

[artgerecht-tier.de](https://www.artgerecht-tier.de)

# Calcium-Phosphor — artgerecht Tier

18-22 Minuten

---



Fleisch und Knorpel

© grafikplusfoto - Fotolia.com

Wer sich auch nur ein wenig mit der Ernährung von Hunden (und Katzen) befasst, hat sicher schon gehört, wie wichtig das richtige Verhältnis von Calcium zu Phosphor im Futter sein soll.

Zunächst einmal: Vermutlich sind alle Mineralstoffe (Mengen- und Spurenelemente) von großer Bedeutung für den Stoffwechsel und die Gesunderhaltung der Tiere. Jedoch ist

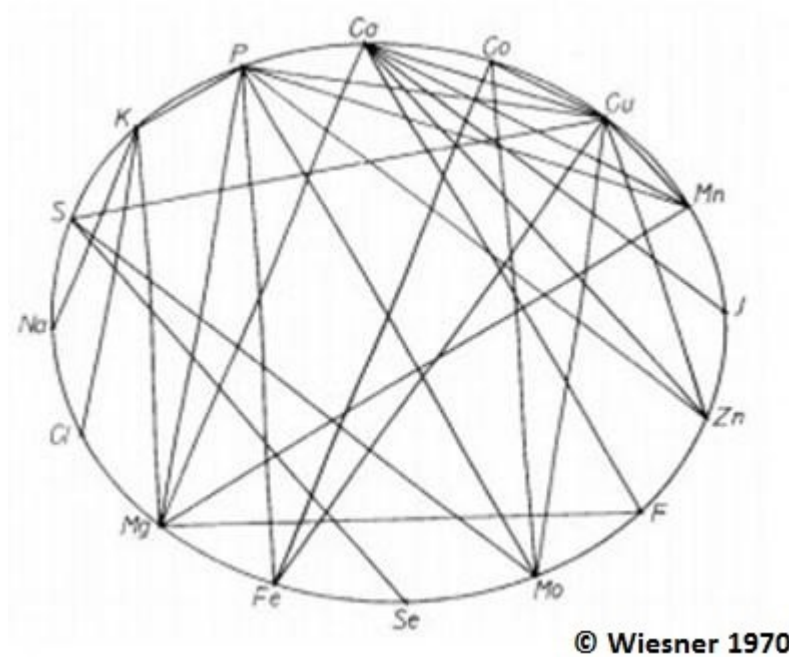
die physiologische Funktion einiger Spurenelemente für den menschlichen und tierischen Organismus offenbar bis heute nicht vollständig geklärt. Laut Wikipedia würden sich diese Spurenelemente bei fehlendem Funktionsnachweis „rein zufällig“ im Körper von Mensch und Tier befinden (<https://de.wikipedia.org/wiki/Mineralstoff>). Was man technisch (noch) nicht dingfest machen kann, existiert eben nicht! Eine Sichtweise, die fest verankert zu sein scheint im Gedankengut vieler „moderner“ Menschen ...

Einige grundsätzliche Funktionen von Mineralstoffen zeigen deren vielfältige Bedeutungen und funktionsbezogene Überschneidungsbereiche:

- „(1) Sie dienen als Strukturkomponenten der Körperorgane und -gewebe, wie im Fall von Kalzium, Phosphor und Magnesium in Knochen und Zähnen,
- (2) sie sind Bestandteile der Körperflüssigkeiten und -gewebe, beispielsweise als Elektrolyte zur Aufrechterhaltung des osmotischen Drucks, des Säure-Basen-Haushaltes, der Muskelkontraktion, der Membrandurchlässigkeit und der Reizbarkeit von Geweben (z. B. Natrium, Kalium, Chlor, Kalzium und Magnesium im Blut, (...)) und
- (3) sie wirken als Katalysatoren und Cofaktoren von Enzymen und Hormonen ...“

(Hand, Michael S. et al. Klinische Diätetik für Kleintiere. Mark Morris Institute, Topeka, Kansas 2002).

Bekannt sind auch die vielschichtigen Wechselwirkungen der Mineralstoffe untereinander. Die nachfolgende Abbildung der Mineralstoff-Interaktionen nach WIESNER (1979) veranschaulicht diese Zusammenhänge:



## Wechselwirkungen der Mineralstoffe

© Wiesner 1970

Und da soll etwas „zufällig“ in den Organismus gelangt sein?

