

# **Einfluss der Ernährung von Hundewelpen auf Nahrungspräferenzen und Ernährungsverhalten**

Dr. Tim Watson BVM&S, PhD, MRCVS

## **In Kürze**

***Die Beratung zur Ernährung von Hundewelpen sieht in der Praxis häufig so aus, dass der Hundehalter Futterproben an die Hand bekommt und auf Produkte hingewiesen wird, die in der Praxis zu erwerben sind. Manchmal wird noch die Frage geklärt, ob der Hund Feucht- und/oder Trockennahrung erhalten solle. Ebenso entscheidend ist aber, dass der Tierhalter darüber informiert wird, dass die Ernährung im jungen Alter nicht nur Einfluss auf die Gesundheit, sondern auch das spätere Ernährungsverhalten des Hundes nehmen kann. Wichtige Faktoren sind dabei die Häufigkeit der Mahlzeiten, aber auch die Art und die Vielfalt der angebotenen Futtermittel. Der vorliegende Artikel befasst sich mit dem aktuellen Stand der Wissenschaft zu diesem Thema und beleuchtet, wie das Ernährungsverhalten von Hunden durch frühe Erfahrungen geprägt wird.***

## **Die Fakten im Überblick**

- Die Ernährung von Welpen beeinflusst deren Ernährungsverhalten im adulten Alter. Signifikanten Einfluss haben die Häufigkeit der Mahlzeiten sowie die Art und die Vielfalt der Nahrung.
- Die Domestikation hat Verhalten und Präferenzen bei der Nahrungsaufnahme von Hunden beeinflusst. Es fand eine Anpassung des ehemaligen Beutetierjägers an eine Ernährung im Umfeld des Menschen statt.
- Entscheidendes Kriterium für die Nahrungspräferenz domestizierter Hunde ist die Schmackhaftigkeit der Nahrung, bestimmt durch Geruch, Geschmack, Textur und Optik. Vermutlich spielt darüber hinaus auch die Zusammensetzung der Nahrung eine Rolle.
- Ist das Angebot an Nahrung vorhanden, so ziehen domestizierte Hunde mehrere Mahlzeiten über den Tag verteilt einer einzigen großen Mahlzeit vor.
- Frühe Erfahrungen, insbesondere die in den ersten 3.-12. Lebenswochen, prägen die späteren Präferenzen eines Hundes. Ein einseitiges Nahrungsangebot kann zu engen und starren Präferenzen im adulten Alter führen. Umgekehrt wirkt sich das Angebot von Futtermitteln verschiedener sensorischer Charakteristika aus. Der Hund wird im erwachsenen Alter aufgeschlossener gegenüber verschiedenen Futtermitteln.

- Studien zeigen, dass Hunde in der sozialen Interaktion mit anderen Hunden die Akzeptanz bestimmter Futtermittel erlernen. Welpen erhalten zudem bereits im Mutterleib und über die Muttermilch Informationen über die sensorischen Charakteristika von Futtermitteln.
- Jüngste Forschungen zeigen, wie wichtig es ist, Hundewelpen ab einem Alter von 6 Wochen mit 6-8 Mahlzeiten pro Tag zu versorgen und ihnen Futtermittel unterschiedlicher sensorischer Charakteristika (Geschmacksvarianten, Trocken- und Feuchtnahrung) anzubieten. Dies beugt einem problematischen Ernährungsverhalten im adulten Alter vor.

### **Ernährungsverhalten und Nahrungspräferenz in „freier Natur“**

Das Ernährungsverhalten und die Nahrungspräferenzen unserer Haushunde unterscheiden sich maßgeblich von denen ihrer wildlebenden Verwandten und ihren Vorfahren. Wann genau die Domestikation des Hundes stattgefunden hat, ist unklar, es gibt jedoch Hinweise durch archäologische Funde von Hunden im Mittleren Osten vor etwa 12.000 Jahren (Dayan, 1999) und im westlichen Russland vor über 15.000 Jahren (Germonpre et al., 2009). Jüngere Arbeiten weisen darauf hin, dass der heutige Haushund seinen genetischen Ursprung im Wolf des Mittleren Osten hat (von Holdt et al., 2010).

