

Aus dem Institut für Tierernährung & funktionelle Pflanzenstoffe,  
Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin,  
der Veterinärmedizinischen Universität Wien  
(Departmentsprecher: Prof. Michael Hess)  
Fach: Tierernährung

VERGLEICH DER  
SCHEINBAREN VERDAULICHKEIT VON ROHEN UND  
GEKOCHTEN FUTTERRATIONEN  
FÜR HUNDE

**DIPLOMARBEIT**

zur Erlangung der Würde einer  
**MAGISTRA MEDICINAE VETERINARIAE**  
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Vorgelegt von  
Johanna ILLI  
Im Mai 2013

**Betreuung und 1. Begutachterin:**

Dr. med. vet. Stefanie Handl,

Institut für Tierernährung & funktionelle Pflanzenstoffe,  
Veterinärmedizinische Universität Wien

**2. Begutachter:**

Prof. Dr. Quendrim Zebeli

Institut für Tierernährung & funktionelle Pflanzenstoffe,  
Veterinärmedizinische Universität Wien

## **Danksagung**

Herzlich bedanken möchte ich mich bei Frau Dr. Stefanie Handl für die Gesamtbetreuung meiner Diplomarbeit.

Ein großes Dankeschön geht auch an die Tierpfleger und Tierpflegerinnen des Instituts für Tierernährung, die ohne Murren den Mehraufwand bei der Fütterung der Beagles auf sich genommen haben, sowie mir die Räumlichkeiten für die Zubereitung der Rationen zur Verfügung gestellt haben.

Ebenfalls danken möchte ich der Fa. Loys, die mir immer sehr schnell und flexibel die Fleischlieferungen zukommen ließen.

Außerdem ein herzliches Dankeschön an Herrn Dr. Jakob Pietschnig, der mir eine sehr große Hilfe bei der Erstellung der Statistiken war.

Auch möchte ich mich bei allen anderen Personen bedanken, die mich in dieser Zeit unterstützt haben und mir eine große Hilfe bei der Entstehung dieser Arbeit waren.

Vielen Dank für die zahlreiche Hilfe, ohne die diese Diplomarbeit nicht zustande gekommen wäre.

## Inhaltsverzeichnis:

1	Einleitung.....	1
2	Physiologie der Verdauung .....	3
2.1	Die Verdaulichkeit und ihre Beeinflussung .....	3
2.1.1	Die Verdauung der Proteine.....	3
2.1.2	Die Verdauung der Fette .....	5
2.1.3	Die Verdauung der Kohlenhydrate und pflanzlichen Gerüstsubstanzen .....	6
2.2	Die Resorption von Mineralstoffen und Wasser.....	8
2.2.1	Resorption von Natrium (Na), Chlorid (Cl) und Wasser .....	8
2.2.2	Resorption von Kalzium (Ca) .....	8
2.2.3	Resorption von Magnesium (Mg).....	8
2.2.4	Resorption von Phosphat ( $\text{HPO}_4$ , $\text{HPO}_4^{2-}$ ) .....	9
2.3	Resorption der Spurenelemente .....	10
2.3.1	Resorption von Eisen (Fe).....	10
2.3.2	Resorption von Kupfer (Cu), Zink (Zn) und Mangan (Mn).....	10
3	Das „BARF“-Konzept.....	12
3.1	Definition .....	12
3.2	Die Rationszusammensetzung .....	12
3.3	Problematik .....	13
4	Tiere, Material und Methode.....	14
4.1	Hunde .....	14
4.2	Rationen .....	16
4.2.1	Fleisch.....	17
4.2.2	Kohlenhydratquelle .....	17
4.2.3	Gemüse .....	17
4.2.4	Öl .....	17
4.2.5	Mineralfutter .....	17
4.2.6	Futtermenge.....	18
4.3	Versuchsaufbau .....	19
4.4	Kotsammelphase .....	20

4.5	Kotkonsistenz .....	20
4.6	Körpermasseentwicklung.....	21
4.7	Nährstoffanalyse .....	22
4.7.1	Energie.....	22
4.7.2	Trockensubstanz (NAUMANN u. BASSLER 1976a) .....	22
4.7.3	Rohprotein (NAUMANN u. BASSLER 1976b).....	22
4.7.4	Rohfett (NAUMANN u. BASSLER 1976c) .....	23
4.7.5	Rohasche (NAUMANN u. BASSLER 1976f).....	23
4.7.6	Stickstoff-freie Extraktstoffe (NfE) (NAUMANN u. BASSLER 1976e).....	23
4.7.7	Organische Substanz .....	23
4.8	Statistik.....	24
5	Ergebnisse .....	25
5.1	Ergebnisse der Weender-Analyse .....	25
5.2	Scheinbare Verdaulichkeit der Rohnährstoffe im Vergleich .....	26
5.2.1	Scheinbare Verdaulichkeit der organischen Substanz .....	26
5.2.2	Scheinbare Verdaulichkeit des Rohproteins .....	27
5.2.3	Scheinbare Verdaulichkeit des Rohfettes .....	28
5.2.4	Scheinbare Verdaulichkeit der Energie .....	29
5.2.5	Scheinbare Verdaulichkeit der NfE.....	30
5.3	Kotanalyse .....	31
5.3.1	Durchschnittliche Kotmenge pro Tag .....	31
5.3.2	Kotkonsistenz.....	32
5.3.3	Kotabsatzfrequenz.....	33
5.4	Körpermasseentwicklung.....	33
6	Diskussion.....	34
6.1	Kritikpunkte an der Studie: .....	39
6.2	Schlussfolgerungen .....	39
7	Zusammenfassung.....	40
8	Extended Summary .....	41
9	Literaturverzeichnis.....	43

10	Anhang .....	48
----	--------------	----

### **Abkürzungsverzeichnis:**

ad	apparent digestibility
ATP	Adenosintriphosphat
ATPase	Adenosintriphosphatase
BARF	Biologisch artgerechte Rohfütterung
Fa	Firma
Gekocht mit	gekochte Ration mit Kohlenhydraten
Gekocht ohne	gekochte Ration ohne Kohlenhydrate
NfE	stickstoff-freie Extraktstoffe
NSP	nicht-Stärke Polysaccharide
oS	organische Substanz
roh mit	rohe Ration mit Kohlenhydraten
roh ohne	rohe Ration ohne Kohlenhydrate
SD	standard deviation (Standardabweichung)
sV	scheinbare Verdaulichkeit

# 1 Einleitung

Der Wunsch vieler TierbesitzerInnen, ihren Hunden das „gesündeste“ Futter anzubieten (HANDL et al., 2012), ist in der heutigen Zeit ein sehr aktuelles und viel diskutiertes Thema, sowohl in Tierarztpraxen als auch in den öffentlichen Medien. Viele HundebesitzerInnen lehnen kommerzielles Fertigfutter ab und entscheiden sich dafür, das Futter selbst zuzubereiten. Dabei spielen unter anderem folgende Vor- und Nachteile eine Rolle:

## **Vorteile selbst zubereiteter Rationen:**

- „Artgerechtes Futter“, entsprechend ihrer Vorfahren, den Wölfen, vor allem beim „BARF“-Konzept („Artgerechte Rohfütterung“)
- Vollständiger Überblick über die Inhaltsstoffe des Futters sowie Selbstgestaltung der Rationen
- Vermeidung von Zusatzstoffen und Inhaltsstoffen unklarer Herkunft
- Herstellung von speziellen Diäten für die unterstützende Therapie bei Krankheiten (z.B. Magen-, Darmerkrankungen, Pankreatitis, Diabetes mellitus, Niereninsuffizienz)
- Wesentlich geringere Kotmenge

## **Nachteile:**

- Gefahr der Mangel- und Überversorgung mit Nährstoffen. So dokumentierten STREIFF et al. (2002), dass es bei selbstzubereiteten Futterrationen leicht zu einem niedrigen Ca:P-Verhältnis kommt, zu einer Unterversorgung an Vitamin D und anderen fettlöslichen Vitaminen. Allerdings konnten keine klinischen Mangelercheinungen festgestellt werden. DILLITZER et al. (2011) untersuchten 95 rohe Rationen, die von den Besitzern selbst hergestellt wurden, und verglichen die Nährstoffinhalte mit dem Nährstoffbedarf. 60 % der Rationen zeigten Mängel an mindestens einem Nährstoff. Dies waren hier vor allem zu wenig Ca, falsches Ca:P-Verhältnis, zu wenig Vitamin D, I, Cu, Zn und Vitamin A.
- Evtl. Kontamination mit Pathogenen, wie zum Beispiel mit *Salmonella* spp., *E. coli* und *Campylobacter* spp., welche somit ein potentiell Infektionsrisiko für die



TierbesitzerInnen darstellen, vor allem bei der Fütterung von rohem Hühnerfleisch (JOFFE u. SCHLESINGER, 2002; MANN et al., 2004)

- Mehraufwand bei der Zubereitung, Verfütterung und Lagerung gegenüber kommerziellem Futter
- Geringere Haltbarkeit des Futters
- Akzeptanzprobleme bei der Futterumstellung

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit dem Thema der Verdaulichkeit von selbst hergestellten, ausgewogenen Futterrationen, wie sie auch von TierbesitzerInnen zuhause verfüttert werden können.

Ziel der Arbeit war der Vergleich der scheinbaren Verdaulichkeit von rohen und gekochten Rationen, sowie Rationen mit und ohne Kohlenhydrate, bei adulten, gesunden Hunden.

## 2 Physiologie der Verdauung

### 2.1 Die Verdaulichkeit und ihre Beeinflussung

Ein gewisser Anteil der mit der Nahrung aufgenommenen Nährstoffe wird wieder mit dem Kot ausgeschieden. Die nicht ausgeschiedenen Nährstoffe werden verdaut und absorbiert. So ergibt sich aus der Differenz zwischen der Nährstoffmenge im Futter und jener im Kot die scheinbare Verdaulichkeit, welche in Prozent angegeben wird (KAMPHUES et al., 2009b). Die endogene Ausscheidung eines Nährstoffes (z.B. in Verdauungssekreten) wird nicht berücksichtigt.

Die Verdaulichkeit wird durch viele Faktoren, wie Tierart, Futtermenge, Rationszusammensetzung und Zubereitung des Futtermittels, beeinflusst. Die Proteinverdauung kann auch mittels Nachahmung der Verdauung *in vitro* geschätzt werden (KAMPHUES et al., 2009b). Da es aber wesentlich einfacher ist, die scheinbare Verdaulichkeit zu ermitteln, wird meist trotzdem mit dieser Methode gearbeitet.

#### 2.1.1 Die Verdauung der Proteine

Bereits im Magen wird die Verdauung der Proteine eingeleitet. An der Magenschleimhaut lassen sich drei Drüsenzonen unterscheiden: die Kardial-, die Fundus- und die Pylorusdrüsenzone. Vor allem im Fundus liegen die Nebenzellen, die Belegzellen und die Hauptzellen. Die Nebenzellen sezernieren Schleim, der zum Schutz der Magenschleimhaut dient, die Parietalzellen Salzsäure (HCL) und die Hauptzellen Pepsin (HELDMAIER u. NEUWEILER, 2004). Das Pepsinogen ist die inaktive Vorstufe der Endopeptidase Pepsin und wird durch das saure Milieu des Magens aktiviert. Das aktive Pepsin spaltet Peptidbindungen im Inneren des Eiweißmoleküls, vorrangig dort, wo aromatische Aminosäuren sind (MEYER u. ZENTEK, 2010a).

Die im Pankreas durch Exozytose sezernierten, inaktiven Peptidasen Trypsinogen, Chymotrypsinogen, Proelastase, Procarboxypeptidase A und Procarboxypeptidase B gelangen über das Pankreassekret in das Duodenum. Das im Duodenum produzierte Enzym Enteropeptidase aktiviert das Trypsinogen zum Trypsin. Trypsin aktiviert wiederum durch Peptidabspaltung die übrigen Peptidasen. Die Nahrungsproteine, die im Magen bereits durch

Denaturierung in Peptide gespalten wurden, werden nun durch die Endopeptidasen Trypsin, Chymotrypsin und Elastase und die Exopeptidasen des Pankreas großteils in die einzelnen Aminosäuren zerlegt (ENGELHARDT u. BREVES, 2010).

#### Die Verdaulichkeit der Proteine

Die Verdaulichkeit der Proteine ist vor allem abhängig von ihrer Struktur und Herkunft (tierische oder pflanzliche Eiweiße), aber auch der Behandlung. So können Keratine aufgrund ihrer Proteinstruktur nur sehr schlecht bis gar nicht verdaut werden. Erhitzt man diese hingegen, ermöglicht die dabei eintretende Denaturierung der Eiweiße ein besseres Angreifen der Proteasen. Werden Proteine jedoch stark erhitzt, besonders wenn auch Kohlenhydrate mit reduzierten Gruppen enthalten sind, so verschlechtert sich die Verdaulichkeit. Dies liegt an der durch die Wärmezufuhr stattfindenden Verknüpfung von Aminogruppen und freien Gruppen der Proteine mit Kohlenhydraten. Das entstandene Produkt kann von den Proteasen nicht mehr enzymatisch gespalten werden. Dies wird als so genannte „Maillard-Reaktion“ bezeichnet (LEDL u. SCHLEICHER, 1990).

Ebenfalls durch zu starke Erhitzung kann es zur Schädigung durch intramolekulare Reaktionen zwischen Seitengruppen im Proteinverband kommen, wodurch die Verfügbarkeit von Cystein, Methionin und Threonin vermindert wird (KIRCHGESSNER, 2011).

Ein hoher Fettanteil in der Nahrung wirkt sich im Allgemeinen positiv auf die Verdaulichkeit der anderen Nährstoffe, insbesondere des Proteins, aus. Ursache hierfür ist die durch die höhere Fettkonzentration eintretende längere Verweildauer des Nahrungsbreies im Magen. Somit können Verdauungsenzyme, wie vor allem Pepsin, länger einwirken (LONG et al., 1963). Erhöhte Rohfasergehalte können sowohl die scheinbare als auch die wahre Verdaulichkeit der Proteine negativ beeinflussen. Als Grund hierfür wurde eine, durch die Faser bedingte, beschleunigte Darmpassage angenommen (MEYER u. ZENTEK, 2010a).

