

**Aus dem Institut für Tierernährung
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin**

**Untersuchungen zum Einfluss der Bearbeitung des Futters
und zum Einfluss eines Probiotikums
(*Lactobacillus acidophilus* DSM 13241)
auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter
bei Diensthunden**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin**

**vorgelegt von
Katja Riedel
Tierärztin
aus Augsburg**

Berlin 2012

Journal-Nr.: 3572

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Leo Brunnberg
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Jürgen Zentek
Zweiter Gutachter: Prof. Dr. Corinna Eule
Dritter Gutachter: Prof. Dr. Holger Martens

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):

animal housing, breed differences, compatibility, digestibility, dog breeds, dogs, dry feeds, faeces, feed supplements, feed technology, German Shepherd, guard dogs, intestinal microorganisms, kennels, Lactobacillus acidophilus, military veterinary services, probiotics, protein, stress, temperature, working animals

Tag der Promotion: 18.12.2012

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-86387-260-1

Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2012

Dissertation, Freie Universität Berlin

D 188

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

This document is protected by copyright law.

No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written authorization of the publisher.

Alle Rechte vorbehalten | all rights reserved

© Mensch und Buch Verlag 2012

Choriner Str. 85 - 10119 Berlin

verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

**Sie kämpfen ohne Sold,
sind nie unwirsch,
doch stets bereit,
alles für ihren Herrn zu opfern.**

Plinius d. Ä. über Kriegshunde

für Diensthund Greif, Reg.-Nr. 3283,
und alle seine Kameraden

1	Einleitung	21
2	Literaturübersicht	22
2.1	Einsatzgrundlagen von Diensthunden in der Bundeswehr	22
2.2	Stress und seine Auswirkungen auf den Organismus.....	23
2.3	Besondere Belastungen von Diensthunden	24
2.3.1	Haltung in großen Zwingeranlagen	25
2.3.2	Lernprozesse und Ausbildung	26
2.3.3	Transport.....	28
2.3.4	Physische Belastung von Diensthunden.....	29
2.3.4.1	Einsatzbedingte Verletzungen und Erkrankungen	29
2.3.4.2	Der Diensthund im Auslandseinsatz	31
2.4	Auswirkungen von Stress auf den Gastrointestinaltrakt	33
2.5	Die intestinale Mikroflora des Hundes.....	34
2.5.1	<i>Escherichia coli</i> und die intestinale Mikroflora	38
2.5.2	<i>Clostridium perfringens</i> und die intestinale Mikroflora.....	39
2.5.3.	Einfluss von Probiotika auf die intestinale Mikroflora	40
2.5.4	<i>Lactobacillus acidophilus</i> und die intestinale Mikroflora.....	43
2.6	Einflüsse auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Futtermitteln	45
2.6.1	Untersuchungen zur Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Nährstoffen.....	45
2.6.1.1	Verdaulichkeit und Verträglichkeit der organischen Substanz	45
2.6.1.2	Verdaulichkeit und Verträglichkeit von Rohfaser.....	46
2.6.1.3	Verdaulichkeit und Verträglichkeit von Fett.....	47
2.6.1.4	Verdaulichkeit und Verträglichkeit von Kohlenhydraten	47
2.6.1.5	Verdaulichkeit und Verträglichkeit von Proteinen.....	48
2.6.2	Einfluss technologischer Verarbeitungsprozesse auf die Verdaulichkeit und Verträglichkeit von Mischfuttermitteln.....	50
2.6.3	Untersuchungen zur Verdaulichkeit und Verträglichkeit von Mischfuttermitteln	52
2.6.4	Rasseeinflüsse auf die Verdaulichkeit und Verträglichkeit von Mischfuttermitteln	55

2.7	Ernährung von Diensthunden und Arbeits- bzw. Gebrauchshunden	56
2.7.1	Leistung und energieliefernde Stoffwechselforgänge	56
2.7.2	Stress und Ernährung.....	57
2.7.2.1	Stress und Proteine	57
2.7.2.2	Stress und Azidose	58
2.7.2.3	Stress und Vitamine.....	58
2.7.3	Fütterungsempfehlungen für Sport- und Gebrauchshunde.....	58
3	Material und Methoden	63
3.1.	Untersuchungen zum Einfluss der Bearbeitung auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden	63
3.1.1.	Versuchsziel	63
3.1.2	Versuchsplan	63
3.1.3	Versuchstiere	64
3.1.4	Haltungssystem.....	66
3.1.5	Versuchsfutter und Fütterung.....	66
3.1.6	Versuchstechnik	68
3.1.6.1	Vorbereitungsphase	68
3.1.6.2	Hauptversuch: Entnahme, Aufbereitung und Lagerung der Proben	68
3.2	Untersuchungen zum Einfluss eines Probiotikums (<i>Lactobacillus acidophilus</i> DSM 13241) auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden	69
3.2.1	Versuchsziel	69
3.2.2	Versuchsplan	69
3.2.3	Versuchstiere	71
3.2.4	Haltungssystem.....	71
3.2.5	Versuchsfutter und Fütterung.....	72
3.2.6	Versuchstechnik: Entnahme, Aufbereitung und Lagerung der Proben	74
3.3	Untersuchungsparameter und angewandte Analysenmethoden	74
3.3.1	Weender Analyse nach NAUMANN und BASSLER (1999).....	74
3.3.1.1	Trockensubstanz (TS).....	75
3.3.1.2	Rohasche (Ra)	75
3.3.1.3	Rohfett (Rfe).....	75
3.3.1.4	Rohprotein (Rp).....	75

INHALTSVERZEICHNIS

3.3.1.5	Rohfaser (Rfa)	75
3.3.1.6	Stickstofffreie Extraktstoffe (NfE)	76
3.3.1.7	Mineralstoffe	76
3.3.2	Berechnung der scheinbaren Verdaulichkeit (sV) der Rohnährstoffe.....	77
3.3.3	Berechnung der Gehalte der Futtermittel an Bruttoenergie (GE) und umsetzbarer Energie (ME)	77
3.3.4	Analysen zum Einfluss der Fütterung auf die Kotqualität	77
3.3.4.1	Beurteilungsschema der Kotkonsistenz.....	77
3.3.4.2	Trockensubstanzgehalt der Kotproben (nur bei Untersuchungen zum Einfluss der Bearbeitung auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden).....	78
3.3.4.3	Wasserstoffionen-Konzentrationen (pH-Werte) der Kotproben	78
3.3.4.4	Gehalt der Fäzes an freiem Wasser	78
3.3.5	Bestimmung mikrobieller Parameter.....	78
3.3.6	Beurteilungsschema der Fellbeschaffenheit	80
3.4	Statistische Auswertung	81
4	Ergebnisse	82
4.1	Untersuchungen zum Einfluss der Bearbeitung auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden	82
4.1.1	Allgemeine klinische Beobachtungen	82
4.1.2	Futterakzeptanz.....	83
4.1.3	Futteraufnahme.....	84
4.1.4	Aufnahme an umsetzbarer Energie (ME).....	85
4.1.5	Trinkwasseraufnahme.....	86
4.1.6	Futterverträglichkeit	91
4.1.6.1	Anzahl der Defäkationen.....	91
4.1.6.2	Kotmenge	92
4.1.6.3	Kotkonsistenz	93
4.1.6.4	Gehalte der Fäzes an freiem Wasser und Trockensubstanz	96
4.1.6.5	Trockensubstanz-Gehalt der Fäzes und des Futters	97
4.1.7	Untersuchungen zur Verdaulichkeit der Futtermittel	98

4.2	Untersuchungen zum Einfluss eines Probiotikums (<i>Lactobacillus acidophilus</i> DSM 13241) auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden	100
4.2.1	Allgemeine klinische Beobachtungen	100
4.2.2	Futterakzeptanz.....	102
4.2.3	Futteraufnahme.....	102
4.2.4	Aufnahme an umsetzbarer Energie (ME).....	103
4.2.5	Trinkwasseraufnahme.....	104
4.2.6	Futterverträglichkeit	107
4.2.6.1	Anzahl der Defäkationen.....	107
4.2.6.2	Kotmenge	107
4.2.6.3	Kotkonsistenz	109
4.2.6.4	Gehalte der Fäzes an freiem Wasser und Trockensubstanz	111
4.2.6.5	Trockensubstanz-Gehalte der Fäzes und des Futters.....	112
4.2.6.6	Wasserstoffionen-Konzentrationen (pH-Werte) der Fäzes	113
4.2.7	Analyse der Zusammensetzung der Fäzes.....	114
4.2.7.1	Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Rohasche und Rohprotein.....	114
4.2.7.2	Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Rohfett und Rohfaser	115
4.2.7.3	Gehalte der Fäzes der Diensthunde an stickstofffreien Extraktstoffen (NfE).....	116
4.2.7.4	Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Natrium und Kalium	117
4.2.7.5	Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Bruttoenergie (GE)	119
4.2.8	Scheinbare Verdaulichkeiten der Futterinhaltsstoffe	120
4.2.8.1	Scheinbare Verdaulichkeiten der Trockensubstanz und der Rohasche	120
4.2.8.2	Scheinbare Verdaulichkeiten des Rohproteins und des Rohfetts	121
4.2.8.3	Scheinbare Verdaulichkeiten der Rohfaser und der stickstofffreien Extraktstoffe (NfE).....	122
4.2.8.4	Scheinbare Verdaulichkeiten von Natrium und Kalium	123
4.2.8.5	Scheinbare Verdaulichkeit der Bruttoenergie (GE)	124
4.2.9	Parameter mikrobieller Aktivität.....	125
4.2.9.1	Konzentration von <i>Escherichia coli</i> in den Fäzes der Diensthunde.....	125
4.2.9.2	Konzentration von Keimen der <i>Clostridium histolyticum</i> -Gruppe in den Fäzes der Diensthunde.....	126
4.2.9.3	Konzentration von <i>Lactobacillus spp.</i> in den Fäzes der Diensthunde.....	127

5.	Diskussion.....	128
5.1	Untersuchungen zum Einfluss der Bearbeitung auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden	128
5.1.1	Diskussion der Methoden	128
5.1.1.1	Versuchsaufbau	128
5.1.1.2	Tiere.....	128
5.1.1.3	Haltung der Diensthunde	130
5.1.1.4	Fütterung.....	130
5.1.1.5	Erhebung der Parameter	132
5.1.2	Diskussion der Ergebnisse.....	133
5.1.2.1	Allgemeine klinische Beobachtungen	133
5.1.2.2	Trinkwasseraufnahme.....	134
5.1.2.3	Anzahl der täglichen Defäkationen	135
5.1.2.4	Kotkonsistenz	136
5.1.2.5	Trockensubstanzgehalte der Fäzes	137
5.1.2.6	Gehalte der Fäzes an freiem Wasser	139
5.1.2.4	Untersuchungen zur Verträglichkeit und Verdaulichkeit der Futtermittel.....	143
5.1.3	Schlussfolgerungen.....	145
5.2	Untersuchungen zum Einfluss eines Probiotikums (<i>Lactobacillus acidophilus</i> DSM 13241) auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter	148
5.2.1	Diskussion der Methoden	148
5.2.1.1	Versuchsaufbau	148
5.2.1.2	Tiere.....	149
5.2.1.3	Haltung der Diensthunde	149
5.2.1.4	Fütterung.....	149
5.2.1.5	Erhebung der Parameter	150
5.2.2	Diskussion der Ergebnisse.....	150
5.2.2.1	Allgemeine klinische Beobachtungen	150
5.2.2.2	Trinkwasseraufnahme.....	151
5.2.2.3	Anzahl der täglichen Defäkationen	152
5.2.2.4	Kotkonsistenz	152
5.2.2.5	Trockensubstanzgehalte der Fäzes	153
5.2.2.6	Gehalte der Fäzes an freiem Wasser	155
5.2.2.7	Wasserstoffionen-Konzentrationen (pH-Werte) der Fäzes	158
5.2.2.8	Untersuchungen zur Verdaulichkeit der Futtermittel	158

INHALTSVERZEICHNIS

5.2.2.9	Parameter mikrobieller Aktivität.....	159
5.2.3	Schlussfolgerungen.....	163
6	Zusammenfassung	168
7	Summary	171
8	Literaturverzeichnis	174
9	Anhang.....	197

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

°C	Grad Celsius
a_w	Wasseraktivität
Abb.	Abbildung
Abs.	Absatz
ACTH	Adrenokortikotropes Hormon
ALT	Alanin-Amino-Transferase
BG	Beurteilungsgrad
bpm	beats per minute = Schläge pro Minute
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
Ca	Calcium
ca.	circa
cfu	colony forming unit = koloniebildene Einheit
Cl	Chlorid
Cl.	Clostridium
d	Tag
DAPI	4',6-Diamidin-2-Phenylindol
dB	Dezibel
dBA	Dezibel A-Bewertung
DE	digestible energy = verdauliche Energie
d.h.	das heißt
DNA	Desoxyribonukleinsäure
DSH	Deutscher Schäferhund
E.	Escherichia
EG	Europäische Gemeinschaft
ELISA	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
et al.	et alii
EU	ELISA unit
Fa.	Firma
FISH	Fluoreszenz-In-Situ-Hybridisation
F-TS	Futter-Trockensubstanz
GALT	gut-associated lymphoid tissue = darmassoziiertes lymphatisches Gewebe
GE	gross energy = Bruttoenergie
h	Stunde
H ₂ O	Wasser
H ₂ O ₂	Wasserstoffperoxid
H ₂ S	Schwefelwasserstoff
Hb	Hämoglobin
HCl	Salzsäure
HNO ₃	Salpetersäure
HPA	Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse
HPLC	High Performance Liquid Chromatography = Hochleistungsflüssigkeitschromatographie
IgA	Immunglobulin A
IgG	Immunglobulin G

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ISAF	International Security Assistance Force
IU	international unit
J	Joule
K	Kalium
k.A.	keine Angabe
Kap.	Kapitel
KbE	koloniebildene Einheit
kcal	Kilokalorien
kJ	Kilojoule
km	Kilometer
KM	Körpermasse
KM ^{0,75}	metabolische Körpermasse
l	Liter
L.	Lactobacillus
lfd.	laufende
M	Malinois
m	männlich
Max	Maximum
ME	metabolizable energy = umsetzbare Energie
mg	Milligramm
Mg	Magnesium
Min	Minimum
min	Minute
MJ	Megajoule
mk	männlich kastriert
ml	Milliliter
Mol	molar
MTT	mean total transit time = durchschnittliche Transitzeit
Mw	Mittelwert
N	Stickstoff
n	Anzahl
Na	Natrium
NfE	nitrogen-free extract = stickstofffreie Extraktstoffe
ng	Nanogramm
NN	Normalnull
n.n.	nicht nachgewiesen
Nr.	Nummer
NRC	National Research Council
n.s.	nicht signifikant
n.u.	nicht untersucht
OCTT	orocecal transit time = oroökale Transitzeit
oS	organische Substanz
P	Phosphor
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
pH	pondus Hydrogenii, potentia Hydrogenii
PBS	phosphate buffered saline = phosphatgepufferte Kochsalzlösung

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

PCR	Polymerase Chain Reaction
ppm	parts per million
r	Korrelationskoeffizient
Ra	Rohasche
Reg.-Nr.	Registriernummer
Rfa	Rohfaser
Rfe	Rohfett
Rp	Rohprotein
rRNA	ribosomale Ribonukleinsäure
s	Sekunde
SDS	Sodium Lauryl Sulfate = Natriumlaurylsulfat
SDstHundeBw	Schule für Diensthundewesen der Bundeswehr
sIgA	salivary Immunglobuline A = Immunglobulin A im Speichel
spp.	Plural von Spezies
s.u.	siehe unten
sV	scheinbare Verdaulichkeit
Tab.	Tabelle
Tmax	Tages-Maximaltemperatur
Tmin	Tages-Minimaltemperatur
TRIS	Tris(hydroxymethyl)-aminomethan
TS	Trockensubstanz
U	Umdrehungen
u.	und
u.a.	unter anderem
ü.	über
uS	ursprüngliche Substanz
u.U.	unter Umständen
UZwGBw	Gesetz über die Anwendung unmittelbaren Zwanges und die Ausübung besonderer Befugnisse durch Soldaten der Bundeswehr und verbündeter Streitkräfte sowie zivile Wachpersonen
VO	Verordnung
w	weiblich
wk	weiblich kastriert
z.B.	zum Beispiel
µl	Mikroliter
µm	Mikrometer

Abb. 1:	Ausbildungsprogramm der Diensthunde in der Bundeswehr.....	22
Abb. 2:	Auswertung klinischer Befunde der Department of Defense Military Working Dog Veterinary Service Behavioural Medicine Section von 60 US-Militärdiensthunden mit 80 identifizierten Verhaltensproblemen (BURGHARDT 2003).	28
Abb. 3:	Erkrankungen von Militärdiensthunden während der Operationen der US-Streitkräfte „Desert Shield“ und „Desert Storm“.	32
Abb. 4:	Modell der Auswirkungen von Fütterungseinflüssen auf die intestinale Mikroflora und die Entstehung von Verdauungsstörungen (ZENTEK 1993).....	37
Abb. 5:	Trinkwasseraufnahme und Tagesminimaltemperaturen der inaktiven Deutschen Schäferhunde in den Bilanzphasen A, B und C	89
Abb. 6:	Trinkwasseraufnahme und Tagesminimaltemperaturen der inaktiven Malinois in den Bilanzphasen A, B und C.....	90
Abb. 7:	Trinkwasseraufnahme und Tagesminimaltemperaturen der aktiven Malinois in den Bilanzphasen A, B und C.....	90
Abb. 8:	Trinkwasseraufnahme und Tagesminimaltemperaturen der Deutschen Schäferhunde in den Bilanzphasen A, P und B	106
Abb. 9:	Trinkwasseraufnahme und Tagesminimaltemperaturen der Malinois in den Bilanzphasen A, P und B	106
Abb. 10:	Korrelationen zwischen Kotkonsistenz und Trockensubstanzgehalt der Fäzes der inaktiven Deutschen Schäferhunde in den Bilanzphasen A (p = 0,746), B (p = 0,309) und C (p = 0,191).....	138
Abb. 11:	Korrelationen zwischen Kotkonsistenz und Trockensubstanzgehalt der Fäzes der inaktiven Malinois in den Bilanzphasen A (p = 0,446), B (p = 0,935) und C (p = 0,070).....	138
Abb. 12:	Korrelationen zwischen Kotkonsistenz und Trockensubstanzgehalt der Fäzes der aktiven Malinois in den Bilanzphasen A (p = 0,854), B (p = 0,352) und C (p = 0,034).....	139
Abb. 13:	Korrelationen zwischen Kotkonsistenz und Gehalt der Fäzes der inaktiven Deutschen Schäferhunde an freiem Wasser in den Bilanzphasen A (p = 0,455), B (p = 0,147) und C (p = 0,733).....	140
Abb. 14:	Korrelationen zwischen Kotkonsistenz und Gehalt der Fäzes der inaktiven Malinois an freiem Wasser in den Bilanzphasen A (p = 0,248), B (p = 0,943) und C (p = 0,950).....	140
Abb. 15:	Korrelationen zwischen Kotkonsistenz und Gehalt der Fäzes der aktiven Malinois an freiem Wasser in den Bilanzphasen A (p = 0,446), B (p = 0,837) und C (p = 0,021).....	141

Abb. 16:	Korrelationen zwischen Gehalt der Fäzes der inaktiven Deutschen Schäferhunde an freiem Wasser und Trockensubstanz in den Bilanzphasen A (p = 0,192), B (p = 0,004) und C (p = 0,135).....	142
Abb. 17:	Korrelationen zwischen Gehalt der Fäzes der inaktiven Malinois an freiem Wasser und Trockensubstanz in den Bilanzphasen A (p = 0,702), B (p = 0,006) und C (p = 0,269).....	142
Abb. 18:	Korrelationen zwischen Gehalt der Fäzes der aktiven Malinois an freiem Wasser und Trockensubstanz in den Bilanzphasen A (p = 0,196), B (p = 0,008) und C (p = 0,001).....	143
Abb. 19:	Korrelationen zwischen Kotkonsistenz und Trockensubstanzgehalt der Fäzes der Deutschen Schäferhunde in den Bilanzphasen A (p = 0,213), P (p = 0,683) und B (p = 0,003).....	154
Abb. 20:	Korrelationen zwischen Kotkonsistenz und Trockensubstanzgehalt der Fäzes der Malinois in den Bilanzphasen A (p = 0,442), P (p = 0,459) und B (p = 0,540)	154
Abb. 21:	Korrelationen zwischen Kotkonsistenz und Gehalt der Fäzes der Deutschen Schäferhunde an freiem Wasser in den Bilanzphasen A (p = 0,028), P (p = 0,391) und B (p = 0,222)	156
Abb. 22:	Korrelationen zwischen Kotkonsistenz und Gehalt der Fäzes der Malinois an freiem Wasser in den Bilanzphasen A (p = 0,799, P (p <0,001) und B (p = 0,846)	156
Abb. 23:	Korrelationen zwischen Gehalt der Fäzes der Deutschen Schäferhunde an freiem Wasser und Trockensubstanz in den Bilanzphasen A (p = 0,790), P (p = 0,957) und B (p = 0,869)	157
Abb. 24:	Korrelationen zwischen Gehalt der Fäzes der Malinois an freiem Wasser und Trockensubstanz in den Bilanzphasen A (p = 0,185), P (p = 0,416) und B (p = 0,329)	157
Abb. 25:	Gehalte der Fäzes an <i>E. coli</i> (log ₁₀ KbE/g) in den Bilanzphasen A, P und B	160
Abb. 26:	Gehalte der Fäzes an Keimen der <i>Clostridium histolyticum</i> -Gruppe (log ₁₀ KbE/g) in den Bilanzphasen A, P und B	161
Abb. 27:	Gehalte der Fäzes an <i>Lactobacillus spp.</i> (log ₁₀ KbE/g) in den Bilanzphasen A, P und B.....	162

VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tab. 1:	Belastungsabhängige Erkrankungsdispositionen für Diensthunde (KORTHÄUER 2003).....	30
Tab. 2:	Gehalt an <i>E. coli</i> (log ₁₀ KbE/g) im Darmchymus von Hunden (ZENTEK 2000).....	38
Tab. 3:	Gehalt an <i>Cl. perfringens</i> (log ₁₀ KbE/g) im Darmchymus von Hunden (ZENTEK 2000).....	39
Tab. 4:	Gemäß VO (EG) Nr. 1831/2003 bei Hunden als Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung zugelassene Mikroorganismen.....	42
Tab. 5:	Gehalt an <i>Lactobacillus spp.</i> (log ₁₀ KbE/g) im Darmchymus von Hunden (ZENTEK 2000).....	44
Tab. 6:	Scheinbare Verdaulichkeiten der Rohrnährstoffe verschiedener Trockenalleinfuttermittel bei Hunden	54
Tab. 7:	Fütterungsempfehlungen für Sport- und Gebrauchshunde nach TOLL und REYNOLDS (2002)	59
Tab. 8:	Täglicher Bedarf an umsetzbarer Energie (ME) von Diensthunden nach MEYER und ZENTEK (2010).....	60
Tab. 9:	Empfehlungen für den Bedarf von arbeitenden Hunden an umsetzbarer Energie (NRC 2006).....	60
Tab.10:	Geschätzter täglicher Energiebedarf von Militärdiensthunden (MCNAMARA 1972)	61
Tab. 11:	Geschätzter täglicher Energiebedarf von Militärdiensthunden bei verschiedenen Außentemperaturen und relativen Humiditäten (MCNAMARA 1972)	61
Tab. 12:	Versuchsplan: Untersuchungen zum Einfluss der Bearbeitung auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden	64
Tab. 13:	Aufstellung über die erfassten Parameter.....	64
Tab. 14:	Inaktive Diensthunde.....	65
Tab. 15:	Aktive Diensthunde	65
Tab. 16:	Bearbeitung der Versuchsfutter A, B und C.....	66
Tab. 17:	Rohnährstoffgehalte der Versuchsfutter A, B und C.....	67
Tab. 18:	Futtrationen der Diensthunde pro Tag in den Bilanzphasen A, B und C.....	67
Tab. 19:	Kotabsatz der inaktiven Diensthunde bei kommerzieller Diät (Vorversuch)	68
Tab. 20:	Versuchsplan: Untersuchungen zum Einfluss eines Probiotikums (<i>Lactobacillus acidophilus</i> DSM 13241) auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden	70
Tab. 21:	Aufstellung über die erfassten Parameter.....	70
Tab. 22:	Versuchsgruppe	71
Tab. 23:	Bearbeitung der Versuchsfutter A, P und B	72

VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tab. 24:	Nährstoff- und Mineralgehalte der Versuchsfutter A, P und B.....	73
Tab.25:	Futtrationen der Diensthunde pro Tag in den Bilanzphasen A, P und B	74
Tab. 26:	Beurteilungsschema für die Kotkonsistenz	78
Tab. 27:	Für die Bestimmung der mikrobiellen Parameter mittels FISH eingesetzte Oligonukleotidsonden (MWG Biotech, Ebersberg, Deutschland)	79
Tab. 28:	Beurteilungsschema für die Fellbeschaffenheit.....	80
Tab. 29:	Körpermasseveränderungen der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C	83
Tab. 30:	Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf die Körpermassen (KM) und Körpermassenveränderungen (KM +/-) der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte).....	83
Tab. 31:	Anzahl der Futterrückwaagen in den Bilanzphasen A, B und C	84
Tab. 32:	Futteraufnahme der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C	85
Tab. 33:	Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf die Futteraufnahme der Diensthunde (ursprüngliche Substanz und Trockensubstanz) in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte).....	85
Tab. 34:	Energieaufnahme (ME) der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C	86
Tab. 35:	Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf die Energieaufnahme (ME) der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte)	86
Tab. 36:	Trinkwasseraufnahme der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C.....	87
Tab. 37:	Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf die Trinkwasseraufnahme der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte)	88
Tab. 38:	Einfluss der Tagestemperatur auf die Trinkwasseraufnahme in ml/kg KM/d (Korrelation nach Pearson, p-Werte) in den Bilanzphasen A, B und C	89
Tab. 39:	Anzahl der täglichen Defäkationen der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C	91
Tab. 40:	Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf die Anzahl der täglichen Defäkationen der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte).....	92
Tab. 41:	Tägliche Kotmenge der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C	92
Tab. 42:	Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf die tägliche Kotmenge der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte)	93
Tab. 43:	Kotkonsistenz der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C	94
Tab. 44:	Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf die Kotkonsistenz der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte)	94
Tab. 45:	Prozentuale Häufigkeit der Beurteilungsgrade 1 bis 5 der Kotkonsistenz der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C	95

VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tab. 46:	Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf die prozentuale Häufigkeit der Beurteilungsgrade (BG) 1 bis 5 der Kotkonsistenz der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte).....	96
Tab. 47:	Freies Wasser und Trockensubstanz in den Fäzes der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C.....	97
Tab. 48:	Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf freies Wasser und Trockensubstanz in den Fäzes der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte).....	97
Tab. 49:	Trockensubstanz der Fäzes und des Futters (g Fäzes-TS/g Futter-TS) der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C	98
Tab. 50:	Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf die Trockensubstanz der Fäzes und des Futters (g Fäzes-TS/g Futter-TS) der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte).....	98
Tab. 51:	Scheinbare Verdaulichkeit (sV) der Trockensubstanz bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, B und C	99
Tab. 52:	Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf die scheinbare Verdaulichkeit der Trockensubstanz bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte).....	99
Tab. 53:	Körpermasseveränderungen der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B	100
Tab. 54:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die Körpermassen der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte).....	100
Tab. 55:	Fellbeschaffenheit der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B	101
Tab. 56:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die Fellbeschaffenheit der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte).....	101
Tab. 57:	Futteraufnahme der Diensthunde pro Tag in den Bilanzphasen A, P und B	102
Tab. 58:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die Futteraufnahme der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte).....	103
Tab. 59:	Energieaufnahme (ME) der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B.....	103
Tab. 60:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die Energieaufnahme (ME) der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte).....	104
Tab. 61:	Trinkwasseraufnahme der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B	104
Tab. 62:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die Trinkwasseraufnahme der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte).....	105
Tab. 63:	Einfluss der Tagestemperatur auf die Trinkwasseraufnahme in ml/d (Korrelation nach Pearson/Korrelationskoeffizient r, p-Werte) in den Bilanzphasen A, P und B.....	105

VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tab. 64:	Anzahl der täglichen Defäkationen der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B	107
Tab. 65:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die Anzahl der täglichen Defäkationen der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte).....	107
Tab. 66:	Tägliche Kotmenge der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B	108
Tab.67:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die tägliche Kotmenge der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)	108
Tab. 68:	Kotkonsistenz der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B.....	109
Tab. 69:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die Kotkonsistenz der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)	109
Tab. 70:	Prozentuale Häufigkeit der Beurteilungsgrade 1 bis 5 der Kotkonsistenz der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B.....	110
Tab. 71:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die Häufigkeit der Beurteilungsgrade 1 bis 5 der Kotkonsistenz der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte).....	111
Tab. 72:	Freies Wasser und Trockensubstanz der Fäzes der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B.....	112
Tab. 73:	Rasse- und Futtereinflüsse auf freies Wasser und Trockensubstanz der Fäzes der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte).....	112
Tab. 74:	Trockensubstanz der Fäzes und des Futters (g Fäzes-TS/g Futter-TS) der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B.....	113
Tab. 75:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die Trockensubstanz der Fäzes und des Futters (g Fäzes-TS/g Futter-TS) der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)	113
Tab. 76:	pH-Werte der Fäzes der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B	114
Tab. 77:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die pH-Werte der Fäzes der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)	114
Tab. 78:	Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Rohasche (Ra) und Rohprotein (Rp) in den Bilanzphasen A, P und B	115
Tab. 79:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Rohasche (Ra) und Rohprotein (Rp) in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte).....	115
Tab. 80:	Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Rohfett (Rfe) und Rohfaser (Rfa) in den Bilanzphasen A, P und B	116
Tab. 81:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Rohfett (Rfe) und Rohfaser (Rfa) in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte).....	116

VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tab. 82:	Gehalte der Fäzes der Diensthunde an stickstofffreien Extraktstoffen (NfE) in den Bilanzphasen A, P und B.....	117
Tab. 83:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die Gehalte der Fäzes der Diensthunde an stickstofffreien Extraktstoffen (NfE) in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte).....	117
Tab. 84:	Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Natrium (Na) und Kalium (K) in den Bilanzphasen A, P und B.....	118
Tab. 85:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Natrium (Na) und Kalium (K) in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte).....	118
Tab. 86:	Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Bruttoenergie (GE) in den Bilanzphasen A, P und B.....	119
Tab. 87:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Bruttoenergie (GE) in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)	119
Tab. 88:	Scheinbare Verdaulichkeiten (sV) der Trockensubstanz (TS) und der Rohasche (Ra) bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B	120
Tab. 89:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die scheinbaren Verdaulichkeiten der Trockensubstanz (TS) und der Rohasche (Ra) bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte).....	120
Tab. 90:	Scheinbare Verdaulichkeiten (sV) des Rohproteins (Rp) und des Rohfetts (Rfe) bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B	121
Tab. 91:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die scheinbaren Verdaulichkeiten des Rohproteins (Rp) und des Rohfetts (Rfe) bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte).....	121
Tab. 92:	Scheinbare Verdaulichkeiten (sV) der Rohfaser (Rfa) und der stickstofffreien Extraktstoffe (NfE) bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B.....	122
Tab. 93:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die scheinbaren Verdaulichkeiten der Rohfaser (Rfa) und der stickstofffreien Extraktstoffe (NfE) bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte).....	122
Tab. 94:	Scheinbare Verdaulichkeiten (sV) von Natrium und Kalium bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B.....	123
Tab. 95:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die scheinbaren Verdaulichkeiten von Natrium und Kalium bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte).....	123
Tab. 96:	Scheinbare Verdaulichkeit (sV) der Bruttoenergie (GE) bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B.....	124
Tab. 97:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die scheinbare Verdaulichkeit der Bruttoenergie (GE) bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte).....	124

VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tab. 98:	Konzentration von <i>Escherichia coli</i> (\log_{10} KbE/g Kot) in den Bilanzphasen A, P und B.....	125
Tab. 99:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die Konzentration von <i>Escherichia coli</i> (\log_{10} KbE/g Kot) in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte).....	125
Tab. 100:	Konzentration von Keimen der <i>Clostridium histolyticum</i> -Gruppe (\log_{10} KbE/g Kot) in den Bilanzphasen A, P und B	126
Tab.101:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die Konzentration von Keimen der <i>Clostridium histolyticum</i> -Gruppe (\log_{10} KbE/g Kot) in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte).....	126
Tab. 102:	Konzentration von <i>Lactobacillus spp.</i> (\log_{10} KbE/g Kot) in den Bilanzphasen A, P und B.....	127
Tab. 103:	Rasse- und Futtereinflüsse auf die Konzentration von <i>Lactobacillus spp.</i> (\log_{10} KbE/g Kot) in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte).....	127
Tab. 104:	Übersicht über Aktivitäts-, Rasse-und Futtereinflüsse (●) in den Bilanzphasen A, B und C	146
Tab. 105:	Übersicht über Rasse-und Futtereinflüsse (●) in den Bilanzphasen A, P und B.....	165

1 Einleitung

Bereits in der Antike kamen Hunde in kriegerischen Auseinandersetzungen zur Unterstützung von Soldaten zum Einsatz. Den Griechen und Römern dienten die Tiere als Kampf- oder Spürhund und zu Kundschaftszwecken. Durch die Jahrhunderte zeigen bildliche Darstellungen immer wieder Hunde von gewaltigem Körperbau, geführt von bewaffneten Männern.

1908 führte das französische Militär den modernen Diensthund ein; Deutschland, Russland und Italien folgten. Im Ersten Weltkrieg wurden durch die deutsche Armee ca. 30 000 Sanitäts- und Meldehunde eingesetzt. Heutigen Schätzungen zufolge retteten diese rund 5000 Soldaten das Leben. Der Einsatz von Hunden wandelte sich vom Kampfhund zum Dienst- und Gebrauchshund mit Melde-, Sanitäts-, Schutz- und Bewachungsaufgaben (SCHOBERWALTER 2003).

Diensthunden der Bundeswehr wird eine hohe physische und psychische Leistung abverlangt, die sich von den Anforderungen an andere Arbeits- und Gebrauchshunde deutlich unterscheidet. Untersuchungen über die besonderen Bedürfnisse und Belastungen von militärischen Diensthunden liegen bislang nur in geringer Zahl vor. Neben der physischen Belastung stellt die besondere Einsatz- und Haltungsform hohe Anforderungen an die Tiere. Solche Stresseffekte fanden in bisherigen Untersuchungen zur Ernährung von Arbeits- und Gebrauchshunden nur wenig Beachtung.

Eine auf das Individuum und die von ihm zu erbringende Leistung abgestimmte Ernährung, die den spezifischen Bedürfnissen dieser Hunde gerecht wird, ist unabdingbar. Die spezifischen Bedürfnisse von Diensthunden sind hingegen nur unzureichend untersucht.

Erfahrungswerte der Schule für Diensthundewesen der Bundeswehr zeigen, dass die für Arbeits- und Gebrauchshunde bewährten Futtermittel von den Diensthunden der Bundeswehr oft nicht optimal vertragen und verdaut werden. Probleme mit der Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Futtermitteln induzieren Körpermassenverluste und beeinträchtigen unmittelbar die Gesundheit und Leistungsfähigkeit besonders der neu angekauften, in Ausbildung befindlichen, aber auch der im Dienst stehenden Diensthunde. Die Ursachen hierfür sind nur zum Teil bekannt.

Die vorliegenden Untersuchungen betrachteten daher an Diensthunden der Bundeswehr die Effekte von Stress, die Effekte der Bearbeitung von Futtermitteln sowie die Effekte des Probiotikums *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241 auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Futtermitteln.

2 Literaturübersicht

2.1 Einsatzgrundlagen von Diensthunden in der Bundeswehr

Das durch das Bundesministerium der Verteidigung am 7. Mai 2003 erlassene Konzept zum Einsatz von Diensthunden in der Bundeswehr ist die Grundlage für den Einsatz, die Aus-, Fort- und Weiterbildung sowie die Überprüfung von Diensthunden und Diensthundführern. Es beschreibt die Voraussetzungen für den Einsatz von Diensthunden im Aufgabenspektrum der Bundeswehr.

Diensthunde der Bundeswehr erweitern durch ihre spezifischen Fähigkeiten das Einsatzspektrum von Mensch und Technik und nehmen Aufgaben wahr, die mit anderen Mitteln nicht oder nur mit hohem Aufwand realisiert werden können. Diensthunde sind Hilfsmittel der körperlichen Gewalt im Sinne des § 10 Abs. 3 des Gesetzes über die Anwendung unmittelbaren Zwanges und die Ausübung besonderer Befugnisse durch Soldaten der Bundeswehr und verbündeter Streitkräfte sowie zivile Wachpersonen (UZwGBw).

Die Bundeswehr erwirbt Diensthunde ab einem Alter von ca. 18 Monaten nach Bestehen eines Eignungstests und einer klinischen Untersuchung, welche die Diensthundeklinik der Schule für Diensthundewesen durchführt. Darüber hinaus übernimmt sie Welpen aus dem eigenen Zuchtprogramm. Zur optimalen Nutzung des Leistungspotenzials und zur Aufrechterhaltung des Leistungsstandes absolvieren alle Diensthundeteams, bestehend aus Diensthund und Diensthundführer, ein umfassendes Ausbildungsprogramm (Abbildung 1) und durchlaufen neben dem Routineeinsatz regelmäßige Leistungskontrollen. Dabei sind sie hinsichtlich des Einsatzes in ihrer jeweiligen Spezialisierung im In- und Ausland den unterschiedlichsten Belastungen ausgesetzt.

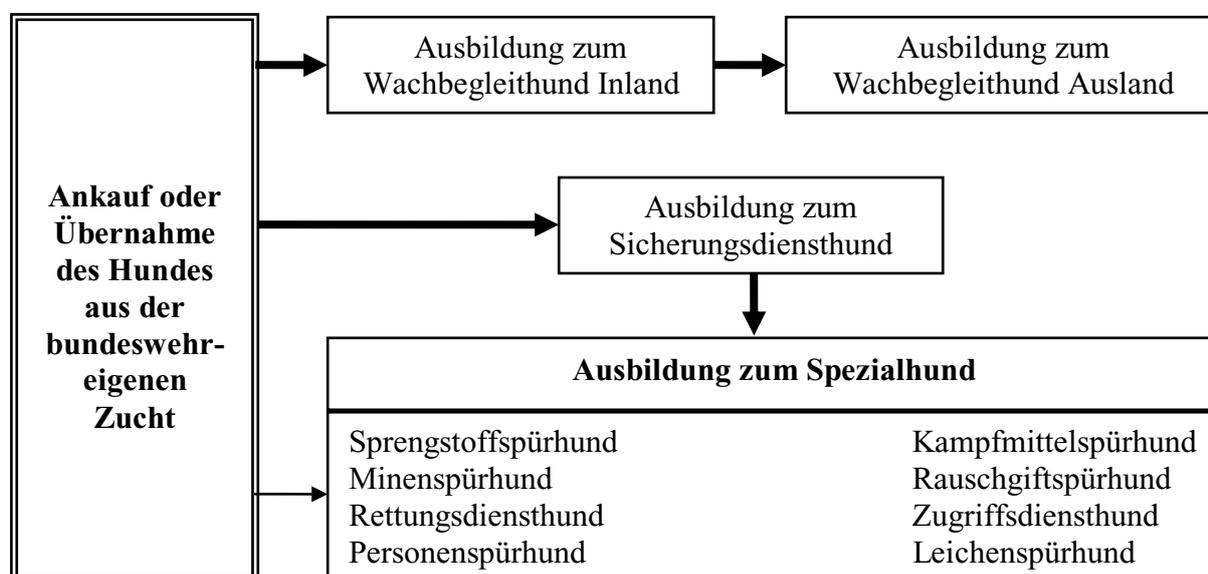


Abb. 1: Ausbildungsprogramm der Diensthunde in der Bundeswehr

2.2 Stress und seine Auswirkungen auf den Organismus

Gewöhnlich wird unter dem Begriff „Stress“ die Einwirkung physischer oder psychischer Reize, sogenannter Stressoren, auf den Organismus und dessen individuell geprägte unspezifische Reaktion darauf zusammengefasst. Da der Organismus nur funktioniert, wenn er Reize empfängt und beantwortet, haben Stressoren in vielen Fällen eine positive Wirkung (Eustress). Kann die Wirkung sehr starker Stressoren durch die Abwehrmechanismen des Organismus, bei denen die Aktivierung der Nebennierenrinde durch ACTH-Freisetzung im Vordergrund steht, nicht kompensiert werden, kommt es zum als Distress bezeichneten Stress im negativen Sinne. Die chronische Einwirkung schwächerer, vor allem psychischer Stressoren kann zu einer negativen Stressreaktion führen, bei der sich mit zunehmender Belastungsdauer die Reaktion des Nebennierenmarkes und des Sympathikus und somit die Freisetzung der Katecholamine Adrenalin und Noradrenalin verstärkt.

Walter B. Cannon führte 1914 den Begriff „Stress“ ein und formulierte 1927 ein Konzept zur Notwehrfunktion des Nebennierenmarkes, das er als „Fight-and-Flight-Syndrom“ bezeichnete. Er hatte festgestellt, dass eine Bedrohung des Organismus zu einem erhöhten Adrenalinspiegel im venösen Blut der Nebenniere führt (CANNON 1975).

Das durch den Biochemiker Hans Selye (1907–1982) definierte Allgemeine Adaptionssyndrom (Selye-Syndrom) beschreibt eine gesetzmäßige zeitliche Reihenfolge der reaktiven Anpassungsvorgänge im Organismus auf starke äußere Reize (Stressoren) im Stress mit möglichen funktionellen und morphologischen Störungen. Dies umfasst Abwehrreaktionen, die stets einen generalisierten Charakter besitzen. Es handelt sich hierbei um einen unspezifischen Vorgang, der im Ablauf von der Art der Belastung vollkommen unabhängig ist. Das Allgemeine Adaptionssyndrom als Stressreaktion ist hauptsächlich bestimmt durch die Aktivität der Hypophyse und Nebennierenrinde und lässt sich in die drei Phasen Alarmreaktion, Widerstandsstadium (Resistenzstadium, Abwehrstadium) und Erschöpfungsstadium einteilen (SELYE 1953).

Bei Stress unterstützen folgende Körperfunktionen eine erhöhte Reaktionsfähigkeit des Organismus: die verstärkte Herz- und Lungentätigkeit sowie die Freisetzung von Glucose und freien Fettsäuren ermöglichen durch die gesteigerte Sauerstoff- und Energieversorgung von Gehirn und Skelettmuskulatur eine effektivere Auseinandersetzung mit der einwirkenden Gefahr (FRANK und GRIFFIN 1989).

Im akuten Stress üben Adrenalin und Noradrenalin zwar eine wichtige Schutzfunktion für das kardiovaskuläre System und den Stoffwechsel aus, rufen bei ständig erhöhtem Spiegel jedoch eine Hypertonie und schließlich weitere kardiovaskuläre Erkrankungen hervor. LIANG et al. (1979) fanden bei Hunden eine Korrelation zwischen dem Katecholaminspiegel und der Empfindlichkeit der Herzventrikel bei psychologischem Stress.

Bleibt ein Stressor dauerhaft bestehen oder tritt er immer wieder auf, kommt es bei der Anpassungsreaktion zur Überschreitung von Grenzwerten im Körper, sodass der Stress einen negativen Einfluss auf den Körper hat (SCHILDER 1992; DÖCKE 1994). Stress kann so z.B.

zur Körpergewichtsabnahme (DÖCKE 1994), zu einer verminderten Immunabwehr (MÖSTL 2005) und/oder Diarrhö (DUHAIME et al. 1998; SLENSKY et al. 2004) führen. DEINHAMMER (2003) untersuchte die Auswirkungen von Stress auf verschiedene Parameter des Immunsystems von Hunden und fand Veränderungen des weißen Blutbildes sowie einen Anstieg der Akute-Phase-Proteine im Organismus. BAPTISTA-SOBRINHO et al. (2003) wiesen eine negative Beeinflussung der Fruchtbarkeit von Rottweilern durch Belastungen wie Unterordnung, physisches Training und militärische Ausbildung nach.

2.3 Besondere Belastungen von Diensthunden

Diensthunden der Bundeswehr wird eine hohe physische und psychische Leistung abverlangt, die sich von den Anforderungen an andere Arbeits- und Gebrauchshunde deutlich unterscheidet. Diensthunde erfahren organischen Stress (durch Training, Einsatz) und psychischen Stress (durch die Haltungsform, Transporte, Temperaturen, Lärm) und sind in ihrer Aufgabe unvermeidbaren Beeinträchtigungen ihres Wohlbefindens ausgesetzt.

Durch den Vergleich der Aufzeichnungen aus Normalsituationen und Situationen, die das Wohlbefinden des Hundes erfahrungsgemäß beeinträchtigen (Eingewöhnungsphase, Ortswechsel, Behandlungen), konnten SIGG und WEIHE (1986) das Wohlbefinden operational definieren. Ein Hund, der sich wohlfühlt, ist demnach fähig, sich situationsgemäß zu erregen und sich rasch wieder zu beruhigen. In einer ungestörten Umgebung treten sehr tiefe Werte von Herzfrequenz und von motorischer Aktivität auf (Entspannungsfähigkeit). Hunde mit unbeeinträchtigtem Wohlbefinden erleben einen harmonischen, circadianen Wechsel zwischen Ruhe und Aktivität; sie zeigen im Ruheverhalten lange ungestörte Liegephasen, wobei Unterbrechungen durch Drehen, Kratzen und Platzwechsel selten sind. Der Lebensraum wird zeitlich und verhaltensmäßig strukturiert, wobei verschiedene Stellen im Raum eine subjektiv unterschiedliche Bedeutung erhalten.

BEERDA et al. (1997) beschreiben schlechte Haltungsbedingungen, anspruchsvolle Trainingsstunden und für die Tiere unkontrollierbare, unvorhersehbare soziale Umgebungen als Situationen, die das Wohlbefinden von Hunden beeinflussen können.

Veröffentlichungen, die sich mit der Belastung von militärischen Diensthunden durch die besondere Haltungs- und Einsatzform beschäftigen, liegen bisher nur in geringer Zahl vor (MARX 1975; BURGHARDT 2003; HAVERBEKE et al. 2008; LEVEBVRE 2009). Untersuchungen des Mineralstoffwechsels von Natrium, Kalium und Magnesium von Diensthunden im Basistraining durch KONRAD et al. (1990) lassen auf einen Adaptionsprozess hinsichtlich psychischen und physischen Stresses schließen. MC NAMARA (1972) beschreibt, dass die Nebennierendrüse von Diensthunden verglichen mit der von anderen fünfjährigen Hunden aufgrund der besonderen Belastung um das Sechsfache größer ist.

2.3.1 Haltung in großen Zwingeranlagen

Die Haltung in großen Zwingeranlagen stellt besonders für Hunde, die bisher im Haus bzw. im Familienverbund gehalten wurden, eine große Belastung dar.

Bereits das Verbringen der Tiere von der Zuchtstätte und der damit verbundene Wechsel der Bezugsperson beeinträchtigen das Wohlbefinden der Tiere und können Stressreaktionen auslösen, die sich als temporäres neurotisches Verhalten manifestieren (STEPHENS 1980).

MARX (1975) beschreibt als Erscheinungen einer reaktiven Depression bei neu in die Zwingeranlage (in Quarantäne) eingestellten Diensthunden der Bundeswehr insbesondere Interesselosigkeit, Scheu, Verkriechen, Futterverweigerung, Fluchtbereitschaft, Apathie, entgleiste Magen-Darm-Regulation, temporäre Erhöhung der Körpertemperatur ohne erkennbare Ursache sowie abnorme Aggressivität.

Neue Haltungsbedingungen wie die Umstellung von Freiland-Rudelhaltung auf Einzel-Zwingerhaltung führen zu einem höheren Grad aggressiven, nervösen und unsicheren Verhaltens sowie zu hormonellen und immunologischen Stressreaktionen (BEERDA et al. 1999a, b). Die Zwingerhaltung führt bei vielen Diensthunden zur Ausprägung eines hohen physiologischen Stresses (HIBY et al. 2006; ROONEY et al. 2007), und es wurde ein Praxisleitfaden zur Verbesserung der Haltungsbedingungen von Arbeitshunden in Zwingerhaltung erarbeitet (ROONEY et al. 2009).

ABASINEJAD (2003) stellte in Untersuchungen an Rottweilern fest, dass die Zwingerhaltung ohne weitere Beschäftigung einen statistisch gesicherten Anstieg der an Stereotypien leidenden Hunden von 6,9 auf 75,9 Prozent verursachte. Bei den Hunden, die einer Beschäftigungstherapie in Form eines Schutzhundekurses unterzogen wurden, konnte ein starker Rückgang der Stereotypien festgestellt werden: die Anfallsdauer reduzierte sich gegenüber der unbeschäftigten Kontrollgruppe um 70,8 Prozent, die Anfallshäufigkeit um 56,4 Prozent.

PAULY (2007) stellte in ihrer Studie an der Schule für Diensthundewesen der Bundeswehr eine deutliche Belastung der Hunde durch den 4-wöchigen Quarantänaufenthalt und in der Ausbildung im Schutzdienst fest. Als Hauptbelastung konnte mit Hilfe der untersuchten Parameter der Zwingeraufenthalt in fremder Umgebung bestimmt werden. Die höchsten Konzentrationen der Kortisolmetaboliten im Kot fanden sich in der ersten Woche des Quarantänaufenthaltes. Die Hunde sind in diesem Zeitraum einer neuen Umgebung, neuen Betreuungspersonen, einer Futterumstellung und dem Ausbildungsbeginn ausgesetzt. Bereits in der zweiten Woche fielen die Konzentrationen der Kortisolmetaboliten deutlich ab und blieben in der dritten und vierten Woche auf einem annähernd gleichen Niveau. Dies spricht dafür, dass sich die Hunde nach ca. zwei Wochen weitestgehend an ihre neue Umgebung gewöhnt hatten. Verglichen mit den Referenzbereichen waren viele Parameter aber auch in der vierten Woche des Quarantänaufenthaltes noch deutlich erhöht, was für eine weiterhin deutliche Stressbelastung der Hunde spricht.

Der Lärm in und ausgehend von Zwingeranlagen kann für Menschen als physischer und psychischer Stressor wirken (VAN DER HEIDEN 1992). Es ist wahrscheinlich, dass Lärm auf Hunde ähnliche Auswirkungen hat, zumal dies für Labortiere mit weniger guter Hörfähigkeit als Hunden bereits nachgewiesen ist (GAMBLE 1982; MILLIGAN et al. 1993). Durch Bellen, Versorgungsarbeiten und externe Lärmquellen herrschen in Zwingeranlagen regelmäßig Geräuschpegel von über 120 dB (SALES et al. 1997). COPPOLA et al. (2006) stellten fest, dass die Höchstwerte der Geräuschpegel in großen Zwingeranlagen regelmäßig die Kapazität des für die Untersuchung genutzten Dosimeters (118,9 dBA) überschritten.

JENNINGS (1991) führt gesundheitliche Probleme von Militärdiensthunden der Rasse Malinois wie z.B. Traumata des Gebisses, Rutenläsionen, Dermatitis und Untergewicht auf die Zwingerhaltung zurück. KORTHÄUER (2003) erachtet die Haltung von Hunden in großen Zwingeranlagen als begünstigend für die Ausbildung von Verhaltensstörungen wie Hyperaktivität, Ängstlichkeit und Aggressivität sowie deren Folgeerkrankungen wie z.B. Lecksyndrom, Rutenspitzeneschwür, Abrasion der Fuß- und Zehenballen, Bursitis und Dermatitis sowie für Magendrehungen, Dermatomykosen und Parasitosen.

2.3.2 Lernprozesse und Ausbildung

Lernprozesse und Ausbildung beinhalten psychische Belastungen, auf die jeder Hund individuell und rassespezifisch aktiv oder passiv reagiert. Je nach Variation der Reaktionen können diese Stressbewältigungsmechanismen sogar bis zum Ausschluss von der weiterführenden Ausbildung oder von der generellen Verwendung als Diensthund führen. Die Variationen können dabei genetisch bedingt sein oder durch Erfahrungen während der sensiblen Prägungsphasen und später entstanden sein. Lernprozesse können dazu führen, dass sich die ursprüngliche Reaktion auf einen Stressor verstärkt oder zu verändertem Verhalten führt (SCHILDER 1992).

Akute Stressoren wie das korrigierende Einwirken des Hundeführers während der Ausbildung führen meist nur zu kurzfristigen Stressreaktionen, da der Hund lernt, wie er die unangenehme Einwirkung beenden kann (d.h. indem er das gewünschte Verhalten zeigt). Das Wohlbefinden des Tieres wird durch akute Stressoren nicht weiter beeinträchtigt. Traumatische Erlebnisse können jedoch dazu führen, dass auch in ähnlichen Stimulussituationen genauso reagiert wird wie auf das erinnerte Trauma. Bei Einwirkung chronischer Stressoren oder der regelmäßigen Einwirkung akuter Stressoren ohne erfolgreiche Stressbewältigung entstehen Reaktionen chronischen Stresses und das Wohlbefinden der Tiere wird beeinträchtigt (SCHILDER 1992). Das Unvermögen, Kontrolle über psychosozial aversive Situationen zu gewinnen, ist einer der Hauptauslöser stressinduzierter psychophysiologischer Erkrankungen von Hunden (CORSON und CORSON 1979).

Eine breit angelegte, durchdachte Ausbildung und Gewöhnung hinsichtlich physischer und psychischer Belastung kann potenzielle Stressoren minimieren und das Wohlbefinden und die Effizienz von Arbeitshunden erhöhen (ROONEY et al. 2009).

Die psychische Belastung durch Ausbildungs- und Korrekturmaßnahmen ist abhängig von der Wahl der Methoden sowie der Dauer und Häufigkeit der den Tieren eingeräumten Regenerationsphasen. In der Ausbildung und im Einsatz muss auf die individuellen Wesenseigenschaften des Hundes eingegangen werden. Gesteigerte Konzentrationsleistungen (Aufnahme und Verarbeitung eines großen Informationsvolumens in kurzer Zeit unter intensiver Motivation) wirken sich auf physiologische Prozesse aus und verursachen u.a. einen stabilen arteriellen Bluthochdruck (KHANANASHVILI et al. 1989). Bei Blindenhunden, die aufgrund ihres Verhaltens als stressanfällig eingestuft werden, liegen die während der Ausbildung gemessenen Blutdruckwerte deutlich über denjenigen der normal belastbaren Hunde (VINCENT und MICHELL 1996).

Ein Fehlverhalten des Hundeführers bzw. Ausbilders im Sinne regelmäßiger inkonsequenter Bestrafung kann aufgrund des intermittierenden Stresses beim Hund zu chronischen Stressreaktionen führen (SCHILDER 1992).

PAULY (2007) interpretierte in ihrer Studie an der Schule für Diensthundewesen der Bundeswehr zur Belastung von angekauften Diensthunden durch die Haltung und die Grundausbildung im Schutzdienst die täglichen Schutzdienstübungen als submaximale Belastung, die eher als „Ventil“ für die angestaute Energie der Hunde wirkte.

Verhaltens- und Temperamentsprobleme sind die Hauptursache für einen Abbruch der Ausbildung zum Blindenhund (GODDARD und BEILHARZ 1982, 1983, 1984). In Untersuchungen zur Evaluierung von Verhalten und Temperament von Blindenhunden (SERPELL und HSU 2001) wurden 16,7 Prozent aller aus der Ausbildung abgelösten Tiere aufgrund von Nervosität in psychisch belastenden Situationen als nicht geeignet beurteilt. KIKKAWA et al. (2005) fanden heraus, dass sich über die Messung der sekretorischen IgA-Konzentration im Speichel von Hunden Aussagen über die Empfindlichkeit und Anpassungsfähigkeit in Bezug auf Stress treffen lassen. Hunde mit einer IgA-Konzentration im Speichel von unter 90 EU/ml wurden als zum Blindenhund nicht geeignet angesehen. Sie erwiesen sich in der Untersuchung als wenig anpassungsfähig und zeigten instabiles Temperament.

JUHR et al. (2005) stellten fest, dass als übermäßig aggressiv eingestufte Hunde einen erhöhten Plasmaspiegel der neurophysiologisch wichtigen Aminosäuren Tryptophan, Histidin und Lysin aufweisen. Hohe Konzentrationen dieser Aminosäuren im Plasma sind ein Anzeichen für Stresssituationen. Ob diese Veränderungen die Ursache oder die Wirkung des aggressiven Verhaltens sind, konnte allerdings nicht festgestellt werden. BANFIELD et al. (1996) benennen fehlende bzw. übersteigerte Aggression als psychische Hauptursache für die Außerdienststellung von Militärdiensthunden. BURGHARDT (2003) berichtet von 60 Konsultationen mit Militärdiensthunden bei der Department of Defense Military Working Dog Veterinary Service Behavioural Medicine Section. Die Auslöser für die Konsultationen waren überwiegend Aggression und stereotypes Verhalten (Abbildung 2).

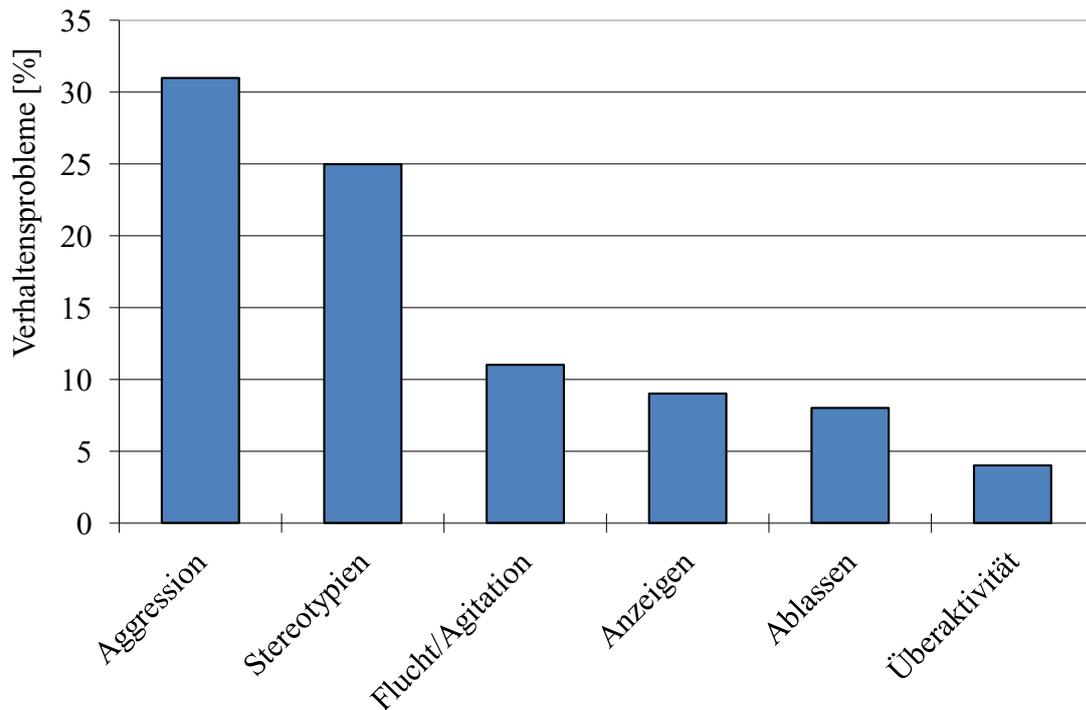


Abb. 2: Auswertung klinischer Befunde der Department of Defense Military Working Dog Veterinary Service Behavioural Medicine Section von 60 US-Militärdiensthunden mit 80 identifizierten Verhaltensproblemen (BURGHARDT 2003).

Erläuterung der Begriffe:

Aggression:	ungewolltes aggressives Verhalten gegenüber Menschen
Stereotypien:	repetitives Verhalten wie z.B. Im-Kreis-Laufen
Flucht/Agitation:	situationsverwandte Agitation und Fluchtversuche
Anzeigen:	Nicht-Anzeigen einer bekannten Substanz
Ablassen:	Nichtauslassen eines Belohnungsobjektes auf Kommando
Überaktivität:	exzessive, dem Einsatz gegenläufige Aktivität

2.3.3 Transport

Der Ausbildung und dem Einsatz von Diensthunden der Bundeswehr geht in der Regel ein Transport sowohl in Kraftfahrzeugen als auch in Hubschraubern und Flugzeugen voraus. BERGERON et al. (2002) untersuchten die Reaktionen und das Verhalten von Beagles während des Transportes im Kraftfahrzeug und im Flugzeug. Als Parameter dienten der Herzschlag, die Kortisolkonzentration in Speichel und Plasma, die Zellzahl der Neutrophilen und die Anzahl der Lymphozyten. Eine Sedation, welche in der Studie mit Azepromazin durchgeführt wurde, beeinflusste die auftretenden stressassoziierten physiologischen Reaktionen und Verhaltensänderungen nicht. Auf einer Tagung des United States Department of Agriculture und Vertretern von Fluggesellschaften wurden als Hauptursachen für Todesfälle von Tieren während des Lufttransportes eine Überdosierung des Sedativums (mehr

als 50 Prozent der Fälle) sowie Stress genannt (TENNYSON 1995). Die Größe des Transportbehältnisses scheint bei der Stressbelastung von Hunden durch Lufttransporte von geringerer Bedeutung zu sein als die Lokalisation des Behältnisses während des Transportes im Flugzeug (LEADON und MULLINS 1991).

2.3.4 Physische Belastung von Diensthunden

GAZIT und TERKEL (2003) fanden heraus, dass schlechtes Anzeigeverhalten von Spürhunden hauptsächlich auf physiologischen Reaktionen und Verhaltensänderungen bei physischer Belastung und Überhitzung beruht. Durch ein adäquates Training konnten sich die Hunde an die Arbeit unter körperlicher Belastung anpassen. Hunde kompensieren eine Überhitzung durch Hecheln, da sie nur an den Pfotenballen schwitzen und ihre Körpertemperatur so durch Transpiration nicht ausreichend regulieren können. Spüren und Hecheln ist aus anatomischen Gründen nicht gleichzeitig möglich. Hecheln als Folge von Überhitzung beeinträchtigte im Versuch signifikant die Anzahl der angezeigten Sprengmittel und führte zu verlängerter Spürzeit. ALTOM et al. (2003) fanden heraus, dass regelmäßige physische Belastung im Sinne eines Trainings bei Hunden das Abfallen der Riechleistung nach körperlicher Belastung verhindert.

2.3.4.1 Einsatzbedingte Verletzungen und Erkrankungen

Aufgrund der unterschiedlichen auf Diensthunde einwirkenden physischen Belastungen sind die Dispositionen, bestimmte Erkrankungen im Sinne einer „Berufskrankheit“ auszubilden, vielfältig. BANFIELD et al. (1996) benannten altersbedingte Schwäche, orthopädische Probleme und Krebs als physische Hauptgründe für die Außerdienststellung von Militärdiensthunden. EVANS et al. (2007) benennen als Hauptgrund für die Außerdienststellung von Diensthunden der US-Streitkräfte im Alter über 5 Jahren Erkrankungen des Rückenmarks. Eine retrospektive Studie durch MOORE et al. (2001) an 927 Diensthunden der US-Streitkräfte wies als Hauptursachen für Tod bzw. Euthanasie degenerative Gelenkerkrankungen (76,3 Prozent aller Hunde), Neoplasien und Rückenmarkerkrankungen aus. Dabei zeigten sich auch Rasseunterschiede zwischen Deutschen und Belgischen Schäferhunden. KORTHÄUER (2003) beschreibt verwendungsbezogene, belastungsbedingte Erkrankungsdispositionen bei Diensthunden (Tabelle 1).

