

**Gesellschaft für
Versuchstierkunde**

Society for Laboratory Animal
Science

GV SOLAS

Ausschuss für Ernährung der Versuchstiere

Fütterungskonzepte und -methoden in der Ver- suchstierhaltung und im Tierversuch

Hund

Juli 2009

Fütterungskonzepte und –methoden in der Versuchstierhaltung und im Tierversuch

Spezieller Teil: Tierartspezifische Fütterungsmethoden

Hund (am Beispiel des Beagles)

Allgemeine Angaben:

Die Familie der Hundartigen (Canidae) gehört zur Ordnung der Raubtiere (Carnivora). Dass der heutige Haushund mit seinen ca. 400 Rassen vom Wolf (Canis lupus) abstammt, gilt aufgrund einer Vielzahl von übereinstimmenden Merkmalen als gesichert. Die grosse Variationsbreite zwischen den Rassen spiegelt sich deutlich in signifikanten biologischen Unterschieden wie Körpermasse (KM), Wachstumsrate oder Lebenserwartung wider.

Aus ernährungsphysiologischer Sicht ist der Hund kein reiner „Fleischfresser“. Sein Nahrungsspektrum in freier Wildbahn enthielt neben Beutetieren (von denen nicht nur Muskelfleisch, sondern auch Innereien, Darminhalt, Knochen und Haut bzw. Haare aufgenommen wurden) in gewissem Umfang auch immer pflanzliche Bestandteile.

Die Anpassung des gesamten Verdauungstraktes an die Art der Nahrung zeigt sich an der besonderen Gebissform (Brechscherengebiss im Bereich der Molaren) und an der gegenüber Herbi- und Omnivoren unterschiedlichen Ausbildung des Magen-Darm-Traktes (MDT). Diese weist anatomisch einen einhöhligen, stark dehnungsfähigen Magen und einen vergleichsweise kurzen, einfachen Darmtrakt (v.a. Dickdarm) auf.

Das Gewicht des MDT ohne Inhalt beträgt 3-7% der KM. Dabei stellt der Dünndarm den längsten Abschnitt dar. Jedoch wird das Gesamtvolumen des MDT zu rund $\frac{2}{3}$ durch den Magen, und nur zu rund $\frac{1}{4}$ durch den Dünndarm gestellt. Der Dickdarm erreicht etwa ein Siebtel des MDT-Gesamtvolumens.

Tab. 1: Fütterungsrelevante Daten (am Beispiel das Beagles)

Geburtsgewicht	~ 240 g
Absetzgewicht	0,7-1,5 kg
Absetzalter	ab 8 Wochen
Geschlechtsreife	♀ ab 6 Monate; ♂ ab 5 Monate
Zuchtreife	ab 12 Monate
Trächtigkeitsdauer	~ 64 ± 4 Tage
Lebenserwartung	~ 12 (10-15) Jahre
Wurfgrösse	5 - 6 Welpen
Sexualzyklus	7-8 Monate
Körpermasse	♀ 8-12 kg; ♂ 10-15 kg
Transportverlust Körpermasse	bis zu 10 % und mehr
Futtermittelverbrauch	~ 20 g Trockensubstanz / kg KM und Tag
Wasserverbrauch	40-80 ml / kg KM und Tag

Lebensphasen:

Wachstum

Das Geburtsgewicht der neugeborenen Welpen beträgt beim Beagle etwa 2,5 % der adulten Körpermasse. In der ersten Lebenswoche saugen die Welpen ca. alle 2 Stunden. Danach werden die Intervalle zwischen dem Saugen immer länger. Die Augen und Ohren öffnen sich zwischen dem 10. und 14. Tag. Geboren als Nesthocker, können die Welpen nun zunehmend besser laufen und beginnen in der 3. Lebenswoche festes (breiiges) Beifutter aufzunehmen. Während der ersten drei Lebenswochen ist der Welpen zahnlos. Jedoch brechen bis zur 4.-6. Lebenswoche sehr schnell die Milchzähne (28 insgesamt) durch. Nach rund 6 Monaten wird das Milchgebiss durch das bleibende Gebiss (42 Zähne insgesamt) ersetzt. Im Alter von 8 Wochen werden die Welpen frühestens vom Muttertier abgesetzt.

