Grund der besten Ergebnisse bei Hill's s/d angesehen werden. Zusätzlich spielte auch die günstige

Kombination mit dem pH-Wert sicher eine Rolle, da der pH-Wert für die Struvitauflösung auch nicht zu vernachlässigen ist. Da die Untersuchung im konstanten begrenzten Zeitraum durchgeführt wurde, konnte die weitere Entwicklung v. a. bei den anderen Diäten nicht weiterverfolgt werden. Es wäre interessant zu sehen, ob die Endergebnisse bezüglich der Menge aufgelöster Kristalle vergleichbar mit denen der Hill's s/d-Diät – nur in einer längeren Zeitspanne – wären. Aufgrund dessen, dass die restlichen Futtermittel alle einen Harn-pH bis 6,6, bzw. die Diäten zur Auflösung von Struvitkristallen bis 6,5 erreicht haben, und drei Futtermittel (alle bis auf ACC) einen Struvit-RSS-Wert in der Zone der Untersättigung bewirkt haben, wäre eine ähnliche Auflösungsfähigkeit wie bei Hill's s/d, allerdings während einer längeren Zeitperiode, auch bei diesen drei Diäten zu erwarten.

Vor allem der erste Durchgang des durchgeführten Löslichkeitsversuchs war wegen der nötigen Einarbeitung, des Optimierens des Vorgangs im Laufe des Versuchs, sowie wegen der Verwendung von teilweise brüchigen Filterpapieren mit hoher Wahrscheinlichkeit am meisten möglichen Ungenauigkeiten und den größten Ausreißern ausgesetzt.

Im Allgemeinen kann gesagt werden, dass die richtige Anpassung der Diät einen wesentlichen Beitrag in Bezug auf die Therapie und Prophylaxe von Urolithiasis bei Katzen darstellt. Laut Literatur wird bei Struvitsteinen eine u. a. proteinarme Diät empfohlen (Bartges und Kirk 2012); bei Kalziumoxalatsteinen wird ein niedriger Proteingehalt als Risikofaktor für die Entstehung angegeben, eine Überversorgung sollte aber vermieden werden (Hesse und Neiger 2008), nach Bartges und Kirk (2012) wurde allerdings anhand einer Studie gezeigt, dass sich Futtermittel mit einem höheren Proteingehalt als protektiv gegen die Bildung von Kalziumoxalatsteinen erwiesen haben. Die Ergebnisse der untersuchten Parameter und der durchgeführten *in vitro* Untersuchung lassen den Schluss zu, dass auch Futtermittel mit einem hohen Proteingehalt als auflösende bzw. präventive Diäten bei Struvit- und Kalziumoxalaturolithiasis die gewünschte Wirkung erzielen.

6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung wurden fünf verschiedene Diäten in Bezug auf ihre Wirkung und Eignung zur Therapie und Prophylaxe von Struvit- und Kalziumoxalatsteinen getestet. Die untersuchten Trockenfuttermittel waren zwei kommerzielle Diäten (Hill's s/d, RC Urinary S/O), zwei Testdiäten zur Therapie bzw. Prophylaxe von Struvitsteinen (CURD, URP) und ein Futtermittel für adulte Katzen als Kontrollfutter (ACC). Der Harnsammelversuch verlief im Cross-Over-Verfahren in fünf Durchgängen mit zehn Katzen des Instituts für Tierernährung der Veterinärmedizinischen Universität Wien.

Die Untersuchung umfasste Messungen von Volumen, pH und spezifischem Gewicht des Harns, den *in vitro* Löslichkeitsversuch, und eine RSS (Relative Supersaturation)-Analyse. Der Löslichkeitsversuch (ein Gramm Struvitkristalle wurden mit 20 ml filtriertem Sammelharn vermischt) wurde in jedem Durchgang für zwei und fünf Tage pro Katze und jeweils in dreifacher Ausführung durchgeführt. Die Inkubation in einem Schüttelwasserbad erfolgte bei einer Temperatur von 38 °C und einer Frequenz von 80/Minute. Nach Filtrieren, Trocknen und Abwiegen wurde die Menge der aufgelösten Kristalle ermittelt.

Aus allen untersuchten Futtermitteln hat sich nach der statistischen Auswertung Hill's s/d als die wirksamste Diät für die Struvitauflösung erwiesen, mit einem signifikant niedrigeren Harn-pH-Wert, dem niedrigsten RSS-Wert, als auch der höchsten Löslichkeit der Struvitkristalle. Die beiden proteinreichen Testdiäten (CURD, URP) erfüllen laut den Ergebnissen der durchgeführten Untersuchungen die Voraussetzungen für die Therapie bzw. Prophylaxe von Struvit- und Kalziumoxalatsteinen. Die Diät zur Auflösung von Struvitsteinen (CURD) war vergleichbar mit den beiden kommerziellen Diäten. Die präventive Diät (URP) hat günstige Werte zur Rezidivvorbeugung erreicht.

Die Ergebnisse der pH- und RSS-Untersuchungen wurden durch die *in vitro* Löslichkeit der Struvitkristalle bestätigt. Es sollten alle Diäten außer ACC Struvitsteine auflösen, und entsprechend den ermittelten RSS-Werten alle prophylaktisch gegen Kalziumoxalatsteine wirken.

7. Summary

In this research work five different diets were tested in relation to their efficiency and suitability for therapy and prophylaxis of struvite and calcium oxalate uroliths. The dry diets included two commercial diets (Hill's s/d, RC Urinary S/O); two test diets for therapy or prophylaxis of struvite urinary stones (CURD, URP); and a diet for adult cats as a control (ACC). The trial, of crossover design, proceeded in five replicates with ten cats from the Institute of Animal Nutrition of the University of Veterinary Medicine, Vienna.

The study included measurements of volume, pH and specific gravity of urine, a struvite dissolution trial and RSS-analysis. In each replicate the dissolution trial (one gram of struvite crystals were mixed with 20 ml of filtered urine) was conducted for a period of two and five days, with three respective samples for each cat and period. Incubation in a water bath was realized at a temperature of 38 °C with a shaking frequency of 80/minute. After filtration, drying and weighing, the quantity of dissolved crystals was determined.

From all the researched diets, Hill's s/d was the most effective diet for struvite dissolution according to the statistic evaluation, with a significant lower pH-value, the lowest struvite-RSS and also the highest solubility of struvite crystals. According to the results of the research, both test diets with high protein content (CURD, URP) comply with the requirements for therapy and/or prophylaxis of struvite and calcium oxalate stones. The diet for dissolution of struvite stones (CURD) was comparable with both commercial diets. The preventive diet (URP) achieved advantageous values for recurrence prophylaxis.

The results of the pH- and RSS-research were confirmed by the *in vitro* solubility of struvite crystals. All diets except ACC should dissolve struvite stones and all diets according to the determined RSS-values should have a prophylactic effect against calcium oxalate stones.

8. Abkürzungsverzeichnis

Abb.: Abbildung

ACC: Futtermittel für den Erhaltungsbedarf adulter Katzen (*Virbac*)

CURD: Futtermittel zur Therapie von Harnsteinen (*Virbac*)

DG: Durchgang

FLUTD: feline lower urinary tract disease

HCl: Chlorwasserstoffsäure, Salzsäure

Hill's s/d: Hill's Prescription Diet s/d Feline

LUTD: lower urinary tract disease

mk: männlich kastriert

MW: Mittelwert

n: Anzahl

RC Urinary S/O bzw. RC: Royal Canin Urinary S/O

RSS: Relative Supersaturation

SD: Standardabweichung

Tab.: Tabelle

URP: Futtermittel zur Prophylaxe von Harnsteinen (*Virbac*)

WEK: kaltes entmineralisiertes (vollentsalztes) Wasser

wk: weiblich kastriert

±: Standardabweichung

9. Literaturverzeichnis

- Bartges J W, Osborne C A, Lulich J P, Kirk C, Allen T A, Brown C. 1999. Methods for evaluating treatment of uroliths. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 29(1):45-57.
- Bartges J W, Kirk C, Lane I F. 2004a. Update: management of calcium oxalate uroliths in dogs and cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 34:969-987.
- Bartges J W, Kirk C A, Moyers T. 2004. Influence of alkalinization and acidification on urine saturation with calcium oxalate and struvite and bone mineral density in healthy cats. *Urological Research*, 32:172.
- Bartges J, Kirk C. 2012. Nutritional Management of Lower Urinary Tract Disease. In: Fascetti A J, Delaney S J, Hrsg. *Applied Veterinary Clinical Nutrition*. Chichester: Wiley-Blackwell, 269-287.
- Cowgill L D. 2011. Feline ureteral obstruction – diagnosis and management. In: *Proceedings of the 36th World Small Animal Veterinary Congress WSAVA*. Jeju, Korea.
- Hesse A, Neiger R. 2008. *Harnsteine bei Kleintieren*. Stuttgart: Enke Verlag.
- Hill's Pet Nutrition. <http://www.hillspet.at/de-at/products/pd-feline-prescription-diet-sd-dry.html> (Zugriff 25.09.2015).
- Horzinek M C, Schmidt V, Lutz H, Hrsg. 2005. *Krankheiten der Katze*. Vierte Aufl. Stuttgart: Enke Verlag, 414-421.
- Houston D M, Weese H E, Evason M D, Biourge V, van Hoek I. 2011. A diet with a struvite relative supersaturation less than 1 is effective in dissolving struvite stones *in vivo*. *British Journal of Nutrition*, 106:90-92.
- Hurley K, Stevenson A, Watson H. 2003. Managing struvite and calcium oxalate risk – what does Relative Super Saturation (RSS) evaluation mean in practical terms? *Waltham Focus*, 13(2):30-33.
- Kamphues J, Coenen M, Iben C, Kienzle E, Pallauf J, Simon O, Wanner M, Zentek J. 2009. *Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung*. 11. Aufl. Hannover: Schaper.

Kim D Y. 2011. Common causes of death in cats. In: Proceedings of the 36th World Small Animal Veterinary Congress WSAVA. Jeju, Korea.

Kirk C A, Jewell D E, Lowry S R. 2006. Effects of sodium chloride on selected parameters in cats. *Veterinary therapeutics*, 7(4):333-346.

Lulich J P, Osborne C A, Albasan H. 2011. Canine and feline urolithiasis: diagnosis, treatment, and prevention. In: Bartges J, Polzin D J, Hrsg. *Nephrology and Urology of Small Animals*. Chichester: Wiley-Blackwell, 687-706.

National Research Council. 2006. *Nutrient Requirements of Dogs and Cats*. Washington, DC: The National Academies Press.