Tab. 1: Belastungsabhängige Erkrankungsdispositionen für Diensthunde (KORTHÄUER 2003)

Diensthund	Belastungsabhängige Disposition
Rettungshunde:	Cauda Equina Kompressions-Syndrom durch Sturzverletzungen verursachte Schädeltraumata und Verletzungen des Carpus
Schutzhunde:	akute Diskopathien degenerative Erkrankungen der Wirbelsäule Frakturen der Fangzähne
Spürhunde:	Cauda Equina Kompressions-Syndrom Fremdkörper in der Nase Erkrankungen der Praemolaren Vergiftungen durch Sprengstoffe und Rauschgifte Zwingerhusten

Diensthunde werden im Ernstfall mit Rahmenbedingungen konfrontiert, die zum Teil nicht ausbildbar sind. Die Erfahrungen aus Katastropheneinsätzen in den USA zeigen, dass besonders wenn vom Einsatz der Hunde Menschenleben abhängen, den Hunden unter suboptimalen bis lebensgefährlichen Arbeitsbedingungen physische und psychische Leistungen abverlangt werden, denen sie nicht immer gewachsen sind. Ein Teil des Problems ist die zu geringe Anzahl schnell verfügbarer ausgebildeter Einsatzteams. Die Auswertungen des Bombenattentats auf das Murrah Federal Building in Oklahoma City, USA (DUHAIME et al. 1998) zeigen, dass die im Rahmen von Bergungsarbeiten eingesetzten Diensthunde kaum Möglichkeiten zur Regeneration haben, da Ruhezonen fehlen und sie ungeschützt Lärm und Schmutz sowie der Aufmerksamkeit von Rettungspersonal und Bergungsarbeitern oder den Medien ausgesetzt sind. Es wurden stressbedingte Verhaltensänderungen wie Ängstlichkeit, Überreiztheit oder gestörtes Sozialverhalten beschrieben. Bei 19 der 74 Hunde (28 Prozent) traten Verletzungen auf und 15 Hunde (22 Prozent) erkrankten während der Bergungsarbeiten.

Die Auswertungen der Einsätze im Zuge der Terroranschläge vom 11. September 2001 auf das World Trade Center, das Pentagon und am Ort des Flugzeugabsturzes auf Staten Island verdeutlichen, dass Hunde bei Katastrophenszenarien einer eigenen veterinärmedizinischen Versorgung bedürfen, da die meisten Hunde während des Einsatzes Verletzungen und Erkrankungen entwickeln, die mehrere Organsysteme betreffen (SLENSKY et al. 2004). Schnittwunden, Abschürfungen, Stichverletzungen, Verbrennungen, Einklemmungen, Überhitzung, Bissverletzungen sowie Verletzungen durch Stürze und herabfallende Gegenstände werden als typische Verletzungen von Such- und Rettungshunden neben der Ausbildung von orthopädischen Problemen und Erkrankungen des Respiratorischen Systems und des Harnapparates beschrieben (JONES et al. 2004; SLENSKY et al. 2004).

Auch die individuelle Belastung seines Hundeführers kann sich auf den Diensthund auswirken. Hunde, die von Hundeführern geführt werden, die selbst medizinische Probleme haben, entwickeln mit höherer Inzidenz medizinische Probleme als andere Hunde (SLENSKY et al. 2004). Verhaltensänderungen der Hunde nach Beendigung eines Katastropheneinsatzes spiegeln neben eigener Ermüdung und Stressbewältigungsmechanismen möglicherweise auch die psychologischen Reaktionen ihrer Hundeführer wieder (DUHAIME et al. 1998). Aufgrund der engen Mensch-Tier-Beziehung bei Diensthundeteams kann eine Posttraumatische Belastungsstörung (PTSD) des Hundeführers zu physischen Problemen und unerwünschtem Verhalten beim Hund führen (OTTO et al. 2004). Eine organische Ursache der Krankheitssymptome des Hundes liegt dabei nicht zwingend vor (JONES et al. 2004).

Hunde können Symptome eines abnormen Verhaltens entwickeln, die denen psychiatrischer Erkrankungen des Menschen ähneln (BENEZECH 2003). LUESCHER (1993) berichtet von einem an einem internationalen Flughafen eingesetzten Sprengstoffspürhund mit Symptomen des Burn-Out-Syndroms, welche sich in zunehmenden Exzitationen des Hundes und Ungenauigkeit bis hin zum völligen Ausbleiben des Anzeigeverhaltens äußerten. Als Ursachen dieses Verhaltens konnten übermäßig forcierte Ausbildung, Überbeanspruchung im Dienst und falsche Beschäftigung des Hundes außerhalb des Dienstes (tägliches Ausführen auf dem Golfplatz, während dessen der Hund im Zeitraum einer halben Stunde zwischen 20 und 30 Golfbälle aufspürte und apportierte) eruiert werden. BURGHARDT (2009) berichtet von Erkrankungen im Sinne einer Posttraumatischen Belastungsstörung von Diensthunden der US-Streitkräfte nach Auslandseinsätzen.

2.3.4.2 Der Diensthund im Auslandseinsatz

Die Diensthunde der Bundeswehr werden je nach Einsatzland mit mehr oder weniger ungewohnten Rahmenbedingungen bezüglich ihrer Haltung und ihres Einsatzes konfrontiert. Der Einsatz von militärischen Diensthunden in Kampfgebieten geht häufig einher mit suboptimalen bis nicht vorhandenen Unterbringungs- und Verpflegungsmöglichkeiten sowie nicht planbaren Einsatzszenarien. Dies betrifft die Anzahl benötigter Diensthunde, den Ort und die Dauer des Einsatzes sowie die mitunter extremen klimatischen Bedingungen, aber auch die einsatzlandspezifischen Risiken bzgl. Verletzungen und vektorassoziierten Erkrankungen (TOFFOLI und ROLFE 2006).

JENNINGS et al. (1971) werteten die Erkrankungen von Militärdiensthunden der USA in Vietnam von April bis Oktober 1970 aus. Die meisten Erkrankungstage waren auf akute Glossitis, Hauterkrankungen sowie Ehrlichiose zurückzuführen. ALEXANDER et al. (1972) wiesen bei Diensthunden in Vietnam in hoher Anzahl Antikörper gegen Zoonosen nach (Rickettsiosen 47 Prozent, Melioidose 19 Prozent, Gruppe-B-Arboviren 49 Prozent, Leptospirose 62 Prozent). ROBINSON und GARNER (1973) führten eine histopathologische Studie an Proben von 2500 Militärdiensthunden der Rasse Deutscher Schäferhund durch. Die Auswertung der Daten ergab bei den im Ausland eingesetzten und dort euthanasierten bzw. verstorbenen Hunden, bei denen eine Diagnose vorlag, als Haupterkrankung die Ehrlichiose.

Die Diensthunde der US-Streitkräfte, welche im Zuge der Operation „Desert Shield“ in der Saudischen Wüste eingesetzt waren, entwickelten aufgrund der klimatischen Bedingungen Erkrankungen der oberen Respirationsorgane, ausgetrocknete Atemwege, Nasenbluten, Konjunktivitis, Leistungsschwäche und sekundäre Erkrankungen durch Inhalation (ZUZIAK 1990). Während der Operationen „Desert Shield“ und „Desert Storm“ waren Hauptgründe für die Vorstellung der Diensthunde beim Tierarzt dermatologische Probleme, gastrointestinale Symptomatiken, Ohrerkrankungen sowie orthopädische Probleme (Abbildung 3). Als Erkrankungen mit möglicherweise zoonotischem Hintergrund wurden 39 Prozent der gastrointestinalen Symptomatiken (akute Gastritiden), 25 Prozent der dermatologischen Probleme (Dermatitiden) und 25 Prozent der Ohrerkrankungen (Otitis externa) benannt (BURKMAN et al. 2001).

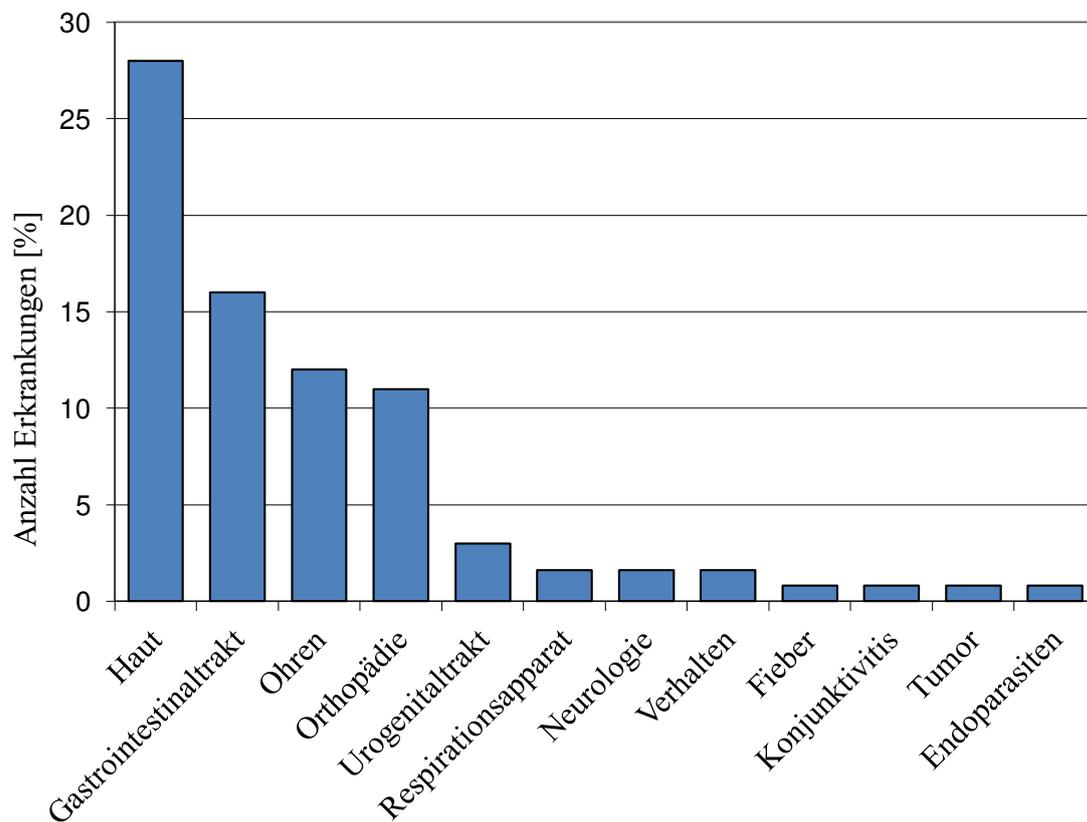


Abb. 3: Erkrankungen von Militärdiensthunden während der Operationen der US-Streitkräfte „Desert Shield“ und „Desert Storm“.

Während der Operation „Enduring Freedom“ in Südwestasien traten bei US-Diensthunden Hitzschlag, respiratorische Probleme aufgrund des Sandes und Staubes sowie Pfotenverletzungen durch den heißen, steinigen Untergrund auf (KUEHN 2002).

2.4 Auswirkungen von Stress auf den Gastrointestinaltrakt

Der Gastrointestinaltrakt gehört zu den endokrinen Organen. In seiner Schleimhaut treten disseminiert charakteristische Zellen auf, welche Peptide enthalten, die spezifische Wirkungen auf die Motilität und die sekretorischen Funktionen des Magen-Darm-Traktes und seiner Anhangsorgane ausüben. Die gastrointestinalen Hormone werden im Schleimhaut- und Drüsenepithel des von der Mundöffnung bis zum After reichenden Verdauungsschlauchs (Tubus alimentarius) von zahlreichen Endokrinozyten gebildet, die mit dem Inselorgan des Pankreas zum Gastro-Entero-Pankreatischen Endokrinen System zusammengefasst werden. Die Sekretion der gastrointestinalen oder Enterohormone steht in engem Zusammenhang mit der Verdauungsfunktion, und sie ist von der Aktivität des vegetativen Nervensystems, speziell des Nervus Vagus, abhängig (FISCHER 1994).

Akuter mentaler Stress führt beim Menschen zu unterschiedlichen Effekten auf Magen, Pankreas und die Motilität des oberen Gastrointestinaltraktes. HOLTSMANN et al. (1989) stellten fest, dass die Dauer des Migrations-Motor-Komplexes, die duodenale Konzentration und die Chymotrypsinabgabe unter Stresseinwirkung signifikant erhöht sind. In den 30 Minuten nach Beendigung der Stresseinwirkung fiel die duodenale Durchflussrate signifikant um bis zu 52 Prozent, und auch die Chymotrypsinabgabe wurde signifikant reduziert. Eine Beeinflussung der Magendurchflussrate und der Magensäureproduktion konnte nicht festgestellt werden. In weiteren Untersuchungen zeigten sich jedoch individuelle Unterschiede hinsichtlich der Magensäureproduktion unter Stresseinwirkung. Untersucht wurde des Weiteren der Einfluss von Charaktereigenschaften auf die Stressreaktion. Fast die Hälfte der Testpersonen reagierte auf Stress mit einem Abfallen der Magensäureproduktion bis um 60 Prozent, die anderen reagierten mit einer Erhöhung um bis zu 60 Prozent (HOLTSMANN et al. 1993).

KONDO et al. (1994) untersuchten den Effekt von physischer Belastung auf die gastroduodenalen prae- und postprandialen Funktionen untrainierter Hunde. Es wurde festgestellt, dass physische Belastung von über einer Stunde signifikant die postprandiale Sekretion von Magensäure und Pepsin vermindert, signifikant die Magenentleerung verzögert und dass sowohl prae- als auch postprandial die motorische Aktivität des Duodenum signifikant anstieg. Praeprandial wurden Magensäure- und Pepsinsekretion nicht durch Belastung beeinträchtigt. Die durchschnittliche motorische Aktivität des Magens wurde nicht beeinflusst, jedoch sowohl prae- als auch postprandial die durchschnittliche Frequenz und Amplitude der Kontraktionen im Duodenum. Auch nach Belastungsende blieb die Pepsinsekretion erniedrigt. Der Migrations-Motor-Komplex war verglichen mit den vor der Belastung gemessenen Werten um 214 ± 14 Minuten verzögert. MUELAS et al. (1993) wiesen eine Beteiligung des vagalen Systems bei durch Stress hervorgerufener Hypermotilität des kleinen Intestinums sowohl in Fastenperioden als auch im Anschluss an die Futteraufnahme nach.

Futtermittel mit schlechter Verdaulichkeit können Stressdiarrhöen begünstigen (HAUPT 1984; DOWNEY et al. 1980).

DAVIS et al. (2003) untersuchten Schlittenhunde aus dem Teilnehmerpool des Iditarod Schlittenhunderennen in den Jahren 2000 und 2001. Gegenüber der Kontrollgruppe wiesen die Schlittenhunde eine erhöhte Prävalenz an Magenerkrankungen wie Ulzera, Erosionen oder Hämorrhagien auf. Bei weiteren Untersuchungen im Jahr 2003 wurde ein Zusammenhang zwischen extremer körperlicher Belastung und erhöhter gastrointestinaler Permeabilität festgestellt. Endoskopische Untersuchungen zeigten ein vermehrtes Auftreten von Magenrosionen und Magenulzera. Ein Zusammenhang zwischen sichtbaren Magenläsionen und dem durchgeführten Saccharose-Permeabilitätstest konnte jedoch nicht festgestellt werden (DAVIS et al. 2005). MISTIAEN et al. (2002) untersuchten die Magenentleerungsrate von Beagles unter Stress. Als Stimulus diente das Verbringen der Hunde in eine unbekannte Umgebung. Die Regionalanalyse der Leerungskurven offenbarte, dass die Dauer der Rückhaltephase unter Stress anstieg. Die postinitiale Leerungsrate blieb unverändert, die Fundusentleerung änderte sich kaum, die antropylorische motorische Aktivität nahm jedoch ab. Es wurde gefolgert, dass Stress die Magenentleerungsrate behindert.

Arbeits- bzw. Gebrauchshunde und Diensthunde neigen unter Belastung zu Änderung des Appetits, weicher Kotkonsistenz, Diarrhö und anderen gastrointestinalen Symptomen (DUHAIME et al. 1998; SLENSKY et al. 2004). Zahlreiche Veröffentlichungen beschreiben autonome, hormonelle, verhaltenstechnische und neuropeptiderge Reaktionen des Organismus auf belastende Stimuli. Stress moduliert durch zentrale Mechanismen einschließlich des Corticotropin-Releasing-Factors die gastrointestinale Motilität. Dieser Prozess erfordert die Integrität autonomer neuraler Pfade. Die Stresseffekte auf die gastrointestinale Motilität sind speziesabhängig und variieren je nach Stimulus und seiner Intensität und Dauer (PLOURDE 1999).

2.5 Die intestinale Mikroflora des Hundes

Im Laufe der Evolution hat der Makroorganismus homoiothermer Tierarten gegenüber bestimmten Keimen eine Immuntoleranz entwickelt, sodass -wenn physikalisch-chemische Bindungskräfte es zulassen- sich Bakterien im Schleim des Darmtraktes halten können. Bei diesen Bakterien handelt es sich um Keimarten, die Milchsäure und/oder andere niedere, zumeist flüchtige Fettsäuren bilden, gegen welche die aus vornehmlich pathogenen Keimen bestehende Restflora empfindlich ist. Auf dieses Phänomen wird die Kolonisierungsresistenz der intestinalen Schleimhäute im physiologischen Zustand zurückgeführt. Es fallen weniger bakterielle Stoffwechselprodukte an, die ins Blut übergreifen und von der Leber entgiftet werden müssen, sodass dieser Zustand des Zusammenlebens von Wirt und Mikroflora die geringste Belastung für den Makroorganismus und somit eine Eubiose darstellt. Der Anteil der aufgrund ihrer antagonistischen Eigenschaften erwünschten Hauptflora macht hierbei über 90 Prozent aus (GEDEK 1993).

Der Magen-Darm-Trakt von Hunden wird von einer dichten Mikroflora besiedelt. Man unterscheidet zwischen obligater (residenter, autochthoner) und passagerer (transienter, allochtoner) Flora. Die Anzahl an Mikroorganismen in Magen, Duodenum und Jejunum ist relativ gering, nimmt im Bereich des Ileums jedoch kontinuierlich zu. Im Magen und

proximalen Dünndarm überwiegen die aeroben und fakultativ aeroben Keime. Im weiteren Verlauf des Darmes verschiebt sich das Keimspektrum zugunsten der anaeroben Flora (AMTSBERG et al. 1989; MEYER und ZENTEK 2010). Die quantitative Relation der verschiedenen Bakterienarten befindet sich in einem Gleichgewicht, wobei altersbedingte Veränderungen zu beobachten sind (BENNO et al. 1992).

Die Eubiose im Intestinaltrakt wird durch ein komplexes System aus Regulationsvorgängen aufrechterhalten. Allogene Faktoren wie Nährstoffangebot, pH-Wert, Darmmotilität, Immunität und Phagozytose werden dabei vom Wirtsorganismus bestimmt, autogene Faktoren wie Konkurrenz um Nährstoffe, Bildung flüchtiger Fettsäuren und Bakteriozinen sowie die Beeinflussung des Redoxpotentials hängen dagegen von den Mikroorganismen ab (SAVAGE 1980; AMTSBERG et al. 1989).

Der Nährstoffbedarf der permanent bzw. transient den Magen-Darm-Trakt besiedelnden Flora wird durch exogene Nahrungsbestandteile sowie die endogenen Sekrete gedeckt. Mögliche nutritive Einflüsse auf die Zusammensetzung der Darmflora umfassen nach ZENTEK (2003):

- die direkte Aufnahme von Bakterien durch die Nahrung,
- die Zufuhr von Nähr- bzw. Wirkstoffen (z.B. organische Säuren), welche die Entwicklung bestimmter Mikroorganismen stimulieren oder unterdrücken, und
- die Haftungsvermittlung zwischen Bakterien und Darmwand durch Aufnahme bestimmter Glycoproteine, die zu einer verstärkten Kolonisation z.B. des vorderen Dünndarms führt.

Die intestinale Mikroflora versorgt den Wirt mit einer Vielzahl von Nährstoffen wie z.B. kurzkettigen Fettsäuren, Vitamin K, B-Vitaminen und Aminosäuren (SAVAGE 1986; WOSTMANN 1996). Die kurzkettigen Säuren werden als Endprodukte des mikrobiellen Stoffwechsels mit den Fäzes ausgeschieden, vom Organismus absorbiert oder zum Teil von den Mikroorganismen wiederverwertet. Im Magen-Darm-Trakt von Mensch und Tier entstehen durch fakultativ und obligat anaerobe Mikroorganismen Wasserstoff, Kohlendioxid, Methan und schwefelhaltige Gase, über die Reduktionsäquivalente aus dem intestinalen Ökosystem eliminiert werden. In allen Abschnitten des Magen-Darm-Traktes vollzieht sich eine mikrobielle Gasbildung. Als Substrate für die gasbildende Flora kommen sowohl kohlenhydrathaltige als auch proteinreiche Nahrungs- bzw. Futtermittel in Frage, wobei sich zwischen den Spezies Unterschiede zeigen (ZENTEK 1991). Für einige Bakterienarten sind charakteristische Gärungsarten bekannt, die zur Identifizierung herangezogen werden können (SMITH und BRYANT 1979; CUMMINGS und MACFARLANE 1991).

Durch bessere Aufnahme von essenziellen Nährstoffen und schnelleres Besetzen epithelialer Andockstellen durch die intestinale Mikroflora wird potenziell pathogenen Keimen die Ansiedlung im Magen-Darm-Trakt erschwert. Die intestinale Flora schafft außerdem durch die Bildung von freien Fettsäuren und chemisch modifizierten Gallensäuren Umweltbedingungen, die das Wachstum vieler potenziell enteropathogener Keime wie z.B. *Escherichia coli* und *Clostridium spp.* einschränken. In der Lamina propria wird zudem die Bildung von Immunzellen induziert, die bei einer Infektion die passenden entzündlichen

Mechanismen oder Immunreaktionen auslösen (ROLFE 1996; MACCRACKEN und GASKINS 1999).

Verschiebungen innerhalb der obligaten Mikroorganismen zugunsten der passageren Mikroorganismen mit ansteigenden Keimzahlen von *E. coli*, *Clostridium spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Pseudomonas spp.* sowie *Proteus spp.* führen zu einer Dysbiose. Die Stoffwechselprodukte der Keime und ggf. deren Toxine belasten den Organismus, schwächen die Abwehrkraft und begünstigen die weitere Ansiedlung von Krankheitserregern (MAYR 2007; KRÜGER 2007).

Nutritive Einflüsse auf die Gehalte von *Cl. perfringens* durch einseitige Fleisch- oder Schlachtabfallfütterung sowie auf die Gehalte von Bifidobakterien bzw. Laktobazillen durch die Verabreichung praecaecal schlecht verdaulicher Kohlenhydrate wurden nachgewiesen (Abbildung 4). Die Intestinalflora des Hundes bewahrt unter dem Einfluss von pflanzlichem Eiweiß und gut verdaulichen Kohlenhydraten bei einem ausgewogenen Rohnährstoffgehalt weitgehend ihre Stabilität. Bei Futterrationen mit praecaecal ungenügend verdaulichen, postileal mikrobiell aber leicht zugänglichen Kohlenhydraten wird diese jedoch in ihrem ursprünglichen Gleichgewichtszustand gestört und führt im Sinne der Dysbiose zu erheblichen qualitativen und quantitativen Veränderungen in der Mikroökologie und der metabolischen Aktivität der Darmflora (AMTSBERG et al. 1989; ZENTEK 1995a). Dysbiosen nach Aufnahme einseitig zusammengesetzter Futtermittel können sich bereits im Dünndarm manifestieren, allerdings liegen hierzu nur wenige Erhebungen vor (ZENTEK 1993).

Futterrationen mit extremer Zusammensetzung können besonders bei Junghunden zum Auftreten nutritiv bedingter Diarrhöen führen, in deren Verlauf es zu erheblichen Veränderungen in der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung der Fäkalflora kommen kann. Hierbei werden sowohl die allopathen als auch die autogenen Regulationsfaktoren des Gastrointestinaltrakts beeinträchtigt. Eine schnelle Restabilisierung ist unter dem Einfluss einer solchen Futterratur mit extremer Zusammensetzung nicht möglich (THOMEE 1978).

MORRIS et al. (1994) stellten fest, dass eine rezidivierende Diarrhö bei vier Labor-Beagles durch experimentellen Stress und übermäßiges Bakterienwachstum im proximalen kleinen Intestinum nach einer Fütterungsumstellung verursacht wurde.

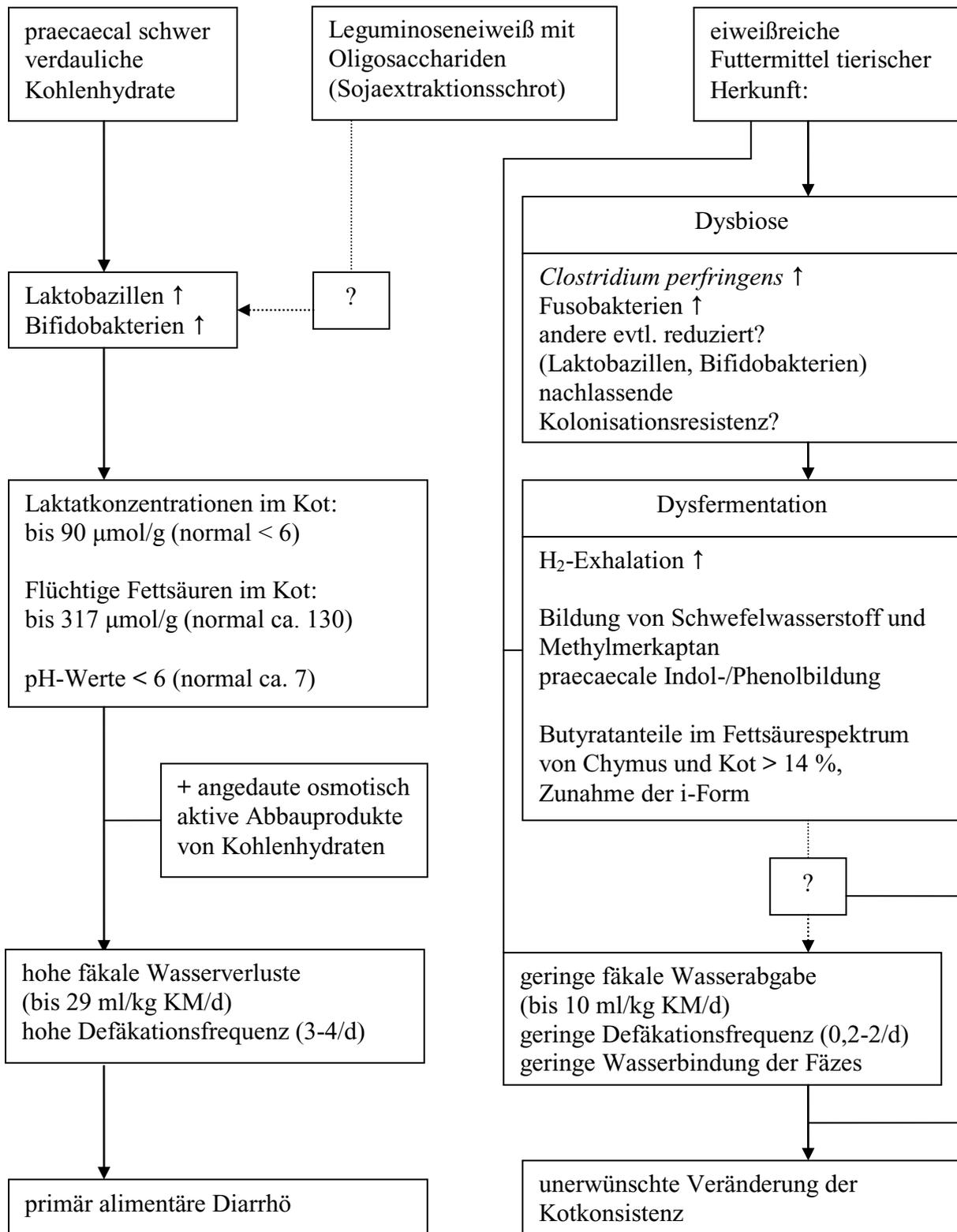


Abb. 4: Modell der Auswirkungen von Fütterungseinflüssen auf die intestinale Mikroflora und die Entstehung von Verdauungsstörungen (ZENTEK 1993)

2.5.1 *Escherichia coli* und die intestinale Mikroflora

Bakterien der Gattung *Escherichia coli* gehören zur Familie der Enterobacteriaceae und wurden erstmals 1885 von dem Pädiater Theodor Escherich im Stuhl von Säuglingen entdeckt. *E. coli* ist ein gramnegatives, plumpes bis kokkoides, 1,1-1,5 x 2-6 µm großes, bewegliches oder unbewegliches, einzeln oder paarweise gelegenes, meistens bekapseltes Stäbchen. *E. coli* ist im Dickdarm von Warmblütern einerseits eine Kommensale, löst aber auch eine Vielzahl an wirtschaftlich bedeutenden Krankheiten aus wie z.B. Colidiarrhö, Coliseptikämie, Colimastitis, Ödemkrankheit, Mastitis-Metritis-Agalaktie-Syndrom der Sauen etc. Obgleich *E. coli* auch im caninen Intestinum als Kommensale auftritt, gibt es Hinweise, dass bestimmte *E. coli*-Pathotypen bei Hunden intestinale Infektionen auslösen (BEUTIN et al. 1993; HAMMERMUELLER et al. 1995; STARCIC et al. 2002).

Coliinfektionen beim Hund betreffen vorwiegend den Magen-Darm-Trakt und die Harnwege. Colikeime können Basisvirose wie Staupen, Parvovirose und Panleukopenie komplizieren. Bei Diarrhöen werden häufig hämolysierende Stämme nachgewiesen. Darmpathogene Colikeime werden nach ihren Virulenzfaktoren und Pathogenesemechanismen in sieben Gruppen eingeteilt: ETEC (Enterotoxische *E. coli*), STEC (Shiga-Toxin-bildende *E. coli*), EPEC (Enteropathogene *E. coli*), NTEC (Nekrotoxische *E. coli*), EAaggEC (Enteroaggregative *E. coli*), EIEC (Enteroinvasive *E. coli*) und DAEC (diffus adhärente *E. coli*). Wegen der Zugehörigkeit von *E. coli* zur normalen Darmflora besitzt die bakteriologische Diagnose allein keine Aussagekraft (BISPING und AMTSBERG 1988; SELBITZ 2002).

Der von ZENTEK (2000) ermittelte Gehalt an *E. coli* (\log_{10} KbE/g) im Darmchymus von Hunden ist in Tabelle 2 wiedergegeben.

Tab. 2: Gehalt an *Escherichia coli* (\log_{10} KbE/g) im Darmchymus von Hunden (ZENTEK 2000)

Lokalisation	Duodenum	Ileum	Zäkum	Kolon	Rektum	Fäzes
<i>E. coli</i> (\log_{10} KbE/g)	2,7 – 3,7	4,0 – 11,0	7,2	5,0 – 9,3	6,2	4,0 – 8,1

PASCHER (2005) ermittelte nach Futtersupplementierung mit *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241 in einer Dosierung von 10^9 KbE/Tag fäkale Bakterienkonzentrationen von *E. coli* von 7,2 \log_{10} KbE/g (kultureller Nachweis) bzw. von 8,59 \log_{10} KbE/g (FISH). Ohne Supplementierung wurden Konzentrationen von 6,7 und 7,3 \log_{10} KbE/g (kultureller Nachweis) bzw. von 8,39 und 8,57 \log_{10} KbE/g (FISH) gemessen.

2.5.2 *Clostridium perfringens* und die intestinale Mikroflora

Die Spezies *Clostridium perfringens* erhielt ihren Namen aufgrund des durch sie verursachten Krankheitsbildes, des Gasödems (lat. perfringere: durch-/zerbrechen). *Cl. perfringens* ist ein grampositives, anaerob wachsendes, 0,6-0,8 x 1,2-4 µm großes unbewegliches, in der Regel einzeln liegendes, sporenbildendes Stäbchen. Charakteristisch für die Clostridien ist die starke Neigung zur Gasbildung, die aus der Kohlenhydratzersetzung und Proteolyse (besonders H₂S) resultiert. Die Bildung von Sporen ist stamm- bzw. mediumabhängig. Das Enterotoxin wird zusammen mit der reifen Spore freigesetzt (WERDELING 1989).

Cl. perfringens ist ein weit verbreitetes Bakterium, das sowohl im Erdboden als auch im Magen-Darm-Trakt natürlicherweise vorkommt. Wegen der Zugehörigkeit von *Cl. perfringens* zur normalen Darmflora besitzt die bakteriologische Diagnose allein keine Aussagekraft. ZENTEK et al. (2003) zeigten einen Zusammenhang zwischen den fäkalen Keimzahlen von *Cl. perfringens* sowie Bifidobakterien und Qualität sowie Quantität des Proteins im Futter auf. WERDELING (1989) konnte bei durchfallkranken Hunden höhere Keimzahlen von *Cl. perfringens* nachweisen als bei klinisch gesunden Tieren. CASSUTO und COOK (2002) sahen einen Zusammenhang zwischen zeitweiliger unregelmäßiger Fütterung und dem Auftreten von durch *Cl. perfringens* verursachtem Erbrechen und Diarrhö bei Hunden und Katzen. Untersuchungen von VAN DER STEEN et al. (1997) ergaben, dass eine unausgewogene proteinreiche Fütterung nicht nur zu einer Zunahme der *Cl. perfringens*-Keimzahlen im Darmkanal, sondern auch zu einer verstärkten Enterotoxinbildung führt, die über lange Zeit persistieren kann.

Aufgrund der Bildung von unterschiedlichen Toxinen (hiervon vier Majortoxinen, insgesamt mindestens 20 Toxine) werden innerhalb der Spezies fünf Typen unterschieden, die unterschiedliche Krankheitsbilder verursachen. Typ A löst Gasbrand, Enterotoxämie, Enteritis, Mastitis und Lebensmittelvergiftungen aus. Typ B verursacht Dysenterie und Enterotoxämie, Typ C hämorrhagische Enterotoxämie, nekrotisierende und ulzerative Enteritis. Die Typen D und E verursachen bei verschiedenen Tierarten Enterotoxämien (BISPING und AMTSBERG 1988; SELBITZ 2002).

Der von ZENTEK (2000) ermittelte Gehalt an *Cl. perfringens* (log₁₀ KbE/g) im Darmchymus von Hunden ist in Tabelle 3 wiedergegeben.

Tab. 3: Gehalt an *Clostridium perfringens* (log₁₀ KbE/g) im Darmchymus von Hunden (ZENTEK 2000)

Lokalisation	Duodenum	Ileum	Zäkum	Kolon	Rektum	Fäzes
<i>Clostridium spp.</i> (log₁₀ KbE/g)	2,7 – 3,7	5,6 – 8,2	6,0 – 9,4	7,0 – 9,5	7,6 – 9,3	6,0 – 11,0

GAJDA et al. (2005) ermittelten an ileal kanülierten Hunden, die Futtermittel mit unterschiedlichen Maishybriden und Amylomais erhielten, fäkale Bakterienkonzentrationen von *Cl. perfringens* zwischen 8,38 und 9,76 log₁₀ KbE/g Kot-Trockensubstanz.

Die Untersuchungen von FLICKINGER et al. (2003) ergaben an ileal kanülierten Beagles bei unterschiedlich mit kurzkettigen Fructooligosacchariden supplementierten Futtermitteln fäkale Bakterienkonzentrationen von *Cl. perfringens* zwischen 9,7 und 10,0 log₁₀ KbE/g Kot-Trockensubstanz.

PASCHER (2005) ermittelte nach Futtersupplementierung mit *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241 in einer Dosierung von 10⁹KbE/Tag fäkale Bakterienkonzentrationen von *Cl. perfringens* von 7,6 log₁₀ KbE/g (kultureller Nachweis) bzw. von 8,43 log₁₀ KbE/g (FISH). Ohne Supplementierung wurden Konzentrationen von 7,9 und 8,0 log₁₀ KbE/g (kultureller Nachweis) bzw. von 8,46 log₁₀ KbE/g (FISH) gemessen.

2.5.3. Einfluss von Probiotika auf die intestinale Mikroflora

Erste Theorien bezüglich probiotisch wirksamer Substanzen lieferte der russische Wissenschaftler und Nobelpreisträger METCHNIKOFF (1908), der die Langlebigkeit bulgarischer Kleinbauern auf deren Konsum von fermentierten Milchprodukten und die darin enthaltenen Keime zurückführte. Die erste Erwähnung fand der Begriff Probiotika bei LILLY und STILWELL (1965), die Probiotika als von Protozoen gebildete Substanzen beschrieben, welche die logarithmischen Phasen des Wachstums anderer Protozoospezies verlängern. Probiotika wurden erstmals von PARKER (1974) als mikrobielles Nahrungsergänzungsmittel bei Mensch und Tier propagiert. FULLER (1989) beschreibt Probiotika als lebende mikrobielle Futterzusätze, die das Gleichgewicht der Darmflora erhalten können und aufgrund dieser Modulationsfähigkeit positive gesundheitliche Wirkungen erzielen.

Probiotika dienen dem Zweck, bioregulatorisch in die Besiedlung des Darmes einzugreifen und somit eine Stabilisierung der Darmflora zu erreichen. Selektierte lebend verabreichte Mikroorganismen wirken nach einem antibiotischen Prinzip, welches einerseits die Keime der Hauptflora begünstigt und somit den Vertretern der Begleit- und Restflora ein Überhandnehmen in der Gesamtpopulation unmöglich macht, sowie andererseits Krankheitserregern den Zugang zum Darmepithel verwehrt, sodass die für die Entfaltung einer krankmachenden Wirkung erforderliche Haftung, Penetration und Vermehrung nicht stattfinden kann. Wenn diejenigen Darmbakterien einen selektiven Vorteil erhalten, die aus unverdauten Nahrungsresten niedere Fettsäuren bilden, kann das Wirtstier aus dem Gewinn zusätzlicher umsetzbarer Energie weiteren Nutzen ziehen (GEDEK 1993).

In den vergangenen Jahren versuchten zahlreiche kontrollierte klinische Studien, die Effekte und biologischen Wirkungsmechanismen der Probiotika aufzuklären und diskutierten deren Einsatzmöglichkeiten (SANDERS 2000; BEZKOROVAINY 2001). Dennoch wurde für viele probiotische Effekte bisher noch keine gesicherte Grundlage gefunden, zum Teil liegen auch widersprüchliche Daten zur Wirkung von Probiotika beim Hund vor, sodass weitere

Untersuchungen zu dieser Thematik notwendig erscheinen (PASSLACK und ZENTEK 2011).

Die Wirkungsweise von Probiotika kann in drei Klassen unterteilt werden (OELSCHLAEGER 2010):

1. Probiotika können die Wirtsabwehr modulieren, einschließlich des angeborenen und erworbenen Immunsystems.
2. Probiotika haben möglicherweise einen direkten Effekt auf andere, kommensale und pathogene Mikroorganismen.
3. Die Effekte von Probiotika basieren auf Wirkungen gegenüber mikrobiellen Produkten, z.B. Inaktivierung von Toxinen oder Detoxifikation von Futterkomponenten im Darmtrakt.

Der Einfluss von Probiotika auf die Darmbarriere wird durch die Schaffung günstiger Lebensbedingungen für erwünschte Mikroorganismen und die Schaffung ungünstiger Lebensbedingungen für potenziell schädliche Mikroorganismen sowie durch die Beeinflussung der Synthese und Sekretion von Muzin erklärt. Die Stimulation dieses „Barriereeffekts“ führt zu einer geringeren Translokation von Bakterien und Antigenen, sodass das Risiko für Infektionen und Allergien gesenkt wird (PARVEZ et al. 2006). Eine erhöhte Muzinproduktion erschwert pathogenen Bakterien die Adhäsion an und das Eindringen in die Darmschleimhaut (DEPLANCKE und GASKINS 2001).

Das Prinzip des antidiarrhöischen Effekts von Probiotika könnte auch über die Stimulation von Absorptionsvorgängen wie Glukose- oder Aminosäuren-/Peptid-gebundene Transportvorgänge zustande kommen, bei denen es durch osmotische Vorgänge zu einer erhöhten Wasseraufnahme kommt (FERRARIS et al. 1990; WINCKLER et al. 1999; BREVES et al. 2000).

RINKINEN et al. (2003) zeigten, dass eine Adhärenz von Probiotika humanen Ursprungs auch bei Hunden stattfinden kann. Probiotika erreichen vermutlich einige ihrer Wirkungen über die durch Adhärenz verursachte Verdrängung von pathogenen Keimen und durch die Kommunikation mit dem darmassoziierten lymphatischen Gewebe (gut-associated lymphoid tissue, GALT). Bei Adhärenz persistieren Probiotika länger und können so besser ihre Wirkung entfalten (SAARELA et al. 2000).

Für die bisher beim Hund eingesetzten *Enterococcus*-Stämme konnten erhöhte Enterokokkuszahlen in den Fäzes (MOLITOR 1996; WEISS 2003; MÜCK 2007) und im Chymus (MOLITOR 1996; ZENTEK et al. 1998) nachgewiesen werden, was für eine Ansiedlung der Bakterien spricht. Auch probiotische Laktobazillen und *Bacillus cereus* konnten in den Fäzes nachgewiesen werden (BIOURGE et al. 1998; BAILLON et al. 2004; STROMPFOVA et al. 2006). Die meisten Probiotika werden kurz nach Ende der Verabreichung wieder vollständig ausgeschieden, d.h. die Ansiedlung ist nur vorübergehender Natur (MOLITOR 1996; BIOURGE et al. 1998; ZENTEK et al. 1998; WEESE und ANDERSON 2002; MANNINEN et al. 2006; MARCINAKOVA et al. 2006; STROMPFOVA et al. 2006; MÜCK 2007).

Drei Bakterienstämme sind bislang gemäß VO (EG) Nr. 1831/2003 bei Hunden als Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung zugelassen (Tabelle 4), darunter *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241.

Tab. 4: Gemäß VO (EG) Nr. 1831/2003 bei Hunden als Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung zugelassene Mikroorganismen

Bakterienstamm	Rechtsgrundlage
<i>Enterococcus faecium</i> NCIMB 10415	VO (EG) Nr. 102/2009
<i>Enterococcus faecium</i> DSM 10663/NCIMB 10415	VO (EG) Nr. 1520/2007
<i>Lactobacillus acidophilus</i> DSM 13241	VO (EG) Nr. 600/2005

Zum Einsatz von Probiotika beim Hund liegen diverse Untersuchungen vor, die sich mit den Effekten des Einsatzes von sporenbildenden Bazillen, Enterokokken und Laktobazillen befassen. Der Einfluss von Probiotika auf verschiedene verdauungsphysiologische und metabolische Parameter des Hundes stellt sich unterschiedlich dar. Die Untersuchungen von BIOURGE et al. (1998) zeigen, dass die Fütterung von *Bacillus cereus* CIP 5832 (Paciflor®) bei Hunden die Verdaulichkeit von Trockensubstanz, Rohprotein, Rohfett und umsetzbarer Energie geringfügig verbessert; die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant. MOLITOR (1996) untersuchte die in vitro- und in vivo-Effekte der Zufütterung von *Enterococcus faecium* bei adulten Hunden und früh abgesetzten Saugwelpen mit Trockenfutter bzw. Milchaustauscher. BENYACOUB et al. (2003) wiesen mit Untersuchungen an jungen Hunden nach, dass die Zufütterung eines *Enterococcus faecium* bei jungen Hunden die Anzahl erwachsener B-Zellen und somit die Immunabwehr erhöhen. Ein Einfluss von Probiotika auf T-Zellen beim Hund konnte bisher jedoch nicht nachgewiesen werden (BENYACOUB et al. 2003; BAILLON et al. 2004; MÜCK 2007). RINKINEN et al. (2003) belegten, dass humane und canine probiotische Bakterienstämme kompetitiv die Adhäsion pathogener Bakterien (*Staphylococcus intermedius*, *Salmonella typhimurium*, *Clostridium perfringens* und *Campylobacter jejuni*) hemmen.

PASCHER (2004) beschreibt einen positiven Einfluss des *Lactobacillus acidophilus*-Stammes DSM 13241 auf die Kotkonsistenz, die Kotabsatzfrequenz, die Trockensubstanz der Fäzes und die scheinbare Verdaulichkeit von Trockensubstanz, Rohprotein und Rohfett, während *Enterococcus faecium* DSM 7134, *Bacillus cereus* und ein anderer *L. acidophilus*-Stamm alle oder einige dieser Parameter nicht beeinflussten (BIOURGE et al. 1998; PASUPATHY et al. 2001; MÜCK 2007). Eine Senkung des Lipidgehaltes im Blut bzw. die Korrektur des Cholesterolspiegels in einen physiologischen Bereich wurde durch *Enterococcus faecium* EE3 erzielt (MARCINAKOVA et al. 2006) sowie eine Erhöhung des Lipidgehaltes im Blut durch *L. fermentum* AD1 (STROMPFOVA et al. 2006).

SAUTER et al. (2006) evaluierten an Hunden mit futterresponsiver Diarrhö die Effekte probiotisch supplementierten Futters (*Lactobacillus acidophilus* NCC2628 und NCC2766 und *Lactobacillus johnsonii* NCC2767) auf die intestinalen Zytokinmuster und intestinale

Mikrobiota. Die probiotischen Bakterien überlebten die gastrointestinale Passage. Die im Gegensatz zu anderen in vitro-Untersuchungen während der Versuche festgestellten nur milden antiinflammatorischen Effekte wurden auf den starken Einfluss der Eliminationsdiät, den Zeitpunkt der Kontrollendoskopie oder die Komplexität von in vivo- gegenüber in vitro-Situationen zurückgeführt.

2.5.4 *Lactobacillus acidophilus* und die intestinale Mikroflora

Die Spezies *Lactobacillus acidophilus* ist ein grampositives, sporenloses, 1,5 bis 6 µm langes schlankes oder kurzes kokkoides, in der Regel unbewegliches, einzeln oder in Fäden liegendes Stäbchen. Laktobazillen werden als fakultativ anaerob eingestuft, wachsen jedoch anaerob schneller und üppiger. Der homofermentative *L. acidophilus* produziert beim Kohlenhydratabbau fast ausschließlich Milchsäure. Mittlerweile wurden sechs Untergruppen identifiziert: A₁ *L. acidophilus*, A₂ *L. crispatus*, A₃ *L. amylovorus*, A₄ *L. gallinarium*, B₁ *L. gasseri* und B₂ *L. johnsonii* (JOHNSON et al. 1980; LAUER et al. 1980; FUJISAWA et al. 1992).

Laktobazillen besiedeln den Gastrointestinaltrakt von Vögeln und Säugetieren sowie den Vaginalbereich von Säugetieren und sind Bestandteil pflanzlicher und tierischer Lebensmittel. Durch die Bildung antibakterieller Stoffe wirken Laktobazillen auf andere Bakterien antagonistisch und tragen somit zur Regulierung der physiologischen intestinalen Mikroflora bei. In der Humanmedizin werden sie in seltenen Fällen mit opportunistischen Infektionen in Verbindung gebracht (BISPING und AMTSBERG 1988; SELBITZ 2002). Heute liegt der hauptsächlich biotechnische Anwendungsbereich der *L. acidophilus*-Gruppe auf den Gebieten der Starterkulturen, Probiotika, Milchtechnologie, Humanmedizin und Tierernährung (KLEIN 1998).

Die nachgewiesenen Wirkungen von *L. acidophilus* im Wirtsorganismus bzw. in klinischen Studien (indirekter Nachweis) umfassen nach KLEIN (1998) folgende Wirkprinzipien:

- Stabilisierung des mikroökologischen Gleichgewichtes bzw. antagonistische Aktivitäten,
- verbesserte Gewichtszunahme beim Säugling,
- antikarzinogene Effekte,
- Detoxifikation durch antagonistische Wirkungen gegenüber pathogenen Mikroorganismen, insbesondere Toxinbildnern,
- Stimulierung des Immunsystems,
- Cholesterolsenkung.

Erste experimentelle Untersuchungen mit *L. acidophilus* fanden 1925 an Hühnern statt (BEACH 1925). Positive Effekte im Sinne eines besseren Wachstums wurden 1968 von KING an Schweinen nachgewiesen. CHOU und WEIMER (1999) isolierten und charakterisierten besonders säuretolerante *L. acidophilus*-Arten. SWANSON et al. (2002) fanden bei Untersuchungen an 40 Hunden heraus, dass die Zufütterung von *L. acidophilus* mit

Fructooligosacchariden positive Effekte auf die Gesundheit des Magen-Darm-Traktes hatte. SAITO (2004) entwickelte eine Massen-Screening-Methode, um *L. acidophilus*-Arten mit besonders guten enteroadhäsiven Eigenschaften zu identifizieren. BAILLON et al. (2004) bewiesen, dass *L. acidophilus* DSM 13241 erfolgreich in Hundetrockenfutter eingebracht werden kann, den Transport durch den caninen Gastrointestinaltrakt überlebt, sich im Colon ansiedelt und mit lokalen und systemischen Veränderungen in Verbindung gebracht werden kann. Ein positiver Einfluss auf das Immunsystem und die intestinale Gesundheit von Hunden wurde postuliert.

PASCHER (2005) evaluierte die Effekte eines *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241-Futterzusatzes auf verdauungsphysiologische, immunologische und mikrobiologische Parameter bei Hunden. In einer Dosierung von 10^9 KbE/Tag wurde das Auftreten unerwünschter Fäzeskonsistenzen reduziert. Die scheinbare Verdaulichkeit von Rohprotein, Rohfett und Rohasche sowie die scheinbare Verdaulichkeit der Mineralstoffe Kalzium, Magnesium und Natrium waren signifikant verbessert. Die kulturelle Keimzahlbestimmung ergab eine Zunahme der fäkalen Keimkonzentrationen von *Lactobacillus spp.* und *Bifidobacterium spp.*. Die fäkalen Konzentrationen von *Clostridium perfringens* und *E. coli* waren geringgradig vermindert, während die Fluoreszenz-In-Situ-Hybridisierung weitgehend einheitliche Konzentrationen ergab. Aufgrund geringgradiger Erhöhung der IgA-Konzentration in den Fäzes und verminderter IgG-Konzentrationen im Serum der Hunde wurde auf eine Beeinflussung sowohl des lokalen als auch systemischen Immunsystems geschlossen.

Der von ZENTEK (2000) ermittelte Gehalt an *Lactobacillus spp.* (\log_{10} KbE/g) im Darmchymus von Hunden ist in Tabelle 5 wiedergegeben.

Tab. 5: Gehalt an *Lactobacillus spp.* (\log_{10} KbE/g) im Darmchymus von Hunden (ZENTEK 2000)

Lokalisation	Duodenum	Ileum	Zäkum	Kolon	Rektum	Fäzes
<i>Lactobacillus spp.</i> (\log_{10} KbE/g)	0,7 – 7,1	3,4 – 7,8	6,0 – 8,8	2,8 – 10,0	3,4 – 9,0	4,6 – 11,0

FLICKINGER et al. (2003) ermittelten an ileal kanülierten Beagles bei unterschiedlich mit kurzkettigen Fructooligosacchariden supplementierten Futtermitteln fäkale Bakterienkonzentrationen von *Lactobacillus spp.* zwischen 8,7 und 9,1 \log_{10} KbE/g Kot-Trockensubstanz.

Untersuchungen von GAJDA et al. (2005) ergaben an ileal kanülierten Hunden bei Futtermitteln mit unterschiedlichen Maishybriden und Amylomais fäkale Bakterienkonzentrationen von *Lactobacillus spp.* zwischen 9,59 und 10,18 \log_{10} KbE/g Kot-Trockensubstanz.

PASCHER (2005) ermittelte nach Futtersupplementierung mit *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241 in einer Dosierung von 10^9 KbE/Tag fäkale Bakterienkonzentrationen von *Lactobacillus spp.* von $9,3 \log_{10}$ KbE/g (kultureller Nachweis) bzw. von $9,28 \log_{10}$ KbE/g (FISH). Ohne Supplementierung wurden Konzentrationen von $8,7$ und $8,9 \log_{10}$ KbE/g (kultureller Nachweis) bzw. von $9,13$ und $9,43 \log_{10}$ KbE/g (FISH) gemessen.

SAUTER et al. (2006) bestimmten nach Zusatz eines probiotischen Futtersupplements aus *Lactobacillus acidophilus* NCC2628 und NCC2766 und *Lactobacillus johnsonii* NCC2767 in einer Dosierung von 10^{10} KbE/g Futtersupplement fäkale Bakterienkonzentrationen von *Lactobacillus spp.* von $4,8$ und $5,8 \log$ KbE/ml Kot sowie ohne Supplementierung Konzentrationen von $4,3$ und $4,5 \log$ KbE/ml Kot.

2.6 Einflüsse auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Futtermitteln

Bis zur Wende des 20. Jahrhunderts war der Hund das klassische Versuchstier für verdauungsphysiologische Experimente. Aus diesem Grund liegen Untersuchungen zur Verdaulichkeit und Verträglichkeit von Futtermitteln beim Hund in großer Zahl vor.

Die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Futtermitteln hängt von ihrer Zusammensetzung, der Bearbeitung des Futters und tierspezifischen Faktoren ab.

2.6.1 Untersuchungen zur Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Nährstoffen

Neben der Berechnung der Verdaulichkeit verschiedener Nährstoffe sind Art und Lokalisation der Verdauungsvorgänge im Gastrointestinaltrakt von besonderem Interesse, da diese nicht nur für die Energiebewertung, sondern auch für die Verträglichkeit von Futtermitteln entscheidend sind. Durch das Anlegen von Darmfisteln lassen sich hierbei auch die Interaktionen zwischen praecaecaler und postilealer Verdauung sowie die Wechselwirkungen zwischen einzelnen Nährstoffen während der Verdauung beobachten.

Trotz des relativ kurzen Dickdarmes des Hundes entfallen nach Beobachtungen von SCHÜNEMANN und INGWERSEN (1989) rund drei Viertel der Gesamtpassagezeit der Nahrung, die nach RIKLIN (1973) zwischen 24 und 36 Stunden beträgt, auf die Dickdarmpassage.

2.6.1.1 Verdaulichkeit und Verträglichkeit der organischen Substanz

MEYER und SCHÜNEMANN (1989) untersuchten die Verdaulichkeit der organischen Substanz. Hierzu wurden 25 verschiedene Rationen mit unterschiedlichen Anteilen an Eiweiß, Fett und Kohlenhydraten getestet. Hierbei variierten die Gesamtverdaulichkeiten zwischen 51

und 97 Prozent und die praecaecalen Verdaulichkeiten zwischen 4 und 96 Prozent. Bei hochverdaulichen Rationen entfielen zwischen ein und 4 Prozent der Gesamtverdauung auf den Dickdarm, bei Rationen mit Leguminosenprodukten bzw. Tapiokastärke 12 bis 24 Prozent. Die Rationen mit roher Kartoffelstärke sowie Lactose führten zu einem noch höheren Anteil der Gesamtverdauung im Dickdarm. Die Untersuchungen von SCHÜNEMANN und INGWERSEN (1989) zeigen, dass im Dickdarm des Hundes zum Teil erhebliche fermentative Verdauungsvorgänge im Sinne eines mikrobiellen Abbaus der organischen Substanz ablaufen. Bei diesen Prozessen geht Energie in Form von Wärme oder Gasen verloren.

Der Einfluss der Rohfaser auf die scheinbare Verdaulichkeit der organischen Substanz wurde von OPITZ (1996) geprüft. Beim Vergleich von 27 industriell hergestellten Mischfuttern mittels verschiedener Analyseverfahren und unter Einbeziehung von Daten aus der Literatur ergab sich mit zunehmendem Rohfaseranteil in der Trockensubstanz eine deutliche Reduktion der scheinbaren Verdaulichkeit der organischen Substanz.

2.6.1.2 Verdaulichkeit und Verträglichkeit von Rohfaser

SUNVOLD et al. (1995a) verglichen 14 unterschiedliche Rohfaserquellen für Hundefutter anhand in-vitro-Fermentation mittels fäkalem Inoculum. Basierend auf den in-vitro-Ergebnissen wurden Hundefutter mit scheinbar geeigneten Rohfaserquellen supplementiert und anhand in-vivo-Digestion untersucht. Die Rübenpulpe als moderat fermentierbare Rohfaserquelle begünstigte exzellente Kotqualität ohne die Nährstoffverdaulichkeit zu beeinträchtigen. Aufgrund der gesteigerten Produktion kurzkettiger Fettsäuren durch die Supplementierung mit Rübenpulpe wurde auf positive Einflüsse für die Gesundheit des Gastrointestinaltrakts geschlossen. Gut fermentierbare Rohfaserquellen wie Citruspektin und Johannisbrotkernmehl führten hingegen zu einer inakzeptablen Kotqualität. Die Supplementierung des Hundefutters mit fermentierbarer Rohfaser führte in vitro zu einem Anstieg der Rohfaserfermentation durch die fäkale Mikroflora beim Hund (SUNVOLD et al. 1995b).

Rohfaser scheint die Gesundheit des Gastrointestinaltrakts zu fördern und intestinalen Erkrankungen vorzubeugen (KVIETYS und GRANGER 1981; REINHART et al. 1994; HALLMAN et al. 1995; SUNVOLD et al. 1995a). Sie ist in hohen Anteilen in Futtermitteln für Diensthunde jedoch nicht empfehlenswert, da sie die Verdaulichkeit mehrerer Rohnährstoffe senkt, die Energiedichte des Futters vermindert und das Kotvolumen erhöht (FAHEY et al. 1990 und 1992; MUIR et al. 1996).

BIAGI et al. (2010) bewiesen, dass rohfaserreiche Futtermittel mit verschiedenen Faserquellen unterschiedliche Auswirkungen auf die Zusammensetzung und Aktivität der caninen intestinalen Mikrobiota haben, die nicht immer positiv sind.

2.6.1.3 Verdaulichkeit und Verträglichkeit von Fett

Fett, die energetisch hochwertigste Futterkomponente mit einer scheinbaren Gesamtverdaulichkeit von meist über 90 Prozent, gehört zu den für den Hund am besten verdaulichen Nährstoffen (SCHMITT 1978). Dem Nahrungsfett kommt neben seiner Rolle als Energielieferant auch Bedeutung als Träger fettlöslicher Vitamine und Lieferant essenzieller Fettsäuren zu, sowie bei Carnivoren als Inhaltsstoff zur Steigerung der Futtermittelakzeptanz. MÜHLUM et al. (1989a) bestimmten beim Hund die Fettverdaulichkeit anhand von 25 verschiedenen Rationen. Unabhängig von Art (tierisches oder pflanzliches Fett) und Futterinhaltsstoffen lag bei einer täglichen Fettaufnahme von mehr als 2 g/kg KM die scheinbare Verdaulichkeit der Fette stets über 93 Prozent, im Mittel um 97 Prozent. Die wahre Verdaulichkeit erreichte bei einer geschätzten endogenen fäkalen Fettabgabe von 60 bis 70 mg/kg/KM/d bei den meisten Fetten Werte von 98 bis 99 Prozent, wobei das Fett nahezu vollständig praecaecal verdaut wurde.

Die Aufnahme großer Mengen an Fett führt zu einer längeren Verweildauer der Futterration im Magen, was zu günstigeren Verdaunungsbedingungen für andere Komponenten, z.B. Proteine, führt (MEYER und ZENTEK 2010).

Nach FREUDENTHAL (1990) wirkt sich ein hoher Gehalt an Rohfett günstig auf die scheinbare Verdaulichkeit der Gesamtration aus. Dies erklärt sich durch die zur Deckung des Energiebedarfes benötigte geringere Futtermenge und die hohe Fettverdaulichkeit beim Hund. Untersuchungen von ALTOM et al. (2003) weisen auf einen Zusammenhang zwischen der Rohfettquelle im Futtermittel von Hunden und deren Riechleistung hin. Die Riechleistung wird allgemein als die niedrigste Konzentration eines bestimmten Geruches gemessen, die von einem Organismus wahrgenommen werden kann. Die Fütterung großer Mengen gesättigter Fettsäuren scheint bei untrainierten Hunden zu einer Abnahme der Riechleistung zu führen.

2.6.1.4 Verdaulichkeit und Verträglichkeit von Kohlenhydraten

Kohlenhydrate können ohne jede Vorbereitung vollständig absorbiert werden. Die Verdaulichkeit der Disaccharide erreicht meist 98 bis 100 Prozent. Oligosaccharide erzielen ebenfalls eine hohe Gesamtverdaulichkeit, es erfolgt jedoch zu einem bis zwei Dritteln ein mikrobieller Abbau mit einhergehender Bildung organischer Säuren. Milchzucker wird bei adulten Hunden aufgrund ungenügender Spaltung im Dünndarm im Dickdarm mikrobiell fermentiert. Der Kohlenhydratgehalt des Futters beeinflusst die Verdaulichkeit von Fett kaum, wirkt sich jedoch auf die Verdaulichkeit des Proteins aus. Hochverdauliche Kohlenhydrate senken die Proteinverdaulichkeit im Dünndarm um bis zu fünf Prozent, schwerverdauliche um bis zu 20 Prozent. Die Verschiebung der Proteinverdauung vom Dünndarm in den Dickdarm führt jedoch zu einer geringeren Nutzungsmöglichkeit der absorbierten stickstoffhaltigen Substanzen (MEYER und ZENTEK 2010).

MÜHLUM et al. (1989b) prüften beim Hund die Verdaulichkeit und Verträglichkeit von Saccharose und Laktose sowie der Oligosaccharide Raffinose und Stachyose. Die praecaecale Verdaulichkeit der Saccharose lag zwischen 93 und 99 Prozent und führte auch bei Aufnahme hoher Saccharosemengen nicht zu Unverträglichkeiten. Der Abbau der Laktose zeigte sich im Wesentlichen von der individuellen enzymatischen Kapazität des Tieres bestimmt. Im Gegensatz zum laktosetoleranten Tier (praecaecale Laktoseverdaulichkeit 60 Prozent) führte die Aufnahme hoher Laktosemengen bei der Mehrzahl der Versuchstiere infolge vermehrter coloner Laktoseumsetzung zu Unverträglichkeitsreaktionen wie vermehrtem Anfall organischer Säuren, saurem Kot-pH sowie Diarrhö. Raffinose und Stachyose als Inhaltsstoffe der häufig in der Hundeernährung eingesetzten Sojaextraktionsschrote erreichten eine Gesamtverdaulichkeit von 97 bis 99 Prozent, wobei ein erheblicher Anteil postileal verdaut wurde.

SCHÜNEMANN et al. (1989) untersuchten in 12 Fütterungsversuchen beim Hund die Verdaulichkeit verschiedener Stärken (Mais, Reis, Tapioka, Kartoffel). Hierbei erreichten rohe Maisstärke mit 99 Prozent sowie gekochte Reisstärke mit 94 bis 100 Prozent Gesamtverdaulichkeit auch eine hohe praecaecale Verdaulichkeit. Die praecaecale Verdaulichkeit der Tapiokastärke lag bei rund 65 Prozent. Aus der erheblichen Fermentation der in das Colon eingetretenen Tapiokastärke resultierte eine Gesamtverdaulichkeit von rund 90 Prozent. Die Gesamtverdaulichkeit der Kartoffelstärke betrug 15 Prozent. Antibiotische Beeinflussung der mikrobiellen Fermentation im Dickdarm reduzierte die Gehalte bestimmter flüchtiger Fettsäuren in Colonchymus und Kotwasser um mehr als 50 Prozent.

CARCIOFI et al. (2008) verglichen die Effekte von sechs extrudierten Futtermitteln mit unterschiedlicher Stärkequelle auf die Verdaulichkeiten sowie den Glukose- und den Insulinspiegel. Sie führten die Variationen in den Verdaulichkeiten und den postprandialen Effekten bei Glukose- und Insulinspiegel auf die unterschiedliche chemische Zusammensetzung der Stärkequellen, eingeschlossen den Fasergehalt und die Stärkekornstruktur, zurück.