Die anfängliche Futterfrequenz von mindestens 4 Mahlzeiten pro Tag wird bis zum Alter von ca. 6 Monaten kontinuierlich auf eine Mahlzeit pro Tag reduziert. Sehr förderlich während dieser Wachstumsperiode ist ein Futter von hoher Schmackhaftigkeit und Akzeptanz. Trockenfutter werden in dieser Lebensphase meist noch angefeuchtet. Welpen bzw. Junghunde < 9 Monate müssen auch im Experiment ein Wachstumsfutter erhalten.

Nachfolgend ist in Abbildung 1 die Körpermasseentwicklung von Beagle-Welpen dargestellt.

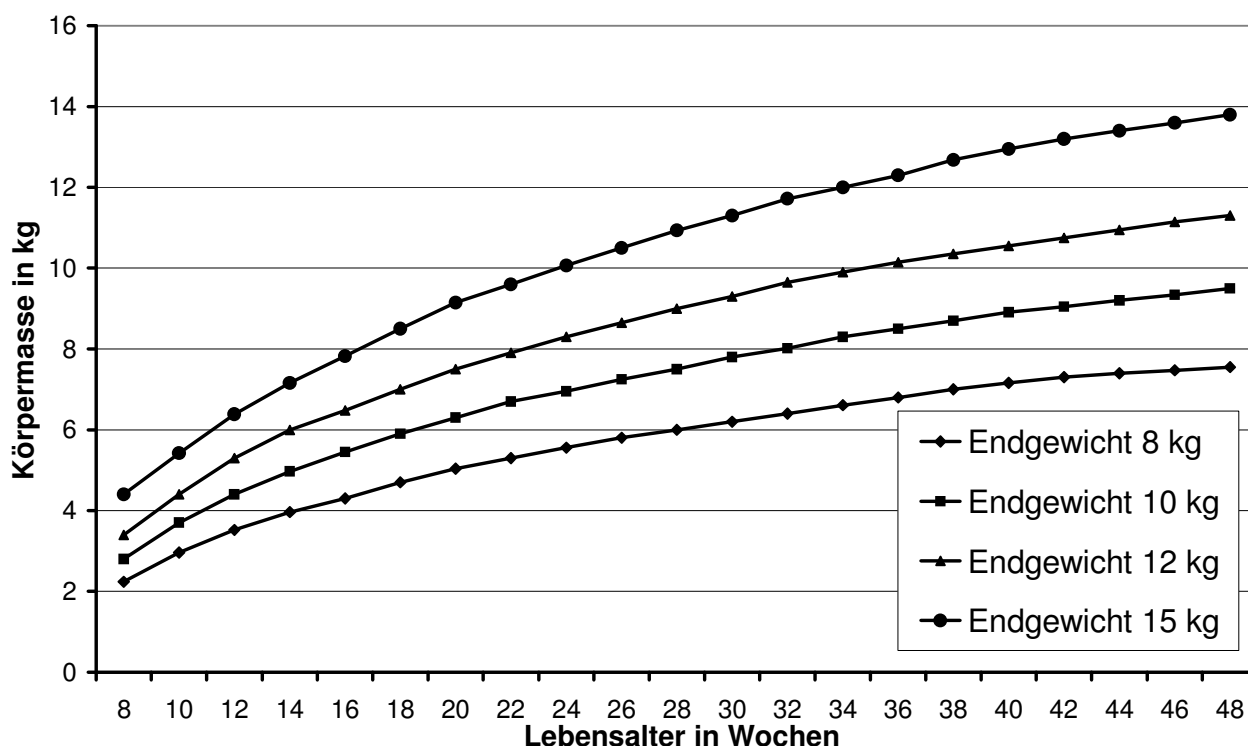


Abb. 1: Wachstumskurven für Beagles unter Berücksichtigung des voraussichtl. Endgewichtes von 8 kg, 10 kg, 12 kg und 15 kg (Daten modifiziert nach Meyer & Zentek, 2005)

Haltung

Die Beurteilung des Energiebedarfs von Hunden wird auf der Ebene der umsetzbaren Energie (ME) durchgeführt.