Nelson R W, Couto C G, Hrsg. 2010. *Innere Medizin der Kleintiere*. Zweite Aufl. München: Elsevier Urban & Fischer, 639-640.

Robertson W G, Jones J S, Heaton M A, Stevenson A E, Markwell P J. 2002. Predicting the crystallization potential of urine from cats and dogs with respect to calcium oxalate and magnesium ammonium phosphate (struvite). *The Journal of Nutrition*, 132(6):1637-1641.

Royal Canin. <https://www.royal-canin.at/produkte/tierarzt/veterinary-diets-katze/urinary-so/> (Zugriff 25.09.2015).

Royal Canin. <https://www.royal-canin.at/produkte/tierarzt/veterinary-diets-katze/urinary-so/produktinformation/inhaltsstoffe/> (Zugriff 25.09.2015).

Stevenson A E. 2002. *The incidence of urolithiasis in cats and dogs and the influence of diet in formation and prevention of recurrence [Dissertation]*. London: University College London.

Van Hoek I, Malandain E, Tournier C et al. 2009. RSS is a better predictor for struvite dissolution than urine pH. *Veterinary Focus*, 19(2):47-48.

Xu H, Laflamme D PL, Long G L. 2009. Effects of dietary sodium chloride on health parameters in mature cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 11:435-441.

10. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Daten der Katzen

Tab. 2: Gruppen

Tab. 3: Futtermittel

Tab. 4: Körpergewicht

Tab. 5: Volumen, pH-Wert, spezifisches Gewicht

Tab. 6: Aufgelöste Kristalle

Tab. 7: RSS-Analyse

Tab. 8: Spearman-Korrelationen

Tab. 9: Körpergewicht – alle Werte (Anhang)

Tab. 10: Wasseraufnahme (Anhang)

Tab. 11: Volumen, pH-Wert und spezifisches Gewicht des Harns – 1. Durchgang (Anhang)

Tab. 12: Volumen, pH-Wert und spezifisches Gewicht des Harns – 2. Durchgang (Anhang)

Tab. 13: Volumen, pH-Wert und spezifisches Gewicht des Harns – 3. Durchgang (Anhang)

Tab. 14: Volumen, pH-Wert und spezifisches Gewicht des Harns – 4. Durchgang (Anhang)

Tab. 15: Volumen, pH-Wert und spezifisches Gewicht des Harns – 5. Durchgang (Anhang)

Tab. 16: Harnvolumen (Anhang)

Tab. 17: pH-Wert (Anhang)

Tab. 18: Spezifisches Gewicht (Anhang)

Tab. 19: Löslichkeitsversuch der Struvitkristalle – 1. Durchgang (Anhang)

Tab. 20: Löslichkeitsversuch der Struvitkristalle – 2. Durchgang (Anhang)

Tab. 21: Löslichkeitsversuch der Struvitkristalle – 3. Durchgang (Anhang)

Tab. 22: Löslichkeitsversuch der Struvitkristalle – 4. Durchgang (Anhang)

Tab. 23: Löslichkeitsversuch der Struvitkristalle – 5. Durchgang (Anhang)

Tab. 24: RSS-Analyse – ACC (Anhang)

Tab. 25: RSS-Analyse – URP (Anhang)

Tab. 26: RSS-Analyse – CURD (Anhang)

Tab. 27: RSS-Analyse – RC Urinary S/O (Anhang)

Tab. 28: RSS-Analyse – Hill's s/d (Anhang)

11. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Volumen

Abb. 2: pH-Wert

Abb. 3: Spezifisches Gewicht

Abb. 4: Aufgelöste Kristalle – 2 Tage

Abb. 5: Aufgelöste Kristalle – 5 Tage

Abb. 6: Struvit-RSS

Abb. 7: Kalziumoxalat-RSS

12. Anhang

Tab. 9: Körpergewicht – alle Werte (in kg): individuelle Entwicklung des Einzelgewichts jeder Katze im Laufe des Versuchs, mit dem Datum des jeweiligen Abwiegens, und der Mittelwert (MW) jeder Katze

Name	Körpergewicht									
	24.3.2014	31.3.2014	21.4.2014	28.4.2014	7.5.2014	16.5.2014	23.5.2014	1.6.2014	9.6.2014	MW
Chipsy	3,78	3,8	3,81	3,86	3,89	3,9	3,8	3,8	3,81	3,83
Kira	3,36	3,27	3,28	3,34	3,33	3,32	3,3	3,26	3,28	3,30
Krätze	4,88	4,97	4,86	4,87	4,86	4,9	4,8	4,8	4,83	4,86
Pauli	4,72	4,61	4,6	4,65	4,58	4,61	4,6	4,6	4,61	4,62
Riesling	3,25	3,15	3,16	3,19	3,17	3,17	3,2	3,2	3,25	3,19
August	4,68	4,7	4,56	4,58	4,56	4,38	4,4	4,37	4,4	4,51
Silvana	3,48	3,47	3,44	3,46	3,42	3,4	3,3	3,3	3,36	3,40
Nandi	4,36	4,37	4,37	4,3	4,32	4,37	4,3	4,3	4,36	4,34
Lenin	3,83	3,83	3,8	3,87	3,73	3,72	3,7	3,7	3,74	3,77
Schwarzohr	3,95	4	4,06	4,16	4,02	4,13	4,1	4,1	4,1	4,07

Tab. 10: Wasseraufnahme (Volumen in ml): Mittelwert (MW) der täglichen Wasseraufnahme mit Standardabweichung (SD) jeder Katze von der Harnsammelperiode des jeweiligen Durchgangs, Mittelwert (MW/kg) und Standardabweichung (SD/kg) des aufgenommenen Wasservolumens pro Kilogramm des Körpergewichts (Berechnung mit jeweiligem individuellem mittlerem Körpergewicht) pro Tag jeder Katze für jeden Durchgang

1. Durchgang	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr
MW	96,57	90,86	113,14	149,83	112,57	135,50	86,57	124,86	129,29	131,14
SD	16,88	29,50	29,32	50,56	36,40	34,82	27,22	47,74	35,46	28,70
MW/kg	25,21	27,53	23,28	32,43	35,29	30,04	25,46	28,77	34,29	32,22
SD/kg	4,41	8,94	6,03	10,94	11,41	7,72	8,01	11,00	9,41	7,05
3. Durchgang	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr
MW	134,00	84,50	94,33	112,67	90,00	124,67	90,29	111,67	154,17	159,43
SD	76,68	26,46	20,33	22,79	21,01	23,45	19,58	32,82	42,49	23,11
MW/kg	34,99	25,61	19,41	24,39	28,21	27,64	26,55	25,73	40,89	39,17
SD/kg	20,02	8,02	4,18	4,93	6,59	5,20	5,76	7,56	11,27	5,68
4. Durchgang	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr
MW	106,00	96,14	94,80	145,40	75,14	93,43	81,14	105,00	173,20	132,33
SD	11,37	11,17	10,83	20,24	9,15	15,39	11,88	22,28	33,45	22,32
MW/kg	27,68	29,13	19,51	31,47	23,56	20,72	23,87	24,19	45,94	32,51
SD/kg	2,97	3,39	2,23	4,38	2,87	3,41	3,49	5,13	8,87	5,48
5. Durchgang	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr
MW	93,40	92,33	74,50	159,50	73,83	99,50	62,00	91,60	134,50	100,50
SD	11,99	21,52	34,23	60,23	16,40	29,50	16,12	19,67	31,43	24,08
MW/kg	24,39	27,98	15,33	34,52	23,15	22,06	18,24	21,11	35,68	24,69
SD/kg	3,13	6,52	7,04	13,04	5,14	6,54	4,74	4,53	8,34	5,92

Tab. 11: Volumen, pH-Wert und spezifisches Gewicht (SG) des Harns – **1. Durchgang:** einzelne gemessene Werte des gesammelten Harns jeder Katze von den jeweiligen angegebenen Tagen des Durchgangs, farbliche Markierung der Namen zeigt das gefütterte Futtermittel

	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr
31.3.2014										
Volumen	36		51	72	4	79		45	23	44
pH-Wert	6,2		7,07	6,61	5,98	6,26		6,01	5,86	6,12
SG	1,078		1,073	1,049	1,071	1,059		1,069	1,062	1,057
1.4.2014										
Volumen	35	57	13	80	12	58	8	28	58	54
pH-Wert	5,94	6,67	7,15	6,43	6,33	5,99	6,49	7,04	5,85	5,88
SG	1,07	1,066	1,070	1,051	1,053	1,059	1,058	1,054	1,054	1,038
2.4.2014										
Volumen	5	26	66	48	58	52	17	68	46	38
pH-Wert	6,88*	6,59	6,76	6,47	6,12	6,26	6,4	6,13	5,9	5,87
SG	1,079	1,076	1,072	1,055	1,066	1,060	1,065	1,060	1,046	1,046
3.4.2014										
Volumen	44				56		15			
pH-Wert	6,28				6,23		6,85			
SG	1,073				1,053		1,056			
4.4.2014										
Volumen	28	47			45		36	50		
pH-Wert	6,11	6,37			6,15		6,56	6,33		
SG	1,069	1,066			1,061		1,053	1,057		
5.4.2014										
Volumen	23	33			41		26	45		
pH-Wert	6,27	6,46			6,22		6,48	6,63		
SG	1,09	1,070			1,056		1,061	1,059		

	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr
6.4.2014										
Volumen			53						56	45
pH-Wert			6,58						6,35	6,2
SG			1,072						1,049	1,048
7.4.2014										
Volumen							19			
pH-Wert							7,13			
SG							1,070			
8.4.2014										
Volumen	26	30								
pH-Wert	6,16	6,43								
SG	1,081	1,073								

* möglicher Messfehler

Legende der farblichen Markierung der Futtermittel (gilt für alle Tabellen in der Diplomarbeit):

	ACC
	URP
	CURD
	RC Urinary S/O
	Hill's s/d

Tab. 12: Volumen, pH-Wert und spezifisches Gewicht (SG) des Harns – **2. Durchgang:** einzelne gemessene Werte des gesammelten Harns jeder Katze von den jeweiligen angegebenen Tagen des Durchgangs, farbliche Markierung der Namen zeigt das gefütterte Futtermittel