2.6.1.5 Verdaulichkeit und Verträglichkeit von Proteinen

MEYER et al. (1989a) prüften beim Hund verschiedene Eiweiße auf ihre praecaecale und postileale Verdaulichkeit. Für die Gesamtverdaulichkeit des Rohproteins verschiedener Eiweißfuttermittel wurde folgende absteigende Reihenfolge ermittelt: Fleisch sowie Klebereiweiße (99 Prozent), Lunge, Grieben sowie Quark (96 Prozent), Pansen (95 Prozent), Fleischmehl (91 Prozent), Kartoffeleiweiß (90 Prozent), Sojaextraktionsschrot (85 Prozent), Ackerbohnschrot (78 Prozent). Der Anteil der N-Verdauung im Dickdarm erreichte bei hochverdaulichen Eiweißen (Fleisch, Lunge) rund 2 Prozent, bei schwer verdaulichen Eiweißen (Fleischmehl, Sojaextraktionsschrot) isoliert 5 Prozent bzw. in Kombination mit Reis 8 bis 10 Prozent und bei Kartoffeleiweiß und Ackerbohnschrot über 10 Prozent der Gesamtverdaulichkeit. Schwer verdauliche Kohlenhydrate erhöhten, bezogen auf die Gesamtverdaulichkeit, den Anteil der N-Verdauung im Dickdarm. Dieser ist von ernährungsphysiologischer und diätetischer Bedeutung.

Im Dickdarm entsteht beim bakteriellen Abbau N-haltiger Substanzen wie z.B. Harnstoff vorrangig Ammoniak. Bei einem $\text{pH} \geq 7$ gelangt Ammoniak in großem Umfang über die Schleimhaut und die Blutbahn in die Leber und wird im Harnstoffzyklus wieder in Harnstoff umgewandelt. Dadurch entsteht ein hepatointestinaler Kreislauf, der bei erhöhten Harnstoffwerten im Blut, z.B. aufgrund vermehrter Proteinfütterung, zu einer verstärkten Leberbelastung führt (BERGNER 1986; MEYER und ZENTEK 2010). Ammoniak kann von der intestinalen Flora auch zur bakteriellen Proteinsynthese genutzt werden (MOSENTHIN und HENKEL 1978). Durch verstärkte mikrobielle Umsetzung können hohe Anteile nichtverdaulicher organischer Substanz im Dickdarm zu einer verminderten N-Absorption und N-Verdaulichkeit führen. Es kommt zu einer erhöhten N-Bindung durch die Mikroorganismen, der pH-Wert sinkt und weniger Ammoniak wird absorbiert (MOSENTHIN und HENKEL 1978; MEYER und ZENTEK 2010). Die im Dickdarm absorbierten N-Mengen (vorrangig Ammoniak) tragen nach Erfahrungen bei anderen Spezies laut SAUER und OZIMEK (1986) nicht zur Eiweißversorgung des Organismus bei.

Die Rohproteinkonzentration im Futter hatte bei den Untersuchungen von DELANEY et al. (2001) keinen Effekt auf den Bedarf von wachsenden Hunden an der proteinogenen α -Aminosäure Leucin. So bestimmten DELANEY et al. (2001) für 8 bis 14 Wochen alte Beagles eine Leucinmenge von 11 g/kg Futter sowie für Hunde älter als 14 Wochen 7 g Leucin/kg Futter als ausreichend, um eine maximale N-Retention zu erzielen.

In-vivo- und in-vitro-Untersuchungen von ZENTEK (1993) zeigen, dass qualitative und quantitative Veränderungen der Proteinaufnahme die mikrobielle Bildung flüchtiger Fettsäuren beeinflussen. Bei isolierter und gemischter Griebenfütterung traten vermehrt i-Butyrat und Valeriansäure auf. Bei isolierter Griebenfütterung war auch der Gesamtbuttersäuregehalt im Vergleich mit Rationen auf Basis pflanzlicher Proteinquellen erhöht.

Die Bedeutung von Eiweißträgern als Auslöser einer sogenannten „putrefactiven Diarrhö“ wird durch eine mögliche Entgleisung der Intestinalflora (LEIBETSEDER et al. 1982), die Bildung pharmakologisch aktiver Metaboliten des Aminosäureabbaus, z.B. des Histamins (FLASSHOFF 1986) oder auch durch die Effekte stark reizender Substanzen wie Schwefelwasserstoff oder Merkaptan erklärt (MEYER et al. 1989a; ZENTEK 1993).

ZENTEK (1993) führte Untersuchungen zum Einfluss der Fütterung auf den mikrobiellen Stoffwechsel im Intestinaltrakt des Hundes durch. Diese zeigen, dass sich die physikalischen und stofflichen Bedingungen im Darmkanal in Abhängigkeit von der Eiweißversorgung verändern. Er verabreichte Hunden eiweißreiche Futtermittel tierischer bzw. pflanzlicher Herkunft, entweder isoliert oder als Bestandteil einer Mischung. Qualitative und quantitative Unterschiede der Nährstoffanflutung in Dünn- und Dickdarm sowie die in den postilealen Abschnitten des Verdauungskanals erkennbaren Milieuverschiebungen (pH-Werte, Trockensubstanz) führten zu Rückwirkungen auf Zusammensetzung und Fermentationsaktivität der Intestinalflora. Nutritive Einflüsse auf mikrobielle Aktivitäten waren bereits im Dünndarm nachweisbar, insbesondere nach einseitiger Verabreichung proteinreicher Futtermittel tierischer Herkunft, und im Dickdarm.

FLICKINGER et al. (2003) zeigten, dass die Futtersupplementierung mit unterschiedlichen Formen von Fruktanen bei Hunden unterschiedliche physiologische Effekte hervorrufen und folgerten, dass die Art des Grundfutters, insbesondere die Verwendung pflanzlicher oder tierischer Proteine, und der Rohproteingehalt sowie individuelle Variationen bei den Tieren die Effizienz der Fruktansupplementierung hochgradig beeinflussen.

NERY et al. (2010) wiesen einen Zusammenhang zwischen Hundegröße, Futterproteinquelle und Futterproteingehalt auf den Beurteilungsgrad und den Feuchtigkeitsgehalt im Kot nach. Sie beschrieben Weizengluten als effiziente Proteinquelle, um die Kotqualität zu modulieren.

Bisherige Untersuchungen lassen den Schluss zu, dass die Verabreichung von Futtermitteln mit bestimmten Proteinquellen zu unerwünschter bis zu inakzeptabler Kotbeschaffenheit führt. Als kritische Proteinquellen sind nicht nur kollagenreiche Produkte tierischer Herkunft, sondern auch das praecaecal hochverdauliche Muskelfleisch einzuschätzen. Unter den pflanzlichen proteinreichen Futterkomponenten scheinen insbesondere das als preisgünstige Proteinquelle in der industriellen Mischfutterherstellung bedeutsame Sojaextraktionsschrot und daraus gewonnene Verarbeitungsprodukte zu einer deutlich weicherer Kotkonsistenz zu führen (ZENTEK 2003).

REYNOLDS et al. (1999) postulierten, dass im intensiven Intervalltraining Schlittenhunde, deren Energiebedarf zu 35 Prozent mit Proteinen in der Ration gedeckt wird, aufgrund einer Steigerung des Plasmavolumens eine Leistungssteigerung erfahren. Hohe Proteingehalte im Futter führen bei vielen hochbelasteten Hunden jedoch zu weicher Kotkonsistenz bis hin zur Diarrhö. Eine starke Eiweißübersversorgung kann sich auch insofern leistungsmindernd auswirken, dass die Abbauprodukte der Proteine in der Leber zu Harnstoff verstoffwechselt und renal exkretiert werden müssen, vermehrt Wärme produziert wird und der Wasserbedarf ansteigt (MEYER und ZENTEK 2010).

2.6.2 Einfluss technologischer Verarbeitungsprozesse auf die Verdaulichkeit und Verträglichkeit von Mischfuttermitteln

Die Herstellung von Nahrungsmitteln ist definiert als die Umwandlung biologischer Rohmaterialien in Konsumentennahrung unter besonderer Berücksichtigung ihrer Qualität hinsichtlich Transport, Handel und Lagerung. Ziel ist, das Endprodukt so gut wie möglich den Bedürfnissen des Konsumenten anzupassen. Dies kann geschehen durch Elimination unerwünschter Beimengungen, Verbesserung der Ausgangsstoffe durch Anreicherung erwünschter oder Verringerung unerwünschter Konstituenten und durch die bestmögliche, schonendste Art der Verarbeitung (BEHSNILIAN 2003).

Hinsichtlich der Verbraucherwünsche in Bezug auf die Art der Hundefütterung offenbarte sich in den vergangenen Jahren ein Wandel von der Fütterung selbst zubereiteten Futters hin zu Fertigfuttermitteln. Auch die Verbraucherwünsche hinsichtlich der Art des Fertigfuttermittels, d.h. ob Trocken-, Feucht- oder Halbfeuchtfutter unterliegen einem Wandel (ZENTEK 2004). Gemäß PET FOOD MANUFACTURERS' ASSOCIATION (2005) sind in

Großbritannien die Verkaufszahlen von Trockenfutter für Hunde zwischen 1987 und 2005 um mehr als das Dreifache gestiegen. Die Verkaufszahlen von Feuchtfutter und Mixfutter nahmen hingegen stetig ab. Kommerziell hergestellte Trockenalleinfuttermittel beinhalten eine Vielzahl verschiedener Inhaltsstoffe, die in unterschiedlicher Weise durch den Verarbeitungsprozess in ihrer Verdaulichkeit beeinflusst werden.

In der Praxis werden zur Fütterung von Gebrauchs- und Arbeitshunden sowie von Diensthunden meist Trockenfuttermittel bevorzugt, die mit einer Energiedichte von mindestens 1,6 MJ ME/100g auch bei erhöhtem Energiebedarf adäquate Futtermengen gewährleisten (MEYER und ZENTEK 2010). Dies ist bei Feuchtfuttermitteln aufgrund des hohen Wasseranteils (72 bis 81 Prozent gegenüber <12 Prozent im Trockenalleinfuttermittel) und des um ca. zwei Drittel geringeren Energiegehaltes nicht gewährleistet.

Den Vorteilen einer Haltbarmachung und Gewichtsverminderung durch Trocknung steht die Gefahr gegenüber, dass je nach Art des Rohmaterials Textur- und Farbveränderungen, Wirkstoff- und Aromaverluste sowie qualitätsmindernde geschmackliche Veränderungen auftreten. Bei Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs ergeben sich Zartheitseinbußen durch die Aggregation und Denaturierung von Muskelproteinen, vor allem der Actomyosinfraktion. Die kombinierten Einflüsse aus einer Wassergehaltsabsenkung und einer Temperaturerhöhung beschleunigen die Umsetzungen vom Typ der Maillard-Reaktion, d.h. die Entstehung von Polymerisationsprodukten aus Kohlenhydraten und Aminosäuren, die durch körpereigene Enzyme nicht zu lösen sind. Die Sauerstoffeinwirkungen beim Trocknungsprozess können je nach Erzeugnis zu Vitamin A- und C- Verlusten zwischen 5 und 40 Prozent führen. Für die Qualitätseinbußen als Folge des Trocknens sind neben dem Aromaverlust auch die Aromaveränderungen entscheidend. Letztere sind chemisch bedingt und haben sensorische Auswirkungen. Auslöser sind z.B. die Schädigungen relativ hitzelabiler Plasmaproteine, die dann einen brandigen Geschmack annehmen (JANETSCHKE und FEHLHABER 1992).

Trockenalleinfuttermittel weisen in der Regel einen hohen Getreidgehalt auf und werden meist extrudiert. Bei diesem Verfahren werden die Futterinhaltsstoffe zu einem Teig vermischt und in einem Extruder unter Einwirkung von Hitze und Druck verarbeitet. Die hohe Temperatur, die Bewegung des Teiges und der stetig steigende Druck führen zum sehr schnellen Aufbacken des Teiges innerhalb von nur 20 bis 60 Sekunden. Der Teig wird durch eine Gussform gepresst und in einer Heißlufttrocknung auf einen Gesamtfeuchtigkeitsgehalt von unter 10 Prozent eingestellt. Das Extrudierverfahren führt zu einem schnellen Aufschließen der Stärke und somit zu einer verbesserten Verdaulichkeit und Verträglichkeit. Abschließend wird auf die expandierten Brocken meist Fett aufgebracht (CASE et al. 2000).

Zu hohe Erhitzungsprozesse senken unter Umständen die Verdaulichkeit eines proteinreichen Futters. STROUCKEN et al. (1996) stellten fest, dass im Gegensatz zu einer pelletierten Futtermischung derselben Zusammensetzung bei einer extrudierten Variante die scheinbare Verdaulichkeit des Rohproteins um 6 Prozent niedriger lag. Als Ursache hierfür wurde die höhere Verarbeitungstemperatur beim Extrusionsprozess angesehen, die bei 140°C liegt im Gegensatz zur Pelletierung, die bei 52°C erfolgt.

BIOURGE et al. (1998) untersuchten anhand eines als Probiotikum einsetzbaren Bacillusstammes (*Bacillus* CIP 5832) die Auswirkungen der Verarbeitung, d.h. die Art des Zusatzes zum Futter auf die Keimzahl des *Bacillus* CIP 5832 in den Fäzes. Der Prozess der Extrusion-Expansion und des Trocknens nach Zugabe von *Bacillus* CIP 5832 zum Futter führte zu einem Verlust von mehr als 99 Prozent der *Bacillus*-Sporen. Wurde *Bacillus* CIP 5832 nach dem Prozess der Extrusion-Expansion und des Trocknens als Pulver aufgetragen, variierte die Zahl der nachweisbaren Sporen zwar noch um ± 60 Prozent, wurde aber trotzdem als effizientes Ergebnis erachtet.

2.6.3 Untersuchungen zur Verdaulichkeit und Verträglichkeit von Mischfuttermitteln

Untersuchungen zur Verdaulichkeit und Verträglichkeit verschiedener Mischfuttermittel beim Hund liegen in großer Zahl vor.

ZENTEK et al. (2004) untersuchten an zwei Gruppen von Hunden die Effekte zweier unterschiedlicher Proteinquellen (Rind und Geflügel), sowohl in extrudierter Form als auch als Dosenfutter mit ähnlicher Rezeptur und kamen zu dem Schluss, dass die Proteinquelle und der Herstellungsprozess die Futtermitteltoleranz von Hunden in Bezug auf Mischfuttermittel beeinflussen.

HABERNOLL (1995) verglich die Verdaulichkeit von Futtermitteln bei zehn verschiedenen Hunderassen. Bei Gabe von Feuchtfutter war der Kot-Trockensubstanzgehalt erheblich niedriger, die Kotabsatzfrequenz höher und die Kotkonsistenz weicher als bei Gabe eines Trockenfutters. Die scheinbare Verdaulichkeit der organischen Inhaltsstoffe war bei Trocken- und Feuchtfutter nahezu identisch, wobei die Verdaulichkeiten der Gesamtnahrungsfaser, der löslichen und unlöslichen Faser sowie des Rohfettes bei Feuchtfuttergabe signifikant höher und die Verdaulichkeit der stickstofffreien Extraktstoffe niedriger waren. Rasseunterscheide stellten sich diesbezüglich nicht dar.

KAUFMANN (1998) untersuchte die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Mischfuttermitteln mit variierenden Gehalten an Hydrokolloiden (insbesondere Guar) bzw. Feuchtigkeit bei verschiedenen Hunderassen. Die Kotkonsistenz war bei allen Hunden bei Gabe des Trockenalleinfutters deutlich fester als bei Gabe des Feuchtalleinfutters. Zwischen den Rassen bestanden Unterschiede im Hinblick auf die Verträglichkeit. Inakzeptable Kotkonsistenzen traten bei Deutsch Kurzhaar und Deutschen Schäferhunden gehäuft auf (rund 40 Prozent der Kotproben) gegenüber rund 15 Prozent der Kotproben der Beagles. Eine Häufung inakzeptabler Kotkonsistenzen wurde bei Gabe des Feuchtalleinfutters beobachtet, unabhängig von Guarzusatz und dem Wassergehalt. Die scheinbare Verdaulichkeit der organischen Futterinhaltsstoffe ergab bei den untersuchten Hunderassen ähnliche Werte. Die mikrobiellen Umsetzungen im Gastrointestinaltrakt unterlagen in geringem Umfang nach Maßgabe der indirekten Untersuchungsverfahren fütterungsbedingten Einflüssen.

MARQUARDT (1999) untersuchte die Effekte mikrobiell fermentierbarer Kohlenhydrate bei der Fütterung von Hunden. Das Trockenfutter reduzierte im Vergleich zu einer proteinreichen

Futtermischung den fäkalen Gehalt an *Cl. perfringens* und erhöhte die Anzahl an Bifidobakterien.

BRAMBILLASCA et al. (2010) untersuchten an zwei kommerziellen Futtermitteln unterschiedlicher Preissegmente, die einmal und dreimal täglich gefüttert wurden, die Effekte auf Verdaulichkeiten, fäkale Charakteristika, Plasmaglukose und Plasmaharnstoff. Zwischen den Futtermitteln unterschieden sich die Verdaulichkeiten von Trockensubstanz, organischer Substanz und Rohprotein sowie die Kotkonsistenz, Kotabsatzfrequenz und die fäkalen pH-Werte. Das Fütterungsregime hatte keine Auswirkungen auf die Plasmaglukose und den Plasmaharnstoff, und weder Fütterungshäufigkeit noch Futter x Fütterungshäufigkeit-Interaktionen waren bei den betrachteten Parametern signifikant.

Bei zusammenfassender Betrachtung verschiedener Arbeiten zeigen sich in den Aussagen zur scheinbaren Verdaulichkeit der Rohnährstoffe verschiedener Trockenalleinfuttermittel bei Hunden erhebliche Unterschiede in den ermittelten Werten (Tabelle 6).

LITERATURÜBERSICHT

Tab. 6: Scheinbare Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe verschiedener Trockenalleinfuttermittel bei Hunden

Autor	Anzahl Futter	sV (%) TS	sV (%) oS	sV (%) Rp	sV (%) Rfe	sV (%) Rfa	sV (%) NfE	Bemerkungen
HORN et al. (1968)	7	n. u.	n. u.	76,0-87,0	67,0-94,0	n. u.	86,0-90,0	Boxer
GÖCKE (1970)	6	n. u.	83,3-90,8	81,1-98,8	87,9-96,9	33,5-65,5	82,3-92,3	Beagles
KOCH-ERHORN (1987)	1	n.u.	88,6	89,7	92,5	53,3	89,9	Beagles
GRÖNER (1991)	2	67,0-79,0	72,0-84,0	82,0-84,0	94,0-95,0	n.u.	62,0-87,0	Beagles
BEHNSEN (1992)	5	78,4-94,1	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	n.u.	3 Beagles, 1 Mischling
ZENTEK und MEYER (1993)	2	78,3-88,5	83,3-91,2	83,0-90,8	88,5-93,5	24,3-58,9	86,6-92,8	Beagles, Doggen
WIECZOREK (1993)	1	76,8	n.u.	74,5	92	n.u.	n.u.	Beagles
HUBER et al. (1994)	3	76,7-79,9	n.u.	78,1-79,9	89,2-92,6	12,2-24,7	83,3-88,0	Beagles
HABERNOLL (1995)	1	n.u.	88,2-89,7	84,5-88,2	93,2-95,1	-27,3-12,5	90,3-91,8	10 Rassen
OPITZ (1996)	15	n. u.	65,3-93,8	70,1-91,5	65,2-96,0	n. u.	59,5-96,0	Beagles
KAUFMANN (1998)	5	76,9-84,4	82,8-89,6	68,8-81,4	94,8-97,3	38,2-67,1	87,0-93,4	3 Rassen
MARQUARDT (1999)	6	81,9-89,5	83,9-91,3	79,8-91,3	96,2-97,1	57,7-71,0	83,1-94,8	Beagles
CASTRILLO et al. (2001)	38	n.u.	78,3-89,9	71,0-92,0	80,9-95,7	n.u.	80,1-93,5	Beagles
CLAPPER et al. (2001)	6	70,0-78,4	75,1-81,4	72,7-87,2	94,0-95,9	n.u.	n.u.	Beagles
FLICKINGER et al. (2003)	4	73,6-82,4	79,2-83,0	78,4-82,9	78,3-94,7	n.u.	n.u.	Beagles
KEMPE und SAASTAMOINEN (2007)	5	74,8-78,7	82,9-86,1	78,5-81,0	93,3-95,5	1,6-17,3	82,9-86,5	Huskies
CARCIOFI et al. (2008)	6	74,5-83,1	79,3-88,4	79,9-89,0	88,3-92,8	n.u.	n.u.	Mischlinge
NERY et al. (2010)	5	81,7-87,5	n.u.	81,2-92,8	94,7-97,5	n.u.	n.u.	6 Rassen
BRAMBILLASCA et al. (2010)	2	70,1-81,8	74,9-85,4	81,5-88,3	n.u.	19,0-44,3	n.u.	Cocker Spaniel

2.6.4 Rasseeinflüsse auf die Verdaulichkeit und Verträglichkeit von Mischfuttermitteln

Morphometrische Untersuchungen am Magen-Darm-Trakt durch MASSING und UHR (1994) sowie allometrische Untersuchungen durch MASSING (1995) ergaben deutliche Unterschiede zwischen dem Haushund und seinem Stammvater Wolf. Organgewichte und Lebendmasse zueinander in ein Verhältnis gesetzt, ist der Dünndarm des Haushundes rund 19 Prozent leichter und umfasst ein rund 20 Prozent geringeres Volumen als der Wolf. Der Dickdarm ist dagegen rund 40 Prozent schwerer und rund 25 Prozent länger als beim Wolf.

KIRKWOOD (1985) und MEYER et al. (1993) stellten bei Untersuchungen an verschiedenen Haushunderassen eine Beziehung zwischen zunehmender Lebendmasse und Gewicht des Verdauungskanals fest, nämlich dass die Größe des Verdauungskanals in Relation zur Lebendmasse nicht proportional ansteigt, sondern dass große Hunderassen einen relativ kleineren Verdauungskanal als kleinwüchsige Hunderassen besitzen.

KENDALL et al. (1983) fanden keine rassebedingten Unterschiede in der Verdaulichkeit von Trockensubstanz, organischer Substanz und Energie, wohl aber bei Rohprotein und Rohfett.

ZENTEK und MEYER (1993) überprüften jeweils zwei Trocken- und Feuchtfuttermittel an Beagles und Deutschen Doggen und erhielten deutlich unterschiedliche Werte, die aufgrund der geringen Tierzahlen jedoch nicht statistisch abgesichert werden konnten. Die Deutschen Doggen wiesen in der Mehrzahl der Verdauungsversuche für organische und anorganische Futterinhaltsstoffe signifikant geringere Verdauungskapazität auf.

HABERNOLL (1995) verglich die Verdauungskapazitäten von zehn unterschiedlichen Hunderassen und kam zu dem Ergebnis, dass die Verdaulichkeit organischer Futterinhaltsstoffe keinen rassebedingten Einflussfaktoren unterworfen zu sein scheinen. Unterschiede bestanden zum Teil in der Nettoabsorption einiger Elektrolyte bei English Springer Spaniels und Labrador Retrievern.

KAUFMANN (1998) fand in ihren Untersuchungen rassebedingte Unterschiede in der Verträglichkeit industriell hergestellter Alleinfuttermittel. Aufgrund geringer Tierzahlen sind die Ergebnisse jedoch nicht repräsentativ.

Bei identischem Futtermittel setzen große Hunderassen und Riesenrassen häufiger Kot ab, der einen höheren Wassergehalt hat und dessen Kotkonsistenz schlechter ist als bei kleineren Rassen (ZENTEK und MEYER 1995; MEYER et al. 1999; WEBER et al. 2002a und 2002b).

BOURREAU et al. (2004) stellten fest, dass die Magenentleerungsrate bei Hunderassen unterschiedlicher Körpergröße sich in Relation umgekehrt zur Körpermasse verhält.

HERNOT et al. (2005) beobachteten einen Effekt der Körpergröße auf die durchschnittliche gastrointestinale Transitzeit (MTT). Schlechte Kotqualität trat in Verbindung mit längerer MTT auf, sodass vermutet wurde, dass die Körpergröße hauptsächlich die Transitzeit im Kolon beeinflusst und dass eine längere Transitzeit im Kolon aufgrund der gesteigerten Fermentationsaktivität zur schlechteren Kotqualität beiträgt. Zwischen oroäkaler Transitzeit

(OCTT) und Körpergröße konnte kein Zusammenhang ermittelt werden (HERNOT et al. 2006).

Untersuchungen zur Evaluierung der Permeabilität des Kolons bei Hunderassen unterschiedlicher Körpergröße führten zu dem Ergebnis, dass bei großen Hunden höhere Natriumgehalte in den Fäzes vorliegen, die durch eine größere Permeabilität des Kolons erklärt werden können. Beide Variablen können als Erklärung für den höheren Feuchtigkeitsanteil in den Fäzes von großen Hunderassen dienen (HERNOT et al. 2009).

NERY et al. (2010) verglichen die Verdaulichkeit von Futtermitteln unterschiedlicher Rohproteingehalte und stellten fest, dass große Hunderassen die höchsten Kot-Beurteilungsgrade und meiste Feuchtigkeit im Kot sowie die höchsten Verdaulichkeiten für Trockensubstanz, Rohprotein, Rohasche und Energie aufwiesen. Die fäkalen Elektrolytkonzentrationen an Natrium und Kalium variierten hauptsächlich zwischen den Hundegruppen, wobei bei großen futtersensitiven Hunderassen die Konzentrationen höher waren als bei kleinen Hunderassen. Schlechte Kotqualität bei großen futtersensitiven Hunderassen konnte mit höherer Verdaulichkeit und höherer fäkaler Elektrolytkonzentration, jedoch nicht mit fäkaler Osmolarität in Zusammenhang gebracht werden.

2.7 Ernährung von Diensthunden und Arbeits- bzw. Gebrauchshunden

Für Arbeits- bzw. Diensthunde ist eine auf das Individuum und die von ihm zu erbringende Leistung abgestimmte Ernährung erforderlich. Die Futtermittel müssen eine ausreichende Energiedichte besitzen, um zu gewährleisten, dass der Hund genügend Nahrung aufnehmen kann, um seinen Energiebedarf zu decken. Eine hohe Verdaulichkeit (> 80 Prozent) reduziert Kotvolumen und Wasserverlust und vermindert das Risiko einer Stressdiarrhö (DOWNEY et al. 1980; HAUPT 1984).

2.7.1 Leistung und energieliefernde Stoffwechselvorgänge

Je nach Art, Intensität und Dauer der Leistungsbeanspruchung und der daraus resultierenden Stoffwechselvorgänge ergibt sich der spezifische Bedarf an Energie und anderen Nährstoffen. Der relative Beitrag der vier energieliefernden Stoffwechselwege Kreatinphosphat, Glykolyse, Kohlenhydratoxidation und Fettoxidation ergibt sich in Abhängigkeit von der Intensität und Dauer körperlicher Bewegung. Intensität und Dauer einer Aktivität bestimmt, welchen Anteil die Substrate und jeweiligen metabolischen Stoffwechselprozesse an der Energieversorgung haben. Mit steigender Intensität der Aktivität steigen Leistung und so auch die Rate des Energiemetabolismus. Kurzzeitleistungen werden im Wesentlichen durch anaeroben Stoffwechsel betrieben, während Langzeitleistungen die Oxidation von Glukose und Fettsäuren mit höherer Energieausbeute erfordern. Je länger die körperliche Aktivität andauert, desto bedeutender wird die Fettsäureoxidation (TOLL und REYNOLDS 2002). Den höchsten Energiebedarf haben Schlittenhunde, die unter extremen Temperaturbedingungen

das drei- bis vierfache des Erhaltungsbedarfes an Energie aufnehmen müssen (MEYER und ZENTEK 2010).

2.7.2 Stress und Ernährung

Neben der unmittelbaren körperlichen Belastung müssen bei der Rationsgestaltung für Diensthunde als wichtige Faktoren Stress und Aufregung bei der Ermittlung des Energiebedarfes einkalkuliert werden. Physische und psychische Belastung induzieren organischen und psychologischen Stress. Die Ernährung von Arbeits- und Gebrauchshunden muss aus diesem Grund nicht nur dem arbeitsspezifischen Energiebedarf, sondern auch den spezifischen ernährungsphysiologischen Bedürfnissen gerecht werden, die aus dem Stressestatus des Hundes resultieren (GRANDJEAN und PARAGON 1992).

Ein Militärdiensthund kann während eines sechsstündigen Einsatzes bis zu zehn Prozent seiner Körpermasse verlieren und benötigt deshalb ein ausgefeiltes Ernährungsprogramm (MCNAMARA 1972). Eines der Hauptprobleme in der veterinärmedizinischen Betreuung von US-Militärdiensthunden der Rasse Belgischer Schäferhund (Malinois) stellt das Unvermögen dar, an Körpermasse zuzunehmen (JENNINGS 1991).

Untersuchungen zur besonderen Physiologie von Diensthunden liegen bisher nur in geringer Zahl vor. Aus diesem Grund muss zum Teil auf Daten anderer Arbeits- und Gebrauchshunde zurückgegriffen werden.

2.7.2.1 Stress und Proteine

Belastungsinduzierter Stress modifiziert die Regulation der zerebralen Serotoninsynthese und -aktivität. Der Neurotransmitter Serotonin hat Anteil an der Regulation zahlreicher physiologischer Funktionen, wie z.B. Futteraufnahme, Schlaf, Blutdruck und Energiemetabolismus. Die Vorstufe des Serotonins ist die Aminosäure Tryptophan. Belastung erhöht den Tryptophantransport zum Gehirn aufgrund des Effektes der freigesetzten Katecholamine. Tryptophan dringt via eines saturablen stereospezifischen Transporters in das zentrale Nervensystem ein. Dieser ist vom Vorrat neutraler Aminosäuren abhängig. Der zerebrale Metabolismus des Serotonins wird durch Belastung gesteigert; die Steigerung ist abhängig von der Art der Belastung. Folge von belastungsinduziertem Stress bei Hunden ist daher ein gesteigerter Bedarf an neutralen Aminosäuren und Tryptophan, d.h. an biologisch hochwertigen Proteinen (GRANDJEAN und PARAGON 1993).

Der Proteinbedarf von hochbelasteten Hunden erhöht sich gegenüber dem Erhaltungsstoffwechsel nur unwesentlich. Bei hoher Belastungsintensität ist zur Prävention von Myopathien jedoch ein Mehrbedarf an Proteinen zu beachten, da diese der Muskelneubildung sowie der Bildung von für den Muskel-Leistungsstoffwechsel erforderlichen Enzymen dienen (MEYER und ZENTEK 2010).

2.7.2.2 Stress und Azidose

Stress kann bei sehr nervösen Tieren bereits vor Arbeitsbeginn zur Laktatazidose führen. Diese hat neben Erhöhung der Katecholaminsekretion mit Glukoneogenese und erhöhter Laktatproduktion, einer zur Ausbildung einer Zellanorexie beitragenden Bradykardie, einer zur Verlangsamung der Glukoneogenese aus Laktat führenden reduzierten Perfusion der Leber und der Inhibition myokardialer Oxidation freier Fettsäuren weitere schädigende Effekte. Durch Training bei supramaximaler Belastung oder durch Zugabe eines diätetischen Puffers wie Natriumbicarbonat zum Trinkwasser kann eine aus Stress resultierende Azidose vermindert werden (GRANDJEAN und PARAGON 1993).

2.7.2.3 Stress und Vitamine

Obwohl Vitamin C vom Hund selbst synthetisiert wird, verbessert die Zufütterung von Vitamin C die organische und metabolische Reaktion von Hunden auf trainingsbedingten Stress. Die Serumspiegel von Vitamin C und E nehmen bei Huskies während des kumulativen Stresses der Rennsaison ab (GRANDJEAN und PARAGON 1993).

PIERCY et al. (2000) stellten in ihren Versuchen an Schlittenhunden fest, dass die Supplementierung des Futters mit Antioxidantien (Vitamine E, C und Betacarotin) keinen Einfluss auf die Plasmakreatinkinase-Aktivität und somit auf trainingsinduzierte Myopathien hat. RIEDL (2001) konnte an Schlittenhunden durch antioxidative Futtersupplementierung (Superoxiddismutase und Vitamin E) den durch einen Höhengaufenthalt und körperliche Belastung entstandenen oxidativen Stress teilweise vermindern. Als Parameter diente die Resistenz der Erythrozyten gegen in-vitro-Lipidperoxidation. Direkte Leistungssteigerung und klinische Auswirkungen konnten jedoch nicht nachgewiesen werden.

2.7.3 Fütterungsempfehlungen für Sport- und Gebrauchshunde

In Abhängigkeit von der Art der vom Hund zu erbringenden Leistung wird, ausgehend von theoretischen Überlegungen sowie praktischen und experimentellen Erfahrungen, eine differenzierte Ernährung empfohlen. Spezielle Einsatzerfordernisse führen hierbei zum Teil zu ungewöhnlichen Supplementierungen: Diensthunde der US-Streitkräfte erhalten im Auslandseinsatz ein hochkalorisches Futter, das unter anderem eine Herzwurmprophylaxe enthält (ZUZIAK 1990).

TOLL und REYNOLDS (2002) unterscheiden hinsichtlich ihrer Fütterungsempfehlungen für Sport- und Gebrauchshunde zwischen Kurzzeitleistungen, mittelfristigen Leistungen mit geringer/mittlerer Dauer und Häufigkeit bzw. hoher Dauer und Häufigkeit sowie Ausdauerleistungen (Tabelle 7).

LITERATURÜBERSICHT

Tab. 7: Fütterungsempfehlungen für Sport- und Gebrauchshunde nach TOLL und REYNOLDS (2002)

Faktoren	Kurzzeitleistungen¹	Mittelfristige Leistungen (geringe/mittlere Dauer und Häufigkeit)²	Mittelfristige Leistungen (hohe Dauer und Häufigkeit)²	Ausdauerleistungen³
Energiedichte (ME)	Futter mit 14,7 - 16,7 MJ/kg TS	Futter mit 16,7 – 20,9 MJ/kg TS	Futter mit 18,8 - 23,0 MJ/kg TS	Futter mit > 25,1 MJ/kg TS
Fett	Futter mit 8 – 10 % Fett i. TS oder 20 – 24 % der Energie aus Fett	Futter mit 15 – 30 % Fett i. TS oder 30 – 55 % der Energie aus Fett	Futter mit 25 – 40 % Fett i. TS oder 45 – 65 % der Energie aus Fett	Futter mit > 50 % Fett i. TS oder > 75 % der Energie aus Fett
NfE	Futter mit 55 – 65 % NfE i. TS oder 50 – 60 % der Energie aus NfE	Futter mit 30 – 55 % NfE i. TS oder 20 – 50 % der Energie aus NfE	Futter mit 30 – 35 % NfE i. TS oder 15 – 30 % der Energie aus NfE	Futter mit < 15 % NfE i. TS oder < 10 % der Energie aus NfE
Protein	Futter mit 22 – 28 % Protein i. TS oder 20 – 25 % der Energie aus Protein	Futter mit 22 – 32 % Protein i. TS oder 20 – 25 % der Energie aus Protein	Futter mit 22 – 30 % Protein i. TS oder 18 – 25 % der Energie aus Protein	Futter mit 28 – 34 % Protein i. TS oder 18 – 22 % der Energie aus Protein
	TS > 80 %	TS > 80 %	TS > 80 %	TS > 80 %
Wasser	freier Zugang außer kurz vor einem Rennen	freier Zugang	freier Zugang	freier Zugang

¹: Rennen, Hetzjagd, Lastziehen

²: Jagd, Arbeitsprüfungen im Felde, Verfolgungsjagd, Treibjagd, Frisbee-/Agilitywettkämpfe, Dienstleistung (Blindenhunde, Diensthunde), Polizeiarbeit, Wachdienst, Militär, Grenzkontrolle, Zoll, Drogenfahndung, Such- und Rettungsdienst, Viehhaltung, Sport mit Menschen

³: Schlittenziehen (Rennen, Expedition)

Die von MEYER und ZENTEK (2010) beschriebenen Werte für den täglichen Bedarf an umsetzbarer Energie (ME) von Diensthunden basieren auf dem überwiegenden Anteil der Gangart Schritt an der Bewegungsform (Tabelle 8).

Tab. 8: Täglicher Bedarf an umsetzbarer Energie (ME) von Diensthunden nach MEYER und ZENTEK (2010)

Diensthund	
KM (kg)	35
Überwiegende Gangart	Schritt
Bewegungsdauer (h)	7,5
Geschwindigkeit (km/h)	4
Erhaltungsbedarf (MJ ME)	7,5
Gesamtenergiebedarf (MJ ME)	11,2

Das NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF THE NATIONAL ACADEMIES (2006) berücksichtigt hinsichtlich seiner Empfehlungen zum Bedarf von arbeitenden Hunden an umsetzbarer Energie sowohl Umgebungstemperatur als auch verschiedene Leistungsarten und Leistungsintensitäten (Tabelle 9).

Tab. 9: Empfehlungen für den Bedarf von arbeitenden Hunden an umsetzbarer Energie (NRC 2006)

Belastungsfaktor	Energiebedarf (ME)		
	von - bis		Mittelwert
Erhaltungsbedarf (kJ/kg KM ^{0,75} /d)	201	- 477	318
Umsatz in Ruhe nach Fütterung (kJ/kg KM ^{0,75} /d)	214	- 532	352
Stehen (kJ/kg KM ^{0,75} /h)	13	- 25	17
Rennen (kJ/kg KM ^{0,75} /horizontale km)	5	- 10	8
Klettern (kJ/kg KM ^{0,75} /vertikale km)	25	- 34	29
Anstieg für jedes °C der Umgebungstemperatur über oder unter der thermoneutralen Zone (kJ/kg KM ^{0,75} /d)	8	- 21	13

berechnet aus kcal

MCNAMARA (1972) beschreibt den unterschiedlichen Energiebedarf von Militärdiensthunden unter Berücksichtigung eines niedrigen, moderaten und maximalen Stresslevels ausgehend von einem kommerziellen Alleinfuttermittel (Tabelle 10).

Tab.10: Geschätzter täglicher Energiebedarf von Militärdiensthunden (MCNAMARA 1972)

Stresslevel	Energiebedarf (kJ/kg KM)
niedrig	251 - 293
moderat	293 - 334
maximal	334 – 419

Ungünstige Witterungsbedingungen, zusätzliche Stress- und Umgebungsfaktoren und extreme Beanspruchung können den Energiebedarf anwachsen lassen. Arbeitshunde haben je nach Beanspruchung (Dauer x Intensität) einen Energiebedarf, der 1,5- bis 3,5-fach über dem Erhaltungsbedarf liegt (MEYER und ZENTEK 2010). Hohe Außentemperaturen führen jedoch zu einer um bis zu 50 Prozent verminderten Futteraufnahme. Zur Regulation der Körpertemperatur benötigt das Atmungssystem des Hundes eine erhöhte Blutmenge, die den Lungen zuungunsten des Digestionstraktes zugeführt wird. Da die Menge des aufgenommenen Futters der dem Digestionstrakt zur Verfügung stehenden Blutmenge direkt proportional ist, wird umso weniger Futter aufgenommen, je höher die Umgebungstemperatur ist. Der tägliche Energiebedarf von Militärdiensthunden steigt jedoch mit zunehmenden Tageshöchsttemperaturen und relativer Humidität an (MCNAMARA 1972, Tabelle 11).

Tab. 11: Geschätzter täglicher Energiebedarf von Militärdiensthunden bei verschiedenen Außentemperaturen und relativen Humiditäten (MCNAMARA 1972)

Tageshöchst- temperatur	Relative Humidität (%)	Täglicher Energiebedarf (kJ/kg KM)
27°C	≤ 70	335
27°C	75	419
29°C	85	461
32°C	≤ 70	377
32°C	90	502
38°C	≤ 70	419
43°C	≤ 70	461
49°C	≤ 70	502

°F in °C umgerechnet und gerundet

Diensthunde der Bundeswehr werden im Rahmen von Auslandseinsätzen, besonders im Rahmen der ISAF-Einsätze in Afghanistan, regelmäßig in Höhen von 1808 m ü. NN eingesetzt. Diensthundeteams haben besonders bei kurzfristigen Einsätzen keine Möglichkeit, sich langsam an große Höhen zu adaptieren. Ungewohnte Höhe und akuter physischer Stress führen zu oxidativem Stress, der sich manifestiert als metabolische Reaktionen mit Bildung reaktiver Sauerstoffmoleküle wie dem Superoxidanion, dem Hydroxylradikal und H_2O_2 (HALLIWELL 1994). Werden diese freien Radikale nicht durch biologische Antioxidantien inaktiviert, beeinträchtigen sie Zellen, induzieren Membranlipidperoxidation und beschädigen Proteine und Aminosäuren.

GRANDJEAN et al. (1998) untersuchten die biologischen und ernährungsphysiologischen Konsequenzen des Einsatzes von Such- und Rettungshunden in großer Höhe. Die Expedition umfasste Rettungshundeteams, die innerhalb von vier Tagen beginnend von Meereshöhe bis auf 5980 Meter aufstiegen und die Suche nach Menschen trainierten. Die hypobarhypoxischen Bedingungen am Expeditionsort führten bei den Hunden sowohl während der physischen Belastung als auch in Ruhe zu erhöhter Herzfrequenz sowie zu verminderter Arbeitseffizienz. Bei den Hunden, deren Trockenfutter mit Fischöl und Vitamin E supplementiert worden war, wurden diese Parameter weniger stark beeinträchtigt. Diarrhö, Myoglobinurie und Rhabdomyolyse als Folgen des oxidativen Stresses wurden nur in wenigen Fällen beobachtet. Trotz geringerer oder schwerer pathologischer höhenbedingter Veränderungen konnten die supplementierten Hunde jedoch auch ohne Adaption in 5980 Metern Höhe ihre Such- und Rettungsaufgaben erfüllen.

3 Material und Methoden

3.1. Untersuchungen zum Einfluss der Bearbeitung auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden

3.1.1. Versuchsziel

Ziel der Untersuchungen war es, den Einfluss der Bearbeitung auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden zweier Hunderassen (Deutscher Schäferhund und Malinois) zu prüfen und zu vergleichen. Besondere Aufmerksamkeit sollte Temperatureffekten im Verarbeitungsprozess, der Eiweißqualität, möglichen Rassenunterschieden und Stresseffekten gelten.

Für die Untersuchungen standen 19 inaktive Diensthunde (9 Deutsche Schäferhunde und 10 Malinois) und 10 neu angekaufte, in Ausbildung befindliche aktive Diensthunde (Malinois) an der Schule für Diensthundewesen der Bundeswehr in Koblenz (SDstHundeBw) bzw. in deren Außenstelle Ulmen zur Verfügung.

3.1.2 Versuchsplan

Die Hunde erhielten in drei konsekutiven Fütterungsphasen drei bei verschiedenen Temperaturen verarbeitete Trockenalleinfuttermittel gleicher Zusammensetzung in der Abfolge Futter A - Futter B - Futter C.

Während der Bilanzphasen wurden Kotproben für weiterführende Untersuchungen gesammelt sowie Kotkonsistenz, Kotabsatzfrequenz, Wasseraufnahme, Futteraufnahme und Gewichtsentwicklung ermittelt (Tabellen 12 und 13).

Tab. 12: Versuchsplan: Untersuchungen zum Einfluss der Bearbeitung auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden

Versuchstag	Versuchsplan
1 bis 7:	Adaptionsphase Abwiegen der aufgenommenen Futtermenge Bestimmung von Kotkonsistenz und Kotabsatzfrequenz
7:	Gewichtskontrolle
8 bis 14:	Bilanzphase Kotsammelphase Abwiegen der aufgenommenen Futtermenge Abmessen der aufgenommenen Trinkwassermenge Bestimmung von Kotkonsistenz und Kotabsatzfrequenz
15:	Allgemeinuntersuchung Gewichtskontrolle

Tab. 13: Aufstellung über die erfassten Parameter

Futter	Kot	Allgemeines
Trockensubstanz	Konsistenz	Gesundheitszustand
Rohwasser	Kotabsatzfrequenz	Körpermasse
Rohprotein	Trockensubstanz	
Rohfett	freies Wasser	
Rohfaser		
Rohasche		
Energie		
Mineralstoffe		

3.1.3 Versuchstiere

Für die Untersuchungen standen 29 Diensthunde zur Verfügung.

Die 19 inaktiven Diensthunde (9 Deutsche Schäferhunde und 10 Malinois, Tabelle 14) waren im Alter von 3 bis 14 Jahren. Die Körpermassen zu Beginn des Versuches lagen bei den Deutschen Schäferhunden zwischen 24,2 kg und 39,8 kg bzw. bei den Malinois zwischen 27,4 kg und 36,0 kg.

Tab. 14: Inaktive Diensthunde

Diensthund	Rasse	Geschlecht	Alter in Jahren	Körpermasse (kg)
1	DSH	m	3	29,4
2	DSH	m	11	35,6
3	DSH	m	13	38,2
4	DSH	m	11	36,5
5	DSH	mk	9	39,8
6	DSH	w	7	24,2
7	DSH	wk	4	28,6
8	DSH	wk	6	29,8
9	DSH	wk	13	28,7
10	M	m	13	27,6
11	M	m	11	30,0
12	M	m	13	33,8
13	M	m	14	36,0
14	M	mk	13	29,8
15	M	mk	7	27,4
16	M	mk	9	32,0
17	M	mk	7	36,0
18	M	mk	14	31,0
19	M	wk	8	28,4

w: weiblich; wk: weiblich kastriert; m: männlich; mk: männlich kastriert
 DSH: Deutscher Schäferhund; M: Malinois

Die 10 aktiven, in der Ausbildung befindlichen Diensthunde (Malinois, Tabelle 15) waren im Alter von 2 Jahren. Die Körpermassen zu Beginn des Versuches betragen zwischen 24,4 kg und 36,7 kg. Nicht alle aktiven Diensthunde nahmen an allen drei Bilanzphasen teil.

Tab. 15: Aktive Diensthunde

Diensthund	Rasse	Geschlecht	Alter in Jahren	Körpermasse (kg)
20	M	m	2	30,2
21	M	m	2	30,2
22	M	m	2	36,4
23	M	m	2	33,0
24	M	m	2	35,7
25	M	m	2	29,5
26	M	m	2	31,3
27	M	m	2	36,7
28	M	w	2	24,4
29	M	w	2	32,4

w: weiblich; m: männlich
 M: Malinois

Alle Tiere werden regelmäßig gegen Staupe, Hepatitis Contagiosa Canis, Parvovirose, Parainfluenza, Leptospirose, Tollwut und Zwingerhustenkomplex geimpft und vier Mal jährlich entwurmt.

3.1.4 Haltungssystem

Die inaktiven Diensthunde wurden in überdachten Außenzwingern mit der Grundfläche 6 m² gehalten. Sie blieben während der Versuche in ihrer gewohnten Umgebung in der Zwingeranlage der SDstHundeBw in Koblenz. Die Zwinger der aktiven Diensthunde bestanden aus einem Innen- und einem überdachten Außenbereich mit der Grundfläche 8 m². Diese von verschiedenen Händlern stammenden neu angekauften Diensthunde mussten sich an die Haltungsform in der Außenstelle der SDstHundeBw in Ulmen adaptieren. Die Außentemperaturen wurden in jeweils einem repräsentativen Zwinger der inaktiven und aktiven Diensthunde mit Hilfe eines stationären digitalen Minimum-Maximum-Thermometers täglich erfasst. Die Grundreinigung der Zwinger erfolgte morgens. Mehrmals täglich wurden Kontrollen durchgeführt, um Daten und Proben zu sammeln und Koprophagie auszuschließen.

Jeder Hund konnte sich täglich in einem Auslauf (ca. 50 m²) für ca. zwei Stunden frei bewegen. Die neu angekauften aktiven Diensthunde durchliefen zusätzlich die reguläre Ausbildung zum Diensthund der Bundeswehr. Die Ruhezeit betrug durchschnittlich 13 Stunden täglich.

3.1.5 Versuchsfutter und Fütterung

Gefüttert wurden drei Trockenalleinfuttermittel A, B und C identischer Zusammensetzung. Hauptbestandteile waren Rinderleber, Herzmuskel und Geflügelkarkassen.

Die Futtermittel A, B und C unterschieden sich in ihrer Bearbeitung. Alle Futtermittel durchliefen einen Trocknungsprozess. Futter B und C wurden zusätzlich bei unterschiedlichen Temperaturen erhitzt (Tabelle 16).

Tab. 16: Bearbeitung der Versuchsfutter A, B und C

Futter	Bearbeitung
A	unverzögliche Trocknung bei 113°C
B	Erhitzung 60 min bei 90°C, dann Trocknung bei 113°C
C	Erhitzung 60 min bei 129°C, dann Trocknung bei 113°C

Der Bruttoenergiegehalt (GE) und der Gehalt an umsetzbarer Energie (ME) wurden aus den Nährstoffanalysen und den Brennwerten der Versuchsfutter A, B und C ermittelt nach KIENZLE (2002). Der Bruttoenergiegehalt (GE) der Versuchsfutter A, B und C betrug 20,1 MJ/kg in der ursprünglichen Substanz bzw. 21,8 MJ/kg in der Trockensubstanz. Der Gehalt der Versuchsfutter A, B und C an umsetzbarer Energie (ME) betrug 16,4 MJ/kg in der ursprünglichen Substanz bzw. 17,8 MJ/kg in der Trockensubstanz. Die Rohnährstoffgehalte der Versuchsfutter A, B und C sind in Tabelle 17 wiedergegeben.

Tab. 17: Rohnährstoffgehalte der Versuchsfutter A, B und C

Einheit	Rohnährstoffe					
	TS	Ra	Rp	Rfe	Rfa	NfE
% uS	92,0	10,5	41,8	21,8	0,4	10,2
% TS	-	11,4	45,4	23,7	0,4	11,1

Alle Hunde erhielten eine einzige Mahlzeit um 15:00 Uhr. Das Futter wurde bis 16:00 Uhr im Zwinger belassen, Reste dann entfernt und als Rückwaagen verbucht. Trinkwasser stand ad libitum zur Verfügung.

Basis der Rationsberechnung bei Versuchsbeginn war die Zuteilung von 11 g bis 15 g uS/ kg KM/d je nach Ernährungszustand des Diensthundes (Tabelle 18). Abhängig von der Entwicklung der Körpermasse nach Ende einer Bilanzphase wurde die Futterzuteilung erhöht oder vermindert.

Tab. 18: Futterrationen der Diensthunde pro Tag in den Bilanzphasen A, B und C

Dienst- hunde	Rasse	n	Futter	Futteraufnahme							
				g uS/d		g TS/d		g uS/kg KM/d		g TS/kg KM/d	
Inaktiv	DSH	9	A	388	± 63	357	± 58	12	± 1	11	± 1
			B	396	± 63	364	± 58	13	± 1	12	± 1
			C	402	± 63	370	± 58	13	± 1	12	± 1
	M	10	A	378	± 35	347	± 33	12	± 1	11	± 1
			B	385	± 35	354	± 32	13	± 1	12	± 1
			C	410	± 54	377	± 50	14	± 2	12	± 2
Aktiv	M	5	A	402	± 58	370	± 53	14	± 2	13	± 2
			B	406	± 61	374	± 56	14	± 1	13	± 1
			C	431	± 54	397	± 50	15	± 1	13	± 1

KM = Körpermasse zu Beginn der jeweiligen Bilanzphase

DSH: Deutscher Schäferhund; M: Malinois

Mittelwert ± Standardabweichung

3.1.6 Versuchstechnik

3.1.6.1 Vorbereitungsphase

Die inaktiven Diensthunde hatten bis Versuchsbeginn ausschließlich mit Wasser angesetztes kommerzielles Futter erhalten. Um futterabhängige Änderungen der Kotkonsistenz und Kotabsatzfrequenz zu vergleichen, wurden diese Parameter im Rahmen eines Vorversuchs an zwei Tagen aufgenommen (Tabelle 19). Die aktiven Diensthunde stammen von verschiedenen Händlern. Nach Ankauf wurden die Hunde in den Fütterungsversuch aufgenommen und mit dem Versuchsfutter gefüttert.

Tab. 19: Kotabsatz der inaktiven Diensthunde bei kommerzieller Diät (Vorversuch)

Rasse	n	Kotkonsistenz			Kotabsatzfrequenz/d					
		Median	Minimum	Maximum	MW					
DSH	9	3,0	2,0	4,0	2,8	±	0,6	1,3	±	0,4
M	10	3,0	2,0	3,0	2,7	±	0,5	1,0	±	0,0

DSH: Deutscher Schäferhund; M: Malinois

Mittelwert ± Standardabweichung

Beurteilungsgrade:

1 = trockener, krümeliger Kot

2 = gut geformter Kot, der beim Entfernen keine Reste hinterlässt

3 = etwas weicher, aber gut geformter Kot, der beim Entfernen Reste hinterlässt

4 = sehr weicher, ungeformter Kot

5 = flüssiger Kot (Diarrhö)

3.1.6.2 Hauptversuch: Entnahme, Aufbereitung und Lagerung der Proben

Aus jedem neu geöffneten Futtersack wurden zur Erstellung einer Mischprobe 100 g Trockenalleinfutter entnommen und bei -20°C tiefgefroren.

Der von jedem Hund in den siebentägigen Sammelphasen abgesetzte Kot wurde mehrmals täglich gesammelt, abgewogen und unverzüglich bei -20°C tiefgefroren. Zur Bestimmung der Gehalte an Trockensubstanz und freiem Wasser wurde am Ende jeder Bilanzphase eine repräsentative Kotprobe entnommen und ebenfalls unverzüglich bei -20°C tiefgefroren.

3.2 Untersuchungen zum Einfluss eines Probiotikums (*Lactobacillus acidophilus* DSM 13241) auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden

3.2.1 Versuchsziel

Die Hypothese war, dass Laktobazillen als Zusatzstoffe in Hundetrockenfutter die Ansiedlung potenziell pathogener Bakterien im Darm vermindern und das Entstehen von Diarrhö oder mangelhafter Kotqualität reduzieren. Ziel der Untersuchungen war es, bei Diensthunden den Einfluss des Probiotikums *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241 auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter zu prüfen. Für diese Untersuchung standen 14 Diensthunde (7 Deutsche Schäferhunde und 7 Malinois) an der Schule für Diensthundewesen der Bundeswehr (SDstHundeBw) in Koblenz zur Verfügung.

3.2.2 Versuchsplan

Die Hunde erhielten in drei konsekutiven Fütterungsphasen ein kommerzielles Trockenalleinfuttermittel (Kontrollfutter A und Kontrollfutter B), einmal mit Zusatz eines probiotischen *L. acidophilus* DSM 13241–Supplementes (Probiotisches Futter P), in der Abfolge Futter A - Futter P - Futter B.

Während der Bilanzphasen wurden Kotproben für weiterführende Untersuchungen gesammelt sowie Kotkonsistenz, Kotabsatzfrequenz, Wasseraufnahme, Futteraufnahme, Gewichtsentwicklung und Fellqualität ermittelt (Tabellen 20 und 21).

Tab. 20: Versuchsplan: Untersuchungen zum Einfluss eines Probiotikums (*Lactobacillus acidophilus* DSM 13241) auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden

Versuchstag	Versuchsplan
1 bis 7 ¹ bzw. 1 bis 21 ²	Adaptionsphase Abwiegen der aufgenommenen Futtermenge Bestimmung von Kotkonsistenz und Kotabsatzfrequenz
7:	Gewichtskontrolle Bestimmung der Fellqualität
8 bis 14 ¹ bzw. 22 bis 28 ²	Bilanzphase Kotsammelphase Abwiegen der aufgenommenen Futtermenge Abmessen der aufgenommenen Trinkwassermenge Bestimmung von Kotkonsistenz und Kotabsatzfrequenz
15 ¹ bzw. 29 ²	Allgemeinuntersuchung Gewichtskontrolle Bestimmung der Fellqualität

¹ Kontrollfutter A und B: Dauer der Adaptionsphase 7 Tage

² Probiotisches Futter P: Dauer der Adaptionsphase 21 Tage

Tab. 21: Aufstellung über die erfassten Parameter

Futter	Kot	Allgemeines
Trockensubstanz	Konsistenz	Gesundheitszustand
Rohwasser	Kotabsatzfrequenz	Fellqualität
Rohprotein	pH-Wert	Körpermasse
Rohfett	freies Wasser	
Rohfaser	Trockensubstanz	
Rohasche	Rohprotein	
Energie	Rohfett	
Mineralstoffe	Rohfaser	
	Rohasche	
	Energie	
	Mineralstoffe	
	mikrobielle Parameter	

3.2.3 Versuchstiere

Für die Untersuchungen standen 14 Diensthunde zur Verfügung.

Die 14 Diensthunde (7 Deutsche Schäferhunde und 7 Malinois, Tabelle 22) waren im Alter von 7 bis 14 Jahren. Die Körpermassen zu Beginn des Versuches lagen bei den Deutschen Schäferhunden zwischen 27,6 kg und 37,8 kg bzw. bei den Malinois zwischen 22,4 kg und 32,0 kg.

Tab. 22: Versuchsgruppe

Diensthund	Rasse	Geschlecht	Alter in Jahren	Körpermasse (kg)
1	DSH	m	10	32,4
2	DSH	m	7	34,4
3	DSH	mk	8	37,8
4	DSH	mk	10	34,6
5	DSH	mk	7	29,0
6	DSH	mk	12	27,6
7	DSH	wk	7	30,8
8	M	m	10	24,0
9	M	m	10	26,4
10	M	m	12	22,4
11	M	mk	14	29,0
12	M	mk	10	32,0
13	M	mk	12	28,0
14	M	mk	12	25,4

wk: weiblich kastriert; m: männlich; mk: männlich kastriert

DSH: Deutscher Schäferhund; M: Malinois

Alle Tiere werden regelmäßig gegen Staupe, Hepatitis Contagiosa Canis, Parvovirose, Parainfluenza, Leptospirose, Tollwut und Zwingerhustenkomplex geimpft und vier Mal jährlich entwurmt.

3.2.4 Haltungssystem

Die Diensthunde wurden in überdachten Außenzwingern mit der Grundfläche 6 m² gehalten. Sie blieben während der Versuche in ihrer gewohnten Umgebung in der Anlage der SDstHundeBw in Koblenz. Die Außentemperaturen wurden in einem repräsentativen Zwinger eines Diensthundes mit Hilfe eines stationären digitalen Minimum-Maximum-Thermometers

täglich erfasst. Die Grundreinigung der Zwinger erfolgte morgens. Mehrmals täglich wurden Kontrollen durchgeführt, um Daten und Proben zu sammeln und Koprophagie auszuschließen

Jeder Hund konnte sich täglich in einem Auslauf (ca. 50 m²) für ca. zwei Stunden frei bewegen. Die Ruhezeit betrug durchschnittlich 13 Stunden täglich.

3.2.5 Versuchsfutter und Fütterung

Das Versuchsfutter bestand aus einem kommerziellen Trockenalleinfuttermittel (PEDIGREE ADVANCE® für ausgewachsene Hunde, Masterfoods, Bruck/Leitha). Hauptbestandteile waren Getreide, Fleisch und tierische und pflanzliche Nebenerzeugnisse.

Kontrollfutter A und Kontrollfutter B blieben ohne weitere Bearbeitung oder Zusätze. Das probiotische Futter P entsprach in der Zusammensetzung dem Kontrollfutter, enthielt jedoch zu 10 Prozent mit *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241 supplementiertes Kontrollfutter (Tabelle 23).

Die Supplementierung erfolgte mittels des lyophilisierten Stammes *L. acidophilus* DSM 13241 der Fa. Hansen, Dänemark, der mit Dextrose-Trägersubstanz in einem speziellen Sprühverfahren in einer Öl/Fettmatrix auf das Trockenfutter aufgebracht wurde. Gemäß Herstellerangaben ergab sich so eine *Lactobacillus spp.*-Keimkonzentration von 6×10^6 KbE pro Gramm Futter. Das Kontrollfutter wies bei der mikrobiologischen Untersuchung mittels kultureller Anzüchtung auf dem MRS-Agar (Man-Rogosa-Sharp) einen *Lactobacillus spp.*-Keimgehalt von $<10^5$ KbE/g auf. Die Keimkonzentration von *Lactobacillus spp.* des probiotischen Futters P lag bei $10^{7,8}$ KbE/g. Der MRS-Agar ermöglicht keine Unterscheidung des probiotischen *L. acidophilus*-Stammes von eventuell im Futter enthaltenen anderen Laktobazillen-Stämmen. Die Diensthunde erhielten bezogen auf die Futterrationen eine Keimdosis an Laktobazillen von mindestens 10^9 KbE/Tag.

Tab. 23: Bearbeitung der Versuchsfutter A, P und B

Futter	Bearbeitung
A	Kommerzielles Trockenalleinfuttermittel
P	Kommerzielles Trockenalleinfuttermittel mit 10% Zusatz des <i>L. acidophilus</i> DSM 13241-Supplementes
B	Kommerzielles Trockenalleinfuttermittel

Die miteinander identischen Kontrollfutter A und B wurden nicht supplementiert und unterschieden sich in ihrer Zusammensetzung vom Probiotischen Futter P. Die Rohnährstoff- und Mineralgehalte der Versuchsfutter A, P und B sind in Tabelle 24 wiedergegeben.

Tab. 24: Nährstoff- und Mineralgehalte der Versuchsfutter A, P und B

Parameter	Einheit	Kontrollfutter A und B	Probiotisches Futter P
TS	%	96,4	96,6
Ra	% TS	7,5	7,2
	% uS	7,2	7,0
Rfa	% TS	1,2	1,3
	% uS	1,1	1,0
Rp	% TS	23,0	22,7
	% uS	22,2	22,0
Rfe	% TS	18,4	20,7
	% uS	17,7	20,0
NfE	% TS	46,4	44,7
	% uS	44,7	43,1
Na	g/ kg TS	9,2	8,9
	g/ kg uS	8,9	8,6
K	g/ kg TS	9,8	9,0
	g/ kg uS	9,4	8,7

Der Bruttoenergiegehalt (GE) und Gehalt an umsetzbarer Energie (ME) wurde aus den Nährstoffanalysen und den Brennwerten der Versuchsfutter A, B und P ermittelt nach KIENZLE (2002). Der Bruttoenergiegehalt (GE) der Versuchsfutter A und B betrug 19,8 MJ/kg in der ursprünglichen Substanz bzw. 20,6 MJ/kg in der Trockensubstanz. Der Bruttoenergiegehalt (GE) des Versuchsfutters P betrug 20,4 MJ/kg in der ursprünglichen Substanz bzw. 21,1 MJ/kg in der Trockensubstanz. Der Gehalt an umsetzbarer Energie (ME) der Versuchsfutter A und B betrug 16,8 MJ/kg in der ursprünglichen Substanz bzw. 17,4 MJ/kg in der Trockensubstanz. Der Gehalt an umsetzbarer Energie (ME) des Versuchsfutters P betrug 17,2 MJ/kg in der ursprünglichen Substanz bzw. 17,9 MJ/kg in der Trockensubstanz.

Alle Hunde erhielten eine einzige Mahlzeit um 15:00 Uhr. Jeder Hund nahm stets seine vollständige Futtermenge zu sich. Trinkwasser stand ad libitum zur Verfügung.

Basis der Rationsberechnung bei Versuchsbeginn war die Zuteilung von 12 g bis 15 g uS/kg KM/d je nach Ernährungszustand des Diensthundes (Tabelle 25). Abhängig von der Entwicklung der Körpermasse nach Ende einer Bilanzphase wurde die Futterzuteilung erhöht oder vermindert.

