

HYDRATATION BEI HAUSTIEREN

Strategien zum Erhalt des Wasserhaushalts bei Hunden und Katzen



Wasser ist ein essentieller Nährstoff und gilt als der Nährstoff, der für das Überleben unverzichtbar ist. Ein Verlust an Körperwasser von nur 10-15% kann zum Tod führen, wobei Tiere einen viel höheren Verlust an Fett oder Protein tolerieren können.¹

Es existieren mehrere Methoden, um den Wasserbedarf von Katzen oder Hunden abzuschätzen. Normalerweise können gesunde Tiere ihre Wasseraufnahme selbst regulieren, um Verluste auszugleichen und ihren Bedarf zu decken.¹ Ob dies eine „optimale Wasseraufnahme“ ist oder solche Tiere „optimal mit Wasser versorgt“ sind, ist jedoch nicht geklärt. Die Forschung an Menschen deutet darauf hin, dass sogar eine milde Dehydrierung (<3% des Körpergewichts) die Leistungsfähigkeit und Kognition beeinträchtigen kann.²⁻⁵ Ob das auch bei Haustieren der Fall ist, ist noch nicht bekannt.⁴

Es gibt einige anerkannte Indikationen, wie Harnsteine, bei denen Haustiere von einer höheren Wasseraufnahme durch Trinken profitieren könnten, und es können noch weitere Indikationen bestehen.⁵ Einige Studien haben die Auswirkungen einer gesteigerten Wasseraufnahme auf Hydratations-Indizes und die Wirksamkeit von Methoden zur Steigerung der Wasseraufnahme untersucht. Allerdings ist ein noch besseres Verständnis der Hydratation und der Auswirkungen des Hydratationsstatus auf die Gesundheit allgemein und das Wohlbefinden von Katzen und Hunden wünschenswert.^{6,7}



INHALT

- 2** Wasser als essentieller Nährstoff und Anforderung für das Wohlbefinden
- 2** Gesamtkörperwasser
- 2** Wasseraufnahme bei Haustieren
- 3** Faktoren mit Einfluss auf die freie Wasseraufnahme bei Hunden und Katzen
- 4** Wasserverlust bei Haustieren
- 4** Regulierung des Wasserhaushalts
- 6** Beurteilung der Hydratation bei Hunden und Katzen
- 6** Indikationen für eine Steigerung der Wasseraufnahme bei Haustieren
- 6** Methoden zur Steigerung der Gesamtwasseraufnahme bei Haustieren
- 8** Verwendung eines neuartigen, mit Nährstoffen angereicherten Wassers zur Anregung des Trinkverhaltens

WASSER ALS ESSENTIELLER NÄHRSTOFF UND ANFORDERUNG FÜR DAS WOHLBEFINDEN

Wasser hat im Körper viele essentielle Funktionen. Wasser ist das Lösungsmittel, in dem viele der chemischen Reaktionen des Körpers stattfinden. Es macht die flüssige Komponente des Bluts aus und ist Transportmedium für Nährstoffe wie Sauerstoff und Abfallprodukte des Stoffwechsels. Wasser hilft bei der Regulierung der Körpertemperatur und fördert die Verdauung und Ausscheidung von Nahrung über Urin und Kot.^{1,8}

Einige Behörden in manchen Märkten, wie z. B. Großbritannien, USA, Neuseeland und Australien, sehen Wasser auch als „Tierschutzanforderung“.⁹⁻¹² Die World Small Animal Veterinary Association (WSAVA) empfiehlt die Einhaltung der „Five Animal Welfare Needs“, einem Tierschutzrahmenwerk, das unter der Bereitstellung einer „angemessenen Ernährung“ Zugang zu frischem, sauberem Wasser fordert.¹³ Die Five Animal Welfare Needs wurden als Teil des Animal Welfare Acts von 2006 in Großbritannien ausgearbeitet.⁹ In den USA hat die USDA kürzlich eine neue Regelung veröffentlicht (Mai 2020), die eine Anforderung dahingehend aktualisiert, dass Hunde 24 Stunden lang Zugang zu Trinkwasser haben müssen.¹⁰

GESAMTKÖRPERWASSER

Die als Prozentsatz des Körpergewichts berichteten Werte des Gesamtkörperwassers bei Hunden und Katzen reichten von überraschenden 37% bei einem Husky bis zu etwa 80% bei neugeborenen Kitten. Die Werte schwankten je nach Alter, Rasse, verwendeten Messmethoden und Körperfettanteil (wo Wasser als Prozentsatz des Körpergewichts mit steigendem Körperfettanteil abnimmt).¹⁴⁻²³ Da sich intrazelluläres Wasser fast ausschließlich in der Muskulatur und nicht in Fett befindet, führt eine relative Zunahme des Körperfetts zu einer Abnahme des Wasseranteils als Prozentsatz des Körpergewichts.^{17,18,24,25} Mehrere Studien von Purina haben gezeigt, dass das Gesamtkörperwasser durchschnittlich etwa

60% des Körpergewichts von schlanken, ausgewachsenen Hunden und Katzen ausmacht.^{17,18} Etwa zwei Drittel des Gesamtkörperwassers befindet sich im intrazellulären Raum und ein Drittel im extrazellulären Raum, allerdings unter ständigem Austausch. Die extrazelluläre Flüssigkeit umfasst Blutplasma und interstitielle Flüssigkeit.²⁴ Das Gesamtkörperwasser wird durch ein Gleichgewicht zwischen Wasseraufnahme und Wasserverlust aufrechterhalten.

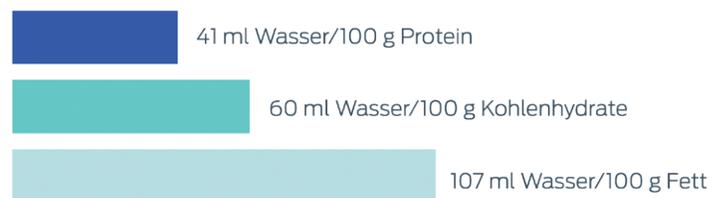
WASSERAUFNAHME BEI HAUSTIEREN

Zur Wasseraufnahme gehört:

- Freies Wasser, oder das Wasser, das das Tier trinkt; gesunde Haustiere regulieren ihre Wasseraufnahme normalerweise selbständig, um die Homöostase aufrechtzuerhalten.¹
- Das in der Nahrung enthaltene Wasser, das auch als „Feuchtigkeitsgehalt“ bezeichnet wird.

Der Feuchtigkeitsgehalt eines kommerziellen Dosenfutters kann bis zu 80-85% betragen, während der von kommerziellem Trockenfutter normalerweise bei etwa 10% liegt.⁸

- Metabolisches Wasser, das vom Körper durch die Oxidation von energiereichen Nährstoffen gebildet wird.¹



Insgesamt 10-16 ml Wasser/100 kcal ME

Abbildung 1:

Wassermenge, die vom Körper durch die Oxidation von energiereichen Nährstoffen gebildet wird.¹

Die Wasseraufnahme eines einzelnen Tiers kann anhand folgender Kriterien geschätzt werden:¹

- Körpergewicht – 50-60 ml/kg/Tag.
- Futteraufnahme, basierend auf Trockenmasse – 2-3 ml/g Futter (Trockenmasse)/Tag
- Futteraufnahme, basierend auf Energie – Verhältnis von etwa 1:1 von aufgenommenen ml Wasser zu kcal umsetzbarer Energie.

FAKTOREN MIT EINFLUSS AUF DIE FREIE WASSERAUFNAHME BEI KATZEN UND HUNDEN

Mehrere Faktoren wie Futter, Umgebung und Aktivitätsgrad können die freiwillige Wasseraufnahme eines Tiers beeinflussen. Trinken wird durch Fressen angeregt, sowohl durch die Anzahl an Mahlzeiten als auch die Menge an Futter, aber auch der Nährstoffgehalt des Futters wirkt sich auf die Aufnahme von freiem Wasser aus.^{1,26-29}

Eine Studie hat herausgefunden, dass Katzen mehr tranken, wenn sie die gleiche Kalorienmenge gefüttert bekamen, diese aber auf 2 bis 3 Mahlzeiten pro Tag aufgeteilt wurde, als wenn sie die gleiche Kalorienmenge in einer einzigen Mahlzeit gefüttert bekamen.²⁹ Eine weitere Studie hat gezeigt, dass Katzen, die *ad libitum* fressen konnten, mehr Futter und Wasser aufnahmen, als wenn sie nur eine Mahlzeit am Tag bekamen.²⁶ Bei Hunden zeigte die Forschung, dass die postprandiale Aufnahme freien Wassers ansteigt, wenn eine größere Futtermenge und Futter mit höherem Kohlenhydratanteil gegeben wurde.^{27,28} Bei Katzen führt ein höherer Proteingehalt des Futters zu einer höheren Wasseraufnahme,³⁰ und bei Hunden als auch Katzen zeigte die Forschung, dass die Aufnahme freien Wassers durch die Gabe eines salzhaltigeren Futters (angeboten als Natrium oder Natriumchlorid) erhöht wird (siehe weitere Diskussion in *Methoden zur Steigerung der Gesamtwasseraufnahme bei Haustieren*).³¹⁻³⁵

Katzen und Hunde regulieren die Aufnahme freien Wassers abhängig vom Wassergehalt des Futters und nehmen bei steigendem Feuchtigkeitsgehalt weniger freies

Wasser auf. Es scheint hierbei eine Obergrenze zu geben, über der sie die Aufnahme freien Wassers nicht weiter reduzieren können. Es ist noch nicht eindeutig festgestellt worden, ob es einen Artenunterschied darin gibt, wie sich Hunde und Katzen auf den Wassergehalt in ihrem Futter einstellen (siehe weitere Diskussion unter *Methoden zur Steigerung der Gesamtwasseraufnahme bei Haustieren*).^{8,35-39} Ein Tier kann auch seine freiwillige Wasseraufnahme erhöhen, um einen erhöhten Wasserverlust aufgrund hoher Umgebungstemperaturen oder viel Aktivität auszugleichen, z. B. Arbeitshunde.¹

Obwohl die meisten Katzen eine normale Wasserversorgung aufrechterhalten, können mehrere Faktoren zu einer reduzierten Wasseraufnahme beitragen:

- Katzen haben sich als obligate Carnivoren entwickelt, die wilde Beutetiere wie Vögel oder Mäuse verzehren. Der Feuchtigkeitsgehalt der Beute ist normalerweise recht hoch (etwa 70%)⁴⁰, und die Beute ist im Allgemeinen auch schmackhafter als Wasser. Da die Beute schon Feuchtigkeit bereitstellt, müssen Katzen also nur noch wenig oder gar nichts mehr trinken, um den täglichen Wasserbedarf zu decken.⁴¹
- Katzen haben einen schwächer ausgeprägten Durstreiz als Hunde.^{8,35,42} Sie können zudem ihren Urin stärker konzentrieren als Hunde, was dabei hilft, Wasser einzusparen.^{8,35} Hunde beginnen schneller als Katzen mit dem Trinken und damit mit dem Ausgleich eines Wasserverlustes.³⁵
- Leben mehrere Katzen in einem Haushalt und teilen sich einen Trinknapf, kann es sein, dass Katzen sich von anderen Katzen bedroht oder gestört fühlen und daher nicht so gerne trinken wollen. Tierärzte empfehlen in solchen Fällen daher die Bereitstellung mehrerer Trinknapfe und raten davon ab, diese in die Zimmerecken zu stellen.
- Da Katzen Gegenstände in einer Entfernung unter 25 cm nicht gut erkennen können, kann es für sie schwierig sein, die unbewegte Oberfläche des Wassers in einem Napf zu sehen.⁴³

Eine zu niedrige Wasseraufnahme kann für ältere Hunde und Katzen^{6,44,45} und Tiere, die sich von einer Operation oder Krankheit erholen und daher womöglich weniger gern trinken, ein Risiko sein. Arbeitshunde, die sehr aktiv sind, oder sonstige Hunde, die sich viel bewegen, können ihren Wasserbedarf möglicherweise nicht decken, wenn sie nicht ausdrücklich vom Halter oder Führer zum Trinken animiert werden.⁴⁶ Eine zu niedrige Wasseraufnahme ist ebenso eine Gefahr, wenn Tiere keinen Zugang zu frischem Trinkwasser haben oder bei kalter Witterung im Freien gehalten werden, wo das Wasser einfrieren kann.

WASSERVERLUST BEI HAUSTIEREN

Der Körper verliert Wasser auf mehrere Wege:

- Urin ist der Hauptweg, auf dem Wasser verloren geht. Dazu gehören:

Obligater (Löslichkeits-bedingter)

Wasserverlust – hängt von der Menge der verzehrten Nahrung und den darin enthaltenen Nährstoffen ab, z. B. Protein und Mineralien.

Freier (fakultativer) Wasserverlust – reagiert durch das Antidiuretische Hormon als Antwort auf die Plasmaosmolalität (siehe Diskussion des Wasserhaushalts im nächsten Abschnitt).^{1,8}

- Kot.^{1,8}

Die Forschung hat herausgefunden, dass bei Katzen die relativen Wassermengen, die über den Urin und Kot ausgeschieden werden, vom Energiegehalt, Fettgehalt und der Verdaulichkeit des Futters abhängen. Ein Futter mit einer höheren Energiedichte, einem höheren Fettgehalt oder sehr guter Verdaulichkeit bedeutet eine niedrigere Aufnahme von Trockenmasse, was zu weniger Wasser im Kot und einem größeren Anteil an über den Urin verlorenem Wasser führt.⁸

- Kaum merklicher Wasserverluste, z.B. durch Verdunstung während der Atmung, besonders durch Hecheln bei Hunden oder Fellpflege bei Katzen als ihre primären Kühlmechanismen.^{1,8}

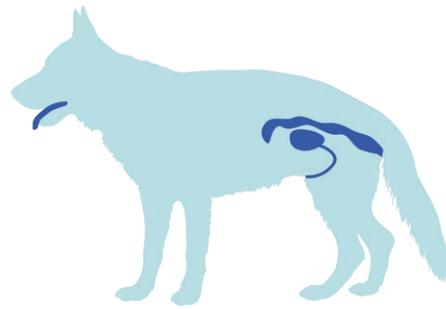


Abbildung 2:

Wege des Wasserverlusts bei Hunden – Urin, Kot und Hecheln

Große Wasserverluste können durch spezielle Gesundheitsprobleme oder Umweltbedingungen verursacht werden:

- Erbrechen oder Durchfall.²⁴
- Chronische Nierenerkrankung – Dehydrierung kann bei Tieren mit einer bestehenden chronischen Nierenerkrankung ein Problem sein und auch ein Risikofaktor für ihre Entstehung.^{47,48}
- Diabetes – Glukosurie erhöht den obligaten Wasserverlust über Urin.⁴⁹
- Verlust von Blut oder Plasma.²⁴
- Hohe Umgebungstemperaturen führen zu erhöhtem Verlust über die Atmung.³⁵
- Arbeits- oder Sporthunde über vermehrtes Hecheln.⁸

REGULIERUNG DES WASSERHAUSHALTS

Der Wasserhaushalt wird als Wasseraufnahme minus Wasserabgabe definiert.^{1,8} Gesunde Haustiere können normalerweise die Wasseraufnahme selbst regulieren, um Verluste auszugleichen.¹ Der Wasserhaushalt wird von mehreren Hormonen im Körper gesteuert, die auf Veränderungen in der Blutmenge oder Osmolalität ansprechen. An dieser Regulierung ist das Antidiuretische Hormon (ADH, oder auch als Vasopressin oder Arginin-Vasopressin bezeichnet) und das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System beteiligt.

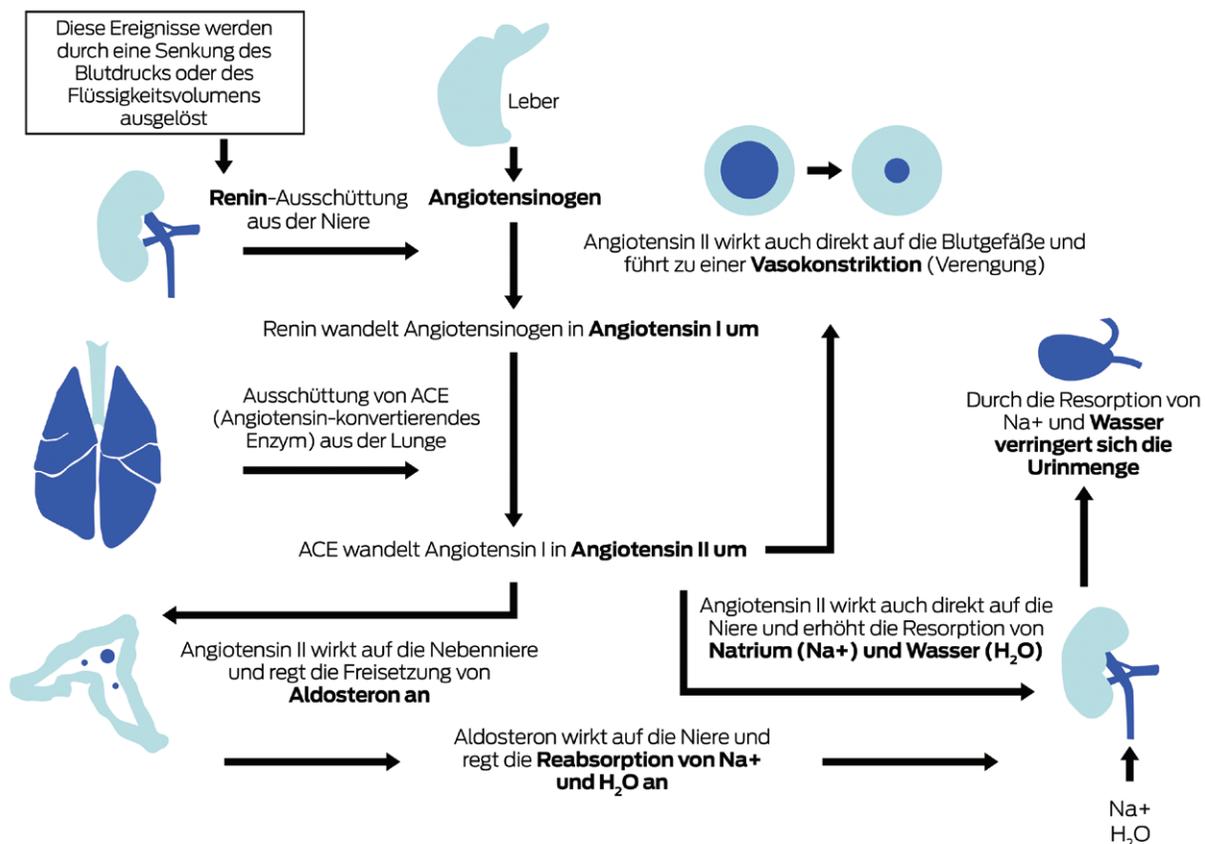
Die Plasmaosmolalität wird hauptsächlich durch die Konzentration an Natrium und in geringerem Maße die Konzentrationen von Glukose und Harnstoff beeinflusst.

Eine erhöhte Plasmaosmolalität regt den Durst an, was die Wasseraufnahme steigert, und löst zudem die Ausschüttung von ADH aus der Hypophyse aus. ADH verbessert die Wasserresorption in den Sammelrohren der Niere und hilft somit bei der Normalisierung der Plasmaosmolalität. Dabei senkt es gleichzeitig die Urinproduktion und führt zur Bildung eines stärker konzentrierten Urins. Ein niedrigeres Blutvolumen führt ebenfalls zur Ausschüttung von ADH, das die Arterien verengt und so den Blutdruck anhebt. Die primäre Antwort auf Veränderungen des Blutvolumens

wird jedoch vom Renin-Angiotensin-Aldosteron-System vermittelt. Ein Abfallen des Blutvolumens oder Blutdrucks verringert die Nierendurchblutung, was von den juxtaglomerulären Zellen wahrgenommen wird, die daraufhin das Enzym Renin ausschütten. Renin wandelt Angiotensinogen zu Angiotensin I um. Daraufhin wandelt das Angiotensin-konvertierende Enzym Angiotensin I zu Angiotensin II um. Angiotensin II stimuliert die Nebennierenrinde zur Freisetzung von Aldosteron, wodurch die distalen Tubuli Natrium zurückhalten und infolgedessen Wasser sparen (was in einer verringerten Urinmenge resultiert). Angiotensin II hat zudem direkte Auswirkungen auf die proximalen Tubuli, indem es die Resorption von Natrium und dadurch von Wasser in den proximalen Tubuli erhöht, und durch ein Zusammenziehen der Arteriolen den Blutdruck anhebt.^{1,8,25,50}

Abbildung 3:

Das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System



BEURTEILUNG DER HYDRATATION BEI HUNDEN UND KATZEN

In der klinischen Praxis werden mehrere Methoden zur Beurteilung der Hydratation herangezogen. Hierzu gehören die Untersuchung der kapillären Rückfüllzeit, das Abtasten der Schleimhäute (klebrig oder feucht, kalt oder warm), der Hauturgortest, der Hämatokrit und das spezifische Uringewicht (SG, auch Dichte, ein Maß für die Konzentration des Urins).