	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr
21.4.2014										
Volumen	16			37			35	46	41	65
pH-Wert	5,79			6,89			5,95	6,24	6,04	6,35
SG	1,062			1,047			1,067	1,060	1,054	1,050
22.4.2014										
Volumen	13	51	53	59	49	78	16	35	53	50
pH-Wert	5,78	6,13	6,85	6,66	6,37	6,28	6,11	6,21	6,22	6,78
SG	1,092	1,071	1,070	1,046	1,056	1,069	1,069	1,071	1,056	1,055
23.4.2014										
Volumen	34	43	58	100	40	69	20	28	50	
pH-Wert	5,82	5,99	6,81	6,47	6,5	6,33	6,69	6,09	6,56	
SG	1,067	1,061	1,076	1,040	1,060	1,064	1,061	1,069	1,054	
24.4.2014										
Volumen	51		70	73	47		22	85	65	80
pH-Wert	5,77		6,23	6,56	6,31		6,44	6,2	6,13	6,4
SG	1,069		1,069	1,042	1,057		1,062	1,062	1,053	1,043
28.4.2014										
Volumen	32	58			72	91	42			
pH-Wert	5,74	5,97			6,4	6,19	6,67			
SG	1,072	1,060			1,055	1,067	1,064			

Tab. 13: Volumen, pH-Wert und spezifisches Gewicht (SG) des Harns – **3. Durchgang:** einzelne gemessene Werte des gesammelten Harns jeder Katze von den jeweiligen angegebenen Tagen des Durchgangs, farbliche Markierung der Namen zeigt das gefütterte Futtermittel

	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr
11.5.2014										
Volumen	37	44			36		21	60	64	7
pH-Wert	6,01	6,27			6,17		6,79	6,42	6,05	6,92
SG	1,069	1,057			1,063		1,065	1,065	1,052	1,070
12.5.2014										
Volumen	126*	41	50	64	37	85	30	44	70	70
pH-Wert	6,29*	6,57	6,04	5,66	6,34	6,33	6,15	6,54	6,11	6,44
SG	1,018*	1,060	1,068	1,037	1,062	1,073	1,064	1,070	1,049	1,047
13.5.2014										
Volumen	43	33	86	32	46	43	47	53	75	31
pH-Wert	6,24	6,87	5,93	6,38	6,46	6,57	6,71	6,48	6,37	6,84
SG	1,067	1,068	1,064	1,052	1,059	1,076	1,064	1,068	1,054	1,055
14.5.2014										
Volumen	35	43	66	122		42				45
pH-Wert	6,38	6,76	6,13	5,72		6,51				6,62
SG	1,071	1,061	1,047	1,036		1,065				1,043
15.5.2014										
Volumen	23				45		30			56
pH-Wert	5,8				6,67		7,12			6,5
SG	1,080				1,060		1,071			1,052
16.5.2014										
Volumen	37						57			
pH-Wert	5,95						6,58			
SG	1,068						1,064			

* anhand der gemessenen Werte ein Messfehler, wahrscheinlich durch Wasserbeimengung beim Harnsammeln bedingt

Tab. 14: Volumen, pH-Wert und spezifisches Gewicht (SG) des Harns – **4. Durchgang:** einzelne gemessene Werte des gesammelten Harns jeder Katze von den jeweiligen angegebenen Tagen des Durchgangs, farbliche Markierung der Namen zeigt das gefütterte Futtermittel

	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr
24.5.2014										
Volumen	49	37	62	92	38	40	24	47	66	65
pH-Wert	6,27	6,65	6,65	6,8	5,85	5,8	6,62	6,31	6,78	6,46
SG	1,067	1,065	1,065	1,033	1,053	1,068	1,073	1,072	1,056	1,049
25.5.2014										
Volumen	40	42	52	67	5	41	35	43	61	40
pH-Wert	6,39	6,29	6,6	6,66	5,91	5,86	6,68	6,43	6,6	6,87
SG	1,073	1,068	1,070	1,046	1,055	1,067	1,066	1,070	1,059	1,063
26.5.2014										
Volumen	43	27	54	85		40	17	49	60	47
pH-Wert	6,27	6,6	6,35	6,41		5,92	6,89	6,31	6,35	6,69
SG	1,077	1,075	1,065	1,041		1,062	1,071	1,068	1,056	1,055
29.5.2014										
Volumen	55	46			35	47				54
pH-Wert	6,24	6,69			5,99	5,93				7,14
SG	1,067	1,063			1,057	1,069				1,057
30.5.2014										
Volumen	34	30			34	40	36	47		
pH-Wert	6,49	6,45			6,07	6,07	6,75	6,67		
SG	1,072	1,076			1,059	1,065	1,068	1,071		
31.5.2014										
Volumen	29	44			25	32	19			
pH-Wert	6,46	6,72			6,19	6,2	7,09			
SG	1,071	1,063			1,055	1,065	1,076			

	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr
1.6.2014										
Volumen							51			
pH-Wert							6,59			
SG							1,068			

Tab. 15: Volumen, pH-Wert und spezifisches Gewicht (SG) des Harns – **5. Durchgang:** einzelne gemessene Werte des gesammelten Harns jeder Katze von den jeweiligen angegebenen Tagen des Durchgangs, farbliche Markierung der Namen zeigt das gefütterte Futtermittel

	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr
10.6.2014										
Volumen	38	40	39	93	30	66	14	37	56	45
pH-Wert	6,49	6,5	6,86	6,46	6,31	6,6	7,01	5,98	6,52	6,9
SG	1,075	1,064	1,077	1,038	1,055	1,059	1,063	1,071	1,058	1,065
11.6.2014										
Volumen	41	42	53	170*	31	25	19	27	67	52
pH-Wert	6,52	6,57	6,51	6,36*	6,8	6,57	5,99	5,9	6,37	6,83
SG	1,073	1,069	1,076	1,029*	1,053	1,058	1,071	1,066	1,054	1,064
13.6.2014										
Volumen	14		21	83				41	32	41
pH-Wert	6,03		6,85	6,5				6,02	6,18	6,33
SG	1,077		1,074	1,044				1,062	1,035	1,060
Volumen			58			50				30
pH-Wert			6,53			6,44				6,87
SG			1,067			1,057				1,049
14.6.2014										
Volumen	47	41			46			44		
pH-Wert	6,62	6,79			6,64			6,11		
SG	1,071	1,063			1,052			1,063		
15.6.2014										
Volumen		39			44		13			
pH-Wert		6,45			6,64		5,97			
SG		1,073			1,054		1,070			

	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr
16.6.2014										
Volumen							32			
pH-Wert							6,23			
SG							1,067			
18.6.2014										
Volumen							28			
pH-Wert							6,25			
SG							1,067			
18.-20.6.										
Volumen							46			
pH-Wert							6,04			
SG							1,067			

* anhand der gemessenen Werte ein Messfehler, wahrscheinlich durch Wasserbeimengung beim Harnsammeln bedingt

Tab. 16: Harnvolumen (in ml): Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Anzahl (n) der Harnproben jeder Katze beim Füttern jedes Futtermittels, Anzahl (n) aller Harnproben pro Futtermittel, Gesamt-MW und -SD (Berechnung aus den MW) für jedes Futtermittel, Anzahl (n) = 10; Mittelwert (MW/kg) und Standardabweichung (SD/kg) des Harnvolumens pro Kilogramm des Körpergewichts (Berechnung mit jeweiligem individuellem mittlerem Körpergewicht) pro Tag jeder Katze für jedes Futtermittel

ACC	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr		ACC
MW	28,14	38,60	60,33	67,25	41,00	56,67	30,33	46,50	51,67	42,00		46,25
SD	12,43	12,97	8,74	26,39	5,23	24,54	12,86	2,52	17,90	9,20		12,75
n	7	5	3	4	4	3	6	4	3	4	43	10
MW/kg/Tag	7,35	11,70	12,41	14,56	12,85	12,56	8,92	10,71	13,70	10,32		
SD/kg/Tag	3,25	3,93	1,80	5,71	1,64	5,44	3,78	0,58	4,75	2,26		
URP	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr		URP
MW	35,00	40,50	45,75	66,67	52,00	79,33	37,00	52,33	62,33	51,50		52,24
SD	14,49	1,29	22,82	16,65	13,88	11,06	14,61	8,02	3,21	10,66		13,96
n	4	4	4	3	4	3	5	3	3	4	37	10
MW/kg/Tag	9,14	12,27	9,41	14,43	16,30	17,59	10,88	12,06	16,53	12,65		
SD/kg/Tag	3,78	0,39	4,70	3,60	4,35	2,45	4,30	1,85	0,85	2,62		
CURD	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr		CURD
MW	41,67	37,67	42,75	88,00	36,00	63,00	28,50	48,50	69,67	41,80		49,76
SD	9,54	7,76	16,58	7,07	22,76	14,18	10,50	25,44	5,51	24,16		18,26
n	6	6	4	2	6	3	6	4	3	5	45	10
MW/kg/Tag	10,88	11,41	8,80	19,05	11,29	13,97	8,38	11,18	18,48	10,27		
SD/kg/Tag	2,49	2,35	3,41	1,53	7,13	3,14	3,09	5,86	1,46	5,94		

RC Urinary S/O	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr		RC
MW	35,00	40,25	56,00	81,33	37,75	47,00	20,17	47,20	52,25	65,00		48,20
SD	7,35	4,99	5,29	12,90	8,42	20,66	9,70	14,31	9,91	15,00		16,97
n	5	4	3	3	4	3	6	5	4	3	40	10
MW/kg/Tag	9,14	12,20	11,52	17,60	11,83	10,42	5,93	10,88	13,86	15,97		
SD/kg/Tag	1,92	1,51	1,09	2,79	2,64	4,58	2,85	3,30	2,63	3,69		
Hill's s/d	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr		Hill's s/d
MW	26,00	51,75	67,33	72,67	27,40	40,00	25,33	37,25	45,75	45,25		43,87
SD	14,63	6,50	18,04	45,62	13,43	4,77	12,64	7,41	16,05	6,60		16,47
n	7	4	3	3	5	6	6	4	4	4	46	10
MW/kg/Tag	6,79	15,68	13,85	15,73	8,59	8,87	7,45	8,58	12,14	11,12		
SD/kg/Tag	3,82	1,97	3,71	9,87	4,21	1,06	3,72	1,71	4,26	1,62		

Tab. 17: pH-Wert: Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Anzahl (n) der Harnproben jeder Katze beim Füttern jedes Futtermittels, Anzahl (n) aller Harnproben pro Futtermittel, Gesamt-MW und -SD (Berechnung aus den MW) für jedes Futtermittel, Anzahl (n) = 10