Die Domestikation scheint zu signifikanten Veränderungen im Ernährungsverhalten von Hunden geführt zu haben (Bradshaw, 2006). Die Vorfahren des Hundes haben im Rudel gejagt, sich von Beutetieren ernährt und bei Mangel an Beute Beeren, Früchte und andere Pflanzen gefressen. Ähnliche Gewohnheiten findet man auch heute bei wildlebenden Kaniden wie dem Wolf, Schakal oder Kojoten. Im Gegensatz dazu ernähren sich streunende und verwilderte Hunde weniger durch die Jagd, sondern durch die Aufnahme zivilisatorischer Nahrung wie Abfall tierischen Ursprungs oder Speisereste des Menschen.

Dieses Verhalten spiegelt eine genetische Modifikation bzw. adaptive Divergenz (Auseinanderentwicklung) von Genomregionen wider, die für das Ernährungsverhalten verantwortlich sind. Es ermöglichte den frühen domestizierten Hunden ein Überleben im Umfeld des Menschen, in dem das Nahrungsangebot zwar breit, aber in der Menge auch begrenzt war. (Coppinger und Schneider, 1995).

Ein Unterschied besteht auch in den Kriterien, nach denen domestizierte Hunde ihre Nahrung auswählen. Anders als ihre wildlebenden Verwandten und Vorfahren wählt der domestizierte Hund seine Nahrung nach Optik, Geruch, Geschmack, Textur und wohl auch nach der Nährstoffzusammensetzung aus. Diese Eigenschaften der Nahrung sind es also, die über die Akzeptanz entscheiden. Obwohl sich der grundlegende Nährstoffbedarf von Hund und wilden Kaniden nur wenig unterscheidet, scheinen diese Kriterien bei wildlebenden Kaniden keine Rolle bei der Wahl der Nahrung zu spielen. Bei diesen sind die Verfügbarkeit und die „Sicherheit“ der Nahrung entscheidender als die sensorischen Charakteristika.

Ursache für diesen Unterschied scheint die Selektion im Rahmen der Domestikation zu sein. Selektiert wurden Tiere, bei denen die Fähigkeit, Beute zu jagen, nicht entscheidend war. Vielmehr wurden solche Tiere selektiert, die sich im Ernährungsverhalten zu opportunistischen Nahrungssuchern entwickelten und ihre Präferenzen an die Nahrung anpassten, die im menschlichen Umfeld verfügbar war.

### **Kriterien für Nahrungspräferenzen**

Die Geschmackswahrnehmung von Hunden ist grundsätzlich karnivorer Natur. Es scheint jedoch Modifikationen zu geben. So können Hund ähnlich wie omnivore Spezies Zucker erkennen und scheinen gekochtes gegenüber rohem Fleisch vorzuziehen (Lohse, 1974).

Man geht davon aus, dass der Geruch als sensorische Eigenschaft eine zentrale Rolle für die Nahrungspräferenz spielt. Gleichzeitig ist auch der Geschmack von entscheidender Bedeutung. Das Aussehen und die Textur spielen zu einem geringeren Grad eine Rolle. Allgemein ziehen Hunde Proteine tierischen Ursprungs denen pflanzlicher Proteine vor und scheinen eine ausgeprägte Vorliebe für die Geschmackskomponenten fleischlicher Proteine zu haben (Haupt et al., 1978).

Über die nutritive Zusammensetzung der Nahrung als Kriterium für die Vorlieben von Hunden, ist noch wenig bekannt. Es scheint aber so, als würden Hunde auf Basis des Proteingehaltes auswählen. So wie andere Tiere erlernen auch Hunde auf Grundlage der nutritiven Eignung bestimmter Nahrungen sinnvolle Aversionen bzw. Präferenzen. Im Wesentlichen geschieht dies, indem das Tier sensorische Eigenschaften einer Nahrung mit positiven oder negativen physiologischen Reaktionen verknüpft.