Eine Purina-Studie hat mehrere dieser Beurteilungsmethoden des Wasserhaushalts bei Arbeitshunden untersucht und dabei das Ziel verfolgt, eine empfindliche Methode zu bestimmen, die von Mitarbeitern ohne tiermedizinische Kenntnisse im Gelände durchgeführt werden kann. Die Forscher haben herausgefunden, dass der Hauturgortest, aber nicht die kapilläre Rückfüllzeit, ein zuverlässiger und einfach durchzuführender Indikator der Wasserversorgung dieser sehr aktiven Hunde ist, um eine milde Dehydrierung von etwa 1% Verlust an Körperwasser festzustellen (gemessen als akuter Körpergewichtsverlust).⁴⁶ Letztendlich ist dies von Nutzen, da dieser Test eine praktische und empfindliche Methode ist, um im Gelände eine frühzeitige Rehydrierung zu ermöglichen und damit eine sich verschlimmernde Dehydrierung zu vermeiden. Die Forschung hat außerdem gezeigt, dass das SG gesunder Hunde sehr unterschiedlich ist. Die Spanne der „Normalwerte“ ist breit, sowohl im Tagesverlauf eines einzelnen Hundes als auch zwischen verschiedenen Hunden,^{51,52} was sich als potentieller Störfaktor für die Definition eines „optimalen Wasserhaushalts“ herausstellen kann.

Die im Forschungs-/Laborumfeld angewandten Methoden zur Bewertung der Wasserversorgung (allesamt nicht invasiv) umfassen die quantitative Magnetresonanztomographie (qMRI), Deuteriumoxid-Verdünnung und Dual-Röntgen-Absorptiometrie.^{17,18,53} Obwohl diese zwar hervorragende Forschungsinstrumente sind, sind sie für den klinischen Einsatz noch nicht geeignet.

INDIKATIONEN ZUR STEIGERUNG DER WASSERAUFNAHME BEI HAUSTIEREN

Dehydrierung, oder Wassermangel, kann bei Tieren auftreten, die zu wenig Wasser aufnehmen, zu viel Wasser verlieren, oder beides. Die Steigerung der Wasseraufnahme bei betroffenen Tieren oder bei Tieren, die zur Dehydrierung neigen (z. B. Tiere, die bei hohen Umgebungstemperaturen sehr aktiv sind) ist sehr nützlich, und auch für Tiere mit Harnsteinen und Katzen mit idiopathischer Zystitis wird normalerweise oft eine allgemeine Empfehlung zur Steigerung der Wasseraufnahme ausgesprochen.⁵⁴⁻⁵⁶ Der Verzehr von Futter mit niedrigem Feuchtigkeitsgehalt stellt bei Hunden und Katzen nachweislich einen möglichen Risikofaktor für die Bildung von Harnsteinen dar.⁵⁷⁻⁵⁹

Das Hauptziel einer gesteigerten Wasseraufnahme ist die Produktion einer höheren Menge an weniger konzentriertem Urin, was zu einer Senkung der relativen Übersättigung von harnsteinbildenden Mineralien und der Konzentration anderer reizender Substanzen im Urin führt. Eine gesteigerte Wasseraufnahme kann zudem die Häufigkeit des Urinierens erhöhen und somit die Verweildauer der Substanzen in der Blase verkürzen, die möglicherweise Harnsteine bilden oder Reizungen auslösen.^{56,60}

Eine erhöhte Wasseraufnahme wird zudem für zu Verstopfung neigende Katzen empfohlen,⁶¹ da hierdurch der Kot weicher wird.

METHODEN ZUR STEIGERUNG DER GESAMT-WASSERAUFNAHME BEI HAUSTIEREN

Bei Katzen wurden verschiedene Methoden umgesetzt, um die Wasseraufnahme zu steigern. Obwohl Katzen bei der Fütterung von Trockenfutter anstatt Nassfutter mehr freies Wasser aufnehmen, um den niedrigeren Feuchtigkeitsgehalt des Futters auszugleichen, kann die tägliche Gesamtwasseraufnahme

(ein niedrigeres Wasser-Kalorien-Verhältnis) immer noch niedriger liegen, wenn sie Trockenfutter verzehren.^{35-37,62} Mehrere Studien weisen darauf hin, dass ein Futter mit einem Feuchtigkeitsgehalt von über 70-75% (Dosenfutter oder Futter, dem zusätzlich Wasser hinzugefügt wurde) zu einem höheren Wasserdurchsatz führt.^{37,62,63} Eine Studie zeigte, dass Katzen, die ein „hydriertes“ Futter mit 70% Feuchtigkeitsgehalt (Trockenfutter mit hinzugefügtem Wasser) eine größere Menge an verdünnterem Urin produzierten als Katzen, die nur das Trockenfutter erhielten.⁶³ Eine zweite Studie, in der zusätzlich die freiwillige Wasseraufnahme gemessen wurde, zeigte, dass Katzen, die ein Dosenfutter (82% Wassergehalt) oder ein hydriertes Futter mit 70% Feuchtigkeitsgehalt erhielten, signifikant mehr Wasser aufnahmen, eine größere Urinmenge sowie stärker verdünnten Urin produzierten als Katzen, die ein Trockenfutter (3% Wassergehalt) erhielten.⁶² Forscher einer anderen Studie maßen die tägliche Gesamtwasseraufnahme bei gesunden Katzen, die ein Trockenfutter (6,3% Feuchtigkeitsgehalt) oder dasselbe Trockenfutter vermischt mit verschiedenen Mengen entionisiertem Wasser (für hydriertes Futter mit 25,4%, 53,2% und 73,3% Feuchtigkeitsgehalt) erhielten. Die Ergebnisse zeigten, dass Katzen, die das hydrierte Futter mit 73,3% Feuchtigkeitsgehalt eine signifikant höhere tägliche Gesamtwasseraufnahme, ein niedrigeres spezifisches Uringewicht und eine geringere relative Übersättigung an Calciumoxalat aufwiesen.³⁷

Ein Futter mit einem erhöhten Natriumgehalt ist eine weitere Möglichkeit, zum Trinken anzuregen. Futter mit einem erhöhten Natrium-³² oder Natriumchloridgehalt (Salz)^{31,33} regen bei Katzen nachweislich die Wasseraufnahme an und erhöhen gleichzeitig die Urinmenge und/oder senken das SG. Eine Purina-Studie fand heraus, dass Katzen, die ein Futter mit einem erhöhten Salzgehalt erhielten, eine signifikant höhere Urinmenge produzierten und mehr, jedoch nicht statistisch signifikant mehr, Wasser aufnahmen.⁶⁴ Andere Untersuchungen zeigten, dass Katzen, die Trockenfutter mit einem erhöhten Natriumgehalt erhielten, eine signifikant niedrigere relative Übersättigung an Calciumoxalat aufwiesen als Katzen, die natriumarmes Futter erhielten.³² Eine weitere Studie wies eine signifikant niedrigere relative Übersättigung an Calciumoxalat und Struvit bei Katzen nach, die ein Trockenfutter mit erhöhtem Salzgehalt erhielten, verglichen

mit Katzen die ein salzarmes Futter erhielten.³³ Trotz möglicher gesundheitlicher Bedenken bei derartiger Ernährung für Menschen hat die Forschung gezeigt, dass ein höherer Natrium-³² oder Salzgehalt^{31,65-69} in Futter, das gesunden und älteren Katzen gefüttert wurde, den Blutdruck nicht anhebt oder die Herz- oder Nierenfunktion negativ beeinflusst.

Die Nutzung eines Trinkbrunnens oder einer anderen Quelle frei fließenden Wassers, z. B. aus einem Wasserhahn, wurde ebenfalls zur Anregung der Wasseraufnahme bei Katzen empfohlen. Jedoch hat die Forschung gezeigt, dass keine dieser Wasserquellen gleichbleibend besser darin war, die Wasseraufnahme anzuregen,^{69,70} obwohl einzelne Katzen ihre Wasseraufnahme steigerten, was auf individuelle Vorlieben hindeutet.⁷⁰ Weitere Empfehlungen umfassen das Anbieten mehrerer Trinknäpfe, die Verwendung von größeren Näpfen (Hundegröße, damit die Schnurrhaare der Katze nicht die Seiten des Napfes berühren), Edelstahl oder Keramikbehältern und die Platzierung der Näpfe an Orten, an denen sich die Katze während des Trinkens sicher fühlt.

Ähnlich wie bei Katzen ist auch bei Hunden eine Strategie zur Steigerung der Wasseraufnahme die Fütterung eines Nassfutters (oder das Untermischen von Wasser in ein Trockenfutter). Einige Studien an Hunden haben gezeigt, dass die Gesamtwasseraufnahme bei Verzehr von Trocken- oder Nassfutter ähnlich ist und die Hunde entweder mehr oder weniger tranken, um den Flüssigkeitsgehalt im Futter auszugleichen.^{35,38,39} Jedoch stellte eine Studie fest, dass dies nur bis zu einem gewissen Punkt so ist. Die Forscher gaben Hunden jeweils dieselbe Menge an Trockenfutter, jedoch mit unterschiedlicher Menge an zusätzlich untergemischtem Wasser (von ¼ bis zu 5 Mal die Futtermenge), und untersuchten die Aufnahme von freiem Wasser. Sie fanden heraus, dass mit steigender Menge an dem Futter untergemischtem Wasser die Hunde immer weniger freies Wasser tranken und so die Gesamtwasseraufnahme konstant blieb. Sobald die Menge an untergemischtem Wasser das doppelte Volumen des Trockenfutters betrug, führte jegliches darüber hinaus zugefügtes Wasser nicht mehr zu einer weiteren Senkung der freiwilligen Aufnahme von freiem Wasser. Die Ergebnisse zeigten, dass die Gesamtwasseraufnahme erhöht ist, wenn Hunde ein Futter mit einem Feuchtigkeitsgehalt von über 66% erhielten.³⁹



Abbildung 4:

Trinkbrunnen werden manchmal genutzt, um Katzen zum Trinken anzuregen.