### 2.1.2 Die Verdauung der Fette

Die Fettverdauung beginnt bereits im Magen mit Hilfe der gastralen bzw. lingualen Lipase. Diese hydrolysiert Triacylglycerine zu Diacylglycerinen, Monoacylglycerinen und Fettsäuren. Im Duodenum werden Triacylglycerine mit Hilfe der pankreatischen Lipase ebenfalls zu Diacylglycerinen,  $\alpha$ -Monoacylglycerinen (mit mittelständiger Fettsäure) und Fettsäuren hydrolysiert. Für diesen Vorgang ist die Anwesenheit von Colipase, welche vom Pankreas als inaktive Pro-Colipase sezerniert und durch Trypsin aktiviert wird, nötig. Ebenfalls notwendig für die Lipasewirkung ist die Anwesenheit von konjugierten Gallensäuren im Darmlumen. Diese bewirken eine Emulgierung der wasserunlöslichen Lipide im wässrigen Milieu des Dünndarmlumens. Die Triacylglycerine und Gallensäuren schließen sich spontan zusammen, so dass die hydrophoben Anteile der Triacylglycerine im Zentrum und die hydrophilen Anteile der Gallensäuren nach außen gerichtet sind. Diese Zusammenlagerung bewirkt eine Oberflächenvergrößerung, durch welche die Lipasen die Triacylglycerine effektiver hydrolysieren können (ENGELHARDT u. BREVES, 2010).

Mit Hilfe der konjugierten Gallensäuren lagern sich die Monoacylglycerine und Fettsäuren spontan zu gemischten Mizellen zusammen. Hier liegt der hydrophobe Molekülanteil zentralwärts und der hydrophile Anteil ist nach außen gerichtet. Dies ist die Voraussetzung für die Löslichkeit im wässrigen Dünndarmmilieu (ENGELHARDT u. BREVES, 2010).

So gelangen kurzkettige Fettsäuren und Monoglyceride im Jejunum durch Diffusion in die Epithelzellen und treten anschließend direkt ins Blut über. Langkettige Fettsäuren werden ebenfalls als Mizellen in das Dünndarmepithel resorbiert dort aber zu Triglyceriden verestert und mit einer Lipoproteinhülle umgeben. Diese gelangen in so genannten Chylomikronen zusammen mit Cholesterol, Phospholipiden und fettlöslichen Vitaminen in die Darmlymphe (ENGELHARDT u. BREVES, 2010).

#### Die Verdaulichkeit der Fette

Die Fettverdaulichkeit ist abhängig von der Länge der Fettsäuren und vom Schmelzpunkt des Fettes (KIRCHGESSNER, 2011).

Die Verdaulichkeit kurzkettiger, ungesättigter Fettsäuren ist besonders hoch. Je langkettiger oder auch gesättigter die Fette sind, umso höher liegt ihr Schmelzpunkt. Dies gilt auch für

hydrierte Fette. Somit liegen die Triglyceride nicht in ausreichend flüssiger Tröpfchenform vor. Dies erschwert die für den Fettverdauungsvorgang nötige Emulsion, wodurch sich die Resorbierbarkeit im Darm verschlechtert (KIRCHGESSNER, 2011).

Einen ebenfalls negativen Einfluss auf die Verdaulichkeit der Fette haben hohe Kalziummengen im Futter. Dies beruht vermutlich auf der durch das Kalzium bedingten Seifenbildung (MEYER u. ZENTEK, 2010a).

### **2.1.3. Die Verdauung der Kohlenhydrate und pflanzlichen Gerüstsubstanzen**

Bei den Kohlenhydraten unterscheidet man die so genannte unlösliche Faser der pflanzlichen Gerüstsubstanzen (Nicht-Stärke-Polysaccharide (NSP), Lignin) (CUMMINGS, 1981) und die Stickstoff-freien Extraktstoffe (NfE). Bei den NfE handelt es sich um  $\alpha$ -glycosidisch verknüpfte Polysaccharide (Stärke und Glykogen), lösliche Zucker und lösliche Teile der Zellulose, Hemizellulose, Lignine und Pektine (KAMPHUES et al., 2009a).

Membrangebundene Verdauungsenzyme spalten vorhandene Di- und Trisaccharide in Monosaccharide (CASPARY, 1992). Dies sind hauptsächlich Glukose und Fruktose. Die pankreatische  $\alpha$ -Amylase spaltet Stärke in Maltose, Maltotriose und  $\alpha$ -Limit-Dextrine. Die  $\alpha$ -glycosidisch verknüpften Kohlenhydrate werden mit Hilfe verschiedener Träger in die Enterozyten des Dünndarmes aufgenommen (MEYER u. ZENTEK, 2010a).

#### Die Verdaulichkeit der Kohlenhydrate

Einfluss auf die Verdaulichkeit der Kohlenhydrate nimmt unter anderem auch der Zermahlungsgrad des Futters, aber auch die Vorbehandlung. Gerade native Knollenstärken können kaum verdaut werden, wogegen bei Getreide der Einfluss der Vorbehandlung (Kochen) gering zu sein scheint. Negativ beeinflusst wird die Verdaulichkeit durch hohe Rohfasergehalte. Vor allem die Verdaulichkeit der NfE wird durch die schnellere Futterpassage gesenkt (MEYER u. ZENTEK, 2010a).

#### Die Verdaulichkeit der pflanzlichen Gerüstsubstanzen

„Ballaststoffe“ (Rohfaser) sind schwer- bis unverdauliche Stoffe in der Nahrung. Sie beeinflussen den Füllungsdruck im Verdauungskanal, fördern somit Peristaltik und Chymuspassage. Die nicht fermentierbaren Substanzen beeinträchtigen vor allem die

Verdaulichkeit anderer Nahrungskomponenten, die fermentierbaren können von den Mikroorganismen der Darmflora verwertet werden. Pektine und Gums binden Wasser im Kot und verursachen dadurch weiche Kotkonsistenz (MEYER u. ZENTEK, 2010a).

#### Die Verdaulichkeit der organischen Substanz

Die organische Substanz (oS) setzt sich aus den Hauptnährstoffen zusammen. Dies sind in der Ration enthaltene Proteine, Fette, verdauliche sowie unverdauliche Kohlenhydrate.

Der Gehalt an Rohfaser in der Ration nimmt großen Einfluss auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz. Verdaulichkeitsversuche zeigten, dass die scheinbare Verdaulichkeit der organischen Substanz um 1,6 % zurückgeht, wenn der Rohfasergehalt in der Ration um 1 % in der Trockensubstanz erhöht wurde (MEYER u. ZENTEK, 2010a). Eine mögliche Ursache für die negative Auswirkung hoher Rohfasergehalte auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz liegt in der Beeinflussung der Futterpassage (RIKLIN, 1973).

Auch ein erhöhter Aschegehalt wirkt sich negativ auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz aus. Dies konnte bereits 1907 durch STEEL und GIES, durch MENDEL und FINE 1911 als auch 1953 durch UDALL und MCCAY in Versuchen an Hunden nachgewiesen werden. Der erhöhte Aschegehalt bewirkt im Magen eine Abpufferung des Säuregehaltes und somit eine fehlende Pepsinaktivierung bzw. Pepsinwirkung. Dies wiederum bewirkt eine schnellere Magendarmpassage und somit eine verkürzte Resorptionszeit der Nährstoffe. So hat auch die erhöhte Zugabe von Kalzium eine nachweislich puffernde Wirkung auf den Säuregehalt des Magens (KIENZLE, 1994).

## **2.2 Die Resorption von Mineralstoffen und Wasser**

### **2.2.1 Resorption von Natrium (Na), Chlorid (Cl) und Wasser**

Die Resorption der Mineralstoffe erfolgt im Dünndarm. So wird Na überwiegend elektrogen über Na-Cotransport-Systeme, wie z.B. den Na-Glukose-Cotransport, aber auch mit Hilfe des Na/H-Austauschers resorbiert (ENGELHARDT u. BREVES, 2010).

Cl hingegen wird hauptsächlich parazellulär und im geringen Umfang transzellulär über einen Cl/HCO-Austauscher resorbiert. Dem durch die Resorption der Mineralstoffe aufgebauten osmotischen Gradienten folgend, gelangt Wasser in die Enterozyten. Die Wasserresorption induziert dabei zusätzlich den parazellulären Transport von Na, K, Mg und Cl (ENGELHARDT u. BREVES, 2010).

### **2.2.2 Resorption von Kalzium (Ca)**

Ca wird nur im Duodenum und proximalen Jejunum aktiv resorbiert. Im Bereich des distalen Jejunums und Ileums wird es sogar parazellulär in das Darmlumen sezerniert. Die Resorption vom Darmlumen in die Enterozyten erfolgt entlang eines steilen elektrochemischen Gradienten durch spezielle Ca-Kanäle. Innerhalb der Enterozyten wird es reversibel an Calbindin (Ca bindendes Protein) gebunden und schließlich aktiv durch eine Ca-Adenosintriphosphatase (Ca-ATPase) und einen 3Na/Ca-Austauscher aus der Zelle befördert (ENGELHARDT u. BREVES, 2010). Die Ausscheidung von Ca erfolgt über den Dünndarm, abhängig von der Höhe der Ca-Aufnahme und in geringem Ausmaß über die Nieren (MEYER u. ZENTEK, 2010). Die Ca-Resorption erfolgt bei adulten Tieren hauptsächlich aktiv und wird je nach Bedarf geregelt, bei Jungtieren vorwiegend passiv (ALLEN, 1982).

### **2.2.3 Resorption von Magnesium (Mg)**

Die Resorption von Mg erfolgt sowohl im Dün- als auch im Dickdarm. Im proximalen Dünndarm wird Mg durch „solvent drag“ also mit dem Wasserstrom „mitgerissen“ und so parazellulär resorbiert. Im distalen Dünndarm und auch im Kolon erfolgt die Resorption transzellulär aber auch durch aktiven Transport. Der dabei zu Grunde liegende Mechanismus ist jedoch noch nicht ausreichend geklärt (ENGELHARDT u. BREVES, 2000).

#### **2.2.4 Resorption von Phosphat (HPO, HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)**

Phosphat wird in Form des anorganischen Phosphats (HPO, HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) im Dünndarm, insbesondere im Jejunum, transzellulär durch aktiven Transport resorbiert. Mit Hilfe eines Na-Cotransports wird Phosphat in das Zottenepithel aufgenommen. Der Austritt von Phosphat in das Interstitium erfolgt hingegen durch carriervermittelte, erleichterte Diffusion (ENGELHARDT u. BREVES, 2010).

##### Beeinflussung der Verdaulichkeit der Mengenelemente

Kohlenhydrate können über die Einflussnahme auf die Passagegeschwindigkeit der Ingesta und den Kot pH-Wert auf die Verdaulichkeit der Mengenelemente wirken. So konnte ZENTEK (1987) in Fütterungsversuchen mit Katzen durch Laktosezulage eine Zunahme der scheinbaren Verdaulichkeit von Ca, Mg und P nachweisen. Bei KIENZLE (1989) ergab sich eine umso bessere Resorption für Mg und P, je schlechter die Verdaulichkeit der Stärke war. Die Na-Verdaulichkeit verbesserte sich durch die Fütterung gekochter Stärke.

Die Ca-Verdaulichkeit hängt insbesondere vom Alter der Tiere und vom Ca-Gehalt des Futters ab. So steigt sie bei geringem Angebot oder höherem Bedarf an. Die Ca-Verdaulichkeit nimmt generell mit dem Alter ab (MEYER u. ZENTEK, 2010a).

Seit längerem ist bekannt, dass der Zusatz von Laktose die Absorption von Ca aus dem Darm fördert (MEYER u. ZENTEK, 2010a).



## **2.3 Resorption der Spurenelemente**

### **2.3.1 Resorption von Eisen (Fe)**

Voraussetzung für die Resorption von Eisen via aktiven Transport ist die Reduktion von  $\text{Fe}^{+++}$  zu  $\text{Fe}^{++}$ .  $\text{Fe}^{++}$  scheint mit Hilfe eines in die Basalmembran eingelagerten Glykoproteins passiv in die Epithelzelle zu gelangen. Im Zytoplasma wird es an Mobilferrin (Fe-bindendes Protein) gebunden und anschließend unter Adenosintriphosphat(ATP) -Verbrauch aus der Zelle geschleust. Der genaue Mechanismus des Ausschleusens ist derzeit nicht bekannt (ENGELHARDT u. BREVES, 2010).

### **2.3.2 Resorption von Kupfer (Cu), Zink (Zn) und Mangan (Mn)**

Die Resorption von Cu, Zn und Mn erfolgt vor allem im Bereich des proximalen Dünndarms. Die dabei zugrunde liegenden Resorptionsmechanismen entsprechen weitestgehend denen des Eisens. So gelangen die Ionen ebenfalls passiv teilweise an zytoplasmatische Speicher- und Transportproteine gebunden in die Zelle. Innerhalb der Zelle werden vor allem Cu und Zn, in geringerem Maße Mn, an Metallothionein, ein kleines Cystein-reiches Protein, gebunden (ENGELHARDT u. BREVES, 2010).

Bei adulten Tieren und normaler Stoffwechsellage werden etwa 20 % des über das Futter aufgenommenen Cu resorbiert. Die Resorption von Zn und Mn liegen bei 50 % bzw. unter 5 % (ENGELHARDT u. BREVES, 2010).

#### Beeinflussung der Verdaulichkeit der Spurenelemente

Die Resorption der einzelnen Spuren- aber auch Mengenelemente ist stark von gegenseitigen Interaktionen geprägt.

Es ist nachgewiesen, dass eine zu hohe Zn-Zufuhr über das Futter die Cu-Resorption hemmt (ENGELHARDT u. BREVES, 2010). Dieser Effekt scheint auf einer Induktion von Metallothionein zu beruhen. Dieses bindet nun außer Zn vermehrt Cu und reduziert somit den Export von Cu aus den Enterozyten.

Auch für Fe sind komplexe Interaktionen mit anderen Elementen bekannt. So können hohe Ca- (MEYER et al., 1989), P- (McDOWELL, 1992) und Cu- (MEYER et al., 1989) Gehalte die Fe-Resorption beeinträchtigen.

Insgesamt ist die Beeinflussbarkeit der Verdaulichkeit der Spurenelemente sehr vielfältig, so dass es schwer ist, klare Zusammenhänge und Wirkungen auf die Verdaulichkeiten darzustellen.

## **3 Das „BARF“-Konzept**

### **3.1 Definition**

Die Rohfütterung ist ein aktueller Trend in der Ernährung von Hunden. Mit dieser Art der Fütterung soll die Ernährung des Vorfahren des Hundes, des Wolfes, nachvollzogen werden. Kommerzielles Fertigfutter wird als „unnatürlich“ abgelehnt, stattdessen soll der Hund mit rohen Zutaten ernährt werden. Es existieren verschiedene Konzepte zur Rohfütterung, der Begriff „BARF“ hat sich aber als Synonym für die Rohfütterung durchgesetzt. Ursprünglich stammt dieser Begriff aus den USA, dort bedeutete es „Born Again Raw Feeders“ („neugeborene Rohfütterer“) oder „Bones And Raw Foods“ („Knochen und rohes Futter“). Am populärsten ist die Bezeichnung „Biologically Appropriate Raw Foods“, im Deutschen übersetzt mit „Biologisch artgerechtes rohes Futter“.