Der Haltungsenergiebedarf eines ausgewachsenen Hundes ist von unterschiedlichen Faktoren wie Rasse, Alter, Unterbringung und Aktivität abhängig.

Angaben zum Energiebedarf bei Hunden werden meist mit Bezug auf die metabolische Körpermasse ($KM^{0,75}$) angegeben. Dadurch werden allometrische und metabolische Faktoren (z.B. Körperoberfläche in Relation zur Körpergrösse) berücksichtigt. Meyer & Zentek (2005) geben als Faustzahl für den täglichen Energiebedarf eines adulten Hundes im Erhaltungsstoffwechsel mit **0,50 MJ ME pro kg $KM^{0,75}$** an. Das NRC (2006) ergänzt diese Faustzahl durch detaillierte Angaben zum täglichen Erhaltungsenergiebedarf speziell für adulte Versuchshunde. Die Angaben in der Einheit ME sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst. Generell gilt, dass Hunde in Gruppenhaltung einen höheren Energiebedarf haben, als einzeln gehaltene Hunde.

Tab. 2: Energiebedarf (ME) von Versuchshunden (NRC 2006)

	Kcal ME * kg $KM^{0,75}$	MJ ME * kg $KM^{0,75}$
Durchschnitt		
Versuchshunde in Zwingerhaltung	130	0.54
Überdurchschnittlich		
Junge, adulte Versuchshunde	140	0.59
Terrier (Versuchshunde)	180	0.75
Doggen (Versuchshunde)	200	0.84
Unterdurchschnittlich		
Ältere Versuchshunde	105	0.44
Neufundländer (Versuchshunde)	105	0.44

Mithilfe eines Body Condition Scoring (BCS) Systems kann der ideale Ernährungszustand von adulten Hunden (und damit auch indirekt die ideale mittel- bis langfristige Energieversorgung) durch semiquantitative Abschätzung der oberflächlichen Fettdepots schnell und einfach bestimmt werden (Dobenecker & Zorn 2007). In Worten lässt sich der ideale Ernährungszustand eines Hundes wie folgt beschreiben: Die Rippen sind durch leichten Druck mit der flachen Hand unter einer minimalen bis maximal mässigen Fettschicht leicht tastbar. Die Taille ist von oben betrachtet deutlich bis mässig erkennbar. Die Magengrube ist bei seitlicher Betrachtung gut sichtbar. Bei der Palpation kann man am Bauchansatz höchstens ein minimales Fettpolster feststellen.

Zucht

➤ Trächtigkeit

Zu Beginn der Trächtigkeit besteht kein wesentlicher Mehrbedarf an Energie und Nährstoffen. Die Hündin kann zu diesem Zeitpunkt daher wie im Erhaltungsstadium gefüttert werden. Wie bei sehr vielen Tierarten, ist auch beim Hund ein tatsächlicher Mehrbedarf erst während des letzten Drittels der Trächtigkeit (7.-9. Trächtigungswoche)

vorhanden. In dieser Zeit wachsen die Föten sehr schnell. Daher muss die Tagesration des Muttertieres um ca. 30 %, verteilt auf mindestens zwei Mahlzeiten pro Tag, angehoben werden.