Ein weiterer Ansatz zu Steigerung der Gesamtwasseraufnahme bei Hunden ist die Fütterung eines Futters mit erhöhtem Natrium- oder Salzgehalt.¹ Eine Purina-Studie fand heraus, dass Hunde, die ein Futter mit erhöhtem Salzgehalt bekamen, signifikant höhere Urinmengen und stärker verdünnten Urin produzierten und tendenziell, jedoch nicht statistisch signifikant, mehr Wasser aufnahmen.⁷¹ Andere Untersuchungen an Hunden, die ein Trockenfutter mit erhöhtem Natriumgehalt³⁴ oder ein Dosenfutter mit erhöhtem Salzgehalt⁷² erhielten, zeigten eine erhöhte Wasseraufnahme oder Urinmenge und eine reduzierte relative Übersättigung an Calciumoxalat. Eine weitere Studie fand heraus, dass die Fütterung eines Trockenfutters mit erhöhtem Salzgehalt an gesunde Hunde zu einer höheren Wasseraufnahme und Urinmenge sowie einer reduzierten relativen Übersättigung an Calciumoxalat und Struvit führte.³³

NUTZUNG EINES NEUARTIGEN, MIT NÄHRSTOFFEN ANGEREICHERTEN WASSERS ZUR ANREGUNG DES TRINKVERHALTENS

Ein neuer Ansatz, der speziell für die Steigerung der Gesamtwasseraufnahme entwickelt wurde, ist die Gabe von mit Nährstoffen angereichertem Wasser. Das mit Nährstoffen angereicherte, aromatisierte Wasser wurde von Purina-Forschern entwickelt und enthält organische Osmolyte wie

Aminosäuren aus einem Molkeneiweiß-Isolat, hydrolysiertes Geflügelprotein und Glycerin. Diese Komponenten helfen bei der Regulierung des auf osmotische Druckgefälle reagierenden Wassertransports durch die Zellmembran.⁷³

Die Forscher von Purina haben mehrere Studien durchgeführt, um die Auswirkungen des mit Nährstoffen angereicherten Wassers auf die tägliche Wasseraufnahme und andere Kennzahlen des Wasserhaushalts von Hunden und Katzen zu untersuchen.^{6,7,74-77}

Eine Studie an Katzen wies einen Nutzen des mit Nährstoffen angereicherten Wassers für den Wasserhaushalt nach.⁷

In dieser Studie erhielten 18 gesunde, ausgewachsene Katzen *ad libitum* Zugang zu Trockenfutter und Leitungswasser (TW, „tap water“) über die Dauer von einer Woche (Tag -7 bis -1) zur Bestimmung einer Baseline. Anschließend wurden die Katzen nach dem Zufallsprinzip in zwei Gruppen aufgeteilt (jede Gruppe: n=9). Die TW-Gruppe erhielt weiterhin TW als Wasserquelle. Die zweite Katzensgruppe – die NW-Gruppe – erhielt 11 Tage lang das mit Nährstoffen angereicherte Wasser (NW) als einzige Wasserquelle (Tag 0 bis 10) und danach TW und NW (in separaten Näpfen, deren Standort täglich ausgewechselt wurde), um während der Testdauer (Tag 11 bis 56) die Wasserpräferenz zu bestimmen.

Die Aufnahme freier Flüssigkeit wurde täglich mithilfe eines automatisierten Überwachungssystems gemessen. Blut- und Urinproben wurden an Tag 1, 8, 15, 30 und 56 genommen, und qMRI wurde an Tag 1, 8, 15, 30, 43 und 56 durchgeführt, um den Wasserhaushalt zu bestimmen. Darüber hinaus wurde das Gesamtvolumen der Urinproduktion jeder Katze ermittelt.

Die Ergebnisse zeigten, dass während der Baseline-Phase die Aufnahme von TW und Futter bei beiden Gruppen ähnlich war. In Woche 1 stieg die Aufnahme freier Flüssigkeit in der NW-Gruppe signifikant an (148 ± 26 g/Tag in Woche 1 bzw. 93 ± 9 g/Tag Baseline-Wert), ein Anstieg von fast 60% ($p = 0,01$), wohingegen in der TW-Gruppe keine signifikante Änderung beobachtet wurde. Die Aufnahme freier Flüssigkeit in Woche 1 der NW-Gruppe war signifikant höher als die der TW-Gruppe ($p = 0,03$).

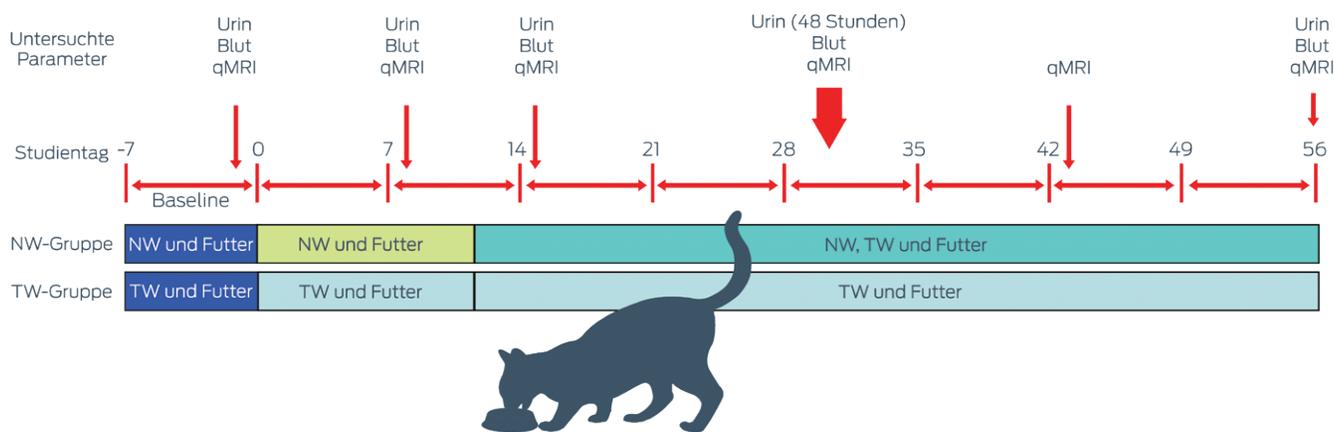


Abbildung 5:

Aufbau einer Studie zur Beurteilung der Wirkung eines mit Nährstoffen angereicherten Wassers (NW) auf Hydratations-Indizes. TW = Leitungswasser („tap water“) qMRI = Quantitative Magnetresonanztomographie

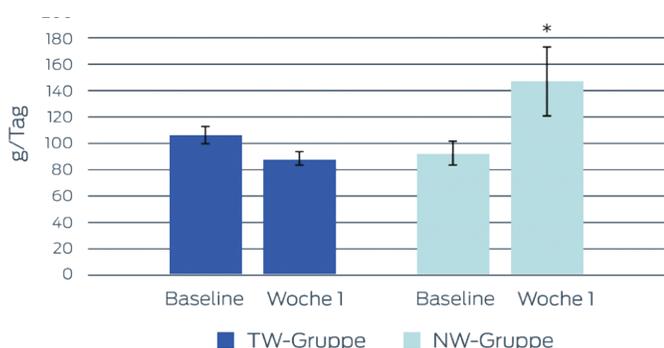


Abbildung 6:

Durchschnittliche Aufnahme freier Flüssigkeit bei Katzen, denen Leitungswasser (TW) oder mit Nährstoffen angereichertes Wasser (NW) angeboten wurde. * Bezeichnet eine signifikante Abweichung vom Baseline-Wert der NW-Gruppe und einen signifikanten Unterschied zu Woche 1 der TW-Gruppe.

Über die gesamte Studiendauer betrachtet war die durchschnittliche Aufnahme freier Flüssigkeit pro Woche der NW-Gruppe etwa 40-118% höher als der Baseline-Wert, bei der TW-Gruppe jedoch blieb sie konstant (-15% bis +14% Unterschied zum Baseline-Wert). Zwar gab es individuelle Unterschiede in der Reaktion (drei Katzen aus der NW-Gruppe erhöhten ihre Aufnahme freier Flüssigkeit um weniger als 25%; drei steigerten sie zwischen 25-75%, und drei steigerten sie um mehr als 75%), aber die durchschnittliche Gesamtaufnahme freier Flüssigkeit war in der NW-Gruppe signifikant höher (153 ± 26 g/Tag) als in der TW-Gruppe (104 ± 5 g/Tag; $p < 0,05$). **Konnten die Katzen der NW-Gruppe zwischen TW und NW wählen, entschieden sie sich überwiegend für NW**, unabhängig vom Standort des Napfes, und die NW-Aufnahme betrug durchschnittlich $96,6 \pm 3\%$ der täglichen Gesamtaufnahme. Dies belegte, dass der Anstieg in der Aufnahme von freier Flüssigkeit durch eine hohe Aufnahme von NW bedingt war.

Die erhöhte Wasseraufnahme in der NW-Gruppe führte zu einer signifikant höheren Urinproduktion und einem stärker verdünnten Urin. Die durchschnittliche Urinproduktion betrug $15,2 \pm 1,8$ ml/kg/Tag bei Katzen in der NW-Gruppe und $10,3 \pm 0,7$ ml/kg/Tag in der TW-Gruppe ($p = 0,01$). Das durchschnittliche SG betrug $1,040 \pm 0,002$ g/ml in der NW-Gruppe und $1.054 \pm 0,001$ g/ml in der TW-Gruppe ($p < 0,001$). QMRI zeigte während der gesamten Studiendauer in beiden Gruppen keine signifikanten Veränderungen im Gesamtkörperwasser, der Muskel- oder Fettmasse auf.