Tab.25: Futterrationen der Diensthunde pro Tag in den Bilanzphasen A, P und B

Dienst- hunde	n	Futter	Futterraufnahme									
			g uS/d		g TS/d		g uS/kg KM/d			g TS/kg KM/d		
DSH	7	A	403	± 57	388	± 55	12	± 1	12	± 1	12	± 1
	7	P	425	± 61	411	± 59	13	± 2	13	± 2	13	± 2
	7	B	425	± 59	410	± 57	13	± 2	13	± 2	13	± 2
M	7	A	345	± 42	333	± 40	13	± 1	12	± 1	12	± 1
	7	P	383	± 30	370	± 29	15	± 1	14	± 1	14	± 1
	7	B	405	± 37	391	± 36	15	± 2	15	± 2	15	± 2

KM = Körpermasse zu Beginn der jeweiligen Bilanzphase

DSH: Deutscher Schäferhund; M: Malinois

Mittelwert ± Standardabweichung

3.2.6 Versuchstechnik: Entnahme, Aufbereitung und Lagerung der Proben

Aus jedem neu geöffneten Futtersack wurden zur Erstellung einer Mischprobe 100 g Trockenalleinfutter entnommen und bei -20°C tiefgefroren.

Der von jedem Hund in den Bilanzphasen abgesetzte Kot wurde mehrmals täglich gesammelt, abgewogen und in zwei Hälften geteilt. Eine Hälfte der täglichen Kotmenge wurde bei +4°C gekühlt und ging in eine Sammelkotprobe für die Bestimmung der Verdaulichkeit ein. Dieser Kot wurde nach Ablauf der siebentägigen Bilanzphase mittels eines elektrischen Handmixers gleichmäßig vermischt, eine repräsentative Menge entnommen und bei -20°C tiefgefroren. Die zweite Hälfte der täglichen Kotmenge wurde unverzüglich bei -20°C tiefgefroren. Aus ihr stammt der Kot zur Bestimmung von pH-Wert (zwei Einzelproben, entnommen jeweils einmal zu Beginn und Ende einer Bilanzphase), mikrobiellen Parametern (eine Einzelprobe, entnommen am Ende einer Bilanzphase), Trockensubstanz und freiem Wasser. Zur Bestimmung von Trockensubstanz und freiem Wasser wurde die Hälfte der täglichen Kotmenge zweier Tage zu einer Mischprobe zusammengestellt.

3.3 Untersuchungsparameter und angewandte Analysemethoden

3.3.1 Weender Analyse nach NAUMANN und BASSLER (1999)

Die Weender Analyse erfolgte an aufgetauten Fäzes aus der Sammelprobe. Sowohl im Futter als auch im Kot wurden die Gehalte an Trockensubstanz und Rohnährstoffen ermittelt. Die Untersuchung der Futter- und Kotproben erfolgte in den Labors des *Instituts für Tierernährung, Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin*, Veterinärmedizinische Universität Wien.

3.3.1.1 Trockensubstanz (TS)

Zur Messung des Trockensubstanzgehalts wurden die Proben gefriergetrocknet (CHRIST Gamma 2-20 LMC 1, Fa. Christ, Osterode am Harz). Der TS-Gehalt wurde als prozentualer Anteil des Frischgewichtes angegeben.

3.3.1.2 Rohasche (Ra)

Der Rohaschegehalt der Proben wurde durch sechsstündige Veraschung im Muffelofen bei 600°C ermittelt. Nach Abkühlung der Proben im Exsikkator wurde die Rückwaage ermittelt.

3.3.1.3 Rohfett (Rfe)

Die Messung des Rohfettgehaltes der Proben erfolgte quantitativ nach Säureaufschluss mit 6 N Salzsäure und anschließender sechsstündiger Extraktion im Soxhletapparat mit Petroläther.

3.3.1.4 Rohprotein (Rp)

Der Rohproteingehalt der Proben wurde nach dem Kjeldahl-Verfahren bestimmt. Nach Oxidation des Analysengutes und Überführung des Stickstoffes in die Ammoniumform wurde der durch Zugabe 30 % Natronlauge freigesetzte Ammoniak in vorgelegte 2 % Borsäure überdestilliert und titrimetrisch erfasst (Kjeldahl-Geräte Fa. Gerhardt, Bonn: Vapodest 20 und Vapodest 33).

3.3.1.5 Rohfaser (Rfa)

Zur Messung des Rohfasergehaltes wurden die Proben 30 Minuten zuerst in 1,25 % Schwefelsäure, dann in 1,25 % Natronlauge gekocht und mit heißem Wasser gewaschen. Der Rückstand wurde filtriert, gewaschen, getrocknet, gewogen und dann zwei Stunden bei 450°C verascht. Der Gewichtsverlust der Proben nach Veraschung entspricht dem Rohfasergehalt des Analysengutes.

3.3.1.6 Stickstofffreie Extraktstoffe (NfE)

Der Gehalt an stickstofffreien Extraktstoffen (NfE) wurde nach folgender Formel rechnerisch ermittelt:

$$\text{NfE} = \text{TS} - (\text{Ra} + \text{Rp} + \text{Rfe} + \text{Rfa})$$

TS = Trockensubstanz

Ra = Rohasche

Rp = Rohprotein

Rfe = Rohfett

Rfa = Rohfaser

3.3.1.7 Mineralstoffe

Zur Messung der Gehalte an Natrium und Kalium in Futter und Kot wurden die gemahlene Fäzesproben durch Zugabe von 20 ml Salpetersäure-Wasserstoffperoxid-Gemisch im Verhältnis 10:4 (1000 ml 40 v/v % HNO₃, 400 ml 20 v/v % H₂O₂) nass-verascht bzw. mittels Mikrowellenveraschung (MLS-Ethos plus, MLS GmbH, Leutkirch, Deutschland) aufgeschlossen.

Für die Mikrowellenveraschung wurden 0,5 g der gemahlene Probe in den Teflonbehälter des Aufschlussgeräts eingewogen, 10 ml Säuregemisch (40 v/v % HNO₃, 10 v/v % HCl, 20 v/v % H₂O₂, 30 v/v % H₂O) hinzugefügt, die Probe im Mikrowellengerät aufgeschlossen, in einen Messkolben überführt und mit destilliertem Wasser auf 25 ml aufgefüllt. Nach Kalibration mit Standardlösungen erfolgten die Messungen der Proben. Anhand der ermittelten Kalibrationskurven wurden die Konzentrationen der Mineralstoffe errechnet.

Standards und Probe wurden zur Vermeidung von Ionisationsinterferenzen mit einer Cäsiumchloridlösung (0,16 %) versetzt. Die Bestimmung der Natrium- und Kaliumgehalte der Aschelösung erfolgte atomabsorptionsspektrophotometrisch (Typ 3030B, Perkin-Elmer, ehem. Bodenseewerk, Deutschland/Boston, USA). Als Verdünnungsmedium diente eine Cäsiumchlorid-Aluminiumnitrat-Pufferlösung. Zur Kalibration wurden Standardlösungen mit den Konzentrationen 0,5 ppm, 1 ppm, 2 ppm für Kalium und 0,2 ppm, 0,5 ppm, 1 ppm für Natrium verwendet.

3.3.2 Berechnung der scheinbaren Verdaulichkeit (sV) der Rohnährstoffe

Die scheinbaren Verdaulichkeiten (sV) der Rohnährstoffe wurden anhand der Kotmenge der siebentägigen Kotsammelphase rechnerisch ermittelt:

$$\text{sV (\%)} = \frac{\text{Nährstoffaufnahme} - \text{fäkale Nährstoffausscheidung}}{\text{Nährstoffaufnahme}} \times 100$$

3.3.3 Berechnung der Gehalte der Futtermittel an Bruttoenergie (GE) und umsetzbarer Energie (ME)

Die Gehalte der Futtermittel an Bruttoenergie (GE) und umsetzbarer Energie (ME) wurden rechnerisch ermittelt nach KIENZLE (2002):

$$\text{GE (kJ)} = 4,1868 [(5,73 \text{ g Rp}) + (9,08 \text{ g Rfe}) + 4,06 (\text{g NfE} + \text{g Rfa})]$$

$$\text{prozentuale Verdaulichkeit der Energie} = 91,2 - (1,43 \text{ Prozent Rfa in der TS})$$

$$\text{ME (kJ)} = 4,1868 [(\text{GE} \times \text{prozentuale Verdaulichkeit der Energie}/100) - (1,04 \text{ g Rp})]$$

3.3.4 Analysen zum Einfluss der Fütterung auf die Kotqualität

3.3.4.1 Beurteilungsschema der Kotkonsistenz

Die Beurteilung der Kotkonsistenz erfolgte subjektiv nach dem in Tabelle 26 wiedergegebenen Schema. Jeder Kotabsatz wurde in einer entsprechenden Tabelle festgehalten, sodass gleichzeitig die Kotabsatzfrequenz ermittelt werden konnte.

Tab. 26: Beurteilungsschema für die Kotkonsistenz

Grad	Beschaffenheit
1	trockener, krümeliger Kot
2	gut geformter Kot, der beim Entfernen keine Reste hinterlässt
3	etwas weicher, aber gut geformter Kot, der beim Entfernen Reste hinterlässt
4	sehr weicher, ungeformter Kot
5	flüssiger Kot (Diarrhö)

3.3.4.2 Trockensubstanzgehalt der Kotproben (nur bei Untersuchungen zum Einfluss der Bearbeitung auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden)

Die Untersuchung erfolgte an aufgetauten Fäzes. In einer abgewogenen Glasschale (24 Stunden bei 50°C vorgetrocknet, im Exsikkator abgekühlt) wurden 20 g Kot ausgestrichen, 24 Stunden bei 104°C getrocknet, im Exsikkator abgekühlt und mitsamt der Glasschale gewogen. Die Ermittlung des Trockensubstanzgehaltes erfolgte rechnerisch.

3.3.4.3 Wasserstoffionen-Konzentrationen (pH-Werte) der Kotproben

Die Messung der Wasserstoffionenkonzentrationen der Kotproben erfolgte elektrometrisch mittels einer pH-Elektrode Typ CG841 (Schott, Hofheim) nach 2-Punktkalibration mit Standardlösungen pH 4,0 (Merck VWR KG, Darmstadt) und pH 7 (Fluka/Sigma Aldrich, Steinheim) an im Kühlschrank aufgetauten Fäzes. Dazu wurde 1 g Kot mit 9 ml Aqua bidestillata verdünnt (Verhältnis 1:10).

3.3.4.4 Gehalt der Fäzes an freiem Wasser

Die Untersuchung erfolgte an aufgetauten Fäzes. Zur Ermittlung des Gehaltes an freiem Wasser wurden 5 g frischer Kot in ein 40 ml fassendes Plastikzentrifugenröhrchen gefüllt und 30 Minuten bei 21000 U zentrifugiert. Der als Maßstab für das freie Wasser geltende Überstand wurde abpipettiert und gewogen. Das freie Wasser wird als prozentualer Anteil am Gewicht der ursprünglichen Substanz berechnet (Methode HIRLINGER 1995, unveröffentlicht).

3.3.5 Bestimmung mikrobieller Parameter

Die Bestimmung der Konzentration der mikrobiellen Parameter erfolgte mit der FISH-Methode (Fluoreszenz-In-Situ-Hybridisation) des *Department of Medical Microbiology*,

University of Groningen, Niederlande. Die Untersuchungsmedien (DAPI, *SlowFade® Light Antifade Kit*) wurden von *Molecular Probes Europe*, Leiden/Niederlande bezogen. Die FISH-Methode ermöglicht mittels fluoreszierender Moleküle die phylogenetische Identifizierung von Bakterien in gemischten Kolonien ohne vorherige Kultivierung. Dabei werden spezifische Sequenzen des jeweiligen 16S rRNA- Moleküls eines Bakteriums mit komplementären markierten kurzen DNA-Sequenzen hybridisiert (Tabelle 27). Diese Oligonukleotidsonden sind am 5`-Ende CY3 markiert und führen zu einer Rotfluoreszenz der hybridisierten, direkt markierten spezifischen Bakterien-Nukleinsäuren.

Tab. 27: Für die Bestimmung der mikrobiellen Parameter mittels FISH eingesetzte Oligonukleotidsonden (MWG Biotech, Ebersberg, Deutschland)

Bakteriengattung	Sonden	Basen-Sequenzen
<i>Escherichia coli</i>	Ecol 1531	5`CY3-CAC CGT AGT GCC TCG TCA TCA3`
<i>Clostridium histolyticum</i>	Chis 150	5`CY3-AAA GGA AGA TTA ATA CCG CAT AA3`
<i>Lactobacillus spp.</i>	Lacto 158	5`CY3-GGT ATT AGC AYC TTC CA3`

Aus 1 g der Kotprobe jedes Hundes wurden nach Zugabe von Paraformaldehyd (4 %) als Fixationslösung durch mehrmaliges Waschen mit PBS-Puffer und Abzentrifugieren die enthaltenen Bakterien extrahiert und in 96 % Ethanol überführt.

Zur Ermittlung der Konzentration von *Clostridium spp.* und *Escherichia coli* wurden den Proben nach Mischen mit 0,9 Mol Hybridisierungspuffer-SDS und HPLC-Wasser 20 µl der jeweiligen Oligonukleotid-Probe zugegeben und die Lösung 16 Stunden bei 50°C inkubiert. Die inkubierte Lösung wurde in auf 50°C erwärmten 0,9 Mol Hybridisierungspuffer-SDS übertragen, mit DAPI versetzt und 30 Minuten bei 50°C inkubiert.

Zur Ermittlung der Konzentration von *Lactobacillus spp.* wurden die Proben nach dem Mischen mit 0,9 Mol Hybridisierungspuffer-SDS und HPLC-Wasser nochmals zentrifugiert, der Rückstand abermals in 0,9 Mol Hybridisierungspuffer-SDS gelöst, 20 µl Oligonukleotid-Probe zugegeben und die Lösung 12 Stunden bei 55°C inkubiert. Nach Versetzen der inkubierten Lösung mit 0,2 Mol Waschpuffer und DAPI, 30minütiger Inkubation bei 55°C und erneutem Zentrifugieren wurde der Rückstand in PBS gelöst.

Mittels Membranfilterpumpe wurden die Feststoffe aus der Lösung auf einen Filter übertragen, der Filter auf einen Objektträger gegeben und die Feststoffe mit *SlowFade® Light Antifade Kit* fixiert (Chemikalien und Verbrauchsmaterial zur Durchführung der FISH-Methode siehe Anhang).

Im Fluoreszenzmikroskop wurden die Filter in Raster geteilt, digital abfotografiert und die Bilder in den Computer eingelesen. Zur Optimierung der Farbkontraste wurden die Gradationskurven aller digitalen Bilder mittels *Adobe® Photoshop* bearbeitet. Die Auszählung der Keime erfolgte von den bearbeiteten digitalen Bildern. Pro Einzelprobe

wurden 20 Rasterflächen ausgezählt. Die Ermittlung der Konzentration von *Lactobacillus spp.*, *Clostridium spp.* und *Escherichia coli* erfolgte rechnerisch mittels der Formel:

$$\text{KbE/g Kot} = \log (\text{D} \times \text{A} \times \text{X})$$

D = Verdünnungsfaktor

A = Filterfläche

X = Summe der Bakterien (20 Rasterflächen)

3.3.6 Beurteilungsschema der Fellbeschaffenheit

Die Beurteilung der Fellbeschaffenheit erfolgte subjektiv nach dem in Tabelle 28 wiedergegebenen Schema im Rahmen der wöchentlichen Allgemeinuntersuchung.

Tab. 28: Beurteilungsschema für die Fellbeschaffenheit

Grad	Beschaffenheit
1	sehr gut; Fell ist weich und glänzt
2	gut; Fell ist weich oder rau + glänzend oder weich + struppig
3	befriedigend; Fell ist rau oder struppig oder stumpf
4	mäßig; Fell ist rau + struppig + stumpf oder rau + struppig oder rau + stumpf
5	schlecht; Fell ist rau + struppig + stumpf oder struppig + stumpf + fettig in Verbindung mit Schuppen

3.4 Statistische Auswertung

Die statistische Berechnung erfolgte mit Unterstützung der medistat GmbH, Kiel. Für die Durchführung der statistischen Berechnungen wurde IBM SPSS Statistics 19 (SPSS Inc. an IBM Company, Chicago, IL) eingesetzt.

Die untersuchten quantitativen Größen wurden anhand von Mittelwert und Standardabweichung, Minimum und Maximum sowie den Quartilen beschreibend dargestellt und mittels Kolmogorov-Smirnov-Test oder bei kleinen Fallzahlen mit dem Shapiro Wilk-Test auf Normalverteilung geprüft.

Aufgrund signifikanter Abweichungen von einer Normalverteilung erfolgte der Vergleich zweier unabhängiger Stichproben wie der Vergleich der Rassen oder die Gegenüberstellung aktiver mit inaktiven Hunden mit dem U-Test nach Mann und Whitney. Zwei abhängige Stichproben, wie zwei Futtersorten, wurden mit dem Wilcoxon-Test für Paardifferenzen auf Unterschiede geprüft. Um Zusammenhänge zwischen quantitativen Parametern zu untersuchen, wurde eine Rang-Korrelationsanalyse nach Spearman durchgeführt.

Es wurde stets zweiseitig getestet und ein Signifikanzniveau von 5 Prozent zugrunde gelegt. Eine Alpha-Adjustierung für multiples Testen fand nicht statt, die Ergebnisse wurden entsprechend explorativ interpretiert.

4 Ergebnisse

4.1 Untersuchungen zum Einfluss der Bearbeitung auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden

4.1.1 Allgemeine klinische Beobachtungen

In den Versuchsphasen zeigten sich die klinisch gesunden Hunde munter und aufmerksam und mit glattem, glänzendem Fell. Das Allgemeinbefinden von vier Diensthunden war jedoch aufgrund anhaltender Diarrhö gestört. Sie wurden aus diesem Grund während der Adaptionsphase von Futter A aus dem Versuch abgelöst.

Die durchschnittlichen Körpermassen unterlagen bei inaktiven und aktiven Diensthunden geringen Veränderungen, individuell gab es jedoch erhebliche Schwankungen der Körpermassen zwischen Tag 1 und Tag 7 der Bilanzphasen. Die durchschnittlichen Körpermassen der Diensthunde während der Bilanzphasen A, B und C lagen zwischen 29,6 und 31,8 kg (Tabelle 29).

Aktivitäts- und Rasseinflüsse auf die Körpermassen der Diensthunde konnten in den Bilanzphasen A, B und C nicht festgestellt werden.

Bei den inaktiven Malinois waren die Körpermassen bei Futter A höher als bei Futter B, bei den aktiven Malinois unterschieden sich die Körpermassen zwischen den Futtermitteln B und C. Futtereinflüsse auf die Körpermassen der inaktiven Deutschen Schäferhunde konnten in den Bilanzphasen A, B und C nicht festgestellt werden (Tabelle 30).

Die Körpermasseveränderungen der Diensthunde während der Bilanzphasen A, B und C lagen zwischen Körpermasseverlusten von 1,5 kg und Körpermassezunahmen von 0,2 kg. Der höchste Körpermasseverlust trat bei den inaktiven Deutschen Schäferhunden in Bilanzphase B auf, bei den inaktiven Malinois in Bilanzphase C und bei den aktiven Malinois in Bilanzphase B. Die höchste Körpermassezunahme trat bei den inaktiven Deutschen Schäferhunden in Bilanzphase C auf und bei den inaktiven Malinois in Bilanzphase A (Tabelle 29).

In den Bilanzphasen A und B konnten bei den Malinois Aktivitätseinflüsse auf die Körpermassenveränderungen beobachtet werden.

Rasseinflüsse auf die Körpermasseveränderungen zeigten sich in Bilanzphase C.

Futtereinflüsse auf die Körpermassen konnten bei den inaktiven Malinois zwischen den Futtermitteln A und B festgestellt werden, bei den aktiven Malinois zwischen den Futtermitteln B und C. Futtereinflüsse auf die Körpermasseveränderungen konnten bei den

inaktiven Malinois zwischen den Futtermitteln A und C festgestellt werden, bei den aktiven Malinois zwischen den Futtermitteln B und C (Tabelle 30).

Tab. 29: Körpermasseveränderungen der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C

Diensthunde	Rasse	n	Futter	Körpermasse (kg)		Körpermasseveränderung (kg/7d)	
inaktiv	DSH	9	A	31,7	± 6,0	0,1	± 1,6
		9	B	31,7	± 6,3	-0,1	± 0,6
		9	C	31,8	± 6,5	0,2	± 0,5
	M	10	A	30,6	± 3,6	0,2	± 0,4
		10	B	30,2	± 3,6	-0,1	± 0,5
		10	C	30,4	± 3,7	-0,2	± 0,4
aktiv	M	5	A	29,6	± 5,4	-1,4	± 1,3
		9	B	29,6	± 4,1	-1,5	± 1,5
		7	C	29,6	± 4,3	-0,3	± 1,0

Körpermasse = Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase ± Standardabweichung

Tab. 30: Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf die Körpermassen (KM) und Körpermassenveränderungen (KM +/-) der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte)

Parameter	Diensthunde	Aktivität			Rasse			Futter		
		A	B	C	A	B	C	A-B	A-C	B-C
KM (kg)	in-	DSH						0,944	0,767	0,437
	aktiv	M			0,905	0,780	0,780	0,017	0,440	0,138
	aktiv	M	0,859	0,968	0,669			0,080	0,180	0,028
KM +/- (kg/7d)	in-	DSH						0,160	0,575	0,372
	aktiv	M			0,661	0,842	0,043	0,066	0,010	0,593
	aktiv	M	0,003	0,010	0,669			0,684	0,655	0,028

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.1.2 Futterakzeptanz

Die Akzeptanz der drei Versuchsfuttermittel war mäßig. Ein aktiver Diensthund verweigerte die Futterraufnahme und wurde jeweils während der Adaptionsphasen der drei Versuchsfutter von der Versuchsteilnahme abgelöst.

Die aktiven Diensthunde nahmen in allen Bilanzphasen die gesamte Futterration auf. In Bilanzphase A nahmen zwei inaktive Diensthunde an zusammen 8 Tagen nicht ihre gesamte Futterration auf, in Bilanzphase B drei Diensthunde an zusammen 11 Tagen (Tabelle 31).

Tab. 31: Anzahl der Futterrückwaagen in den Bilanzphasen A, B und C

Diensthunde	Rasse	n	Futter	Futterrückwaagen	
				Anzahl Hunde	Summe Tage
inaktiv	DSH	9	A	1 ¹	4
		9	B	2 ^{1,2}	9
		9	C	-	-
	M	10	A	1 ³	4
		10	B	1 ³	2
		10	C	-	-
aktiv	M	5	A	-	-
		9	B	-	-
		7	C	-	-

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

¹: Diensthund Nr. 7

²: Diensthund Nr. 4

³: Diensthund Nr. 13

4.1.3 Futteraufnahme

Die größten Futtermengen an ursprünglicher Substanz und Trockensubstanz wurden von allen Diensthunden in Bilanzphase C aufgenommen. Die Futteraufnahme der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C lag zwischen 370 und 431 g ursprünglicher Substanz (zwischen 12,0 und 14,6 g/kg Körpermasse) bzw. zwischen 340 und 397 g Trockensubstanz (zwischen 11,1 und 13,4 g/kg Körpermasse; Tabelle 32).

Aktivitäts- und Rasseinflüsse auf die Futteraufnahme der Diensthunde konnten in den Bilanzphasen A, B und C nicht festgestellt werden.

Bei den inaktiven Malinois konnten in den Bilanzphasen A, B und C Futtereinflüsse auf die Futteraufnahme, bezogen auf die Körpermasse, festgestellt werden (Tabelle 33).

ERGEBNISSE

Tab. 32: Futteraufnahme der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C

Dienst- hunde	Rasse	n	Futter	Futteraufnahme							
				g uS/d		g TS/d		g uS/kg KM/d		g TS/kg KM/d	
inaktiv	DSH	9	A	380 ± 71	350 ± 66	12,0 ± 0,8	11,1 ± 0,7				
		9	B	381 ± 66	351 ± 61	12,2 ± 1,7	11,2 ± 1,6				
		9	C	402 ± 63	370 ± 58	12,8 ± 1,5	11,8 ± 1,4				
	M	10	A	370 ± 30	340 ± 28	12,2 ± 1,2	11,2 ± 1,1				
		10	B	383 ± 32	352 ± 29	12,8 ± 1,2	11,8 ± 1,1				
		10	C	410 ± 54	377 ± 50	13,5 ± 1,8	12,5 ± 1,7				
aktiv	M	5	A	402 ± 58	370 ± 53	13,8 ± 2,0	12,7 ± 1,8				
		9	B	406 ± 61	374 ± 56	13,8 ± 1,1	12,7 ± 1,0				
		7	C	431 ± 54	397 ± 50	14,6 ± 1,3	13,4 ± 1,2				

KM = Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 33: Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf die Futteraufnahme der Diensthunde (ursprüngliche Substanz und Trockensubstanz) in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte)

Para- meter	Dienst- hunde	Aktivität			Rasse			Futter			
		A	B	C	A	B	C	A-B	A-C	B-C	
g/d	in-	DSH						0,715	0,043	0,109	
	aktiv	M				0,968	0,968	>0,999	0,109	0,026	0,028
	aktiv	M	0,254	0,211	0,536				0,109	0,317	>0,999
g/kg KM/d	in-	DSH						0,441	0,051	0,260	
	aktiv	M				0,356	0,211	0,356	0,017	0,008	0,008
	aktiv	M	0,371	0,079	0,161				0,345	0,655	0,028

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.1.4 Aufnahme an umsetzbarer Energie (ME)

Die Aufnahme an umsetzbarer Energie (ME) der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C lag zwischen 197 und 240 kJ/kg Körpermasse bzw. zwischen 466 und 558 kJ/kg metabolischem Körpergewicht (Tabelle 34).

Aktivitäts- und Rasseeinflüsse auf die Energieaufnahme (ME) der Diensthunde konnten in den Bilanzphasen A, B und C nicht festgestellt werden.

Bei den Malinois konnten bei den Futtermitteln A, B und C Futtereinflüsse auf die Energieaufnahme (ME) festgestellt werden. Die inaktiven Malinois nahmen bei Futtermittel A weniger umsetzbare Energie auf als bei den Futtermitteln B und C. Die aktiven Malinois nahmen bei Futter B weniger umsetzbare Energie auf als bei Futter C (Tabelle 35).

Tab. 34: Energieaufnahme (ME) der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C

Diensthunde	Rasse	n	Futter	ME-Aufnahme	
				kJ/kg KM/d	kJ/kg KM ^{0,75} /d
inaktiv	DSH	9	A	197 ± 13	466 ± 33
		9	B	200 ± 29	471 ± 58
		9	C	210 ± 24	495 ± 46
	M	10	A	200 ± 19	469 ± 36
		10	B	210 ± 20	489 ± 36
		10	C	222 ± 29	520 ± 62
aktiv	M	5	A	222 ± 26	516 ± 51
		9	B	226 ± 17	525 ± 43
		7	C	240 ± 22	558 ± 46

KM = Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 35: Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf die Energieaufnahme (ME) der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte)

Parameter	Diensthunde	Aktivität			Rasse			Futter		
		A	B	C	A	B	C	A-B	A-C	B-C
kJ/kg KM/d	in-	DSH								
	aktiv	M			0,356	0,211	0,356	0,441	0,051	0,260
	aktiv	M	0,310	0,079	0,161			0,017	0,008	0,008
kJ/kg KM ^{0,75} /d	in-	DSH								
	aktiv	M			>0,999	0,447	0,720	0,441	0,066	0,260
	aktiv	M	>0,099	0,053	0,161			0,017	0,008	0,008
	aktiv	M						0,225	0,655	0,028

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.1.5 Trinkwasseraufnahme

Die tägliche Trinkwasseraufnahme der Diensthunde während der Bilanzphasen A, B und C betrug zwischen 1286 und 1885 ml (zwischen 45 und 64 ml/kg Körpermasse) bzw. zwischen 3,6 und 5,4 ml/g Futter-Trockensubstanz (Tabelle 36).

In Bilanzphase C konnten bei den inaktiven Malinois Aktivitätseinflüsse auf die tägliche Trinkwasseraufnahme in ml, in ml bezogen auf die Körpermasse und in ml bezogen auf die Futter-Trockensubstanz festgestellt werden, in Bilanzphase A nur in Bezug auf die Trinkwasseraufnahme in ml.

Rasseeinflüsse auf die Trinkwasseraufnahme der Diensthunde waren in Bilanzphase B ersichtlich. Die inaktiven Deutschen Schäferhunde nahmen mehr Trinkwasser auf als die inaktiven Malinois.

Bei den inaktiven Deutschen Schäferhunden und den aktiven Malinois konnten zwischen den Bilanzphasen B und C Futtereinflüsse auf die tägliche Trinkwasseraufnahme in ml, in ml bezogen auf die Körpermasse und in ml bezogen auf die Futter-Trockensubstanz festgestellt werden. Bei den inaktiven Malinois konnten zwischen den Bilanzphasen B und C Futtereinflüsse auf die tägliche Trinkwasseraufnahme in ml bezogen auf die Futter-Trockensubstanz festgestellt werden (Tabelle 37).

Tab. 36: Trinkwasseraufnahme der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C

Diensthunde	Rasse	n	Futter	Trinkwasseraufnahme		
				ml/d	ml/kg KM/d	ml/g Futter-TS
inaktiv	DSH	9	A	1712 ± 326	54 ± 8	5,0 ± 0,9
		9	B	1885 ± 334	60 ± 7	5,4 ± 0,8
		9	C	1571 ± 297	50 ± 9	4,3 ± 0,7
	M	10	A	1595 ± 256	53 ± 12	4,7 ± 0,9
		10	B	1532 ± 229	51 ± 6	4,4 ± 0,5
		10	C	1470 ± 165	49 ± 6	3,9 ± 0,5
aktiv	M	5	A	1286 ± 211	45 ± 14	3,6 ± 1,0
		9	B	1535 ± 333	54 ± 14	4,3 ± 1,1
		7	C	1856 ± 96	64 ± 9	4,8 ± 0,5

KM = Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 37: Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf die Trinkwasseraufnahme der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte)

Parameter	Diensthunde	Rasse	Aktivität			Rasse			Futter		
			A	B	C	A	B	C	A-B	A-C	B-C
ml/d	in-	DSH							0,086	0,051	0,015
	aktiv	M	0,028	0,968	<0,001	0,400	0,013	0,604	0,507	0,203	0,241
	aktiv	M							0,500	0,180	0,028
ml/kg KM/d	in-	DSH							0,086	0,139	0,015
	aktiv	M	0,254	0,968	0,005	0,604	0,008	0,661	0,575	0,241	0,333
	aktiv	M							0,500	0,180	0,028
ml/g F-TS /d	in-	DSH							0,214	0,015	0,008
	aktiv	M	0,099	0,497	0,007	0,905	0,003	0,400	0,241	0,059	0,047
	aktiv	M							0,345	0,180	0,028

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Die Fütterungsversuche fanden im Sommer statt. Aufgrund der Haltung in Außenzwingern bestand die Möglichkeit der Beeinflussung der Trinkwasseraufnahme der Diensthunde durch die Außentemperaturen.

Die tägliche Trinkwasseraufnahme in ml/kg Körpermasse und Tagesminimaltemperaturen weisen bei allen Diensthunden in den Bilanzphasen A und B eine tendenziell positive, in Bilanzphase C eine tendenziell negative Korrelation auf (Abbildungen 5 bis 7).

Bei den inaktiven Deutschen Schäferhunden und inaktiven Malinois korrelierte in Bilanzphase A die tägliche Trinkwasseraufnahme in ml/kg Körpermasse positiv und hochsignifikant mit den Tagesminimaltemperaturen (Tabelle 38, Abbildungen 5 und 6). Bei den inaktiven Malinois korrelierte in Bilanzphase C die tägliche Trinkwasseraufnahme in ml/kg Körpermasse positiv und signifikant mit den Tagesmaximaltemperaturen (Tabelle 38, Abbildung 6).

Tab. 38: Einfluss der Tagestemperatur auf die Trinkwasseraufnahme in ml/kg KM/d (Korrelation nach Pearson, p-Werte) in den Bilanzphasen A, B und C

Diensthund	Rasse	n	Futter	Korrelation nach Pearson		p-Werte	
				Tmin	Tmax	Tmin	Tmax
inaktiv	DSH	9	A	0,958 ¹	0,653	0,001	0,112
			B	0,507	-0,028	0,246	0,952
			C	-0,065	-0,639	0,889	0,122
	M	10	A	0,939 ¹	0,567	0,002	0,184
			B	0,685	0,150	0,089	0,749
			C	-0,101	-0,772 ²	0,829	0,042
aktiv	M	5	A	0,308	-0,677	0,501	0,095
			B	0,309	-0,318	0,500	0,486
			C	-0,032	0,526	0,945	0,225

Tmin: Tages-Minimaltemperatur; Tmax: Tages-Maximaltemperatur

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

¹: Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

²: Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

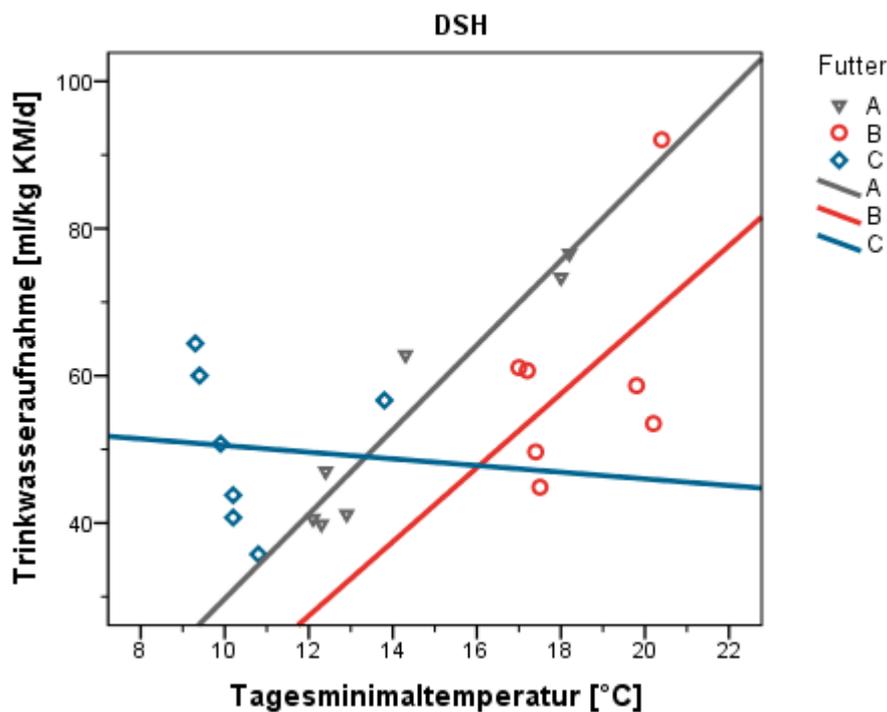


Abb. 5: Trinkwasseraufnahme und Tagesminimaltemperaturen der inaktiven Deutschen Schäferhunde in den Bilanzphasen A, B und C

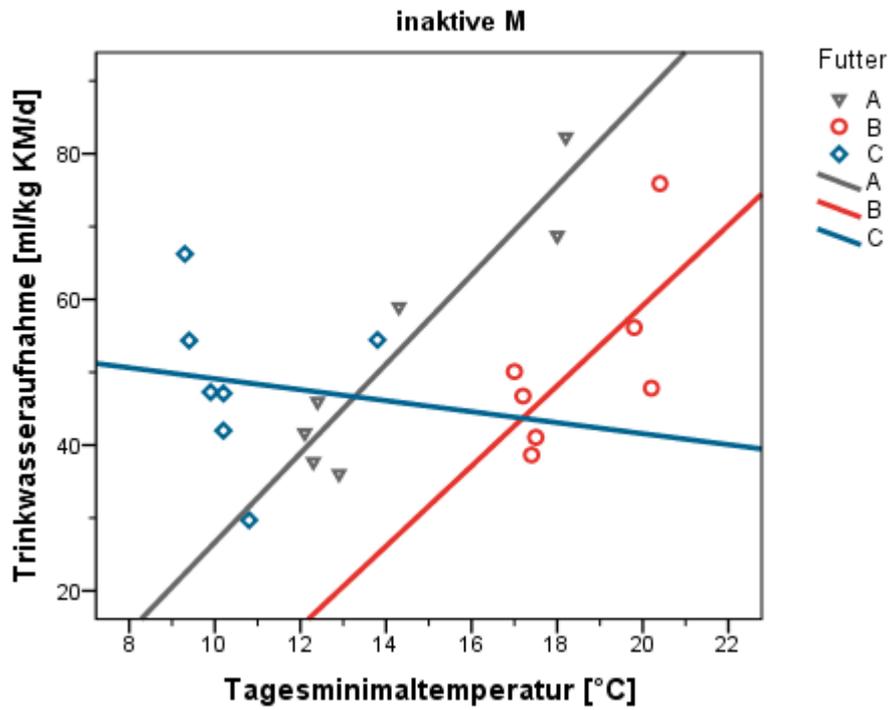


Abb. 6: Trinkwasseraufnahme und Tagesminimaltemperaturen der inaktiven Malinois in den Bilanzphasen A, B und C

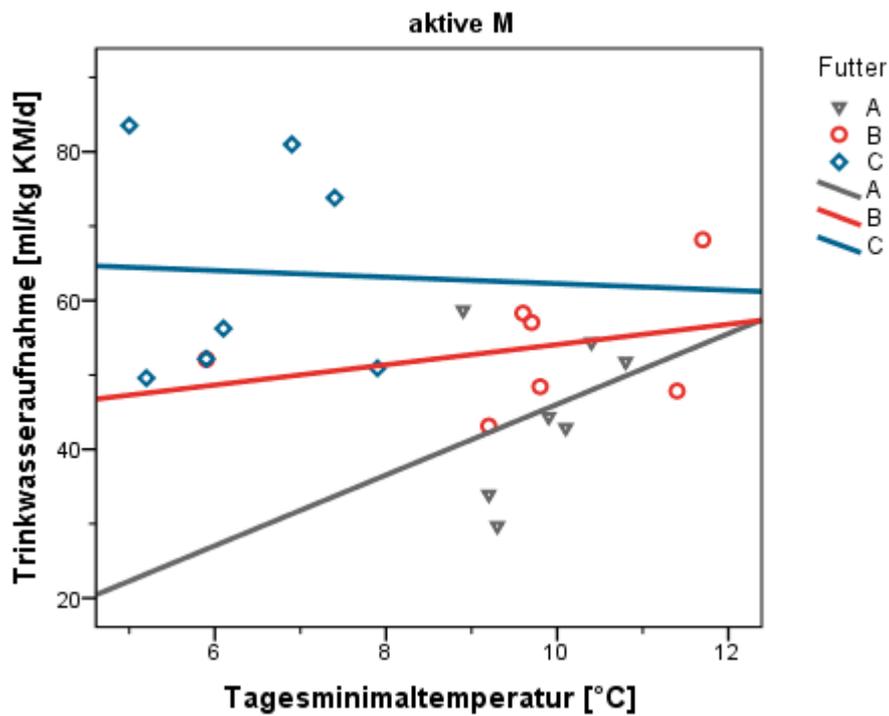


Abb. 7: Trinkwasseraufnahme und Tagesminimaltemperaturen der aktiven Malinois in den Bilanzphasen A, B und C

4.1.6 Futtermittelveerträglichkeit

4.1.6.1 Anzahl der Defäkationen

Die inaktiven Deutschen Schäferhunde setzten in den Bilanzphasen A, B und C jeweils einmal am Tag Kot ab. Die inaktiven Malinois setzten nicht jeden Tag Kot ab. Die aktiven Malinois setzten ein bis zweimal am Tag Kot ab (Tabelle 39).

In den Bilanzphasen A, B und C waren bei den Malinois Aktivitätseinflüsse auf die Anzahl der täglichen Defäkationen beobachtbar.

Rasseeinflüsse auf die Anzahl der täglichen Defäkationen ergaben sich in Bilanzphase C; die inaktiven Deutschen Schäferhunde setzten häufiger Kot ab als die inaktiven Malinois.

Futtereinflüsse auf die Anzahl der täglichen Defäkationen konnten bei den inaktiven Deutschen Schäferhunden und aktiven Malinois in den Bilanzphasen A, B und C nicht festgestellt werden. Die inaktiven Malinois setzten in Bilanzphase C weniger häufig Kot ab als in den Bilanzphasen A und B (Tabelle 40).

Tab. 39: Anzahl der täglichen Defäkationen der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C

Diensthunde	Rasse	n	Futter	Kotabsatzfrequenz/d
inaktiv	DSH	9	A	1,1 ± 0,2
		9	B	1,1 ± 0,2
		9	C	1,0 ± 0,1
	M	10	A	1,1 ± 0,1
		10	B	1,1 ± 0,1
		10	C	0,9 ± 0,1
aktiv	M	5	A	1,3 ± 0,4
		9	B	2,0 ± 0,5
		7	C	2,0 ± 0,7

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois
Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 40: Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf die Anzahl der täglichen Defäkationen der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte)

Diensthunde		Aktivität			Rasse			Futter		
		A	B	C	A	B	C	A-B	A-C	B-C
inaktiv	DSH				0,720	0,720	0,035	0,916	0,285	0,160
	M	0,513	0,002	<0,001				0,480	0,005	0,010
aktiv	M							0,269	0,180	0,600

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.1.6.2 Kotmenge

Die tägliche Kotmenge der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C lag zwischen 112 und 185 g ursprünglicher Substanz (zwischen 3,7 und 6,3 g/kg Körpermasse) bzw. zwischen 45 und 83 g Trockensubstanz (zwischen 1,4 und 2,8 g/kg Körpermasse; Tabelle 41).

Aktivitäts- und Raseeinflüsse auf die tägliche Kotmenge der Diensthunde konnten in den Bilanzphasen A, B und C nicht festgestellt werden.

Futtereinflüsse auf die tägliche Kotmenge in Trockensubstanz pro Tag und ursprünglicher Substanz bezogen auf die Körpermassen konnten bei den inaktiven Deutschen Schäferhunden in den Bilanzphasen A, B und C nicht festgestellt werden. Futtereinflüsse auf die tägliche Kotmenge in Trockensubstanz bezogen auf die Körpermassen konnten bei den aktiven Malinois in den Bilanzphasen A, B und C nicht festgestellt werden (Tabelle 42).

Tab. 41: Tägliche Kotmenge der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C

Diensthunde	Rasse	n	Futter	Kotmenge							
				g uS/d		g TS/d		g uS/kg KM/d		g TS/kg KM/d	
inaktiv	DSH	9	A	115	± 40	45	± 16	3,7	± 1,1	1,4	± 0,4
		9	B	112	± 32	47	± 13	3,7	± 1,2	1,6	± 0,5
		9	C	151	± 33	52	± 12	5,0	± 1,6	1,7	± 0,6
	M	10	A	128	± 29	56	± 14	4,3	± 1,1	1,8	± 0,5
		10	B	133	± 30	58	± 13	4,4	± 0,9	1,9	± 0,4
		10	C	170	± 40	60	± 12	5,6	± 0,9	2,0	± 0,3
aktiv	M	5	A	147	± 54	62	± 20	4,9	± 1,4	2,1	± 0,6
		9	B	185	± 67	83	± 41	6,3	± 2,5	2,8	± 1,5
		7	C	174	± 61	62	± 27	5,8	± 1,9	2,1	± 0,9

KM = Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 42: Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf die tägliche Kotmenge der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte)

Parameter	Dienst- hunde	Aktivität	Rasse			Futter		
			A	B	C	A-B	A-C	B-C
g uS/d	inaktiv	DSH				0,678	0,066	0,015
		M	0,440	0,133	0,962	0,386	0,013	0,028
	aktiv	M				0,345	0,180	0,046
g TS/d	inaktiv	DSH				0,594	0,260	0,441
		M	0,310	0,211	0,536	0,575	0,333	0,508
	aktiv	M				0,500	0,180	0,028
g uS /kg	inaktiv	DSH				0,767	0,028	0,011
		M	0,440	0,065	0,601	0,386	0,009	0,017
	aktiv	M				0,345	0,180	0,116
g TS/ kg	inaktiv	DSH				0,374	0,173	0,515
		M	0,440	0,182	0,601	0,508	0,386	0,878
	aktiv	M				0,500	0,180	0,028

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.1.6.3 Kotkonsistenz

Unabhängig vom Futter fielen bei allen Hunden im Kot unverdaute Futterbestandteile auf. Besonders bei Futter A zeigte sich eine pechartige, klebrige Kotkonsistenz mit vielen unverdauten Futterbestandteilen, die bei Futter B und C abnahm.

Die Kotkonsistenz der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C lag im Median zwischen den Beurteilungsgraden 2,0 und 3,0 (Tabelle 43).

Bei den inaktiven Malinois war die Kotkonsistenz bei Futtermittel A schlechter als jeweils bei den Futtermitteln B und C. Bei den inaktiven Deutschen Schäferhunden war die Kotkonsistenz bei Futter A schlechter als bei Futter C.

Aktivitäts- und Rasseeinflüsse auf die Kotkonsistenz der Diensthunde konnten in den Bilanzphasen A, B und C nicht festgestellt werden.

Futtereinflüsse auf die Kotkonsistenz der inaktiven Deutschen Schäferhunde und aktiven Malinois konnten in den Bilanzphasen A, B und C nicht festgestellt werden (Tabelle 44).

ERGEBNISSE

Tab. 43: Kotkonsistenz der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C

Diensthund	Rasse	n	Futter	Kotkonsistenz			
				Median	Minimum	Maximum	Mittelwert
inaktiv	DSH	9	A	3,0	2,0	4,5	3,3 ± 0,8
		9	B	3,0	2,0	4,0	2,8 ± 0,8
		9	C	3,0	2,0	3,0	2,8 ± 0,4
	M	10	A	3,0	2,0	4,3	3,2 ± 0,8
		10	B	2,3	2,0	3,5	2,5 ± 0,6
		10	C	3,0	2,0	3,0	2,7 ± 0,4
aktiv	M	5	A	3,0	2,8	4,0	3,2 ± 0,5
		9	B	3,0	2,0	5,0	3,1 ± 0,9
		7	C	2,0	1,0	5,0	2,6 ± 1,8

Mittelwert ± Standardabweichung

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Beurteilungsgrade:

1 = trockener, krümeliger Kot

2 = gut geformter Kot, der beim Entfernen keine Reste hinterlässt

3 = etwas weicher, aber gut geformter Kot, der beim Entfernen Reste hinterlässt

4 = sehr weicher, ungeformter Kot

5 = flüssiger Kot (Diarrhö)

Tab. 44: Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf die Kotkonsistenz der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte)

Diensthunde	Rasse	Aktivität			Futter		
		A	B	C	A-B	A-C	B-C
inaktiv	DSH				0,131	0,075	0,679
	M	0,768	0,113	0,536	0,015	0,040	0,096
aktiv	M				0,102	0,180	0,408

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Die erwünschte Kotkonsistenz des Beurteilungsgrads 2 (gut geformter Kot, der beim Entfernen keine Reste hinterlässt) trat bei den aktiven und inaktiven Diensthunden am häufigsten in Bilanzphase B auf. Inakzeptable Kotkonsistenz (Beurteilungsgrad 5) trat bei den inaktiven Diensthunden am häufigsten in Bilanzphase A, bei den aktiven Malinois in Bilanzphase C auf (Tabelle 45).

Rasseeinflüsse auf die prozentuale Häufigkeit der Beurteilungsgrade 1 bis 5 der Kotkonsistenz der Diensthunde konnten in den Bilanzphasen A, B und C nicht festgestellt werden.

Aktivitätseinflüsse auf die prozentuale Häufigkeit der Beurteilungsgrade der Kotkonsistenz der aktiven und inaktiven Malinois konnten ausschließlich in Bilanzphase C und nur für die Beurteilungsgrade 2 und 3 festgestellt werden.

Futtereinflüsse auf die prozentuale Häufigkeit der Beurteilungsgrade der Kotkonsistenz der aktiven Malinois konnten in den Bilanzphasen A, B und C nicht festgestellt werden.

Futtereinflüsse auf die prozentuale Häufigkeit des Beurteilungsgrads 5 der Kotkonsistenz der Diensthunde konnten in den Bilanzphasen A, B und C nicht festgestellt werden. Bei den inaktiven deutschen Schäferhunden und inaktiven Malinois zeigten sich zwischen den Futtermitteln B und C Futtereinflüsse auf die prozentuale Häufigkeit des Beurteilungsgrads 3 und zwischen den Futtermitteln A und C Futtereinflüsse auf die prozentuale Häufigkeit des Beurteilungsgrads 4 (Tabelle 46).

Tab. 45: Prozentuale Häufigkeit der Beurteilungsgrade 1 bis 5 der Kotkonsistenz der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C

Diensthunde	Rasse	n	Futter	Beurteilungsgrad (%)				
				1	2	3	4	5
inaktiv	DSH	9	A	0	22	28	32	19
		9	B	3	40	28	22	6
		9	C	2	23	69	3	3
	M	10	A	0	28	34	25	14
		10	B	5	58	28	9	0
		10	C	2	38	59	2	0
aktiv	M	5	A	2	26	43	17	11
		9	B	1	38	33	18	10
		7	C	41	12	6	2	38

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Tab. 46: Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf die prozentuale Häufigkeit der Beurteilungsgrade (BG) 1 bis 5 der Kotkonsistenz der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte)

BG	Dienst- hunde		Aktivität			Rasse			Futter		
			A	B	C	A	B	C	A-B	A-C	B-C
1	in-	DSH				>0,999	0,549	0,968	0,157	0,317	0,317
	aktiv	M	0,594	0,315	0,230				0,046	0,317	0,180
	aktiv	M							0,317	0,180	0,285
2	in-	DSH				0,549	0,182	0,182	0,206	0,786	0,085
	aktiv	M	0,679	0,447	0,019				0,017	0,476	0,012
	aktiv	M							0,138	0,180	0,465
3	in-	DSH				0,400	0,905	0,156	0,811	0,035	0,011
	aktiv	M	0,310	0,400	0,014				0,438	0,256	0,023
	aktiv	M							0,892	0,180	0,141
4	in-	DSH				0,720	0,113	0,661	0,083	0,017	0,026
	aktiv	M	0,679	0,182	0,887				0,061	0,011	0,194
	aktiv	M							0,276	0,317	0,066
5	in-	DSH				0,968	0,243	0,720	0,141	0,102	0,157
	aktiv	M	0,768	0,243	0,364				0,066	0,066	>0,999
	aktiv	M							0,655	>0,999	0,285

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.1.6.4 Gehalte der Fäzes an freiem Wasser und Trockensubstanz

Der Gehalt der Fäzes an freiem Wasser lag bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, B und C zwischen 9 und 23 Prozent. Der Gehalt der Fäzes an Trockensubstanz lag bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, B und C zwischen 34 und 43 Prozent und war bei allen Diensthunden bei Futter C höher als bei Futter B (Tabelle 47).

Aktivitätseinflüsse auf den Gehalt der Fäzes der Diensthunde an freiem Wasser und Trockensubstanz konnten in den Bilanzphasen A, B und C nicht festgestellt werden.

Rasseeinflüsse auf den Gehalt der Fäzes der Diensthunde an freiem Wasser konnten in den Bilanzphasen A, B und C nicht beobachtet werden. Für den Gehalt der Fäzes an Trockensubstanz ergab sich ein Rasseeinfluss in Bilanzphase A.

Futtereinflüsse auf den Gehalt der Fäzes der Diensthunde an freiem Wasser und Trockensubstanz ergaben sich bei allen Diensthunden zwischen den Futtermitteln B und C (Tabelle 48).

Tab. 47: Freies Wasser und Trockensubstanz in den Fäzes der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C

Diensthunde	Rasse	n	Futter	freies Wasser (% uS)	Trockensubstanz (% uS)
inaktiv	DSH	9	A	14 ± 5	39 ± 2
		9	B	12 ± 3	42 ± 4
		9	C	21 ± 5	34 ± 2
	M	10	A	10 ± 3	44 ± 7
		10	B	9 ± 3	43 ± 2
		10	C	19 ± 4	35 ± 2
aktiv	M	5	A	12 ± 6	43 ± 6
		9	B	11 ± 8	42 ± 8
		7	C	23 ± 11	35 ± 8

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois
Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 48: Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf freies Wasser und Trockensubstanz in den Fäzes der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte)

Para- meter	Dienst- hunde	Rasse	Aktivität			Rasse			Futter		
			A	B	C	A	B	C	A-B	A-C	B-C
freies Wasser (% uS)	in- aktiv aktiv	DSH	0,768	0,842	0,193	0,095	0,053	0,497	0,594	0,066	0,008
		M							0,799	0,005	0,005
		M							0,500	0,655	0,028
TS (% uS)	in- aktiv aktiv	DSH	0,953	0,604	0,669	0,006	0,182	0,315	0,051	0,008	0,008
		M							0,285	0,005	0,005
		M							0,686	0,655	0,028

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.1.6.5 Trockensubstanz-Gehalt der Fäzes und des Futters

Pro Gramm aufgenommener Futter-Trockensubstanz setzten die Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C zwischen 0,13 und 0,22 g Fäzes-Trockensubstanz ab (Tabelle 49).

Aktivitäts- und Rasseeinflüsse konnten bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, B und C nicht festgestellt werden.

Futtereinflüsse konnten bei den inaktiven Diensthunden nicht festgestellt werden. Pro Gramm aufgenommener Futter-Trockensubstanz setzten die aktiven Malinois in den Bilanzphasen A, B und C bei Futter B mehr Fäzes-Trockensubstanz ab als bei Futter C (Tabelle 50).

Tab. 49: Trockensubstanz der Fäzes und des Futters (g Fäzes-TS/g Futter-TS) der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C

Diensthunde	Rasse	n	Futter	Fäzes-TS/Futter-TS (g)
inaktiv	DSH	9	A	0,13 ± 0,04
		9	B	0,14 ± 0,05
		9	C	0,15 ± 0,05
	M	10	A	0,16 ± 0,04
		10	B	0,16 ± 0,03
		10	C	0,16 ± 0,03
aktiv	M	5	A	0,16 ± 0,04
		9	B	0,22 ± 0,12
		7	C	0,16 ± 0,07

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois
Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 50: Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf die Trockensubstanz der Fäzes und des Futters (g Fäzes-TS/g Futter-TS) der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte)

Diensthunde	Aktivität			Rasse			Futter		
	A	B	C	A	B	C	A-B	A-C	B-C
inaktiv DSH				0,065	0,211	0,243	0,314	0,374	0,678
aktiv M	0,953	0,211	0,962				0,878	0,445	0,721
							0,345	0,180	0,028

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.1.7 Untersuchungen zur Verdaulichkeit der Futtermittel

Die scheinbare Verdaulichkeit der Trockensubstanz des Futters lag bei den Diensthunden zwischen 83,6 und 87,0 Prozent (Tabelle 51).

Aktivitäts- und Rasseeinflüsse auf die scheinbare Verdaulichkeit der Trockensubstanz bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, B und C konnten nicht festgestellt werden.

Futtereinflüsse auf die scheinbare Verdaulichkeit der Trockensubstanz bei inaktiven Diensthunden in den Bilanzphasen A, B und C konnten nicht festgestellt werden. Bei den inaktiven Malinois war die scheinbare Verdaulichkeit der Trockensubstanz bei Futter B niedriger als bei Futter C (Tabelle 52).

ERGEBNISSE

Tab. 51: Scheinbare Verdaulichkeit (sV) der Trockensubstanz bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, B und C

Diensthunde	Rasse	n	Futter	sV TS (%)
inaktiv	DSH	9	A	87,0 ± 3,9
		9	B	86,1 ± 4,6
		9	C	85,4 ± 5,0
	M	10	A	83,6 ± 4,1
		10	B	83,7 ± 3,3
		10	C	84,0 ± 2,8
aktiv	M	5	A	83,6 ± 4,3
		9	B	78,0 ± 11,5
		7	C	84,4 ± 6,9

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois
Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 52: Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse auf die scheinbare Verdaulichkeit der Trockensubstanz bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, B und C (p-Werte)

Diensthunde		Aktivität			Rasse			Futter		
		A	B	C	A	B	C	A-B	A-C	B-C
inaktiv	DSH				0,065	0,211	0,243	0,314	0,374	0,678
	M	0,953	0,211	0,962				0,878	0,445	0,721
aktiv	M							0,345	0,180	0,028

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2 Untersuchungen zum Einfluss eines Probiotikums (*Lactobacillus acidophilus* DSM 13241) auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden

4.2.1 Allgemeine klinische Beobachtungen

In den Versuchsphasen zeigten sich die klinisch gesunden Hunde munter und aufmerksam.

Die durchschnittlichen Körpermassen während der Bilanzphasen A, P und B unterlagen bei Deutschen Schäferhunden und Malinois keinen signifikanten Veränderungen mit Werten zwischen 26,5 und 32,3 kg. Die Körpermasseveränderungen der Diensthunde während der Bilanzphasen A, P und B lagen zwischen Körpermasseverlusten von 0,3 kg und Körpermassezunahmen von 0,2 kg (Tabelle 53).

Rasse- und Futtereinflüsse auf die Körpermassen und Körpermasseveränderungen der Diensthunde konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 54).

Tab. 53: Körpermasseveränderungen der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthunde	n	Futter	Körpermasse (kg)	Körpermasseveränderung (kg/7d)
DSH	7	A	32,3 ± 3,6	-0,1 ± 0,5
	7	P	32,0 ± 4,0	0,1 ± 0,3
	7	B	32,2 ± 3,8	0,2 ± 0,6
M	7	A	26,6 ± 3,2	-0,3 ± 0,6
	7	P	26,5 ± 3,1	0,2 ± 0,3
	7	B	26,5 ± 3,2	-0,1 ± 1,1

Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase ± Standardabweichung

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Tab. 54: Rasse- und Futtereinflüsse auf die Körpermassen der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Parameter	Dienst- hunde	Rasse			Futter		
		A	P	B	A-P	A-B	P-B
KM	DSH				0,344	0,866	0,237
	M	0,600	0,684	0,498	0,600	0,684	0,498
KM +/- (kg/7d)	DSH				0,916	0,463	0,459
	M	0,620	0,710	0,620	0,068	0,672	0,345

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

ERGEBNISSE

Der Median der Fellbeschaffenheit der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen den Beurteilungsgraden 2,0 und 4,0 (Tabelle 55).

Bei den Malinois war die Fellbeschaffenheit bei Futter B besser als jeweils bei den Futtermitteln A und P. Bei den deutschen Schäferhunden war die Fellbeschaffenheit bei Futtermittel A schlechter als jeweils bei den Futtermitteln P und B.

Rasseinflüsse auf die Fellbeschaffenheit der Diensthunde konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 56).

Tab. 55: Fellbeschaffenheit der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthund	n	Futter	Fellbeschaffenheit			
			Median	Minimum	Maximum	Mittelwert
DSH	7	A	4,0	3,0	5,0	3,9 ± 0,7
	7	P	2,0	1,5	5,0	2,5 ± 1,2
	7	B	2,0	1,0	5,0	2,0 ± 1,4
M	7	A	3,0	3,0	5,0	3,3 ± 0,8
	7	P	2,5	2,0	4,5	2,8 ± 0,9
	7	B	2,0	1,0	4,0	2,0 ± 1,0

Mittelwert ± Standardabweichung

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Beurteilungsgrade:

1 = sehr gut; Fell ist weich und glänzt

2 = gut; Fell ist weich oder rau + glänzend oder weich + struppig

3 = befriedigend; Fell ist rau oder struppig oder stumpf

4 = mäßig; Fell ist rau + struppig + stumpf oder rau + struppig oder rau + stumpf

5 = schlecht; Fell ist rau + struppig + stumpf oder struppig + stumpf + fettig

in Verbindung mit Schuppen und/oder Hauterkrankungen

Tab. 56: Rasse- und Futtereinflüsse auf die Fellbeschaffenheit der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Diensthunde	Rasse			Futter		
	A	P	B	A-P	A-B	P-B
DSH						
	0,053	0,383	0,805	0,026	0,028	0,059
M						
				0,038	0,017	0,024

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.2 Futterakzeptanz

Die Akzeptanz der drei Versuchsfuttermittel war sehr gut. Alle Diensthunde nahmen in allen Bilanzphasen die gesamte Futterration auf.

4.2.3 Futteraufnahme

Die Futteraufnahme der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 330 und 425 g ursprünglicher Substanz (zwischen 12,4 und 15,4 g/kg Körpermasse) bzw. zwischen 318 und 411 g Trockensubstanz (zwischen 12,0 und 14,9 g/kg Körpermasse; Tabelle 57).

Die Deutschen Schäferhunde nahmen in Bilanzphase A mehr Futter auf als die Malinois. Die Malinois nahmen bei Futtermittel A weniger Futter auf als bei jeweils den Futtermitteln P und B.

Rasseinflüsse auf die Futteraufnahme bezogen auf die Körpermassen der Diensthunde konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 58).

Tab. 57: Futteraufnahme der Diensthunde pro Tag in den Bilanzphasen A, P und B

Dienst- hunde	n	Futter	Futteraufnahme							
			g uS/d		g TS/d		g uS/kg KM/d		g TS/kg KM/d	
DSH	7	A	403	± 57	388	± 55	12,4	± 0,6	12,0	± 0,5
	7	P	425	± 61	411	± 59	13,4	± 1,7	12,9	± 1,6
	7	B	425	± 59	410	± 57	13,3	± 2,2	12,9	± 2,1
M	7	A	330	± 42	318	± 38	12,4	± 0,6	12,0	± 0,6
	7	P	383	± 30	370	± 29	14,5	± 1,4	14,0	± 1,3
	7	B	405	± 37	391	± 36	15,4	± 2,0	14,9	± 1,9

KM = Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 58: Rasse- und Futtereinflüsse auf die Futteraufnahme der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Parameter	Dienst- hunde	Rasse			Futter		
		A	P	B	A-P	A-B	P-B
g uS/d	DSH	0,026	0,165	0,620	0,273	0,500	0,715
	M				0,018	0,018	0,066
g TS/d	DSH	0,026	0,165	0,620	0,128	0,500	0,866
	M				0,018	0,018	0,176
g uS/kg KM/d	DSH	0,805	0,259	0,073	0,345	0,310	0,398
	M				0,018	0,018	0,063
g TS/kg KM/d	DSH	0,805	0,259	0,073	0,398	0,310	0,499
	M				0,018	0,018	0,063

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.4 Aufnahme an umsetzbarer Energie (ME)

Die Aufnahme an umsetzbarer Energie (ME) der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 208 und 259 kJ/kg Körpermasse bzw. zwischen 473 und 585 kJ/kg metabolischem Körpergewicht (Tabelle 59).

Die Malinois nahmen bezogen auf die Körpermasse und die metabolische Körpermasse bei Futtermittel A weniger umsetzbare Energie auf als bei den Futtermitteln P und B.

Rasseeinflüsse auf die Energieaufnahme (ME) der Diensthunde konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 60).

Tab. 59: Energieaufnahme (ME) der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthunde	n	Futter	ME-Aufnahme	
			kJ/kg KM/d	kJ/kg KM ^{0,75} /d
DSH	7	A	209 ± 9	498 ± 32
	7	P	230 ± 29	546 ± 66
	7	B	223 ± 34	530 ± 75
M	7	A	208 ± 10	473 ± 24
	7	P	250 ± 24	567 ± 43
	7	B	259 ± 34	585 ± 64

KM = Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 60: Rasse- und Futtereinflüsse auf die Energieaufnahme (ME) der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Parameter	Dienst- hunde	Rasse			Futter		
		A	P	B	A-P	A-B	P-B
kJ/kg KM/d	DSH	0,805	0,259	0,128	0,091	0,237	0,310
	M				0,018	0,018	0,310
kJ/kg KM ^{0,75} /d	DSH	0,097	0,456	0,209	0,091	0,237	0,310
	M				0,018	0,018	0,237

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.5 Trinkwasseraufnahme

Die tägliche Trinkwasseraufnahme der Diensthunde während der Bilanzphasen A, P und B betrug zwischen 1287 und 2689 ml (zwischen 51 und 84 ml/kg Körpermasse) bzw. zwischen 3,6 und 7,1 ml/g Futter-Trockensubstanz (Tabelle 61).