➤ **Laktation**

Während der Laktation kann der Nährstoffbedarf (v.a. bei sehr grossen Würfen) um das 3- bis 4-fache des Nahrungsbedarfs erhöht sein. Gerade zum Zeitpunkt der höchsten Milchleistung in der 3. und 4. Laktationswoche muss dann die zu verabreichende Futtermenge in vielen kleinen Mahlzeiten quasi *ad libitum* zur Verfügung stehen.

Aufgrund einer bei Hunden generell limitierten Kapazität der Stärke-Verdauung von ungefähr 10 g/kg KM und Tag, wird schnell klar, dass die Fütterung einer hochlaktierenden Hündin mit grossem Wurf nicht durch eine Vervielfachung der Futtermenge des Haltungsfutters bewerkstelligt werden kann. Das Muttertier würde sehr schnell an einem alimentär bedingten Durchfall (saurer osmotischer Durchfall) durch eine zu hohe absolute Aufnahme an Kohlenhydraten erkranken. Daher muss der laktierenden Hündin (v.a. bei sehr grossen Würfen) eine bilanzierte protein- und fettreiche Nahrung angeboten werden (siehe Tab. 3).

Tab. 3: Wichtige Kenngrössen für die Rationsbeurteilung bei Hunden

Bezugsgrösse	Einheit	Welpen bis 6. LM	Adulte Hunde		
			Haltung	Trächtigkeit	Laktation
Protein:Energie-Verhältnis	g vRp/MJ ME	10:1 - 15:1	10:1	10:1	11:1
Ca:P-Verhältnis		1.4:1 - 2:1	1:1 - 2:1	1:1 - 2:1	1:1 - 2:1
Energiedichte	MJ ME/100g TS				≥ 1.6
KH-Anteil	g NfE/100g TS		≤ 50		≤ 20
Rohfaser-Anteil	g Rfa/100g TS		2 - 3		

vRp = verdauliches Rohprotein, ME = umsetzbare Energie, TS = Trockensubstanz, KH = Kohlenhydrate, NfE = Stickstofffreie Extraktstoffe, Rfa = Rohfaser

Fütterungstechnik:

Adulte Hunde werden i.d.R. einmal am Tag mit einem Alleinfuttermittel gefüttert. Bei freiem Futterzugang fressen Hunde durchschnittlich 4mal täglich. Hunde haben eine Geschmackspräferenz für „Süßes“.

Hunde können innerhalb kurzer Zeit grosse Futtermengen aufnehmen (Schlingen), welche im Falle von Trockenfuttermitteln im Magen aufquellen können. Nicht selten führt dies zu anschliessendem Würgen und ggf. Erbrechen. Bei grossen Hunderassen (z.B. Foxhound, Dogge) besteht in diesem Fall zusätzlich die Gefahr der Magendrehung. Hier ist eine auf mehrere Mahlzeiten aufgeteilte limitierte Fütterung zweckmässig.

Bei Gruppenhaltung muss darauf geachtet werden, dass alle Tiere freien Zugang zu ausreichend Futter erhalten. Hierzu wird das Futter in Gruppenhaltung oftmals direkt auf dem sauberen Boden und nicht im Napf angeboten. Dies ist jedoch aus hygienischen Gesichtspunkten eher als unvorteilhaft zu bewerten.

Überwiegend haben sich in der Versuchstierkunde Trockenalleinfuttermittel durchgesetzt. Sie haben den Vorteil, dass sie auch durch einen Fütterungsautomaten verabreicht werden können. Dosen- bzw. Feuchtfutter und auch halbfleuchte (semi-moist) Futter weisen eine relativ höhere Verderblichkeit auf.

Wasser von ausreichender Trinkwasserqualität muss stets *ad libitum* zur Verfügung stehen! Die Wasseraufnahme kann aus einem Wassernapf oder aus einer automatischen Nippeltränke erfolgen.