Eine Studie an Katzen belegt einen Einfluss von mit Nährstoffen angereichertem Wasser mit und ohne Aromatisierung auf die Wasseraufnahme und Urin-Kennzahlen für den Wasserhaushalt⁷⁴

Die Studie untersuchte die Gabe von mit Nährstoffen angereichertem Wasser (NW) an 36 gesunden, ausgewachsenen Katzen, die mit einem Trockenfutter gefüttert wurden. Die Katzen wurden in 3 Gruppen aufgeteilt: TW (Leitungswasser) ($n=4$), NW (nicht aromatisiertes, mit Nährstoffen angereichertes Wasser) ($n=16$), und NWG (NW mit Geflügelaroma) ($n=16$). Allen Gruppen wurde über die Dauer von einer Woche (Phase 1) TW *ad libitum* sowie ein Trockenfutter als Erhaltungsfutter zur Verfügung gestellt, um die Baseline-Wasseraufnahme zu bestimmen. Die TW-Gruppe erhielt während der gesamten Studie nur TW *ad libitum* als einzige Wasserquelle, während Katzen in der NW- und NWP-Gruppe entweder NW oder NWP erhielten, und zwar über 17 Tage (Phase 2) in einer Menge, die 1x der Baseline-Wasseraufnahme entsprach, gefolgt von 10 Tagen (Phase 3) mit 1,5x der Baseline-Wasseraufnahme,

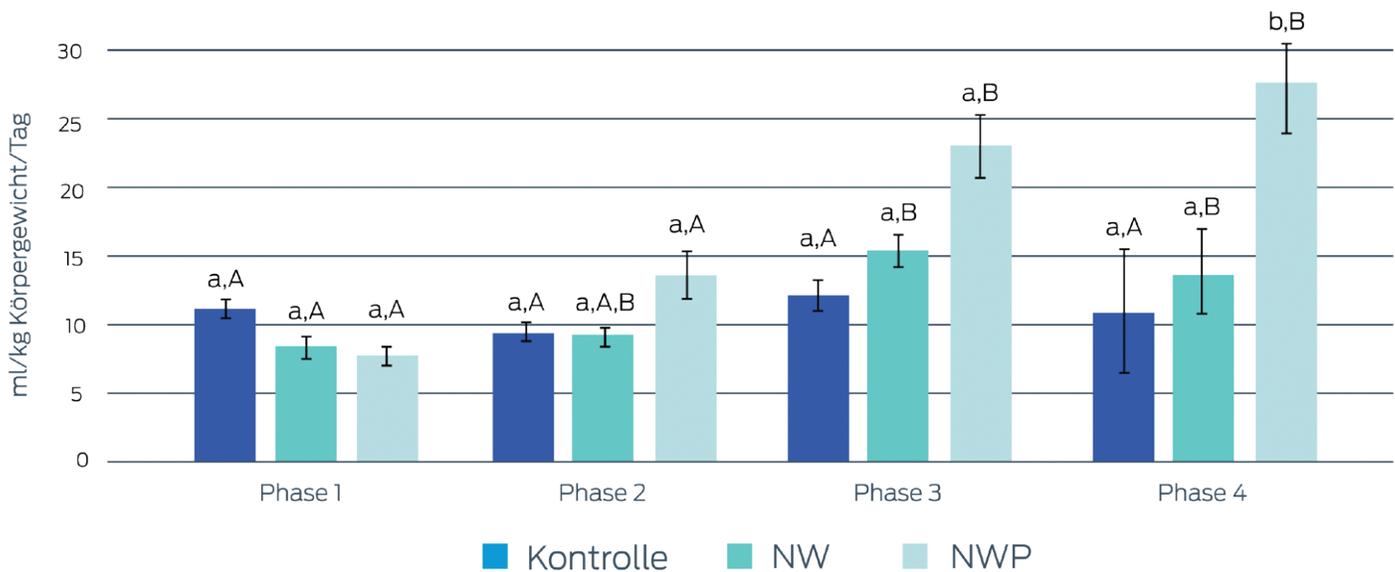


Abbildung 7:

Menge an ausgeschiedenem Urin bei Katzen, denen Leitungswasser (Kontrolle), mit Nährstoffen angereichertes Wasser ohne Aroma (NW) oder mit Nährstoffen angereichertes Wasser mit Geflügelaroma (NWP) angeboten wurde. ^{a-c}Hochgestellte Kleinbuchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen innerhalb eines Zeitraums. ^{A-C}Hochgestellte Großbuchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Gruppe im Laufe der Zeit.

und anschließend 10 Tage (Phase 4) mit 2x der Baseline-Wasseraufnahme sowie TW *ad libitum*. Die Aufnahme von freier Flüssigkeit und Futter wurde gemessen. Ausgeschiedener Urin wurde über 48 Stunden kurz vor dem Ende jeder Studienphase gesammelt, um die Urinproduktion und das spezifische Uringewicht zu bestimmen.

Die durchschnittliche TW-Aufnahme für alle Katzen während Phase 1 betrug 118 ± 26 ml/Tag. Die Wasseraufnahme war individuell zwischen den Katzen sehr variabel und betrug zwischen 79-200 ml/Tag. Die durchschnittliche tägliche Aufnahme freier Flüssigkeit in der NW-Gruppe stieg im Vergleich zu Phase 1 signifikant an, um 25% in Phase 3 und 44% in Phase 4 ($p < 0,01$). Die durchschnittliche tägliche Aufnahme freier Flüssigkeit in der NWP-Gruppe stieg im Vergleich zu Phase 1 signifikant an, um 18% in Phase 2 ($p = 0,04$), 57% in Phase 3 ($p < 0,01$) und 96% in Phase 4 ($p < 0,01$). Die durchschnittliche Aufnahme freier Flüssigkeit änderte sich in der TW-Gruppe über die gesamte Dauer der Studie nicht signifikant. Nachdem den Katzen in der NW- und NWP-Gruppe NW bzw. NWP als Wasseroption angeboten wurde, sank die Aufnahme von TW erheblich und blieb danach für den Rest der Studie relativ stabil.

Bei den Katzen in der TW-Gruppe veränderte sich die durchschnittliche Urinmenge nicht signifikant, wohingegen sie verglichen mit Phase 1 in Phase 3 und 4 in der NW- und NWP-Gruppe signifikant anstieg ($p < 0,01$).

Der Urin von Katzen aus der NW- und NWP-Gruppe war stärker verdünnt. Bei NW-Katzen nahm das SG in Phase 2-4 im Vergleich zu Phase 1 zwischen 21-31% ab, und bei NWP-Katzen um 39-62% ($p < 0,001$).

Eine weitere Purina-Studie, die mithilfe von qMRI den Prozentanteil Körperwasser bestimmte, zeigte, dass die Gabe von mit Nährstoffen angereichertem Wasser an gesunde Katzen 2-3 Stunden vor einem kurzen Routineeingriff unter Vollnarkose eine Option darstellen kann, vor, während und direkt nach dem Eingriff eine ausreichende Wasserversorgung sicherzustellen.⁷⁶

Diese Forschungsarbeiten an gesunden Katzen haben nachgewiesen, dass der Verzehr eines mit Nährstoffen angereicherten Wassers die Wasseraufnahme anregt und die Kennzahlen für die Wasserversorgung verbessert. Die Ergebnisse dieser Studien deuten zudem darauf hin, dass die Gabe eines mit Nährstoffen angereicherten Wassers eine gute Möglichkeit ist, um Katzen mit Gesundheitsproblemen

oder solche, die anderweitig zu Dehydrierung neigen und von einer erhöhten Wasseraufnahme profitieren würden, zu einer vermehrten Wasseraufnahme zu animieren.

Eine Studie an Hunden zeigt, dass mit Nährstoffen angereichertes Wasser die Gesamtwasseraufnahme und Urinkennzahlen der Wasserversorgung beeinflusst⁶

Die Ergebnisse einer nicht veröffentlichten Pilotstudie von Purina-Wissenschaftlern zeigte, dass sich eine höhere Wasseraufnahme bei gesunden Hunden mit einer Baseline-Wert von unter 1,05l des SG nicht auf die Verdünnung des Urins auswirkt. Daher wurde für zukünftige Untersuchungen ein Prescreening durchgeführt und nur gesunde Hunde mit einem relativen Uringewicht von mindestens 1,015 eingeschlossen, um eine Abnahme des SG bei höherer Wasseraufnahme feststellen zu können.

An dieser Studie nahmen 16 ausgewachsene Hunde kleiner Rassen teil, die ein Trockenfutter erhielten und in Studiengruppen unterteilt wurden, die hinsichtlich des Baseline-Werts des SG ausgewogen waren. Das Trockenfutter wurde über die gesamte Studiendauer als Erhaltungsfutter gegeben. Nach einer Baseline-Phase von 9 Tagen, in der alle Hunde *ad libitum* Zugang zu Leitungswasser (TW) in einem Eimer hatten, erhielt für die 56 Tage lange Testphase eine Hälfte der Hunde TW und die andere Hälfte mit Nährstoffen

angereichertes Wasser (NW) in einem Napf sowie zusätzlich TW *ad libitum* in einem Eimer. Das TW oder NW im Napf wurde 49 Tage lang zweimal täglich in einer Menge von 0,5 ml/kcal ME des Futters angeboten, um eine „mäßige“ Aufnahme zu untersuchen. Anschließend wurde an Tag 50-56 zweimal täglich eine Menge von 2,1 ml/kcal ME des Futters angeboten, um den kurzfristigen Verzehr einer „hohen“ Aufnahme zu untersuchen. Die kcal ME des Futters wurde basierend auf der Futteraufnahme während der Baseline-Phase berechnet. Nach Messung zu Beginn (Baseline, Tag -7) wurde das SG an Tag 14, 42 und 56 der Studie gemessen. Die Gesamtflüssigkeitsaufnahme (Summe aus aufgenommenem TW und NW) sowie die Futteraufnahme wurden täglich gemessen. Die Gesamtwasseraufnahme wurde als Summe aus durch Trinken aufgenommenem freiem Wasser (TW plus Wasseranteil des NW), Feuchtigkeit des Futters und geschätztem metabolischem Wasser berechnet.

Der durchschnittliche Baseline-Wert der Gesamtflüssigkeitsaufnahme unterschied sich nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen, und die Aufnahme von Futterkalorien unterschied sich nicht über die gesamte Studiendauer. Während sich die Gesamtflüssigkeitsaufnahme der TW-Gruppe während der Testphase im Vergleich zur Baseline-Phase nicht signifikant veränderte, war die Gesamtflüssigkeitsaufnahme bei Hunden in der NW-Gruppe mit Ausnahme von Woche 2 in jeder Woche signifikant

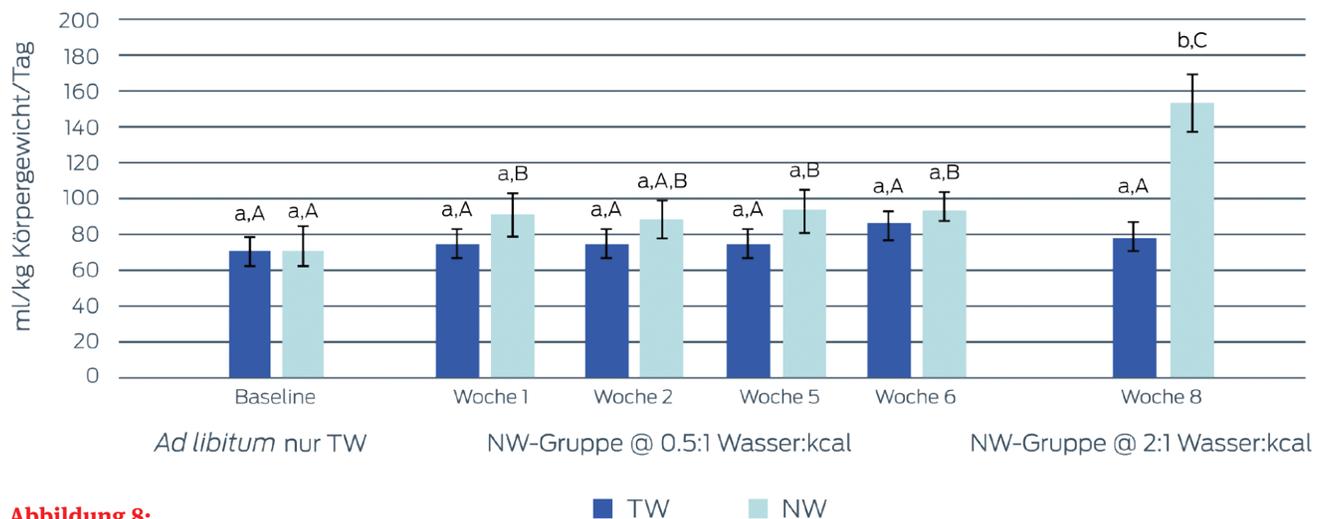


Abbildung 8:

Gesamtwasseraufnahme von Hunden, denen Leitungswasser (TW) oder mit Nährstoffen angereichertes Wasser (NW) angeboten wurde. ^{a,c}Hochgestellte Kleinbuchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen innerhalb eines Zeitraums. ^{A-C}Hochgestellte Großbuchstaben bezeichnen signifikante Unterschiede innerhalb einer Gruppe im Laufe der Zeit.