ACC	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr		ACC
MW	6,16	6,50	6,63	6,65	6,41	6,47	6,77	6,43	6,36	6,73		6,51
SD	0,13	0,12	0,35	0,18	0,21	0,12	0,19	0,17	0,17	0,27		0,19
n	6	5	3	4	4	3	6	4	3	4	42	10
URP	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr		URP
MW	6,42	6,58	6,89	6,50	6,40	6,27	6,67	6,48	6,58	6,79		6,56
SD	0,26	0,15	0,27	0,09	0,08	0,07	0,35	0,06	0,22	0,29		0,19
n	4	4	4	3	4	3	5	3	3	4	37	10
CURD	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr		CURD
MW	6,35	6,57	6,69	6,48	6,17	6,17	6,33	6,19	6,18	6,66		6,38
SD	0,11	0,17	0,19	0,03	0,12	0,16	0,31	0,07	0,17	0,21		0,21
n	6	6	4	2	6	3	6	4	3	5	45	10
RC Urinary S/O	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr		RC
MW	6,08	6,62	6,53	6,62	6,60	6,54	6,65	6,43	6,24	6,51		6,48
SD	0,23	0,26	0,16	0,20	0,21	0,09	0,28	0,41	0,23	0,24		0,19
n	5	4	3	3	4	3	6	5	4	3	40	10
Hill's s/d	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr		Hill's s/d
MW	5,78	5,97	6,03	5,92	6,00	5,96	6,25	6,00	5,99	6,02		5,99
SD	0,03	0,15	0,10	0,40	0,13	0,15	0,39	0,09	0,24	0,17		0,12
n	7	4	3	3	5	6	6	4	4	4	46	10

Tab. 18: Spezifisches Gewicht: Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Anzahl (n) der Harnproben jeder Katze beim Füttern jedes Futtermittels, Anzahl (n) aller Harnproben pro Futtermittel, Gesamt-MW und -SD (Berechnung aus den MW) für jedes Futtermittel, Anzahl (n) = 10

ACC	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr		ACC
MW	1,077	1,070	1,072	1,044	1,061	1,071	1,070	1,070	1,049	1,060		1,064
SD	0,007	0,004	0,004	0,003	0,002	0,006	0,004	0,002	0,012	0,007		0,011
n	7	5	3	4	4	3	6	4	3	4	43	10
URP	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr		URP
MW	1,074	1,067	1,072	1,052	1,057	1,067	1,066	1,068	1,057	1,056		1,063
SD	0,003	0,005	0,001	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,002	0,006		0,007
n	4	4	4	3	4	3	5	3	3	4	37	10
CURD	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr		CURD
MW	1,071	1,068	1,074	1,041	1,060	1,059	1,065	1,066	1,052	1,053		1,061
SD	0,004	0,006	0,005	0,004	0,007	0,001	0,003	0,005	0,003	0,010		0,010
n	6	6	4	2	6	3	6	4	3	5	45	10
RC Urinary S/O	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr		RC
MW	1,071	1,062	1,067	1,040	1,054	1,058	1,061	1,060	1,054	1,049		1,057
SD	0,005	0,005	0,003	0,007	0,001	0,001	0,006	0,006	0,001	0,006		0,009
n	5	4	3	3	4	3	6	5	4	3	40	10
Hill's s/d	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr		Hill's s/d
MW	1,070	1,063	1,060	1,042	1,056	1,066	1,068	1,066	1,053	1,047		1,059
SD	0,010	0,005	0,011	0,009	0,002	0,003	0,003	0,004	0,007	0,008		0,009
n	7	4	3	3	5	6	6	4	4	4	46	10

Tab. 19: Löslichkeitsversuch der Struvitkristalle – **1. Durchgang:** Anzahl der Tage im Wasserbad (T), Name, pH-Wert (pH) und spezifisches Gewicht (SG) nach dem Herausnehmen aus dem Wasserbad, Gewicht des Filterpapiers (Gewicht Filter, in g), Gewicht des Filterpapiers mit den eingewogenen Struvitkristallen - konstant 1 g (Gewicht F + Kristalle, in g), Filterpapier samt den Kristallen beim Rückwiegen nach dem Trocknen (Rückwiegen F + K, in g), Berechnung nichtaufgelöster (K nicht aufgelöst, in g) bzw. aufgelöster (K aufgelöst, in g) Kristalle, Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) der Menge aufgelöster Kristalle bei jeder Katze für jede Zeitperiode einzeln (in g), farbliche Markierung der Namen zeigt das gefütterte Futtermittel, mit Fettdruck sind mögliche Messfehler beim Löslichkeitsversuch gekennzeichnet, mit */**/** sind Röhrchen mit weniger Harn gekennzeichnet, verwendete Menge ist jeweils angeführt (in ml)

T	Katze	pH	SG	Gewicht Filter	Gewicht F+Kristalle	Rückwiegen F+K	K nicht aufgelöst	K aufgelöst	MW	SD
5	Chipsy	6,10	1,073	0,522	1,522	1,458	0,936	0,064	0,032	0,056
5	Chipsy	6,11	1,073	0,527	1,527	1,560	1,033	-0,033		
5	Chipsy	6,15	1,073	0,537	1,537	1,473	0,936	0,064		
2	Chipsy	6,10	1,078	0,562	1,562	1,533	0,971	0,029	0,016	0,012
2	Chipsy	6,21	1,081	1,018	2,018	2,011	0,993	0,007		
2	Chipsy*	6,22	1,080	1,032	2,032	2,021	0,989	0,011		
5	Kira	6,55	1,069	0,496	1,496	1,430	0,934	0,066	0,025	0,036
5	Kira	6,56	1,070	0,555	1,555	1,554	0,999	0,001		
5	Kira	6,57	1,069	0,525	1,525	1,518	0,993	0,007		
2	Kira	6,53	1,067	0,521	1,521	1,521	1,000	0,000	0,019	0,031
2	Kira	6,55	1,067	0,530	1,530	1,527	0,997	0,003		
2	Kira	6,57	1,068	0,521	1,521	1,466	0,945	0,055		
5	Krätze	7,16	1,070	0,528	1,528	1,517	0,989	0,011	0,015	0,010
5	Krätze	7,15	1,070	0,535	1,535	1,509	0,974	0,026		
5	Krätze	7,18	1,071	0,545	1,545	1,537	0,992	0,008		
2	Krätze	6,71	1,068	0,536	1,536	1,532	0,996	0,004	0,019	0,046
2	Krätze	6,71	1,069	0,568	1,568	1,586	1,018	-0,018		
2	Krätze	6,72	1,071	0,559	1,559	1,489	0,930	0,070		
5	Pauli	6,49	1,046	0,503	1,503	1,479	0,976	0,024	0,018	0,007
5	Pauli	6,41	1,046	0,536	1,536	1,515	0,979	0,021		
5	Pauli	6,49	1,047	0,528	1,528	1,518	0,990	0,010		
2	Pauli	6,46	1,051	0,570	1,570	1,546	0,976	0,024	0,035	0,032
2	Pauli	6,44	1,051	0,534	1,534	1,524	0,990	0,010		
2	Pauli	6,47	1,053	0,560	1,560	1,489	0,929	0,071		
5	Riesling	6,10	1,051	0,528	1,528	1,409	0,881	0,119	0,063	0,053
5	Riesling	6,14	1,051	0,540	1,540	1,525	0,985	0,015		
5	Riesling	6,15	1,051	0,537	1,537	1,483	0,946	0,054		
2	Riesling	6,20	1,058	0,499	1,499	1,474	0,975	0,025	0,043	0,043
2	Riesling	6,21	1,058	0,533	1,533	1,520	0,987	0,013		
2	Riesling	6,24	1,060	0,530	1,530	1,438	0,908	0,092		

T	Katze	pH	SG	Gewicht Filter	Gewicht F+Kristalle	Rückwiegen F+K	K nicht aufgelöst	K aufgelöst	MW	SD
5	August	6,20	1,062	0,552	1,552	1,463	0,911	0,089	0,040	0,043
5	August	6,22	1,066	0,527	1,527	1,518	0,991	0,009		
5	August	6,23	1,066	0,514	1,514	1,493	0,979	0,021		
2	August	6,20	1,059	0,550	1,550	1,542	0,992	0,008	0,045	0,058
2	August	6,23	1,053	0,516	1,516	1,500	0,984	0,016		
2	August	6,35	1,037	0,506	1,506	1,394	0,888	0,112		
5	Silvana	6,57	1,058	0,558	1,558	1,446	0,888	0,112	0,069	0,062
5	Silvana**	6,58	1,058	0,527	1,527	1,502	0,975	0,025		
2	Silvana	6,57	1,059	0,517	1,517	1,454	0,937	0,063	0,063	0,000
5	Nandi	6,43	1,056	0,543	1,543	1,472	0,929	0,071	0,036	0,030
5	Nandi	6,42	1,062	0,548	1,548	1,528	0,980	0,020		
5	Nandi	6,42	1,062	0,556	1,556	1,539	0,983	0,017		
2	Nandi	6,30	1,059	0,528	1,528	1,497	0,969	0,031	0,032	0,028
2	Nandi	6,31	1,058	0,538	1,538	1,533	0,995	0,005		
2	Nandi	6,34	1,057	0,517	1,517	1,456	0,939	0,061		
5	Lenin	6,10	1,051	0,528	1,528	1,409	0,881	0,119	0,063	0,053
5	Lenin	6,14	1,051	0,540	1,540	1,525	0,985	0,015		
5	Lenin***	6,15	1,051	0,537	1,537	1,483	0,946	0,054		
2	Lenin	6,10	1,051	0,513	1,513	1,482	0,969	0,031	0,044	0,039
2	Lenin	6,10	1,051	0,534	1,534	1,521	0,987	0,013		
2	Lenin	6,12	1,052	0,564	1,564	1,476	0,912	0,088		
5	Schwarzohr	6,13	1,045	0,526	1,526	1,501	0,975	0,025	0,040	0,029
5	Schwarzohr	6,15	1,046	0,551	1,551	1,529	0,978	0,022		
5	Schwarzohr	6,15	1,046	0,515	1,515	1,441	0,926	0,074		
2	Schwarzohr	6,17	1,047	0,555	1,555	1,536	0,981	0,019	0,027	0,010
2	Schwarzohr	6,18	1,047	0,538	1,538	1,514	0,976	0,024		
2	Schwarzohr	6,18	1,047	0,525	1,525	1,487	0,962	0,038		