Studien zeigen, dass Hunde bei freier Wahl Futtermittel bevorzugen, die 25-30 % der metabolisierbaren Energie in Form von Proteinen enthalten (Romsos und Ferguson, 1983; Torres et al., 2003). Dieser Wert liegt deutlich über dem Proteingehalt, der dem Mindestbedarf entspricht. Die Ursache dafür ist nicht bekannt, es wird jedoch vermutet, dass es sich um eine erlernte Präferenz handelt, die der metabolischen Aufrechterhaltung der Aminosäurehomöostase im Plasma dient. Jüngere Forschungen zeigen, dass diese so genannte „Protein-Leverage-Hypothese“ darauf basiert, dass Hunde ihre Nahrung nach deren Makronährstoffprofil auswählen, so wie es bei Menschen, Mäusen und anderen Omnivoren bereits bekannt ist (Sørensen et al., 2008) und auch bei anderen Karnivoren wie dem Nerz vorkommen kann (Mayntz et al.; 2009).

### **Kriterien für Ernährungsverhalten**

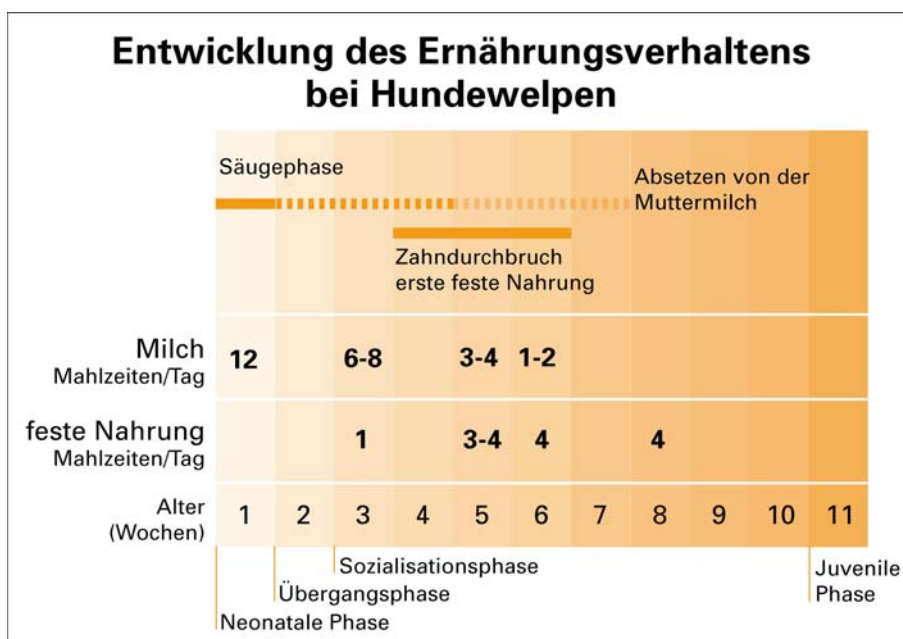
Ein weiterer Unterschied zwischen domestizierten Hunden und ihren wilden Verwandten und Vorfahren findet sich in der Frequenz der Futteraufnahme. Studien zeigen einen Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit von Nahrung und der Häufigkeit der Mahlzeiten. (Bradshaw und Thorne, 1992) So entwickeln z. B. Beagle, Pudeln und Basenjis bei einem uneingeschränkten Angebot an Nahrung ein eher „naschendes“ Futteraufnahmeverhalten, das mit dem gierigen Schlingverhalten wilder Kaniden nach der Beutejagd nicht mehr viel gemein

hat (Mugford und Thorne, 1980). Noch nicht geklärt ist, in wie weit dieses „naschende“ Futterverhalten auf die Gesamtpopulation unserer Haushunde zu übertragen ist. Doch die Aufnahme zahlreicher kleinerer Mahlzeiten am Tag könnte einige Vorteile für den Hund haben, wie z. B. eine Optimierung der Verdauungskapazität und eine Maximierung der Nährstoffverfügbarkeit.