Die Purina-Forschung hat einen Anstieg der täglichen Wasseraufnahme und verbesserte Hydratations-Kennzahlen nachgewiesen, wenn Tiere das mit Nährstoffen angereicherte Wasser trinken.

höher als der Baseline-Wert ($p < 0,05$). Die Gesamtflüssigkeitsaufnahme bei NW-Hunden stieg in Woche 8 während

der „hohen“ Aufnahme-Phase weiter an ($p < 0,001$). Basierend auf dem Körpergewicht stieg bei den NW-Hunden die Gesamtwasseraufnahme von 71 ± 12 ml/kg/Tag während der Baseline-Phase auf 156 ± 13 ml/kg/Tag während der „hohen“ Aufnahme-Phase an ($p < 0,001$).

Die Wasseraufnahme aus dem Napf während der Testphase unterschied sich signifikant zwischen den Gruppen ($p < 0,001$). In Woche 1-7, als mäßige Mengen Wasser angeboten wurden, tranken Hunde in der NW-Gruppe fast 100% NW, während Hunde in der TW-Gruppe zwischen 10-20% aus dem Napf tranken. In der letzten Woche, als Wasser im Napf in der Menge für „hohe“ Aufnahme angeboten wurde, tranken NW-Hunde durchschnittlich 91% des NW, wohingegen die Aufnahme bei TW-Hunden sich nicht signifikant änderte. Die Aufnahme von Leitungswasser aus dem Eimer nahm im Vergleich zur Baseline über die Dauer der Testphase, mit Ausnahme von Woche 6, für NW-Hunde zwischen 10-30% ab, variierte jedoch weniger als 2% für TW-Hunde. Diese Ergebnisse belegten eine Präferenz für das NW-Wasser bei den Hunden in der NW-Gruppe.

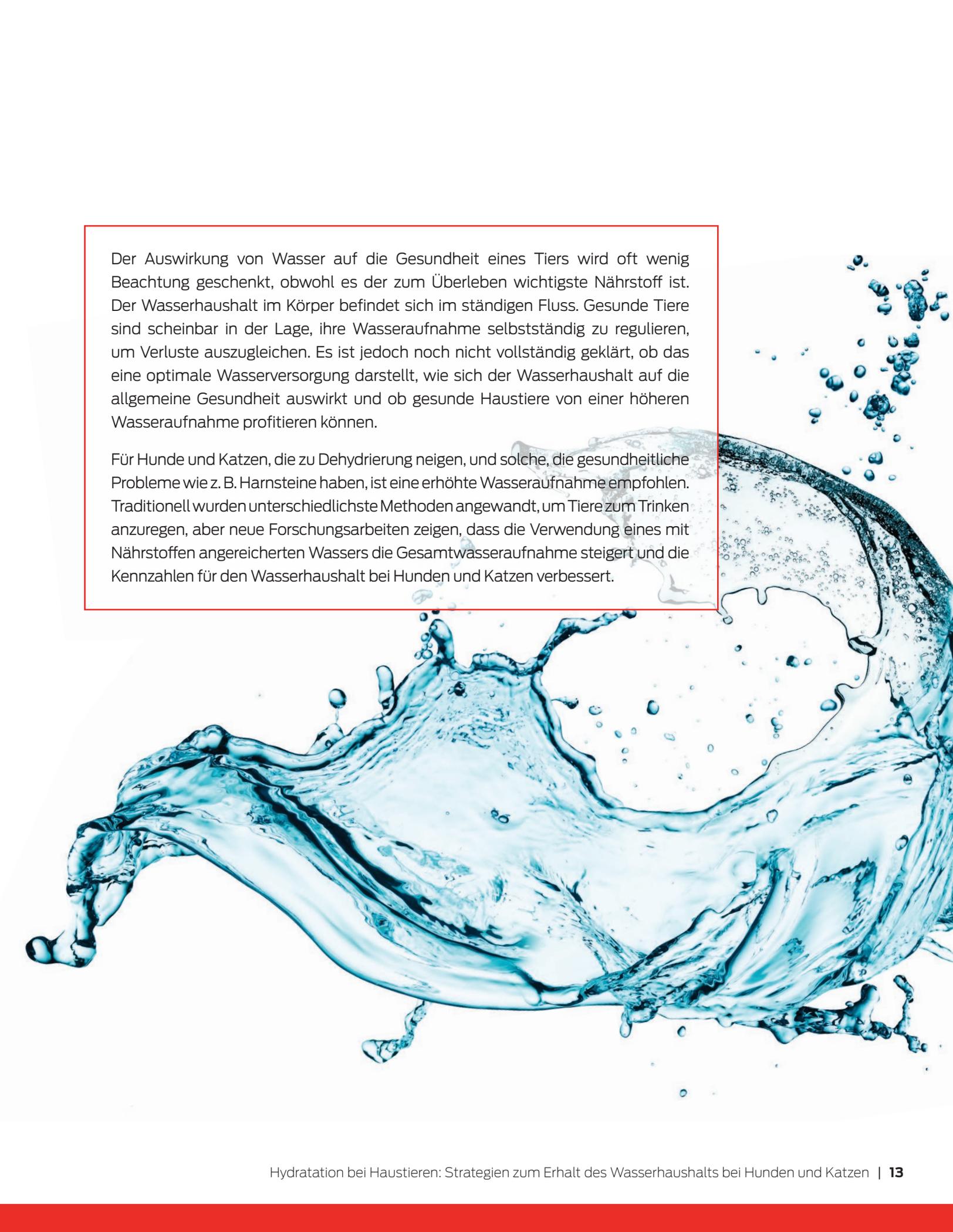
Das SG und die Osmolalität war während der Baseline-Phase zwischen den Gruppen ähnlich. Bei Hunden der NW-Gruppe war das SG an Tag 42 mit 1,018 g/ml und an Tag 46 mit 1,014 g/ml signifikant niedriger als der Baseline-Wert von 1,026 g/ml ($p < 0,01$), und die Urin-Osmolalität nahm signifikant ab ($p < 0,05$). In der TW-Gruppe veränderten sich im Vergleich zu den Baseline-Werten weder das SG, noch die Osmolalität signifikant.

Studie mit Arbeitshunden belegt Auswirkung von mit Nährstoffen angereichertem Wasser auf Körpertemperatur und Erholungspuls nach Aktivität⁷⁷

Eine Cross-over-Studie mit konditionierten Hunden, die bis zu 30 Minuten unter warmen, mäßig feuchten Bedingungen aktiv waren, untersuchte die Auswirkungen von mit Nährstoffen angereichertem Wasser (NW) auf die Erholung nach der Anstrengung. Nach einer 4-tägigen Baseline-Phase erhielten 12 junge ausgewachsene Hunde über eine 11-tägige Testphase ein Trockenfutter sowie Leitungswasser (TW) in einem Eimer *ad libitum* und eine portionskontrollierte Menge an NW oder TW in einem Napf. Die Aktivitätsperioden wurden an Tag 4, 3 und 11 durchgeführt. Die Körperkern- und Ohrtemperatur sowie der Puls wurden kurz vor und mehrere Male nach der Aktivität gemessen. Die Wasseraufnahme wurde nicht gemessen, da die Hunde an jedem Wochentag im Training waren und die Nächte und Wochenenden zuhause verbrachten. Das Körpergewicht wurde als Indikator für den Wasserverlust kurz vor und sofort nach der Aktivität gemessen.

An Tag 3 betrug die Körperkerntemperatur während der Erholungsphase in der NW-Gruppe 0,6 Grad Celsius (1 Grad Fahrenheit) weniger als in der TW-Gruppe ($p = 0,002$). An Tag 11 betrug die durchschnittliche Ohrtemperatur während der Erholungsphase in der NW-Gruppe 0,6 Grad F weniger ($p = 0,003$) und der Puls war 3,4 Schläge niedriger ($p = 0,03$) als in der TW-Gruppe. Die Hunde waren basierend auf Änderungen im Körpergewicht vor und nach der Aktivität scheinbar ähnlich stark hydriert.

Die Forscher schlossen daraus, dass der Verzehr von NW und gleichzeitig TW *ad libitum* die Erholung nach Aktivität beschleunigte. Da Hyperthermie und ein erhöhter Puls zu Erschöpfung, schlechterer Leistung oder Hitzestress beitragen können, ist die Versorgung von aktiv arbeitenden Hunden mit einem mit Nährstoffen angereichertem Wasser von Vorteil.



Der Auswirkung von Wasser auf die Gesundheit eines Tiers wird oft wenig Beachtung geschenkt, obwohl es der zum Überleben wichtigste Nährstoff ist. Der Wasserhaushalt im Körper befindet sich im ständigen Fluss. Gesunde Tiere sind scheinbar in der Lage, ihre Wasseraufnahme selbstständig zu regulieren, um Verluste auszugleichen. Es ist jedoch noch nicht vollständig geklärt, ob das eine optimale Wasserversorgung darstellt, wie sich der Wasserhaushalt auf die allgemeine Gesundheit auswirkt und ob gesunde Haustiere von einer höheren Wasseraufnahme profitieren können.

Für Hunde und Katzen, die zu Dehydrierung neigen, und solche, die gesundheitliche Probleme wie z. B. Harnsteine haben, ist eine erhöhte Wasseraufnahme empfohlen. Traditionell wurden unterschiedlichste Methoden angewandt, um Tiere zum Trinken anzuregen, aber neue Forschungsarbeiten zeigen, dass die Verwendung eines mit Nährstoffen angereicherten Wassers die Gesamtwasseraufnahme steigert und die Kennzahlen für den Wasserhaushalt bei Hunden und Katzen verbessert.