Die Deutschen Schäferhunde nahmen in Bilanzphase A täglich mehr Trinkwasser auf als die Malinois, unabhängig davon, dass sich die Trinkwassermenge bezogen auf die Körpermasse und die Futter-Trockensubstanz nicht von den Malinois unterschied.

Rasseeinflüsse auf die tägliche Trinkwasseraufnahme der Diensthunde in ml/kg Körpermasse und in ml/g Futter-Trockensubstanz konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden.

Futtereinflüsse auf die tägliche Trinkwasseraufnahme der Malinois konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 62).

Tab. 61: Trinkwasseraufnahme der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthunde	n	Futter	Trinkwasseraufnahme		
			ml/d	ml/kg KM/d	ml/g Futter-TS
DSH	7	A	2689 ± 1356	84 ± 42	7,1 ± 3,8
	7	P	1808 ± 984	56 ± 29	4,3 ± 1,7
	7	B	1976 ± 738	62 ± 23	4,7 ± 1,2
M	7	A	1394 ± 152	53 ± 8	4,4 ± 0,5
	7	P	1287 ± 628	51 ± 30	3,6 ± 2,0
	7	B	1371 ± 528	54 ± 27	3,6 ± 1,7

KM = Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Mittelwert ± Standardabweichung

ERGEBNISSE

Tab. 62: Rasse- und Futtereinflüsse auf die Trinkwasseraufnahme der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Parameter	Dienst- hunde	Rasse			Futter		
		A	P	B	A-P	A-B	P-B
ml/d	DSH	0,001	0,65	0,128	0,018	0,046	0,237
	M				0,866	0,866	0,237
ml/kg KM/d	DSH	0,073	0,259	0,209	0,018	0,043	0,237
	M				0,866	0,866	0,237
ml/g Futter-TS	DSH	0,053	0,128	0,053	0,018	0,075	0,091
	M				0,237	0,237	0,499

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Die Fütterungsversuche fanden im Sommer statt. Aufgrund der Haltung in Außenzwingern bestand die Möglichkeit der Beeinflussung der Trinkwasseraufnahme der Diensthunde durch die Außentemperaturen.

Die tägliche Trinkwasseraufnahme in ml/kg Körpermasse und die Tagesminimaltemperaturen weisen bei den Deutschen Schäferhunden in Bilanzphase B eine tendenziell negative, sonst bei allen Diensthunden in den Bilanzphasen eine tendenziell positive Korrelation auf (Tabelle 63, Abbildungen 8 und 9).

Tab. 63: Einfluss der Tagestemperatur auf die Trinkwasseraufnahme in ml/d (Korrelation nach Pearson/Korrelationskoeffizient r, p-Werte) in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthunde	n	Futter	Korrelation		p-Werte	
			nach Pearson (r)		Tmin	Tmax
			Tmin	Tmax		
DSH	9	A	0,430	-0,074-	0,336	0,875
	9	P	-0,488	-0,023	0,266	0,961
	9	B	0,542	0,517	0,209	0,235
M	10	A	0,153	-0,199	0,744	0,670
	10	P	0,157	0,327	0,737	0,474
	10	B	0,620	0,470	0,137	0,287

Tmin: Tages-Minimaltemperatur; Tmax: Tages-Maximaltemperatur

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.6 Futtermittelveträglichkeit

4.2.6.1 Anzahl der Defäkationen

Die Diensthunde setzten in den Bilanzphasen A, P und B jeweils ein- bis zweimal am Tag Kot ab (Tabelle 64).

Die Malinois setzten bei Futtermittel B häufiger Kot ab als bei den Futtermitteln A und P.

Rasseinflüsse auf die Anzahl der täglichen Defäkationen der Diensthunde konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 65).

Tab. 64: Anzahl der täglichen Defäkationen der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthunde	n	Futter	Anzahl Defäkationen/d
DSH	7	A	1,7 ± 0,5
		P	1,5 ± 0,2
		B	1,5 ± 0,3
M	7	A	1,4 ± 0,3
		P	1,5 ± 0,1
		B	1,7 ± 0,2

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois
Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 65: Rasse- und Futtereinflüsse auf die Anzahl der täglichen Defäkationen der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Diensthunde	Rasse			Futter		
	A	P	B	A-P	A-B	P-B
DSH	0,209	0,710	0,383	0,343	0,496	0,734
M				0,586	0,048	0,047

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.6.2 Kotmenge

Die tägliche Kotmenge der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 117 und 185 g ursprünglicher Substanz (4,4 bis 6,1 g/kg Körpermasse) bzw. zwischen 41 und 63 g Trockensubstanz (1,5 bis 2,2 g/kg Körpermasse; Tabelle 66).

ERGEBNISSE

Rasseeinflüsse auf die tägliche Kotmenge der Diensthunde in Trockensubstanz, Trockensubstanz bezogen auf die Körpermassen und ursprüngliche Substanz bezogen auf die Körpermassen konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden.

Futtereinflüsse auf die tägliche Kotmenge der Deutschen Schäferhunde in ursprünglicher Substanz und ursprünglicher Substanz bezogen auf die Körpermassen konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden, bei den Malinois hingegen konnten Futtereinflüsse zwischen den Futtermitteln A und B beobachtet werden, die sich auch bei der täglichen Kotmenge in Trockensubstanz und in Trockensubstanz bezogen auf die Körpermassen ergaben (Tabelle 67).

Tab. 66: Tägliche Kotmenge der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B

Dienst- hunde	n	Futter	Kotmenge							
			g uS/d		g TS/d		g uS/kg KM/d		g TS/kg KM/d	
DSH	7	A	172	± 56	55	± 19	5,4	± 1,7	1,7	± 0,6
	7	P	175	± 58	59	± 19	5,5	± 1,8	1,9	± 0,6
	7	B	185	± 49	63	± 18	5,8	± 1,6	2,0	± 0,6
M	7	A	117	± 31	41	± 10	4,4	± 1,2	1,5	± 0,4
	7	P	156	± 29	51	± 6	5,9	± 1,1	1,9	± 0,2
	7	B	159	± 45	57	± 18	6,1	± 1,9	2,2	± 0,7

KM = Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Mittelwert ± Standardabweichung

Tab.67: Rasse- und Futtereinflüsse auf die tägliche Kotmenge der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Parameter	Dienst- hunde	Rasse			Futter		
		A	P	B	A-P	A-B	P-B
g uS/d	DSH				0,735	0,176	0,398
	M	0,026	0,620	0,383	0,018	0,043	0,499
g TS/d	DSH				0,612	0,028	0,398
	M	0,097	0,383	0,535	0,091	0,018	0,398
g uS/kg KM/d	DSH				0,735	0,128	0,499
	M	0,318	0,902	>0,999	0,018	0,028	0,612
g TS/kg KM/d	DSH				0,735	0,028	0,735
	M	0,902	0,902	0,710	0,128	0,018	0,398

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.6.3 Kotkonsistenz

Die Kotkonsistenz war während der drei Bilanzphasen zufriedenstellend.

Die Kotkonsistenz der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B lag im Median zwischen den Beurteilungsgraden 2,0 und 3,0 (Tabelle 68).

Bei den Deutschen Schäferhunden war die Kotkonsistenz bei Futter B besser als bei Futter A. Futtereinflüsse auf die Kotkonsistenz der Malinois konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden.

Es ergaben sich keine Rasseeinflüsse auf die Kotkonsistenz der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (Tabelle 69).

Tab. 68: Kotkonsistenz der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthund	n	Futter	Kotkonsistenz			
			Median	Minimum	Maximum	Mittelwert
DSH	7	A	3,0	2,0	3,5	2,9 ± 0,5
	7	P	2,5	2,0	4,0	2,7 ± 0,7
	7	B	2,0	2,0	3,0	2,4 ± 0,5
M	7	A	2,0	2,0	4,0	2,6 ± 0,8
	7	P	2,8	2,0	3,0	2,6 ± 0,5
	7	B	2,0	2,0	3,0	2,2 ± 0,4

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Mittelwert ± Standardabweichung

Beurteilungsgrade:

1 = trockener, krümeliger Kot

2 = gut geformter Kot, der beim Entfernen keine Reste hinterlässt

3 = etwas weicher, aber gut geformter Kot, der beim Entfernen Reste hinterlässt

4 = sehr weicher, ungeformter Kot

5 = flüssiger Kot (Diarrhö)

Tab. 69: Rasse- und Futtereinflüsse auf die Kotkonsistenz der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Diensthunde	Rasse			Futter		
	A	P	B	A-P	A-B	P-B
DSH				0,257	0,041	0,141
M	0,383	>0,999	0,805	0,854	0,141	0,066

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Die erwünschte Kotkonsistenz des Beurteilungsgrads 2 (gut geformter Kot, der beim Entfernen keine Reste hinterlässt) trat bei den Deutschen Schäferhunden und Malinois am häufigsten in Bilanzphase B auf. Inakzeptable Kotkonsistenz (Beurteilungsgrad 5) trat bei den Deutschen Schäferhunden am häufigsten in Bilanzphase P auf, bei den Malinois in Bilanzphase A (Tabelle 70).

Kotkonsistenz des Beurteilungsgrads 2 trat bei den Malinois bei Futter B am häufigsten auf. Kotkonsistenz des Beurteilungsgrads 4 trat bei den Deutschen Schäferhunden bei Futter A am häufigsten auf.

Rasseeinflüsse auf die prozentuale Häufigkeit der Beurteilungsgrade 1 bis 5 der Kotkonsistenz der Diensthunde konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden.

Futtereinflüsse auf die Häufigkeit des Beurteilungsgrads 2 der Kotkonsistenz ergaben sich bei den Malinois zwischen den Futtermitteln A und B bzw. P und B (Tabelle 71).

Tab. 70: Prozentuale Häufigkeit der Beurteilungsgrade 1 bis 5 der Kotkonsistenz der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthunde	n	Futter	Beurteilungsgrad (%)				
			1	2	3	4	5
DSH	7	A	0	31	46	23	0
	7	P	0	36	50	11	3
	7	B	0	47	48	4	1
M	7	A	1	41	43	12	3
	7	P	0	32	61	8	0
	7	B	0	71	28	1	0

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Tab. 71: Rasse- und Futtereinflüsse auf die Häufigkeit der Beurteilungsgrade 1 bis 5 der Kotkonsistenz der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Grad	Dienst- hunde	Rasse			Futter		
		A	P	B	A-P	A-B	P-B
1	DSH	0,710	>0,999	>0,999	>0,999	>0,999	>0,999
	M				0,317	0,317	>0,999
2	DSH	0,805	0,710	0,165	0,932	0,397	0,496
	M				0,686	0,027	0,042
3	DSH	0,902	0,902	0,535	0,752	0,893	0,483
	M				0,057	0,665	0,207
4	DSH	0,053	0,535	0,620	0,126	0,017	0,655
	M				0,593	0,059	0,180
5	DSH	0,710	0,710	0,710	0,317	0,317	0,655
	M				0,317	0,317	>0,999

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.6.4 Gehalte der Fäzes an freiem Wasser und Trockensubstanz

Der Gehalt der Fäzes an freiem Wasser lag bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B zwischen 23 und 27 Prozent.

Rasse- und Futtereinflüsse auf das freie Wasser der Fäzes der Diensthunde konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 73).

Der Gehalt der Fäzes an Trockensubstanz bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 32 und 36 Prozent (Tabelle 72).

Die Fäzes der Deutschen Schäferhunde enthielten bei Futter P mehr Trockensubstanz als bei Futter A. Futtereinflüsse auf freies Wasser der Fäzes der Malinois konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden.

Rasseeinflüsse auf freies Wasser und Trockensubstanz der Fäzes der Diensthunde konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 73).

ERGEBNISSE

Tab. 72: Freies Wasser und Trockensubstanz der Fäzes der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthunde	n	Futter	freies Wasser (% uS)	Trockensubstanz (% uS)
DSH	7	A	27 ± 4	32 ± 2
	7	P	25 ± 4	34 ± 3
	7	B	27 ± 7	34 ± 2
M	7	A	24 ± 4	35 ± 3
	7	P	26 ± 7	33 ± 5
	7	B	23 ± 5	36 ± 4

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 73: Rasse- und Futtereinflüsse auf freies Wasser und Trockensubstanz der Fäzes der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Parameter	Dienst- hunde	Rasse			Futter		
		A	P	B	A-P	A-B	P-B
freies Wasser (% uS)	DSH				0,176	>0,999	0,735
	M	0,165	0,902	0,383	0,499	0,499	0,128
Trockensubstanz (% uS)	DSH				0,043	0,128	0,866
	M	0,165	0,902	0,318	0,398	0,612	0,499

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.6.5 Trockensubstanz-Gehalte der Fäzes und des Futters

Pro Gramm aufgenommener Futter-Trockensubstanz setzten die Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B zwischen 0,13 und 0,16 g Fäzes-Trockensubstanz ab (Tabelle 74).

Rasse- und Futtereinflüsse konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 75).

Tab. 74: Trockensubstanz der Fäzes und des Futters (g Fäzes-TS/g Futter-TS) der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthunde	n	Futter	Fäzes-TS/Futter-TS (g)
DSH	7	A	0,14 ± 0,05
	7	P	0,14 ± 0,05
	7	B	0,16 ± 0,05
M	7	A	0,13 ± 0,03
	7	P	0,14 ± 0,01
	7	B	0,15 ± 0,04

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois
Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 75: Rasse- und Futtereinflüsse auf die Trockensubstanz der Fäzes und des Futters (g Fäzes-TS/g Futter-TS) der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Diensthunde	Rasse			Futter		
	A	P	B	A-P	A-B	P-B
DSH	0,902	0,902	>0,999	0,310	0,176	0,735
M				>0,999	0,176	0,735

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.6.6 Wasserstoffionen-Konzentrationen (pH-Werte) der Fäzes

Die fäkalen pH-Werte der Diensthunde in Bilanzphase A, P und B lagen zwischen pH 6,4 und pH 6,6 (Tabelle 76).

Bei den Deutschen Schäferhunden lagen die fäkalen pH-Werte bei Futter P höher als bei Futter A, bei den Malinois lagen die fäkalen pH-Werte bei Futter P niedriger als bei Futter A.

Rasseeinflüsse auf die pH-Werte der Fäzes der Diensthunde konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 77).

Tab. 76: pH-Werte der Fäzes der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthunde	n	Futter	pH-Werte der Fäzes
DSH	7	A	6,4 ± 0,3
	7	P	6,6 ± 0,4
	7	B	6,6 ± 0,2
M	7	A	6,6 ± 0,1
	7	P	6,4 ± 0,2
	7	B	6,5 ± 0,1

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois
Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 77: Rasse- und Futtereinflüsse auf die pH-Werte der Fäzes der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Diensthunde	Rasse			Futter		
	A	P	B	A-P	A-B	P-B
DSH	0,383	0,073	0,620	0,018	0,237	0,398
M				0,028	0,237	0,310

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.7 Analyse der Zusammensetzung der Fäzes

4.2.7.1 Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Rohasche und Rohprotein

Der Gehalt der Fäzes der Diensthunde an Rohasche in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 8,6 und 9,6 Prozent in der ursprünglichen Substanz bzw. zwischen 28,0 und 30,1 Prozent in der Trockensubstanz (Tabelle 78).

Rasse- und Futtereinflüsse auf den Gehalt der Fäzes der Diensthunde an Rohasche konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 79).

Der Gehalt der Fäzes der Diensthunde an Rohprotein in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 8,8 und 10,0 Prozent in der ursprünglichen Substanz bzw. zwischen 27,0 und 32,5 Prozent in der Trockensubstanz (Tabelle 78).

Rasseeinflüsse auf den Gehalt der Fäzes der Diensthunde an Rohprotein konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden.

Futtereinflüsse auf den Gehalt der Fäzes an Rohprotein konnten bei den Malinois zwischen den Futtermitteln A und B in der Trockensubstanz, bei den Deutschen Schäferhunden nicht beobachtet werden (Tabelle 79).

Tab. 78: Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Rohasche (Ra) und Rohprotein (Rp) in den Bilanzphasen A, P und B

Dienst- hunde	n	Futter	Rohasche (%)		Rohprotein (%)	
			uS	TS	uS	TS
DSH	7	A	8,7 ± 2,3	29,3 ± 7,4	9,2 ± 1,8	30,6 ± 5,0
	7	P	9,0 ± 1,8	28,9 ± 5,3	9,8 ± 0,7	31,3 ± 1,2
	7	B	8,6 ± 1,4	28,0 ± 4,6	10,0 ± 2,0	32,5 ± 5,9
M	7	A	9,8 ± 1,2	30,1 ± 1,7	8,8 ± 1,9	27,0 ± 4,5
	7	P	9,3 ± 1,7	30,1 ± 1,2	9,4 ± 1,7	30,2 ± 1,1
	7	B	9,6 ± 1,4	29,3 ± 2,3	10,0 ± 0,9	30,5 ± 1,4

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 79: Rasse- und Futtereinflüsse auf die Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Rohasche (Ra) und Rohprotein (Rp) in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Parameter	Einheit	Dienst- hunde	Rasse			Futter		
			A	P	B	A-P	A-B	P-B
Ra	% uS	DSH				0,237	0,866	0,398
		M	0,456	0,902	0,209	0,398	>0,999	0,735
	% TS	DSH				0,735	0,499	0,310
		M	0,710	0,710	0,805	0,735	0,176	0,310
Rp	% uS	DSH				0,237	0,176	0,866
		M	0,805	0,620	0,535	0,398	0,176	0,612
	% TS	DSH				0,612	0,237	0,866
		M	0,535	0,128	0,805	0,128	0,018	0,866

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.7.2 Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Rohfett und Rohfaser

Der Gehalt der Fäzes der Diensthunde an Rohfett in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 1,6 und 2,1 Prozent in der ursprünglichen Substanz bzw. zwischen 4,9 und 6,9 Prozent in der Trockensubstanz (Tabelle 80).

Rasse- und Futtereinflüsse auf den Gehalt der Fäzes der Diensthunde an Rohfett konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 81).

Der Gehalt der Fäzes der Diensthunde an Rohfaser in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 2,5 und 3,1 Prozent in der ursprünglichen Substanz bzw. zwischen 8,3 und 9,9 Prozent in der Trockensubstanz (Tabelle 80).

Rasseeinflüsse auf den Gehalt der Fäzes der Diensthunde an Rohfaser konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht beobachtet werden.

Bei den Deutschen Schäferhunden war der Gehalt der Fäzes an Rohfaser in der ursprünglichen Substanz bei Futtermittel B höher als bei den Futtermitteln A und P, in der Trockensubstanz bei Futter B höher als bei Futter P. Futtereinflüsse auf den Gehalt der Fäzes der Malinois an Rohfaser konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 81).

Tab. 80: Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Rohfett (Rfe) und Rohfaser (Rfa) in den Bilanzphasen A, P und B

Dienst- hunde	n	Futter	Rohfett (%)			Rohfaser (%)		
			uS	TS		uS	TS	
DSH	7	A	2,1 ± 1,2	6,9 ± 3,6	2,5 ± 0,5	8,3 ± 1,6		
	7	P	1,7 ± 0,2	5,4 ± 0,5	2,6 ± 0,2	8,5 ± 0,9		
	7	B	1,6 ± 0,3	5,3 ± 0,8	3,0 ± 0,3	9,9 ± 1,0		
M	7	A	1,6 ± 0,2	4,9 ± 0,7	2,9 ± 0,5	9,1 ± 1,2		
	7	P	1,7 ± 0,6	5,5 ± 1,5	2,9 ± 0,4	9,5 ± 1,0		
	7	B	1,6 ± 0,2	5,0 ± 0,3	3,1 ± 0,4	9,5 ± 0,7		

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois
Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 81: Rasse- und Futtereinflüsse auf die Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Rohfett (Rfe) und Rohfaser (Rfa) in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Parameter	Einheit	Dienst- hunde	Rasse			Futter		
			A	P	B	A-P	A-B	P-B
Rfe	% uS	DSH	0,535	0,620	>0,999	0,612	0,237	0,735
		M						
	% TS	DSH	0,097	0,620	0,620	0,398	0,176	0,866
		M						
Rfa	% uS	DSH	0,318	0,165	0,805	0,398	0,028	0,018
		M						
	% TS	DSH	0,383	0,073	0,710	0,866	0,063	0,018
		M						

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.7.3 Gehalte der Fäzes der Diensthunde an stickstofffreien Extraktstoffen (NfE)

Der Gehalt der Fäzes der Diensthunde an stickstofffreien Extraktstoffen (NfE) in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 7,4 und 9,3 Prozent in der ursprünglichen Substanz bzw. zwischen 24,3 und 28,9 Prozent in der Trockensubstanz (Tabelle 82).

Rasse- und Futtereinflüsse auf den Gehalt der Fäzes der Diensthunde an stickstofffreien Extraktstoffen (NfE) konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 83).

Tab. 82: Gehalte der Fäzes der Diensthunde an stickstofffreien Extraktstoffen (NfE) in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthunde	n	Futter	NfE (%)		TS	
			uS			
DSH	7	A	7,4	± 1,4	24,9	± 5,1
	7	P	8,1	± 1,9	26,0	± 5,1
	7	B	7,5	± 0,7	24,3	± 2,0
M	7	A	9,3	± 1,6	28,9	± 5,6
	7	P	7,5	± 1,1	24,6	± 1,9
	7	B	8,4	± 0,9	25,7	± 2,6

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 83: Rasse- und Futtereinflüsse auf die Gehalte der Fäzes der Diensthunde an stickstofffreien Extraktstoffen (NfE) in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Parameter	Einheit	Diensthunde	Rasse			Futter		
			A	P	B	A-P	A-B	P-B
NfE	% uS	DSH	0,073	0,710	0,128	0,310	1,000	0,499
		M				0,176	0,128	0,398
	% TS	DSH	0,165	>0,999	0,318	0,499	0,612	>0,999
		M				0,237	0,237	0,398

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.7.4 Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Natrium und Kalium

Der Gehalt der Fäzes der Diensthunde an Natrium in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 0,5 und 1,0 g/kg in der ursprünglichen Substanz bzw. zwischen 1,6 und 3,2 g/kg in der Trockensubstanz (Tabelle 84).

Rasse- und Futtereinflüsse auf den Gehalt der Fäzes der Diensthunde an Natrium konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 85).

Der Gehalt der Fäzes der Diensthunde an Kalium in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 0,6 und 1,1 g/kg in der ursprünglichen Substanz bzw. zwischen 1,8 und 3,6 g/kg in der Trockensubstanz (Tabelle 84).

ERGEBNISSE

Bei den Deutschen Schäferhunden war der Gehalt der Fäzes an Kalium in der Trockensubstanz bei Futter B höher als bei Futter P. Bei den Malinois war der Gehalt der Fäzes an Kalium in ursprünglicher Substanz und Trockensubstanz bei Futtermittel B höher als bei den Futtermitteln A und P.

Rasseeinflüsse auf den Gehalt der Fäzes der Diensthunde an Kalium konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 85).

Tab. 84: Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Natrium (Na) und Kalium (K) in den Bilanzphasen A, P und B

Dienst- hunde	n	Futter	Natrium (g/kg)			Kalium (g/kg)		
			uS	TS		uS	TS	
DSH	7	A	1,0 ± 0,3	3,2 ± 1,0	0,8 ± 0,2	2,7 ± 0,6		
	7	P	0,7 ± 0,5	2,1 ± 1,4	0,6 ± 0,3	2,0 ± 0,8		
	7	B	1,0 ± 0,3	3,2 ± 1,0	1,0 ± 0,2	3,2 ± 0,9		
M	7	A	0,8 ± 0,2	2,3 ± 0,7	0,7 ± 0,2	2,0 ± 0,3		
	7	P	0,5 ± 0,2	1,6 ± 0,8	0,6 ± 0,3	1,8 ± 1,0		
	7	B	0,8 ± 0,3	2,4 ± 1,1	1,1 ± 0,5	3,6 ± 1,6		

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 85: Rasse- und Futtereinflüsse auf die Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Natrium (Na) und Kalium (K) in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Parameter	Einheit	Dienst- hunde	Rasse			Futter		
			A	P	B	A-P	A-B	P-B
Na	g/kg uS	DSH	0,209	0,456	0,128	0,041	0,932	0,090
		M				0,115	0,798	0,089
	g/kg TS	DSH	0,073	0,456	0,097	0,027	0,735	0,063
		M				0,115	0,833	0,138
K	g/kg uS	DSH	0,165	0,805	0,259	0,201	0,127	0,075
		M				0,733	0,044	0,043
	g/kg TS	DSH	0,097	0,805	0,383	0,074	0,235	0,043
		M				0,611	0,028	0,043

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.7.5 Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Bruttoenergie (GE)

Der Gehalt der Fäzes der Diensthunde an Bruttoenergie (GE) in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 4,7 und 5,0 MJ/kg in der ursprünglichen Substanz bzw. zwischen 14,8 und 15,6 MJ/kg in der Trockensubstanz (Tabelle 86).

Bei den Malinois war der Gehalt der Fäzes an Bruttoenergie (GE) in Trockensubstanz bei Futter A niedriger als bei Futter B. Futtereinflüsse auf den Gehalt der Fäzes der Deutschen Schäferhunde an Bruttoenergie (GE) in der Trockensubstanz konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden. Futtereinflüsse auf den Gehalt der Fäzes der Diensthunde an Bruttoenergie (GE) in der ursprünglichen Substanz konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden.

Rasseeinflüsse auf den Gehalt der Fäzes der Diensthunde an Bruttoenergie (GE) konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 87).

Tab. 86: Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Bruttoenergie (GE) in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthunde	n	Futter	GE (MJ/kg)		TS
			uS		
DSH	7	A	4,7	± 0,8	15,6 ± 2,1
	7	P	4,8	± 0,5	15,4 ± 0,9
	7	B	4,8	± 0,5	15,6 ± 1,3
M	7	A	4,8	± 0,4	14,8 ± 0,5
	7	P	4,7	± 0,7	15,2 ± 0,4
	7	B	5,0	± 0,4	15,2 ± 0,4

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois
Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 87: Rasse- und Futtereinflüsse auf die Gehalte der Fäzes der Diensthunde an Bruttoenergie (GE) in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

GE	Dienst- hunde	Rasse			Futter		
		A	P	B	A-P	A-B	P-B
MJ/kg uS	DSH	0,456	0,902	0,383	0,735	0,612	0,612
	M				0,735	0,612	0,612
MJ/kg TS	DSH	0,620	0,535	>0,999	>0,999	0,735	0,612
	M				0,237	0,028	0,735

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.8 Scheinbare Verdaulichkeiten der Futterinhaltsstoffe

4.2.8.1 Scheinbare Verdaulichkeiten der Trockensubstanz und der Rohasche

Die scheinbare Verdaulichkeit der Trockensubstanz bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 86,2 und 89,3 Prozent. Die scheinbare Verdaulichkeit der Rohasche bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 51,1 und 59,0 Prozent (Tabelle 88).

Rasse- und Futtereinflüsse auf die scheinbare Verdaulichkeit der Trockensubstanz und der Rohasche bei den Diensthunden konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 89).

Tab. 88: Scheinbare Verdaulichkeiten (sV) der Trockensubstanz (TS) und der Rohasche (Ra) bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthunde	n	Futter	Trockensubstanz (% uS)	Rohasche (% TS)
DSH	7	A	88,4 ± 5,3	59,0 ± 7,6
	7	P	87,9 ± 4,1	53,9 ± 9,6
	7	B	86,2 ± 5,4	51,1 ± 8,1
M	7	A	89,3 ± 2,2	57,3 ± 7,3
	7	P	89,0 ± 1,1	53,9 ± 4,0
	7	B	87,5 ± 1,4	51,5 ± 12,4

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois
Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 89: Rasse- und Futtereinflüsse auf die scheinbaren Verdaulichkeiten der Trockensubstanz (TS) und der Rohasche (Ra) bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Parameter	Einheit	Dienst- hunde	Rasse			Futter		
			A	P	B	A-P	A-B	P-B
TS	% uS	DSH	>0,999	0,456	0,535	0,398	0,063	0,310
		M				>0,999	0,063	0,310
Ra	% TS	DSH	0,620	0,620	0,902	0,128	0,128	0,499
		M				0,398	0,128	>0,999

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.8.2 Scheinbare Verdaulichkeiten des Rohproteins und des Rohfetts

Die scheinbare Verdaulichkeit des Rohproteins bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 79,5 und 87,4 Prozent (Tabelle 90).

Bei den Malinois war die scheinbare Verdaulichkeit des Rohproteins bei Futter A höher als bei Futter B. Bei den Deutschen Schäferhunden war die scheinbare Verdaulichkeit des Rohproteins bei Futter A höher als bei Futter B.

Rasseinflüsse auf die scheinbare Verdaulichkeit des Rohproteins bei den Diensthunden konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 91).

Die scheinbare Verdaulichkeit des Rohfetts bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 94,9 und 97,2 Prozent in Trockensubstanz (Tabelle 90).

Rasse- und Futtereinflüsse auf die scheinbare Verdaulichkeit des Rohfetts bei den Diensthunden konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 91).

Tab. 90: Scheinbare Verdaulichkeiten (sV) des Rohproteins (Rp) und des Rohfetts (Rfe) bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthunde	n	Futter	sV Rohprotein (%)	sV Rohfett (%)
DSH	7	A	83,9 ± 10,5	94,9 ± 5,7
	7	P	83,2 ± 6,2	96,9 ± 0,9
	7	B	79,5 ± 13,2	95,9 ± 2,0
M	7	A	87,4 ± 3,7	97,2 ± 0,8
	7	P	85,3 ± 2,0	97,0 ± 1,0
	7	B	83,5 ± 4,5	96,6 ± 0,9

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois
Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 91: Rasse- und Futtereinflüsse auf die scheinbaren Verdaulichkeiten des Rohproteins (Rp) und des Rohfetts (Rfe) bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Parameter	Einheit	Dienst- hunde	Rasse			Futter		
			A	P	B	A-P	A-B	P-B
Rp	%	DSH	0,805	0,318	0,620	0,237	0,028	0,310
		M				0,310	0,043	0,499
Rfe	%	DSH	0,383	0,456	0,535	0,398	0,612	0,128
		M				>0,999	0,128	0,612

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.8.3 Scheinbare Verdaulichkeiten der Rohfaser und der stickstofffreien Extraktstoffe (NfE)

Die scheinbare Verdaulichkeit der Rohfaser bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 7,8 und 31,2 Prozent (Tabelle 92).

Bei den Malinois war die scheinbare Verdaulichkeit der Rohfaser bei Futter A höher als bei Futter P. Futtereinflüsse auf die scheinbare Verdaulichkeit der Rohfaser konnten bei den Deutschen Schäferhunden in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden.

Rasseeinflüsse auf die scheinbare Verdaulichkeit der Rohfaser konnten bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 93).

Die scheinbare Verdaulichkeit der stickstofffreien Extraktstoffe (NfE) bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 92,7 und 93,9 Prozent (Tabelle 92).

Rasse- und Futtereinflüsse auf die scheinbare Verdaulichkeit der stickstofffreien Extraktstoffe (NfE) bei den Diensthunden konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 93).

Tab. 92: Scheinbare Verdaulichkeiten (sV) der Rohfaser (Rfa) und der stickstofffreien Extraktstoffe (NfE) bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthunde	n	Futter	sV Rohfaser (%)			sV NfE (%)		
DSH	7	A	28,6	±	18,4	93,6	±	3,2
	7	P	27,1	±	21,1	92,7	±	4,1
	7	B	7,8	±	4,4	92,9	±	2,4
M	7	A	31,2	±	8,8	93,3	±	1,9
	7	P	19,8	±	8,4	93,9	±	0,7
	7	B	18,5	±	9,9	93,0	±	2,3

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

Mittelwert ± Standardabweichung

negative Werte wurden in die Berechnungen nicht einbezogen

Tab. 93: Rasse- und Futtereinflüsse auf die scheinbaren Verdaulichkeiten der Rohfaser (Rfa) und der stickstofffreien Extraktstoffe (NfE) bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Parameter	Einheit	Dienst- hunde	Rasse			Futter		
			A	P	B	A-P	A-B	P-B
Rfa	%	DSH	0,792	0,836	0,190	0,917	0,068	0,068
		M				0,043	0,144	0,686
NfE	%	DSH	0,805	0,383	0,535	0,176	0,176	0,866
		M				0,398	0,612	0,237

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.8.4 Scheinbare Verdaulichkeiten von Natrium und Kalium

Die scheinbare Verdaulichkeit des Natriums bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 95,2 und 98,1 Prozent (Tabelle 94).

Rasse- und Futtereinflüsse auf die scheinbare Verdaulichkeit des Natriums bei den Diensthunden konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 95).

Die scheinbare Verdaulichkeit des Kaliums bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 95,4 und 97,8 Prozent (Tabelle 94).

Bei den Deutschen Schäferhunden war die scheinbare Verdaulichkeit des Kaliums bei Futtermittel B niedriger als bei den Futtermitteln A und P. Bei den Malinois war die scheinbare Verdaulichkeit des bei Futter B niedriger als bei Futter A.

Rasseeinflüsse auf die scheinbare Verdaulichkeit des Kaliums konnten bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 95).

Tab. 94: Scheinbare Verdaulichkeiten (sV) von Natrium und Kalium bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthunde	n	Futter	sV Natrium (%)	sV Kalium (%)
DSH	7	A	96,0 ± 2,4	97,0 ± 1,0
	7	P	97,3 ± 1,7	97,4 ± 1,2
	7	B	95,2 ± 2,2	95,7 ± 1,5
M	7	A	97,2 ± 1,3	97,8 ± 0,5
	7	P	98,1 ± 0,9	97,8 ± 1,0
	7	B	96,6 ± 1,8	95,4 ± 1,9

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois
Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 95: Rasse- und Futtereinflüsse auf die scheinbaren Verdaulichkeiten von Natrium und Kalium bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Parameter	Einheit	Dienst- hunde	Rasse			Futter		
			A	P	B	A-P	A-B	P-B
Na	%	DSH	0,209	0,318	0,318	0,063	0,203	0,018
		M				0,352	0,310	0,091
K	%	DSH	0,165	0,710	0,535	0,395	0,043	0,018
		M				0,799	0,028	0,051

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.8.5 Scheinbare Verdaulichkeit der Bruttoenergie (GE)

Die scheinbare Verdaulichkeit der Bruttoenergie (GE) bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 89,3 und 92,3 Prozent (Tabelle 96).

Bei den Malinois war die scheinbare Verdaulichkeit der Bruttoenergie (GE) bei Futter A höher als bei Futter B. Futtereinflüsse auf die scheinbare Verdaulichkeit der Bruttoenergie (GE) konnten bei den Deutschen Schäferhunden in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden.

Rasseeinflüsse auf die scheinbare Verdaulichkeit der Bruttoenergie (GE) bei den Diensthunden konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 97).

Tab. 96: Scheinbare Verdaulichkeit (sV) der Bruttoenergie (GE) bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthunde	n	Futter	sV GE (%)
DSH	7	A	90,7 ± 5,9
	7	P	91,0 ± 3,6
	7	B	89,3 ± 5,4
M	7	A	92,3 ± 1,8
	7	P	92,1 ± 1,0
	7	B	90,8 ± 2,7

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois
Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 97: Rasse- und Futtereinflüsse auf die scheinbare Verdaulichkeit der Bruttoenergie (GE) bei Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Parameter	Einheit	Dienst- hunde	Rasse			Futter		
			A	P	B	A-P	A-B	P-B
GE	%	DSH	>0,999	0,383	0,535	0,735	0,063	0,176
		M				0,866	0,043	0,398

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.9 Parameter mikrobieller Aktivität

4.2.9.1 Konzentration von *Escherichia coli* in den Fäzes der Diensthunde

Die Konzentration von *E. coli* in den Fäzes der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 2,83 und 3,20 log₁₀ KbE/g Kot (Tabelle 98).

Bei den Deutschen Schäferhunden und Malinois war die Konzentration von *E. coli* in den Fäzes bei Futtermittel P niedriger als bei den Futtermitteln A und B.

Rasseeinflüsse auf die Konzentration von *E. coli* in den Fäzes der Diensthunde konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 99).

Tab. 98: Konzentration von *Escherichia coli* (log₁₀ KbE/g Kot) in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthunde	n	Futter	<i>E. coli</i> (log ₁₀ KbE/g Kot)
DSH	7	A	3,20 ± 0,07
	7	P	2,85 ± 0,09
	7	B	3,17 ± 0,11
M	7	A	3,10 ± 0,12
	7	P	2,83 ± 0,17
	7	B	3,12 ± 0,09

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois
Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 99: Rasse- und Futtereinflüsse auf die Konzentration von *Escherichia coli* (log₁₀ KbE/g Kot) in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Diensthunde	Rasse			Futter		
	A	P	B	A-P	A-B	P-B
DSH	0,097	0,902	0,383	0,018	0,310	0,018
M				0,028	0,735	0,018

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.9.2 Konzentration von Keimen der *Clostridium histolyticum*-Gruppe in den Fäzes der Diensthunde

Die Konzentration von Keimen der *Clostridium histolyticum*-Gruppe in den Fäzes der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 3,04 und 3,33 log₁₀ KbE/g Kot (Tabelle 100).

Bei den Deutschen Schäferhunden war die Konzentration von Keimen der *Clostridium histolyticum*-Gruppe in den Fäzes in Bilanzphase B höher als bei den Malinois.

Bei den Deutschen Schäferhunden war die Konzentration von Keimen der *Clostridium histolyticum*-Gruppe in den Fäzes bei Futtermittel P niedriger als bei den Futtermitteln A und B. Bei den Malinois war die Konzentration von Keimen der *Clostridium histolyticum*-Gruppe in den Fäzes bei Futter A höher als bei Futter B (Tabelle 101).

Tab. 100: Konzentration von Keimen der *Clostridium histolyticum*-Gruppe (log₁₀ KbE/g Kot) in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthunde	n	Futter	<i>Clostridium histolyticum</i> -Gruppe (log ₁₀ KbE/g Kot)
DSH	7	A	3,31 ± 0,06
	7	P	3,04 ± 0,20
	7	B	3,32 ± 0,10
M	7	A	3,33 ± 0,06
	7	P	3,16 ± 0,21
	7	B	3,19 ± 0,09

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois
Mittelwert ± Standardabweichung

Tab.101: Rasse- und Futtereinflüsse auf die Konzentration von Keimen der *Clostridium histolyticum*-Gruppe (log₁₀ KbE/g Kot) in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Diensthunde	Rasse			Futter		
	A	P	B	A-P	A-B	P-B
DSH				0,028	0,866	0,028
M	0,620	0,318	0,017	0,091	0,028	0,866

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

4.2.9.3 Konzentration von *Lactobacillus spp.* in den Fäzes der Diensthunde

Die Konzentration von *Lactobacillus spp.* in den Fäzes der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B lag zwischen 3,68 und 4,13 log₁₀ KbE/g Kot (Tabelle 102).

Bei den Deutschen Schäferhunden war die Konzentration von *Lactobacillus spp.* in den Fäzes bei Futtermittel P höher als bei den Futtermitteln A und B.

Rasseeinflüsse auf die Konzentration von *Lactobacillus spp.* in den Fäzes der Diensthunde konnten in den Bilanzphasen A, P und B nicht festgestellt werden (Tabelle 103).

Tab. 102: Konzentration von *Lactobacillus spp.* (log₁₀ KbE/g Kot) in den Bilanzphasen A, P und B

Diensthunde	n	Futter	<i>Lactobacillus spp.</i> (log ₁₀ KbE/g)
DSH	7	A	3,79 ± 0,16
	7	P	4,13 ± 0,19
	7	B	3,68 ± 0,30
M	7	A	3,80 ± 0,26
	7	P	4,02 ± 0,26
	7	B	3,77 ± 0,22

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois
Mittelwert ± Standardabweichung

Tab. 103: Rasse- und Futtereinflüsse auf die Konzentration von *Lactobacillus spp.* (log₁₀ KbE/g Kot) in den Bilanzphasen A, P und B (p-Werte)

Diensthunde	Rasse			Futter		
	A	P	B	A-P	A-B	P-B
DSH				0,028	0,237	0,043
M	0,902	0,456	0,456	0,091	0,612	0,063

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

5. Diskussion

5.1 Untersuchungen zum Einfluss der Bearbeitung auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden

Ziel der Untersuchungen war es, an Diensthunden zweier Rassen die Effekte von Trockenfuttermitteln auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit zu untersuchen. Dabei wurden Futtermittel eingesetzt, die bei unterschiedlichen Prozesstemperaturen hergestellt wurden. In der Studie wurden weiterhin besonders stressbelastete (aktive) mit weniger stressbelasteten (inaktiven) Hunden verglichen.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte im Wissen, dass die verwendeten Tierzahlen im Versuch mit jeweils 5 bis 10 verfügbaren Diensthunden sehr gering waren. Aus diesem Grund wurden mehrere Messergebnisse der einzelnen Hunde pro Bilanzphase zusammengefasst, um die individuelle Variabilität zu minimieren, eventuell auftretende Extremwerte auszugleichen und eine möglichst große Aussagekraft der Ergebnisse zu gewährleisten. Aufgrund der geringen Tierzahlen und individueller Variationen der einzelnen Diensthunde müssen die statistisch signifikanten Ergebnisse zwischen den Gruppen vorsichtig interpretiert werden.

5.1.1 Diskussion der Methoden

5.1.1.1 Versuchsaufbau

Der prospektive Versuchsaufbau war grundsätzlich geeignet, um die Einflüsse unterschiedlicher Bearbeitung des Trockenfutters auf die Verdaulichkeit und Verträglichkeit des Futters zu untersuchen. Es fanden drei konsekutive Versuchsphasen A, B und C, jeweils bestehend aus siebentägiger Anfütterungsphase und siebentägiger Bilanzphase, statt. In zahlreichen Studien beim Hund, in denen die Verdaulichkeit von Futter untersucht wurde, wurden ähnliche Zeiträume für Anfütterung und Erhebung als ausreichend erachtet (MÜHLUM 1987; MEYER und SCHÜNEMANN 1989; HABERNOLL 1995; ZAHN 2010). Die in der eigenen Untersuchung gewählten Anfütterungs- und Bilanzphasen erscheinen daher als zeitlich ausreichend angesetzt.

5.1.1.2 Tiere

Grundsätzlich wurden für die Untersuchung nur Diensthunde ausgewählt, die körperlich gesund waren und keine Koprophagie zeigten. Alter und Geschlecht der Diensthunde wurde

in der Untersuchung nicht berücksichtigt, gleichwohl unterlagen die aktiven Diensthunde bezüglich des Alters einer zusätzlichen Vorauswahl durch die Ankaufskommission der Bundeswehr, die Hunde grundsätzlich im Alter von 2 Jahren ankauft. Bei den inaktiven Deutschen Schäferhunden war das Verhältnis zwischen weiblichen und männlichen Tieren ausgeglichen (männlich bzw. männlich kastriert $n = 5$; weiblich bzw. weiblich kastriert $n = 4$). Männliche Tiere überwogen bei den inaktiven (männlich bzw. männlich kastriert $n = 9$; weiblich $n = 1$) und aktiven Malinois (männlich $n = 8$; weiblich $n = 2$). Geschlechtsspezifische Unterschiede insbesondere in Bezug auf die Kotkonsistenz wurden in anderen Studien beschrieben (HABERNOLL 1995; KAUFMANN 1998), in der eigenen Untersuchung jedoch nicht berücksichtigt.

Die Auswahl der Diensthunde für die Fütterungsversuche erfolgte anhand unterschiedlicher Kriterien.

Bei den inaktiven Diensthunden handelte es sich um dauerhaft an der Schule für Diensthundewesen der Bundeswehr stationierte Diensthunde mit abgeschlossener Ausbildung. Für die Fütterungsversuche wurden im Handling kooperative inaktive Diensthunde der Rassen Deutscher Schäferhund und Malinois im Alter zwischen 3 und 14 Jahren ausgewählt, gegen deren Einbindung in eine mehrwöchige Studie keine dienstlichen Einwände bestanden, sodass 9 Deutsche Schäferhunde und 10 Malinois in die Studie aufgenommen werden konnten.

Die Gruppe der aktiven Diensthunde setzte sich aus allen zum Zeitpunkt des Beginns einer Anfütterungsphase neu angekauften, längstens seit 4 Wochen in Vorausbildung befindlichen Diensthunden zusammen. Diese Tiergruppe sollte die Diensthunde repräsentieren, die besonderen Stressbelastungen ausgesetzt sind. PAULY (2007) hatte bei Diensthunden der Bundeswehr, die sich vier Wochen in der Vorausbildung befanden, eine hohe psychische Belastung festgestellt, und eruiert dass die Tiere großem Stress ausgesetzt sind. Die neu angekauften Hunde zeigten bereits bei der Ankaufuntersuchung Stresssymptome im Sinne erhöhter Parameter (Körpertemperatur, rotes und weißes Blutbild, Serum-Kortisol). Während der vierwöchigen Vorausbildung lagen die Ruhewerte der Parameter bei zwei Schutzdienstübungen in der ersten und vierten Woche häufig oberhalb der in der Literatur angegebenen Referenzbereiche. Die im Kot bestimmten Kortisolmetaboliten als Stressparameter lagen in der ersten Woche sehr hoch und zeigten einen Abfall über die folgenden drei Wochen.

Da die übliche Verweildauer von neu angekauften Diensthunden in der Vorausbildung sechs Wochen beträgt, die Diensthunde anschließend in Lehrgänge eingesteuert und dann ihren neuen Dienststellen zugeführt werden müssen, konnten nur zwei aktive Diensthunde alle drei Versuchsphasen durchlaufen. Eine Verzögerung im dienstlichen Ablauf durch die Einbindung in eine mehrwöchige Studie war nicht möglich. So standen zu Beginn der Bilanzphase A 5 Malinois, zu Beginn der Bilanzphase B 9 Malinois und zu Beginn der Bilanzphase C 7 Malinois als aktive Diensthunde zur Verfügung. Für eine bessere Vergleichbarkeit der aktiven und inaktiven Diensthunde wäre es vorteilhaft gewesen, die Studie zu einem Zeitpunkt zu beginnen, an dem zeitgleich eine ausreichend hohe Anzahl an neu angekauften Diensthunden

in die Vorausbildung eintritt. Untersuchungen mit größeren Tierzahlen wären für eine bessere Aussagekraft der Ergebnisse wünschenswert gewesen.

Aktive Diensthunde der Rasse Deutscher Schäferhund waren im Versuchszeitraum nicht in Vorausbildung, sodass auf Rassevergleiche bei den aktiven Diensthunden verzichtet werden musste.

5.1.1.3 Haltung der Diensthunde

Die zeitgleiche Untersuchung der aktiven und inaktiven Diensthunde sollte Einflüsse auf die Ergebnisse z.B. durch unterschiedliche Jahreszeiten minimieren, da sämtliche Diensthunde während der Studie in Außenzwingern (zum Versuchszeitpunkt üblichen Diensthundezwingern) und nicht in Stoffwechselläufigen gehalten wurden. Die hierdurch und den täglichen Auslauf gewährleistete Bewegung, bzw. bei den aktiven Diensthunden zusätzlich durch die Vorausbildung zum Diensthund, entfiel das mögliche Risiko der Verfälschung von Ergebnissen z.B. durch Kotverhalten infolge zu geringer Bewegungsaktivität. Hierdurch unterlagen die Diensthunde jedoch auch Witterungseinflüssen.

Die inaktiven Diensthunde verblieben in der ihnen gewohnten Umgebung bei gleichbleibenden Bezugspersonen und unterlagen somit keinen zusätzlichen Stresseffekten durch die Haltungsform. Die Umgewöhnung neu angekaufter Diensthunde an die ungewohnte Umgebung der Diensthundezwinger, die neue Bezugsperson (Tierpfleger, Ausbilder) sowie die Vorausbildung und der damit verbundene Stress waren in der Untersuchung erwünscht, da besondere Aufmerksamkeit Stresseffekten gelten sollten.

Die räumliche Trennung der aktiven und inaktiven Diensthunde konnte nicht umgangen werden, da neu angekaufte Diensthunde zur Verhinderung der Einschleppung von Krankheiten nicht direkt in die Zwingeranlagen der Schule für Diensthundewesen der Bundeswehr eingestellt werden dürfen (zum Zeitpunkt der Untersuchungen in Koblenz), sondern einer mindestens sechswöchigen Quarantäne unterliegen (Quarantänestation der Schule für Diensthundewesen in Ulmen/Eifel).

5.1.1.4 Fütterung

Da Diensthunde an der SDstHundeBw grundsätzlich einmal täglich zum Dienstschluss gefüttert werden, wurde von diesem Schema nicht abgewichen.

Für die eigenen Untersuchungen wurde Trockenfuttermittel gewählt, um gegenüber Feuchtfutter quantitativ adäquate Futtermengen zu gewährleisten. Aufgrund der geringen Energiedichte der Feuchtfuttermittel müssten Diensthunde erhebliche Mengen dieses Futters aufnehmen, um ausreichend Energie aufnehmen zu können (MEYER und ZENTEK 2010).

Die Verabreichung großer Mengen an Feuchtfutter in Außenzwingern während der warmen Jahreszeit wäre bei nicht sofortiger Aufnahme der gesamten Ration mit hygienischen Problemen verbunden gewesen, die die Futtermittelsicherheit durch Attraktion von Schadinsekten oder, aufgrund des hohen Wassergehalts, schnellen Verderb der Futtermittel beeinträchtigt hätten. Der Feuchtigkeitsgehalt extrudierten Futters liegt mit 8 bis 10 Prozent deutlich unter dem von Feuchtfutter. Pilze und Bakterien können unterhalb einer bestimmten Wasseraktivität nicht mehr wachsen. Die Wasseraktivität ist definiert als die Feuchtigkeitsmenge, die für mikrobielles Wachstum zur Verfügung steht. Bei einem Wert der Wasseraktivität a_w im Futter unterhalb 0,7 wird das Wachstum der meisten Keime gehemmt, bei einem Wert unterhalb 0,55 ist kein mikrobielles Wachstum mehr möglich (BUSH 1993). Die meisten Bakterien können ihre Anzahl unter passenden Feuchtigkeits- und Temperaturbedingungen innerhalb von 30 Minuten verdoppeln, so dass durch die Aufnahme von zu lange in der Futterschüssel belassenen Futterresten die Gefahr bakteriell bedingter Futtermittelinfektionen oder mikrobieller Toxikosen (Futtermittelvergiftungen) besteht (MILLER und CULLOR 2002).

Die industriellen Verfahren bei der Futtermittelverarbeitung und -konservierung dienen in erster Linie der Verhinderung von Verderb. Ein Jahresbericht der American Association of Poison Control Centers belegt, dass 1990 nur 1,7 Prozent der gemeldeten Vergiftungsfälle bei Hunden und Katzen durch Futter- bzw. Lebensmittel verursacht waren (HORNFELDT und MURPHY 1992). Das seltene Auftreten von Futtermittelinfektionen und -intoxikationen wird auf die weite Verbreitung kommerzieller Futtermittel gegenüber der Fütterung unsachgemäß hergestellter Erhaltungsfuttermittel oder von Tischabfällen zurückgeführt. Allerdings kann das Risiko, mit pathogenen Substanzen in Kontakt zu kommen, durch die unsachgemäße Lagerung von einwandfrei hergestelltem Futter noch erhöht werden; dies beinhaltet auch ein zu langes Stehenlassen von Futter in der Futterschüssel (MILLER und CULLOR 2002). Der in den eigenen Untersuchungen gewählte Fütterungszeitansatz von einer Stunde erscheint somit angemessen, um einen Verderb der Futtermittel zu vermeiden.

Trockenalleinfuttermittel werden extrudiert und weisen in der Regel einen hohen Getreidgehalt auf (CASE et al. 2000). Die Futtermittel der eigenen Untersuchungen enthielten einen Kohlenhydratanteil von 5 Prozent in Form von Maismehl. Maismehl ist eine geeignete Kohlenhydratquelle für energiereiche Futter. Ein Kohlenhydratanteil in einer trockenen Futtermischung von unter 40 Prozent ist allerdings ungewöhnlich, da dieser Anteil den Minimalanforderungen für das Extrusionsverfahren entspricht. Die wichtigste Aufgabe von Kohlenhydraten bei der Herstellung trockener Futtermittel besteht darin, den Pellets ihre strukturelle Integrität zu verleihen. Proteinträger geben den Pellets in wesentlich geringerem Maße strukturelle Integrität als Kohlenhydrate (COWELL et al. 2002).

Trockene Proteinträger wie Mehl aus Geflügel-Nebenprodukten, Fleisch-Knochenmehl, Hühnermehl, Schafsmehl etc. sind typische Proteinträger, die zu kommerziellen Herstellung von Trockenfutter eingesetzt werden. Leber von Schwein, Rind, Truthahn und Schaf, Fleischnebenprodukte wie Lunge, Milz und Nieren, Schlachtkörperabfall vom Rind sowie Huhn (gesamt, Rücken und Hals) sind typische feuchte Proteinträger zur Herstellung von Dosenfutter (COWELL et al. 2002). Die Hauptbestandteile der Trockenalleinfuttermittel der eigenen Untersuchungen waren Rinderleber, Herzmuskel und Geflügelkarkassen und

entsprechen somit eher den typischen Proteinträgern von Feuchtfuttermitteln. Bei der Extrusion wird das Futtermittel zwischen 10 und 270 Sekunden und in einem Temperaturbereich von 80 bis 200°C behandelt, was u.a. zur Denaturierung unerwünschter antinutritiver Faktoren wie Trypsininhibitor und hydrolytischer, die Ranzigkeit fördernder Enzyme führt (DZIEZAK 1989). Der Extrusionsprozess begünstigt allerdings auch die Aggregation und Denaturierung der Muskelproteine sowie Umsetzungen vom Typ der Maillard-Reaktion, die die Verfügbarkeit einzelner Aminosäuren verändern und damit den Nährwert der Produkte beeinträchtigen können (JANETSCHKE und FEHLHABER 1992).

Die Energiedichte der Futtermittel A, B und C entsprach bei einem Bruttoenergiegehalt (GE) von 20,1 MJ/kg in der ursprünglichen Substanz bzw. 21,8 MJ/kg in der Trockensubstanz und einem Gehalt an umsetzbarer Energie (ME) von 16,4 MJ/kg in der ursprünglichen Substanz bzw. 17,8 MJ/kg in der Trockensubstanz den Fütterungsempfehlungen für Sport- und Gebrauchshunde bei mittelfristigen Leistungen mit hoher Dauer und Häufigkeit nach TOLL und REYNOLDS (2002).

Die Futterrationen wurden zu Beginn der Anfütterungsphase A entsprechend dem vermuteten Erhaltungsbedarf für Diensthunde gewählt (MCNAMARA 1972; NRC 2006; MEYER und ZENTEK 2010), da die inaktiven Diensthunde während der Untersuchungen keinen regulären Tagesdienst versahen und die aktiven Diensthunde keinem regulären Tagesdienst, sondern stundenweiser Vorausbildung unterlagen.

Die Energieaufnahme der Diensthunde wurde kalkulatorisch und nicht im Bombenkalorimeter ermittelt, da Untersuchungen von HABERNOLL (1995) bei beiden Methoden annähernd gleiche Ergebnisse geliefert hatten.

5.1.1.5 Erhebung der Parameter

Um die Fäzeskonsistenz einheitlich zu dokumentieren, wurde die Beurteilung stets von denselben Personen durchgeführt. Aufgrund der räumlichen Trennung der inaktiven und aktiven Diensthunde erfolgte die Erhebung des Parameters der Kotkonsistenz bei den aktiven Diensthunden stets durch denselben Tierpfleger. Um subjektiv begründete Unterschiede in der Vergabe von Beurteilungsgraden so gering wie möglich zu halten, wurden Farbtafeln der unterschiedlichen Beurteilungsgrade ausgegeben und die Bewertung somit weitestgehend vereinheitlicht.

Zur Bestimmung der Trockensubstanz wurde die Kotsammelmethode angewandt. Gegenüber der Kalkulation anhand eines unresorbierbaren Markers wurden bei der scheinbaren Verdaulichkeit aufgrund der Ergebnisse der Untersuchungen von JUNKER (1985), ARNDT (1986) und MÜHLUM (1987) um 0 bis 5 Prozent niedrigere Werte erwartet. Bei der Kotsammelmethode besteht durch Koprophagie die Möglichkeit der Verfälschung der Ergebnisse. Da mehrmals täglich die Zwinger und Ausläufe überprüft und der Kot sofort gesammelt wurde, war in den vorliegenden Untersuchungen die vollständige Erfassung der Kotmenge gewährleistet.

5.1.2 Diskussion der Ergebnisse

5.1.2.1 Allgemeine klinische Beobachtungen

Das Allgemeinbefinden von vier Diensthunden war während der Adaptionsphase von Futter A durch anhaltende Diarrhö so gestört, dass sie aus dem Versuch abgelöst werden mussten. Mögliche Ursache der Diarrhö könnte die Futterumstellung auf das Versuchsfutter gewesen sein, da die Problematik in dieser Ausprägung in den Anfütterungsphasen B und C nicht auftrat. TOLL und REYNOLDS (2002) empfehlen, bei Arbeitshunden einen Futterwechsel 6 bis 8 Wochen vor saisonaler Leistungsbeanspruchung durchzuführen, da sich der Gastrointestinaltrakt bei allmählicher Futterumstellung innerhalb weniger Tage anpasst, Anpassungen des Stoffwechsels allerdings 6 bis 8 Wochen in Anspruch nehmen. Eine stufenweise Umstellung auf das Versuchsfutter hätte die Störung des Allgemeinbefindens durch Diarrhö möglicherweise reduziert.

Die Akzeptanz der Futtermittel A und B war mäßig. In Bilanzphase A nahmen zwei inaktive Diensthunde summarisch an 8 Tagen nicht ihre gesamte Futterrationsration auf, in Bilanzphase B drei Diensthunde an 11 Tagen. Der hohe Gehalt an tierischem Protein der Trockenfutter der eigenen Untersuchung entspricht der gewöhnlichen Vorliebe von Hunden, tierisches dem pflanzlichen Protein geschmacklich vorzuziehen. Insofern lässt sich die mäßige Akzeptanz der Futtermittel nicht auf den Gehalt an tierischen Proteinen zurückführen. Der hohe Proteingehalt könnte darauf schließen lassen, dass während des Herstellungsprozesses in größerem Maße Maillard-Reaktionen abgelaufen sind. Die schlechtere Akzeptanz der Futtermittel A und B, die bei höchstens 113°C behandelt worden sind, gegenüber der besseren Akzeptanz von Futtermittel C, das bei 129°C behandelt worden ist, könnte ein Hinweis auf die ggf. im Zuge der Maillard-Reaktion bei höheren Temperaturen entstehenden angenehmen Aromen, Farben oder Geschmacksrichtungen sein (COWELL et al. 2002).

Diensthunde der Rasse Malinois zeigen häufig Unvermögen, an Gewicht zuzunehmen (JENNINGS 1991). In der eigenen Studie zeigten die Diensthunde im Verlauf der Bilanzphasen überwiegend Körpermasseverluste, obwohl zwischen den Bilanzphasen Erhöhungen der Futterrationsrationen erfolgten. Die im Vorfeld der Bilanzphasen festgelegten Zuteilungen von 11 bis 13 g Futtertrockensubstanz pro kg Körpermasse erwiesen sich als zu niedrig angesetzt, da die Rationen offensichtlich nicht geeignet waren, die Körpermasse der Diensthunde während der Bilanzphasen konstant zu halten. Die Analysen der Rohnährstoffgehalte und die daraus errechneten Energiegehalte der Versuchsfutter ergaben, dass die Futterrationsrationen zu Beginn der Anfütterungsphase A unterhalb der Empfehlungen zur Deckung des Tagesbedarfs für Diensthunde nach MCNAMARA (1972), NRC (2006) und MEYER und ZENTEK (2010) lagen. PAULY (2007) ermittelte einen durchschnittlichen Körpermasseverlust bei Diensthunden in der Vorausbildung der Schule für Diensthundewesen der Bundeswehr von 0,9 kg während der ersten vier Wochen nach Ankauf. Dieser Wert liegt deutlich unter den Beobachtungen der eigenen Untersuchungen mit Körpermasseverlusten bei den aktiven Malinois von durchschnittlich 0,3 bis 1,5 kg während der Bilanzphasen A, B und C.

Die inaktiven Deutschen Schäferhunde zeigten in Bilanzphase C Körpermassезunahmen, die inaktiven Malinois Körpermassеverluste. Diese Effekte traten in den Bilanzphasen A und B jedoch nur tendenziell auf. Möglicherweise spielte hierbei das unterschiedliche Temperament der beiden Rassen eine Rolle. Die Malinois zeigten sich gegenüber den Deutschen Schäferhunden generell aktiver und bewegungsfreudiger. Die aktiven Malinois, die sich deutlich aktiver und bewegungsfreudiger als die inaktiven Malinois zeigten, verzeichneten in allen drei Bilanzphasen Körpermassеverluste, die in den Bilanzphasen A und B größer als bei den inaktiven Malinois waren. PAULY (2007) beschrieb, dass Belgische Hütehunde, zu denen der Malinois zählt, auf Veränderungen der Umwelt anscheinend intensiver reagieren als Deutsche Schäferhunde. Belgische Schäferhunde zeigten in ihrer Studie tagsüber eine signifikant höhere Aktivität während der Aktivitäten „Freilauf“ und „Fütterung“. Während der Ruhe- und Erholungsphase nach einer Schutzdienstübung zeigten Belgische Hütehunde eine signifikant höhere Herzfrequenz als Deutsche Schäferhunde bei gleicher Aktivität. Die Konzentration der Kortisolmetaboliten der Belgischen Hütehunde lag während des gesamten vierwöchigen Aufenthalts in der Vorausbildung der Schule für Diensthundewesen der Bundeswehr mit 7,6 ng/g nativem Kot signifikant über der der Deutschen Schäferhunde. Rasse und Geschlecht erwiesen sich in dieser Studie als wichtige Faktoren bei der Stressbelastung.

5.1.2.2 Trinkwasseraufnahme

Bei konstanter Futterzusammensetzung besteht bei Hunden zwischen aufgenommener Futtermenge und Volumen des aufgenommenen Trinkwassers eine quantitative Beziehung (CIZEK 1959). Die Trinkwasseraufnahme von Hunden wird maßgeblich durch den Feuchtigkeitsgehalt des Futters bestimmt. Trockenfutter bewirkt eine höhere Trinkwasseraufnahme als Feuchtfutter. Die Auswertungen der Gesamtwasseraufnahme der Hunde, berechnet aus dem über das Futter zugeführten und dem über Trinkwasser aufgenommenen Wasser, ergaben jedoch bei Feuchtfutter höhere Werte (BEHNSEN 1992; MEYER et al. 1994). HESS (1990) und KAUFMANN (1998) beschreiben tägliche Gesamtwasseraufnahmen (Gesamtwasser aus Futter und Trinkwasser) zwischen 2,5 und 4,3 ml/kg Körpermasse pro Gramm aufgenommener Futter-Trockensubstanz. MEYER et al. (1994) ermittelten bei sieben verschiedenen Trockenfuttermitteln mit Trockensubstanzgehalten von 90 Prozent eine Trinkwasseraufnahme von 2,6 ml pro Gramm aufgenommener Futter-Trockensubstanz. Die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen lagen mit 3,6 bis 5,0 ml Trinkwasseraufnahme pro Gramm aufgenommener Futter-Trockensubstanz bei einem höheren Trockensubstanzgehalt des Futters von 92 Prozent oberhalb dieser Werte und decken sich daher mit den Ergebnissen früherer Untersuchungen.

In den Untersuchungen von MEYER et al. (1994) nahmen Hunde bei Gabe von Trockenalleinfuttermitteln mit einem Trockensubstanzgehalt von 90 Prozent täglich 39 ml Trinkwasser pro kg Körpermasse auf, KAUFMANN (1998) ermittelte Werte von täglich 49 ml pro kg Körpermasse bei Verabreichung von Trockenalleinfuttermitteln mit einem Trockensubstanzgehalt von 94 Prozent und einem Rohproteingehalt von 28 Prozent. Die Trinkwasseraufnahme der Diensthunde in den eigenen Untersuchungen lag mit 45 bis

64 ml/kg Körpermasse bei einem Trockensubstanzgehalt des Futters von 92 Prozent überwiegend oberhalb dieser Werte.