Das Nahrungsverhalten eines Hundes wird ferner auch von seinen Erfahrungen geprägt. Hunde, die über längere Zeit stets mit der gleichen Nahrung gefüttert wurden, reagieren dabei in zweierlei Weise: die einen zeigen eine Präferenz für andere Futtermittel, eine so genannte Neophilie, während andere Hunde ungewohnte Futtermittel deutlich ablehnen, also eine Neophobie an den Tag legen. Wie ein Hund reagiert, scheint auch einen rassespezifischen Hintergrund zu haben (Bradshaw, 1991). Auf die Prägung des Ernährungsverhaltens wird im Weiteren dieses Artikels näher eingegangen.

### Ernährungsverhalten von Welpen

Die Entwicklung des Verhaltens bei Hundewelpen wird in vier Phasen eingeteilt: Neonatale Phase, Übergangsphase, Sozialisationsphase und juvenile Phase (Nott, 1992) (siehe Abbildung).



Die Entwicklung von Hundewelpen wird in vier Phasen eingeteilt. Ab der Sozialisationsphase (4. Lebenswoche) haben die Vielfalt der Rationen und die Häufigkeit der Mahlzeiten signifikanten Einfluss auf das zukünftige Ernährungsverhalten und die Nahrungspräferenzen des Hundes.

Die neonatale Phase schließt die ersten beiden Lebenswochen ein und wird bestimmt von Schlafen und Nahrungsaufnahme, wobei Letztere mit etwa 12 Mahlzeiten etwa 30 % des Tages in Anspruch nimmt. Die einzige Nahrungsquelle in dieser Phase ist Muttermilch.

Die Übergangsphase findet in der dritten Lebenswoche statt. Hier findet eine sehr rasche neurologische und physische Entwicklung statt. Die Zähne brechen durch, die Welpen kriechen, machen erste Laufversuche und nehmen Milch aus flachen Schalen und erste feste Nahrung auf.

Der Übergangsphase schließt sich bis zur 10. Lebenswoche die Sozialisationsphase an. Hier nehmen die Welpen zwar weiter Muttermilch auf, dies aber in nur noch 6-8 Mahlzeiten pro Tag. Nahrungsaufnahme und Schlaf werden weniger dominant, Aktivitäten wie das Erkunden der Umgebung nehmen an Umfang und Bedeutung zu.

Mit der Sozialisationsphase beginnt ein entscheidendes Entwicklungsfenster für die Prägung von Ernährungsverhalten und Nahrungspräferenzen. Die Vielfalt der Rationen sowie die Häufigkeit der Mahlzeiten in dieser Phase nehmen signifikant Einfluss auf die Zukunft.

### **Frühe Studien zur Prägung von Nahrungspräferenzen**

In ersten Studien bestätigte sich die Annahme, dass ein begrenztes Angebot an Futtermitteln unterschiedlicher geruchlicher und geschmacklicher Eigenschaften während der ersten sechs Lebensmonate (Sozialisations- und juvenile Phase) zu engen und starren Präferenzen führt, während die Fütterung verschiedener Futtermittel unterschiedlicher Geschmacksrichtungen und Texturen einen Hund später neuen Futtermitteln gegenüber aufgeschlossen werden lässt (Kuo, 1967).

In weiteren Studien zeigte sich jedoch, dass es sich dabei um eine Vereinfachung handelt, die signifikante Unterschiede zwischen einzelnen Individuen unberücksichtigt lässt. Darüber hinaus hat auch die Schmackhaftigkeit der angebotenen Futtermittel einen großen Einfluss auf das Verhalten des Hundes. So wird die Reaktion bei Umstellung von einem weniger schmackhaften auf ein schmackhaftes Futter sicherlich anders verlaufen als im umgekehrten Fall (Mugford, 1977; Ferrell, 1984).

Schlussfolgerung dieser frühen Studien war letztlich also, dass die Fütterung von Welpen mit einem vielfältigen Angebot verschiedener Nahrungen (Trocken-/Feuchtnahrung, Geschmacksvarianten) eine starre Fixierung bestimmter Nahrungspräferenzen reduzieren und meist sogar verhindern kann (Thorne, 1995).