Der Wassergehalt in der Nahrung variiert zwischen 10% Feuchte in Trockenfuttermitteln und bis über 80% Wasser in Dosenfutter. Daher ist der Wasserbedarf eines Hundes neben der Körpergrösse und den Wasserverlusten durch Urin, Kot und Atemluft auch von der Fütterungsart abhängig. Der absolute Wasserbedarf in einer temperierten Umgebung (empfohlenes Haltungsklima: 15-21 °C und rund 50-70 % rel. Luftfeuchtigkeit) liegt bei rund 40-70 ml/kg KM und Tag. Somit benötigt ein ausgewachsener Beagle absolut im Durchschnitt etwa 1 Liter Wasser pro Tag.

Fütterung im Experiment:

Bei der Fütterung von Hunden im Tierexperiment werden nicht selten zu applizierende Testsubstanzen mit der täglichen Futterrations verabreicht. Dies kann in Langzeitstudien über mehrere Monate bis zu Jahren erfolgen. Da der Hund im Allgemeinen wenig wählerisch mit dem Futter ist, lassen sich auf diese Weise sehr einfach Testsubstanzen applizieren, ohne dabei merklich die Futterakzeptanz zu reduzieren. Alternativ, können Testsubstanzen auch in Form von Tabletten oder Kapseln oral verabreicht werden.

Für verschiedenste versuchsbedingte Eingriffe kann ein Nüchtern-Zustand des Tieres notwendig sein. Hierbei sind die Zusammenhänge von Fütterungszeitpunkt und Magenentleerung von Interesse. Die Magenentleerung hängt nicht allein vom Füllungszustand des Magens ab. Vielmehr nehmen vorwiegend chemisch-physikalische Bedingungen Einfluss auf die Geschwindigkeit der Magenentleerung. So führt ein hoher Zerkleinerungs- oder Verflüssigungsgrad des Nahrungsbreies zu einer raschen Magenpassage. Dagegen werden feste Nahrungsbestandteile (auch eventl. Fremdkörper) und sehr visköses Material länger im Magen retiniert.

Im Allgemeinen sollte spätestens 15-20 Stunden nach der letzten Nahrungszufuhr der Mageninhalt vollständig in den Dünndarm übergegangen sein. Vor Narkosen muss ein Fastenintervall von mindestens 4, besser 6 Stunden für Futter eingehalten werden, um das Risiko von Erbrechen oder Regurgitieren zu minimieren.

Die im Experiment dargebotene Futtermenge richtet sich nach dem individuellen Energiebedarf des Tieres (siehe *Fütterungsrelevante Lebensabschnitte*), nach dem Energiegehalt des Futters und nach dem Studienzweck.

Energiebewertung von Futtermitteln:

Zur Energiebewertung in Futtermitteln auf Basis der umsetzbaren Energie (ME), stehen beim Hund verschiedene, ausreichend abgesicherte Schätzgleichungen in Abhängigkeit der Futtermittelzusammensetzung bereits zur Verfügung:

➤ **Schätzformel für Purified Diets**

Da es sich bei Purified Diets i.d.R. um sehr hochverdauliche Futtermittel mit geringem und definiertem Rohfaser-Gehalt handelt, bieten sich zur Berechnung der ME in Purified Diets die **Atwater-Faktoren** an. Es werden „starre“ Verdaulichkeiten von 98% für Kohlenhydrate, 96% für Fette und 90% für Protein unterstellt.

Die nachfolgende Formel eignet sich weiterhin auch zur Abschätzung der ME in Milchaustauschern, Produkten zur enteralen Ernährung und sog. „home-made“ Futtermitteln bestehend aus z.B. Fleisch, Innereien, Milchprodukten und aufgeschlossener Stärke.