QUELLENANGABEN

1. National Research Council. (2006). *Nutrient Requirements of Dogs and Cats*. National Academies Press.
2. Armstrong, L. E., Ganio, M. S., Casa, D. J., Lee, E. C., McDermott, B. P., Klau, J. F., Jimenez, L., Le Bellego, L., Chevillotte, E., & Lieberman, H. R. (2012). Mild dehydration affects mood in healthy young women. *Journal of Nutrition*, 142(2), 382-388. doi: 10.3945/jn.111.142000
3. Stachenfeld, N. S., Leone, C. A., Mitchell, E. S., Freese, E., & Harkness, L. (2018). Water intake reverses dehydration associated impaired executive function in healthy young women. *Physiology & Behavior*, 185, 103-111. doi: 10.1016/j.physbeh.2017.12.028
4. Ganio, M. S., Armstrong, L. E., Casa, D. J., McDermott, B. P., Lee, E. C., Yamamoto, L. M., Marzano, S., Lopez, R. M., Jimenez, L., Le Bellego, L., Chevillotte, E., & Lieberman, H. R. (2011). Mild dehydration impairs cognitive performance and mood of men. *British Journal of Nutrition*, 106(10), 1535-1543. doi: 10.1017/S0007114511002005
5. James, L. J., Funnell, M. P., James, R. M., & Mears, S. A. (2019). Does hypohydration really impair endurance performance? Methodological considerations for interpreting hydration research. *Sports Medicine*, 49(Suppl 2), 103-114. doi: 10.1007/s40279-019-01188-5
6. Zanghi, B. M., & Gardner, C. L. (2018). Total water intake and urine measures of hydration in adult dogs drinking tap water or a nutrient-enriched water. *Frontiers in Veterinary Science*, 5. doi: 10.3389/fvets.2018.00317
7. Zanghi, B. M., Gerheart, L., & Gardner, C. L. (2018). Effects of a nutrient-enriched water on water intake and indices of hydration in healthy cats fed a dry kibble diet. *American Journal of Veterinary Research*, 79(7), 733-744.
8. Case, L. P., Daristotle, L., Hayek, M. G., & Raasch, M. F. (2011). *Canine and feline nutrition: A resource for companion animal professionals* (3rd ed.). Mosby.
9. The National Archives. (2007, April 6). *Animal welfare act 2006: Promotion of welfare*. <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2006/45/crossheading/promotion-of-welfare> [Accessed 8 July 2020]
10. Animal and Plant Health Inspection Service. (2020, May 13). *Federal Register: Animal welfare; amendments to licensing provisions and to requirements for dogs*. <https://www.federalregister.gov/documents/2020/05/13/2020-07837/animal-welfare-amendments-to-licensing-provisions-and-to-requirements-for-dogs#h-32>
11. Parliamentary Counsel Office New Zealand Government. *Animal Welfare Act 1999* (Reprint as at 9 May 2020). <http://www.legislation.govt.nz/act/public/1999/0142/latest/DLM49664.html>
12. RSPCA Australia. (2019, May 2). *RSPCA knowledgebase: RSPCA Australia animals charter*. <https://kb.rspca.org.au/knowledge-base/rspca-australia-animals-charter/>
13. Ryan, S., Bacon, H., Endenburg, N., Hazel, S., Jouppi, R., Lee, N., Seksel, K., & Takashima, G. (2018). *WSAVA animal welfare guidelines for companion animal practitioners and veterinary teams*. <https://wsava.org/wp-content/uploads/2019/12/WSAVA-Animal-Welfare-Guidelines-2018.pdf>
14. Yaguiyan-Colliard, L., Daumas, C., Nguyen, P., Grandjean, D., Cardot, P., Priymenko, N., & Roux, F. (2015). Evaluation of total body water in canine breeds by single-frequency bioelectrical impedance analysis method: Specific equations are needed for accuracy. *BMC Research Notes*, 8, 336. doi: 10.1186/s13104-015-1298-2
15. Munday, H. S. (1994). Assessment of body composition in cats and dogs. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 18(Suppl 1), S14-S21.
16. Wamberg, S., Sandgaard, N. C. F., & Bie, P. (2002). Simultaneous determination of total body water and plasma volume in conscious dogs by the indicator dilution principle. *Journal of Nutrition*, 132(Suppl), 1711S-1713S.
17. Zanghi, B. M., Cupp, C. J., Pan, Y., Tissot-Favre, D. G., Milgram, N. W., Nagy, T. R., & Dobson, H. (2013). Noninvasive measurements of body composition and body water via quantitative magnetic resonance, deuterium water, and dual-energy x-ray absorptiometry in awake and sedated dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 74, 733-743.
18. Zanghi, B. M., Cupp, C. J., Pan, Y., Tissot-Favre, D. G., Milgram, N. W., Nagy, T. R., & Dobson, H. (2013). Noninvasive measurements of body composition and body water via quantitative magnetic resonance, deuterium water, and dual-energy x-ray absorptiometry in cats. *American Journal of Veterinary Research*, 74, 721-732.
19. Herrold, M., & Sapirstein, L. A. (1952). Measurement of total body water in the dog with antipyrine. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 79(3), 419-421. doi: 10.3181/00379727-79-19399
20. Yaguiyan-Colliard, L., Daumas, C., Bousbiat, S., Jaffrin, M., Cardot, P., Grandjean, D., Priymenko, N., Nguyen, P., & Roux, F. (2015). Indirect prediction of total body water content in healthy adult Beagles by single-frequency bioelectrical impedance analysis. *American Journal of Veterinary Research*, 76, 547-553.
21. Moore, F. D., Muldowney, F. P., Haxhe, J. J., Marczyńska, A. W., Ball, M. R., & Boyden, C. M. (1962). Body composition in the dog. I. Findings in the normal animal. *Journal of Surgical Research*, 2(4), 245-253. doi: 10.1016/S0022-4804(62)80017-1
22. Elliott, D. A., Backus, R. C., Van Loan, M. D., & Rogers, Q. R. (2002). Extracellular water and total body water estimated by multifrequency bioelectrical impedance analysis in healthy cats: A cross-validation study. *Journal of Nutrition*, 132(Suppl), 1760S-1762S.
23. Bauer, J. H., Willis, L. R., Burt, R. W., & Grim, C. E. (1975). Volume studies. II. Simultaneous determination of plasma volume, red cell mass, extracellular fluid, and total body water before and after volume expansion in dog and man. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 86(6), 1009-1017.
24. Greco, D. S. (1998). The distribution of body water and general approach to the patient. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 28(3), 473-482.
25. Carlson, G. P. (1997). Fluid, electrolyte, and acid-base balance. In J. Kaneko, J. Harvey, & M. Bruss (Eds.), *Clinical biochemistry of domestic animals* (5th ed., pp. 485-516). doi: 10.1016/B978-012396305-5/50019-1

26. Finco, D. R., Adams, D. D., Crowell, W. A., Stattelman, A. J., Brown, S. A., & Barsanti, J. A. (1986). Food and water intake and urine composition in cats: Influence of continuous versus periodic feeding. *American Journal of Veterinary Research*, 47(7), 1638-1642.
27. Golob, P., O'Connor, W. J., & Potts, D. J. (1984). Increase in weight and water retention on overfeeding dogs. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 69(2), 245-256. doi: 10.1113/expphysiol.1984.sp002803
28. Golob, P., O'Connor, W. J., & Potts, D. J. (1977). Post-prandial drinking by dogs. *Quarterly Journal of Experimental Physiology & Cognate Medical Sciences*, 62(3), 275-285. doi: 10.1113/expphysiol.1977.sp002399
29. Kirschvink, N., Lhoest, E., Leemans, J., Delvaux, F., Istasse, L., Gustin, P., & Diez, M. (2005). Effects of feeding frequency on water intake in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 19(3), 476.
30. Funaba, M., Hashimoto, M., Yamanaka, C., Shimogori, Y., Iriki, T., Ohshima, S., & Abe, M. (1996) Effects of a high-protein diet on mineral metabolism and struvite activity product in clinically normal cats. *American Journal of Veterinary Research*, 57(12), 1726-1732.
31. Luckschander, N., Iben, C., Hosgood, G., Gabler, C., & Biourge, V. (2004). Dietary NaCl does not affect blood pressure in healthy cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 18(4), 463-467.
32. Hawthorne, A. J., & Markwell, P. J. (2004). Dietary sodium promotes increased water intake and urine volume in cats. *Journal of Nutrition*, 134(8 Suppl), 2128S-2129S.
33. Queau, Y., Bijsmans, E. S., Feugier, A., & Biourge, V. C. (2020). Increasing dietary sodium chloride promotes urine dilution and decreases struvite and calcium oxalate relative supersaturation in healthy dogs and cats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. doi: 10.1111/jpn.13329
34. Stevenson, A. E., Hynds, W. K., & Markwell, P. J. (2003). Effect of dietary moisture and sodium content on urine composition and calcium oxalate relative supersaturation in healthy miniature schnauzers and labrador retrievers. *Research in Veterinary Science*, 74, 145-151.
35. Anderson, R. S. (1982). Water balance in the dog and cat. *Journal of Small Animal Practice*, 23(9), 588-598. doi: 10.1111/j.1748-5827.1982.tb02519.x
36. Seefeldt, S. L., & Chapman, T. E. (1979). Body water content and turnover in cats fed dry and canned rations. *American Journal of Veterinary Research*, 40(2), 183-185.
37. Buckley, C. M. F., Hawthorne, A., Colyer, A., & Stevenson, A. E. (2011). Effect of dietary water intake on urinary output, specific gravity and relative supersaturation for calcium oxalate and struvite in the cat. *British Journal of Nutrition*, 106, S128-S130. doi:10.1017/S0007114511001875
38. Ramsay, D. J., & Thrasher, T. N. (1991). Regulation of fluid intake in dogs following water deprivation. *Brain Research Bulletin*, 27, 495-499. doi: 10.1016/0361-9230(91)90148-d
39. Cizek, L. J. (1959). Long-term observations on relationship between food and water ingestion in the dog. *American Journal of Physiology*, 197, 342-346. doi: 10.1152/ajplegacy.1959.197.2.342-346
40. Zoran, D. L., & Buffington, C. A. F. (2011). Effects of nutrition choices and lifestyle changes on the well-being of cats, a carnivore that has moved indoors. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 239(5), 596-606. doi: 10.2460/javma.239.5.596
41. Prentiss, P. G., Wolf, A. V., & Eddy, H. A. (1959). Hydropenia in cat and dog. Ability of the cat to meet its water requirements solely from a diet of fish or meat. *American Journal of Physiology*, 196(3), 625-632. doi: 10.1152/ajplegacy.1959.196.3.625
42. Chew, R. M. (1965). Water metabolism of mammals. In V. Mayer & R. G. van Gelder (Eds.), *Physiological mammalogy: Mammalian reactions to stressful environments* (pp. 43-178). Academic Press. doi: 10.1016/B978-0-12-395674-3.50008-6
43. Brown, S. L., & Bradshaw, J. W. S. (2014). Communication in the domestic cat: Within- and between-species. In D. C. Turner & P. Bateson (Eds.), *The domestic cat: The biology of its behavior* (3rd ed., pp. 37-59). Cambridge University Press.
44. Fahey, G. C., Jr., Barry, K. A., & Swanson, K. S. (2008). Age-related changes in nutrient utilization by companion animals. *Annual Review of Nutrition*, 28, 425-445. doi: 10.1146/annurev.nutr.28.061807.155325
45. Bellows, J., Center, S., Daristotle, L., Estrada, A. H., Flickinger, E. A., Horwitz, D. F., Lascelles, B. D. X., Lepine, A., Perea, S., Scherk, M., & Shoveller, A. K. (2016). Aging in cats: Common physical and functional changes. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 18(7), 533-550. doi: 10.1177/1098612X16649523
46. Goucher, T. K., Hartzell, A. M., Seales, T. S., Anmuth, A. S., Zanghi, B. M., & Otto, C. M. (2018). Evaluation of skin turgor and capillary refill time as predictors of dehydration in exercising dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 80(2), 123-128.
47. Greene, J. P., Lefebvre, S. L., Wang, M., Yang, M., Lund, E. M., & Polzin, D. J. (2014). Risk factors associated with the development of chronic kidney disease in cats evaluated at primary care veterinary hospitals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 244(3), 320-327. doi: 10.2460/javma.244.3.320
48. Elliott, D. A. (2012). Nutritional management of kidney disease. In A. J. Fascetti & S. J. Delaney (Eds.), *Applied veterinary clinical nutrition* (pp. 251-267). Wiley-Blackwell. doi: 10.1002/9781118785669.ch15
49. Fascetti, A. J., & Delaney, S. J. (2012) Nutritional management of endocrine diseases. In A. J. Fascetti & S. J. Delaney (Eds.), *Applied veterinary clinical nutrition* (pp. 289-300). Wiley-Blackwell. doi: 10.1002/9781118785669.CH17
50. Lote, C. (2006). The renin-angiotensin system and regulation of fluid volume. *Surgery (Oxford)*, 5(1), 154-159. doi: 10.1383/surg.2006.24.5.154