### **3.2 Die Rationszusammensetzung**

Der Wolf ist ein Beutefresser, das heißt, dass er seine Beute, v.a. Würmer, Insekten, Fische, Mäuse, kleine Nager und Wildwiederkäuer, bis auf wenige schwer- bzw. unverdauliche Reste vollständig frisst und somit alle für einen Karnivoren wichtigen Nährstoffe aufnimmt (MEYER u. ZENTEK, 2010a).

Beim „BARFen“ wird versucht, bei der Fütterung ein komplettes Beutetier zu imitieren. Der Hauptbestandteil einer Ration ist daher Fleisch (verschiedene Sorten von verschiedenen Tierarten) als Protein-, Fett- und Mineralstofflieferant sowie Innereien (z.B. Pansen, Blättermagen, Herz, Milz, Niere, Leber) gefolgt von verschiedenen Gemüse- und Obstsorten (eventuell Kohlenhydraten), die den Mageninhalt eines Beutetiers darstellen sollen. Knochen werden als Kalziumquelle verwendet, zusätzlich können verschiedene Pflanzenöle, Kräuter und Milchprodukte, wie zum Beispiel Hüttenkäse, Joghurt und Quark, in der Ration enthalten sein.

### **3.3 Problematik**

Das BARF-Konzept ist bisher kaum wissenschaftlich erarbeitet worden, fast alle Informationen über die Zusammensetzung der Rationen werden aus Büchern entnommen, die nicht von TierärztInnen oder anderen ExpertInnen geschrieben wurden (siehe BILLINGHURST, 2001 oder SIMON, 2008). Dadurch besteht trotz genauer Rezepte, die HundebesitzerInnen in Büchern oder im Internet finden können, die Gefahr der Fehlversorgung des Hundes. LAUTEN et al. (2005) untersuchten 85 veröffentlichte Rezepte für die Herstellung von selbstgemachtem Hunde- und Katzenfutter und stellten fest, dass 86 % inadäquat in mindestens einem Nährstoff waren.

Bei einer aktuellen Umfrage zum Thema BARF unter HundebesitzerInnen in Österreich und Deutschland inklusive Überprüfung der gefütterten Rationen stellten HANDL et al. (2012) fest, dass keine der 56 Rationen eine optimale Nährstoffzusammensetzung aufwies.

Auch Fallberichte über schwere Mangelercheinungen durch fehlerhaft zusammengesetzte, von Besitzern hausgemachte Rationen finden sich in letzter Zeit gehäuft. HUTCHISON et al. (2012) beschreiben den Fall eines acht Monate alten Berner Sennenhund-Rüden, der aufgrund von unausgewogenem Futter mit tetanischen Krämpfen, Hyperthermie und Osteochondritis dissecans vorgestellt wurde. In der Blutuntersuchung konnten Hypokalzämie, Hyponatriämie, Hypochlorämie und Hyperphosphatämie sowie Vitamin D-Mangel festgestellt werden. Auch bei einer sechs Jahre alten Rottweilerhündin mit Kieferschwellung („rubber-jaw-Syndrom“) konnte ein ernährungsbedingter Calcium- und Vitamin D-Mangel festgestellt werden, der auf inadäquate Diät zurückzuführen war (FORNEL-THIBAUD et al., 2007).

Auch die in der Einleitung erwähnte Kontamination mit Mikroorganismen und Parasiten und eventuelle Infektionen von Tier und Mensch sind zu bedenken.

Adäquate Versorgung des Hundes kann nur gewährleistet werden, wenn die Rationen anhand des individuellen Nährstoffbedarfs berechnet werden, was durch Verwendung eines Rationsberechnungsprogramms erleichtert wird. Eine sehr gute Aufklärung durch den Tierarzt/die Tierärztin ist bei dieser Art der Fütterung von größter Wichtigkeit.

## **4 Tiere, Material und Methode**

### **4.1 Hunde**

Die Studie wurde von der Ethikkommission der Vetmeduni Vienna nach der aktuellen Gesetzgebung und den Richtlinien der guten wissenschaftliche Praxis überprüft und genehmigt. Es handelt sich nicht um einen genehmigungspflichtigen Tierversuch nach Tierversuchsgesetz.

An dem Versuch nahmen sieben erwachsene Beagles teil, drei Rüden und vier Hündinnen (siehe Tab. 1). Die Hunde waren im Besitz des Instituts für Tierernährung und funktionelle Pflanzenstoffe der Vetmeduni Vienna. Sie wurden in Gruppen mit Zugang zu einem Außenauslauf gehalten. Lediglich während der Kotsammelphase wurden sie in Einzelkäfige verbracht. Alle Hunde waren zu Beginn des Versuches klinisch gesund und hatten insbesondere keine Symptome, die auf Erkrankungen des Verdauungstrakts hinweisen (wie Durchfall oder Erbrechen). Vor dem Versuch hatten alle Hunde ein kommerzielles Trockenfutter bekommen.

Eine Hündin (Medea) schied nach Durchgang 2 krankheitsbedingt aus und wurde in Durchgang 3 und 4 durch Lotte ersetzt.

*Tab. 1: Daten der Versuchshunde*

Name	Geschlecht	Geburtsdatum	Gewicht zu Versuchsbeginn (kg)
Lotte	Weiblich	25.01.2007	16,5
Medea	Weiblich	27.07.2008	13,6
Maresi	Weiblich	03.05.2009	15,6
Düsi	Weiblich	03.05.2009	15,7
Georgi	Männlich	18.05.2001	18,5
Hermes	Männlich	03.05.2009	17,7
Bobby	Männlich	03.05.2009	17,6

## 4.2 Rationen

Die Hunde erhielten zwei verschiedene Rationen:

Ration 1: roh/gekocht mit Kohlenhydraten

Ration 2: roh/gekocht ohne Kohlenhydrate

Ration 1 bestand aus:

- 58 % magerem und fettem Kopffleisch vom Rind (jeweils in gleichbleibenden Anteilen)
- 18 % Haferflocken
- 12,5 % Karotten
- 10 % Öl
- 1,5 % Mineralfutter

Ration 2 bestand aus:

- 48,5 % magerem und fettem Kopffleisch vom Rind
- 39 % Karotten
- 11,5 % Öl
- 1 % Mineralfutter

Für die gekochten Rationen wurde das Fleisch 15 Minuten gekocht, dann die anderen Zutaten hinzugefügt und noch kurz mitgegart. Das Kochwasser wurde zu den Rationen hinzugefügt. Die Karotten wurden jeweils vorgekocht.

Bei den rohen Rationen wurden nur die Haferflocken in warmem Wasser eingeweicht und dann alle Zutaten vermischt.

Die Rationen wurden mit dem Programm DietCheck<sup>©</sup> Munich berechnet, basierend auf den aktuellen Kenntnissen über den Nährstoffbedarf des Hundes (NRC, 2006).

### **4.2.1 Fleisch**

Verwendet wurden zwei verschiedene Fleischsorten, ein etwas fetteres („Schlachtschnitte“ Firma Loys) und ein mageres Fleisch („Kopffleisch komplett“ Fa. Loys), beides Kopffleisch vom Rind. Dieses wurde in gewolfter Form, entweder roh oder in Wasser gekocht, mitsamt dem Kochwasser verfüttert.

### **4.2.2 Kohlenhydratquelle**

Als hauptsächliche Kohlenhydratquelle dienten Haferflocken („extrazarte Haferflocken“ Fa. Hofer), die, je nach Ration, eingeweicht wurden oder mit dem Fleisch kurze Zeit gekocht wurden.

### **4.2.3 Gemüse**

Hier wurden Karotten verwendet, die roh püriert oder gekocht püriert verfüttert wurden. Diese sollten vor allem den Ballaststoffanteil der Ration darstellen.

### **4.2.4 Öl**

Es wurde Rapsöl verwendet, welches als Fettanteil gut geeignet ist und aus hohen Anteilen an einfach ungesättigten Fettsäuren, vor allem Ölsäure, besteht. In 100 g Rapsöl sind 7 g gesättigte Fettsäuren, 62 g einfach ungesättigte Fettsäuren (überwiegend Ölsäure) und 29 g mehrfach ungesättigte Fettsäuren enthalten. Der Anteil der mehrfach ungesättigten Fettsäuren besteht unter anderem aus 18 g Omega-6-Fettsäuren (Linolsäure) und 9 g Omega-3-Fettsäuren (Linolensäure) (UFOP, 2009).

### **4.2.5 Mineralfutter**

Zur Ergänzung der Mineralstoffe, Vitamine und Spurenelemente waren in den Rationen je 5 g Mineralfutter („Marienfelde Vitakalk“ MFE Marienfelde GmbH, Hamburg, Deutschland) enthalten.

Zusammensetzung: 37 % Calciumcarbonat, 35 % Monocalciumphosphat, 16 % Natriumchlorid, 3 % Bierhefe, 3 % Calciumfumarat, 3 % Magnesiumfumarat, 1 % Magnesiumoxid



## 4.2.6 Futtermenge

Tab. 2: Rationszusammensetzungen

Futter- zusammen-	Hund	Ration	Kopf- fleisch	mageres Fleisch	Hafer- Flocken	Karot- ten	Öl	Kalk	Menge gesamt (g)
Durchgang 1	Georgi	Gek. Mit	100	130	70	50	40	5	395
Durchgang 2	Georgi	gek. Ohne	150	160		200	70	5	585
Durchgang 3	Georgi	roh ohne	150	160		200	70	5	585
Durchgang 4	Georgi	roh mit	125	163	88	63	50	5	494
Durchgang 1	Bobby	gek. Mit	100	130	70	50	40	5	395
Durchgang 2	Bobby	gek. Ohne	170	160		200	70	5	605
Durchgang 3	Bobby	roh ohne	170	160		200	70	5	605
Durchgang 4	Bobby	roh mit	125	163	88	63	50	5	494
Durchgang 1	Hermes	gek. Mit	100	130	70	50	40	5	395
Durchgang 2	Hermes	gek. Ohne	170	160		200	70	5	605
Durchgang 3	Hermes	roh ohne	170	160		200	70	5	605
Durchgang 4	Hermes	roh mit	125	163	88	63	50	5	494
Durchgang 1	Maresi	roh mit	100	100	50	50	40	5	345
Durchgang 2	Maresi	roh ohne	150	130		200	60	5	545
Durchgang 3	Maresi	gek. Ohne	150	130		200	60	5	545
Durchgang 4	Maresi	gek. Mit	125	125	63	63	40	5	421
Durchgang 1	Düsi	roh mit	100	100	50	50	30	5	335
Durchgang 2	Düsi	roh ohne	120	130		200	60	5	515
Durchgang 3	Düsi	gek. Ohne	120	130		200	60	5	515
Durchgang 4	Düsi	gek. Mit	125	125	63	63	40	5	421
Durchgang 1	Medea	roh mit	100	100	40	50	35	5	330
Durchgang 2	Medea	roh ohne	170	130		200	60	5	565
Durchgang 3	Lotte	gek. Ohne	200	130		200	60	5	595
Durchgang 4	Lotte	gek. Mit	125	163	88	63	40	5	484

Die Futtermenge wurde anfangs nach der aktuellen Körpermasse der Hunde berechnet, es stellte sich jedoch bald heraus, dass der Bedarf stark schwankte. Darum wurde die Futtermenge individuell angepasst, sodass die Körpermasse konstant blieb. Jedoch blieb die

prozentuelle Futterzusammensetzung jeweils gleich, damit die Vergleichbarkeit der Rationen erhalten blieb.

### **4.3 Versuchsaufbau**

Eine Ration wurde immer zwei Wochen lang verfüttert. Die erste Woche diente dem Einfüttern, in der zweiten Woche wurde für den Verdaulichkeitsversuch Kot gesammelt.

Der standardisierte Versuchsaufbau von Verdaulichkeitsversuchen beinhaltet mindestens fünf Tage Einfütterung als Adaptionsphase und mindestens fünf Tage Kot sammeln für den Verdaulichkeitsversuch, um tagesabhängige Schwankungen zu vermeiden (NRC, 2006).

Durchgang 1: Rüden: Ration 1 (gekocht mit KH)

Hündinnen: Ration 1 (roh mit KH)

Durchgang 2: Rüden: Ration 2 (gekocht ohne KH)

Hündinnen: Ration 2 (roh ohne KH)

Durchgang 3: Rüden: Ration 2 (roh ohne KH)

Hündinnen: Ration 2 (gekocht ohne KH)

Durchgang 4: Rüden: Ration 1 (roh mit KH)

Hündinnen: Ration 1 (gekocht mit KH)

Mittels dieses „Latin Square“ Designs wurde so jede Ration in gekochtem und rohem Zustand innerhalb von acht Wochen an jeden Hund verfüttert. Dieses Verfahren wurde angewendet, um Störungen, wie z.B. individuelle oder witterungsbedingte Einflüsse auf die Verdaulichkeit und die Kotkonsistenz, und somit eine Verfälschung der Ergebnisse, auszuschließen.

#### **4.4 Kotsammelphase**

Jeweils in der zweiten Fütterungswoche wurde der gesamte Kot eines Hundes täglich gesammelt und als Sammelprobe der ganzen Woche eingereicht, beurteilt wurde die Kotkonsistenz jedes Hundes bei jedem Kotabsatz sowie die Gesamtkotmenge einer Woche und die Kotabsatzfrequenz.

#### **4.5 Kotkonsistenz**

Während der Kotsammelphasen war geschultes Personal (TierpflegerInnen) beauftragt, vor dem Sammeln die Konsistenz des Kotes jedes Hundes zu bestimmen. Dies wurde anhand eines standardisierten 5 Punkte-Systems durchgeführt, wobei 1 sehr hart und 5 wässrig ist, die erwünschte Konsistenz liegt bis ca. 2 bis 2,5. Die TierpflegerInnen haben jahrelange Erfahrung mit dieser Methode.

*Tab. 4: Kot-Beurteilungsschema beim Hund*

Stufe	Bewertung
1	sehr harter Kot
2	geformter, trockener Kot, nicht hart
3	geformter Kot, sehr weich
4	ungeformter, breiiger Kot
5	wässriger Durchfall

#### 4.6 Körpermasseentwicklung

Die Körperkondition der Hunde wurde mittels einem 9-stufigen Schema (MEYER u. ZENTEK, 2010c) zur Beurteilung des Ernährungszustandes des Hundes ermittelt.