Der mit 45,4 Prozent für ein Trockenfutter hohe Rohproteinanteil in den Futtrationen der eigenen Untersuchungen könnte aufgrund der vermehrten Bildung von Harnstoff, der renal exkretiert werden muss und zu vermehrter Wärmeproduktion führt, die höhere Trinkwasseraufnahme über einen erhöhten Wasserbedarf erklären (MEYER und ZENTEK 2010).

Nach einstündiger Laufbelastung (10 km/h) ist beim Hund die zusätzlich aufgenommene Trinkwassermenge (protrahiert bis 30 Minuten nach Bewegungsende) höher als der während der Laufbelastung entstandene Wasserverlust (MEYER et al. 1994). Da die Diensthunde der eigenen Untersuchung täglich zwei Stunden Freilauf in Wechselläufen gewährt bekamen, ist die höhere Trinkwasseraufnahme möglicherweise auch aufgrund höherer Laufbelastung entstanden.

Lang anhaltende Tätigkeit in warmer und feuchter Umgebung führt dazu, dass es über Wärmeabfuhr zu einer Verringerung des Gesamtkörperwassers und des Plasmavolumens kommt. Dieser auch Außentemperaturabhängige Bedarf muss adäquat gedeckt werden (TOLL und REYNOLDS 2002). Die tägliche Trinkwasseraufnahme in ml/kg Körpermasse und die Tagesminimaltemperaturen weisen bei allen Diensthunden in allen Bilanzphasen tendenzielle Korrelationen auf. Bei den inaktiven Malinois korrelierte in Bilanzphase C die tägliche Trinkwasseraufnahme in ml/kg Körpermasse positiv und signifikant mit den Tagesmaximaltemperaturen. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Tagesminimaltemperaturen einer Bilanzphase betragen bis zu 6°C. Die in den eigenen Untersuchungen festgestellten Korrelationen zwischen Trinkwasseraufnahme und Tagestemperaturen machen deutlich, dass für eine differenzierte Bewertung der Trinkwasseraufnahme während der Bilanzphase die Haltung der Diensthunde in Stoffwechselläufen oder in klimatisierten Innenzwingern erforderlich gewesen wäre.

Die inaktiven Deutschen Schäferhunde nahmen in Bilanzphase B täglich mehr Trinkwasser auf als die inaktiven Malinois. Diese Effekte traten in den Bilanzphasen A und C jedoch nicht signifikant auf. Rasseunterschiede zwischen Beagles gegenüber Deutschen Schäferhunden und Deutsch Kurzhaar führte KAUFMANN (1998) in ihren Untersuchungen auf eine höhere Trockensubstanzaufnahme und einen parallelen Mehrkonsum an Flüssigkeit bei den Beagles zurück.

5.1.2.3 Anzahl der täglichen Defäkationen

Die Anzahl der täglichen Defäkationen kann abhängig vom Futtermittel erheblich divergieren. Bei hoch und schwer verdaulichen Futtermitteln wurden 0,9 bis 4,3 tägliche Defäkationen beschrieben (JUNKER 1985; ARNDT 1986; RIKLIN 1973; KOCH-ERHORN 1987; MÜHLUM 1987; WIECZOREK 1992; HABERNOLL 1995; MEYER et al. 1999). Die eigenen Untersuchungen ergaben 0,9 bis 2,0 Defäkationen pro Tag, wobei in den

Bilanzphasen B und C deutliche Unterschiede zwischen den inaktiven und aktiven Malinois auftraten. Die aktiven Malinois setzten täglich rund zwei Mal häufiger Kot ab als die inaktiven Malinois. Diese Beobachtung deckt sich mit den Erkenntnissen von MUELAS et al. (1993), KONDO et al. (1994) und ROLFE et al. (2002a, b), wonach physische und psychische Belastung, aber auch individuelle Faktoren wie Temperament und Körpergröße der Hunde die Passagegeschwindigkeit und die Motilität des Darms beeinflussen. HERNOT et al. (2005) beobachteten einen Einfluss der Körpergröße von Hunden auf die durchschnittliche gastrointestinale Transitzeit (MTT) und die Kotqualität. Je länger die MTT, desto schlechter stellte sich die Kotqualität der Hunde dar. KAUFMANN (1998) beschrieb gegenüber den vom Temperament her ruhigeren Beagles und Deutschen Schäferhunden bei Deutsch Kurzhaar eine tendenziell erhöhte Defäkationsfrequenz. Frühere Studien von ZENTEK et al. (2002) und NERY et al. (2010) ergaben, dass Deutsche Schäferhunde besonders anfällig für Futterunverträglichkeiten sind. Rasseinflüsse auf die Anzahl der täglichen Defäkationen ergaben sich in Bilanzphase C, in der die inaktiven Deutschen Schäferhunde häufiger Kot absetzten als die inaktiven Malinois. Da die Kotabsatzfrequenz ein Parameter der Futterverträglichkeit ist, bestätigen die eigenen Ergebnisse der Bilanzphase C diese Aussage; allerdings konnten signifikante Unterschiede in den Bilanzphasen A und B nicht nachgewiesen werden.

5.1.2.4 Kotkonsistenz

Studien, in denen bei Hunden Trocken- und Feuchtfuttermittel verglichen wurden, beobachteten bei Trockenfutter bessere Kotkonsistenzen und höhere Trockensubstanzgehalte in den Fäzes (ZENTEK 1995a; HABERNOLL 1995; MEYER et al. 1999). HERNOT et al. (2005) beschrieben für Deutsche Schäferhunde Kotkonsistenzen des Beurteilungsgrads 3 bei einer gastrointestinalen Transitzeit von 40 Stunden. Zwischen Transitzeit des großen Intestinums sowie gastrointestinaler Transitzeit und Kotqualität wurde bei Hunden unterschiedlicher Körpergrößen (Miniaturpudel, Schnauzer, Riesenschnauzer und Deutschen Doggen) ein Zusammenhang hergestellt (HERNOT et al. 2006). Der bei großen Hunderassen höhere Natriumgehalt in den Fäzes, der durch eine größere Permeabilität des Kolons erklärt werden kann, diente HERNOT et al. (2009) als Erklärung für den höheren Feuchtigkeitsanteil in den Fäzes von großen Hunderassen.

In den eigenen Untersuchungen lagen die Kotkonsistenzen der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C im Median überwiegend bei Beurteilungsgrad 3, entsprechend etwas weichem, aber gut geformten Kot. Kotkonsistenzen der Beurteilungsgrade 2 und 3 traten in Bilanzphase C bei den inaktiven Malinois prozentual häufiger auf als bei den aktiven Malinois. Es traten jedoch auch Kotkonsistenzen der Beurteilungsgrade 4 und 5 auf. Vier Diensthunde, die während der Adaptionsphase von Futter A ausschließlich Kotkonsistenzen des Beurteilungsgrades 5 zeigten, mussten aus dem Versuch abgelöst werden. Diese Ergebnisse entsprechen Erkenntnissen, wonach Hunde großer Rassen oder sehr aktive Hunde gegenüber anderen Hunden weichere Fäzeskonsistenzen aufweisen (MEYER und ZENTEK 1993; ZENTEK 1995a; HABERNOLL 1995; KAUFMANN 1998; MEYER et al. 1999; WEBER et al. 2003; ZENTEK et al. 2004) und Arbeits- bzw. Gebrauchshunde unter

Belastung zu weicher Kotkonsistenz, Diarrhö und anderen gastrointestinalen Symptomen neigen (DUHAIME et al. 1998; SLENSKY et al. 2004). Die aus der eigenen Untersuchung abgelösten Diensthunde waren möglicherweise aktiver als die anderen Hunde.

NERY et al. (2010) ermittelten bei Deutschen Schäferhunden bei hoch und niedrig proteinhaltigen Futtermitteln Kotkonsistenzen mit Beurteilungsgraden zwischen 3,3 und 3,9. Hunde zeigen bei Verabreichung von Futter mit hohem Anteil an tierischen Proteinträgern oft weich-schmierige Kotkonsistenzen (ZENTEK 1993; MARQUARDT 1999; NERY et al. 2010). VAN DER STEEN (1996) ermittelte beim Vergleich von rohproteinreichem Futter (63 Prozent Rohproteingehalt in der Trockensubstanz) gegenüber Futter mit geringerem Rohproteingehalt (22 Prozent) eine weichere Kotkonsistenz, höhere fäkale pH-Werte sowie niedrigere Gehalte der Fäzes an Trockensubstanz. NERY et al. (2010) beobachteten bei niedrigeren Proteingehalten des Futters bei Hunderassen verschiedener Grössen (klein-mittel-groß) bessere Kotkonsistenzen und folgerten, dass erhöhte Proteinaufnahme die Menge des für die Fermentation im Colon verfügbaren Substrats beeinflusst und so zu schlechteren Kotkonsistenzen führt. KAUFMANN (1998) vermutet, dass unverdaute Proteinbestandteile als wasserbindende Faktoren von Bedeutung sind, da sie eine Korrelation zwischen fäkaler Rohproteinabgabe und fäkaler Wasserabgabe nachweisen konnte. Der hohe Rohproteinanteil der eigenen Versuchsfutter sowie die Herstellungsverfahren mit Wasserentzug und Erhitzung, die Umsetzungen der Rohnährstoffe wie z.B. die Denaturierung von Proteinen oder die Maillard-Reaktion begünstigen, könnten zur Ausbildung von Diarrhö bzw. schlechterer Kotkonsistenz beigetragen haben (JANETSCHKE und FEHLHABER 1992).

5.1.2.5 Trockensubstanzgehalte der Fäzes

KAUFMANN (1998) ermittelte bei Rationen mit variierenden Gehalten an Hydrokolloiden bzw. Feuchtigkeit Trockensubstanz-Gehalte der Fäzes im Mittel zwischen 26,1 und 32,8 Prozent bei verschiedenen Hunderassen. Ein eindeutiger Zusammenhang zur mittels Beurteilungsschema ermittelten Kotkonsistenz konnte nicht festgestellt werden. Die Trockensubstanzgehalte der Fäzes bewegten sich in den eigenen Untersuchungen in einem Bereich von 34 bis 43 Prozent, wobei bei den inaktiven Diensthunden kein eindeutiger Zusammenhang zu mittels Beurteilungsgrad ermittelten Kotkonsistenzen ersichtlich war (Abbildungen 10 und 11). Bei den aktiven Malinois konnte in Bilanzphase C eine signifikante Korrelation zwischen dem Trockensubstanzgehalt der Fäzes und der mittels Beurteilungsschema ermittelten Kotkonsistenz festgestellt werden (Abbildung 12). Die Ergebnisse der Untersuchungen anderer Autoren konnten ebenfalls keine eindeutige Beziehung zwischen den Parametern nachweisen (MÜHLUM 1987; BEHFELD 1988; WICZOREK 1993; GRÖNER und PFEFFER 1997; PIETRZAK 1997; MARQUARDT 1999).

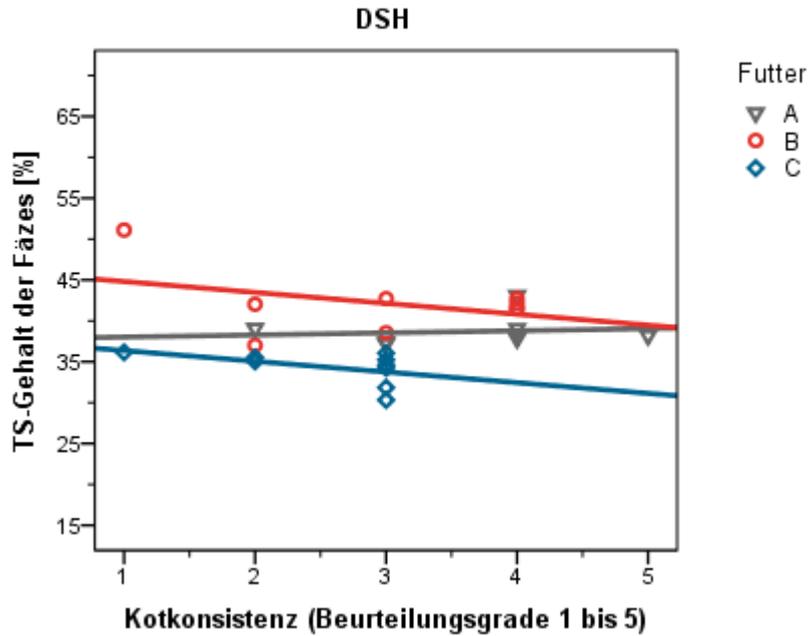


Abb. 10: Korrelationen zwischen Kotkonsistenz und Trockensubstanzgehalt der Fäzes der inaktiven Deutschen Schäferhunde in den Bilanzphasen A ($p = 0,746$), B ($p = 0,309$) und C ($p = 0,191$)

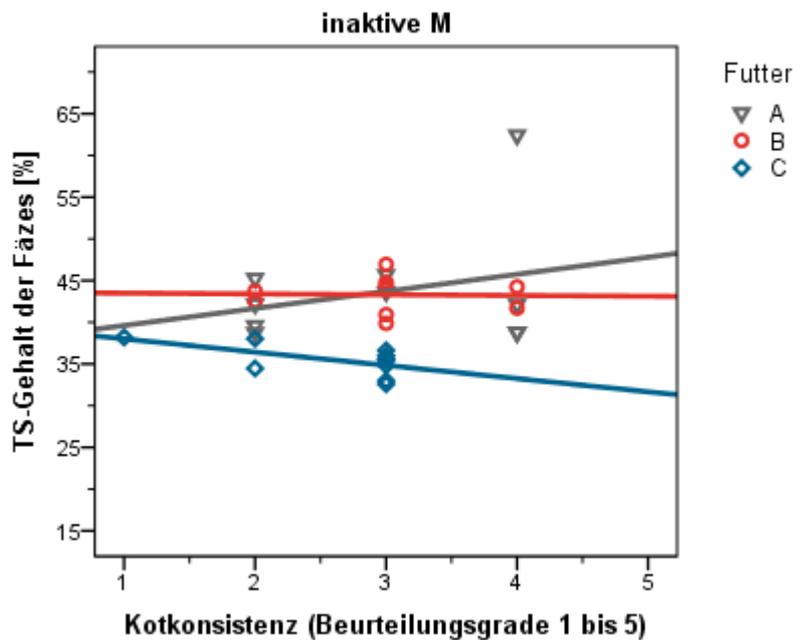


Abb. 11: Korrelationen zwischen Kotkonsistenz und Trockensubstanzgehalt der Fäzes der inaktiven Malinois in den Bilanzphasen A ($p = 0,446$), B ($p = 0,935$) und C ($p = 0,070$)

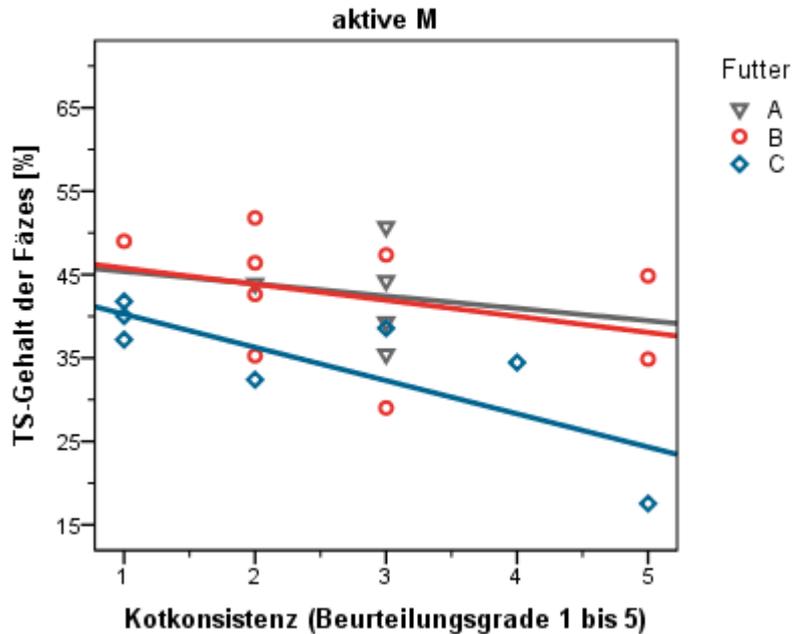


Abb. 12: Korrelationen zwischen Kotkonsistenz und Trockensubstanzgehalt der Fäzes der aktiven Malinois in den Bilanzphasen A ($p = 0,854$), B ($p = 0,352$) und C ($p = 0,034$)

5.1.2.6 Gehalte der Fäzes an freiem Wasser

KAUFMANN (1998) ermittelte bei Rationen mit variierenden Gehalten an Hydrokolloiden bzw. Feuchtigkeit Gehalte der Fäzes an freiem Wasser zwischen 9,3 und 29,9 Prozent bei verschiedenen Hunderassen. Meist lagen die Werte zwischen 12,0 und 14,6 Prozent. Mit Zunahme an freiem Wasser in den Fäzes wurden die Fäzes weicher. MARQUART (1999) ermittelte bei verschiedenen Futtermitteln Werte zwischen 5,5 und 17,4 Prozent, wobei nach Laktulosefütterung eine weiche Kotkonsistenz mit einem erhöhten Anteil an freiem Wasser in den Fäzes auftrat.

Die Gehalte der Fäzes an freiem Wasser bewegten sich in den eigenen Untersuchungen zwischen 9 und 23 Prozent. Ein Zusammenhang zwischen der visuell beurteilten Kotkonsistenz und dem Gehalt der Fäzes an freiem Wasser konnte nicht eindeutig hergestellt werden (Abbildungen 13 bis 15). Bei den aktiven Malinois konnte in Bilanzphase C eine signifikante Korrelation zwischen Gehalt der Fäzes an freiem Wasser und mittels Beurteilungsschema ermittelten Kotkonsistenz festgestellt werden (Abbildung 15).

Die eigenen Ergebnisse decken sich mit denen anderer Autoren, die verschiedene Futtermittel bei Hunden untersuchten und zwischen den Parametern keine eindeutige (MÜHLUM 1987; WIECZOREK 1993; KAUFMANN 1998) oder nur eine schwache Beziehung nachweisen konnten (WIECZOREK 1993; ZENTEK 1993; MARQUART 1999).

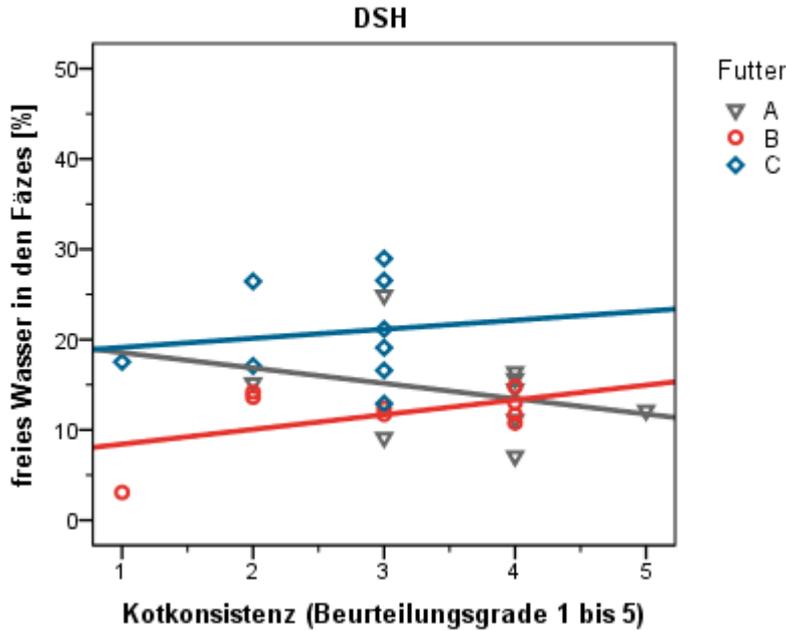


Abb. 13: Korrelationen zwischen Kotkonsistenz und Gehalt der Fäzes der inaktiven Deutschen Schäferhunde an freiem Wasser in den Bilanzphasen A ($p = 0,455$), B ($p = 0,147$) und C ($p = 0,733$)

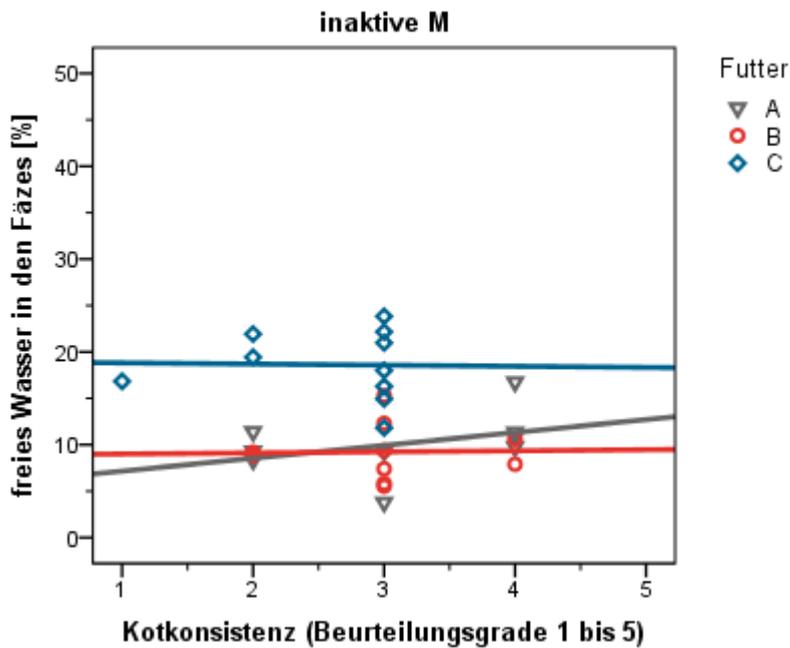


Abb. 14: Korrelationen zwischen Kotkonsistenz und Gehalt der Fäzes der inaktiven Malinois an freiem Wasser in den Bilanzphasen A ($p = 0,248$), B ($p = 0,943$) und C ($p = 0,950$)

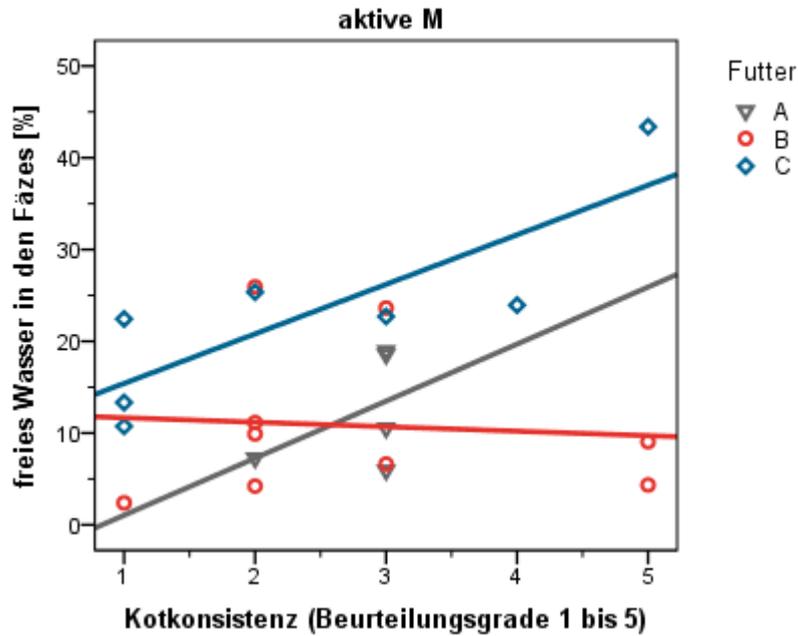


Abb. 15: Korrelationen zwischen Kotkonsistenz und Gehalt der Fäzes der aktiven Malinois an freiem Wasser in den Bilanzphasen A ($p = 0,446$), B ($p = 0,837$) und C ($p = 0,021$)

Die Gehalte der Fäzes an freiem Wasser und Trockensubstanz wiesen bei allen Diensthunden in den Bilanzphasen A, B und C tendenziell negative Korrelationen auf. Bei aktiven und inaktiven Diensthunden konnte in Bilanzphase B eine signifikante Korrelation zwischen Gehalt der Fäzes an freiem Wasser und Trockensubstanz festgestellt werden, bei den aktiven Malinois auch in Bilanzphase C (Abbildungen 16 bis 18).

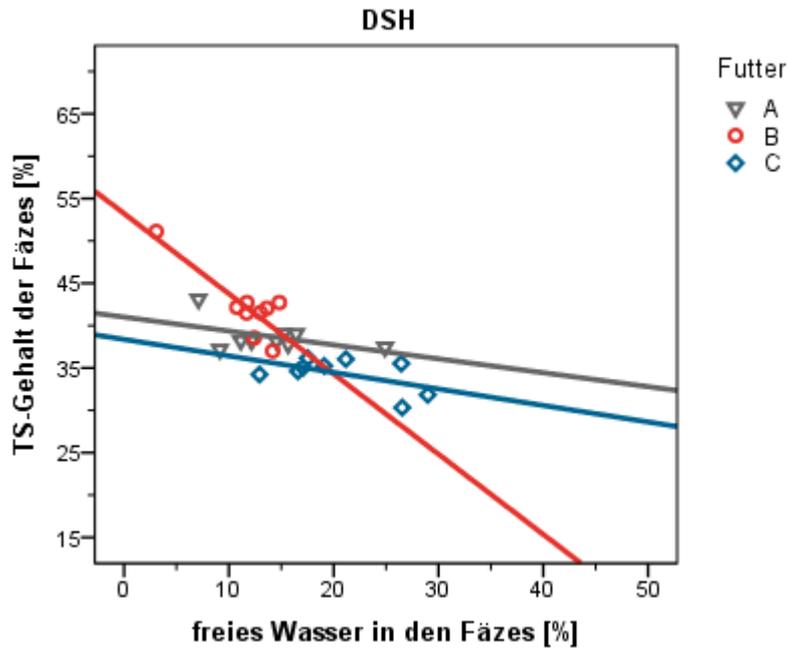


Abb. 16: Korrelationen zwischen Gehalt der Fäzes der inaktiven Deutschen Schäferhunde an freiem Wasser und Trockensubstanz in den Bilanzphasen A ($p = 0,192$), B ($p = 0,004$) und C ($p = 0,135$)

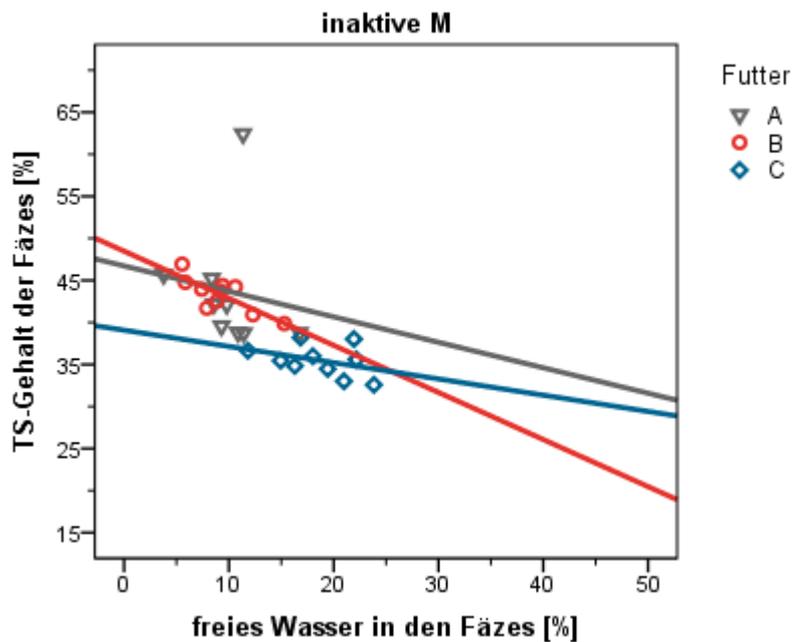


Abb. 17: Korrelationen zwischen Gehalt der Fäzes der inaktiven Malinois an freiem Wasser und Trockensubstanz in den Bilanzphasen A ($p = 0,702$), B ($p = 0,006$) und C ($p = 0,269$)

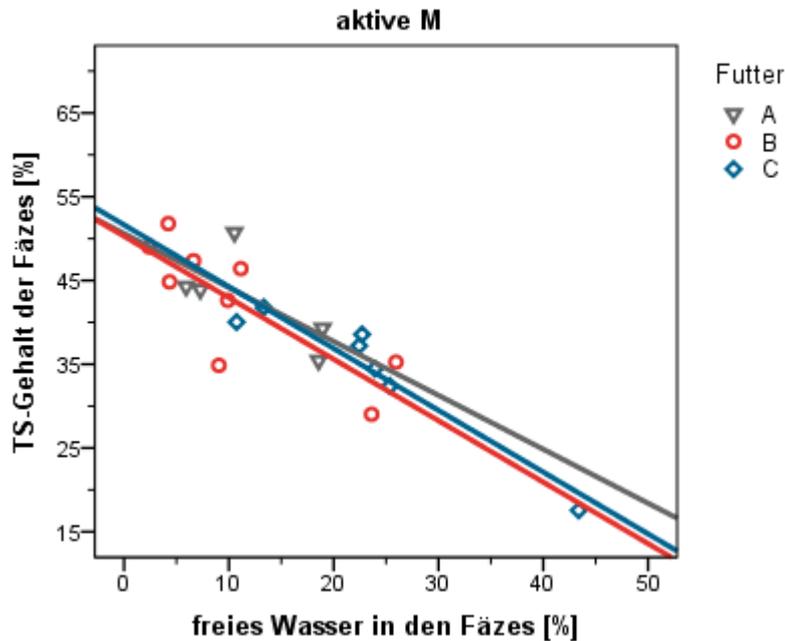


Abb. 18: Korrelationen zwischen Gehalt der Fäzes der aktiven Malinois an freiem Wasser und Trockensubstanz in den Bilanzphasen A ($p = 0,196$), B ($p = 0,008$) und C ($p = 0,001$)

5.1.2.4 Untersuchungen zur Verträglichkeit und Verdaulichkeit der Futtermittel

Die Akzeptanz der Futtermittel A und B durch die Diensthunde war mäßig, es trat Futterverweigerung auf. Die Verabreichung der Futtermittel A, B und C führte in den vorliegenden Untersuchungen zu erheblichen individuellen Körpermasseschwankungen bei den Diensthunden. Teilweise setzten Diensthunde während der siebentägigen Bilanzphasen an zwei Tagen keinen Kot ab.

Aussagekräftige Ergebnisse von Analysen der Zusammensetzung der Fäzes waren vor diesem Hintergrund nicht zu erwarten. Auf die Untersuchungen der Rohnährstoff- und Mineralgehalte der Fäzes sowie die Berechnung der scheinbaren Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe über die Trockensubstanz hinaus wurde deshalb verzichtet.

In den eigenen Untersuchungen ergaben die Berechnungen der scheinbaren Verdaulichkeiten der Trockensubstanz bei den Diensthunden Werte zwischen 83,6 und 87,0 Prozent. Dies liegt im Rahmen des oberen Drittels der ermittelten Werte von Untersuchungen anderer Autoren, die zwischen 67,0 (GRÖNER 1991) bis 94,1 (BEHNSEN 1992) Prozent scheinbare Verdaulichkeiten der Trockensubstanz beschrieben (Tabelle 6). Quelle und Quantität des Proteins im Futter und auch die Größe der Hunderasse beeinflussen die Verdaulichkeit der Trockensubstanz. Futtermittel mit niedrigem Proteingehalt wiesen in Untersuchungen von NERY et al. (2010) eine höhere Verdaulichkeit der Trockensubstanz auf als Futtermittel mit hohem Proteinanteil. In den eigenen Untersuchungen war nur bei den inaktiven Malinois die scheinbare Verdaulichkeit der Trockensubstanz bei Futter B niedriger als bei Futter C, darüber hinaus waren keine signifikanten Unterschiede nachweisbar. Die unterschiedlichen

Herstellungstemperaturen der Futtermittel A, B und C scheinen demnach keinen Einfluss auf die scheinbare Verdaulichkeit der Trockensubstanz gehabt zu haben.

Die Verdaulichkeit von Aminosäuren in Tierfutterbestandteilen wie Fleisch- und Knochenmehl oder Geflügelnebenproduktemehl kann erheblich variieren (BURGOS et al. 1974; JOHNSTON und COON 1979; HAN und PARSONS 1990; PARSONS et al. 1997). Diverse Untersuchungen belegen einen großen Einfluss der Herstellungstemperatur auf die Verdaulichkeit von Aminosäuren in Tierfuttermitteln. KONDOS und MCCLYMONT (1972) beschreiben, dass die Verfügbarkeit essenzieller Aminosäuren in Fleisch- und Knochenmehl bei einer Erhöhung der Herstellungstemperatur von 116°C auf 160°C abnahm. Dem Gehalt an Rohasche sowie der Herstellungstemperatur werden primäre Einflüsse auf die Verdaulichkeit der Aminosäuren zugeschrieben, die Ergebnisse der Untersuchungen zum Rohaschegehalt sind allerdings inkonsistent (SATHE und MCCLYMONT 1965; PARTANEN 1994; JOHNSON et al. 1998). Die Verfügbarkeit von Lysin in Fleisch- und Knochenmehl für Geflügel nahm in Untersuchungen von BATTERHAM et al. (1986) bei einer Erhöhung der Herstellungstemperatur von 125°C auf 150°C von 85 auf 35 Prozent ab. JOHNSON et al. (1998) empfehlen aufgrund ihrer Ergebnisse von Untersuchungen mit verschiedenen extrudierten Hundefuttermitteln an ovariectomisierten Hähnchen und ileal kanülierten Hunden, Tierfutter bei niedrigen Herstellungstemperaturen zu behandeln. Die Verdaulichkeit der Aminosäuren war bei ovariectomisierten Hähnchen bei Fleisch- und Knochenmehl mit niedriger Herstellungstemperatur (110°C) höher als bei hoher Herstellungstemperatur (145°C). Die höchste Verdaulichkeit von Aminosäuren (82 Prozent) wurde bei ileal kanülierten Hunden bei Fleisch- und Knochenmehl mit hohem Rohaschegehalt und niedriger Herstellungstemperatur (110°C) ermittelt, die niedrigste Verdaulichkeit von Aminosäuren (62 Prozent) bei Lammehmehl mit niedrigem Rohaschegehalt und Herstellungstemperatur von 130°C.

5.1.3 Schlussfolgerungen

Deutliche Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse, die zwischen allen Futtermitteln und über alle Bilanzphasen auftreten, konnten nicht nachgewiesen werden.

Aktivitätseinflüsse zeigten sich mit 6 Parametern am häufigsten in Bilanzphase C. Rasseeinflüsse waren mit 3 Parametern am häufigsten in der Bilanzphase mit Futter B nachweisbar. Futtereinflüsse waren mit insgesamt 36 Parametern, davon 9 bei den inaktiven Deutschen Schäferhunden, 12 bei den inaktiven Malinois und 15 bei den aktiven Malinois, am häufigsten zwischen den Futtermitteln B und C nachweisbar.

In den eigenen Untersuchungen zeigten sich Aktivitätseinflüsse bzw. Stresseffekte als signifikante Unterschiede zwischen den aktiven und inaktiven Malinois bei den Parametern Körpermassenveränderung, Trinkwasseraufnahme, Anzahl der Defäkationen und prozentuale Häufigkeit der Kotkonsistenzen mit Beurteilungsgraden 2 und 3, die jedoch bei keinem der Parameter in allen drei Bilanzphasen auftraten.

Es zeigten sich Rasseeinflüsse als signifikante Unterschiede zwischen den beiden Rassen Deutscher Schäferhund und Malinois bei den Parametern Körpermassenveränderung, Trinkwasseraufnahme, Anzahl der Defäkationen sowie Trockensubstanzgehalt im Kot, die jedoch bei keinem der Parameter in allen drei Bilanzphasen auftraten.

Es zeigten sich Futtereinflüsse bzw. Einflüsse der unterschiedlichen Bearbeitungstemperaturen als signifikante Unterschiede zwischen den Futtermitteln A, B und C bei allen untersuchten Parametern außer der prozentualen Häufigkeit der Kotkonsistenzen mit Beurteilungsgrad 5, die jedoch bei keinem der Parameter in allen drei Bilanzphasen auftraten.

Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Kotkonsistenz und Trockensubstanzgehalt der Fäzes, zwischen Kotkonsistenz und dem Gehalt der Fäzes an freiem Wasser sowie zwischen Gehalt der Fäzes an freiem Wasser und Trockensubstanz konnte nicht festgestellt werden.

Der hohe Rohproteinanteil der Versuchsfutter sowie das Herstellungsverfahren der Versuchsfutter A (unverzögliche Trocknung bei 113°C) und B (Erhitzung 60 min bei 90°C, dann Trocknung bei 113°C) haben sich bezüglich Akzeptanz und Verträglichkeit bei Diensthunden in diesen Untersuchungen nicht bewährt. Bei Versuchsfutter C (Erhitzung 60 min bei 129°C, dann Trocknung bei 113°C) waren die Akzeptanz der Diensthunde und die Verträglichkeit des Futters besser. Dies kann möglicherweise auf einen Gewöhnungsprozess bezüglich des Futtergeschmacks zurückzuführen sein sowie auf die durch die unterschiedlichen Herstellungsverfahren (Erhitzungsprozesse) begründete unterschiedliche Verdaulichkeit der Nährstofffraktionen.

Die ermittelten Ergebnisse (Tabellen 104a und 104b) sind aufgrund der geringen Tierzahlen vorsichtig zu interpretieren und beziehen sich auf die in der Bundeswehr typische Halte- und Einsatzform von Diensthunden, d.h. sie sind nur bedingt auf andere Arbeits- und Sporthunde übertragbar.

DISKUSSION

Tab. 104a: Übersicht über Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse (•)
in den Bilanzphasen A, B und C

Parameter	Diensthunde		Aktivität			Rasse			Futter		
			A	B	C	A	B	C	A-B	A-C	B-C
KM (kg)	inaktiv	DSH									
		M						•			
	aktiv	M									•
	inaktiv	DSH									
KM (+/- kg/7d)		M						•		•	
	aktiv	M	•	•							•
Futteraufnahme (g/d)	inaktiv	DSH								•	
		M								•	•
	aktiv	M									•
	inaktiv	DSH									
Futteraufnahme (g/kg KM/d)		M							•	•	•
	aktiv	M									•
Energieaufnahme (kJ/kg KM/d)	inaktiv	DSH									
		M							•	•	•
	aktiv	M									•
	inaktiv	DSH									
Energieaufnahme (kJ/kg KM ^{0,75} /d)		M							•	•	•
	aktiv	M									•
Trinkwasser- aufnahme (ml/d)	inaktiv	DSH									•
		M					•				
	aktiv	M	•		•						•
	inaktiv	DSH									•
Trinkwasser- aufnahme (ml/kg KM/d)		M					•				
	aktiv	M			•						•
Trinkwasser- aufnahme (ml/g F-TS/d)	inaktiv	DSH								•	•
		M					•				•
	aktiv	M			•						•
	inaktiv	DSH									
Anzahl Defäkationen		M						•			
	aktiv	M		•	•					•	•
Kotmenge (g uS/d)	inaktiv	DSH									•
		M								•	•
	aktiv	M									•
	inaktiv	DSH									
Kotmenge (g TS/d)		M									
	aktiv	M									•
Kotmenge (g uS/kg KM/d)	inaktiv	DSH								•	•
		M								•	•
	aktiv	M									
	inaktiv	DSH									
Kotmenge (g TS/kg KM/d)		M									
	aktiv	M									•

DISKUSSION

Tab. 104b: Übersicht über Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse (•)
in den Bilanzphasen A, B und C

Parameter	Diensthunde	DSH	Aktivität			Rasse			Futter		
			A	B	C	A	B	C	A-B	A-C	B-C
freies Wasser im Kot (% uS)	inaktiv	DSH M									•
	aktiv	M									•
TS im Kot (% uS)	inaktiv	DSH M				•				•	•
	aktiv	M									•
g Fäzes-TS/g Futter-TS	inaktiv	DSH M									
	aktiv	M									•
Kotkonsistenz (Kot-BG)	inaktiv	DSH M							•	•	
	aktiv	M									
Häufigkeit Kot-BG 1 (%)	inaktiv	DSH M							•		
	aktiv	M									
Häufigkeit Kot-BG 2 (%)	inaktiv	DSH M							•		•
	aktiv	M			•						
Häufigkeit Kot-BG 3 (%)	inaktiv	DSH M								•	•
	aktiv	M			•						•
Häufigkeit Kot-BG 4 (%)	inaktiv	DSH M								•	•
	aktiv	M								•	
Häufigkeit Kot-BG 5 (%)	inaktiv	DSH M									
	aktiv	M									
scheinbare Verdaulichkeit TS (% uS)	inaktiv	DSH M									
	aktiv	M									•

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

5.2 Untersuchungen zum Einfluss eines Probiotikums (*Lactobacillus acidophilus* DSM 13241) auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter

Ziel der Untersuchung war es, an Diensthunden den Einfluss des Probiotikums *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241 auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter zu untersuchen. Dabei wurden Futtermittel eingesetzt, die ohne und mit probiotischem Supplement verabreicht wurden. In der Studie wurden weiterhin die Diensthunderassen Deutscher Schäferhund und Malinois verglichen.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte im Wissen, dass die verwendeten Tierzahlen im Versuch mit jeweils 7 verfügbaren Diensthunden sehr gering waren. Aus diesem Grund wurden mehrere Messergebnisse der einzelnen Hunde pro Bilanzphase zusammengefasst, um die individuelle Variabilität zu minimieren, eventuell auftretende Extremwerte auszugleichen und eine möglichst große Aussagekraft der Ergebnisse zu gewährleisten. Aufgrund der geringen Tierzahlen und individueller Variationen der einzelnen Diensthunde müssen die statistisch signifikanten Ergebnisse zwischen den Gruppen vorsichtig interpretiert werden.

5.2.1 Diskussion der Methoden

5.2.1.1 Versuchsaufbau

Der prospektive Versuchsaufbau war grundsätzlich geeignet, um die Einflüsse des Probiotikums *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241 auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter zu untersuchen. Der Fütterungsversuch war in drei konsekutive Fütterungsperioden gegliedert und jeder Hund stellte seine eigene Negativkontrolle dar. Vor den verschiedenen Bilanzphasen der Kontrollfutter A und B wurden Anfütterungs- bzw. Washoutphasen von sieben Tagen eingehalten, vor der Bilanzphase des probiotischen Futters P 21 Tage. In zahlreichen Studien beim Hund wurde bei regelmäßiger Verabreichung von probiotischen Bakterien (*Enterococcus faecium*, *Bacillus cereus*, *Lactobacillus rhamnosus* GG, *L. acidophilus*) eine Keimzahlerhöhung der probiotischen Bakterien im Darm bzw. in den Fäzes nachgewiesen (MOLITOR 1996; BIOURGE et al. 1998; WEESE und ANDERSON 2002; BAILLON et al. 2004; PASCHER 2005). Nach Einstellung der Verabreichung des Probiotikums, i.d.R. nach 3 bis 10 Tagen, sind die supplementierten Bakterien in den Fäzes nicht mehr nachweisbar (RICHARDSON 1996). Die in den eigenen Untersuchungen gewählten Anfütterungs- bzw. Washoutphasen erscheinen daher als zeitlich ausreichend angesetzt. Aufgrund des konsekutiven Versuchsaufbaus können jahreszeitliche Einflüsse auf die Zusammensetzung der Darmmikrobiota, die BENNO et al. (1992b) beobachteten, weitgehend ausgeschlossen werden.

5.2.1.2 Tiere

Für die Studie wurden grundsätzlich nur Diensthunde ausgewählt, die körperlich gesund waren und keine Koprophagie zeigten. Bei den Diensthunden handelte es sich um dauerhaft an der SDstHundeBw stationierte Diensthunde mit abgeschlossener Ausbildung. Für die Fütterungsversuche wurden im Handling kooperative Diensthunde der Rassen Deutscher Schäferhund und Malinois im Alter zwischen 7 und 14 Jahren ausgewählt, gegen deren Einbindung in eine mehrwöchige Studie keine dienstlichen Einwände bestanden, sodass 7 Deutsche Schäferhunde und 7 Malinois in die Studie aufgenommen werden konnten.

Alter und Geschlecht der Diensthunde wurden in der Untersuchung nicht berücksichtigt. Bei den Deutschen Schäferhunden überwogen männliche Tiere (männlich bzw. männlich kastriert $n = 6$; weiblich kastriert $n = 1$), sämtliche Malinois waren männlich bzw. männlich kastriert ($n = 7$). Untersuchungen mit größeren Tierzahlen wären für eine höhere Aussagekraft der Ergebnisse wünschenswert gewesen.

5.2.1.3 Haltung der Diensthunde

Die Haltung der Diensthunde entsprach der Haltung der inaktiven Diensthunde der Untersuchungen des 1. Teils. Die Diensthunde verblieben in der ihnen gewohnten Umgebung bei gleichbleibenden Bezugspersonen und unterlagen somit keinen zusätzlichen Stresseffekten durch die Haltungsform.

5.2.1.4 Fütterung

Da Diensthunde an der SDstHundeBw grundsätzlich einmal täglich zum Dienstschluss gefüttert werden, wurde von diesem Schema nicht abgewichen.

Das Trockenalleinfuttermittel der eigenen Untersuchungen war in der Probiotikaperiode mit *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241 supplementiert, der in seiner Endformulierung vom Hersteller mit Dextrose als Trägersubstanz kombiniert und geschützt in einer Öl-Fettmatrix durch ein spezielles Herstellungsverfahren dem Trockenfutter aufgesprüht worden war. Der in den eigenen Untersuchungen verwendete Stamm *L. acidophilus* DSM 13241 konnte in einer Studie von BAILLON et al. (2004) während der Produktion und der Lagerung in der Futtermatrix überleben und mittels molekularbiologischer Nachweismethoden (Ribotyping, RNA-Sequenzanalyse) in den Fäzes von Hunden identifiziert werden, so dass von einer prinzipiellen Kolonisationsfähigkeit auszugehen ist.

Unter Verzicht auf Dosis-Wirkungs-Versuche erhielten die Diensthunde bezogen auf die Futtermenge eine Keimdosis von 10^9 KbE/Tag, entsprechend den in früheren Untersuchungen beim Hund verwendeten Keimkonzentrationen von probiotischen *L. acidophilus* DSM 13241-Supplementen (BAILLON et al. 2004; RASTALL 2004; PASCHER 2005). Aus den

bisherigen Studien bei Hunden gibt es keine klaren Daten bezüglich der effektivsten Wirkdosis von *L. acidophilus* DSM 13241. Beim Menschen werden als minimale Wirkdosis probiotischer Supplemente Konzentrationen von 10^8 - 10^{10} KbE/Tag angegeben (KAILASAPATHY et al. 2000) und Konzentrationen von 10^{10} - 10^{11} KbE/Tag für probiotische Supplemente empfohlen (ISOLAURI et al. 1991). Für Hunde liegen für probiotische Supplemente bislang keine vergleichbaren Daten aus Dosis-Wirkungs-Studien vor (WEESE und ARROYO 2003). Eine Leitlinie der Europäischen Kommission zur Prüfung der Wirksamkeit von Mikroorganismen bei den Tierkategorien Hund, Katze und Pferd, definiert Standards und Parameter für die Überprüfung der Effektivität von Probiotika bei den genannten Tiergattungen (LAHRSEN und ZENTEK 2002), die bei der Planung der eigenen Untersuchung berücksichtigt wurden.

Die Energiedichte der Futtermittel A, P und B entsprach bei einem Bruttoenergiegehalt (GE) von 19,8 MJ/kg in der ursprünglichen Substanz bzw. 20,6 MJ/kg in der Trockensubstanz und einem Gehalt an umsetzbarer Energie (ME) von 16,8 MJ/kg in der ursprünglichen Substanz bzw. 17,4 MJ/kg in der Trockensubstanz (Versuchsfutter A und B) sowie einem Bruttoenergiegehalt (GE) von 20,4 MJ/kg in der ursprünglichen Substanz bzw. 21,1 MJ/kg in der Trockensubstanz und einem Gehalt an umsetzbarer Energie (ME) von 17,2 MJ/kg in der ursprünglichen Substanz bzw. 17,9 MJ/kg in der Trockensubstanz (Versuchsfutter P) den Fütterungsempfehlungen für Sport- und Gebrauchshunde bei mittelfristigen Leistungen mit hoher Dauer und Häufigkeit nach TOLL und REYNOLDS (2002).

Die Futterrationen wurden zu Beginn der Anfütterungsphase A entsprechend den Empfehlungen des Herstellers und abhängig vom Ernährungszustand des Diensthundes gewählt.

5.2.1.5 Erhebung der Parameter

Um die zu untersuchenden Parameter einheitlich zu dokumentieren wurden diese stets von derselben Person erhoben. Dies erfolgte analog zur Methodik der Untersuchungen des 1. Teils.

5.2.2 Diskussion der Ergebnisse

5.2.2.1 Allgemeine klinische Beobachtungen

Die Körpermasseveränderungen der Diensthunde während der Bilanzphasen A, P und B lagen zwischen Körpermasseverlusten von 0,3 kg und Körpermassezunahmen von 0,2 kg. Signifikante Rasse- und Futterunterschiede ließen sich nicht nachweisen, jedoch konnten bei Malinois und Deutschen Schäferhunden bei probiotischen Futter P Körpermassenzunahmen

verzeichnet werden. Da die Futterrationen zu Beginn jeder Anfütterungsphase an den Ernährungszustand des jeweiligen Diensthundes angepasst wurden, kann dieser Effekt jedoch nicht auf das Probiotikum allein zurückgeführt werden. Körpermassезunahmen unter mit *L. acidophilus* DSM 13241 supplementierter Diät wurden von PASUPATHY et al. (2001) und PASCHER (2005) bei Hunden beschrieben.

In den eigenen Untersuchungen war bei den Malinois die Fellbeschaffenheit bei Futter B besser als jeweils bei den Futtermitteln A und P. Bei den deutschen Schäferhunden war die Fellbeschaffenheit bei Futtermittel A schlechter als jeweils bei den Futtermitteln P und B. Diese Ergebnisse der Beurteilung der Fellbeschaffenheit können nicht ausschließlich als Effekt des *L. acidophilus*-Zusatzes interpretieren werden, da die Diensthunde für die eigenen Untersuchungen einer grundsätzlichen Futterumstellung unterlagen. PASCHER (2005) belegte bei probiotischem Futter mit *L. acidophilus*-Zusatz Veränderungen der Parameter Körperkondition und Fellbeschaffenheit bzw. gleich bleibende Krallen- und Ballenbeschaffenheit. Bei der Beurteilung der Fellbeschaffenheit war der jahreszeitlich bedingte Fellwechsel jedoch ein nicht vermeidbarer Störfaktor. Der Effekt eines *L. acidophilus*-Zusatzes auf die Fellbeschaffenheit müsste daher durch eine gezielte Fragestellung und Versuchsplanung abgesichert werden.

5.2.2.2 Trinkwasseraufnahme

Die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen lagen mit 3,6 bis 7,1 ml Trinkwasseraufnahme pro Gramm aufgenommener Futter-Trockensubstanz oberhalb der von HESS (1990) und KAUFMANN (1998) ermittelten Werte der täglichen Gesamtwasseraufnahmen (Gesamtwasser aus Futter und Trinkwasser) zwischen 2,5 und 4,3 ml/kg Körpermasse pro Gramm aufgenommener Futter-Trockensubstanz, sowie oberhalb der Ergebnisse der eigenen Untersuchungen des 1. Teils.

Die Trinkwasseraufnahme der Diensthunde in den eigenen Untersuchungen lag mit 51 bis 84 ml/kg Körpermasse bei einem Trockensubstanzgehalt des Futters von 96,4 Prozent (Futter A und B) bzw. 96,6 Prozent (Futter P) oberhalb der von anderen Autoren gemessenen Werte sowie eigener Ergebnisse aus Teil 1. Ein Witterungseinfluss durch die Haltung der Diensthunde in Außenzwingern kann nicht ausgeschlossen werden; ebenso muss eine mögliche höhere Laufbelastung der Diensthunde und daraus resultierende höhere Trinkwasseraufnahme beachtet werden.

Die täglichen Trinkwasseraufnahmen in ml/kg Körpermasse und die Tagesminimaltemperaturen weisen in den eigenen Untersuchungen bei den Deutschen Schäferhunden in Bilanzphase B eine tendenziell negative, sonst bei allen Diensthunden in den Bilanzphasen eine tendenziell positive Korrelation auf. Die festgestellten Korrelationen zwischen Trinkwasseraufnahme und Tagestemperaturen machen deutlich, dass für eine differenzierte Bewertung der Trinkwasseraufnahmen während der Bilanzphase die Haltung der Diensthunde in Stoffwechselläufigen oder in klimatisierten Innenzwingern erforderlich gewesen wäre.

5.2.2.3 Anzahl der täglichen Defäkationen

Die eigenen Untersuchungen ergaben 1,4 bis 1,7 Defäkationen pro Tag. Dies entspricht Ergebnissen anderer Autoren bei gut und schwer verdaulichen Futtermitteln (JUNKER 1985; ARNDT 1986; RIKLIN 1973; KOCH-ERHORN 1987; MÜHLUM 1987; WIECZOREK 1992; HABERNOLL 1995; MEYER et al. 1999). Ein Einfluss des probiotischen Futters P konnte nicht beobachtet werden. PASCHER (2005) hingegen konnte in der Probiotikaperiode bei mit *L. acidophilus* DSM 13241 supplementiertem Futter bei Deutsch Kurzhaar einen tendenziellen Rückgang der Defäkationsfrequenz beobachten sowie eine signifikante Verringerung der Fäzesmenge. Individuelle Faktoren wie Temperament und Körpergröße von Hunden beeinflussen die Passagegeschwindigkeit und die Motilität des Darms (ROLFE et al. 2002a u. 2002b; HERNOT et al. 2005, 2006 u. 2009). Rasseinflüsse auf die Anzahl der täglichen Defäkationen der Diensthunde konnten in den eigenen Untersuchungen, entgegen einzelnen Ergebnissen aus Teil 1, nicht festgestellt werden.

5.2.2.4 Kotkonsistenz

In den eigenen Untersuchungen lag die Kotkonsistenz der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B im Median zwischen den Beurteilungsgraden 2 und 3, entsprechend gut geformtem Kot bis weichem, aber gut geformten Kot, der beim Entfernen Reste hinterlässt. Rasseunterschiede wie sie bezüglich Fäzeskonsistenz und Defäkationsfrequenz bei anderen Autoren zwischen verschiedenen Rassen wie Deutsch Kurzhaar, Irischen Wolfshunden, Labrador Retrievern, Deutschen Doggen und Englischen Springer Spaniels beobachtet wurden (KAUFMANN 1998; MEYER et al. 1999; ZENTEK et al. 2002; PASCHER 2005) konnten zwischen Deutschen Schäferhunden und Malinois in den eigenen Untersuchungen nicht nachgewiesen werden. Da beide Rassen eine ähnliche Statur aufweisen, bestätigen die Ergebnisse die Erkenntnisse von WEBER et al. (2002a). In der Studie wurde mittels röntgendichten Markern bei großen Hunderassen eine geringere Verweildauer der Ingesta im Magen von Doggen und Riesenschnauzern gemessen und es konnte eine Korrelation zur Körpermasse hergestellt werden. BOURREAU et al. (2004) ermittelten in ihren Studien an Miniaturpudeln, Beagles, Schnauzern, Riesenschnauzern, Deutschen Doggen, Labrador Retrievern und einer Argentinischen Dogge eine inverse Relation der Magenentleerungsrate zur Körpermasse von Hunderassen. HERNOT et al. (2005) fanden einen Zusammenhang zwischen gastrointestinaler Transitzeit und Kotkonsistenz bei 13 Hunderassen unterschiedlicher Körpergröße (Körpermasse und Schulterhöhe), sowie zwischen Körpergröße und Transitzeit durch das große Intestinum bei Miniaturpudeln, Schnauzern, Riesenschnauzern und Deutschen Doggen. Die größeren Hunderassen neigten zu höheren fäkalen Feuchtigkeitsgehalten und wässrigerer Kotkonsistenz (HERNOT et al. 2006).

Die erwünschten Kotkonsistenzen des Beurteilungsgrads 2 traten bei den Deutschen Schäferhunden und Malinois am häufigsten in Bilanzphase B auf. Inakzeptable Kotkonsistenzen (Beurteilungsgrad 5) traten bei den Deutschen Schäferhunden am häufigsten in Bilanzphase P bei probiotischem Futter auf, bei den Malinois in Bilanzphase A. Die Ergebnisse der eigenen Untersuchung decken sich somit nicht mit denen früherer Studien bei

Hunden, denen der gleiche Stamm *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241 verabreicht wurde und eine Verbesserung der Fäzeskonsistenz und Reduktion der prozentualen Häufigkeit von unakzeptablen Fäzeskonsistenzen beobachtet werden konnte (BAILLON et al. 2004; PASCHER 2005).

Inakzeptable Kotkonsistenzen des Beurteilungsgrads 5 traten nur vereinzelt auf. Die Ergebnisse entsprechen somit nicht den Ergebnissen der eigenen Untersuchungen des 1. Teils und Erkenntnissen von DUHAIME et al. (1998) und SLENSKY et al. (2004), die bei Arbeits- und Gebrauchshunden unter Belastung eine Neigung zu weicher Kotkonsistenz, Diarrhö und anderen gastrointestinalen Symptomen feststellten. Die gute Verträglichkeit der eigenen Versuchsfutter A, P und B mit niedrigen Rohproteingehalten von rund 22 Prozent bestätigt verglichen zu den Versuchsfuttern des 1. Teils die These, dass Futter mit hohem Anteil an tierischen Proteinträgern weich-schmierige Kotkonsistenzen hervorruft (ZENTEK 1993; VAN DER STEEN 1996; MARQUARDT 1999; NERY et al. 2010).

5.2.2.5 Trockensubstanzgehalte der Fäzes

Die Trockensubstanzgehalte der Fäzes bewegten sich in den eigenen Untersuchungen in einem Bereich zwischen 32 und 36 Prozent, wobei wie in den Untersuchungen des 1. Teils kein eindeutiger Zusammenhang mit den mittels Beurteilungsgrad ermittelten Kotkonsistenzen beobachtet werden konnte (Abbildungen 19 und 20).

Zur Wirkung von Probiotika auf die Trockensubstanz-Gehalte der Fäzes und den Gehalt der Fäzes an freiem Wasser beim Hund liegen nur wenige Daten vor. MOLITOR (1996) beobachtete bei Verabreichung eines *Enterococcus faecium* LBC ME 10-Supplementes mit Trockenfutter bzw. Milchaustauscher bei adulten Hunden und Welpen keine Auswirkung auf die Fäzeskonsistenz. SWANSON et al. (2002) konnten bei Supplementierung mit *Lactobacillus acidophilus* die Fäzeskonsistenz, den Trockensubstanz-Gehalt und den fäkalen pH-Wert bei adulten Hunden nicht beeinflussen. PASCHER (2005) berichtet bei der Rasse Deutsch Kurzhaar von einer signifikanten Reduktion des Gehaltes an freiem Wasser in den Fäzes durch die Verabreichung des *Lactobacillus acidophilus*-Zusatzes. Es konnte eine negative Korrelation des Trockensubstanz-Gehaltes und des Gehalts an freiem Wasser in den Fäzes hergestellt werden.

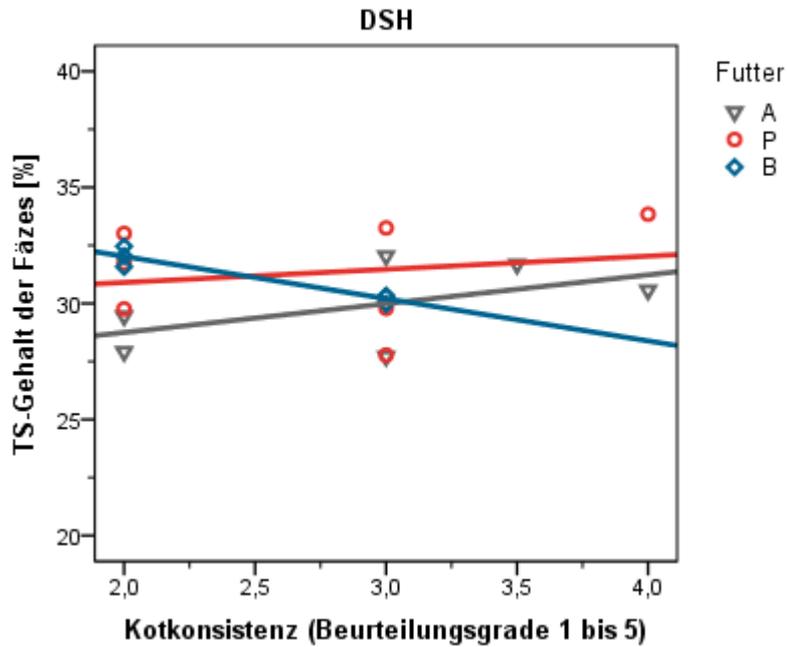


Abb. 19: Korrelationen zwischen Kotkonsistenz und Trockensubstanzgehalt der Fäzes der Deutschen Schäferhunde in den Bilanzphasen A ($p = 0,213$), P ($p = 0,683$) und B ($p = 0,003$)

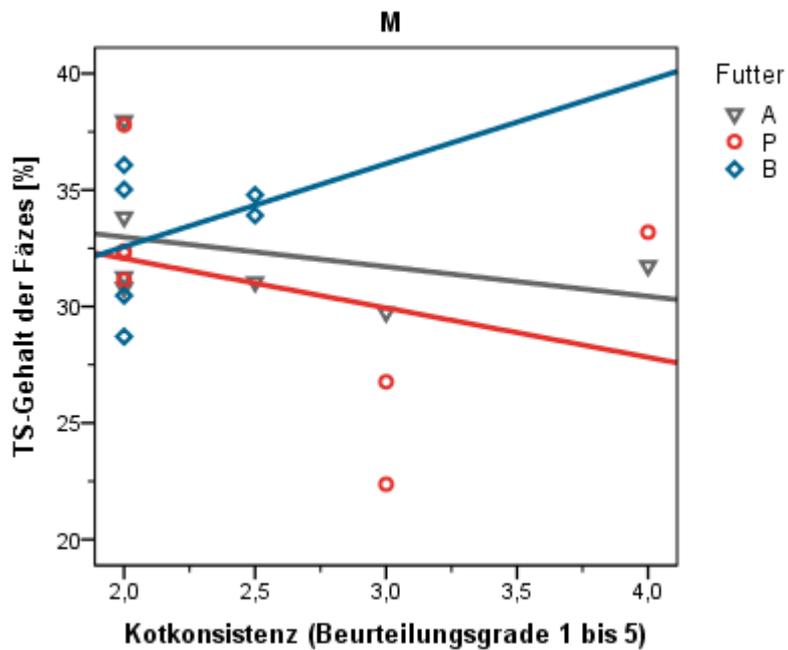


Abb. 20: Korrelationen zwischen Kotkonsistenz und Trockensubstanzgehalt der Fäzes der Malinois in den Bilanzphasen A ($p = 0,442$), P ($p = 0,459$) und B ($p = 0,540$)

5.2.2.6 Gehalte der Fäzes an freiem Wasser

Die Gehalte der Fäzes an freiem Wasser bewegten sich in den eigenen Untersuchungen zwischen 23 und 27 Prozent. Die Werte lagen somit höher als in den Untersuchungen des ersten Teils, oberhalb der von KAUFMANN (1998) und MARQUART (1999) ermittelten Werte, aber liegen im Rahmen der von PASCHER (2005) bei Deutsch Kurzhaar beobachteten Werte zwischen 25,5 und 30,9 Prozent. Ein Zusammenhang zwischen der visuell beurteilten Kotkonsistenz und dem Gehalt der Fäzes an freiem Wasser konnte entsprechend den Ergebnissen des 1. Teils nicht eindeutig hergestellt werden (Abbildungen 21 und 22).