51. van Vonderen, I. K., Kooistra, H. S., & Rijnberk, A. (2008). Intra- and interindividual variation in urine osmolality and urine specific gravity in healthy pet dogs of various ages. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 11(1), 30-35. doi: 10.1111/j.1939-1676.1997.tb00070.x
52. Guerrero, S., Pastor, J., Tvarijonavičiute, A., Cerón, J. J., Balestra, G., & Caldin, M. (2017). Analytical validation and reference intervals for freezing point depression osmometer measurements of urine osmolality in dogs. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 29(6), 791-796. doi: 10.1177/1040638717726114
53. Spears, J. K., & Zanghi, B. (2017). Measurement of body composition and body water using quantitative magnetic resonance in preweaning puppies. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 31(4), 1325.
54. Lulich, J. P., Berent, A. C., Adams, L. G., Westropp, J. L., Bartges, J. W., & Osborne, C. A. (2016). ACVIM small animal consensus recommendations on the treatment and prevention of uroliths in dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 30(5), 1564-1574. doi: 10.1111/jvim.14559
55. Palm, C., & Westropp, J. (2011). Cats and calcium oxalate: Strategies for managing lower and upper tract stone disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 13, 651-660. doi: 10.1016/j.jfms.2011.07.018
56. Queau, Y. (2019). Nutritional management of urolithiasis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 49, 175-186. doi: 10.1016/j.cvsm.2018.10.004
57. Lekcharoensuk, C., Osborne, C. A., Lulich, J. P., Pusoonthornthum, R., Kirk, C. A., Ulrich, L. K., Koehler, L. A., Carpenter, K. A., & Swanson, L. L. (2001). Association between dietary factors and calcium oxalate and magnesium ammonium phosphate urolithiasis in cats. *Journal of American Veterinary Medical Association*, 219(9), 1228-1237. doi: 10.2460/javma.2001.219.1228
58. Lekcharoensuk, C., Osborne, C. A., Lulich, J. P., Pusoonthornthum, R., Kirk, C. A., Ulrich, L. K., Koehler, L. A., Carpenter, K. A., & Swanson, L. L. (2002). Associations between dietary factors in canned food and formation of calcium oxalate uroliths in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 63(2), 163-169. doi: 10.2460/ajvr.2002.63.163
59. Lekcharoensuk, C., Osborne, C. A., Lulich, J. P., Pusoonthornthum, R., Kirk, C. A., Ulrich, L. K., Koehler, L. A., Carpenter, K. A., & Swanson, L. L. (2002). Associations between dry dietary factors and canine calcium oxalate uroliths. *American Journal of Veterinary Research*, 63(3), 330-337. doi: 10.2460/ajvr.2002.63.330
60. Osborne, C. A., Lulich, J. P., Forrester, D., & Albanan, H. (2009). Paradigm changes in the role of nutrition for the management of canine and feline urolithiasis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 39(1), 27-41. doi: 10.1016/j.cvsm.2008.10.001
61. Pittari, J., Rodan, I., Beekman, G., Gunn-Moore, D., Polzin, D., Taboada, J., Tuzio, H., & Zoran, D. (2009). American association of feline practitioners. Senior care guidelines. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 11(9), 763-778. doi: 10.1016/j.jfms.2009.07.011
62. Thomas, D. G., Post, M., & Bosch, G. (2017). The effect of changing the moisture levels of dry extruded and wet canned diets on physical activity in cats. *Journal of Nutritional Science*, 6, e9. doi: 10.1017/jns.2017.9
63. Deng, P., Iwazaki, E., Suchy, S. A., Pallotto, M. R., & Swanson, K. S. (2014). Effects of feeding frequency and dietary water content on voluntary physical activity in healthy adult cats. *Journal of Animal Science*, 92, 1271-1277. doi: 10.2527/jas2013-7235
64. Xu, H., Laflamme, D. P., Bartges, J. W., & Long, G. L. (2006). Effect of dietary sodium on urine characteristics in healthy adult cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 20, 738.
65. Cowgill, L. D., Segev, G., Bandt, C., Stafford, C., Kirby, J., Naylor, S., Neal, L., Queau, Y., Lefebvre, H. P., & Polzin, D. (2007). Effects of dietary salt intake on body fluid volume and renal function in healthy cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 21(3), 600-601.
66. Xu, H., Laflamme, D. P., & Long, G. L. (2009). Effects of dietary sodium chloride on health parameters in mature cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 11(6), 435-441. doi: 10.1016/j.jfms.2008.10.001
67. Reynolds, B. S., Chetboul, V., Nguyen, P., Testault, I., Concordet, D. V., Carlos Sampedrano, C., Elliott, J., Trehieu-Sechi, E., Abadie, J., Biourge, V., & Lefebvre, H. P. (2013). Effects of dietary salt intake on renal function: a 2-year study in healthy aged cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 27(3), 507-515. doi: 10.1111/jvim.12074
68. Chetboul, V., Reynolds, B. S., Trehieu-Sechi, E., Nguyen, P., Concordet, D., Sampedrano, C. C., Testault, I., Elliott, J., Abadie, J., Biourge, V., & Lefebvre, H. P. (2014). Cardiovascular effects of dietary salt intake in aged healthy cats: a 2-year prospective randomized, blinded, and controlled study. *PLoS One*, 9(6), e97862. doi: 10.1371/journal.pone.0097862
69. Grant, D. C. (2010). Effect of water source on intake and urine concentration in healthy cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 12(6), 431-434. doi: 10.1016/j.jfms.2009.10.008
70. Robbins, M. T., Cline, M. G., Bartges, J. W., Felty, E., Saker, K. E., Bastian, R., & Witzel, A. L. (2019). Quantified water intake in laboratory cats from still, free-falling and circulating water bowls, and its effects on selected urinary parameters. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 21(8), 682-690. doi: 10.1177/1098612X18803753
71. Xu, H., Si, X., Bhatnagan, S., & Laflamme, D. (2017). Effect of high sodium diet on urine characteristics in healthy adult dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 31, 1320.

72. Lulich, J. P., Osborne, C. A., & Sanderson, S. L. (2005). Effects of dietary supplementation with sodium chloride on urinary relative supersaturation with calcium oxalate in healthy dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 66(2), 319-324.
73. Foster, A. R., El Chami, C., O'Neill, C. A., & Watson, R. E. B. (2020). Osmolyte transporter expression is reduced in photoaged human skin: Implications for skin hydration in aging. *Aging Cell*, 19(1), e13058. doi: 10.1111/accel.13058
74. Zanghi, B. M., Wils-Plotz, E., DeGeer, S., & Gardner, C. L. (2018). Effects of a nutrient-enriched water with and without poultry flavoring on water intake, urine specific gravity, and urine output in healthy domestic cats fed a dry kibble diet. *American Journal of Veterinary Research*, 79(11), 1150-1159.
75. Wils-Plotz, E., & Zanghi, B. (2019). Nutrient-enriched water supplements nutritionally support hydration in the domestic cat. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33(5), 2516.
76. Zanghi, B., McGivney, C., Eirmann, L., & Barnes, M. (2019). Hydration measures in cats during brief anesthesia: Intravenous fluids versus pre-procedure water supplement ingestion. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 33(5), 2514.
77. Zanghi, B. M., Robbins, P. J., Ramos, M. T., & Otto, C. M. (2018). Working dogs drinking a nutrient-enriched water maintain cooler body temperature and improved pulse rate recovery after exercise. *Frontiers in Veterinary Science*, 5. doi: 10.3389/fvets.2018.00202



Advancing Science for Pet Health

Weitere Informationen auf
PurinaInstitute.com

DIE PURINA-MARKEN SIND EIGENTUM VON SOCIÉTÉ DES PRODUITS NESTLÉ S.A.
JEDLICHE SONSTIGE MARKEN SIND EIGENTUM IHRER JEWEILIGEN MARKENBESITZER RC/CRCE/DE