## Warum ist gerade das Ca:P-Verhältnis in aller Leute Köpfe?

Tierhalter werden sensibilisiert auf dieses Thema – durch Futterberatungen, Infoschriften u. a. Man wird sozusagen „eingenordet“! Für Hunde lauten die offiziellen Ca:P-Empfehlungen 1,2–1,4:1, bei Katzen unterscheiden sich die Angaben stärker als bei Hunden:

- NRC 1985: 0,9-1,1:1,
- NRC 2006: 1:1,
- AAFCO 2008: 1,2:1.

Der Grund dafür, Calcium und Phosphor in den Fokus der Tierfutter und Köpfe der Tierhalter zu setzen, ist vermutlich die enge Stoffwechselverbindung zwischen diesen beiden

Elementen. Zudem kommen beide Mineralstoffe – im Vergleich zu allen anderen Mineralstoffen – in großer Menge im Körper vor. Unter den Haussäugetieren hat das Pferd die höchsten Ca-Gehalte im Knochen. Das Pferd besteht zu 2 % aus Calcium, hiervon sind 99 % im Skelett (Knochen und Zähne) eingelagert. Hunde enthalten ca. 10-15 g Ca und 5-8 g P/kg Körpermasse, wovon Calcium zu fast 98-99 % und Phosphor zu 80-86 % im Skelett gespeichert sind. Als Hydroxylapatitkristalle bedingen sie die Stabilität der Knochen. Diese beiden Mineralstoffe sind, zusammen mit Vitamin D, von großer Bedeutung für das Knochenwachstum und die Skelettentwicklung.

### **Homöostase von Calcium und Phosphor**

Der Calciumhaushalt wird nach „strengen Regeln“ unter Mithilfe von Knochen, Darm und Nieren im Gleichgewicht gehalten. Die Steuerung übernehmen das Parathormon (PTH), Calcitonin und Vitamin D (Cholecalciferol).

### **Plasma-Calcium-Spiegel zu niedrig**

Die Nebenschilddrüse schüttet PTH aus, das Calcium und auch Phosphor in den Knochen mobilisiert. Es kommt zu vermehrtem Knochenabbau. Die Nieren scheiden verstärkt Phosphor aus, die Ca-Rückresorption erhöht sich.

Gleichzeitig wird unter Einfluss von PTH in den Nieren biologisch aktives Vitamin D gebildet. Vitamin D wiederum fördert die Absorption von Calcium und Phosphor im Darm und die Rückresorption beider Mineralstoffe über die Nieren.

## **Plasma-Calcium-Spiegel zu hoch**

Im Falle eines Calcium-Überschusses im Körper kommt das in der Schilddrüse gebildete Calcitonin zum Zuge. Unter seinem Einfluss werden Calcium und Phosphor verstärkt im Knochen eingelagert. Die Nieren scheiden diese beiden Mineralstoffe vermehrt aus.

Außerdem kann Calcium in einem Calcium-Pool gespeichert und in Notzeiten zur Verfügung gestellt werden.

Beispielsweise können die weiblichen Tiere vor Beginn einer Trächtigkeit Calcium vermehrt in diesen extrazellulären (außerhalb der Zelle) Calciumspeicher einlagern, das dann für die Entwicklung der Föten gebraucht wird.

## **Einige grundsätzliche Fragen zum Ca:P-Verhältnis**

Bei kritischer Betrachtung des Ca:P-Verhältnisses tauchen folgende Fragen auf:

- Ist das Verhältnis zwischen Calcium und Phosphor wichtiger als die absoluten Calcium- und Phosphor-Empfehlungen?

- Woher kommen diese dogmatisch anmutenden Bedarfszahlen? Soll heißen: Welche Forscher haben wann als jeweils Erste verbindliche Calcium- und Phosphorwerte für Pferde, Hunde und Katzen herausgearbeitet - auf Basis von Fütterungsversuchen mit diesen Tieren?

Zur Beantwortung der zweiten Frage konnte ich bis jetzt leider keine wissenschaftliche Studie finden. In dieser Hinsicht waren selbst Aussagen verschiedener Universitäten nicht aufschlussreich.

Es kam jedoch folgender Hinweis: Die Festlegung des Ca:P-

Verhältnisses würde zum einen auf der Mineralisierung des Skeletts beruhen. Zum anderen auf der Verdauungsphysiologie des Tieres. Hierzu eine Anmerkung: Der Mineralisierung welches Skeletts? Offenbar geht es um die Tierart, für die die Mineralstoff-Empfehlungen ausgesprochen werden sollen.