Tab. 3: 9-stufiges Schema zur Beurteilung des Ernährungszustandes des Hundes (MEYER u. ZENTEK, 2010c)

Stufe	Bewertung	Beschreibung
1	Kachektisch	Knochenvorsprünge deutlich sichtbar, direkt unter der Haut liegend, kein erkennbares Körperfett, Muskelverlust
3	Mager	Rippen leicht tastbar, bzw. sichtbar, Dornfortsätze der Lendenwirbel sichtbar, hervorstehende Beckenknochen, sehr deutliche Taille
5	Normal	Rippen leicht tastbar mit geringer Fettabdeckung, Taille erkennbar, sichtbare Einziehung der hinteren Bauchgegend
7	Korpulent	Rippen nur unter Druckenwendung zu fühlen, Fettauflagerungen im Lenden-, und Schwanzbereich, ggr. abdominale Umfangsvermehrung
9	Verfettet	Rippen, Hüfthöcker, Dornfortsätze mit massiven Fettauflagerungen, Fettablagerungen am Hals und deutl. abdominale Umfangsvermehrung

## **4.7 Nährstoffanalyse**

Um die scheinbare Verdaulichkeit der Inhaltsstoffe evaluieren zu können, wurden Futter und Kot mittels Weender-Analyse untersucht.

Eine genaue Beschreibung des Verfahrens findet man in:

Die chemische Untersuchung von Futtermitteln (Methodenbuch Band III mit aktuellen Ergänzungen, K. NAUMANN und R. BASSLER VDLUFA - Verlag, 1976). Im Folgenden eine kurze Zusammenfassung der einzelnen Verfahren.

Die scheinbare Verdaulichkeit (sV) eines Nährstoffes wird mittels folgender Formel errechnet:

$$sV = ((\text{Futter} - \text{Kot}) / \text{Futter}) * 100$$

### **4.7.1 Energie**

Die Brutto-Energie, auch Brennwert genannt, wird im Bombenkalorimeter bestimmt. Unter dem Brennwert versteht man die Wärmemenge in Joule pro Gramm, die bei der Verbrennung eines Stoffes in einem wärmedichten Gerät entsteht.

### **4.7.2 Trockensubstanz (NAUMANN u. BASSLER 1976a)**

Unter der Trockensubstanz versteht man alle bei 103 °C nichtflüchtigen Bestandteile des Futters. Mittels Gefriertrocknung, auch als Lyophilisation oder Sublimationstrocknung bezeichnet, wird das zu trocknende Gut zunächst gefroren. Das Wasser geht anschließend beim Erhitzen vom festen Zustand direkt in den gasförmigen über.

### **4.7.3 Rohprotein (NAUMANN u. BASSLER 1976b)**

Der Rohproteingehalt von Futtermittel wird anhand des nach Kjeldahl ermittelten Stickstoffgehalts berechnet. Die Probe wird mit Schwefelsäure in Anwesenheit eines Katalysators aufgeschlossen und die saure Lösung dann mit Natronlauge alkalisiert. Der freigesetzte Ammoniak wird in eine Vorlage überdestilliert, die eine bestimmte Menge Schwefelsäure enthält, deren Überschuss mit einer Natronlauge-Maßlösung titriert wird.

Das Rohprotein kann neben Proteinen auch N-haltige Verbindungen nichteiweißartiger Natur enthalten.

#### **4.7.4 Rohfett (NAUMANN u. BASSLER 1976c)**

Zur Bestimmung des Fettgehalts einer Probe sind drei Schritte notwendig, und zwar die Hydrolyse, die Extraktion und die Berechnung.

Die Probe wird in verdünnter Salzsäure gekocht, dadurch werden Proteine und hochmolekulare Kohlenhydrate zu säurelöslichen Bestandteilen aufgespalten und somit das Fett freigesetzt. Dann wird die Probe getrocknet und mittels Lösungsmitteln das Fett extrahiert.

#### **4.7.5 Rohasche (NAUMANN u. BASSLER 1976f)**

Enthält Mineralstoffe sowie sonstige anorganische Substanzen. Diese werden durch Erhitzung auf 550 °C von der organischen Masse getrennt.

#### **4.7.6 Stickstoff-freie Extraktstoffe (NfE) (NAUMANN u. BASSLER 1976e)**

Enthalten  $\alpha$ -glycosidisch gebundene Polysaccharide, lösliche Zucker sowie lösliche Teile von Zellulose, Hemizellulose, Lignin und Pektinen.

Die NfE sind der Teil der organischen Substanz, der nach Abzug von Rohprotein, Rohfett und Rohfaser bleibt.

#### **4.7.7 Organische Substanz**

Die organische Substanz eines Futtermittels ist der Anteil an Trockenmasse, der nach Abzug der Rohasche übrig bleibt.

## **4.8 Statistik**

Die Ergebnisse sowie die Balkendiagramme wurden mittels EXCEL 2010, Fa. Microsoft erstellt, alle Analysenwerte wurden hierzu in dieses Programm eingetragen. Dann wurde die Signifikanz der Ergebnisse mittels IBM SPSS Statistics Standard ermittelt.

Die Ergebnisse der scheinbaren Verdaulichkeiten, Kotmenge und Kot-TS wurden mittels Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung geprüft. Wenn die Normalverteilung gegeben war, wurden eine Poweranalyse und T-Tests durchgeführt. Wenn die Daten nicht normal verteilt waren, sowie im Fall von Kotkonsistenz und Kotabsatzfrequenz, wurden die Ergebnisse mittels Mann-Whitney-U-Test verglichen.  $P < 0,05$  wurde als signifikant betrachtet.

Im Folgenden steht die Abkürzung „gekocht mit“ für die gekochten Rationen mit Kohlenhydraten, die Abkürzung „gekocht ohne“ für die gekochten Rationen ohne Kohlenhydrate, „roh mit“ für die rohe Ration mit Kohlenhydraten und „roh ohne“ für die rohe Ration ohne Kohlenhydrate.

Bei den Signifikanztests wurden immer die kohlenhydrathaltigen Rationen in rohem und gekochtem Zustand und die kohlenhydratfreien Rationen in gekochtem und rohem Zustand miteinander verglichen, da die beiden Rationen zu unterschiedlich waren um sie direkt miteinander zu vergleichen.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Ergebnisse der Weender-Analyse

Tab. 5: Nährstoffgehalte der einzelnen Rationen in der Trockensubstanz (Mittelwert mit Standardabweichung)

Ration	Trocken- substanz %	Rohfaser %	Roh- protein %	Rohfett %	Energie (J/g)	NfE	org. Substanz
gekocht mit	40,45	1,41	25,05	42,37	27583,45	229,03	799,85
SD	5,17	0,14	4,02	3,60	866,40	48,45	155,64
roh mit	35,96	0,71	24,14	47,64	28991,42	184,29	701,43
SD	4,48	0,05	2,74	4,17	618,58	18,52	53,38
gekocht ohne	37,72	1,52	25,99	60,13	32484,63	98,57	1052,04
SD	3,74	0,36	2,98	3,16	977,19	30,16	29,31
roh ohne	35,55	1,17	25,55	58,19	32296,01	95,83	981,35
SD	1,22	0,25	2,04	2,59	1613,24	3,84	68,38

Die Rationen unterschieden sich in der Nährstoffzusammensetzung nur geringfügig, einzig die NfE waren in den kohlenhydrathaltigen Rationen wesentlich höher (zwischen 184,29 bzw. 229,03 %) und die organische Substanz hier aber niedriger (701,43 bzw. 799,85 %) als in den kohlenhydratfreien Rationen. Der Rohfettgehalt war in den Rationen ohne Kohlenhydrate höher.



## 5.2 Scheinbare Verdaulichkeit der Rohnährstoffe im Vergleich

### 5.2.1 Scheinbare Verdaulichkeit der organischen Substanz

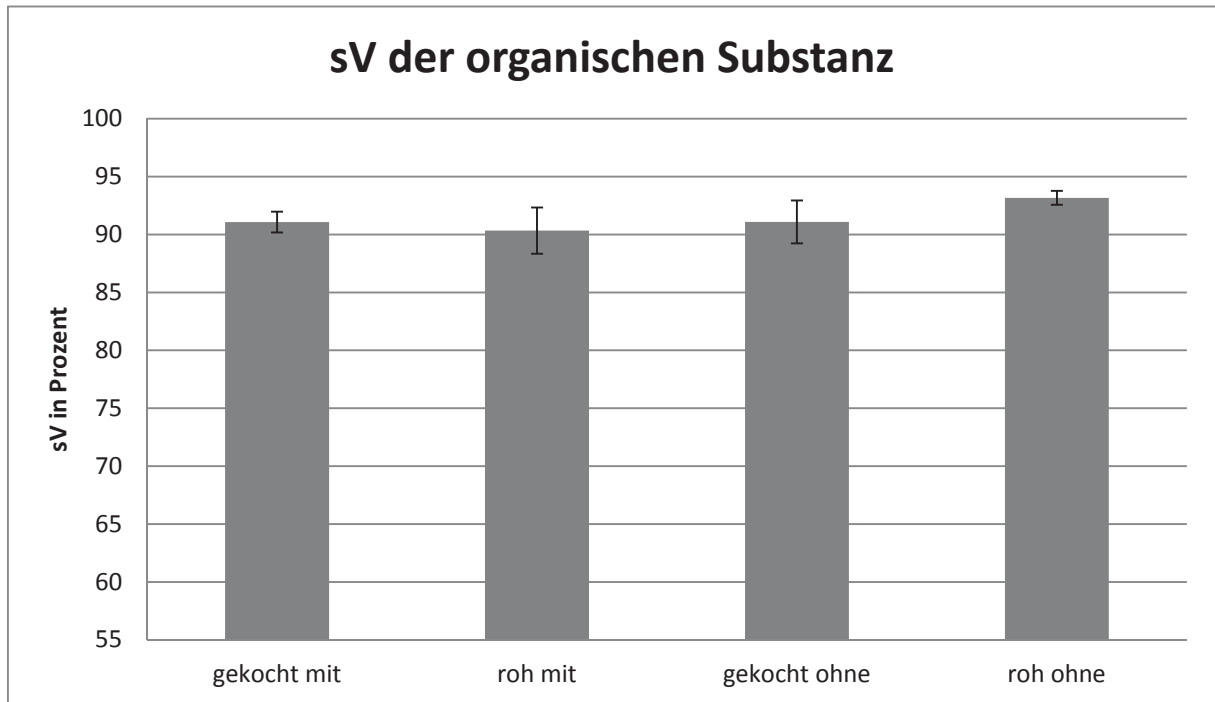


Abb. 1: Scheinbare Verdaulichkeit der organischen Substanz (Mittelwert und Standardfehler)

Die sV der organischen Substanz war bei der rohen Ration ohne Kohlenhydrate mit 93,17 % am höchsten. Die sV bei den gekochten Rationen lag je bei ca. 91 % und am niedrigsten war sie mit 90,34 % bei der rohen Ration mit Kohlenhydraten. Es wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede gefunden.

### 5.2.2 Scheinbare Verdaulichkeit des Rohproteins

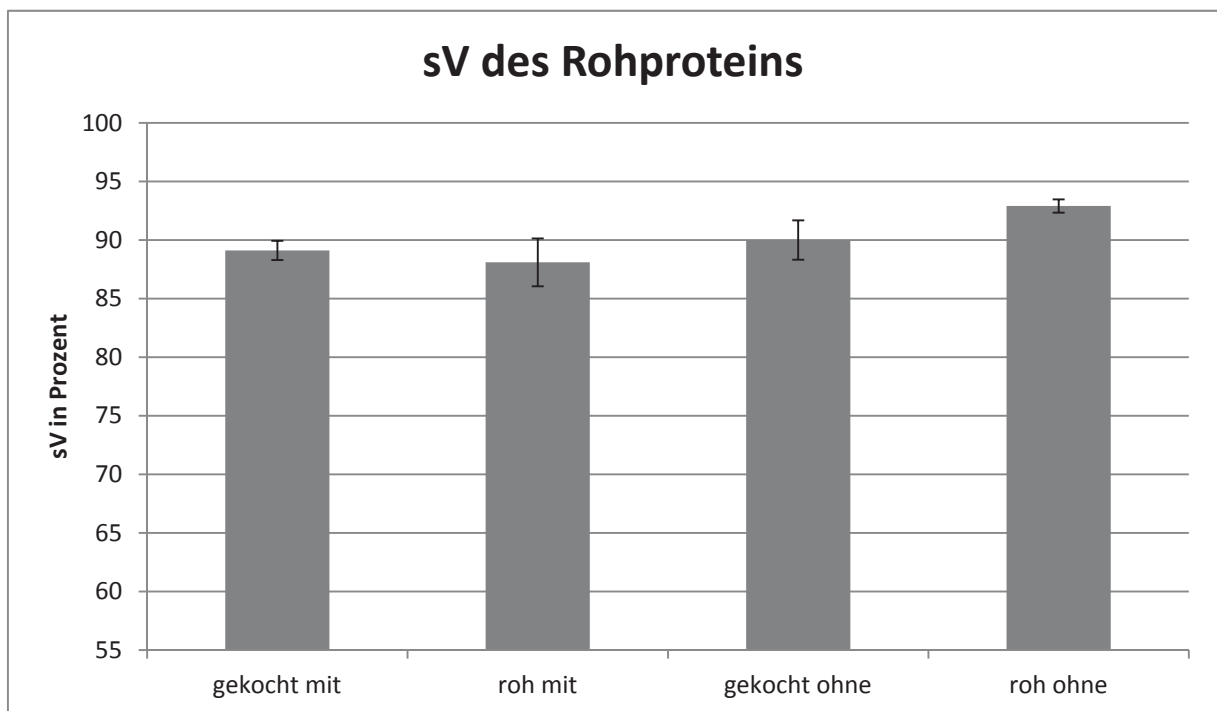


Abb. 2: Scheinbare Verdaulichkeit des Rohproteins (Mittelwert und Standardfehler)

Die sV der rohen Ration ohne Kohlenhydrate lag mit 92,91 % am höchsten, gefolgt von der gekochten Ration ohne Kohlenhydrate mit 90 %. Die sV der Rationen mit Kohlenhydraten war etwas niedriger, 89,11 % bei der gekochten und 88,10 % bei der rohen Ration. Es wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede gefunden.