### **Aktuelle Erkenntnisse zur Prägung von Nahrungspräferenzen**

In einer Studie aus 2005 mit von Hand aufgezogenen Hundewelpen und Wolfswelpen wurden diese auf identische Weise abgesetzt und sozialisiert (Gácsi et al., 2005). Die Haltung gegenüber Menschen und Artgenossen, sowohl bekannte als auch fremde, und gegenüber unbelebten Objekten wurde beobachtet. Im Vergleich zeigten die Hunde mehr kommunikative Signale, die eine soziale Interaktion ermöglichen, als dies die Wölfe taten. Dazu gehörten z. B. Lautäußerungen, Blickkontakt zum Menschen und mit der Rute wedeln. Zu beachten ist dabei, dass auch die Fütterung bei der sozialen Interaktion zwischen Mensch und Hundewelpen eine entscheidende Rolle spielt. Im Unterschied zeigten die Wölfe

dagegen ein tendenziell aggressiveres Verhalten, insbesondere Menschen gegenüber, und zwar unabhängig davon, ob ihnen diese bekannt oder fremd waren. Eine soziale Interaktion wurde von den Wölfen weitestgehend vermieden.

Eine andere Studie aus 2007 stellte sich der Frage, ob und wie Nahrungspräferenzen unter Hunden kommuniziert werden (Lupfer-Johnson und Ross, 2007). In dieser Studie wurden fünf Hundepaare beobachtet, bei denen jeweils eins der Tiere ein mit Basilikum aromatisiertes Trockenfutter erhielt, das andere dagegen ein mit Thymian aromatisiertes. Bevor ein Hund beide Trockenfutter angeboten bekam, wurde eine Kommunikation zwischen ihm und seinem Partner ermöglicht. In allen Fällen bevorzugte der Hund die vom anderen Hund präferierte Nahrung. Vermutet wird, dass Hunde jeweils das Futter bevorzugen, dessen Geruch sie im Atem des Artgenossen wahrnehmen. Der Vorteil für den Hund, derart auf diese chemosensorischen Stimuli zu reagieren, liegt vermutlich darin, dass er so erfährt, welche Futtermittel er gefahrlos verzehren kann.

## **Prägung von Nahrungspräferenzen bei Welpen**

Ob chemosensorische Stimuli auch dauerhaft Einfluss auf Nahrungspräferenzen haben, wurde in weiteren Studien untersucht. Im Fokus standen dabei die prä- und postnatale Phase, basierend auf der Annahme, dass Geschmacksvarianten und Aromen aus der Nahrung des Muttertieres in die Amnionflüssigkeit bzw. Muttermilch übergehen und vom Fötus bzw. Welpen wahrgenommen werden. Nachgewiesen wurde, dass Hunde Gerüche nachweislich bereits pränatal über die Nahrung der Mutter kennenlernen und nach der Geburt in entsprechenden Nahrungspräferenzen widerspiegeln (Wells und Hepper, 2006). In nachfolgenden Studien wurde untersucht, zu welchem Zeitpunkt dieser Lernprozess stattfindet und wie lange er anhält (Hepper und Wells, 2006). Hierfür erhielten trächtige Hündinnen ein mit Anis aromatisiertes Futter über die letzten 20 Tage der Trächtigkeit und/oder die ersten 20 Tage der Laktation. Im Ergebnis zeigte sich, dass die postnatale Phase den entscheidenden Einfluss auf die Nahrungspräferenz der Welpen nach dem Absetzen hatte. Da die Welpen, deren Mütter sowohl prä- als postnatal das aromatisierte Futter erhielten, die stärkste Präferenz für dieses Futter zeigten, scheint es aber auch eine Interaktion zwischen prä- und postnataler Exposition zu geben. Die Autoren folgern daraus, dass die pränatale Exposition als Primer des chemosensorischen Systems für bestimmte Stimuli dient und die Sensitivität für diese Stimuli nach der Geburt steigert. Ferner nehmen sie an, dass die Exposition *in utero* quantitativ eine wichtigere Rolle spielt als in der postnatalen Phase. Diese ist demnach dennoch wichtig für das längerfristige Erlernen von Präferenzen, da Welpen so nicht nur auf die von der Hündin in der Trächtigkeit verzehrte Nahrung fixiert werden.