Aber wäre es nicht sinnvoller, Beutetiere der jeweiligen Tierspezies auf ihren Mineralstoffgehalt zu untersuchen und für die Bedarfswert-Bestimmung heranzuziehen? Natürlich unter Einbeziehung der Verdauungsphysiologie. Denn die Beutetiere stellen ja eindeutig die Nahrungsgrundlage der Tiere dar.

Arbeiten wir die Fragen einmal ab:

Laut NRC (1985) ist bei Hunden das Verhältnis von Calcium zu Phosphor weniger wichtig als die absolute Konzentration dieser Mengenelemente, die dem Tier mit dem Futter zugeführt wird. Allerdings würde eine optimale Ca:P-Relation den Bedarf an Vitamin D minimieren (National Research Council. Nutrient Requirements of Dogs. Washington, DC: National Academy Press, 1985). Warum wird dann auf eng definierten Ca:P-Relationen „herumgeritten“? Viele der auf dem Markt angebotenen Mineralfutter für Hunde haben ein Ca:P-Verhältnis von z. B. 5-6:1! Sehen Sie sich einmal die Zusammensetzung der gängigen Mineralstoff-Ergänzungsfuttermittel daraufhin an.

Wenn man bedenkt, dass diese Mineralfutter oftmals schlecht verwertbare Oxidverbindungen (Zinkoxid, Magnesiumoxid u. a.) enthalten, wird das Ganze ad absurdum geführt. Oder doch nicht? Die Futtermittelindustrie verdient verdammt gut

daran ...

Andere Literaturquellen sehen o. g. Frage als umstritten an, gehen in der Praxis jedoch von Folgendem aus: „Je schneller das Wachstum (z. B. Welpen großer Rassen > Welpen kleinwüchsiger Rassen > ausgewachsene Hunde), desto wichtiger ist die Optimierung des Kalzium- und Phosphorspiegels (...).“ (Klinische Diätetik 2002).

Für Katzen liegen sogar Bedarfszahlen im Verhältnis 0,65:1 vor, sofern bestimmte Mindestmengen an Calcium und Phosphor gegeben werden. Dies gilt auch für junge Katzen (ebenfalls nachzulesen in Klin. Diätetik) - aber man hört doch immer „niemals Ca:P unter 1:1“?! So relativiert sich eben vieles ...

Die Natur bietet im Übrigen andere Zahlen im Hinblick auf das Ca:P-Verhältnis: Mäuse, Ratten, Kaninchen, Hühner und Vögel zusammen betrachtet weisen ein Ca:P-Verhältnis zwischen 0,8 und 1,8:1 auf.

Und die absoluten – hohen! – Konzentrationen von Calcium und Phosphor beispielsweise in einer Maus müssten jede gesunde Katze dauerhaft erkranken lassen, schlimmstenfalls umbringen. So herum scheint man diese Frage jedoch gar nicht zu betrachten. Wie in einem [Forum](#) – offenbar für Studenten der Tiermedizin – zu lesen: „Ich neige eher dazu, ein paar Grundelemente der Natur zu übernehmen, mich aber ansonsten an die wissenschaftlichen Ergebnisse zu halten. Man muss bedenken, dass eine Wildkatze wohl nicht sonderlich alt wird.“

Lieber vertraut man offenbar mehr oder weniger willkürlich festgelegten, „wissenschaftlichen“ Zahlen in Tabellen als der

Nahrungsgrundlage, welche die Natur für die jeweiligen Tiere vorgesehen hat. Die körpereigene Homöostase-Regulierung scheint hier ein sehr entscheidendes Wörtchen mitzureden! Denn überraschenderweise hat die Evolution der Hunde und Katzen trotzdem gut funktioniert.

Wir kommen zur Bedeutung der Verdauungsphysiologie der Mineralstoffe.

## **Verwertbarkeit von Calcium und Phosphor**

Die Lehre von den Verdauungsvorgängen eines Tieres beschreibt die Fähigkeit des einzelnen Tieres, Mengen- und Spurenelemente zu absorbieren und optimal zu verwerten.