### 5.2.3 Scheinbare Verdaulichkeit des Rohfettes

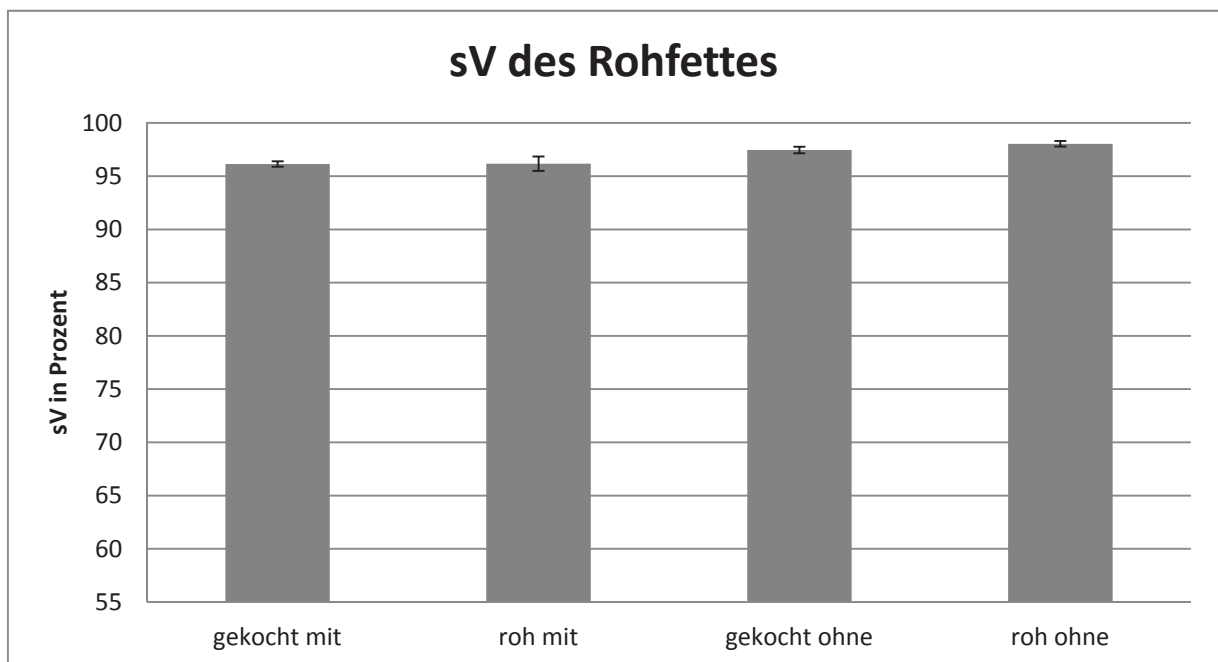


Abb. 3: Scheinbare Verdaulichkeit des Rohfettes (Mittelwert und Standardfehler)

Mit 98,04 % war bei der rohen Ration ohne Kohlenhydrate die sV des Rohfettes am höchsten, bei der gekochten Ration ohne Kohlenhydrate lag sie bei 97,46 %. Bei den Rationen mit Kohlenhydraten lag sie jeweils bei ca. 96 %. Es wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede gefunden.

#### 5.2.4 Scheinbare Verdaulichkeit der Energie

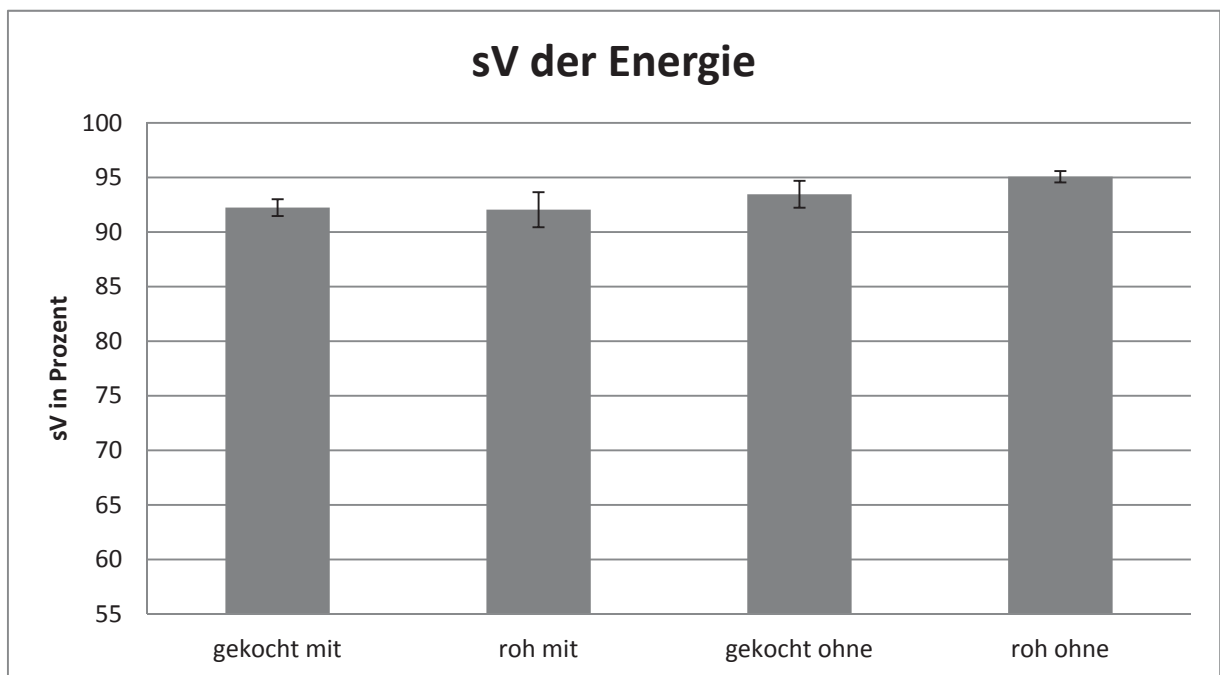


Abb. 4: Scheinbare Verdaulichkeit der Energie (Mittelwert und Standardfehler)

Es lässt sich erkennen, dass auch hier die rohe Ration ohne Kohlenhydrate am besten verdaulich war. Die sV lag hier bei 95,07 %, die gekochte Ration ohne Kohlenhydrate mit 93,46 % am zweitbesten.

Die sV der Energie bei den Rationen mit Kohlenhydraten war mit ca. 92 % etwa gleichhoch. Es wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede gefunden.

### 5.2.5 Scheinbare Verdaulichkeit der NfE

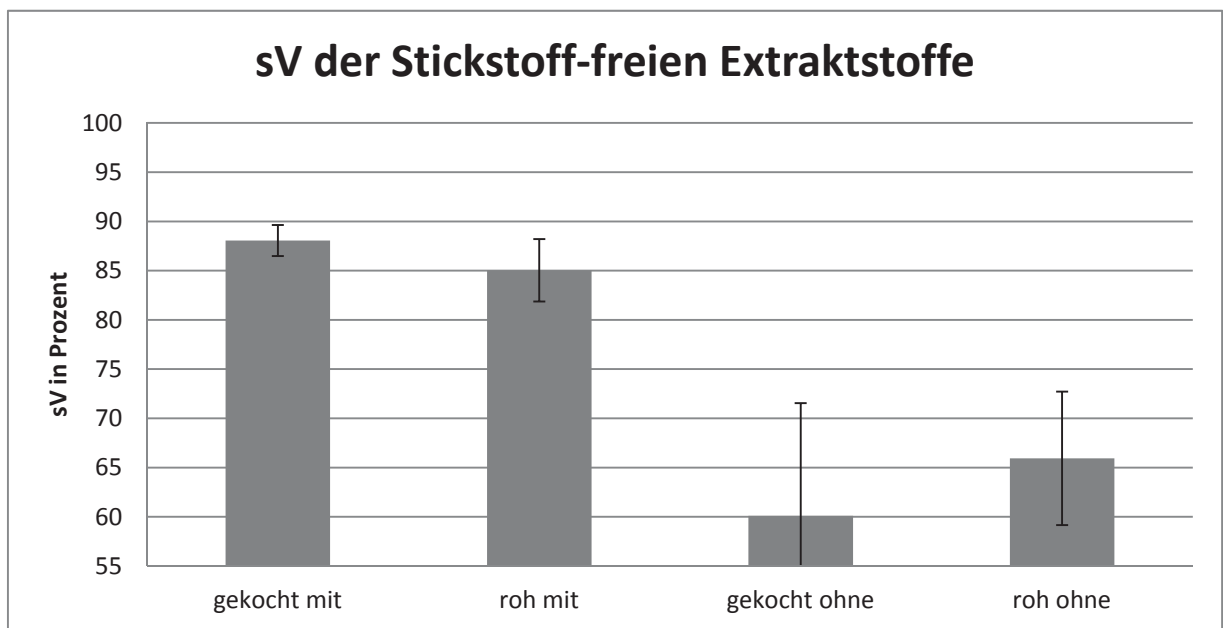


Abb. 5: Scheinbare Verdaulichkeit der Stickstoff-freien Extraktstoffe (Mittelwert und Standardfehler)

Hier war die sV der NfE bei der gekochten Ration mit Kohlenhydraten mit 88,06 % am höchsten, bei der rohen Ration mit Kohlenhydraten waren es 85,03 %. Wesentlich kleinere sV wurden mit 65,94 % bei der rohen kohlenhydratfreien Ration und 60,10 % bei der gekochten kohlenhydratfreien Ration ermittelt. Es wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede gefunden.

## 5.3 Kotanalyse

### 5.3.1 Durchschnittliche Kotmenge pro Tag

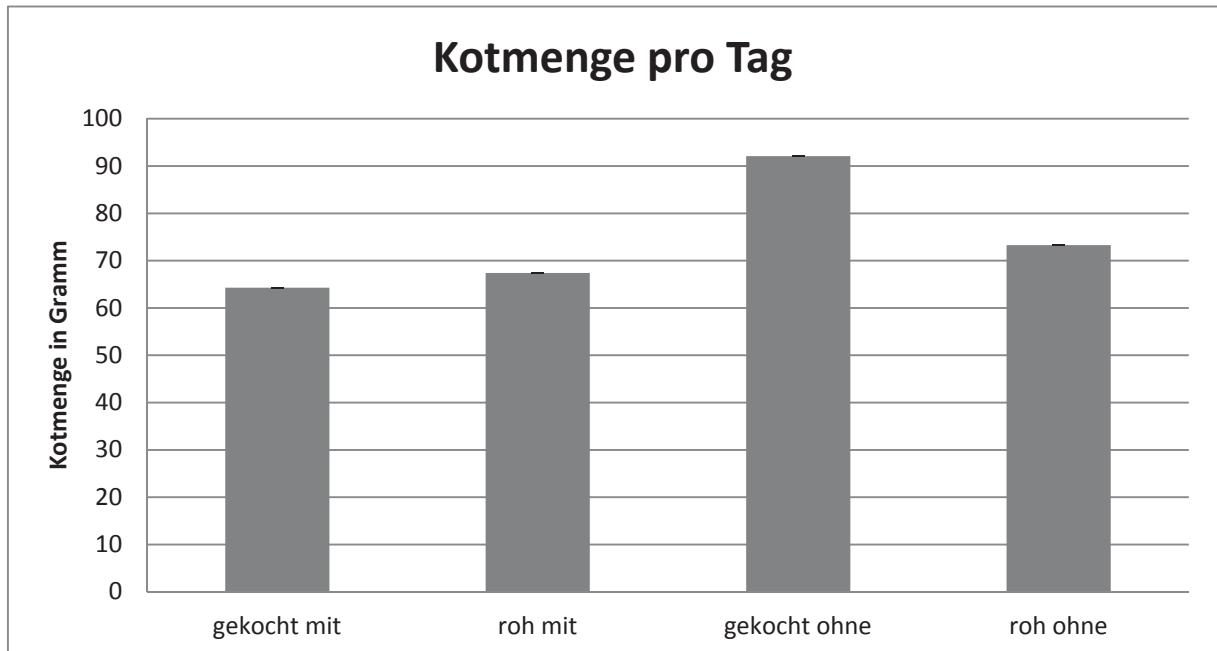


Abb. 6: Mittelwert der Menge des ausgeschiedenen Kotes/Tag mit Standardfehler

Die Kotmenge war bei den Rationen mit Kohlenhydraten etwas geringer, sie lag bei 64,28 g/Tag bei der gekochten Ration (18,0 g TS) - das entspricht 22,6 % der TS der Tagesration - und 67,40 g/Tag bei der rohen Ration (18,0 g TS) - das entspricht 18,7 % der Futter-TS. Höher war sie bei den kohlenhydratfreien Rationen mit 73,27 g/Tag (17,6 g TS) (roh ohne), entsprechend 24,9 % der Futter-TS, bzw. 92,09 g/Tag (23,17 g TS) (gek. ohne) entsprechend 36,9 % der Futter-TS. Es wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede gefunden.

### 5.3.2 Kotkonsistenz

Tab. 5: Kotkonsistenz der Hunde bei den unterschiedlichen Rationen

Ration	Median	Minimum	Maximum
gekocht mit	2,5	5	2
roh mit	2,5	3,75	2
gekocht ohne	2,3	4,75	2
roh ohne	2,4	3,5	2

Bei allen Rationen lag die Kotkonsistenz im optimalen Bereich, sie unterschied sich nur sehr geringfügig.

Die Kot-TS lag bei den gekochten Rationen mit Kohlenhydraten im Mittel bei 28,05 %, bei den rohen Rationen mit Kohlenhydraten bei 27,98 %, bei den gekochten Rationen ohne Kohlenhydrate bei 25,51 % und bei den rohen Rationen ohne Kohlenhydrate bei 24,48 %.

Es fanden sich keine statistisch signifikanten Unterschiede.

Verdauungsprobleme (Durchfall, Erbrechen) traten bei diesem Versuch nicht auf. Die Rationen wurden immer vollständig aufgefressen.

### 5.3.3 Kotabsatzfrequenz

Tab. 6: Kotabsatzfrequenz (Defäkationen pro Tag) der Hunde bei unterschiedlichen Rationen

Ration	Median	Minimum	Maximum
gekocht mit	1	1	2
roh mit	1	0	2
gekocht ohne	1	0	2
roh ohne	1	0	2

Fast immer setzten die Hunde einmal am Tag Kot ab, in wenigen Ausnahmen auch zweimal, wobei auch hier individuelle Unterschiede zu erkennen waren. Statistisch signifikante Unterschiede wurden nicht gefunden.

## 5.4 Körpermasseentwicklung

Zu Beginn der Versuche waren alle Hunde relativ schlank (Stufe 4/9) und nahmen anfangs noch weiter ab, bis wir die richtige Futtermenge gefunden hatten. Am Ende des Versuches hatten alle Tiere dann ihr Idealgewicht erreicht (Stufe 5) (außer Medea, die krankheitsbedingt ausschied).



## 6 Diskussion

In dieser Studie wurde die scheinbare Verdaulichkeit von rohen und gekochten Rationen, mit und ohne Kohlenhydrate, verglichen. Untersucht wurde dies an sechs erwachsenen Hunden der Rasse Beagle, die als Versuchstiere gehalten wurden. In einem Latin Square Design erhielt jeder Hund jede der vier verschiedenen Rationen. Neben der scheinbaren Verdaulichkeit wurden auch die Kotkonsistenz und Kotabsatzfrequenz beurteilt.