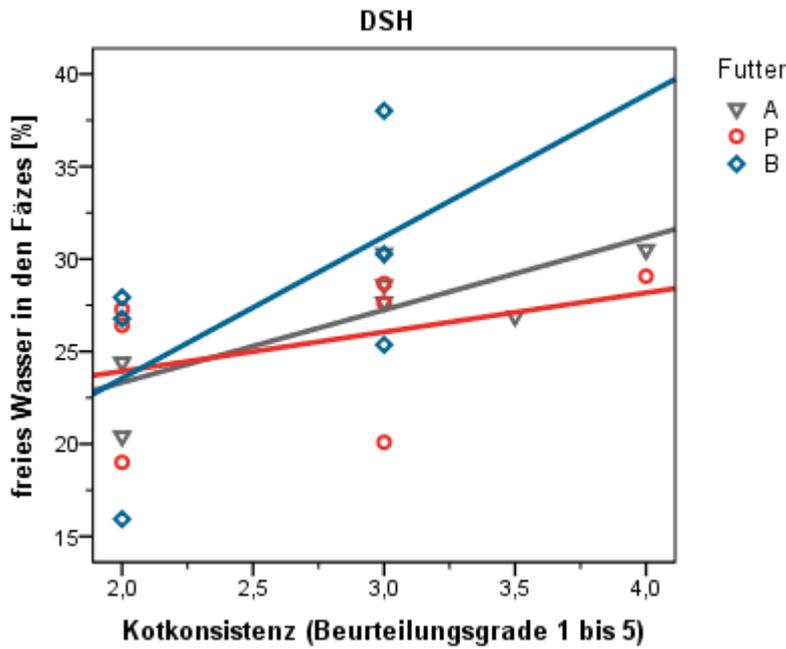


Abb. 21: Korrelationen zwischen Kotkonsistenz und Gehalt der Fäzes der Deutschen Schäferhunde an freiem Wasser in den Bilanzphasen A ($p = 0,028$), P ($p = 0,391$) und B ($p = 0,222$)

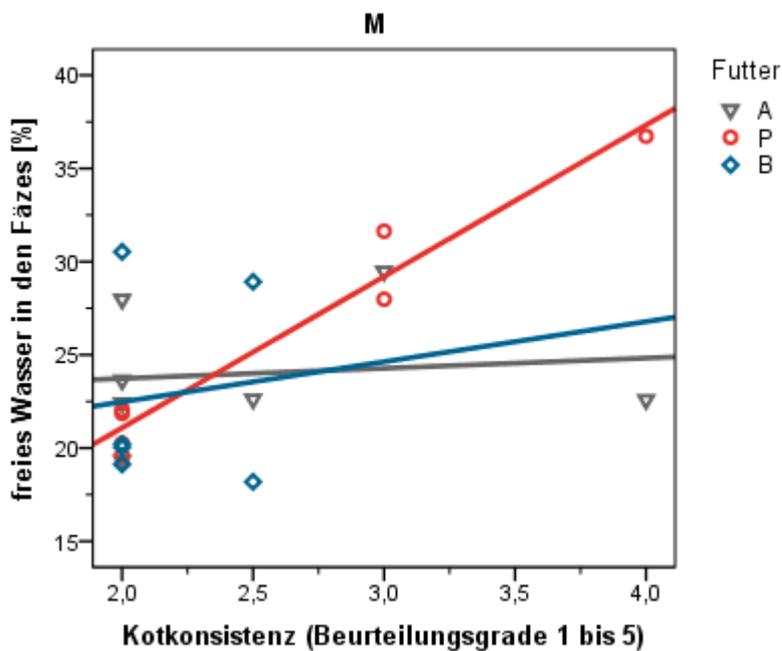


Abb. 22: Korrelationen zwischen Kotkonsistenz und Gehalt der Fäzes der Malinois an freiem Wasser in den Bilanzphasen A ($p = 0,799$), P ($p < 0,001$) und B ($p = 0,846$)

Ein Zusammenhang zwischen den Gehalten der Fäzes an freiem Wasser und Trockensubstanz ließ sich in den Bilanzphasen A, P und B nicht nachweisen (Abbildungen 23 und 24).

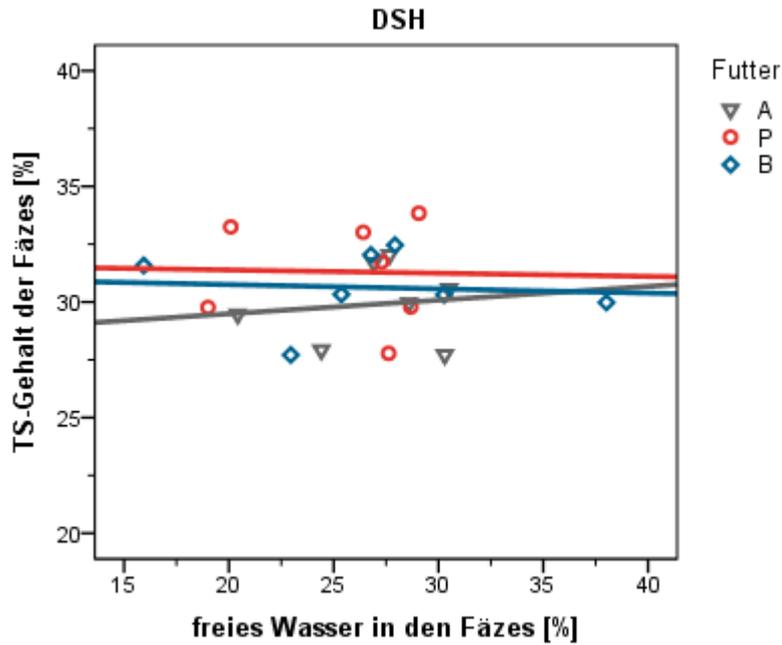


Abb. 23: Korrelationen zwischen Gehalt der Fäzes der Deutschen Schäferhunde an freiem Wasser und Trockensubstanz in den Bilanzphasen A ($p = 0,790$), P ($p = 0,957$) und B ($p = 0,869$)

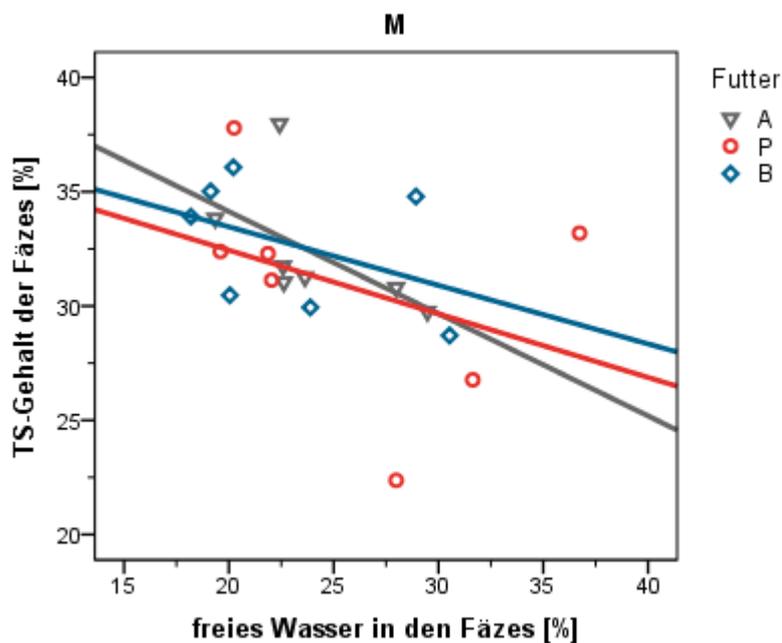


Abb. 24: Korrelationen zwischen Gehalt der Fäzes der Malinois an freiem Wasser und Trockensubstanz in den Bilanzphasen A ($p = 0,185$), P ($p = 0,416$) und B ($p = 0,329$)

5.2.2.7 Wasserstoffionen-Konzentrationen (pH-Werte) der Fäzes

Der pH-Wert des Chymus und der Fäzes hängt u.a. von der Laktat- und Ammoniakkonzentration und dem Gehalt der Substanz an flüchtigen Fettsäuren ab. Aufgrund des hohen Dissoziationsgrads der Milchsäure beeinflusst die Laktatkonzentration den pH-Wert besonders stark (DROCHNER und MEYER 1975). Hohe fäkale Laktatkonzentrationen treten häufig mit niedrigen fäkalen pH-Werten auf (HANNES 1983; MUNDT und MEYER 1989). Die Laktatproduktion von Laktobazillen kann zu einem Absinken des fäkalen pH-Werts führen. In den eigenen Untersuchungen konnte kein pH-Wert-Abfall in den Fäzes während der Verabreichung probiotisch supplementierten Futters beobachtet werden. Möglicherweise aussagekräftigere Untersuchungen an Chymus wurden nicht durchgeführt. PASCHER (2005) führte die Reduktion der fäkalen Keimzahlen von *Escherichia coli* und *Clostridium perfringens* in ihren Untersuchungen nicht auf einen Abfall des pH-Wertes zurück, da sie zwischen Fütterung der probiotischen und der Kontrolldiät keine Veränderungen der fäkalen pH-Werte beobachten konnte und eine Untersuchung von Chymus ebenfalls nicht durchgeführt wurde.

5.2.2.8 Untersuchungen zur Verdaulichkeit der Futtermittel

Frühere Untersuchungen bei Hunden zeigen unterschiedliche Wirkungen von Probiotika auf die scheinbare Verdaulichkeit von Futterbestandteilen. In der eigenen Untersuchung ließen die ermittelten scheinbaren Verdaulichkeiten durch den Zusatz von *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241 für Trockensubstanz, Rohasche, Rohfett, stickstofffreie Extraktstoffe und Natrium keine signifikanten Unterschiede zwischen den Rassen und den Futtermitteln erkennen. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen dem Probiotischen Futter P und Vergleichsfutter A bei der scheinbaren Verdaulichkeit der Rohfaser bei den Malinois. Die scheinbare Verdaulichkeit von Kalium unterschied sich signifikant bei den Deutschen Schäferhunden zwischen Vergleichsfutter B und Probiotischen Futter P und Vergleichsfutter B und A, bei den Malinois zwischen Vergleichsfutter B und A.

Untersuchungen von WEBER et al. (2002a, 2002b) ergaben Rasseinflüsse auf die Verdaulichkeit von Rohnährstoffen, wobei große Rassen in jeder Altersstufe höhere Verdaulichkeiten bei schlechterer Kotkonsistenz aufwiesen. HABERNOLL (1995) und MEYER et al. (1999) stellten nur einen geringen Rasseinfluss auf die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe fest.

PASCHER (2005) beschreibt bei Zusatz von *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241 sowohl für die scheinbaren Verdaulichkeiten der organischen Futterinhaltsstoffe als auch der Rohasche signifikante Unterschiede zwischen den Fütterungsperioden. Demgegenüber wurden in Untersuchungen von SWANSON et al. (2002) die scheinbaren Verdaulichkeiten bei adulten Hunden durch einen *Lactobacillus acidophilus*-Zusatz nicht beeinflusst. BIOURGE et al. (1998) beobachteten bei der Zufütterung von *Bacillus cereus* CIP 5832 (sporulierte Form) bei Hunden der Rassen Deutsch Kurzhaar und Deutscher Schäferhund eine Tendenz zu verbesserter Verdaulichkeit der Trockensubstanz, des Rohproteins, des Rohfettes

und der metabolisierbaren Energie. Untersuchungen von PASUPATHY et al. (2001) ergaben bei Zufütterung eines *Lactobacillus acidophilus*-Stammes bei zehn Wochen alten Welpen nur eine geringe Beeinflussung der Verdaulichkeit und der Körpermassezunahme, die keine Bedeutung für die weitere Entwicklung der Welpen hatte.

Es gibt Hinweise, dass durch den Einsatz von Probiotika bzw. Präbiotika beim Menschen und Ratten eine erhöhte scheinbare Verdaulichkeit der Mineralstoffe induziert werden kann (ROBERFROID et al. 1998; ROBERFROID 2000; SCHOLZ-AHRENS et al. 2001; CASHMAN 2003). Daten bezüglich der scheinbaren Verdaulichkeit von Mineralstoffen und Spurenelementen beim Hund liegen nur vereinzelt vor (ZENTEK 1995b). Untersuchungen zur Wirkung von Probiotika auf die Absorption von Mineralstoffen und Spurenelementen beim Hund wurden bislang nicht durchgeführt.

Die scheinbare Verdaulichkeit von Kalzium war in den Untersuchungen von PASCHER (2005) mit *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241 durch eine hohe Variabilität gekennzeichnet. In der ersten Bilanzphase mit Kontrollfutter kam es zu negativen scheinbaren Absorptionsraten, möglicherweise aufgrund einer zu kurz gewählten Sammelperiode. Die scheinbare Verdaulichkeit von Natrium zeigte starke Abweichungen zwischen den einzelnen Fütterungsperioden. MEYER et al. (1989b) beobachteten bei Futterrationen mit verstärkter bakterieller Umsetzung im Darm erhöhte fäkale Natriumverluste und führten dies u.a. auf den zunehmenden Gehalt organischer Säuren, eine verstärkte Wasserbindung, eventuell vorhandene Schleimhautirritationen und eine Passagebeschleunigung zurück.

5.2.2.9 Parameter mikrobieller Aktivität

In der vorliegenden Untersuchung wurden *Lactobacillus spp.* als Vertreter der „erwünschten“ Darmflora und *E. coli* sowie Keime der *Cl. histolyticum*-Gruppe als Vertreter der potenziell pathogenen Darmflora klassifiziert. Dies stellt eine starke Vereinfachung dar, um die Auswirkungen von Futtermitteln bzw. Probiotika auf die Darmflora zu beurteilen. Die Keimzahlbestimmung mittels Fluoreszenz-In-Situ-Hybridisierung kann nach HARMSSEN et al. (1999) von kulturellen Verfahren abweichende, bis zu 10-fach höhere Keimzahlen liefern. Diese deutliche Diskrepanz konnte PASCHER (2005) bei *Lactobacillus spp.*, *E. coli* und der *Cl. histolyticum*-Gruppe bzw. *Cl. perfringens* nicht beobachten.

In den eigenen Untersuchungen lagen die Konzentrationen von *E. coli* in den Fäzes der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B zwischen 2,83 und 3,20 \log_{10} KbE/g Kot (Abbildung 25) und waren somit deutlich niedriger als in den Untersuchungen von PASCHER (2005), die bei Hunden der Rasse Deutsch Kurzhaar Werte von 8,39 bis 8,58 \log_{10} KbE/g ermittelte, und bei der die höchsten Keimzahlen von *E. coli* in der Probiotikaperiode auftraten. Einen signifikanten Unterschied zur Fütterung eines probiotischen Futters konnte sie zur vorangegangenen Kontrollperiode, nicht jedoch zur nachfolgenden beobachten. Die mithilfe kultureller Keimzahlbestimmung auf Selektivnährböden von PASCHER (2005) ermittelten während der Versuchsperioden rückläufigen Keimzahlen von *E. coli* konnte sie mittels FISH nicht bestätigen. In den eigenen Untersuchungen war bei den Deutschen Schäferhunden und Malinois die Konzentration von *E. coli* in den Fäzes beim probiotischen Futtermittel P niedriger als bei den Kontrollfuttermitteln A und B. Bei den Malinois wiesen die Auswertungen bei den Kontrollfuttermitteln A und B Extrem- bzw. Ausreißerwerte auf. Beim probiotischen Futter P ergab sich eine breite Variabilität der Werte, so dass diese Ergebnisse hinsichtlich ihrer Aussagekraft vorsichtig interpretiert werden müssen.

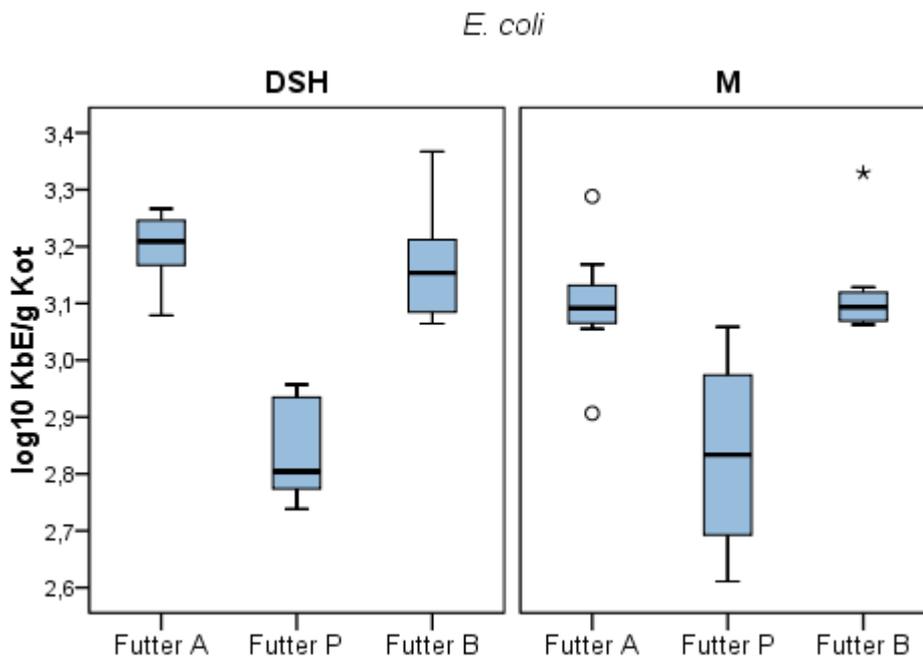


Abb. 25: Gehalte der Fäzes an *E. coli* (\log_{10} KbE/g) in den Bilanzphasen A, P und B

In den eigenen Untersuchungen lagen die Konzentrationen von Keimen der *Clostridium histolyticum*-Gruppe in den Fäzes der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B zwischen 3,04 und 3,33 \log_{10} KbE/g Kot (Abbildung 26) und waren somit ebenfalls deutlich niedriger als in den Untersuchungen von PASCHER (2005), die bei Hunden der Rasse Deutsch Kurzhaar Werte von 8,34 bis 8,46 \log_{10} KbE/g ermittelte und in den Versuchsperioden keine deutlichen Unterschiede feststellen konnte. SWANSON et al. (2002) konnten nach Verabreichung eines *L. acidophilus*-Stammes eine Reduktion der fäkalen Keimzahlen von *Cl. perfringens* bei Hunden nachweisen. BAILLON et al. (2004) beobachteten während einer vierwöchigen Testperiode bei Verabreichung von *L. acidophilus* DSM 13241 eine Verminderung der Keimgehalte der Fäzes von *Clostridium spp.*. In den eigenen Untersuchungen waren bei den Deutschen Schäferhunden die Konzentrationen an Keimen der *Cl. histolyticum*-Gruppe in den Fäzes beim probiotischen Futtermittel P niedriger als bei den Kontrollfuttermitteln A und B. Die Werte der Keimzahlen in Bilanzphase P weisen jedoch eine breite Variabilität sowie einen Ausreißerwert auf, so dass dieses Ergebnis hinsichtlich seiner Aussagekraft vorsichtig interpretiert werden muss. Bei den Malinois war die Konzentration der *Clostridium histolyticum*-Gruppe in den Fäzes bei Futter A höher als bei Futter B, und auch dieses Ergebnis ist aufgrund eines Ausreißerwerts vorsichtig zu interpretieren.

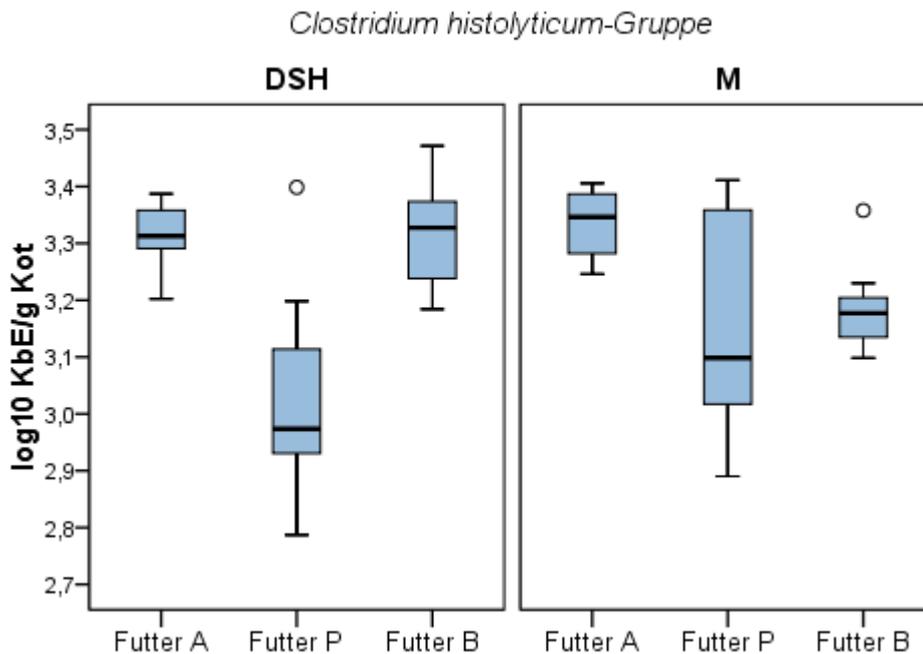


Abb. 26: Gehalte der Fäzes an Keimen der *Clostridium histolyticum*-Gruppe (\log_{10} KbE/g) in den Bilanzphasen A, P und B

In den eigenen Untersuchungen lagen die Konzentrationen von *Lactobacillus spp.* in den Fäzes der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B zwischen 3,68 und 4,13 \log_{10} KbE/g Kot (Abbildung 27) und waren somit ebenfalls deutlich niedriger als in den Untersuchungen von PASCHER (2005), die bei Hunden der Rasse Deutsch Kurzhaar Werte von 9,13 bis 9,43 \log_{10} KbE/g ermittelte und in allen Versuchsperioden signifikante Unterschiede feststellen konnte. Die höchsten Keimzahlen von *Lactobacillus spp.* beobachtete sie bei probiotischem Futter. BAILLON et al. (2004) konnten durch die Verabreichung von *L. acidophilus* DSM 13241 eine Erhöhung von *Lactobacillus spp.* während einer vierwöchigen Testperiode nachweisen. In den eigenen Untersuchungen war nur bei den Deutschen Schäferhunden bei probiotischem Futter P eine höhere Konzentration von *Lactobacillus spp.* in den Fäzes gegenüber den Futtermitteln A und B nachweisbar. Die höheren Keimgehalte der Fäzes an *Lactobacillus spp.* während der Bilanzphase P könnten für die Etablierung des zugeführten Probiotikums *L. acidophilus* DSM 13241 bei den Deutschen Schäferhunden sprechen. Rasseeinflüsse auf die Konzentration von *Lactobacillus spp.* in den Fäzes der Diensthunde lagen nicht vor.

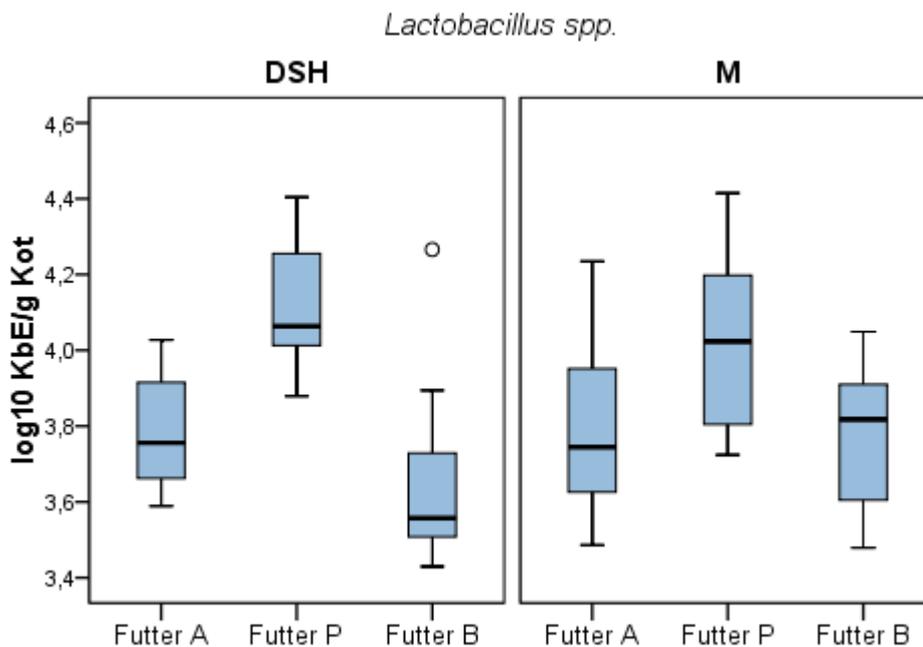


Abb. 27: Gehalte der Fäzes an *Lactobacillus spp.* (\log_{10} KbE/g) in den Bilanzphasen A, P und B

5.2.3 Schlussfolgerungen

In den eigenen Untersuchungen waren durch die Verabreichung des Probiotikums *L. acidophilus* DSM 13241 wenig deutliche Effekte erkennbar. Deutliche Rasse- und Futtereinflüsse, die zwischen allen Futtermitteln und über alle Bilanzphasen auftreten, konnten überwiegend nicht nachgewiesen werden.

Rasseeinflüsse waren mit 4 Parametern am häufigsten in der Bilanzphase mit Kontrollfutter A nachweisbar. Futtereinflüsse waren mit insgesamt 27 Parametern, davon 19 bei Malinois und 8 bei Deutschen Schäferhunden, am häufigsten zwischen den Kontrollfuttermitteln A und B nachweisbar.

In den eigenen Untersuchungen zeigten sich Rasseeinflüsse als signifikante Unterschiede zwischen den beiden Rassen Deutscher Schäferhund und Malinois bei den Parametern Futteraufnahme, Trinkwasseraufnahme, Kotmenge und Konzentration von Keimen der *Clostridium histolyticum*-Gruppe in den Fäzes, die jedoch bei keinem der Parameter in allen drei Bilanzphasen auftraten.

Es zeigten sich Futtereinflüsse als signifikante Unterschiede zwischen den Futtermitteln A, P und B in allen drei Bilanzphasen ausschließlich beim Parameter Fellbeschaffenheit bei den Malinois.

Zwischen Kontrollfutter A und probiotischen Futter P zeigten sich Futtereinflüsse als signifikante Unterschiede bei Deutschen Schäferhunden und Malinois bei den Parametern Fellbeschaffenheit, fäkale pH-Werte und Konzentration von *E. coli* in den Fäzes. Nur bei den Deutschen Schäferhunden zeigten sich Futtereinflüsse als signifikante Unterschiede zwischen Kontrollfutter A und probiotischen Futter P bei den Parametern Trinkwasseraufnahme in ml, prozentualer Anteil an Trockensubstanz im Kot, sowie Konzentration von Keimen der *Clostridium histolyticum*-Gruppe und *Lactobacillus spp.* in den Fäzes. Nur bei den Malinois zeigten sich Futtereinflüsse als signifikante Unterschiede zwischen Kontrollfutter A und probiotischen Futter P bei den Parametern Futteraufnahme in Gramm pro Tag, Futteraufnahme in Gramm Trockensubstanz pro Tag bezogen auf die Körpermasse, Energieaufnahme bezogen auf die Körpermasse, Kotmenge pro Tag in ursprünglicher Substanz, Kotmenge pro Tag in ursprünglicher Substanz bezogen auf die Körpermasse, sowie scheinbare Verdaulichkeit der Rohfaser.

Zwischen Kontrollfutter B und probiotischem Futter P zeigten sich Futtereinflüsse als signifikante Unterschiede bei Deutschen Schäferhunden und Malinois bei den Parametern Kaliumgehalt in der Trockensubstanz der Fäzes sowie Konzentration von *Escherichia coli* in den Fäzes. Nur bei den Deutschen Schäferhunden zeigten sich Futtereinflüsse als signifikante Unterschiede zwischen Kontrollfutter B und probiotischen Futter P bei den Parametern Rohfasergehalt in den Fäzes, scheinbare Verdaulichkeit von Kalium, sowie Konzentration von Keimen der *Clostridium histolyticum*-Gruppe und *Lactobacillus spp.* in den Fäzes. Nur bei den Malinois zeigten sich Futtereinflüsse als signifikante Unterschiede zwischen Kontrollfutter B und probiotischen Futter P bei den Parametern Fellbeschaffenheit, Anzahl

der Defäkationen, Häufigkeit der Defäkationen mit akzeptabler Kotkonsistenz (Beurteilungsgrad 2), sowie Gehalt der Fäzes an Kalium in ursprünglicher Substanz.

Zwischen den Kontrollfuttermitteln A und B zeigten sich Futtereinflüsse als signifikante Unterschiede bei Deutschen Schäferhunden und Malinois bei den Parametern Fellbeschaffenheit, tägliche Kotmenge in Trockensubstanz, tägliche Kotmenge in Trockensubstanz bezogen auf die Körpermasse, sowie den scheinbaren Verdaulichkeiten von Rohprotein und Kalium. Nur bei den Deutschen Schäferhunden zeigten sich Futtereinflüsse als signifikante Unterschiede zwischen den Kontrollfuttermitteln A und B bei den Parametern Kotkonsistenz, Häufigkeit der Defäkationen mit unerwünschter Kotkonsistenz (Beurteilungsgrad 4), sowie Rohfasergehalt in den Fäzes. Nur bei den Malinois zeigten sich Futtereinflüsse als signifikante Unterschiede zwischen den Kontrollfuttermitteln A und B bei den Parametern Futteraufnahme in Gramm pro Tag, Futteraufnahme in Gramm Trockensubstanz pro Tag bezogen auf die Körpermasse, Energieaufnahme bezogen auf die Körpermasse, Anzahl der Defäkationen, Kotmenge pro Tag in ursprünglicher Substanz bezogen auf die Körpermasse, Häufigkeit der Defäkationen mit akzeptabler Kotkonsistenz (Beurteilungsgrad 2), Rohproteingehalt der Fäzes in der Trockensubstanz, Gehalt der Fäzes an Kalium in ursprünglicher Substanz, Gehalt der Fäzes an Bruttoenergie in ursprünglicher Substanz, scheinbare Verdaulichkeit der Bruttoenergie, sowie Konzentration von Keimen der *Clostridium histolyticum*-Gruppe in den Fäzes.

Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Kotkonsistenz und Trockensubstanzgehalt der Fäzes, zwischen Kotkonsistenz und dem Gehalt der Fäzes an freiem Wasser sowie zwischen Gehalt der Fäzes an freiem Wasser und Trockensubstanz in allen drei Bilanzphasen konnte nicht festgestellt werden.

Die vorliegende Studie liefert einige Hinweise darauf, dass *L. acidophilus* DSM 13241 eine stabilisierende Wirkung auf Verdauungsprozesse bei Diensthunden hat. Die Effizienz und insbesondere die möglichen Wirkungsmechanismen bedürfen weitergehender Untersuchungen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie weisen darauf hin, dass Malinois auf Futtereinflüsse sensibler reagieren als Deutsche Schäferhunde.

Die ermittelten Ergebnisse (Tabellen 105a bis c) sind aufgrund der geringen Tierzahlen vorsichtig zu interpretieren und beziehen sich auf die in der Bundeswehr typische Haltungs- und Einsatzform von Diensthunden, d.h. sie sind nur bedingt auf andere Arbeits- sowie Sporthunde übertragbar.

DISKUSSION

Tab. 105a: Übersicht über Rasse- und Futtereinflüsse (•)
in den Bilanzphasen A, P und B

Parameter	Dienst- hunde	Rasse			Futter		
		A	P	B	A-P	A-B	P-B
KM	DSH						
(kg)	M						
KM	DSH						
(+/- kg/7d)	M						
Fellbeschaffenheit	DSH				•	•	
(BG)	M				•	•	•
Futteraufnahme	DSH						
(g uS/d)	M	•			•	•	
Futteraufnahme	DSH						
(g TS/d)	M	•			•	•	
Futteraufnahme	DSH						
(g uS/kg KM/d)	M						
Futteraufnahme	DSH						
(g TS/kg KM/d)	M				•	•	
Energieaufnahme	DSH						
(kJ/kg KM/d)	M				•	•	
Energieaufnahme	DSH						
(kJ/kg KM ^{0,75} /d)	M						
Trinkwasseraufnahme	DSH				•		
(ml/d)	M	•					
Trinkwasseraufnahme	DSH						
(ml/kg KM/d)	M						
Trinkwasseraufnahme	DSH						
(ml/g F-TS/d)	M						
Anzahl	DSH						
Defäkationen	M					•	•
Kotmenge	DSH						
(g uS/d)	M	•			•	•	
Kotmenge	DSH						
(g TS/d)	M					•	
Kotmenge	DSH						
(g uS/kg KM/d)	M				•	•	
Kotmenge	DSH						
(g TS/kg KM/d)	M					•	
freies Wasser im Kot	DSH						
(% uS)	M						
TS im Kot	DSH				•		
(% uS)	M						
g Fäzes-TS/g	DSH						
Futter-TS	M						

DISKUSSION

Tab. 105b: Übersicht über Rasse-und Futtereinflüsse (•)
in den Bilanzphasen A, P und B

Parameter	Dienst- hunde	Rasse			Futter		
		A	P	B	A-P	A-B	P-B
fäkale ph-Werte	DSH M				• •		
Kotkonsistenz (Kot-BG)	DSH M					•	
Häufigkeit Kot-BG 1 (%)	DSH M						
Häufigkeit Kot-BG 2 (%)	DSH M					•	•
Häufigkeit Kot-BG 3 (%)	DSH M						
Häufigkeit Kot-BG 4 (%)	DSH M					•	
Häufigkeit Kot-BG 5 (%)	DSH M						
Gehalt Kot Ra (% uS)	DSH M						
Gehalt Kot Ra (% TS)	DSH M						
Gehalt Kot Rp (% uS)	DSH M						
Gehalt Kot Rp (% TS)	DSH M					•	
Gehalt Kot Rfe (% uS)	DSH M						
Gehalt Kot Rfe (% TS)	DSH M						
Gehalt Kot Rfa (% uS)	DSH M					•	•
Gehalt Kot Rfa (% TS)	DSH M						•
Gehalt Kot NfE (% uS)	DSH M						
Gehalt Kot NfE (% TS)	DSH M						
Gehalt Kot Na (g/kg uS)	DSH M						
Gehalt Kot Na (g/kg TS)	DSH M						

DISKUSSION

Tab. 105c: Übersicht über Rasse- und Futtereinflüsse (•)
in den Bilanzphasen A, P und B

Parameter	Dienst- hunde	Rasse			Futter		
		A	P	B	A-P	A-B	P-B
Gehalt Kot K (g/kg uS)	DSH M					•	•
Gehalt Kot K (g/kg TS)	DSH M					•	•
Gehalt Kot GE (MJ/kg uS)	DSH M						
Gehalt Kot GE (MJ/kg TS)	DSH M					•	
sV TS (% uS)	DSH M						
sV TS (% uS)	DSH M						
sV Ra (%)	DSH M						
sV Rp (%)	DSH M					•	
sV Rfe (%)	DSH M					•	
sV Rfa (%)	DSH M				•		
sV NfE (%)	DSH M						
sV Na (%)	DSH M						
sV K (%)	DSH M					•	•
sV GE (%)	DSH M					•	
<i>E. coli</i> (log ₁₀ KbE/g Kot)	DSH M				•		•
<i>Cl. histolyticum</i> (log ₁₀ KbE/g Kot)	DSH M			•	•	•	•
<i>Lactobacillus spp.</i> (log ₁₀ KbE/g Kot)	DSH M				•		•

DSH: Deutsche Schäferhunde; M: Malinois

6 Zusammenfassung

Untersuchungen zum Einfluss der Bearbeitung des Futters und zum Einfluss eines Probiotikums (*Lactobacillus acidophilus* DSM 13241) auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden

Ziel der ersten Untersuchung war es, den Einfluss der Bearbeitung auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden der Rassen Deutscher Schäferhund und Malinois zu prüfen und zu vergleichen. Besondere Aufmerksamkeit sollte Temperatureffekten im Verarbeitungsprozess, der Eiweißqualität, möglichen Rassenunterschieden und Stresseffekten gelten.

Für die Untersuchungen standen 19 ausgebildete „inaktive“ Diensthunde (9 Deutsche Schäferhunde und 10 Malinois) und 10 neu angekaufte, in Ausbildung befindliche „aktive“ Diensthunde (Malinois) der Schule für Diensthundewesen der Bundeswehr zur Verfügung. Die Hunde erhielten in drei konsekutiven Fütterungsphasen drei bei verschiedenen Temperaturen verarbeitete Trockenalleinfuttermittel gleicher Zusammensetzung in der Abfolge Futter A (unverzögliche Trocknung bei 113°C) - Futter B (Erhitzung 60 min bei 90°C, dann Trocknung bei 113°C) - Futter C (Erhitzung 60 min bei 129°C, dann Trocknung bei 113°C).

Deutliche Aktivitäts-, Rasse- und Futtereinflüsse, die zwischen allen Futtermitteln und über alle Bilanzphasen auftreten, konnten nicht nachgewiesen werden.

Aktivitätseinflüsse zeigten sich mit 6 Parametern am häufigsten in Bilanzphase C. Rasseeinflüsse waren mit 3 Parametern am häufigsten in der Bilanzphase mit Futter B nachweisbar. Futtereinflüsse waren mit insgesamt 36 Parametern, davon 9 bei den inaktiven Deutschen Schäferhunden, 12 bei den inaktiven Malinois und 15 bei den aktiven Malinois, am häufigsten zwischen den Futtermitteln B und C nachweisbar.

In den eigenen Untersuchungen zeigten sich Aktivitätseinflüsse bzw. Stresseffekte bei den Parametern Körpermassenveränderung, Trinkwasseraufnahme, Anzahl der Defäkationen, sowie prozentuale Häufigkeit akzeptabler Kotkonsistenzen (Beurteilungsgrade 2 und 3). Rasseeinflüsse waren bei den Parametern Körpermassenveränderung, Trinkwasseraufnahme, Anzahl der Defäkationen sowie Trockensubstanzgehalt im Kot nachweisbar, Futtereinflüsse bei allen untersuchten Parametern außer der prozentualen Häufigkeit inakzeptabler Kotkonsistenzen (Beurteilungsgrad 5).

Der hohe Rohproteinanteil der Versuchsfutter sowie das Herstellungsverfahren der Versuchsfutter haben sich bezüglich Akzeptanz und Verträglichkeit bei Diensthunden in diesen Untersuchungen nicht bewährt. Beim Versuchsfutter mit den höchsten Behandlungstemperaturen waren die Akzeptanz der Diensthunde und die Verträglichkeit des Futters am besten. Dies kann möglicherweise auf einen Gewöhnungsprozess bezüglich des Futtergeschmacks zurückzuführen sein sowie auf die durch die unterschiedlichen Herstellungsverfahren (Erhitzungsprozesse) begründete unterschiedliche Verdaulichkeit der Nährstofffraktionen.

Ziel der zweiten Untersuchung war es, den Einfluss des Probiotikums *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241 auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden der Rassen Deutscher Schäferhund und Malinois zu prüfen und zu vergleichen. Die Hypothese war, dass Laktobazillen als Zusatzstoffe in Hundetrockenfutter die Ansiedlung potenziell pathogener Bakterien im Darm vermindern und das Entstehen von Diarrhö oder mangelhafter Kotqualität reduzieren.

Für diese Untersuchung standen 14 Diensthunde (7 Deutsche Schäferhunde und 7 Malinois) an der Schule für Diensthundewesen der Bundeswehr zur Verfügung. Die Hunde erhielten in drei konsekutiven Fütterungsphasen ein kommerzielles Trockenalleinfuttermittel (Kontrollfutter A und Kontrollfutter B), einmal mit Zusatz eines probiotischen *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241-Supplementes (Probiotisches Futter P, Keimdosis mindestens 10^9 KbE/Tag), in der Abfolge Futter A - Futter P - Futter B.

In den eigenen Untersuchungen waren durch die Verabreichung des Probiotikums *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241 wenig deutliche Effekte erkennbar. Deutliche Rasse- und Futtereinflüsse, die zwischen allen Futtermitteln und über alle Bilanzphasen auftreten, konnten überwiegend nicht nachgewiesen werden.

Rasseeinflüsse waren mit 4 Parametern am häufigsten in der Bilanzphase mit Kontrollfutter A nachweisbar.

Futtereinflüsse waren mit insgesamt 27 Parametern, davon 19 bei Malinois und 8 bei Deutschen Schäferhunden, am häufigsten zwischen den Kontrollfuttermitteln A und B nachweisbar. Es zeigten sich Rasseeinflüsse bei den Parametern Futteraufnahme, Trinkwasseraufnahme, Kotmenge und Konzentration von Keimen der *Clostridium histolyticum*-Gruppe in den Fäzes.

Futtereinflüsse über alle drei Bilanzphasen waren ausschließlich beim Parameter Fellbeschaffenheit bei den Malinois nachweisbar.

Zwischen Kontrollfutter A und probiotischen Futter P zeigten sich Futtereinflüsse als signifikante Unterschiede bei Deutschen Schäferhunden und Malinois bei den Parametern Fellbeschaffenheit, fäkale pH-Werte und Konzentration von *Escherichia coli* in den Fäzes. Nur bei den Deutschen Schäferhunden zeigten sich Futtereinflüsse als signifikante Unterschiede zwischen Kontrollfutter A und probiotischen Futter P bei den Parametern Trinkwasseraufnahme in ml, prozentualer Anteil an Trockensubstanz im Kot, sowie Konzentration von Keimen der *Clostridium histolyticum*-Gruppe und *Lactobacillus spp.* in den Fäzes. Nur bei den Malinois zeigten sich Futtereinflüsse als signifikante Unterschiede zwischen Kontrollfutter A und probiotischen Futter P bei den Parametern Futteraufnahme in Gramm pro Tag, Futteraufnahme in Gramm Trockensubstanz pro Tag bezogen auf die Körpermasse, Energieaufnahme bezogen auf die Körpermasse, Kotmenge pro Tag in ursprünglicher Substanz, Kotmenge pro Tag in ursprünglicher Substanz bezogen auf die Körpermasse, sowie scheinbare Verdaulichkeit der Rohfaser.

Zwischen Kontrollfutter B und probiotischen Futter P zeigten sich Futtereinflüsse als signifikante Unterschiede bei Deutschen Schäferhunden und Malinois bei den Parametern

Kaliumgehalt in der Trockensubstanz der Fäzes sowie Konzentration von *Escherichia coli* in den Fäzes. Nur bei den Deutschen Schäferhunden zeigten sich Futtereinflüsse als signifikante Unterschiede zwischen Kontrollfutter B und probiotischen Futter P bei den Parametern Rohfasergehalt in den Fäzes, scheinbare Verdaulichkeit von Kalium, sowie Konzentration von Keimen der *Clostridium histolyticum*-Gruppe und *Lactobacillus spp.* in den Fäzes. Nur bei den Malinois zeigten sich Futtereinflüsse als signifikante Unterschiede zwischen Kontrollfutter B und probiotischen Futter P bei den Parametern Fellbeschaffenheit, Anzahl der Defäkationen, Häufigkeit der Defäkationen mit akzeptabler Kotkonsistenz (Beurteilungsgrad 2), sowie Gehalt der Fäzes an Kalium in ursprünglicher Substanz.

Zwischen den Kontrollfuttermitteln A und B zeigten sich Futtereinflüsse als signifikante Unterschiede bei Deutschen Schäferhunden und Malinois bei den Parametern Fellbeschaffenheit, tägliche Kotmenge in Trockensubstanz, tägliche Kotmenge in Trockensubstanz bezogen auf die Körpermasse, sowie den scheinbaren Verdaulichkeiten von Rohprotein und Kalium. Nur bei den Deutschen Schäferhunden zeigten sich Futtereinflüsse als signifikante Unterschiede zwischen den Kontrollfuttermitteln A und B bei den Parametern Kotkonsistenz, Häufigkeit der Defäkationen mit unerwünschter Kotkonsistenz (Beurteilungsgrad 4), sowie Rohfasergehalt in den Fäzes. Nur bei den Malinois zeigten sich Futtereinflüsse als signifikante Unterschiede zwischen den Kontrollfuttermitteln A und B bei den Parametern tägliche Futterraufnahme in Gramm, tägliche Futterraufnahme in Gramm Trockensubstanz bezogen auf die Körpermasse, Energieaufnahme bezogen auf die Körpermasse, Anzahl der Defäkationen, tägliche Kotmenge in ursprünglicher Substanz bezogen auf die Körpermasse, Häufigkeit der Defäkationen mit akzeptabler Kotkonsistenz (Beurteilungsgrad 2), Rohproteingehalt der Fäzes in der Trockensubstanz, Gehalt der Fäzes an Kalium in ursprünglicher Substanz, Gehalt der Fäzes an Bruttoenergie in ursprünglicher Substanz, scheinbare Verdaulichkeit der Bruttoenergie, sowie Konzentration von Keimen der *Clostridium histolyticum*-Gruppe in den Fäzes.

Die vorliegende Studie liefert einige Hinweise darauf, dass *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241 eine stabilisierende Wirkung auf Verdauungsprozesse bei Diensthunden hat. Die Effizienz und insbesondere die möglichen Wirkungsmechanismen bedürfen weitergehender Untersuchungen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie deuten darauf hin, dass Malinois auf Futtereinflüsse sensibler reagieren als Deutsche Schäferhunde. Dies sollte durch eine gezielte Fragestellung und Versuchsplanung weiter abgesichert werden.

Die Ergebnisse sind aufgrund der geringen Tierzahlen vorsichtig zu interpretieren und beziehen sich auf die in der Bundeswehr typische Haltungs- und Einsatzform von Diensthunden, d.h. sie sind nur bedingt auf andere Arbeits- sowie Sporthunde übertragbar.

7 Summary

Studies on the influence of diet processing and the effect of a probiotic (*Lactobacillus acidophilus* DSM 13241) on the compatibility and digestibility of dry food for military working dogs

The aim of the first part of the study was to evaluate and compare the influence of the diet processing on the compatibility and digestibility of dry food for military working dogs of the breeds German Shepherd and Malinois. Temperature effects during the manufacturing process, protein quality, potential breed differences and activity and stress effects were examined.

Investigations were performed with 19 already fully certified “inactive” military working dogs (9 German Shepherds and 10 Malinois), and 10 newly purchased, “active” military working dogs (Malinois) in basic training at the Bundeswehr School of Dog Handling. In three consecutive phases, the dogs were given three dry diets of the same composition, which were processed at different temperatures, in the sequence of diet A (immediate drying at 113°C) - diet B (60 min heating at 90°C, then dried at 113°C) - diet C (60 min heating at 129°C, then dried at 113°C).

Explicit influences of activity, breed and diet that occurred between all types of diets and balance periods could not be detected.

Influences of activity were detected most frequently in the balance period C with 6 parameters. Influences of the breed were detected most frequently in the balance period B (3 parameters). Influences of the diet were detected most frequently between diets B and C with a total of 36 parameters, of which 9 were found within the group of inactive German Shepherds, 12 with the inactive Malinois and 15 with the active Malinois.

This research showed influences of activity respectively stress on the parameters of body mass change, drinking water intake, frequency of defecations, and frequency and percentage of acceptable fecal consistency (assessment grades 2 and 3). Breed effects were detected in the parameters of body mass change, drinking water intake, frequency of defecation and fecal dry matter. Diet effects were detected in all studied parameters except the percentage of the incidence of unacceptable fecal consistency (assessment grade 5).

In this study, the high content of crude protein as well as the manufacturing process of the experimental diets did not prove successful regarding acceptance and compatibility for military working dogs. In the experimental diet with the highest processing temperatures, acceptance and compatibility of the feed by the military working dogs were best. This may possibly be due to a habituation process regarding the feed taste as well as a different nutrient digestibility caused by the different manufacturing processes (heat processes).

The aim of the second part of the study was to evaluate and compare the effect of a probiotic (*Lactobacillus acidophilus* DSM 13241) on the compatibility and digestibility of dry feed for military working dogs of the breeds German Shepherds and Malinois. The hypothesis was that lactobacilli as a feed additive in dry dog feed reduce the colonization of potentially pathogenic bacteria in the gut and reduce the occurrence of diarrhea or poor fecal quality.

SUMMARY

Investigations were performed with 14 military working dogs (7 German Shepherds and 7 Malinois) at the Bundeswehr School of Dog Handling. In three consecutive phases the dogs were given a commercial dry diet (control diet A and control diet B), once with the addition of a probiotic *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241-supplement (probiotic diet P, concentration of *Lactobacillus spp.* at least 10^9 cfu/day), in the sequence of diet A - diet P - diet B.

In this study, the administration of the probiotic *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241 only had minor effects. Explicit influences of breed and diet which occurred between all types of diets and balance periods could not be detected.

Influences of the breed were detected most frequently in balance period A with control diet A (4 parameters). Influences of the diet were most frequently observed between control diets A and B with a total of 27 parameters, of which 8 were found within the group of German Shepherds, and 19 with the Malinois.

This research showed influences of the breed on the parameters of feed intake, drinking water intake, fecal quantity and the fecal concentration of *Clostridium histolyticum*.

Influences of the diet that occur between all types of diets and balance periods were only detectable in the parameter of fur texture within the group of the Malinois.

Between the control diet A and the probiotic diet P, influences of the diet showed significant differences for the parameters fur texture, fecal pH, and fecal concentration of *Escherichia coli* within both groups of German Shepherds and Malinois. The group of German Shepherds only showed significant differences between the control diet A and the probiotic diet P in the parameters of drinking water intake in ml, percentage of fecal dry matter, and fecal concentrations of bacteria of the *Clostridium histolyticum* group and *Lactobacillus spp.*. The group of Malinois only showed significant differences between the control diet A and the probiotic diet P in the parameters of daily feed intake in grams, daily feed intake in grams of dry matter based on body mass, energy intake based on body mass, fecal quantity in original substance, fecal quantity in original substance based on body mass, and apparent digestibility of crude fiber.

Between the control diet B and the probiotic diet P, influences of the diet showed significant differences in the parameters of the potassium content in fecal dry matter and fecal concentration of *Escherichia coli* within both groups of German Shepherds and Malinois. The group of German Shepherds only showed significant differences between the control diet B and the probiotic diet P in the parameters of fecal fiber content, apparent digestibility of potassium, and fecal concentrations of bacteria of the *Clostridium histolyticum* group and *Lactobacillus spp.*. The group of Malinois only showed significant differences between control diet A and probiotic diet P in the parameters of fur texture, frequency of defecation, frequency of defecation with acceptable fecal consistency (assessment grade 2), and potassium content in the fecal original substance.

Between control diets A and B, influences of the diet showed significant differences in the parameters of fur texture, quantity of fecal dry matter, quantity of fecal dry matter based on body mass, and apparent digestibility of crude protein and potassium. The group of German Shepherds only showed significant differences between the control diets A and B in the parameters of fecal consistency, frequency of defecation with unwanted fecal consistency

SUMMARY

(assessment grade 4), and fecal crude fiber. The group of Malinois only showed significant differences between the control diets A and B in the parameters of daily feed intake in grams, daily feed intake in grams of dry matter based on body mass, energy intake based on body mass, frequency of defecations, fecal quantity in the original substance based on body mass, frequency of defecation with acceptable fecal consistency (assessment grade 2), crude protein in fecal dry matter, fecal content of potassium in the original substance, fecal content of gross energy in the original substance, apparent digestibility of gross energy, and fecal concentration of *Clostridium histolyticum*.

The present study provides some evidence that *Lactobacillus acidophilus* DSM 13241 has a stabilizing effect on the digestive processes of military working dogs. The efficiency and in particular the possible mechanisms of action require further research.

The results of this study indicate that Malinois are more sensitive to food effects than German Shepherds. This question should be investigated further and reassessed by a more specific experimental design.

The results of this study should be interpreted cautiously on account of the small numbers of animals used. The conclusions relate to the typical housing and assignment of Bundeswehr military working dogs, so they are only partially transferable to other working and sports dogs.

8 Literaturverzeichnis

- Abasinejad, S. (2003):** Therapie von Stereotypen bei Hunden in Zwingerhaltung. Wien, Veterinärmedizinische Universität, Diss. med. vet.
- Alexander, A. D., L. N. Binn, B. Elisberg, P. Husted, D. L. Huxsoll, J. D. Marshall Jr., C. F. Needy u. A. D. White (1972):** Zoonotic infections in Military Scout and Tracker Dogs in Vietnam. *Infect Immun* **5** (5), 745-749
- Altom, E. K., G. M. Davenport, L. J. Myers u. K. A. Cummings (2003):** Effect of dietary fat source and exercise on odorant-detecting ability of canine athletes. *Res Vet Sci* **75** (2), 149-155
- Amtsberg, G., V. Stock, E. Treschnack u. U. Ringel (1989):** Untersuchungen zur Zusammensetzung der Darmflora des Hundes unter dem Einfluss verschiedener Futterrationen und zur Dekontamination des Darmkanals mit verschiedenen antibakteriell wirksamen Substanzen. *Fortschr Tierphysiol Tierern* **19**, 120-130
- Arndt, J. (1986):** Prae- und postileale Verdaulichkeit verschiedener Proteine beim Hund in Abhängigkeit vom Erhitzungsgrad. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss. med. vet
- Baillon, M. L. A., Z. V. Marshall-Jones u. R. F. Butterwick (2004):** Effects of probiotic *Lactobacillus acidophilus* strain DSM13241 in healthy adult dogs. *Am J Vet Res* **65** (3), 338-343
- Banfield, C. M., J. E. Bartels, J. A. Hudson, J. C. Wright, R. D. Montgomery u. J. T. Hathcock (1996):** A retrospective study of canine hip dysplasia in 116 military working dogs. Part II: clinical signs and performance data. *J Am Anim Hosp Assoc* **32** (5), 423-430
- Baptista-Sobrhino, C. A., L. K. Hamamoto, M. Nichi u. V. H. Barnabe (2003):** Effect of work stress on the seminal parameters in dogs. *Revista Brasileira de Reproducao Animal* **27** (2), 215-217
- Batterham, E. S., R. E. Darnell, L. S. Herbert u. E. J. Major (1986):** Effect of pressure and temperature on the availability of lysine in meat and bone meal as determined by slope-ratio assays with growing pigs, rats and chicks and by chemical techniques. *Br J Nutr* **55** (2), 441-453
- Beach, J. R. (1925):**The effect of feeding cultures of *Bacillus acidophilus*, lactose, dry skim-milk or whole milk on the hydrogen ion concentration of the contents of the ceca of chickens. *Hilgardia* **1**, 145-166
- Beerda, B., M. B. Schilder, J. A. van Hooff u. H. W. de Vries (1997):** Manifestations of chronic and acute stress in dogs. *Appl Anim Beh Sci* **52** (3-4) 307-319.