* 15 ml Harn

** 17 ml Harn

*** 16 ml Harn

Fettdruck

möglicher Messfehler beim Löslichkeitsversuch

Tab. 20: Löslichkeitsversuch der Struvitkristalle – **2. Durchgang:** Anzahl der Tage im Wasserbad (T), Name, pH-Wert (pH) und spezifisches Gewicht (SG) nach dem Herausnehmen aus dem Wasserbad, Gewicht des Filterpapiers (Gewicht Filter, in g), Gewicht des Filterpapiers mit den eingewogenen Struvitkristallen - konstant 1 g (Gewicht F + Kristalle, in g), Filterpapier samt den Kristallen beim Rückwiegen nach dem Trocknen (Rückwiegen F + K, in g), Berechnung nichtaufgelöster (K nicht aufgelöst, in g) bzw. aufgelöster (K aufgelöst, in g) Kristalle, Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) der Menge aufgelöster Kristalle bei jeder Katze für jede Zeitperiode einzeln (in g), farbliche Markierung der Namen zeigt das gefütterte Futtermittel, mit Fettdruck sind mögliche Messfehler beim Löslichkeitsversuch gekennzeichnet

T	Katze	pH	SG	Gewicht Filter	Gewicht F+Kristalle	Rückwiegen F+K	K nicht aufgelöst	K aufgelöst	MW	SD
5	Chipsy	5,76	1,071	1,010	2,010	1,895	0,885	0,115	0,084	0,034
5	Chipsy	5,79	1,070	1,015	2,015	1,927	0,912	0,088		
5	Chipsy	5,82	1,068	1,016	2,016	1,968	0,952	0,048		
2	Chipsy	6,05	1,060	1,017	2,017	1,982	0,965	0,035	0,007	0,032
2	Chipsy	5,93	1,073	1,025	2,025	2,010	0,985	0,015		
2	Chipsy	5,99	1,077	1,020	2,020	2,048	1,028	-0,028		
5	Kira	6,12	1,059	1,031	2,031	1,888	0,857	0,143	0,080	0,055
5	Kira	6,09	1,059	1,015	2,015	1,973	0,958	0,042		
5	Kira	6,06	1,067	1,017	2,017	1,962	0,945	0,055		
2	Kira	6,17	1,064	1,015	2,015	1,963	0,948	0,052	0,041	0,014
2	Kira	6,16	1,063	1,026	2,026	1,979	0,953	0,047		
2	Kira	6,11	1,063	1,039	2,039	2,014	0,975	0,025		
5	Krätze	6,52	1,070	1,021	2,021	1,936	0,915	0,085	0,021	0,056
5	Krätze	6,54	1,070	1,034	2,034	2,052	1,018	-0,018		
5	Krätze	6,50	1,069	1,030	2,030	2,035	1,005	-0,005		
2	Krätze	6,48	1,064	1,016	2,016	1,995	0,979	0,021	0,006	0,014
2	Krätze	6,62	1,069	1,031	2,031	2,037	1,006	-0,006		
2	Krätze	6,67	1,069	1,031	2,031	2,028	0,997	0,003		
5	Pauli	6,57	1,039	1,026	2,026	1,910	0,884	0,116	0,058	0,050
5	Pauli	6,59	1,040	1,030	2,030	2,006	0,976	0,024		
5	Pauli	6,56	1,039	1,027	2,027	1,993	0,966	0,034		
2	Pauli	6,61	1,043	1,029	2,029	2,005	0,976	0,024	0,011	0,013
2	Pauli	6,65	1,043	1,018	2,018	2,020	1,002	-0,002		
2	Pauli	6,60	1,043	1,018	2,018	2,006	0,987	0,012		
5	Riesling	6,42	1,058	1,023	2,023	1,930	0,907	0,093	0,063	0,026
5	Riesling	6,39	1,058	1,023	2,023	1,974	0,951	0,049		
5	Riesling	6,39	1,057	1,030	2,030	1,982	0,952	0,048		
2	Riesling	6,61	1,040	1,031	2,031	1,985	0,954	0,046	0,017	0,026
2	Riesling	6,50	1,054	1,028	2,028	2,017	0,989	0,011		
2	Riesling	6,47	1,058	1,043	2,043	2,048	1,005	-0,005		

T	Katze	pH	SG	Gewicht Filter	Gewicht F+Kristalle	Rückwiegen F+K	K nicht aufgelöst	K aufgelöst	MW	SD
5	August	6,40	1,060	1,053	2,053	2,026	0,973	0,027	0,007	0,018
5	August	6,42	1,060	1,041	2,041	2,050	1,009	-0,009		
5	August	6,36	1,059	1,006	2,006	2,003	0,997	0,003		
2	August	6,43	1,068	1,028	2,028	1,987	0,959	0,041	0,019	0,020
2	August	6,38	1,068	1,021	2,021	2,017	0,996	0,004		
2	August	6,35	1,068	1,021	2,021	2,010	0,989	0,011		
5	Silvana	6,18	1,065	1,027	2,027	1,895	0,868	0,132	0,089	0,061
5	Silvana	6,23	1,065	1,010	2,010	1,964	0,954	0,046		
2	Silvana	6,66	1,046	1,033	2,033	1,989	0,956	0,044	0,005	0,047
2	Silvana	6,58	1,055	1,008	2,008	1,990	0,982	0,018		
2	Silvana	6,46	1,075	1,023	2,023	2,070	1,047	-0,047		
5	Nandi	6,26	1,064	1,032	2,032	1,994	0,962	0,038	0,020	0,018
5	Nandi	6,27	1,064	1,029	2,029	2,026	0,997	0,003		
5	Nandi	6,24	1,063	1,028	2,028	2,008	0,980	0,020		
2	Nandi	6,33	1,063	1,022	2,022	1,952	0,930	0,070	0,040	0,026
2	Nandi	6,33	1,063	1,025	2,025	2,001	0,976	0,024		
2	Nandi	6,47	1,065	1,023	2,023	1,998	0,975	0,025		
5	Lenin	6,27	1,052	1,024	2,024	1,957	0,941	0,068	0,038	0,026
5	Lenin	6,30	1,053	1,037	2,037	2,019	0,982	0,018		
5	Lenin	6,27	1,052	1,040	2,040	2,012	0,972	0,028		
2	Lenin	6,39	1,053	1,016	2,016	1,976	0,962	0,040	0,018	0,021
2	Lenin	6,36	1,054	1,032	2,032	2,016	0,984	0,016		
2	Lenin	6,36	1,055	1,020	2,020	2,022	1,002	-0,002		
5	Schwarzohr	6,50	1,050	1,014	2,014	1,968	0,954	0,046	0,024	0,019
5	Schwarzohr	6,52	1,050	1,006	2,006	1,996	0,990	0,010		
5	Schwarzohr	6,47	1,049	1,015	2,015	1,999	0,984	0,016		
2	Schwarzohr	6,60	1,043	1,015	2,015	1,970	0,955	0,045	0,036	0,008
2	Schwarzohr	6,57	1,045	1,031	2,031	2,002	0,971	0,029		
2	Schwarzohr	6,62	1,048	1,014	2,014	1,980	0,966	0,034		

Fettdruck

möglicher Messfehler beim Löslichkeitsversuch

Tab. 21: Löslichkeitsversuch der Struvitkristalle – **3. Durchgang:** Anzahl der Tage im Wasserbad (T), Name, pH-Wert (pH) und spezifisches Gewicht (SG) nach dem Herausnehmen aus dem Wasserbad, Gewicht des Filterpapiers (Gewicht Filter, in g), Gewicht des Filterpapiers mit den eingewogenen Struvitkristallen - konstant 1 g (Gewicht F + Kristalle, in g), Filterpapier samt den Kristallen beim Rückwiegen nach dem Trocknen (Rückwiegen F + K, in g), Berechnung nichtaufgelöster (K nicht aufgelöst, in g) bzw. aufgelöster (K aufgelöst, in g) Kristalle, Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) der Menge aufgelöster Kristalle bei jeder Katze für jede Zeitperiode einzeln (in g), farbliche Markierung der Namen zeigt das gefütterte Futtermittel, mit Fettdruck sind mögliche Messfehler beim Löslichkeitsversuch gekennzeichnet

T	Katze	pH	SG	Gewicht Filter	Gewicht F+Kristalle	Rückwiegen F+K	K nicht aufgelöst	K aufgelöst	MW	SD
5	Chipsy	6,10	1,063	1,045	2,045	1,976	0,931	0,069	0,071	0,003
5	Chipsy	6,13	1,074	1,045	2,045	1,972	0,927	0,073		
2	Chipsy	6,21	1,073	1,034	2,034	2,014	0,980	0,020	0,020	0,000
5	Kira	6,85	1,048	1,012	2,012	1,977	0,965	0,035	0,031	0,011
5	Kira	6,76	1,063	1,023	2,023	1,984	0,961	0,039		
5	Kira	6,75	1,076	1,004	2,004	1,985	0,981	0,019		
2	Kira	6,64	1,049	1,027	2,027	2,004	0,977	0,023	0,027	0,007
2	Kira	6,62	1,052	1,034	2,034	2,010	0,976	0,024		
2	Kira	6,61	1,056	1,041	2,041	2,006	0,965	0,035		
5	Krätze	6,11	1,053	1,044	2,044	1,967	0,923	0,077	0,064	0,016
5	Krätze	6,10	1,058	1,040	2,040	1,971	0,931	0,069		
5	Krätze	6,11	1,067	1,022	2,022	1,976	0,954	0,046		
2	Krätze	6,24	1,042	1,032	2,032	2,003	0,971	0,029	0,034	0,005
2	Krätze	6,17	1,049	1,029	2,029	1,991	0,962	0,038		
2	Krätze	6,06	1,055	1,033	2,033	1,999	0,966	0,034		
5	Pauli	6,25	1,032	1,034	2,034	1,964	0,930	0,070	0,068	0,012
5	Pauli	6,18	1,040	1,024	2,024	1,945	0,921	0,079		
5	Pauli	6,18	1,046	1,022	2,022	1,966	0,944	0,056		
2	Pauli	6,34	1,026	1,036	2,036	1,994	0,958	0,042	0,037	0,005
2	Pauli	6,23	1,029	1,025	2,025	1,993	0,968	0,032		
2	Pauli	6,19	1,036	1,030	2,030	1,992	0,962	0,038		
5	Riesling	6,54	1,048	1,010	2,010	1,949	0,939	0,061	0,043	0,018
5	Riesling	6,51	1,062	1,003	2,003	1,962	0,959	0,041		
5	Riesling	6,43	1,087	1,012	2,012	1,986	0,974	0,026		
2	Riesling	6,60	1,037	1,025	2,025	1,984	0,959	0,041	0,024	0,016
2	Riesling	6,52	1,043	1,038	2,038	2,017	0,979	0,021		
2	Riesling	6,45	1,047	1,040	2,040	2,031	0,991	0,009		