Die sV der einzelnen Nährstoffe war insgesamt hoch, sie lag je nach Nährstoff zwischen 80 und 99 %. Dies entspricht den Ergebnissen einer vergleichbaren Studie von BLANCHARD et al. (2009), die die sV einer hausgemachten Ration aus Hühnerbrust, Reis, grünen Bohnen und einem Mineralfutter untersucht hatte.

Die sV der organischen Substanz lag bei 90 bis 93 %, es wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt. Diese Verdaulichkeitswerte sind mit jenen hochwertiger kommerzieller Fertigfuttermittel vergleichbar. Die sV der organischen Substanz wird vor allem durch den Rohfaseranteil in der Ration beeinflusst. Erklären lässt sich dieser Effekt durch die geringere Verdaulichkeit der Faserstoffe, sowie durch die Umschließung der anderen Nährstoffe, Viskositäts erhöhungen und Beschleunigungen der Futterpassage (RIKLIN, 1973). Der Rohfasergehalt der unterschiedlichen Rationen in diesem Versuch war vergleichbar (siehe Tab. 5), er lag im Mittel bei 3,2 % in der TS. Empfohlen wird ein Rohfasergehalt von mind. 1,5 % in der TS, um eine physiologische Darmfunktion sicher zu stellen (MEYER u. ZENTEK, 2010c).

Einen weiteren Effekt auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz hat die Wärmebehandlung, wobei übermäßige Hitzeeinwirkung (z.B. beim Extrudierprozess) diese verringert, während durch die Behandlung mit milder Wärme ein steigender Effekt auf die Verdaulichkeit von Futtermitteln festgestellt werden konnte (SCHMITT, 1978). Dies konnten auch STROUCKEN et al. (1996) bei der sV von Rohprotein in extrudiertem Trockenfutter nachweisen. Diese war hier 6 % niedriger als in der pelletierten Variante. In dieser Untersuchung kam nur milde Wärmeeinwirkung zum Einsatz (Kochen bei haushaltsüblichen Temperaturen), und es konnte kein signifikanter Einfluss auf die sV der organischen Substanz festgestellt werden, welche allerdings ohnehin sehr hoch und daher kaum zu verbessern war.

LONG et al. (1963) konnten feststellen, dass ein hoher Fettgehalt in einer Ration sich positiv auf die Gesamtverdaulichkeit auswirkt, da das Futter durch den Fettgehalt länger im Magen verbleibt. Auch dadurch kann die hohe sV der organischen Substanz der Rationen in dieser Studie erklärt werden.

Der Zerkleinerungsgrad des Fleisches spielt zudem eine Rolle bei der Verdaulichkeit, er senkt diese, vermutlich weil die Magenpassage beschleunigt wird (MEYER und ZENTEK, 2010a). In der vorliegenden Arbeit war das Fleisch in allen Rationen in gewolfte Form verfüttert worden. Typische BARF Rationen, bei denen das Fleisch in großen Stücken vorgelegt wird, könnten daher noch eine höhere sV erzielen.

Die sV des Rohproteins war in der rohen Ration ohne Kohlenhydrate am höchsten (93 %). Sie liegt trotzdem unter der Verdaulichkeit der Proteine von reinem, frischem Fleisch (diese liegt bei 98 %), vermutlich durch die Zugabe von Karotten, die einen geringen Teil an Kohlenhydraten enthalten. Der Zusatz von Kohlenhydraten zu einer Ration kann die Proteinverdaulichkeit um 5–20 % senken, je nach Verdaulichkeit der Kohlenhydratquelle (MEYER u. ZENTEK, 2010a). In der Metaanalyse von PATRA (2011) zeigte sich ebenfalls, dass nicht verdauliche, aber fermentierbare Kohlenhydrate (Prebiotika) die Proteinverdaulichkeit negativ beeinflussen. Daraus lässt sich auch die geringere Verdaulichkeit der Rationen erklären, die zusätzlich Haferflocken als Kohlenhydrate enthielten (knapp unter 90 %). Die Verdaulichkeit der Proteine in den kohlenhydratreichen Rationen könnte noch gesteigert werden, indem statt Haferflocken beispielsweise gekochter Reis verwendet würde, der einen geringeren Rohfasergehalt und dadurch eine Verdaulichkeit von fast 100 % hat. In der Arbeit von BLANCHARD et al. (2009), welche Reis verwendete, lag entsprechend die sV des Rohproteins etwas höher (92 %). In der vorliegenden Studie wurden jedoch absichtlich Haferflocken als Kohlenhydratquelle gewählt, weil sie auch in den rohen Rationen ohne weiteres Garen einsetzbar waren.

Auch die scheinbare Verdaulichkeit des Rohfettes war in der rohen Ration ohne Kohlenhydrate am höchsten (98 %). Es wurde eine niedrigere Fettverdauung bei der Fütterung mit Getreideprodukten beobachtet (MEYER u. ZENTEK, 2010a), dadurch lässt sich die geringfügig niedrigere sV in den Rationen mit Kohlenhydraten erklären. Jedoch

konnte RIKLIN (1973) keinen nachteiligen Effekt auf die Verdaulichkeit von Fetten und Proteinen feststellen, wenn leicht verdauliche Kohlenhydrate der Ration zugesetzt wurden. Auch in den Versuchen von BLANCHARD et al. (2009), welche Reis als Kohlenhydratquelle verwendeten, war die sV des Fettes hoch (96 %). Schweine- und Geflügelfett sowie Pflanzenöle werden beim Hund zu einem hohen Prozentsatz verdaut (die sV liegen bei 96, 98 bzw. ca. 97 %), wogegen die sV von Rinderfett durch den hohen Anteil an Stearinsäure und einen hohen Schmelzpunkt zwischen 84 und 99 % stark schwankt. Dies konnte aber bei unserer Studie aufgrund der hohen Fettverdaulichkeit nicht bestätigt werden. Die Höhe der Fettaufnahme bis 10 g/kg KM hat keinen negativen Einfluss auf die Fettverdaulichkeit (MEYER u. ZENTEK, 2010a). Negativ beeinflusst wird die Fettverdauung aber durch hohe Ca-Gehalte im Futter (TELFER, 1922, 1924). In den Rationen in dieser Arbeit wurde die Kalziumzufuhr durch ein Mineralfutter gewährleistet und entsprach dem Bedarf. In der Praxis werden bei typischen BARF-Rationen jedoch oft große Mengen an Knochen und/oder Eierschalen verfüttert, sodass eine negative Beeinflussung der Fettverdauung denkbar ist.

Unterschiede in der sV zeigten sich erwartungsgemäß bei der NfE. Sie lag bei den Rationen mit Kohlenhydraten bei 85–86 %, bei den Rationen ohne Kohlenhydrate bei 60–65 %. Dies kann durch eine bessere Verdaulichkeit der Kohlenhydrate aus Haferflocken als aus Karotten erklärt werden. Während der größte Anteil der NfE in den Haferflocken aus gut verdaulicher Stärke besteht, enthalten Karotten neben Zucker hauptsächlich schwer verdauliche Faserstoffe (Pektine). Außerdem war bei den Rationen ohne Haferflocken der NfE-Gehalt des Futters wesentlich geringer (nur knapp 10 % gegenüber 26 %, siehe Tab. 5). Dadurch wirken sich Schwankungen in der Analyse bzw. individuelle Unterschiede zwischen den Hunden deutlicher aus. Signifikante Unterschiede zwischen der rohen bzw. gekochten Version jeder Ration wurden nicht gefunden. Getreideflocken, wie die hier verwendeten Haferflocken, werden bei der Herstellung schon einer Hitzebehandlung unterzogen, sodass offenbar ein weiteres, kurzes Garen keine Erhöhung der Verdaulichkeit mehr bewirkt.

Mit 95 % war auch die sV der Energie bei der rohen Ration ohne Kohlenhydrate die höchste. Auch bei allen anderen Rationen lag die sV über 92 %, statistisch signifikante Unterschiede wurden nicht gefunden. Man rechnet normalerweise mit ca. 10–20 % Energieverlust über den

Kot (unverdautes Futter) (MEYER u. ZENTEK, 2010a). Hier lag der Energieverlust zwischen ca. 5 % bei der rohen Ration ohne Kohlenhydrate und ca. 8 % bei der rohen Ration mit Kohlenhydraten, was durch die hohe Verdaulichkeit der Nährstoffe zu erklären ist. Zu ähnlichen Ergebnisse kamen auch BLANCHARD et al. (2009).

Die Kotmenge war geringer bei den Rationen mit Kohlenhydraten und etwas höher bei den kohlenhydratfreien Rationen. Es wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede gefunden. Insgesamt war die Kotmenge mit 64,3-92,1 g/Tag (17,6-23,2 g TS/Tag) in diesem Versuch geringer als in früheren Versuchen, bei denen dieselben Hunde kommerzielles Fertigfutter erhalten hatten und Kotmengen von ca. 100 g/Tag ausgeschieden hatten (unveröffentlichte Daten). Dies ist mit der hohen Verdaulichkeit der in diesem Versuch gefütterten Rationen zu erklären. Bei BLANCHARD et al. (2009) schieden die Hunde 31 g Kot/100 g Futter-TS aus. In unserem Versuch war die Kotmenge mit 25,8 % (18,7-36,9 %) der Futter-TS vergleichbar hoch. Allerdings neigen manche Hunde dazu, ihren Kot zu fressen, und trotz sorgfältiger Beobachtung durch die TierpflegerInnen und sofortiges Aufsammeln des Kotes kann dies nicht vollständig ausgeschlossen werden. Die Kotkonsistenz lag bei allen Rationen im optimalen Bereich (Median 2,3-2,5 entspricht gut geformtem Kot), so wie dies auch von BLANCHARD et al. (2009) gefunden worden war.

Eine geringere Kotmenge und feste Kotkonsistenz wird aber auch von privaten HundebesitzerInnen nach der Umstellung auf BARF berichtet. Dies lässt sich durch die hohe Verdaulichkeit solcher Rationen erklären. Eine geringe Kotmenge und feste Konsistenz deuten nicht nur auf eine „gesunde Verdauung“ hin, sondern sind insofern wünschenswert, da die HundehalterInnen den Kot entfernen müssen. Vorteile hiervon sind vor allem in Städten denkbar, da hier der liegengelassene Hundekot ein viel diskutiertes Problem darstellt. Durch diese Art der Fütterung könnte dieses Problem somit eingedämmt werden. Auch für den Besitzer ist es eine Erleichterung, wenn er nicht so oft „Gassi gehen“ muss. Diese erwünschte Kotkonsistenz lässt sich aber nicht nur durch BARFen, sondern auch mit gekochten Rationen und gut verdaulichem Fertigfutter erreichen. Allerdings kann bei faserarmer Diät die Kotkonsistenz so fest sein, dass es zu Obstipationen kommen kann. Durch Zusatz von faserreichen Futtermitteln kann dies vermindert werden, jedoch sinkt dadurch auch die Verdaulichkeit anderer Inhaltsstoffe (GRÜNBAUM u. SCHIMKE, 2006).

Eine Futterumstellung, besonders zwischen sehr unterschiedlichen Futtermitteltypen (z.B. von Trocken- auf Feuchtfutter oder von Fertigfutter auf selbstgemachtes Futter), sollte immer vorsichtig und schrittweise über mehrere Tage erfolgen, sonst können Verdauungsstörungen entstehen. In manchen populärwissenschaftlichen Empfehlungen zu BARF wird jedoch geraten, den Hund sofort und ohne Eingewöhnungsphase umzustellen. Um etwaige, dadurch entstehende Probleme aufzuzeigen, wurden die Hunde in diesem Versuch abrupt von Trockenfutter auf die Testrationen umgestellt. Trotzdem waren die Futteraufnahme und Kotkonsistenz nicht beeinträchtigt. Alle Hunde akzeptierten das neue Futter sofort, obwohl sie zuvor noch nie mit rohem Futter gefüttert worden waren und auch die Kotkonsistenz war von Anfang an gut. Daher ist diese Art der Umstellung hier erfolgreich gewesen und hat zu keinen Problemen geführt, wie auch nicht bei BLANCHARD et al. (2009). Hier gilt aber zu beachten, dass Beagles, vor allem jene in Versuchshaltungen, sehr robuste Hunde sind, die erfahrungsgemäß nicht zu Verdauungsproblemen neigen, daher sollte bei anderen Hunden auf jeden Fall eine langsame Futterumstellung empfohlen werden. Das heißt, das neue Futter sollte sehr langsam in immer größeren Mengen zum gewohnten Futter zugegeben werden und das gewohnte Futter in seiner Menge reduziert werden.

Unsere Rationen enthielten sehr viel Fett (ca. 50 % in der TS) in Form von fettem Muskelfleisch und Rapsöl, trotzdem wurden sie von allen Hunden sehr gut vertragen. Daher kann, wenn von den BesitzerInnen eine kohlenhydratlose Fütterung gewünscht wird, der Energiebedarf mit fettem Fleisch und Öl gedeckt werden. Diese Fütterung eignet sich daher auch für Hunde mit hohem Energiebedarf und Hunde, die an Diabetes mellitus leiden, da diese mit kohlenhydratarmen, aber eiweißreichen und rohfaserreichen Rationen versorgt werden sollten (MEYER u. ZENTEK, 2010d), wobei hier auch ein moderater Fettgehalt diskutiert wird. Dies sollte aber von der Körperkondition des Hundes abhängig gemacht werden (FLEEMAN u. RAND, 2007). Nicht geeignet ist diese Fütterung jedoch für Hunde, die an einer akuten oder chronischen Pankreatitis erkrankt sind oder waren, da diese unter anderem von fettreicher Nahrung ausgelöst werden kann (STEINER, 2005). Jedoch konnte bei einer Aufnahme von bis zu 10 g Fett /kg KM/d kein erhöhtes Risiko einer Pankreatitis nachgewiesen werden (MEYER u. ZENTEK, 2010a).

## **6.1 Kritikpunkte an der Studie:**

Der Versuch wurde aus zeitlichen und finanziellen Gründen so durchgeführt, dass jeder Hund jede Ration nur zwei Wochen lang erhielt. Dies entspricht den internationalen Richtlinien für einen Verdaulichkeitsversuch (NRC, 2006). Es kann aber nichts darüber ausgesagt werden, ob bei längerfristiger Fütterung der Testrationen Unverträglichkeitsreaktionen aufgetreten wären.

In diesem Versuch kamen nur erwachsene, gesunde Hunde der Rasse Beagle zum Einsatz. Es kann daher nicht darauf geschlossen werden, ob Verdaulichkeit und Verträglichkeit bei anderen Rassen und Haltungsformen ähnlich sind.