Die Verfügbarkeit der Mineralstoffe im Körper ist von mehreren Faktoren abhängig:

- vom pH-Wert der Gewebsflüssigkeit (saurer Milieu begünstigt die Löslichkeit von Ca-Salzen)
- von der chemischen Verbindung: Oxide sind am schlechtesten löslich – und werden häufig in Mineralfuttern eingesetzt (Zinkoxid, Magnesiumoxid, Eisenoxid)! Sulfat- und Chloridverbindungen sind am leichtesten löslich
- von anderen Futterbestandteilen, die mit Mineralstoffen reagieren (z. B. Phytate im Getreide, insbesondere in Mais, Soja, Weizenkleie) und unlösliche Komplexe bilden können, so dass bestimmte Mineralstoffe (Calcium, Magnesium, Eisen, Zink) dem Körper nicht zur Verfügung stehen
- vom Alter des Tieres (Absorptionsfähigkeit des Mineralstoffs lässt im Alter nach) und vom sog. physiologischen Status (Wachstum, Erhaltungsbedarf, Leistungsbedarf,



## Immunstimulierung)

- -von den Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Mineralstoffen: Im Fall von Calcium und Phosphor wird bei einem Calcium-Überschuss in der Nahrung die Phosphataufnahme gehemmt. Bei einem Phosphat-Überangebot (z. B. dauerhafte Fütterung von reinem Muskelfleisch / Ca:P ca.1:20) wird die Calcium-Aufnahme reduziert und der Knochenabbau stimuliert
- von den Bindungsformen als organischer oder anorganischer Mineralstoff

Und von großer Bedeutung: Die Darmbakterien, die in enger Symbiose mit ihrem Wirt (dem Hund, der Katze, dem Pferd) leben. Und ihm ca. hundertmal mehr Enzyme für die Verdauung bereitstellen als das Tier eigene Enzyme besitzt! Die Darmbakterien können aufgrund ihrer eigenen Stoffwechselfähigkeit dem Tier Mineralstoffe „aufbereiten“.

Diese recht lange Liste von Einflussfaktoren auf die Verdaulichkeit von Mineralstoffen lässt Schwierigkeiten bei der Erfassung der Mineralstoff-Verwertung erahnen.

Genau hier bestehen nämlich Unsicherheiten seitens der Wissenschaft. Die Beschreibung der Verdauungsphysiologie beispielsweise von Spurenelementen und damit der Nachweis ihrer Verwertbarkeit ist offensichtlich nicht einfach. „Wesentliche Ursachen dafür sind, dass Spurenelemente im Tier kaum akkumuliert und homöostatisch reguliert werden sowie in verschiedenen üblichen Matrices wie Blut, Harn, Kot, Milch, Haaren oder Organ- bzw. Gewebsbiopsaten inhomogen verteilt sind.“ (Schriftenreihe des LfULG, Heft 14/ 2013).

Diese Unsicherheit scheint sich jedoch auf alle Mineralstoffe zu erstrecken! Wie sonst soll man folgende Zeilen interpretieren?

„Über die Verwertbarkeit von Mineralstoffen in den Bestandteilen kommerzieller Kleintierfuttermittel für Hunde und Katzen gibt es nur wenige Studien. In dieser Hinsicht und im Zusammenhang mit der Frage, ob ein bestimmtes Futter zur Deckung des Bedarfs einer bestimmten Lebensphase ausreichend ist, ist daher vieles unbekannt.“ (Hand, Michael S. et al. Klinische Diätetik für Kleintiere. Mark Morris Institute, Topeka, Kansas 2002).

Die kritische Betrachtung der Verwertbarkeit von Calcium und Phosphor macht Folgendes deutlich:

Bei Hunden unterschiedlicher Rassen z. B. geht mit zunehmender Körpermasse die relative Größe des Verdauungstrakts deutlich zurück. Diese sog. [Allometrie](#) (Vergleich von Beziehungen zwischen Körpergröße und deren Verhältnis zu verschiedensten biologischen Größen) – hier dem Verdauungstrakt – wirkt sich auf die Effizienz der Nährstoffabsorption aus (Kienzle, E. et al. Übersichten zur Tierernährung Heft 2, 2011). Das bedeutet im Klartext: Große Hunderassen absorbieren und verwerten diese beiden Mineralstoffe u. U. schlechter als kleine Hunderassen. In den Nährwerttabellen vom NRC und der GfE werden die Empfehlungen jedoch in mg oder g/kg Körpergewicht angegeben. Das heißt, dass große Hunde im Verhältnis zu kleinwüchsigen Hunden die gleichen Mengen an Mineralstoffen erhalten. Da kann doch was nicht stimmen!

Auch „muss eine Unkenntnis der Allometrie des

Nährstoffbedarfs eingeräumt werden“ (Kienzle, E. et al. Übersichten zur Tierernährung Heft 2, 2011). Phosphor beispielsweise ist ein Mineralstoff, der eng mit dem Energiestoffwechsel verbunden ist. Die Körperzellen nutzen Energie in Form von ATP, Adenosintriphosphat. Im Übrigen ist Phosphor auch beteiligt an der Bildung von Nukleinsäuren (DNS, RNS) und Phospholipiden. Letztere sind wesentliche Bestandteile der Zellmembran!