T	Katze	pH	SG	Gewicht Filter	Gewicht F+Kristalle	Rückwiegen F+K	K nicht aufgelöst	K aufgelöst	MW	SD
5	August	6,77	1,044	0,993	1,993	1,948	0,955	0,045	0,029	0,016
5	August	6,67	1,068	0,985	1,985	1,955	0,970	0,030		
5	August	6,58	1,086	1,011	2,011	1,998	0,987	0,013		
2	August	6,42	1,057	1,037	2,037	2,014	0,977	0,023	0,027	0,007
2	August	6,39	1,062	1,051	2,051	2,028	0,977	0,023		
2	August	6,42	1,068	1,022	2,022	1,987	0,965	0,035		
5	Silvana	6,69	1,052	1,040	2,040	1,990	0,950	0,050	0,044	0,011
5	Silvana	6,67	1,056	1,030	2,030	1,979	0,949	0,051		
5	Silvana	6,69	1,064	1,044	2,044	2,013	0,969	0,031		
2	Silvana	6,75	1,064	1,057	2,057	2,035	0,978	0,022	0,017	0,006
2	Silvana	6,74	1,064	1,048	2,048	2,035	0,987	0,013		
5	Nandi	6,80	1,054	0,995	1,995	1,972	0,977	0,023	0,028	0,008
5	Nandi	6,76	1,062	1,009	2,009	1,972	0,963	0,037		
5	Nandi	6,79	1,080	1,000	2,000	1,975	0,975	0,025		
2	Nandi	6,52	1,060	1,033	2,033	2,002	0,969	0,031	0,026	0,005
2	Nandi	6,51	1,061	1,035	2,035	2,012	0,977	0,023		
2	Nandi	6,54	1,062	1,039	2,039	2,016	0,977	0,023		
5	Lenin	6,38	1,039	1,037	2,037	1,986	0,949	0,051	0,057	0,006
5	Lenin	6,37	1,043	1,033	2,033	1,970	0,937	0,063		
5	Lenin	6,36	1,050	1,033	2,033	1,975	0,942	0,058		
2	Lenin	6,37	1,044	1,040	2,040	2,010	0,970	0,030	0,030	0,005
2	Lenin	6,34	1,045	1,039	2,039	2,014	0,975	0,025		
2	Lenin	6,37	1,046	1,028	2,028	1,994	0,966	0,034		
5	Schwarzohr	6,97	1,028	1,007	2,007	1,976	0,969	0,031	0,032	0,002
5	Schwarzohr	6,82	1,040	1,008	2,008	1,973	0,965	0,035		
5	Schwarzohr	6,65	1,054	1,023	2,023	1,992	0,969	0,031		
2	Schwarzohr	6,59	1,037	1,037	2,037	1,993	0,956	0,044	0,036	0,007
2	Schwarzohr	6,55	1,038	1,026	2,026	1,994	0,968	0,032		
2	Schwarzohr	6,55	1,042	1,053	2,053	2,021	0,968	0,032		

Tab. 22: Löslichkeitsversuch der Struvitkristalle – **4. Durchgang:** Anzahl der Tage im Wasserbad (T), Name, pH-Wert (pH) und spezifisches Gewicht (SG) nach dem Herausnehmen aus dem Wasserbad, Gewicht des Filterpapiers (Gewicht Filter, in g), Gewicht des Filterpapiers mit den eingewogenen Struvitkristallen - konstant 1 g (Gewicht F + Kristalle, in g), Filterpapier samt den Kristallen beim Rückwiegen nach dem Trocknen (Rückwiegen F + K, in g), Berechnung nichtaufgelöster (K nicht aufgelöst, in g) bzw. aufgelöster (K aufgelöst, in g) Kristalle, Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) der Menge aufgelöster Kristalle bei jeder Katze für jede Zeitperiode einzeln (in g), farbliche Markierung der Namen zeigt das gefütterte Futtermittel, mit Fettdruck sind mögliche Messfehler beim Löslichkeitsversuch gekennzeichnet, mit * ist Röhrchen mit weniger Harn und Kristallen gekennzeichnet, verwendete Menge ist angeführt (in ml/g)

T	Katze	pH	SG	Gewicht Filter	Gewicht F+Kristalle	Rückwiegen F+K	K nicht aufgelöst	K aufgelöst	MW	SD
5	Chipsy	6,41	1,071	1,025	2,025	1,994	0,969	0,031	0,027	0,007
5	Chipsy	6,42	1,071	1,035	2,035	2,016	0,981	0,019		
5	Chipsy	6,39	1,071	1,038	2,038	2,007	0,969	0,031		
2	Chipsy	6,30	1,071	1,030	2,030	1,993	0,963	0,037	0,032	0,005
2	Chipsy	6,30	1,070	1,010	2,010	1,978	0,968	0,032		
2	Chipsy	6,31	1,071	1,035	2,035	2,008	0,973	0,027		
5	Kira	6,47	1,066	1,013	2,013	1,996	0,983	0,017	0,020	0,004
5	Kira	6,50	1,068	1,017	2,017	1,998	0,981	0,019		
5	Kira	6,47	1,069	1,012	2,012	1,988	0,976	0,024		
2	Kira	6,42	1,064	1,043	2,043	2,007	0,964	0,036	0,031	0,006
2	Kira	6,41	1,066	1,021	2,021	1,996	0,975	0,025		
2	Kira	6,49	1,067	1,001	2,001	1,970	0,969	0,031		
5	Krätze	6,71	1,060	1,032	2,032	2,003	0,971	0,029	0,029	0,002
5	Krätze	6,71	1,064	1,016	2,016	1,989	0,973	0,027		
5	Krätze	6,64	1,068	1,027	2,027	1,997	0,970	0,030		
2	Krätze	6,61	1,065	1,026	2,026	2,013	0,987	0,013	0,015	0,003
2	Krätze	6,61	1,065	1,033	2,033	2,020	0,987	0,013		
2	Krätze	6,55	1,065	1,022	2,022	2,003	0,981	0,019		
5	Pauli	6,92	1,032	1,022	2,022	1,986	0,964	0,036	0,037	0,006
5	Pauli	6,87	1,037	1,024	2,024	1,993	0,969	0,031		
5	Pauli	6,81	1,041	1,040	2,040	1,997	0,957	0,043		
2	Pauli	6,91	1,023	1,026	2,026	1,997	0,971	0,029	0,032	0,003
2	Pauli	6,85	1,026	1,016	2,016	1,982	0,966	0,034		
2	Pauli	6,76	1,035	1,015	2,015	1,981	0,966	0,034		
5	Riesling	6,11	1,050	1,040	2,040	1,996	0,956	0,044	0,044	0,009
5	Riesling	6,05	1,058	1,027	2,027	1,992	0,965	0,035		
5	Riesling*	6,03	1,063	1,015	1,865	1,813	0,798	0,052		
2	Riesling	6,11	1,057	1,018	2,018	1,968	0,950	0,050	0,046	0,006
2	Riesling	6,05	1,057	1,016	2,016	1,974	0,958	0,042		

T	Katze	pH	SG	Gewicht Filter	Gewicht F+Kristalle	Rückwiegen F+K	K nicht aufgelöst	K aufgelöst	MW	SD
5	August	5,98	1,062	1,024	2,024	1,970	0,946	0,054	0,042	0,011
5	August	5,98	1,065	1,010	2,010	1,978	0,968	0,032		
5	August	5,97	1,071	1,047	2,047	2,006	0,959	0,041		
2	August	5,98	1,063	1,023	2,023	1,954	0,931	0,069	0,060	0,010
2	August	5,97	1,064	1,022	2,022	1,973	0,951	0,049		
2	August	5,91	1,065	1,038	2,038	1,977	0,939	0,061		
5	Silvana	6,83	1,069	1,018	2,018	2,013	0,995	0,005	0,013	0,007
5	Silvana	6,85	1,069	1,024	2,024	2,006	0,982	0,018		
5	Silvana	6,85	1,069	1,023	2,023	2,006	0,983	0,017		
2	Silvana	6,67	1,070	1,018	2,018	1,982	0,964	0,036	0,025	0,010
2	Silvana	6,71	1,069	1,027	2,027	2,009	0,982	0,018		
2	Silvana	6,70	1,069	1,013	2,013	1,993	0,980	0,020		
5	Nandi	6,36	1,069	1,026	2,026	2,004	0,978	0,022	0,025	0,005
5	Nandi	6,37	1,071	1,035	2,035	2,012	0,977	0,023		
5	Nandi	6,40	1,075	1,012	2,012	1,981	0,969	0,031		
2	Nandi	6,34	1,063	1,017	2,017	1,961	0,944	0,056	0,038	0,016
2	Nandi	6,28	1,064	1,022	2,022	1,998	0,976	0,024		
2	Nandi	6,31	1,067	1,022	2,022	1,988	0,966	0,034		
5	Lenin	6,78	1,052	1,023	2,023	1,992	0,969	0,031	0,029	0,009
5	Lenin	6,76	1,058	1,005	2,005	1,968	0,963	0,037		
5	Lenin	6,71	1,063	1,025	2,025	2,006	0,981	0,019		
2	Lenin	6,82	1,041	1,038	2,038	2,021	0,983	0,017	0,018	0,007
2	Lenin	6,76	1,046	1,032	2,032	2,006	0,974	0,026		
2	Lenin	6,70	1,053	1,018	2,018	2,006	0,988	0,012		
5	Schwarzohr	6,67	1,057	1,002	2,002	1,989	0,987	0,013	0,017	0,004
5	Schwarzohr	6,69	1,059	1,019	2,019	2,001	0,982	0,018		
5	Schwarzohr	6,68	1,061	1,035	2,035	2,015	0,980	0,020		
2	Schwarzohr	6,81	1,039	1,021	2,021	1,974	0,953	0,047	0,033	0,013
2	Schwarzohr	6,77	1,045	1,036	2,036	2,012	0,976	0,024		
2	Schwarzohr	6,70	1,052	1,019	2,019	1,992	0,973	0,027		

* 17ml Harn; 0,85g Kristalle

Fettdruck möglicher Messfehler beim Löslichkeitsversuch

Tab. 23: Löslichkeitsversuch der Struvitkristalle – **5. Durchgang:** Anzahl der Tage im Wasserbad (T), Name, pH-Wert (pH) und spezifisches Gewicht (SG) nach dem Herausnehmen aus dem Wasserbad, Gewicht des Filterpapiers (Gewicht Filter, in g), Gewicht des Filterpapiers mit den eingewogenen Struvitkristallen - konstant 1 g (Gewicht F + Kristalle, in g), Filterpapier samt den Kristallen beim Rückwiegen nach dem Trocknen (Rückwiegen F + K, in g), Berechnung nichtaufgelöster (K nicht aufgelöst, in g) bzw. aufgelöster (K aufgelöst, in g) Kristalle, Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) der Menge aufgelöster Kristalle bei jeder Katze für jede Zeitperiode einzeln (in g), farbliche Markierung der Namen zeigt das gefütterte Futtermittel, mit Fettdruck sind mögliche Messfehler beim Löslichkeitsversuch gekennzeichnet