Eine Problem war, dass ein Hund erkrankte und ausschied und dafür ein anderer Hund eingesetzt wurde. Dadurch sank die Signifikanz der Ergebnisse. Es sollte daher immer mit einer möglichst großen Anzahl an Tieren gearbeitet werden.

Auch war es aus technischen Gründen nicht möglich, das Fleisch für den gesamten Versuch in einer Lieferung zu bestellen. Da jede Ration nur einmal der Weender Analyse unterzogen wurde, ist unbekannt, ob die Zusammensetzung der Fleischsorten und damit der Rationen immer exakt gleich war. Es wurde jedoch versucht, diese und andere Einflüsse auszugleichen, in dem jeweils nur drei Hunde die gleiche Ration zur selben Zeit erhielten.

Zusätzlich lässt es sich nicht ausschließen, dass einige Hunde ihren Kot selbst fraßen, obwohl darauf geachtet wurde, den Kot möglichst oft einzusammeln. Auch das könnte die Ergebnisse der scheinbaren Verdaulichkeit beeinflussen.

## **6.2 Schlussfolgerungen**

Alle in diesem Versuch gefütterten Rationen waren hoch verdaulich, die scheinbare Verdaulichkeit der Rohnährstoffe war vergleichbar mit der sV hochwertiger Fertigfutter. Klinisch bedeutsame oder praxisrelevante Unterschiede zwischen rohen und gekochten Rationen wurden nicht festgestellt. Alle Hunde zeigten eine erwünschte Kotkonsistenz und keine Zeichen von Verdauungsstörungen. Sowohl aus rohen als auch gekochten Zutaten können hochverdauliche und verträgliche Rationen für Hunde erstellt werden, die auch für Tiere mit erhöhtem Energiebedarf geeignet sind.

## 7 Zusammenfassung

In dieser Studie wurde die scheinbare Verdaulichkeit (sV) von zwei unterschiedlichen Rationen (mit und ohne Kohlenhydrate) in gekochtem und rohem Zustand bei sechs erwachsenen, gesunden Beagles gemessen. Die Rationen bestanden aus Rindfleisch, Haferflocken, Karotten, Pflanzenöl und einem vitaminisierten Mineralfutter und wurden dem Nährstoffbedarf jedes Hundes angepasst. Im Latin Square Design wurden die verschiedenen Futterrationen innerhalb von acht Wochen an alle Hunde verfüttert. Jeder Hund bekam das jeweilige Futter zwei Wochen lang, die erste Woche diente dem Einfüttern und in der zweiten Woche wurde Kot gesammelt. Mittels Weender-Analyse wurde der Gehalt an Rohnährstoffen in Futter und Kot ermittelt und die scheinbare Verdaulichkeit berechnet. Des Weiteren wurden Kotkonsistenz und Kotabsatzfrequenz beurteilt. Der statistische Vergleich zwischen rohen und gekochten Rationen erfolgte mittels T-Test bzw. Mann-Whitney-U-Test.

Die sV der organischen Substanz und der Energie lag bei alle Rationen >90 %, die sV des Rohfettes bei >95 %. Die sV des Rohproteins betrug von 88,1 % (rohe Ration mit Kohlenhydraten) bis 92,9 % (rohe Ration ohne Kohlenhydrate). Die sV der NfE lag bei den Rationen ohne Kohlenhydrate bei 86 % (gekocht) bzw. 85 % (roh), bei den Rationen ohne Kohlenhydrate bei 66 % (roh) bzw. 60 % (gekocht). Statistisch signifikante Unterschiede konnten nicht festgestellt werden. Ebenso zeigten sich keine Unterscheide bei Kotmenge, Kotkonsistenz und Kotabsatzfrequenz.

Die Kotmenge lag bei den Rationen mit Kohlenhydraten bei 22,6 % der Futter-TS, bei der rohen Ration ohne Kohlehydraten bei 18,7 % der Futter-TS, bei den kohlenhydratfreien Rationen bei 24,9 % der Futter-TS bzw. bei den gekochten Rationen ohne Kohlenhydrate bei 36,9 % der Futter-TS. Die Kotkonsistenz war während des gesamten Versuchs optimal (2,3-2,5), die Hunde setzen im Median 1 Mal/Tag Kot ab. Unverträglichkeiten wurden nicht beobachtet.

Die in diesem Versuch eingesetzten Rationen waren hochverdaulich und wurden von den Hunden gut vertragen. Sowohl aus rohen als auch gekochten Zutaten können daher bedarfsdeckende und verträgliche Rationen für Hunde erstellt werden, die auch für Tiere mit erhöhtem Energiebedarf geeignet sind.

## 8 Extended Summary

### **Introduction:**

The number of dog owners preferring home-made diets over commercial dog food is increasing. So far there were no scientific trials comparing the apparent digestibility (ad) of nutritionally adequate raw and cooked self-prepared diets for dogs.

### **Material and methods:**

Six adult Beagle dogs were fed four different diets (raw with and without cereals, cooked with or without cereals) in a latin square design. Rations consisted of minced beef, rolled oats, carrots, corn oil and a mineral & vitamin premix and were formulated to meet the maintenance nutrient requirements. In rations without oats, the missing energy was provided by addition of corn oil. After an adaptation period of one week, faeces were collected for five days. Feed and faeces were subjected to Weende Analysis. The amount of faeces and defecations/day were then evaluated. Faecal consistency was evaluated on a 1-5 scale by the animal caretakers. Statistical analysis was performed using t-test or Mann-Whitney-U-test in SPSS 17.0.

### **Results:**

Dogs consumed all rations completely and tolerated them well. Apparent digestibility of organic matter and crude energy was >90%, ad of crude fat was >95% in all rations. Apparent digestibility of crude protein ranged from 88.1% (raw diet with carbs) to 92.9% (raw diet without carbs); ad of NfE was 86% and 85% in the cooked and raw diet with oats, respectively, while it was 66% (raw) and 60% (cooked) in the diets without oats. Statistically significant differences were not found. Amount of faeces/dog/day, faecal dry matter and faecal consistency did also not differ significantly. Faecal excretion ranged from 18.7% of ingested DM (raw diet without carbs) to 36.8% of ingested DM (cooked diet without carbs). Faeces were formed and slightly moist on all diets. Dogs defecated once per day.

### **Discussion:**

Apparent digestibility of crude nutrients was high in all four diets and was comparable to high quality commercial diets. The replacement of energy from carbohydrates by fat resulted in



high fat diets (about 50% in DM), which was tolerated well by the dogs. Faecal quality was optimal and dogs defecated mostly once a day, and no adverse reactions were noticed.

Since each dog was only fed for two weeks with each ration, no predictions can be made about long-term feeding problems and intolerance reactions. In this experiment, only adult, healthy beagle dogs were used. Therefore it can't be concluded whether digestibility and tolerability is similar in other ages and breeds.

This study could therefore serve as a pilot study for further, larger-scale trials with a larger number of animals.

**Conclusion:**

Highly digestible, nutritionally adequate rations can be formulated from raw and cooked ingredients. If owners wish to feed no ingredients rich in starch, energy can be provided by fat. Homemade rations should always be calculated by a professional nutritional consultant to prevent nutrient deficiency.

## 9 Literaturverzeichnis

- ALLEN, L.H. (1982): Calcium bioavailability and absorption. A review. *Am J Clin Nutr* **35**, 783-808.
- BILLINGHURST, I. (2001): *The Barf Diet: For Cats and Dogs*. Coburg: Warringal Publishing, [http://www.barfworld.com/html/barf\\_diet/barfdiet.shtml](http://www.barfworld.com/html/barf_diet/barfdiet.shtml) (abgerufen am 08 April 2013).
- BLANCHARD, G., PARAGON, B.M., SOMMAIRE, L., NGUYEN, P. (2009): Digestibility of a balanced homemade diet in healthy dogs. Proceedings of the 13<sup>th</sup> Conference of the ESVCN, Italy, S. 79.
- CASPARY, W. (1992): Physiology and Pathophysiology of Intestinal Absorption. *Am J Clin Nutr* **55** (1 Suppl.), 299-308.
- COHNHEIM, O. (1907): Beobachtungen über Magenverdauung. *Münch med Wschr* **2**, 2581–2589.
- CUMMINGS, J. (1981): Dietary Fibre. *Br Med Bull* **37**, 67-70.
- DILLITZER, N., BECKER, N., KIENZLE, E. (2011): Intake of minerals, trace elements and vitamins in bone and raw food rations. *Brit J Nutr* **106**, 53-56.
- ENGELHARDT, W. v., BREVES, G. (2010): *Physiologie der Haustiere*. 3. Aufl., Kapitel 15: Physiologie des Magen-Darm-Kanals, Enke-Verlag, Stuttgart, S. 313-422.
- FLEEMAN, L., RAND, J. (2007): Diabetes mellitus: Diätetische Strategien. In: PIBOT, P., BIOURGE, V., ELLIOT, D. (Hrsg.): *Enzyklopädie der klinischen Diätetik des Hundes*. 1. Aufl., Schlütersche-Verlag, Hannover, S. 203-233.
- FORNEL-THIABAUD, P., BLANCHARD, G., ESCOFFIER-CHATEAU, L., SERGOND, S., GUETTA, F., BERGON, D., ROSENBERG, D. (2007): Unusual Case of Osteopenia Associated With Nutritional Calcium and Vitamin D Deficiency in an Adult Dog. *J Am Anim Hosp Assoc* **43**, 52-60.

- GRÜNBAUM, E.-G., SCHIMKE, E. (2006): Klinik der Hundekrankheiten.3. Aufl., Enke-Verlag, Stuttgart, S. 119.
- HANDL, S., ZIMMERMANN, S., IBEN, C. (2012): Reasons for dog owners to choose raw diets ('barf') and nutritional adequacy of raw diet recipes fed to dogs in Austria and Germany. Proceedings of the 16<sup>th</sup> Conference of the ESVCN, Poland, S. 124.
- HELDMAIER, G., NEUWEILER, G. (2004): Vergleichende Tierphysiologie. Band 2: Vegetative Physiologie, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, S. 312-314.
- HUTCHISON, D., FREEMAN, L., MC CARTHNY, R., ANASTASIO, J., SHAW, S., SUTHERLAND-SMITH, J. (2012): Seizures and severe nutrient deficiencies in a puppy fed a homemade diet. JAVMA **241**, 477-483.
- JOFFE, D.-J., SCHLESINGER, D.-P. (2002): Preliminary assessment of the risk of Salmonella infection in dogs fed raw chicken diets.. Can Vet J **43**, 441-442.
- KAMPHUES, J., COENEN, M., KIENZLE, E., PALLAUF, J., SIMON, O., ZENTEK, J. (Hrsg.) (2009a). Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung. 11. Aufl., Kapitel 2.2.1.: Weender-Analyse, M.&H. Schaper-Verlag, Hannover, S. 19-21,
- KAMPHUES, J., COENEN, M., KIENZLE, E., PALLAUF, J., SIMON, O., ZENTEK, J. (Hrsg.) (2009b). Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung. 11. Aufl., Kapitel 3.: Verdaulichkeit, M.&H. Schaper-Verlag, Hannover, S. 24-27.
- KIENZLE, E. (1994): Diätetische Maßnahmen beim Absetzferkel. Schweinemast und Schweinehaltung. SUS **5**, 12-13.
- KIRCHGESSNER, M. (2011): Tierernährung, Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. Band 3, 13 Aufl., Kapitel 2: Die Verdauung, DLG Verlag, Frankfurt, S. 27-44.
- LAUTEN, S., SMITH, T., KIRK, C. (2005): Computer analysis of nutrient sufficiency of published home-cooked diets for dogs and cats. J Vet Intern Med **19**, 476.
- LEDL, F., SCHLEICHER, E. (1990): Die Maillard-Reaktion in Lebensmitteln und im menschlichen Körper – neue Ergebnisse zu Chemie, Biochemie und Medizin. Angewandte Chemie **102**, Issue 6, 597–626.

- LONG, J., BROOKS, F., SANDWEISS, D. (1963): A Comparison of Fats Of Varying Saturation as Inhibitors of canine gastric Secretion. *Gastroenterology* **94**, 638-643.
- MANN, J., SMITH, J., BRASHEARS, M. (2004): Validation of Time and Temperature Values as Critical Limits for Salmonella and Background Flora Growth during the Production of Fresh Ground and Boneless Pork Products. *J Food Prot* **67**, 1389–1393.
- MC DOWELL, L. (1992): Minerals in animal and human nutrition. Chapter 2: Calcium and Phosphorus, Academic press Ltd, San Diego, S. 26-77.
- MENDEL, L., FINE, M. (1911): The utilization of the proteins of wheat. *J Biol Chem* **10**, 303-325.
- MEYER, H., ZENTEK, J. (2010a): Ernährung des Hundes. 6. Aufl., Kapitel 3: Nahrungsaufnahme und Verdauung, Enke Verlag, Stuttgart, S. 12-48, S. 49-98.
- MEYER, H., ZENTEK, J. (2010b): Ernährung des Hundes. 6. Aufl., Kapitel 4: Energie und Nährstoffe - Stoffwechsel und Bedarf, Enke Verlag, Stuttgart, S. 123-128.
- MEYER, H., ZENTEK, J. (2010c): Ernährung des Hundes. 6. Aufl., Kapitel 6: Praktische Fütterung, Enke Verlag, Stuttgart, S. 130-138.
- MEYER, H., ZENTEK, J. (2010d): Ernährung des Hundes. 6. Aufl., Kapitel 7: Diätetik, 7.1. Diabetes mellitus, Enke Verlag, Stuttgart, S. 259-261.
- NAUMANN, K., BASSLER, R. (1976a): Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Methodenbuch Band 3, Kapitel 3: Feuchtigkeit, Wasser, VDLUFA-Verlag, Speyer.
- NAUMANN, K., BASSLER, R. (1976b): Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Methodenbuch Band 3, Kapitel 4: Stickstoffverbindungen, VDLUFA-Verlag, Speyer.
- NAUMANN, K., BASSLER, R. (1976c): Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Methodenbuch Band 3, Kapitel 5: Fett, VDLUFA-Verlag, Speyer.
- NAUMANN, K., BASSLER, R. (1976d): Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Methodenbuch Band 3, Kapitel 6: Pflanzliche Gerüstsubstanzen, VDLUFA-Verlag, Speyer.