In Praxis bedeutet dies, dass trächtige und säugende Hündinnen vielfältig ernährt werden sollten, um den Welpen damit breit gefächerte Informationen über „sichere“ Futtermittel mit auf den Weg zu geben und einem wählerischen, „mäkeligen“ Ernährungsverhalten vorzubeugen.

## Schlussfolgerungen

Für Tierhalter ist der Rat des Tierarztes bezüglich Ernährung, Gesundheit und Pflege ihres Hundes entscheidend (Laflamme et al, 2008). Dieses Vertrauen können Tierärzte ausbauen, indem sie nicht nur auf eine optimale Nährstoffbilanz bei der Aufzucht von Welpen hinweisen, sondern auch auf die Bedeutung der Ernährung für Nahrungspräferenzen und das Ernährungsverhalten in späteren Jahren. Auch wenn es für den Hundehalter bequemer sein mag, seinen Welpen mit nur einem Futter in nur ein bis zwei Mahlzeiten am Tag zu füttern, so wird dieses Vorgehen der Entwicklung und dem Verhaltensmuster des Hundes nicht optimal gerecht.

Um dem natürlichen Verhaltensmuster zu entsprechen, brauchen Welpen vor allem in den Wochen nach dem Absetzen 6-8 Mahlzeiten täglich. Aber auch beim adulten Hund entsprechen zwei Mahlzeiten am Tag dem Verhaltensbedarf des Tieres vermutlich besser als nur eine.

Außerdem sollte von Beginn die Ration mit Nahrungen verschiedener Geschmacksrichtungen und Texturen (Trocken- und Feuchtnahrung) gestaltet werden. Sowohl die Fütterung der trächtigen und säugenden Hündin als auch die der Welpen mit Futtermitteln verschiedener sensorischer Eigenschaften (Textur, Geruch, Geschmack) fördert die Akzeptanz verschiedener Futtermittel bei den Welpen in späteren Jahren und wirkt einem wählerischen und „mäkeligen“ Ernährungsverhalten entgegen.

*Veröffentlichung mit freundlicher Genehmigung der Veterinary Times, Peterborough, UK.*

*Autor:*

*Dr. Tim Watson BVM&S, PhD, MRCVS*

*Townhead of Aber, Gartocharn, Dunbartonshire, G83 8NQ*

*Tel.: 44 (0) 7773 282881, E-Mail: tim.watson@ukonline.co.uk*

## Literatur

- Bradshaw J W S (1991). Sensory and experiential factors in the design of foods for domestic dogs and cats. *Proceedings of the Nutrition Society* **50**: 99-106.
- Bradshaw J W S (2006). The evolutionary basis for the feeding behavior of domestic dogs (*canis familiaris*) and cats (*Felis catus*). *Journal of Nutrition* **136**: 1927S-1931S.
- Bradshaw J W S and Thorne C J (1992). Feeding behaviour. In: Thorne C, editor. The Waltham book of dog and cat behaviour. Oxford: Pergamon; 115–129.
- Coppinger R and Schneider R (1995). Evolution of working dogs. In: Serpell J, editor. The Domestic Dog: Its Evolution, Behaviour and Interactions with People. Cambridge: Cambridge University Press; 21-37.