T	Katze	pH	SG	Gewicht Filter	Gewicht F+Kristalle	Rückwiegen F+K	K nicht aufgelöst	K aufgelöst	MW	SD
5	Chipsy	6,46	1,065	1,029	2,029	1,984	0,955	0,045	0,039	0,009
5	Chipsy	6,48	1,071	1,049	2,049	2,020	0,971	0,029		
5	Chipsy	6,50	1,077	1,019	2,019	1,977	0,958	0,042		
2	Chipsy	6,58	1,071	1,012	2,012	1,990	0,978	0,022	0,021	0,002
2	Chipsy	6,55	1,071	0,997	1,997	1,978	0,981	0,019		
5	Kira	6,56	1,067	1,000	2,000	1,965	0,965	0,035	0,042	0,012
5	Kira	6,55	1,068	1,028	2,028	1,973	0,945	0,055		
5	Kira	6,58	1,069	1,002	2,002	1,967	0,965	0,035		
2	Kira	6,59	1,063	1,039	2,039	2,025	0,986	0,014	0,021	0,006
2	Kira	6,58	1,063	1,031	2,031	2,007	0,976	0,024		
2	Kira	6,51	1,064	1,050	2,050	2,025	0,975	0,025		
5	Krätze	6,65	1,071	1,032	2,032	1,991	0,959	0,041	0,033	0,007
5	Krätze	6,68	1,073	1,032	2,032	2,003	0,971	0,029		
5	Krätze	6,69	1,077	1,033	2,033	2,004	0,971	0,029		
2	Krätze	6,76	1,060	1,025	2,025	1,989	0,964	0,036	0,025	0,009
2	Krätze	6,74	1,066	1,008	2,008	1,989	0,981	0,019		
2	Krätze	6,69	1,071	0,999	1,999	1,978	0,979	0,021		
5	Pauli	6,53	1,048	1,043	2,043	2,004	0,961	0,039	0,037	0,005
5	Pauli	6,53	1,048	1,038	2,038	2,007	0,969	0,031		
5	Pauli	6,52	1,048	1,039	2,039	1,998	0,959	0,041		
2	Pauli	6,82	1,023	1,002	2,002	1,960	0,958	0,042	0,037	0,007
2	Pauli	6,85	1,025	1,009	2,009	1,970	0,961	0,039		
2	Pauli	6,74	1,031	1,007	2,007	1,978	0,971	0,029		
5	Riesling	6,66	1,050	1,029	2,029	2,002	0,973	0,027	0,029	0,005
5	Riesling	6,59	1,055	1,008	2,008	1,983	0,975	0,025		
5	Riesling	6,61	1,057	1,007	2,007	1,973	0,966	0,034		
2	Riesling	6,64	1,047	1,013	2,013	1,986	0,973	0,027	0,025	0,004
2	Riesling	6,62	1,049	1,028	2,028	2,006	0,978	0,022		

T	Katze	pH	SG	Gewicht Filter	Gewicht F+Kristalle	Rückwiegen F+K	K nicht aufgelöst	K aufgelöst	MW	SD
5	August	6,52	1,055	1,015	2,015	1,969	0,954	0,046	0,036	0,014
5	August	6,46	1,059	1,024	2,024	2,004	0,980	0,020		
5	August	6,51	1,061	1,013	2,013	1,970	0,957	0,043		
2	August	6,55	1,052	1,024	2,024	2,014	0,990	0,010	0,014	0,006
2	August	6,55	1,054	1,040	2,040	2,022	0,982	0,018		
5	Silvana	6,26	1,063	1,050	2,050	2,005	0,955	0,045	0,041	0,004
5	Silvana	6,24	1,068	1,030	2,030	1,988	0,958	0,042		
5	Silvana	6,23	1,069	1,049	2,049	2,012	0,963	0,037		
2	Silvana	6,33	1,066	1,004	2,004	1,978	0,974	0,026	0,035	0,012
2	Silvana	6,36	1,067	0,994	1,994	1,951	0,957	0,043		
5	Nandi	6,10	1,062	1,020	2,020	1,964	0,944	0,056	0,049	0,006
5	Nandi	6,01	1,068	1,013	2,013	1,967	0,954	0,046		
5	Nandi	6,07	1,071	1,026	2,026	1,981	0,955	0,045		
2	Nandi	6,16	1,058	1,030	2,030	1,997	0,967	0,033	0,043	0,013
2	Nandi	6,13	1,062	1,032	2,032	1,980	0,948	0,052		
5	Lenin	6,39	1,051	1,039	2,039	2,000	0,961	0,039	0,043	0,005
5	Lenin	6,33	1,056	1,049	2,049	2,007	0,958	0,042		
5	Lenin	6,35	1,059	1,021	2,021	1,972	0,951	0,049		
2	Lenin	6,51	1,040	0,994	1,994	1,962	0,968	0,032	0,038	0,006
2	Lenin	6,48	1,045	1,012	2,012	1,969	0,957	0,043		
2	Lenin	6,50	1,049	1,019	2,019	1,979	0,960	0,040		
5	Schwarzohr	6,78	1,072	1,008	2,008	2,001	0,993	0,007	0,010	0,004
5	Schwarzohr	6,73	1,073	1,008	2,008	1,999	0,991	0,009		
5	Schwarzohr	6,76	1,074	1,047	2,047	2,032	0,985	0,015		
2	Schwarzohr	6,86	1,034	1,016	2,016	1,998	0,982	0,018	0,024	0,005
2	Schwarzohr	6,80	1,043	1,016	2,016	1,988	0,972	0,028		
2	Schwarzohr	6,81	1,053	1,016	2,016	1,991	0,975	0,025		

Fettdruck

möglicher Messfehler beim Löslichkeitsversuch

Tab. 24: RSS-Analyse – **ACC:** 13 Einzelparameter der Analyse (mit angegebenen Einheiten), Kalziumoxalat- und Struvit-RSS-Werte jeder Katze, Harn-pH-Werte vor und nach der Titration, Volumen verbrauchter HCl bei der Titration (Vol. HCl, 35 %), Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) aus allen genannten Parametern – Kalziumoxalat- und Struvit-RSS-Mittelwerte beim jeweiligen Futtermittel

Analyse	Einheit	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr	MW	SD
Stickstoff	%	6,15	4,9	4,91	3,29	4,59	4,87	4,97	5,02	3,75	5,02	4,75	0,77
Natrium	ug/ml	10279	8581	7063	5327	7545	8123	7283	8738	6872	8093	7790,4	1319,8
Kalium	ug/ml	9546	7888	7003	5289	7315	7736	8049	8125	5940	8248	7513,9	1213,1
Ammonium	ug/ml	4589,5	3901,9	3866,5	2860	3537,6	4327,2	4493,1	3811	2952,8	3675,6	3801,5	585,2
Magnesium	ug/ml	154,1	74,6	82,6	65,1	96,8	96,1	74,9	97,1	59,8	103,5	90,5	26,8
Kalzium	ug/ml	27,9	21,2	28,1	14,3	17,8	25,1	29,8	33,4	17,7	35,4	25,1	7,1
Kreatinin	ug/ml	4958,6	4322,4	4079,3	2624,8	3527,8	3903,7	3960,5	4408,9	3047,6	4527,4	3936,1	704,4
Harnsäure	ug/ml	38,4	43,4	55,1	39,4	42,7	33,1	86,8	33,4	20,9	108,4	50,2	27,0
Chlorid	ug/ml	20738	18367	17618	11814	15763	17747	17124	18584	14141	18265	17016,1	2527,7
Sulfat	ug/ml	7282	6525	6166	4982	6616	7429	6430	6514	5966	7154	6506,4	716,6
Phosphat	ug/ml	9046	8287	8290	5206	7062	8447	8333	8627	7087	9227	7961,2	1200,7
Oxalat	ug/ml	532	361	461	277	125	146	161	182	108	150	250,3	151,4
Zitrat	ug/ml	172	261	456	99	81	119	174	216	83	42	170,3	121,0
Kalziumoxalat-RSS		9,414	4,945	7,325	4,319	1,875	2,658	3,312	4,205	1,687	3,746	4,349	2,413
Struvit-RSS		0,272	0,748	1,818	0,29	0,73	0,806	1,61	0,774	1,076	2,958	1,108	0,818
pH (vor der Titration)		5,8	6,35	6,63	6,2	6,24	6,21	6,5	6,24	6,56	6,62	6,34	0,25
pH (nach der Titration)		1,96	1,94	2	2,01	2	2	2,01	2	2,01	1,98	1,99	0,02
Vol. HCl, 35 %	ml	1,25	1,25	2,09	2,71	1,95	3,05	2,01	2,51	1,41	1,17	1,94	0,67

Tab. 25: RSS-Analyse – **URP:** 13 Einzelparameter der Analyse (mit angegebenen Einheiten), Kalziumoxalat- und Struvit-RSS-Werte jeder Katze, Harn-pH-Werte vor und nach der Titration, Volumen verbrauchter HCl bei der Titration (Vol. HCl, 35 %), Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) aus allen genannten Parametern – Kalziumoxalat- und Struvit-RSS-Mittelwerte beim jeweiligen Futtermittel