Die Atwater-Faktoren funktionieren hierfür ausreichend gut, solange der NfE-Anteil nahezu vollständig aus einfachen Zuckern und Stärke besteht. Bei höherem Anteil von Nicht-Stärke-Polysacchariden (Zellulose, Hemizellulose, Lignozellulose, Mucine oder Pektine) führen die Atwater-Faktoren zu einer Überschätzung des Energiegehalts im Futtermittel.

$$\text{ME (kcal)} = (4 \times \text{Rp}) + (9 \times \text{Rfe}) + (4 \times \text{NfE}) \quad ^1)$$

➤ **Schätzformel für pelletierte, getreidebasierende Futtermittel**

Zur Berechnung der ME in pelletierten, getreidebasierenden Futtermitteln bieten sich dagegen die **modifizierten Atwater-Faktoren** an. Hierbei werden Verdaulichkeiten von rund 85% für Kohlenhydrate, 90% für Fette und 79% für Protein unterstellt.

Die modifizierten Atwater-Faktoren berücksichtigen hierbei zwar die geringere Verdaulichkeit der einzelnen Nährstoffe. Dennoch kann es auch hier aufgrund der starren Bewertung des Kohlenhydrat-Anteils schnell zu einer Fehleinschätzung des Energiegehalts im Futtermittel kommen.

$$\text{ME (kcal)} = (3,5 \times \text{Rp}) + (8,5 \times \text{Rfe}) + (3,5 \times \text{NfE}) \quad ^1)$$

➤ **Schätzformel für extrudierte Futtermittel (auf Getreidebasis)**

Extrudierte Futtermittel stellen heutzutage die Standard-Futterform für Hunde dar. Beim Extrudieren werden unter der Einwirkung von hoher Temperatur und Druck, vor allem die im Futter enthaltenen Kohlenhydrate vermehrt aufgeschlossen und auch der Keimgehalt reduziert. Daher sind Extrudate – im Vergleich zu pelletierten Futtermitteln gleicher Zusammensetzung – besser an das Verdauungssystem des Hundes angepasst und somit auch höher verdaulich. Es wird eine mittlere Protein-Verdaulichkeit von 83,5% unterstellt.

Die Berechnung der ME in extrudierten Futtermitteln wird in mehreren Stufen nach der von Kienzle et al. (1998) entwickelten Methode durchgeführt. Hierfür wird zunächst die Bruttoenergie bestimmt. Danach wird in Abhängigkeit des Rohfaser-Gehalts der Ration die scheinbare Verdaulichkeit der Bruttoenergie bestimmt. Durch Multiplikation der Bruttoenergie mit ihrer Verdaulichkeit erhält man die verdauliche Energie (DE). Nach Stickstoff-Korrektur der DE für die renale Ausscheidung von Eiweissmetaboliten erhält man letztlich die gewünschte umsetzbare Energie (ME).

- Berechnung der Bruttoenergie GE (kcal) = $(5,7 \times \text{Rp}) + (9,4 \times \text{Rfe}) + (4,1 \times (\text{NfE} + \text{Rfa}))$

- Schätzung der scheinbaren Verdaulichkeit der GE = $91,2 - (1,43 \times \text{Rfa in TS})$

- Berechnung der verdaulichen Energie DE (kcal) = $\text{GE} \times \% \text{ Verdaulichkeit der GE} / 100$

- Berechnung der umsetzbaren Energie durch N-Korrektur ME (kcal) = $\text{DE} - (1,04 \times \text{Rp}) \quad ^1)$

Diese Schätzformel erfährt ihre Einsatzgrenzen, wenn Rfa in der Trockensubstanz grösser 8% ist. Somit kann obige Formel zur Abschätzung des Energiegehalts von besonders Rfa-reichen Futtermitteln nicht verwendet werden.

¹⁾ 1 cal = 4,1868 J (Joule)

Auf eine detaillierte Beschreibung der versuchsbedingten Sondenfütterung wird in diesem Skriptum explizit verzichtet, da es den Umfang des Skriptes sprengen würde. Detaillierte Informationen zur Sondenfütterung finden sich in der empfohlenen weiterführenden Literatur.