- Dayan T (1999). Early domesticated dogs of the Near East. *Journal of Archaeological Science* **21**: 633-640.
- Ferrell F (1984). Effects of restricted dietary flavor experience before weaning on postweaning food preference in puppies. [Neuroscience and Biobehavioral Reviews](#) **8**: 191-198.
- Gácsi M, Gyori B, Miklósi A, Virányi Z, Kubinyi E, Topál J and Csányi V (2005). Species-specific differences and similarities in the behavior of hand-raised dog and wolf pups in social situations with humans. *Developmental Psychobiology* **47**: 111-122.
- Germonpre M, Sablin M V, Stevens R E, Hedges R E M, Hofreiter M, Stiller M and Després V R (2009). Fossil dogs and wolves from Palaeolithic sites in Belgium, the Ukraine and Russia: osteometry, ancient DNA and stable isotopes. *Journal of Archaeological Science* **36**: 473-490.
- Hepper P G and Wells D L (2006). Perinatal olfactory learning in the domestic dog. *Chemical Senses* **31**, 207-212.
- Haupt K A, Hintz H F and Shepherd P (1978). The role of olfaction in canine food preferences. *Chemical Senses* **3**: 281-290.
- Kuo Z Y (1967). The dynamics of behaviour development: an epigenetic view. New York: Random House.
- Laflamme D P, Abood S K, Fascetti A J, Fleeman L M, Freeman L M, Michel K E, Bauer C, Kemp B L, Doren J R and Willoughby K N (2008). [Pet feeding practices of dog and cat owners in the United States and Australia](#). *Journal of American Veterinary Medical Association* **232**: 687-694.
- Lohse C L (1974). Preference of dogs for various meats. *Journal of American Animal Hospital Association* **10**: 187-192.
- Lupfer-Johnson G and Ross J (2007). Dogs acquire food preferences from interacting with recently fed conspecifics. *Behavioural Processes* **10**: 104-106.
- Mayntz D, Nielsen V H, Sørensen A, Toft S, Raubenheimer D, Hejlesen C and Simpson S J (2009). Balancing protein and lipid intake by a mammalian carnivore, the mink, *Mustela vison*. *Animal Behaviour* **77**: 349-355.
- Mugford R A (1977). External influences on feeding of carnivores. In: Kare M R and Maller O, editors. *The Chemical Senses and Nutrition*. New York: Academic Press; 25-50.
- Mugford R A and Thorne C J (1980). Comparative studies of meal patterns in pet and laboratory housed dogs and cats.

- In: Anderson R S, editor. Nutrition of the Dog and Cat. Oxford: Pergamon Press; 3-14.
- Nott H (1992). Behavioural development of the dog. In: Thorne C, editor. The Waltham book of dog and cat behaviour. Oxford: Pergamon; 65-78.
- Romsos D R and Ferguson D (1983). Regulation of protein intake in adult dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **182**: 41-43.
- Sørensen A, Mayntz D, Raubenheimer D and Simpson S J (2008). Protein-leverage in mice: the geometry of macronutrient balancing and consequences for fat deposition. *Obesity (Silver Spring)* **16**: 566-571.
- Thorne C (1995). Feeding behaviour of domestic dogs and the role of experience. In: Serpell J, editor. The Domestic Dog: Its Evolution, Behaviour and Interactions with People. Cambridge: Cambridge University Press; 103-114.
- Torres C L, Hickenbottom S J and Rogers Q R (2003). Palatability affects the percentage of metabolizable energy as protein selected by adult beagles. *Journal of Nutrition* **133**: 3516-3522.
- vonHoldt B M, Pollinger J P, Lohmueller K E, Han E, Parker H G, Quignon P, Degenhardt J D, Boyko A R, Auton A, Reynolds A, Bryc K, Brisbin A, Knowles J C, Mosher D S, Spady T C, Elkahoulou A, Geffen E, Pilot M, Jedrzejewski W, Greco C, Randi E, Bannasch D, Wilton A, Shearman J, Musiani M, Cargill M, Jones P G, Qian Z, Huang W, Ding Z-L, Zhang Y-p, Bustamante C D, Ostrander E A, Novembre J and Wayne R K (2010). Genome-wide SNP and haplotype analyses reveal a rich history underlying dog domestication. *Nature* **464**: 898-902.
- Wells D L and Hepper P G (2006). Prenatal olfactory learning in the domestic dog. *Animal Behaviour* **72**: 681-686.