- NAUMANN, K., BASSLER, R. (1976e): Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Methodenbuch Band 3, Kaptiel 7: Stickstofffreie Extraktstoffe, VDLUFA-Verlag,Speyer.
- NAUMANN, K., BASSLER, R. (1976f): Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Methodenbuch Band 3, Kapitel 8: Asche, VDLUFA-Verlag,Speyer.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2006): Nutrient requirements of dogs and cats. National Academies Press, Washington.
- PATRA, A. K. (2011): Responses of feeding prebiotics on nutrient digestibility, faecal microbiota composition and short-chain fatty acid concentrations in dogs: a meta-analysis. *The Animal Consortium* **5**, 1743-1750.
- RIKLIN, M. (1973):Untersuchungen über den Einfluss von Strukturelementen im Futter auf die Verdauung, Peristaltik und Kotkonsistenz beim Hund. Hannover: Dissertation tierärztliche Hochschule.
- SCHMITT, P. (1978): Die Verdaulichkeit der für die Ernährung des Hundes einsetzbaren Futtermittel. Hannover: Dissertation tierärztliche Hochschule
- SIMON, S. (2008): BARF - Biologisch artgerechtes rohes Futter für Hunde. Drei Hunde Nacht, [www.barfers.de](http://www.barfers.de) (abgerufen am 08 April 2013).
- STEEL, M., GIES, M. (1907): On the use of bone ash with the diet, metabolism experiments on dogs. *Am J Physiol* **20**, 343-357.
- STEINER, J.-M. (2005): Erkrankungen des exokrinen Pankreas bei Kleintieren.Ved-Med-Labor,  
[http://www.vetmedlabor.de/pdf\\_dateien/vortragzusammenfassung\\_83\\_236\\_214\\_681136992146.pdf](http://www.vetmedlabor.de/pdf_dateien/vortragzusammenfassung_83_236_214_681136992146.pdf) (abgerufen am 08 April 2013).
- STREIFF, E.-L., ZWISCHENBERGER, B., BUTTERWICK, R.-F., WAGNER, E., IBEN, C., BAUER, J.-E. (2002): A Comparison of the Nutritional Adequacy of Home-Prepared and Commercial Diets for Dogs. *J Nutr* **132**, 1698-1700.

- STROUCKEN, W. P. J., VAN DER POEL, A. F. B., KAPPERT, H. J. u. BEYNEN, A. C. (1996): Extruding versus pelleting of feed mixture lowers nitrogen digestibility in dogs. *J Sci Food Agric* **71** (4), 20-522.
- TELFER, S.V. (1922): Studies in calcium and phosphorus metabolism. *Quart J Med* **15**, 45
- TELFER, S.V. (1924): Studies in calcium and phosphorus metabolism. *Quart J Med* **17**, 245–259
- UDALL, R., MC CAY, C. (1953): The feed value of fresh bone. *J Nutr* **49**, 197-208.
- UFOP (2009). Rapsmagazin 2009, 30-seitige Broschüre.  
[www.ufop.de/files/1213/3879/2276/Rapsmagazin\\_2009.pdf](http://www.ufop.de/files/1213/3879/2276/Rapsmagazin_2009.pdf) (abgerufen am 08 April 2013).
- ZENTEK, J. (1987): Untersuchungen zum Mineralstoffhaushalt der Katze unter besonderer Berücksichtigung des Magnesiums. Hannover: Dissertation, tierärztliche Hochschule.

## 10 Anhang

### Ergebnisse der Weender-Analyse des Futters

	Probe-Nr	Probe	TS [%]	Rohasche [%]	Rohfaser [%]	Rohprotein [%]	Rohfett [%]	Energie [J/g]
1.DG	E_101164	Futter männl. gekocht mit K.	33,78 in US	1,16 in US	0,44 in US	10,4 in US	12,6 in US	9141
1.DG	E_101165	Futter weibl.	40,44 in US	3,43 in TS	1,32 in TS	30,7 in TS	37,4 in TS	27063
2.DG	E_101172	roh mit K. Futter männl.	37,78 in US	3,76 in TS	0,30 in US	8,6 in US	21,0 in US	11974
2.DG	E_101173	Futter männl. Bobby	42,51 in US	2,68 in TS	0,75 in TS	21,4 in TS	51,8 in TS	29610
2.DG	E_101174	Futter männl. Hermes	31,46 in US	0,92 in US	1,24 in US	9,0 in US	23,8 in US	12862
2.DG	E_101175	Futter weibl. Maresi	33,57 in US	1,23 in TS	0,58 in TS	12,1 in US	63,0 in TS	34045
2.DG	E_101176	Futter weibl. Düsi	35,05 in US	1,33 in US	1,37 in TS	28,6 in TS	64,4 in TS	33067
2.DG	E_101177	Futter weibl. Medea	36,14 in US	1,11 in US	0,59 in US	9,8 in US	17,5 in US	9826
3.DG	E_101180	Futter männl. Georgi	37,26 in US	3,08 in TS	1,89 in TS	31,3 in TS	55,6 in TS	31235
3.DG	E_101182	Futter männl. Bobby + Hermes	35,60 in US	1,08 in US	0,50 in US	9,5 in US	18,4 in US	10071
3.DG	E_101183	Futter weibl. Maresi	35,72 in US	2,91 in TS	1,50 in TS	28,2 in TS	54,7 in TS	30000
3.DG	E_101184	Futter weibl. Düsi	36,96 in US	1,26 in US	0,32 in US	9,6 in US	21,3 in US	11580
3.DG	E_101185	Futter weibl. Lotte	41,87 in US	3,80 in TS	0,92 in TS	27,3 in TS	60,6 in TS	33041
4.DG	E_101192	Futter männl. alle 3 Männchen	31,48 in US	1,11 in US	0,33 in US	8,8 in US	22,3 in US	11675
4.DG	E_101195	Futter weibl. Maresi + Düsi	46,38 in US	3,08 in TS	0,91 in TS	24,4 in TS	61,7 in TS	32308
4.DG	E_101197	Futter weibl. Lotte	41,19 in US	2,94 in TS	0,41 in US	8,38 in US	21,37 in US	12967,05

Ergebnisse der Weender-Analyse des Kots

Durchgang 1									
Probe-Nr	Probe	TS[%]	Rohasche [%]	Rohfaser [%]	Rohprotein [%]	Rohfett [%]	Energie [J/g]		
E_101166	Georgi	287g	26,08 in US in TS	5,71 in US 21,88 in TS	1,61 in US 6,18 in TS	6,57 in US 25,18 in TS	3,46 in US 13,27 in TS	4821 18484	
E_101167	Bobby	278,52g	26,15 in US in TS	5,87 in US 22,46 in TS	1,86 in US 7,12 in TS	6,68 in US 25,56 in TS	3,81 in US 14,56 in TS	5052 19324	
E_101168	Hermes	381g	29,30 in US in TS	7,27 in US 24,82 in TS	2,57 in US 8,78 in TS	7,64 in US 26,06 in TS	3,11 in US 10,61 in TS	5294 18069	
E_101169	Maresi	298,07g	29,95 in US in TS	7,58 in US 25,30 in TS	2,27 in US 7,59 in TS	7,68 in US 25,65 in TS	3,92 in US 13,10 in TS	5521 18431	
E_101170	Düsi	258g	29,99 in US in TS	8,21 in US 27,36 in TS	1,83 in US 6,11 in TS	7,68 in US 25,61 in TS	4,50 in US 15,01 in TS	5588 18630	
E_101171	Medea	82g	34,81 in US in TS	6,77 in US 19,44 in TS	2,30 in US 6,60 in TS	8,65 in US 24,86 in TS	6,23 in US 17,89 in TS	6490 18643	

Durchgang 2									
Probe-Nr	Probe	TS[%]	Rohasche [%]	Rohfaser [%]	Rohprotein [%]	Rohfett [%]	Energie [J/g]		
E_101240	Georgi	489,93g	18,17 in US in TS	3,58 in US 19,70 in TS	1,32 in US 7,25 in TS	4,41 in US 24,27 in TS	5,21 in US 28,66 in TS	4222 23242	
E_101241	Bobby	322,36g	24,00 in US in TS	5,53 in US 23,04 in TS	2,67 in US 11,13 in TS	5,92 in US 24,68 in TS	2,83 in US 11,80 in TS	4440 18501	
E_101242	Hermes	775,55g	28,23 in US in TS	5,87 in US 20,79 in TS	3,81 in US 13,48 in TS	7,07 in US 25,04 in TS	1,84 in US 6,51 in TS	4983 17653	
E_101243	Maresi	350,62g	27,42 in US in TS	6,69 in US 24,38 in TS	2,37 in US 8,65 in TS	6,58 in US 24,00 in TS	3,29 in US 11,99 in TS	4943 18028	
E_101244	Düsi	293,71g	25,27 in US in TS	5,83 in US 23,06 in TS	2,54 in US 10,06 in TS	5,87 in US 23,22 in TS	4,61 in US 18,25 in TS	4893 19366	
E_101245	Medea	236,42g	29,96 in US in TS	7,72 in US 25,77 in TS	2,96 in US 9,87 in TS	7,54 in US 25,16 in TS	3,02 in US 10,07 in TS	5047 16847	



<b>Durchgang 3</b>									
Probe-Nr	Probe	TS[%]	Rohasche [%]	Rohfaser [%]	Rohprotein [%]	Rohfett [%]	Energie [J/g]		
E_101186	Georgi	21,6640006	in US	4,75 in US	1,53 in US	4,71 in US	3,29 in US	4104,78	
	366,51g		in TS	21,93 in TS	7,05 in TS	21,74 in TS	15,18 in TS	18947,46	
E_101187	Bobby	17,7668636	in US	3,50 in US	1,36 in US	3,57 in US	1,75 in US	3161,31	
	415,63g		in TS	19,72 in TS	7,67 in TS	20,07 in TS	9,88 in TS	17793,29	
E_101188	Hermes	24,8070465	in US	6,61 in US	2,79 in US	5,07 in US	3,31 in US	4424,47	
	535,26g		in TS	26,64 in TS	11,24 in TS	20,46 in TS	13,33 in TS	17835,54	
E_101189	Maresi	31,3655632	in US	7,42 in US	3,56 in US	7,22 in US	5,12 in US	6090,68	
	292,11g		in TS	23,65 in TS	11,36 in TS	23,03 in TS	16,33 in TS	19418,37	
E_101190	Düsi	28,9474562	in US	6,95 in US	3,45 in US	6,28 in US	4,55 in US	5325,74	
	318,99g		in TS	24,02 in TS	11,91 in TS	21,71 in TS	15,73 in TS	18397,96	
E_101191	Lotte	22,3341886	in US	4,83 in US	2,23 in US	5,51 in US	3,42 in US	4364,54	
	563,73g		in TS	21,60 in TS	9,98 in TS	24,65 in TS	15,33 in TS	19541,96	

<b>Durchgang 4</b>									
Probe-Nr	Probe	TS[%]	Rohasche [%]	Rohfaser [%]	Rohprotein [%]	Rohfett [%]	Energie [J/g]		
E_101198	Georgi	22,19	in US	4,04 in US	1,59 in US	5,42 in US	4,04 in US	4664,77	
	gekocht mit 256,36g		in TS	18,21 in TS	7,19 in TS	24,44 in TS	18,19 in TS	21020,04	
E_101199	Bobby	25,34	in US	5,62 in US	1,70 in US	5,99 in US	4,43 in US	5007,96	
	gekocht mit 387,77g		in TS	22,16 in TS	6,71 in TS	23,64 in TS	17,50 in TS	19761,57	
E_101200	Hermes	25,59	in US	5,92 in US	2,86 in US	5,43 in US	3,07 in US	4609,33	
	gekocht mit 739,89g		in TS	23,12 in TS	11,17 in TS	21,21 in TS	11,98 in TS	18009,50	
E_101201	Maresi	30,43	in US	7,32 in US	2,48 in US	7,91 in US	4,63 in US	5841,33	
	roh mit 282,41g		in TS	24,06 in TS	8,14 in TS	25,99 in TS	15,22 in TS	19195,45	
E_101202	Düsi	29,88	in US	7,01 in US	2,22 in US	8,51 in US	5,57 in US	5979,27	
	roh mit 254,46g		in TS	23,45 in TS	7,43 in TS	28,49 in TS	18,63 in TS	20010,18	
E_101203	Lotte	26,47	in US	5,45 in US	2,34 in US	6,37 in US	4,03 in US	5194,46	
	roh mit 445,02g		in TS	20,60 in TS	8,86 in TS	24,08 in TS	15,21 in TS	19624,75	

Kotkonsistenz/Kotabsatzfrequenz

	Durchgang 1 Rüde: gek mit, Hündin: roh mit										Median	Kotkonsistenz	Durchgang 2 Rüde: gek, Ohne, Hündin: roh ohne										Median
	18.10.2010	19.10.2010	20.10.2010	21.10.2010	22.10.2010	23.10.2010	24.10.2010	25.10.2010	26.10.2010	27.10.2010			28.10.2010	29.10.2010	30.10.2010	01.11.2010	02.11.2010	03.11.2010	04.11.2010	05.11.2010	06.11.2010	07.11.2010	
Kotkonsistenz												Kotkonsistenz											
Georgi	2,75	2,75	2,5	2,5	2,5	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	Georgi	2,75	2,75	2,5	2,25	2,25	2,5	2,5	4,75	2,825	2,375	
Bobby		2,5	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	Bobby	4,75	2,25	3,75	2,25	2,25	2,25	3	2,575			
Hermes		2,75	2,75	2,25	2,25	2,25	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	Hermes	2,25	2	2	2,25	2,25	2,25		2,25			
Maresi		3,75	2,5	2,5	2,5	2,5	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	Maresi	2,25	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2,125	2,25		
Dusi		2,5	2,5	2	2,5	2,75	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	Dusi	2,5	2,25	2,75	2,75	2	2,25		2,25	2,25		
Medea		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Medea	2	2,5	2,5	2	2			2,5	2,5		
	Durchgang 3 Rüde: roh ohne, Hündin: gek, Ohne												Durchgang 4 Rüde: roh mit, Hündin: gek, Mit										
Kotkonsistenz	15.11.2010	16.11.2010	17.11.2010	18.11.2010	19.11.2010	20.11.2010	21.11.2010	22.11.2010	23.11.2010	24.11.2010	25.11.2010	Kotkonsistenz	18.10.2010	19.10.2010	20.10.2010	21.10.2010	22.10.2010	23.10.2010	24.10.2010	25.10.2010	26.10.2010	27.10.2010	
Georgi	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	Georgi	2,5	2,5	2,5	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
Bobby	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	Bobby	2,5	2,5	2,5	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
Hermes	3,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	Hermes	2,5	2,5	2,5	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
Maresi	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	Maresi	2,5	2,5	2,5	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
Dusi	2	2	2	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	Dusi	2,5	2,5	2,5	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
Lotte	2,5	2	2	2,5	2	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	Lotte	2,5	2,5	2,5	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	