Analyse	Einheit	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr	MW	SD
Stickstoff	%	5,29	4,77	4,87	3,41	4,74	4,74	4,18	4,73	3,65	3,86	4,42	0,61
Natrium	ug/ml	12875	11464	10867	7630	9385	10044	11075	11799	8839	9175	10315,3	1584,1
Kalium	ug/ml	6777	6017	6198	4955	5604	5672	6445	6572	5028	5368	5863,6	639,7
Ammonium	ug/ml	3291,4	3476,7	3879,1	2782,3	2966,8	3031,3	3725,8	3435,9	2712,6	3254,6	3255,7	386,6
Magnesium	ug/ml	112,1	90,9	71	63,4	56	62,8	74,8	72	51,6	41,4	69,6	20,2
Kalzium	ug/ml	30,8	30,3	22,1	16,9	15	32,9	25,8	22,9	17,3	27,9	24,2	6,4
Kreatinin	ug/ml	3965,2	3624,8	3568	2243,8	2779,7	3192,4	3380,7	3719,8	2537	3018,1	3203,0	554,6
Harnsäure	ug/ml	9,8	46,6	44,9	39,7	43	98,6	7,9	39,8	39,1	20,6	39,0	25,4
Chlorid	ug/ml	21462	19804	19652	13329	15976	18083	19382	19206	15889	16648	17943,1	2438,3
Sulfat	ug/ml	7450	7166	6589	5350	6170	6824	6702	6702	6253	6006	6521,2	603,0
Phosphat	ug/ml	7482	6131	7085	4631	4921	6037	6559	6031	5558	5635	6007,0	886,4
Oxalat	ug/ml	137	132	412	292	417	417	154	158	132	142	239,3	130,2
Zitrat	ug/ml	92	176	298	78	57	153	133	110	36	116	124,9	74,2
Kalziumoxalat-RSS		3,147	3,045	5,657	5,232	6,18	11,355	3,095	3,081	2,389	3,61	4,679	2,678
Struvit-RSS		0,769	1,006	1,077	0,346	0,305	0,198	1,147	0,548	0,388	0,594	0,638	0,344
pH (vor der Titration)		6,29	6,48	6,57	6,32	6,33	6,14	6,54	6,35	6,37	6,55	6,39	0,14
pH (nach der Titration)		1,99	1,99	1,97	2	1,98	2,01	1,97	2	1,99	1,99	1,99	0,01
Vol. HCl, 35 %	ml	1,17	1,28	2	1,1	1,6	1,77	1,65	2,58	1,78	1,66	1,66	0,43

Tab. 26: RSS-Analyse – **CURD:** 13 Einzelparameter der Analyse (mit angegebenen Einheiten), Kalziumoxalat- und Struvit-RSS-Werte jeder Katze, Harn-pH-Werte vor und nach der Titration, Volumen verbrauchter HCl bei der Titration (Vol. HCl, 35 %), Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) aus allen genannten Parametern – Kalziumoxalat- und Struvit-RSS-Mittelwerte beim jeweiligen Futtermittel

Analyse	Einheit	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr	MW	SD
Stickstoff	%	4,76	4,55	4,97	3,02	3,72	4,16	4,24	4,69	2,98	2,86	4,00	0,80
Natrium	ug/ml	13890	12413	11452	6808	9762	10967	11059	12059	9444	8701	10655,5	2035,9
Kalium	ug/ml	6275	5670	5881	3423	5544	5950	5936	6395	3749	3580	5240,3	1172,0
Ammonium	ug/ml	3510,7	3764,3	4763,1	2485,6	3623,1	3612,5	3956,3	3970,8	2774,9	2965,4	3542,7	662,1
Magnesium	ug/ml	93,4	86,1	108,1	57,5	52	59,9	44,7	53,7	44,7	46,7	64,7	22,7
Kalzium	ug/ml	28,1	26,9	33,7	12,5	16,3	22,8	26,8	31,2	17,1	30,4	24,6	7,1
Kreatinin	ug/ml	3601,5	3327,4	3225,2	1859,3	2398,5	3008,1	3031,7	3615,8	2234,9	2236,9	2853,9	625,2
Harnsäure	ug/ml	36,2	27,3	45,5	40,4	27,2	36,5	67,4	51,2	34,5	46,9	41,3	12,1
Chlorid	ug/ml	21371	21631	23363	12445	16025	18990	19565	20770	15413	15124	18469,7	3526,5
Sulfat	ug/ml	6461	6763	6628	4304	5670	6564	5810	6143	4934	4117	5739,4	974,8
Phosphat	ug/ml	7861	6800	8109	4134	5362	6782	6135	6741	4817	4561	6130,2	1371,1
Oxalat	ug/ml	170	139	159	73	416	408	421	529	110	116	254,1	168,4
Zitrat	ug/ml	25	45	93	24	4	35	60	28	6	36	35,6	26,2
Kalziumoxalat-RSS		3,942	3,176	3,731	1,217	7,455	8,606	10,192	13,913	2,299	4,398	5,893	4,021
Struvit-RSS		0,393	0,464	2,271	0,39	0,022	0,045	0,208	0,31	0,234	0,172	0,451	0,656
pH (vor der Titration)		6,09	6,17	6,51	6,37	5,55	5,66	6,16	6,22	6,26	6,14	6,11	0,30
pH (nach der Titration)		1,99	2,01	1,99	2,01	1,99	2,01	1,99	2	2	2	2,00	0,01
Vol. HCl, 35 %	ml	1,23	1,38	1,54	0,97	1	1,57	1	1,77	2,07	1,1	1,36	0,37

Tab. 27: RSS-Analyse – **RC Urinary S/O:** 13 Einzelparameter der Analyse (mit angegebenen Einheiten), Kalziumoxalat- und Struvit-RSS-Werte jeder Katze, Harn-pH-Werte vor und nach der Titration, Volumen verbrauchter HCl bei der Titration (Vol. HCl, 35 %), Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) aus allen genannten Parametern – Kalziumoxalat- und Struvit-RSS-Mittelwerte beim jeweiligen Futtermittel

Analyse	Einheit	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr	MW	SD
Stickstoff	%	3,88	3,58	3,66	2,44	3,29	3,67	4,85	3,32	3,03	3,53	3,53	0,62
Natrium	ug/ml	10067	10028	9403	6435	7349	9878	8206	8188	7675	6004	8323,3	1486,1
Kalium	ug/ml	11483	11101	10240	7001	9428	10289	11492	9023	9559	7905	9752,1	1491,6
Ammonium	ug/ml	3059,3	3717	3920,4	2267,1	3135,8	3262,9	4229,1	3163,2	3011,6	2517,8	3228,4	599,8
Magnesium	ug/ml	144,9	95,9	109,5	75,4	91,6	122,9	108	89,3	57,6	30,4	92,6	32,6
Kalzium	ug/ml	28,1	33,7	29,3	16,4	20,7	33,2	33,9	26,9	22,8	24,8	27,0	5,9
Kreatinin	ug/ml	3018,8	2925,8	2657,3	1712,4	2380,4	2622,3	2918,1	2513,5	2029,5	2002,4	2478,1	442,7
Harnsäure	ug/ml	54,4	83,9	35,4	50,4	57,8	9	63,1	44,8	50,9	74,7	52,4	20,7
Chlorid	ug/ml	20546	21503	20084	14013	17518	20361	20031	17934	16497	13805	18229,2	2754,0
Sulfat	ug/ml	6722	7379	6313	4489	5725	6858	6586	5681	6233	5135	6112,1	865,2
Phosphat	ug/ml	6155	5842	5922	3864	6091	6936	5769	5587	4885	4436	5548,7	905,4
Oxalat	ug/ml	164	152	149	98	132	160	402	225	154	121	175,7	86,1
Zitrat	ug/ml	132	175	213	117	56	128	128	85	66	197	129,7	52,9
Kalziumoxalat-RSS		3,648	3,908	3,198	1,858	2,575	4,145	10,854	5,903	3,672	3,106	4,287	2,541
Struvit-RSS		0,44	0,894	2,116	0,378	0,665	0,578	0,453	0,117	0,212	0,177	0,603	0,582
pH (vor der Titration)		6,09	6,42	6,64	6,36	6,29	6,17	6,13	5,84	6,17	6,38	6,25	0,22
pH (nach der Titration)		1,99	2	2	1,95	2	1,99	2	2	1,99	2,01	1,99	0,02
Vol. HCl, 35 %	ml	1,5	1,43	1,6	1,37	1,2	1,37	0,74	1,23	1,75	0,7	1,29	0,34

Tab. 28: RSS-Analyse – Hill's s/d: 13 Einzelparameter der Analyse (mit angegebenen Einheiten), Kalziumoxalat- und Struvit-RSS-Werte jeder Katze, Harn-pH-Werte vor und nach der Titration, Volumen verbrauchter HCl bei der Titration (Vol. HCl, 35 %), Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) aus allen genannten Parametern – Kalziumoxalat- und Struvit-RSS-Mittelwerte beim jeweiligen Futtermittel

Analyse	Einheit	Chipsy	Kira	Krätze	Pauli	Riesling	August	Silvana	Nandi	Lenin	Schwarzohr	MW	SD
Stickstoff	%	4,67	4,15	4,52	3,34	4,04	4,44	4,7	4,77	3,12	3,15	4,09	0,66
Natrium	ug/ml	4304	4053	4004	3113	3607	4646	4652	4414	2518	3245	3855,6	715,6
Kalium	ug/ml	13454	11682	12069	9459	10813	11872	10925	11336	8954	9394	10995,8	1401,7
Ammonium	ug/ml	6105,9	5005,7	5943,7	3841	4650,5	5688,1	5297,7	5808	3911,4	4654,5	5090,7	817,6
Magnesium	ug/ml	190,8	109,7	119,8	122,7	97,6	95,8	80,2	129,9	55,8	40,7	104,3	42,0
Kalzium	ug/ml	36,8	29	52,2	20,8	27,1	33,8	48,3	43,1	19,9	29	34,0	11,0
Kreatinin	ug/ml	3798,3	3419,2	3479,5	2656,4	3012,2	3457,1	3776	3934	2204,9	2626,3	3236,4	582,9
Harnsäure	ug/ml	98,6	89,6	39,4	48,1	70,8	29,4	90,2	101,9	50	38,9	65,7	27,6
Chlorid	ug/ml	18130	16075	18095	13375	15138	18143	17503	18536	11746	13000	15974,1	2515,2
Sulfat	ug/ml	8778	7820	8474	6667	7890	9119	8937	7910	6568	6847	7901,0	947,0
Phosphat	ug/ml	6785	4327	7746	4478	5318	5689	5237	5938	4199	5294	5501,1	1114,6
Oxalat	ug/ml	707	244	148	92	92	123	113	115	192	412	223,8	195,8
Zitrat	ug/ml	12	17	158	8	4	6	33	86	2	40	36,6	49,7
Kalziumoxalat-RSS		18,615	6,959	5,544	2,119	2,535	3,718	4,781	4,106	4,76	12,665	6,580	5,166
Struvit-RSS		0,147	0,127	0,341	0,098	0,128	0,138	0,81	0,314	0,103	0,05	0,226	0,226
pH (vor der Titration)		5,57	5,76	5,84	5,68	5,74	5,73	6,3	5,84	5,91	5,76	5,81	0,20
pH (nach der Titration)		2	1,97	1,95	2	2	1,99	2	1,99	2	2	1,99	0,02
Vol. HCl, 35 %	ml	1,42	0,65	1,15	1,76	1,12	0,97	1,12	0,84	0,93	1,13	1,11	0,31