Futterdarbietung:

Das Futter soll in haltbaren und einfach zu reinigenden (Metall-) Näpfen dargeboten werden. Neben Feuchtfuttermitteln (Dosenfutter) kommen vor allem Pellets und Extrudate in der Versuchstierhaltung zum Einsatz. Seltener werden für bestimmte Studienzwecke auch Purified Diets verwendet.

Extrudate weisen aufgrund des besseren Aufschlussgrades der Kohlenhydratfraktion - bedingt durch den Produktionsprozess - eine höhere Verdaulichkeit auf. Pelletierte Futtermittel werden dagegen immer noch in toxikologischen Studien aus Gründen der Vergleichbarkeit mit historischen Daten eingesetzt. Sie verursachen jedoch im Vergleich zu Extrudaten eine weichere (breiige) Kotkonsistenz. Vermahlene Pellets eignen sich hervorragend zur Untermischung von Prüfsubstanzen.

Da eine überhöhte Futterraufnahme zu Übergewicht führen kann, sollten Hunde generell rationiert gefüttert werden. Bei ad libitum - Fütterung muss ein stetiges Monitoring der Körpermasse erfolgen.

In der Vorbereitung für den Transport von Hunden, empfiehlt sich im Allgemeinen eine Fütterung etwa 2 Stunden vor der Abfertigung mit anschließender Bewegung, um eine Darmentleerung vor dem Verladen in die Transportbox zu erreichen. Während des Transports können adulte Hunde problemlos 24 Stunden fasten, jedoch müssen die Tiere freien Zugang zu Trinkwasser haben.

Ernährungsbedingte Störungen:

- Überversorgung, u.a.
 - Adipositas (Energie-Überversorgung)
 - Skeletterkrankungen (v.a. wachsender Welpen grosser Rassen)
 - Sonstige Störungen durch Vitamin- und Mineralstoff-Überversorgung
- Mangelversorgung, u.a.
 - Abmagerung (Energie-Unterversorgung)
 - Ca-Mangel
 - Na-Mangel
 - Hautkrankheiten infolge bestimmter Nährstoffmängel (z. B.: Linolsäure, Zn, Se, I, Fe, Cu, Vit. E, Vit. B2, Biotin, Vit. A, Vit. B6, Arg, Met+Cys)
 - Sonstige Störungen durch Vitamin- und Mineralstoff-Mangelversorgung
- Ernährungsbedingte Störungen des Verdauungstraktes, u.a.
 - Ernährungsbedingter Durchfall
 - Futtermittel-Unverträglichkeiten
 - Zahnstein

Anhang 1: Empfohlene Nährstoffzufuhr beim Hund in Abhängigkeit des Leistungsstadiums nach F.E.D.I.A.F. 2008 (Die empfohlenen Nährstoffgehalte in kommerziellen Alleinfuttermitteln für Hunde sollen identisch mit den Gehalten in Anhang 1 sein oder auch ein wenig darüber liegen)