Kleine Tiere nun verlieren im Vergleich zu großen Tieren relativ mehr Wärme, d. h. Energie. Dies hängt mit dem Verhältnis von Körperoberfläche zu Körpervolumen zusammen: Wärme wird über die Oberfläche abgegeben. Kleine Tiere haben bezogen auf ihre Körpermasse eine verhältnismäßig größere Körperoberfläche als große Tiere. Daher ist ihr Wärmeverlust größer (Bergmannsche Regel). Der Energiestoffwechsel ist, wie erwähnt, eng mit dem Phosphatstoffwechsel verknüpft. Könnte es nicht sein, dass kleinere Hunde im Vergleich zu großen Hunden einen relativ höheren Phosphatbedarf haben? Dementsprechend würde sich das Ca:P-Verhältnis bei ihnen ändern. Bei Katzen stellt sich diese Frage eher nicht, da die Körpergröße innerartlich relativ einheitlich ist.

Bei Calcium-Übersorgung sind junge Hunde unter sechs Monaten anscheinend noch nicht zur Homöostase-Regulierung in der Lage. Die Calcium-Resorption erfolgt proportional zur Calcium-Aufnahme über das Futter. Und [Untersuchungen mit Beagles und Foxhound-Boxer-Labradoren](#) dieser Altersspanne ergaben eine höhere Calcium-Absorptionsrate bei den Beagles. Es gibt demnach rassespezifische Unterschiede bei der Calcium-Verwertung!

Mit niedriger Calciumversorgung hingegen kamen Hundewelpen im Alter von 2-3 Monaten recht gut zurecht: Sie waren in der Lage, 85-90 % des Calciums im Futter zu absorbieren. Ein vermindertes Calcium-Angebot bewirkt offenbar eine verstärkte Absorptionsleistung über den Verdauungstrakt. ([Stanik](#)).

Und noch ein Wort zu den Interaktionen der Mineralstoffe hinsichtlich Calcium und Phosphor. Untersuchungen an Schweinen (Richards et al 1924 und 1927, aus [Dissertation König](#)) lieferten folgendes interessante Ergebnis: „Während der Na-Fütterungsperioden erhöhte sich die Ca- und P-Retention (Rückhaltung, eig. Anmerk.).“ Und „In Bezug auf Kalzium wurde bei hoher K-Zufuhr das Gegenteil der Erscheinungen nach Na-Zufuhr bemerkt ...“ Viel Natrium im Futter unterstützte die Ca-Assimilation. Viel Kalium förderte hingegen die Ca-Ausscheidung (über den Kot). „Offenbar war das Na/K-Verhältnis für die Ca-Assimilation von großer Bedeutung.“ Dieses Studienergebnis tauchte in meinen Literaturrecherchen nirgendwo wieder auf. Es liegt die Vermutung nahe, dass dieser Aspekt des Ca:P-Verhältnisses für Hunde und Katzen nie berücksichtigt wurde.

Man sieht: Vieles ist erforscht und vieles eben auch nicht ... Insbesondere hinsichtlich der Nährstoff-Allometrie besteht offenbar noch großer Forschungsbedarf!

### **Wie hilft sich der um ausgewogene Fütterung bemühte Tierhalter?**

Vorweg mit dem gesunden Menschenverstand: Die Entwicklungsgeschichte unserer Hunde, Katzen und Pferde

ist unwiderlediglich „von Erfolg gekrönt“. Diese Tierarten konnten sich doch offensichtlich artgerecht und vielfältig ernähren. Die Voraussetzung für Wachstum, Gesunderhaltung und Fortpflanzung – seit Millionen von Jahren. Und ganz ohne Nährwerttabelle und festgeschriebenes Ca:P-Verhältnis! Diese Vielfalt und Abwechslung im Futter, die die Natur den Tieren über Jahrmillionen bot, existiert bekanntlich schon seit Jahrzehnten nicht mehr.

Fazit: Den Hunden und Katzen vor allem abwechslungsreiche Nahrung anbieten! Die hoch komplizierten, auf vielen Ebenen vernetzten Wechselwirkungen der Mineralstoffe bedingen fein abgestimmte Stoffwechselprozesse. Und diese wiederum ermöglichen dem Körper die enorme Fähigkeit zur Selbstregulierung.

*Dr. Frauke Garbers, Biologin*