		Wachstum (< 14 Wochen) & Reproduktion	Wachstum (≥ 14 Wochen)	Adulter Hund Haltung
Rohprotein	g/kg TS	250	200	180
Aminosäuren				
Arginin	g/kg TS	8.2	6.9	5.2
Histidin	g/kg TS	3.9	2.5	2.3
Isoleucin	g/kg TS	6.5	5.0	4.6
Methionin	g/kg TS	3.5	2.6	3.1
Met & Cys	g/kg TS	7.0	5.3	6.2
Leucin	g/kg TS	12.9	8.0	8.2
Lysin	g/kg TS	8.8	7.0	4.2
Phenylalanin	g/kg TS	6.5	5.0	5.4
Phe & Tyr	g/kg TS	13.0	10.0	8.9
Threonin	g/kg TS	8.1	6.4	5.2
Tryptophan	g/kg TS	2.3	2.1	1.7
Valin	g/kg TS	6.8	5.6	5.9
Gesamt-Fett	g/kg TS	85	85	55
Fettsäuren				
Linolsäure	g/kg TS	13	13	13.2
α-Linolensäure	g/kg TS	0.8	0.8	--
Arachidonsäure	g/kg TS	0.3	0.3	--
EPA & DHA	g/kg TS	0.5	0.5	--
Mineralstoffe				
Calcium	g/kg TS	10	8	5
Phosphor	g/kg TS	9	7	4
Magnesium	g/kg TS	0.4	0.4	0.7
Natrium	g/kg TS	2.2	2.2	1.0
Kalium	g/kg TS	4.4	6.0	5.0
Chlorid	g/kg TS	2.9	3.3	1.5
Eisen	mg/kg TS	88	88	36
Zink	mg/kg TS	100	100	72
Kupfer	mg/kg TS	11	11	7.2
Iod	mg/kg TS	1.5	1.5	1.1
Mangan	mg/kg TS	5.6	5.6	5.8
Selen	mg/kg TS	0.35	0.35	0.30
Vitamine				
Vitamin A	IE/kg TS	5000	5000	5000
Vitamin D ₃	IE/kg TS	552	500	500
Vitamin E	IE/kg TS	50	50	36
Vitamin K	mg/kg TS	--	--	--
Vitamin B ₁	mg/kg TS	1.40	1.40	2.30
Vitamin B ₂	mg/kg TS	5.30	5.30	6.00
Vitamin B ₆	mg/kg TS	1.5	1.5	1.5
Vitamin B ₁₂	mg/kg TS	0.035	0.035	0.022
Nikotinsäure	mg/kg TS	17	17	11
Pantothensäure	mg/kg TS	15	15	10
Folsäure	mg/kg TS	0.27	0.27	0.18
Biotin	mg/kg TS	--	--	--
Cholin	mg/kg TS	1700	1700	1200

(Alle Angaben beziehen sich auf eine Energiedichte von 4 Mcal ME/kg TS. Dies entspricht rund 16.75 MJ ME/kg TS. Bei Futtermitteln mit bedeutend abweichendem Energiegehalt, müssen die hier aufgeführten Nährstoffgehalte um den Faktor der Energiedifferenz entsprechend angepasst werden.)

Weiterführende Literatur:

- Andersen (1970) The beagle as an experimental dog. Iowa State University Press – Iowa.
- Atwater (1902) Principles of nutrition and nutritive value of food. Farmer's Bulletin No. 142.
- Dobenecker & Zorn (2007) Body Condition Scoring System – Anwendung in der Kleintierpraxis. Kleintier konkret 6/2007: 24-27.
- F.E.D.I.A.F. (2008) Nutritional Guidelines for Complete and Complementary Pet Food for Cats and Dogs. www.fedaf.org
- Kamphues, Coenen, Kienzle, Pallauf, Simon & Zentek (2004) Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung. 10. Auflage. Verlag M. & H. Schaper – Alfeld-Hannover.
- Kienzle, Opitz, Earle, Smith, Makell & Iben (1998) The development of an improved method of predicting the energy content in prepared dog and cat food. J Anim Physiol Anim Nutr 79: 69-79.
- Meyer & Zentek (2005) Ernährung des Hundes. 5. Auflage. Parey Verlag - Stuttgart.
- NRC (2006) Nutrient requirements of dogs and cats. National Research Council of the National Academies. The National Academies Press – Washington, D.C.
- Poole (1987) The UFAW handbook on the care and management of laboratory animals. Longman Scientific & Technical - Essex UK.
- Shifrine & Wilson (1980) The canine as a biomedical research model: immunological, haematological and oncological aspects. US Department of Energy - Washington D.C.
- Van Zutphen, Baumans & Beynen (1995) Grundlagen der Versuchstierkunde. Gustav Fischer Verlag – Stuttgart, Jena, New York.
- Weiss, Becker, Bernsmann, Dietrich & Nebendahl (2009) Tierpflege in Forschung und Klinik. Enke Verlag – Stuttgart.