- Beerda, B., M. B. Schilder, J. A. van Hooff, H.W. de Fries u. J. A. Mol (1999a):** Chronic stress in dogs subjected to social and spatial restriction. I. Behavioural responses. *Physiol Behav* **66** (2), 233-242
- Beerda, B., M. B. Schilder, W. Bernadina, J. A. van Hooff, H. W. de Fries u. J. A. Mol (1999b):** Chronic stress in dogs subjected to social and spatial restriction. II. Hormonal and immunological responses. *Physiol Behav* **66** (2), 243-254
- Behfeld, T. (1988):** Untersuchungen über den Einfluß von Schweineschmalz sowie Reis- und Tapiokastärke auf den intestinalen N-Stoffwechsel beim Hund. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss. med. vet.
- Behnsen, K. (1992):** Einfluss der Fütterung auf pH-Wert und spezifisches Gewicht im Harn des Hundes. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss. med. vet.
- Benezech, M. (2003):** Man and the common dog: a common neuropsychiatric pathology? *Annales Medico-Psychologiques* **161** (8), 569-578
- Benno, Y., H. Nakao, K. Uchida u. T. Mitsuoka (1992a):** Impact of the advances in age on the gastrointestinal microflora of beagle dogs. *J Vet Med Sci* **54** (4), 703-706.
- Benno, Y., H. Macao, K. Uchida u. T. Mitsuoka (1992b):** Individual and seasonal variations in the composition of fecal microflora of beagle dogs. *Bifidobact Microfl* **11**, 69-76.
- Benyacoub, J., G. L. Czarnecki-Maulden, C. Cavadini, T. Sauthier, R. E. Anderson, E. J. Schiffrin u. T. von der Weid (2003):** Supplementation of food with *Enterococcus faecium* (SF68) stimulates immune functions in young dogs. *J Nutr* **133** (4), 1158-1162
- Bergeron, R., S. L. Scott, J. P. Emont, F. Mercier, N. J. Cook u. A. L. Schaefer (2002):** Physiology and behaviour of dogs during air transport. *Can J Vet Res* **66** (3), 211-216
- Bergner, H. (1986):** Stickstoffumsetzungen im Dickdarm. *Übers Tierernähr* **14** (2), 101-130
- Behnsilian, D., M. Regier u. M. Stahl (2003):** New methods in food processing. BFE-Federal Research Centre for Nutrition Germany, SMEs No. 7
- Beutin, L., D. Geier, H. Steinrück, S. Zimmermann u. F. Scheutz (1993):** Prevalence and some properties of verotoxin (Shiga-like toxin)-producing *Escherichia coli* in seven different species of healthy domestic animals. *J Clin Microbiol* **31** (9), 2483-2488
- Bezkorovainy, A. (2001):** Probiotics: determinants of survival and growth in the gut. *Am J Clin Nutr* **73** (2), 399S-405S

- Biagi, G., I. Cipollini, M. Grandi u. G. Zaghini (2010):** Influence of some potential prebiotics and fibre-rich foodstuffs on composition and activity of canine intestinal microbiota. *Anim Feed Sci Technol* **159** (1-2), 50-58
- Biourge, V., C. Vallet, A. Levesque, R. Sergheraert, S. Chevalier u. J. Robertson (1998):** The use of probiotics in the diet of dogs. *J Nutr* **128** (12), 2730S-2732S
- Bisping, W. und G. Amtsberg (1988):** Farbatlas zur Diagnose bakterieller Infektionserreger der Tiere. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 69-71, 89-92, 160-168
- Bourreau, J., D. Hernot, E. Bailhache, M. Weber, V. Ferchaud, V. Biourge, L. Martin, H. Dumon u. P. Nguyen (2004):** Gastric emptying rate is inversely related to body weight in dog breeds of different sizes. *J Nutr* **134** (8), 2039S-2041S
- Brambillasca, S., F. Purtscher, A. Britos, J. L. Repetto u. C. Cajarville (2010):** Digestibility, fecal characteristics, and plasma glucose and urea in dogs fed a commercial dog food once or three times daily. *Can Vet J* **51** (2), 190-194
- Brevs, G., C. Walter, M. Burmester u. B. Schroeder (2000):** In vitro studies on the effects of *Saccharomyces boulardii* and *Bacillus cereus var. toyoi* on nutrient transport in pig jejunum. *J Anim Physiol Anim Nutr* **84** (1-2), 9-20
- Brosius, F. (2007):** SPSS für Dummies. Statistische Analyse statt Datenchaos. Wiley-VCH, Weinheim
- Burghardt, W. F. Jr. (2003):** Behavioural considerations in the management of working dogs. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* **33** (2), 417-446
- Burghardt, W. F. Jr. (2009):** PTSD in Military Working Dogs? 6th International Working Dog Conference, Ieper, Belgium, Proceedings
- Burgos, A., J. I. Floyd u. E. L. Stephenson (1974):** The amino acid content and availability of different samples of poultry by-product meal and feather meal. *Poult Sci* **53** (1), 198-201
- Burkman, K. D., G. E. Moore u. M. R. Peterson (2001):** Incidence of Zoonotic Diseases in Military Working Dogs Serving in Operations Desert Shield and Desert Storm. *Mil Med* **166** (2), 108-111
- Bush, A. (1993):** Drying. In: Macrae R., Robinson R. K. u. M. J. Sadler (Hrsg.): *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*. 3. Aufl., Academic Press Ltd, London, GB, 1490
- Cannon, W. B. (1975):** Wut, Hunger, Angst und Schmerz: eine Physiologie der Emotionen. Urban und Schwarzenberg, München

- Carciofi, A. C., F. S. Takakura, L. D. de-Oliveira, E. Teshima, J. T. Jeremias, M. A. Brunetto u. F. Prada (2008):** Effects of six carbohydrate sources on dog diet digestibility and post-prandial glucose and insulin response. *J Anim Physiol Anim Nutr* **92** (3), 326-336
- Case, L. P., D. P. Carey, D. A. Hirakawa u. L. Daristotle (2000):** Canine and feline nutrition. A resource for companion animal professionals. Mosby, Inc. Missouri, USA
- Cashman, K. (2003):** Prebiotics and calcium bioavailability. *Curr Issues Intest Microbiol* **4** (1), 21-32
- Cassuto, B. H. und L. C. Cook (2002):** An epidemiological survey of *Clostridium perfringens*-associated enterotoxaemia at an army veterinary treatment facility. *Mil Med* **167** (3), 219- 222
- Castrillo, C., F. Vicente u. J. A. Guada (2001):** The effect of crude fibre on apparent digestibility and digestible energy content of extruded dog foods. *J Anim Physiol Anim Nutr* **85** (7-8), 231-236
- Chou, L. und B. Weimer (1999):** Isolation and characterization of acid- and bile-tolerant isolates from strains of *Lactobacillus acidophilus*. *J Dairy Sci* **82** (1), 23-31
- Cizek, L. J. (1959):** Long term observations on relationships between food and water ingestion in the dog. *Am J Physiol* **197** (2), 342-346
- Clapper, G. M., C. M. Grieshop, N. R. Merchen, J. C. Russett, J. L. Brent Jr. u. G. C. Fahey Jr. (2001):** Ileal and total tract nutrient digestibilities and fecal characteristics of dogs as affected by soybean protein inclusion in dry, extruded diets. *J Anim Sci* **79** (6), 1523-1532
- Coppola, C. L., R. M. Enns u. T. Grandin (2006):** Noise in the Animal Shelter Environment: Building Design and the Effects of Daily Noise Exposure. *J Appl Anim Welf Sci* **9** (1), 1-7
- Corson, S. A. und E. O. Corson (1979):** Interaction of genetic and psychosocial factors in stress-reaction patterns: a system approach to the investigation of stress-coping mechanisms. *Psychother Psychosom* **31** (1-4), 161-171
- Cowell, C. S., N. P. Stout, M. F. Brinkmann, E. A. Moser u. S. W. Crane (2002):** Kommerzielle Herstellung von Haustierfutter. In: Hand, M. S., C. D, Thatcher, R. L. Remillard u. P. Roudebush (Hrsg.): *Klinische Diätetik für Kleintiere*. 4. Aufl., Schlütersche GmbH & Co. KG Verlag und Druckerei, Hannover, 159-185
- Cummings, J. H. und G. T. Macfarlane (1991):** The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon. *J Appl Microbiol* **70** (6), 443-459

- Davis, M. S., M. D. Willard, S. L. Nelson, R. E. Mandsager, B. S. McKiernan, J. K. Mansell u. T. W. Lehenbauer (2003):** Prevalence of gastric lesions in racing Alaskan sled dogs. *J Vet Intern Med* **17** (3), 311-314
- Davis, M. S., M. D. Willard, K. K. Williamson, J. M. Steiner u. D. A. Williams (2005):** Sustained strenuous exercise increases intestinal permeability in racing Alaskan sled dogs. *J Vet Intern Med* **19** (1), 34-39
- Deinhammer, K. M. (2003):** Der Einfluss von Stress auf den Immunstatus von Hunden. Wien, Veterinärmedizinische Universität, Diss. med. vet.
- Delaney, S. J., A. S. Hill, R. C. Backus, G. L. Czarnecki-Maulden u. Q. R. Rogers (2001):** Dietary crude protein concentration does not affect the leucine requirement of growing dogs. *J Anim Physiol Anim Nutr* **85** (3-4), 88-100
- Deplancke, B. und H. R. Gaskins (2001):** Microbial modulation of innate defense: goblet cells and the intestinal mucus layer. *Am J Clin Nutr* **73** (6), 1131S-1141S.
- Döcke, F. (1994, Hrsg.):** Veterinärmedizinische Endokrinologie. Enke Verlag Stuttgart, 3. Aufl., 131-175
- Downey, R. L., D. S. Kronfeld u. C. A. Banta (1980):** Diet of beagles affects stamina. *J Am Anim Hosp Assoc* **16**, 273-277
- Drochner, W. und H. Meyer (1975):** Gehalt an Milchsäure, flüchtiger Azidität, Ammoniak, Schwefelwasserstoff und flüchtiger Fettsäuren in den Fäzes des Hundes in Abhängigkeit vom pH-Wert und dem Anteil an strukturierten Bestandteilen im Futter. 21. Jahrestag d. Fachgruppe Kleintierkrankheiten DVG, 95-98.
- Duhaime, R. A., D. Norden, B. Corso, S. Mallonee u. M. D. Salman (1998):** Injuries and illnesses in working dogs used during the disaster response after the bombing in Oklahoma City. *J Am Vet Med Assoc* **212** (8), 1202-1207
- Dziezak, J. D. (1989):** Single- and twin-screw extruders in food processing. *Food Technol* **43**, 164-174
- von Engelhardt, W. und G. Breves (2005):** Physiologie der Haustiere. Enke Verlag Stuttgart, 2. Auflage, 477-493
- Evans, R. I., J. R. Herbold, B. S. Bradshaw u. G. E. Moore (2007):** Causes for discharge of military working dogs from service: 268 cases (2000-2004). *J Am Vet Med Assoc* **231** (8), 1215-1220

- Fahey, G. C. Jr., N. R. Merchen, J. E. Corbin, A. K. Hamilton, K. A. Serbe, S. M. Lewis u. D. A. Hirakawa (1990):** Dietary fiber for dogs: I. Effects of graded levels of dietary beet pulp on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy and digesta mean retention time. *J Anim Sci* **68** (12), 4221-4228
- Fahey, G. C. Jr., N. R. Merchen, J. E. Corbin, A. K. Hamilton, L. L. Bauer, E. C. Titgemeyer u. D. A. Hirakawa (1992):** Dietary fiber for dogs: III. Effects of beet pulp and oat fibre additions to dog diets on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy, and digesta mean retention time. *J Anim Sci* **70** (4), 1169-1174
- Ferraris, R. P., S. Yasharpour, K. C. Lloyd, R. Mirzayan u. J. M. Diamond (1990):** Luminal glucose concentrations in the gut under normal conditions. *Am J Physiol* **259** (5), G822-G837.
- Fischer, U. (1994):** Gastrointestinale Hormone. In: Döcke, F. (Hrsg.): Veterinärmedizinische Endokrinologie. Gustav Fischer Verlag Jena 1984, 3. Aufl., 653-672
- Flasshoff, H.-J. (1986):** Darmerkrankungen beim Hund. Report Dossier, Effem Forschung für Kleintiernahrung, Hamburg
- Flickinger, E. A., E. M. W. C. Schreijen, A. R. Patil, H. S. Hussein, C. M. Grieshop, N. R. Merchen u. G. C. Fahey Jr. (2003):** Nutrient digestibilities, microbial populations, and protein catabolites as affected by fructan supplementation of dog diets. *J Anim Sci* **81** (8), 2008-2018
- Frank, J. und T. Griffin (1989):** Stress and Immunity: a Unifying Concept. *Vet Immunol Immunopath* **20** (3), 263-312
- Franks, A. H., H. J. M. Harmsen, G. C. Raangs, G. J. Jansen, F. Schut u. G. W. Welling (1998):** Variations of bacterial populations in human feces measured by fluorescent in situ hybridisation with group-specific 16S rRNA-targeted oligonucleotide probes. *Appl Environ Microbiol* **64** (9), 3336-3345
- Freudenthal, U. (1990):** Untersuchungen zur Verdaulichkeit von Rinderfett unterschiedlicher Zusammensetzung beim Hund. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss. med. vet.
- Fuchs, B. M., K. Syutsubo, W. Ludwig u. R. Amann (2001):** In situ accessibility of *Escherichia coli* 23S rRNA to fluorescently labelled oligonucleotide probes. *Appl Environ Microbiol* **67** (2), 961-968
- Fujisawa, T., Y. Benno, T. Yaeshima u. T. Mitsuoka (1992):** Taxonomic study of *Lactobacillus acidophilus* group, with recognition of *Lactobacillus gallinarum* sp. nov. and *Lactobacillus johnsonii* sp. nov. and synonymy of *Lactobacillus acidophilus* group A3 (Johnson et al. 1980) with the type strain of *Lactobacillus amylovorus* (Nakamura 1981). *Int J Syst Bacteriol* **42** (3), 487-491

- Fuller, R. (1989):** Probiotics in man and animals. *J Appl Bacteriol* **66** (5), 365-378
- Gajda, M., E. A. Flickinger, C. M. Grieshop, L. L. Bauer, N. R. Merchen u. G. C. Fahey Jr. (2005):** Corn hybrid affects in vitro and in vivo measures of nutrient digestibility in dogs. *J Anim Sci* **83** (1), 160-171
- Gamble, M. R. (1982):** Sound and its effects on laboratory animals. *Biol Rev Camb Philos Soc* **57** (3), 395-421
- Gazit, I. und J. Terkel (2003):** Explosives detection by sniffer dogs following strenuous physical activity. *Appl Anim Behav Sci* **81** (2), 149-161
- Gedek, B. R. (1993):** Probiotika zur Regulierung der Darmflora. *TU* **48** (2), 97-98, 102, 104
- Goddard, M. E. und R. G. Beilharz (1982):** Genetic and environmental factors affecting the suitability of dogs as guide dogs for the blind. *Theor Appl Genet* **62** (2), 97-102
- Goddard, M. E. und R. G. Beilharz (1983):** Genetics of traits which determine the suitability of dogs as guide dogs for the blind. *Appl Anim Ethol* **9**, 299-315
- Goddard, M. E. und R. G. Beilharz (1984):** A factor analysis of fearfulness in potential guide dogs. The relationship of fearfulness to, and the effects of, sex, age and experience on exploration and activity in dogs. *Appl Anim Behav Sci* **12** (3), 253-278
- Göcke, A. (1970):** Über die Zusammensetzung und Verdaulichkeit von Hundefuttermittel. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss. med. vet.
- Grandjean, D. und B. M. Paragon (1992):** Nutrition of racing and working dogs. Part I. Energy metabolism of dogs. *Compend* **14** (12), 1608-1615
- Grandjean, D. und B. M. Paragon (1993):** Nutrition of racing and working dogs. Part II. Determination of energy requirements and the nutritional impact of stress. *Compend* **15** (1), 45-52
- Grandjean, H., R. Sergheraert, J. P. Valette u. F. Driss (1998):** Biological and nutritional consequences of work at high altitude in search and rescue dogs: the scientific expedition Chiens de Cimes-Licancabur 1996. *J Nutr* **128** (12), 2694S-2697S
- Gröner, T. (1991):** Bewertung von Einzelfuttermitteln und Möglichkeiten zur Beurteilung von Mischfuttermitteln für Hunde. Bonn, Hohe Landwirtsch. Fakultät d. Rhein. Friedr.-Wilhelms-Univ., Diss.
- Gröner, T. und E. Pfeffer:** Digestibility of organic matter and digestible energy in single ingredients of extruded dog feeds and their effects on faecal dry matter concentration and consistency. *J Anim Physiol Anim Nutr* **77** (1-5), 214-220

- Habernoll, H. (1995):** Vergleichende Untersuchungen über Verdaulichkeit und Verträglichkeit bei verschiedenen Hunderassen. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss. med. vet.
- Halliwell, B. (1994):** Free radicals and antioxidants: a personal view. *Nutr Rev* **52** (8), 253-265
- Hallman, J. E., R. A. Moxley, G. A. Reinhart, E. A. Wallace u E. T. Clemens (1995):** Cellulose, beet pulp and pectin/gum arabic effects on canine colonic microstructure and histopathology. *Vet Clin Nutr* **2**, 137-142
- Hammermueller, J., S. Kruth, J. Prescott u. C. Gyles (1995):** Detection of toxin genes in *Escherichia coli* isolated from normal dogs and dogs with diarrhea. *Can J Vet Res* **59** (4), 265-270
- Han, Y. und C. M. Parsons (1990):** Determination of available amino acids and energy in alfalfa meal, feather meal, and poultry by-product meal by various methods. *Poult Sci* **69** (9), 1544-1552
- Hand, M. S., C. D, Thatcher, R. L. Remillard u. P. Roudebush (2002):** Klinische Diätetik für Kleintiere. 4. Aufl., Schlütersche GmbH & Co. KG Verlag und Druckerei, Hannover
- Hannes, M. (1983):** Untersuchungen über die Verträglichkeit nativer und hydrolysierter Magermilch beim Hund. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss. med. vet.
- Harmsen, H. J. M., G. R. Gibson, P. Elfferich, G. C. Raangs, A. C. M. Wildeboer-Veloo, A. Argaiz, M. B. Roberfroid u. G. W. Welling (1999):** Comparison of viable cell counts and fluorescence in situ hybridization using specific rRNA-based probes for the quantification of human fecal bacteria. *FEMS Microbiol Lett* **183**, 125-129
- Haverbeke, A., C. Diederich, E. Depiereux u. J. M. Giffroy (2008):** Cortisol and behavioral responses of working dogs to environmental challenges. *Physiol Behav* **93** (1-2), 59-67
- van der Heiden, C. (1992):** The problem of noise within kennels: what are its implications and how can it be reduced? *Vet Nursing J* **7**, 13-16
- Henry, J. P. und P. M. Stephens (1977):** Stress, health and the social environment. A sociobiologic approach to medicine. Springer Verlag, New York 1977
- Hernot, D. C., V. C. Biourge, L. J. Martin, H. J. Dumon u. P. G. Nguyen (2005):** Relationship between total transit time and faecal quality in adult dogs differing in body size. *J Anim Physiol Anim Nutr* **89** (3-6), 189-193

- Hernot, D. C., H. J. Dumon, V. C. Biourge, L. J. Martin u. P.G. Nguyen (2006):** Evaluation of association between body size and large intestinal transit time in healthy dogs. *Am J Vet Res* **67** (2), 342-347
- Hernot, D. C., J. Nery, V. C. Biourge, L. J. Martin, H. J. Dumon u. P. G. Nguyen (2009):** Colonic permeability is higher in Great Danes compared with smaller breed dogs. *J Anim Physiol Anim Nutr* **93** (6), 703-709
- Hess, M (1990):** Einfluss von stärke- bzw. fettreichen Futterrationen, temporärer Wasserkarenz sowie körperlicher Aktivität auf die Gesamtwasseraufnahme des Hundes. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss. med. vet
- Hiby, E. F., N. J. Rooney u. J. W. S. Bradshaw (2006):** Behavioural and physiological responses of dogs entering re-homing kennels. *Physiol Behav* **89** (3), 385-391
- Hill, R. C. (1998):** The nutritional requirements of exercising dogs. *J Nutr* **128** (12): 2686S-2690S
- Hirlinger, A. (1995):** Untersuchungen zum Einfluss der Futterzusammensetzung auf die Konsistenz der Faeces beim Hund. Hannover, Tierärztl. Hochschule, unveröffentlicht
- Holtmann, G., R. Kriebel u. M. V. Singer (1990):** Mental stress and gastric acid secretion. Do personality traits influence the response? *Dig Dis Sci* **38** (5), 973
- Holtmann, G., M. V. Singer, R. Kriebel, K. H. Stacker u. H. Goebell (1989):** Differential effects of acute mental stress on interdigestive secretion of gastric acid, pancreatic enzymes, and gastroduodenal motility. *Dig Dis Sci* **34** (11), 1701-1707
- Horn, V., E. M. Maennike u. R. Osterberg (1968):** Die Ernährung des Hundes unter Berücksichtigung der Verwendung handelsüblicher Fertigfutter. *Kleintierpraxis* **13**, 188-192
- Hornfeldt, C. S. und M. J. Murphy (1992):** 1990 Report of the American Association of Poison Control Centers: Poisonings in animals. *J Am Vet Med Assoc* **200** (8), 1077-1080
- Huber, T. L., D. la Flamme, K. M. Comer u. W. H. Anderson (1994):** Nutrient digestion of dry dog foods containing plant and animal proteins. *Canine Practice* **19**, 11-13
- Isolauri, E., M. Juntunen, T. Rautanen, P. Sillanaukee u. T. Koivula (1991):** A human *Lactobacillus* strain (*Lactobacillus casei* sp. strain GG) promotes recovery from acute diarrhea in children. *Pediatrics* **88** (1), 90-97.
- James, W. T. und C. M. McCay (1950):** A study of food intake, activity and digestive efficiency in different type dogs. *Am J Vet Res* **11**, 412-413

- Janetschke, P. und Fehlhaber, K. (1992):** Veterinärmedizinische Lebensmittelhygiene. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart
- Jennings, P. B., J. B. Moe, P. A. Elwell, L. D. Sands u. M. A. Stedham (1971):** A survey of diseases of military dogs in the Republic of Vietnam. *J Am Vet Med Assoc* **159** (4), 434-440
- Jennings, P. B. Jr. (1991):** Veterinary care of the Belgian Malinois military working dog. *Mil Med* **156** (1), 36-38
- Johnson, J. L., C. F. Phelbs, C. S. Cummin, J. London u. F. Gasser (1980):** Taxonomy of the *Lactobacillus acidophilus* group. *Int J Syst Bacteriol* **30** (1), 53-68
- Johnson, M. L., C. M. Parsons, G. C. Fahey Jr., N. R. Merchen u. C. G. Aldrich (1998):** Effects of species raw material source, ash content, and processing temperature on amino acid digestibility of animal by-product meals by cecectomized roosters and ileally cannulated dogs. *J Anim Sci* **76** (4), 1112-1122
- Johnston, J. und C. N. Coon (1979):** A comparison of six protein quality assays using commercially available protein meals. *Poult Sci* **58** (4), 919-927
- Jones, K. E., K. Dashfield, A. B. Downend u. C. M. Otto (2004):** Search-and-rescue-dogs: an overview for veterinarians. *J Am Vet Med Assoc* **225** (6), 854-860
- Juhr, N. C., U. Brand u. E. Riedel (2005):** Aminosäure-Plasmakonzentrationen bei aggressiven Hunden. *Berl Münch Tierärztl Wochenschr* **118** (3-4), 95-100
- Junker, S. (1985):** Untersuchungen über den Einfluss einer reduzierten Keimflora im Darm des Hundes auf die Verdaulichkeit verschiedener Eiweiße. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss. med. vet.
- Kaufmann, D. (1998):** Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Mischfuttermitteln mit variierenden Gehalten an Hydrokolloiden (insbesondere Guar) bzw. Feuchtigkeit bei verschiedenen Hunderassen. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss. med. vet.
- Kailasapathy, K. und J. Chin (2000):** Survival and therapeutic potential of probiotic organisms with reference to *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium spp.* *Immunol Cell Biol* **78** (1), 80-88
- Kempe, R. und M. Saastamoinen (2007):** Effect of linseed cake supplementation on digestibility and faecal and haematological parameters in dogs. *J Anim Physiol Anim Nutr* **91** (7-8), 319-325
- Kendall, P. T., S. E. Blaza u. P. M. Smith (1983):** Influence of level of intake and dog size on apparent digestibility of dog foods. *Br Vet J* **139** (4), 361-362

- Khananashvili, M. M., T. S. G. Suknidze u. R. G. Kartvelishvili (1989):** Arterial hypertension in dogs with experimental informational pathology of their higher nervous activity. *Neurosci Behav Physiol* **19** (5), 393-398
- Kienzle, E. (2002):** Further developments in the prediction of metabolizable energy (ME) in pet food. *J Nutr* **132** (6), 1796S-1798S
- Kikkawa, A., Y. Uchida, Y. Suwa u. K. Taguchi (2005):** A Novel Method for Estimating the Adaptive Ability of Guide Dogs Using Salivary sIgA. *J Vet Med Sci* **67** (7), 707-712
- King, J. O. L. (1968):** *Lactobacillus acidophilus* as a growth stimulant for pigs. *Veterinarian* **5** (4), 273-285
- Kirkwood, J. K. (1985):** The influence of size on the biology of the dog. *J Small Anim Pract* **26** (2), 97-110
- Klein, G. (1998):** Probiotische und technologisch eingesetzte Mikroorganismen in Lebensmitteln, Arzneimitteln und im Tierfutter- phäno- und genotypische Untersuchungen zur Identifizierung und zur biologischen Sicherheit. Freie Universität Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin, Habilitationsschrift
- Koch-Erhorn, B. (1987):** Prüfung schwerverdaulicher Futtermittel auf ihre Eignung als Komponenten in Adipositas-Diäten für Hunde. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss. med. vet.
- Kondo, T., S. Naruse, T. Hayakawa u. T. Shibata (1994):** Effect of exercise on gastroduodenal functions in untrained dogs. *Int J Sports Med* **15** (4), 186-91
- Kondos, A. C. und G. L. McClymont (1972):** Nutritional evaluation of meat meals for poultry. VII. Effect of processing temperature on total and biologically available amino acids. *Aust J Agric Res* **23** (5), 913-922
- Konrad, J., M. Cupak, J. Hrusovsky, S. Husak u. K. Smid (1990):** Mineral metabolism in dogs during training and work stress. *Vet Med (Praha)* **35** (7), 427-435
- Korthäuer, W. (2003):** Diensthundepraxis. Portal für klinische Veterinärmedizin. www.Diensthundepraxis.de (aufgerufen am 01.07.2011)
- Krüger, M. (2007):** Mikroökologie. In: Rolle, M. und A. Mayr (2007): Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre. Verlag Enke, Stuttgart, 412-415
- Kuehn, B. M. (2002):** Veterinarians help protect soldiers in Operation Enduring Freedom. *J Am Vet Med Assoc* **221** (1), 11

- Kvietys, P. R. und D. N. Granger (1981):** Effect of volatile fatty acids on blood flow and oxygen uptake by the dog colon. *Gastroenterology* **80** (5), 962-969
- Lahrssen, M. und J. Zentek (2002):** Wirksamkeit von probiotischen Mikroorganismen als Futterzusatzstoff: Leitlinien zur Prüfung der Wirksamkeit von Mikroorganismen bei den Tierkategorien Hund, Katze und Pferd. *Dtsch Tierärztl Wschr* **109**, 22-25
- Lauer, E., C. Helming u. O. Kandler (1980):** Heterogeneity of the species *Lactobacillus acidophilus* (Moro) Hansen and Mocquot as revealed by biochemical characteristics and DNA-DNA-hybridisation. *Zbl Bakt C1* **1** (2), 150-168
- Leadon, D. P. und E. Mullins (1991):** Relationship between kennel size and stress in greyhounds transported short distances by air. *Vet Rec* **129** (4), 70-73
- Leibetseder, J., H. J. Flasshoff, E. Frohnapfel u. B. Schärfl (1982):** Über den Einfluß hoher Bindegewebsgaben auf Verdaulichkeit und Kotflora beim Hund. *Effem Report* **14**, 1-13
- Levebvre, D., C. Diederich u. J. M. Giffroy (2009):** Cortisol and behavioural responses to enrichment in military working dogs. *J Ethol* **27** (2), 255-265
- Liang, B., R. L. Verrier, J. Melman u. B. Lown (1979):** Correlation between circulating catecholamine levels and ventricular vulnerability during psychological stress in conscious dogs. *Proc Soc Exp Biol Med* **161** (3), 266-269
- Lilly, D. M. und R. H. Stilwell (1965):** Probiotics. Growth promoting factors produced by micro-organisms. *Science* **147** (3659), 747-748
- Luescher, U. A. (1993):** Animal behaviour case of the month. A breakdown in working performance, or burnout, was observed in a dog used in searches for explosives. *J Am Vet Med Assoc* **203** (11), 1538-1539
- Mackie, R. I., B. A. White und R. E. Isaacson (1996):** *Gastrointestinal microbiology 2. Gastrointestinal microbes and host interactions.* Chapman and Hall, New York, 501-536
- Macrae, R., Robinson R. K. u. M. J. Sadler (1993):** *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition.* 3. Aufl., Academic Press Ltd, London, GB
- Manninen, T. J., M. L. Rinkinen, S. S. Beasley u. P. E. Saris (2006):** Alteration of the canine small-intestinal lactic acid bacterium microbiota by feeding of potential probiotics. *Appl Environ Microbiol* **72** (10), 6539-6543.
- Marcinakova, M., M. Simonova, V. Strompfova u. A. Laukova (2006):** Oral application of *Enterococcus faecium* strain EE3 in healthy dogs. *Folia Microbiol (Praha)* **51** (3), 239-242.

- Marquardt, B. (1999):** Untersuchungen zum Einsatz mikrobiell fermentierbarer Kohlenhydrate in der Fütterung von Hunden. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss. med. vet.
- Martineau, B. und D. P. Laflamme, (2002):** Effect of diet on markers of intestinal health in dogs. *Res Vet Sci* **72**, 223-227
- Marx, G. (1975):** Einwirkungen auf das Verhalten von Diensthunden der Bundeswehr durch Veränderung der Haltungsbedingungen bei Milieuwechsel, Ausbildung und Einsatz. *T U* **30** (5), 239-244
- Massing, E. (1995):** Vergleichende Untersuchungen am Magen-Darmtrakt von Wolf (*Canis lupus*, LINNAEUS 1758) und Haushund (*Canis lupus f. familiaris*, LINNAEUS 1758) unter besonderer Berücksichtigung des Darmschleimhautimmunsystems. Hannover, Universität, Fachber. Biologie, Diss.
- Massing, E. und G. Uhr (1994):** Morphometrische Untersuchungen am Darmkanal von Wolf und Haushund. *Dtsch. Gesellschaft für Säugetierkunde*, 68. Jahrestagung, Wien, Sonderheft Band 59 der *Z. Säugetierkunde*, Verlag Paul Parey, Hamburg, 29
- Mayr, A. (2007):** Wesen, Entwicklung, Aufbau und Funktion der körpereigenen Abwehr. In: Rolle, M. und A. Mayr (2007): *Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre*. Verlag Enke, Stuttgart, 28-37
- McCracken, V. J. und H. R. Gaskins (1999):** Probiotics and the immune system. In: Tannock, G. W. (Hrsg.): *Probiotics. A critical review*. Horizon Scientific Press, Norfolk, UK 85-111
- McNamara, J. H. (1972):** Nutrition for military working dogs under stress. *Vet Med Small Anim Clin* **67** (6), 615-623
- Metchnikoff, E. (1908):** The prolongation of life. *Optimistic studies*. Putnams Sons New York 156-157
- Meyer, H. (1989):** Fortschritte in der Tierphysiologie und Tierernährung 19. Beiträge zur Verdauungsphysiologie des Hundes. Verlag Parey, Hamburg, Berlin
- Meyer, H. und C. Schönemann (1989):** Rationsgestaltung und praecaecale bzw. postileale Verdaulichkeit der organischen Substanz. *Fortschr Tierphysiol Tierern* **19**, 14-23
- Meyer, H., J. Arndt, T. Behfeld, H. Elbers u. C. Schönemann (1989a):** Praecaecale und postileale Verdaulichkeit verschiedener Eiweiße. *Fortschr Tierphysiol Tierern* **19**, 59-77
- Meyer, H., T. Behfeld, C. Schönemann u. A. Mühlum (1989b):** Intestinaler Wasser-, Natrium- und Kaliumstoffwechsel. *Fortschr Tierphysiol Tierern* **19**, 109-119

- Meyer, H., E. Kienzle u. J. Zentek (1993):** Body size and relative weights of gastrointestinal tract and liver in dogs. *J Vet Nutr* **2**, 31-35
- Meyer, H., J. Zentek, M. Hess u. K. Behnsen (1994):** Ein Beitrag zur Wasseraufnahme und Harnabgabe beim Hund. *Wien Tierärztl Mschr* **81** (6), 163-169
- Meyer, H., J. Zentek, H. Habernoll u. I. Maskell (1999):** Digestibility and compatibility of mixed diets and faecal consistency in different breeds of dog. *Zentralbl Veterinärmed A* **46**, 155-165
- Meyer, H. und J. Zentek (2010):** Ernährung des Hundes. 6. Aufl. Enke Verlag in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG
- Miller, E. P. und J. S. Cullor (2002):** Futtermittelsicherheit. In: Hand, M. S., C. D, Thatcher, R. L. Remillard u. P. Roudebush (Hrsg.): *Klinische Diätetik für Kleintiere*. 4. Aufl., Schlütersche GmbH & Co. KG Verlag und Druckerei, Hannover, 233-249
- Milligan, S. R., G. D. Sales u. K. Khirnykh (1993):** Sound levels in rooms housing laboratory animals: an uncontrolled daily variable. *Physiol Behav* **53** (6), 1067-1076
- Mistiaen, W., P. Blockx, R. van Hee, H. Bortier u. F. Harrisson (2002):** The effect of stress on gastric emptying rate measured with a radionuclide tracer. *Hepatogastroenterol* **49** (47), 1457-1460
- Möstl, E. (2005):** Spezielle Endokrinologie. in: von Engelhardt, W. und G. Breves (Hrsg.), *Physiologie der Haustiere*. 2. Auflage. Enke Verlag Stuttgart, 477-493
- Molitor, D. (1996):** In vitro- und in vivo-Effekte eines Probiotikums (*Enterococcus faecium*) als Futterzusatz bei Hunden. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss. med. vet.
- Moore, G. E., K. D. Burkman, M. N. Carter u. M. R. Peterson (2001):** Causes of death or reasons for euthanasia in military working dogs: 927 cases (1993-1996). *J Am Vet Med Assoc* **219** (2), 209-214
- Morris, T. H., S. H. Sorensen, J. Turkington u. R. M. Batt (1994):** Diarrhoea and increased intestinal permeability in laboratory beagles associated with proximal small intestinal bacterial overgrowth. *Lab Anim* **28** (4), 313-319
- Mosenthin, R. und H. Henkel (1978):** Der Einfluß pflanzlicher Gerüstsubstanzen im Futter auf die N-Ausscheidung im Kot beim Schwein. *Z Tierphysiol Tierern FMKde* **40**, 122-123
- Mück, S. (2007):** Einsatz von *Enterococcus faecium* DSM 7134 beim adulten Hund. Wien, Veterinärmedizinische Universität, Diss. med. vet.

- Mühlum, A. (1987):** Untersuchungen über die praecaecale Verdaulichkeit verschiedener Kohlenhydrate beim Hund. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss. med. vet.
- Mühlum, A., S. Junker u. H. Meyer (1989a):** Praecaecale und postileale Verdaulichkeit verschiedener Fette. Fortschr Tierphysiol Tierern **19**, 24-30
- Mühlum, A., M. Ingwersen, C. Schünemann, H. Wilfarth u. H. Meyer (1989b):** Praecaecale und postileale Verdaulichkeit von Saccharose, Lactose sowie Stachyose und Raffinose Fortschr Tierphysiol Tierern **19**, 31-43
- Muelas, M. S., P. Ramirez, P. Parilla, J. M. Ruiz, J. M. Perez, M. F. Candel, J. Aguilar u. L. Carrasco (1993):** Vagal system involvement in changes in small bowel motility during restraint stress: an experimental study in the dog. Br J Surg **80** (4), 479-483
- Muir, H. E., S. M. Murray, G. C. Fahey Jr., N. R. Merchen u. G. A. Reinhart (1996):** Nutrient digestion by ileal cannulated dogs as affected by dietary fibers with various fermentation characteristics. J Anim Sci **74**, 1641-1648
- Mundt, H. C. und H. Meyer (1989):** Pathogenesis of lactose induced diarrhea and its prevention by enzymatic splitting of lactose. In: Burger I. H. und J. P. W. Rivers: Nutrition of the dog and cat. Cambridge University Press, 267-274
- National Research Council of the National Academies (2006):** Physical activity and environment. In: Nutrient requirements of dogs and cats. The National Academies Press Washington, D. C., 258-259
- Naumann, K. und R. Bassler (1999):** Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. 5. Ergänzungslieferung, VDLUFA-Methodenbuch Band III, VDLUFA-Verlag Darmstadt
- Nery, J., V. Biourge, C. Tournier, V. Leray, L. Martin, H. Dumon u. P. Nguyen (2010):** Influence of dietary protein content and source on fecal quality, electrolyte concentrations and osmolarity, and digestibility in dogs differing in body size. J Anim Sci **88** (1), 159-169
- Oelschlaeger, T. A. (2010):** Mechanisms of probiotic actions - A review. Int J Med Microbiol **300** (1), 57-62.
- Opitz, B. (1996):** Untersuchungen zur Energiebewertung bei Hund und Katze. München, Ludwig-Maximilians-Universität, Diss. med. vet.
- Otto, C. M., A. B. Downend, J. A. Serpell, L. S. Ziemer u. H. M. Saunders (2004):** Medical and behavioural surveillance of dogs deployed to the World Trade Center and the Pentagon from October 2001 to June 2002. J Am Vet Med Assoc **225** (6), 861-867

- Parker, R. B. (1974):** Probiotics: the other half of the antibiotic story. *Animal Nutr Health* **29**, 4-8
- Parsons, C. M., F. Castanon u. Y. Han (1997):** Protein and amino acid quality of meat and bone meal. *Poult Sci* **76** (2), 361-268
- Parvez, S., K. A. Malik, S. Ah Sang u. H. Y. Kim (2006):** Probiotics and their fermented food products are beneficial for health. *J Appl Microbiol* **100** (6), 1171-1185.
- Pascher, M. (2005):** Effekte eines probiotischen *Lactobacillus*-Stammes (*Lactobacillus acidophilus*) auf verdauungsphysiologische Parameter bei Hunden. Wien, Veterinärmedizinische Universität, Diss. med. vet.
- Pasupathy, K., A. Sahoo, u. N. N. Pathak (2001):** Effect of lactobacillus supplementation on growth and nutrient utilization in mongrel pups. *Arch Tierernähr* **55** (3), 243-253.
- Paßlack, N. und J. Zentek (2011):** Diätetische Maßnahmen in der Behandlung von Durchfallerkrankungen bei Hund und Katze. *Kleintierprax* **56** (6), 312-324
- Pauly, S. (2007):** Belastung von angekauften Diensthunden durch die Haltung und die Grundausbildung im Schutzdienst. München, Ludwig-Maximilians-Universität, Diss. med. vet.
- Pet Food Manufacturers' Association (2006):** UK Pet Food Market 1987-2005- Volume ('000s tonnes) www.pfma.com (aufgerufen am 16.06.06)
- Piercy, R. J., K. W. Hinchcliff, R. A. DiSilvestro, G. A. Reinhart, C. R. Baskin, M. G. Hayek, J. R. Burr u. R. A. Swenson (2000):** Effect of dietary supplements containing antioxidants on attenuation of muscle damage in exercising sled dogs. *Am J Vet Res* **61** (11), 1438-1445
- Pietrzak, T. (1997):** Verträglichkeit eiweißreicher Futtermittel beim Hund auf einige Parameter mikrobieller Aktivität im Intestinaltrakt unter besonderer Berücksichtigung der Polyamine. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss. med. vet.
- Plourde, V. (1999):** Stress-induced changes in the gastrointestinal motor system. *Can J Gastroenterol* **13** Suppl A, 26A-31A
- Rastall, R. A. (2004):** Bacteria in the gut: friends and foes and how to alter the balance. *J Nutr* **134** (8), 2022-2026
- Reinhart, G. A., R. A. Moxley u. E. T. Clemens (1994):** Source of dietary fiber and its effect on colonic microstructure, function and histopathology of beagle dogs. *J Nutr* **124** (12), 2701S-2703S

- Reynolds, A. J., G. A. Reinhart, D. P. Carey, D. A. Simmermann, D. A. Frank u. F. A. Kallfelz (1999):** Effect of protein intake during training on biochemical and performance variables in sled dogs. *Am J Vet Res* **60** (7), 789-795
- Richardson, D. (1996):** Probiotics and product innovation. *Nutr Food Sci* **4**, 27-33.
- Riedl, E. (2001):** Oxidativer Stress beim Schlittenhund. Physiologische und klinische Konsequenzen, Effekt einer Futtersupplementierung mit Antioxidantien. Wien, Veterinärmedizinische Universität, Diss. med. vet.
- Riklin, M. (1973):** Untersuchungen über den Einfluss von Strukturelementen im Futter auf Verdauung, Peristaltik und Kotkonsistenz beim Hund. Hannover, Tierärztliche Hochschule, Diss. med. vet.
- Rinkinen, M., J. Mättö, S. Salminen, E. Westermarck u. A. C. Ouwehand (2000):** In vitro adhesion of lactic acid bacteria to canine small intestinal mucus. *J Anim Physiol Anim Nutr* **84** (1-2), 43-47
- Rinkinen, M., E. Westermarck, S. Salminen u. A. C. Ouwehand (2003):** Absence of host specificity for *in vitro* adhesion of probiotic lactic acid bacteria to intestinal mucus. *Vet Microbiol* **97** (1-2), 55-61
- Roberfroid, M. B. (1998):** The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. *J Nutr* **128** (1), 11-19
- Roberfroid, M. B., J. A. van Loo u. G. R. Gibson (2000):** Prebiotics and Probiotics: are they functional foods? *Am J Clin Nutr* **71**, 1682S-1687S
- Robinson, F. R. und F. M. Garner (1973):** Histopathologic survey of 2500 German Shepherd military working dogs. *Am J Vet Res* **34** (3), 437-442
- Rolfe, R. (1996):** Colonization resistance. In: Mackie, R. I., B. A. White und R. E. Isaacson (Hrsg.): *Gastrointestinal microbiology 2. Gastrointestinal microbes and host interactions*. Chapman and Hall, New York, 501-536
- Rolfe, V. E., C. A. Adams, R. F. Butterwick u. R. M. Batt (2002a):** Relationship between faecal character and intestinal transit time in normal dogs and diet-sensitive dogs. *J J Anim Pract* **43** (7), 290-294.
- Rolfe, V. E., C. A. Adams, R. E. Butterwick u. R. M. Batt (2002b):** Relationships between fecal consistency and colonic microstructure and absorptive function in dogs with and without nonspecific dietary sensitivity. *Am J Vet Res* **63** (4), 617-622.
- Rooney, N. J., S. A. Gaines u. J. W. S. Bradshaw (2007):** Behavioural and glucocorticoid responses of dogs (*Canis familiaris*) to kennelling: Investigating mitigation of stress by prior habituation. *Physiol Behav* **92** (5), 847-854

- Rooney, N., S. Gaines u. E. Hiby (2009):** A practitioner's guide to working dog welfare. *J Vet Behav* **4** (3), 127-134
- Saarela, M., G. Mogensen, R. Fonden, J. Matto u. T. Mattila-Sandholm (2000):** Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. *J Biotechnol* **84** (3), 197-215.
- Saito, T. (2004):** Selection of useful probiotic lactic acid bacteria from the *Lactobacillus acidophilus* group and their applications to functional foods. *Anim Sci J* **75** (1), 1-13
- Sales, G., R. Hubrecht, A. Peyvandi, S. Milligan u. B. Shield (1997):** Noise in dog kennelling: Is barking a welfare problem for dogs? *Appl Anim Behav Sci* **52** (3-4), 321-329
- Sanders, M. E. (2000):** Considerations for use of probiotic bacteria to modulate human health. *J Nutr* **130** (2), 384S-390S
- Sathe, B. S. und G. L. McClymont (1965):** Nutritional evaluation of meat meals for poultry. III. Association of chick growth with the bone, calcium, and protein contributed by meat meals to diets, and the effect of mineral and vitamin plus antibiotic supplementation. *Aust J Agric Res* **16** (2), 243-255
- Sauer, C. und K. L. Ozimek (1986):** Digestibility of amino acids in swine: result and their practical applications. A review. *Livestock Prod Sci* **15**, 367-388
- Sauter, S. N., J. Benyacoub, K. Allenspach, F. Gaschen, E. Ontsouka, G. Reuteler, C. Cavadini, R. Knorr u. J. W. Blum (2006):** Effects of probiotic bacteria in dogs with food responsive diarrhoea treated with an elimination diet. *J Anim Phys Anim Nutr* **90** (7-8), 269-277
- Savage, D. C. (1980):** The effect of stress, diet and environment on the stability of the gastrointestinal microflora. In: White, E. G. (Hrsg.): Normal and induced changes in the gastrointestinal microflora in man and animals with special regard to animal performance. Internat. Symposium Oslo 1980, Verlag Parey, Berlin, Hamburg, 23-31
- Savage, D. C. (1986):** Gastrointestinal microflora in mammalian nutrition. *Annu Rev Nutr* **6**, 155-178
- Schilder, M. B. (1992):** Stress and welfare and its parameters in dogs. *Tijdschr Diergeneeskd* **117** Suppl 1, 53S-54S
- Schmitt, P. J. (1978):** Die Verdaulichkeit der für die Ernährung des Hundes einsetzbaren Futtermittel. Tierärztliche Hochschule Hannover, Diss. med. vet
- Schoberwalter, A. (2003):** Auf dem Feld der Ehre. In: Wuff-Das Hundemagazin **09/03**, 26-28.

- Scholz-Ahrens, K. E., G. Schaafsma, G. H. M. van den Heuvel u. J. Schrezenmeir (2001):** Effects of prebiotics on mineral metabolism. *Am J Clin Nutr* **73** (2), 459S-464S
- Schünemann, C. und M. Ingwersen (1989):** Untersuchungen zur postprandialen Wasserstoffexhalation in Abhängigkeit von der Futterart. *Fortschr Tierphysiol Tierernähr* **19**, 94-101
- Schünemann, C., A. Mühlum, S. Junker, H. Wilfarth u. H. Meyer (1989):** Praecaecale und postileale Verdaulichkeit verschiedener Stärken sowie pH-Werte und Gehalte an organischen Säuren in Darmchymus und Faeces. *Fortschr Tierphysiol Tierernähr* **19**, 44-58
- Selbitz, H. J. (2007):** Infektionen und Krankheiten durch gramnegative Bakterien. In: Rolle, M. und A. Mayr: *Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre*. Enke Verlag Stuttgart, 417-588
- Selye, H. (1953):** Einführung in die Lehre vom Adaptionsyndrom. Georg Thieme Verlag Stuttgart 1953
- Serpell, J. A. und Y. Hsu (2001):** Development and validation of a novel method for evaluating behaviour and temperament in guide dogs. *Appl Anim Behav Sci* **72** (4), 347-364
- Sigg, H. und W. H. Weihe (1986):** Aktivität und Ruheverhalten des Hundes als Indikatoren für Wohlbefinden. *Z Versuchstierk* **28** (5), 215-216
- Slensky, K. A., K. J. Drobratz, A. B. Downend u. C. M. Otto (2004):** Deployment morbidity among search-and-rescue dogs used after the September 11, 2001 terrorist attacks. *J Am Vet Med Assoc* **225** (6), 868-873
- Smith, C. J. u. M. P. Bryant (1979):** Introduction to metabolic activities of intestinal bacteria. *Am J Clin Nutr* **32** (1), 149-157
- Starcic, M., J. R. Johnson, A. L. Stell, J. van der Goot, H. G. C. J. M. Hendriks, C. van Vorstenbosch, L. van Dijk u. W. Gaastra (2002):** Haemolytic *Escherichia coli* isolated from dogs with diarrhea have characteristics of both uropathogenic and necrotoxic strains. *Vet Microbiol* **85** (4), 361-77
- van der Steen, I. (1996):** Einfluss der Fütterung auf das Vorkommen und die Enterotoxinbildung von *Clostridium perfringens* im Darmkanal des Hundes. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss. med. vet.
- van der Steen, I., J. Rohde, J. Zentek u. G. Amtsberg (1997):** Fütterungseinflüsse auf das Vorkommen und die Enterotoxinbildung von *Clostridium perfringens* im Darmkanal des Hundes. *Kleintierpraxis* **42** (11), 871-886

- Stephens, D. B. (1980):** Stress and its measurement in domestic animals: a review of behavioural and psychological studies under field and laboratory situations. *Adv Vet Sci Comp Med* **24** (2), 179-210
- Strompfova, V., M. Marcinakova, M. Simonova, B. Bogovic-Matijasic u. A. Laukova (2006):** Application of potential probiotic *Lactobacillus fermentum* AD1 strain in healthy dogs. *Anaerobe* **12** (2), 75-79.
- Stroucken, W. P. J., A. F. B. van der Poel, H. J. Kappert u. A. C. Beynen (1996):** Extruding versus pelleting of feed mixture lowers nitrogen digestibility in dogs. *J Sci Food Agric* **71** (4), 520-522
- Sunvold, G. D., G. C. Fahey Jr., N. R. Merchen, E. C. Titgemeyer, L. D. Bourquin, L. L. Bauer u. G. A. Reinhart (1995a):** Dietary fiber for dogs: IV in vitro fermentation of selected fiber sources by dog fecal inoculum and in vivo digestion and metabolism of fiber-supplemented diets. *J Anim Sci* **73** (4), 1099-1109
- Sunvold, G. D., G. C. Fahey Jr., N. R. Merchen u. G. A. Reinhart (1995b):** In vitro fermentation of selected fibrous substrates by dog and cat fecal inoculum: influence of diet composition on substrate organic matter disappearance and short-chain fatty acid production. *J Anim Sci* **73** (4), 1110-1122
- Swanson, K. S., C. M. Grieshop, E. A. Flickinger, L. L. Bauer, J. Chow, B. W. Wolf, K. A. Garleb u. G. C. Fahey Jr. (2002):** Fructooligosaccharides und *Lactobacillus acidophilus* modify gut microbial populations, total tract nutrient digestibilities and fecal protein catabolite concentrations in healthy adult dogs. *J Nutr* **132** (12), 3721-3731
- Tannock, G. W. (1999):** Probiotics. A critical review. Horizon Scientific Press, Norfolk
- Tennyson, A. V. (1995):** Air transport of sedated pets may be fatal. *J Am Vet Med Assoc* **207** (6), 684
- Thomee, A. (1978):** Zusammensetzung, Verdaulichkeit und Verträglichkeit von Hundemilch und Mischfutter bei Welpen unter besonderer Berücksichtigung der Fettkomponente. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss. med. vet.
- Toffoli, C. A. und D. S. Rolfe (2006):** Challenges to military working dog management and care in the Kuwait theater of operation. *Mil Med* **171** (19), 1002-1005
- Toll, P. W. und A. J. Reynolds (2002):** Sport- und Gebrauchshunde. In: Hand, M. S., C. D, Thatcher, R. L. Remillard u. P. Roudebush (Hrsg.): *Klinische Diätetik für Kleintiere*. 4. Aufl., Schlütersche GmbH & Co. KG Verlag und Druckerei, Hannover
- Vincent, I. C. und A. R. Michell (1996):** Relationship between blood pressure and stress-prone temperament in dogs. *Physiol Behav* **60** (1), 135-138

- Weber, M. P., F. Stambouli, L. J. Martin, H. J. Dumon, V. C. Biourge u. P. G. Nguyen (2002a):** Influence of age and body size on gastrointestinal transit time of radioopaque markers in healthy dogs. *Am J Vet Res* **63** (5), 677-682
- Weber, M. P., L. J. Martin, H. J. Dumon, V. C. Biourge u. P. G. Nguyen (2002b):** Influence of age and body size on intestinal permeability and absorption in healthy dogs. *Am J Vet Res* **63** (9), 1323-1328
- Weese, J. S. und M. E. Anderson (2002):** Preliminary evaluation of *Lactobacillus rhamnosus* strain GG, a potential probiotic in dogs. *Can Vet J* **43** (10), 771-774.
- Weese, J. S. und L. Arroyo (2003):** Bacteriological evaluation of dog and cat diets that claim to contain probiotics. *Can Vet J* **44**, 212-216.
- Weiss, M. (2003):** Wirkungen von *Enterococcus faecium* auf den Organismus neonataler Hundewelpen. München, Ludwig-Maximilians-Universität, Diss. med. vet.
- Werdeling, F. (1989):** Bakteriologische Untersuchungen zum Vorkommen von enterotoxinbildenden *Clostridium perfringens*-Stämmen in Kotproben von Hunden und Katzen. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss. med. vet.
- White, E. G. (1980):** Normal and induced changes in the gastrointestinal microflora in man and animals with special regard to animal performance. Internat. Symposium Oslo 1980. Verlag Parey, Berlin, Hamburg, 23-31
- Wieczorek, B. (1993):** Effekte tierischer und pflanzlicher Eiweißfuttermittel auf die postprandiale H₂-Exhalation beim Hund. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss. med. vet.
- Winckler, C., G. Breves, M. Boll u. H. Daniel (1999):** Characteristics of dipeptide transport in pig jejunum *in vitro*. *J Comp Physiol B* **169** (7), 495-500.
- Wostmann, B. S. (1996):** Germfree and gnotobiotic animal models. Background and applications. CRC Press, Boca Raton Florida, USA, 71-87
- Zahn, S. (2010):** Untersuchungen zum Futterwert (Zusammensetzung, Akzeptanz, Verdaulichkeit) und zur Verträglichkeit (Kotbeschaffenheit) von Nebenprodukten der Putenschlachtung bei Hunden. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss. med. vet.
- Zentek, J. (1991):** Mikrobielle Gasbildung im Intestinaltrakt von Monogastriern. Teil I: Entstehung, Lokalisation, Qualität, Quantität. *Übers Tierernähr* **19**, 273-312
- Zentek, J. (1993):** Untersuchungen zum Einfluß der Fütterung auf den mikrobiellen Stoffwechsel im Intestinaltrakt des Hundes. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Habilitationsschrift

- Zentek, J. (1995a):** Influence of diet composition on the microbial activity in the gastrointestinal tract of dogs. I. Effects of varying protein intake on the composition of the ileum chime and the faeces. *J Anim Physiol Anim Nutr* **74** (1/2), 43-52
- Zentek, J. (1995b):** Beobachtungen zur scheinbaren Verdaulichkeit von Kupfer, Eisen, Zink und Mangan beim Hund. *Dtsch Tierärztl Wschr* **102**, 310-315
- Zentek, J. (2000):** Bakterienflora des caninen Intestinaltrakts. *Kleintierpraxis* **45** (7), 493-568
- Zentek, J. (2004):** A changing landscape: the pet food market in Europe. *Feed Compounder, Pet Food-Suppl* (6), 14-15
- Zentek, J., D. Molitor Molitor u. J. Kamphues (1998):** Prüfung intestinaler Effekte eines Probiotikums (*Enterococcus faecium*) bei Hunden. *Kleintierpraxis* **43**, 187-197.
- Zentek, J., D. Kaufmann, T. Pietrzak (2002):** Digestibility and effects on fecal quality of mixed diets with various hydrocolloid and water contents in three breeds of dogs. *J Nutr* **132** (6), 1679S-1681S
- Zentek, J., B. Marquart, T. Pietrzak, O. Ballèvre u. F. Rochat (2003):** Dietary effects on bifidobacteria and *Clostridium perfringens* in the canine intestinal tract. *J Anim Physiol Anim Nutr* **87** (11-12), 397-407
- Zentek, J., S. Fricke, M. Hewicker-Trautwein, B. Ehinger, G. Amtsberg u. C. Baums (2004):** Dietary protein source and manufacturing processes affect macronutrient digestibility, fecal consistency, and presence of fecal *Clostridium perfringens* in adult dogs. *J Nutr* **134** (8), 2158S-2161S
- Zentek, J. und H. Meyer, (1993):** Verdaulichkeit und fäkale Wasserausscheidung- ein Vergleich zwischen Doggen und Beagles. *Kleintierpraxis* **38**, 311-318
- Zentek, J. und H. Meyer (1995):** Normal handling of diets: are all dogs created equal? *J Small Anim Pract* **36** (8), 354-359
- Zuziak, P. (1990):** Veterinary units help military dogs survive scorching Saudi desert. *J Am Vet Med Assoc* **197** (10), 1265-1267

Konzept zum Einsatz von Diensthunden in der Bundeswehr.
Bundesministerium der Verteidigung, FüSan VII.5, 03. Mai 2003

Gesetz über die Anwendung unmittelbaren Zwanges und die Ausübung besonderer Befugnisse durch Soldaten der Bundeswehr und verbündeter Streitkräfte sowie zivile Wachpersonen (UZwGBw) vom 12. August 1965, zuletzt geändert durch Art. 2 G vom 11.09.1998.
BGBl I 1965, 796

Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2003 über Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung.
ABl L 268 vom 18.10.2003

Verordnung (EG) Nr. 102/2009 der Kommission vom 3. Februar 2009 zur unbefristeten Zulassung eines Zusatzstoffs in Futtermitteln.
ABl L 34 vom 04.02.2009

Verordnung (EG) Nr. 1520/2007 der Kommission vom 19. Dezember 2007 zur Zulassung bestimmter Zusatzstoffe in der Tierernährung auf unbegrenzte Zeit.
ABl L 335 vom 20.12.2007

Verordnung (EG) Nr. 600/2005 der Kommission vom 18. April 2005 über die Neuzulassung eines Kokzidiostatikums als Zusatzstoff in Futtermitteln für zehn Jahre, die vorläufige Zulassung eines Zusatzstoffes und die Zulassung bestimmter Zusatzstoffe in Futtermitteln für unbefristete Zeit.
ABl L 99 vom 19.4.2005

9 Anhang

9.1 Untersuchungen zum Einfluss der Bearbeitung auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden

Tab. A1: Diensthunde der Versuchsgruppen

Diensthund laufende Nr.	Aktivität	Rasse	Diensthund Name
1	Inaktiv	DSH	Bronko
2			Falko
3			Lex
4			Rex
5			Andi
6			Chasa
7			Leika
8			Otti
9			Reza
10	Aktiv	M	Gefi
11			Rex
12			Willi
13			Zicko
14			Benno
15			Iwan
16			Kimba
17			Nero
18			Tiger
19			Rona
20	Aktiv	M	Arko
21			Swift
22			Duck
23			Chicko
24			Dück
25			Django
26			Robby
27			Castor
28			Ruby
29			Femke

DSH: Deutscher Schäferhund; M: Malinois

Tab. A2: Kotabsatz der inaktiven Diensthunde bei kommerzieller Diät (Vorversuch)

Rasse	Ifd. Nr.	Kotkonsistenz				Kotabsatzfrequenz				
		Probe 1	Probe 2	MW	Median	Min	Max	Probe 1	Probe 2	MW
DSH	1	3,0	4,0	3,5	3,5	3,0	4,0	2,0	3,0	2,5
	2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0
	3	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0
	4	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0
	5	3,5	4,0	3,8	3,8	3,5	4,0	2,0	1,0	1,5
	6	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,5
	7	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	8	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0
	9	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0
M	10	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0
	11	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0
	12	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0
	13	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0
	14	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0
	15	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0
	16	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0
	17	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0
	18	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0
	19	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0

DSH: Deutscher Schäferhund; M: Malinois

Tab. A3: Körpermasseveränderungen der inaktiven Deutschen Schäferhunde in den Bilanzphasen A, B und C

Futter	Diensthund lfd. Nr.	KM (kg)		MW	KM +/- (kg/7d)	KM ^{0,75} (kg)
		Messung 1	Messung 2			
A	1	27,6	23,8	25,7	-3,8	11,4
	2	36,2	38,0	37,1	1,8	15,0
	3	37,4	39,2	38,3	1,8	15,4
	4	35,6	35,8	35,7	0,2	14,6
	5	40,0	40,2	40,1	0,2	15,9
	6	24,6	24,6	24,6	0,0	11,0
	7	27,2	27,4	27,3	0,2	11,9
	8	28,6	29,2	28,9	0,6	12,5
	9	27,4	27,6	27,5	0,2	12,0
B	1	26,2	25,4	25,8	-0,8	11,4
	2	36,6	36,8	36,7	0,2	14,9
	3	38,6	39,6	39,1	1,0	15,6
	4	35,6	35,0	35,3	-0,6	14,5
	5	40,8	40,8	40,8	0,0	16,1
	6	24,4	23,2	23,8	-1,2	10,8
	7	27,2	27,4	27,3	0,2	11,9
	8	28,8	28,8	28,8	0,0	12,4
	9	27,6	27,6	27,6	0,0	12,0
C	1	26,0	26,0	26,0	0,0	11,5
	2	36,8	37,0	36,9	0,2	15,0
	3	39,6	39,8	39,7	0,2	15,8
	4	34,4	34,6	34,5	0,2	14,2
	5	41,2	42,6	41,9	1,4	16,5
	6	24,0	24,0	24,0	0,0	10,8
	7	28,2	28,2	28,2	0,0	12,2
	8	28,0	27,8	27,9	-0,2	12,1
	9	27,6	27,2	27,4	-0,4	12,0

MW: Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn (Messung 1) und Ende (Messung 2) der jeweiligen Bilanzphase

Tab. A4: Körpermasseveränderungen der inaktiven Malinois in den Bilanzphasen A, B und C

Futter	Diensthund Ifd. Nr.	KM (kg)			KM +/- (kg/7d)	KM ^{0,75} (kg)
		Messung 1	Messung 2	MW		
A	10	27,2	27,8	27,5	0,6	12,0
	11	28,0	27,6	27,8	-0,4	12,1
	12	32,2	32,2	32,2	0,0	13,5
	13	36,2	36,8	36,5	0,6	14,8
	14	29,6	29,4	29,5	-0,2	12,7
	15	25,0	25,2	25,1	0,2	11,2
	16	32,4	32,8	32,6	0,4	13,6
	17	34,4	35,2	34,8	0,8	14,3
	18	31,6	31,8	31,7	0,2	13,4
	19	27,8	27,8	27,8	0,0	12,1
B	10	27,6	27,4	27,5	-0,2	12,0
	11	27,2	27,0	27,1	-0,2	11,9
	12	32,3	31,6	32,0	-0,7	13,4
	13	35,6	36,0	35,8	0,4	14,6
	14	29,2	28,5	28,9	-0,7	12,4
	15	24,0	24,6	24,3	0,6	10,9
	16	32,2	32,2	32,2	0,0	13,5
	17	34,8	34,0	34,4	-0,8	14,2
	18	31,7	31,8	31,8	0,1	13,4
	19	27,8	27,8	27,8	0,0	12,1
C	10	27,4	27,2	27,3	-0,2	11,9
	11	27,8	27,2	27,5	-0,6	12,0
	12	33,0	32,4	32,7	-0,6	13,7
	13	36,4	36,4	36,4	0,0	14,8
	14	30,0	29,8	29,9	-0,2	12,8
	15	24,6	24,4	24,5	-0,2	11,0
	16	32,0	31,6	31,8	-0,4	13,4
	17	34,8	35,4	35,1	0,6	14,4
	18	31,6	31,0	31,3	-0,6	13,2
	19	27,8	27,8	27,8	0,0	12,1

MW: Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn (Messung 1) und Ende (Messung 2) der jeweiligen Bilanzphase

Tab. A5: Körpermasseveränderungen der aktiven Diensthunde (Malinois) in den Bilanzphasen A, B und C

Futter	Diensthund Ifd. Nr.	KM (kg)			KM +/- (kg/7d)	KM ^{0,75} (kg)
		Messung 1	Messung 2	MW		
A	20	32,1	29,0	30,6	-3,1	12,9
	21	27,0	26,8	26,9	-0,2	12,2
	22	35,0	34,7	34,9	-0,3	14,5
	23	34,5	33,5	34,0	-1,0	14,0
	28	23,0	20,6	21,8	-2,4	10,4
B	20	29,2	27,6	28,4	-1,6	12,3
	21	27,1	23,0	25,1	-4,1	11,2
	22	33,4	32,1	32,8	-1,3	13,7
	23	32,0	33,2	32,6	1,2	13,6
	24	35,7	34,2	35,0	-1,5	14,4
	25	29,5	26,3	27,9	-3,2	12,1
	26	31,3	29,7	30,5	-1,6	13,0
	28	22,2	22,0	22,1	-0,2	10,2
	29	32,4	31,0	31,7	-1,4	13,4
C	20	27,0	27,9	27,5	0,9	12,0
	21	25,5	24,5	25,0	-1,0	11,2
	24	33,9	35,0	34,5	1,1	14,2
	25	26,8	25,6	26,2	-1,2	11,6
	26	29,0	27,8	28,4	-1,2	12,3
	27	36,7	36,2	36,5	-0,5	14,8
	29	29,6	29,5	29,6	-0,1	12,7

MW: Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn (Messung 1) und Ende (Messung 2) der jeweiligen Bilanzphase

Tab. A6: Futterrationen und Futteraufnahmen der inaktiven Deutschen Schäferhunde in den Bilanzphasen A, B und C

Futter	Dienst- hund	Futterration				Futteraufnahme			
		uS/d	TS/d	uS/kg KM/d	TS/kg KM/d	uS/d	TS/d	uS/kg KM/d	TS/kg KM/d
	lfd. Nr.	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
A	1	353	325	14	13	353	325	13,7	12,6
	2	427	393	12	11	427	393	11,5	10,6
	3	458	421	12	11	458	421	12,0	11,0
	4	438	403	12	11	438	403	12,3	11,3
	5	478	440	12	11	478	440	11,9	11,0
	6	293	270	12	11	293	270	11,9	11,0
	7	344	316	13	12	295	271	10,8	9,9
	8	358	329	12	11	358	329	12,4	11,4
	9	344	316	13	12	322	296	11,7	10,8
B	1	420	386	16	15	420	386	16,3	15,0
	2	427	393	12	11	427	393	11,6	10,7
	3	458	421	12	11	458	421	11,7	10,8
	4	438	403	12	11	343	315	9,7	8,9
	5	478	440	12	11	478	440	11,7	10,8
	6	293	270	12	11	293	270	12,3	11,3
	7	344	316	13	12	313	288	11,4	10,5
	8	358	329	12	11	358	329	12,4	11,4
	9	344	316	12	11	344	316	12,5	11,5
C	1	420	386	16	15	420	386	16,2	14,9
	2	427	393	12	11	427	393	11,6	10,6
	3	458	421	12	11	458	421	11,5	10,6
	4	475	437	14	13	475	437	13,8	12,7
	5	478	440	11	10	478	440	11,4	10,5
	6	315	290	13	12	315	290	13,1	12,1
	7	344	316	12	11	344	316	12,2	11,2
	8	358	329	13	12	358	329	12,8	11,8
	9	344	316	13	12	344	316	12,6	11,6

KM = Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase

Tab. A7: Futterrationen und Futteraufnahmen der inaktiven Malinois in den Bilanzphasen A, B und C

Futter	Dienst- hund	Futterration				Futteraufnahme			
		uS/d	TS/d	uS/kg KM/d	TS/kg KM/d	uS/d	TS/d	uS/kg KM/d	TS/kg KM/d
	lfd. Nr.	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
A	10	331	305	12	11	331	305	12,0	11,1
	11	360	331	13	12	360	331	12,9	11,9
	12	406	374	13	12	406	374	12,6	11,6
	13	432	397	12	11	355	326	9,7	8,9
	14	358	329	12	11	358	329	12,1	11,2
	15	360	331	14	13	360	331	14,3	13,2
	16	384	353	12	11	384	353	11,8	10,8
	17	432	397	12	11	432	397	12,4	11,4
	18	372	342	12	11	372	342	11,7	10,8
	19	341	314	12	11	341	314	12,3	11,3
B	10	331	305	12	11	331	305	12,0	11,1
	11	396	364	15	13	396	364	14,6	13,4
	12	406	374	13	12	406	374	12,7	11,7
	13	432	397	12	11	408	375	11,4	10,5
	14	396	364	14	13	396	364	13,7	12,6
	15	360	331	15	14	360	331	14,8	13,6
	16	384	353	12	11	384	353	11,9	11,0
	17	432	397	13	12	432	397	12,6	11,6
	18	372	342	12	11	372	342	11,7	10,8
	19	341	314	12	11	341	314	12,3	11,3
C	10	331	305	12	11	331	305	12,1	11,2
	11	420	386	15	14	420	386	15,3	14,1
	12	473	435	14	13	473	435	14,5	13,3
	13	432	397	12	11	432	397	11,9	10,9
	14	418	385	14	13	418	385	14,0	12,9
	15	420	386	17	16	420	386	17,1	15,8
	16	384	353	12	11	384	353	12,1	11,1
	17	504	464	14	13	504	464	14,4	13,2
	18	372	342	12	11	372	342	11,9	10,9
	19	341	314	12	11	341	314	12,3	11,3

KM = Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase

Tab. A8: Energie- und Trinkwasseraufnahmen der inaktiven Deutschen Schäferhunde in den Bilanzphasen A, B und C

Futter	Dienst- hund lfd. Nr.	ME-Aufnahme		Trinkwasseraufnahme		
		kJ/kg KM/d	kJ/kg KM ^{0,75} /d	ml/d	ml/kg KM/d	ml/g F-TS
A	1	225	507	1597	62	5
	2	189	466	1544	42	4
	3	196	488	2006	52	5
	4	201	492	1810	51	4
	5	195	492	2293	57	5
	6	195	435	1193	48	4
	7	177	405	1821	67	7
	8	203	471	1733	60	5
	9	192	439	1410	51	5
B	1	267	602	1649	64	4
	2	191	470	1828	50	5
	3	192	480	2186	56	5
	4	159	388	2016	57	7
	5	192	486	2578	63	6
	6	202	446	1744	73	6
	7	188	429	1501	55	5
	8	204	472	1846	64	6
	9	204	468	1614	58	5
C	1	265	598	1638	63	4
	2	190	468	1255	34	3
	3	189	475	1726	43	4
	4	226	547	1562	45	4
	5	187	476	2236	53	5
	6	215	476	1423	59	5
	7	200	461	1614	57	5
	8	210	484	1389	50	4
	9	206	471	1296	47	4

KM = Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase

Tab. A9: Energie- und Trinkwasseraufnahmen der inaktiven Malinois in den Bilanzphasen A, B und C

Futter	Dienst- hund lfd. Nr.	ME-Aufnahme		Trinkwasseraufnahme		
		kJ/kg KM/d	kJ/kg KM ^{0,75} /d	ml/d	ml/kg KM/d	ml/g F-TS
A	10	197	452	1101	40	4
	11	212	488	1634	59	5
	12	207	493	1681	52	5
	13	159	391	1710	47	5
	14	199	464	1777	60	5
	15	235	526	1787	71	5
	16	193	462	1490	46	4
	17	204	494	1323	38	3
	18	192	457	1464	46	4
	19	201	462	1983	71	6
B	10	197	452	1342	49	4
	11	240	547	1608	59	4
	12	208	495	1544	48	4
	13	187	457	1986	55	5
	14	225	522	1671	58	5
	15	243	539	1172	48	4
	16	196	466	1352	42	4
	17	206	499	1694	49	4
	18	192	456	1408	44	4
	19	201	462	1542	55	5
C	10	199	454	1552	57	5
	11	250	574	1460	53	4
	12	237	567	1524	47	4
	13	195	478	1686	46	4
	14	229	536	1636	55	4
	15	281	625	1339	55	3
	16	198	470	1455	46	4
	17	235	573	1585	45	3
	18	195	461	1142	36	3
	19	201	462	1323	48	4

KM = Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase

ANHANG

Tab. A10: Futterrationen, Futter-, Energie- und Trinkwasseraufnahmen der aktiven Malinois in den Bilanzphasen A, B und C

Futter	Dienst- hund Ifd. Nr.	Futterration				Futterraufnahme				ME-Aufnahme		Trinkwasseraufnahme		
		g uS/d	g TS/d	g uS/kg KM/d	g TS/kg KM/d	g uS/d	g TS/d	g uS/kg KM/d	g TS/kg KM/d	kJ/kg KM/d	kJ/kg KM ^{0,75} /d	ml/d	ml/kg KM/d	ml/g F-TS
A	20	362	333	12	11	362	333	11,8	10,9	195	459	1489	49	4
	21	420	386	16	14	420	386	15,6	14,4	246	566	1062	39	3
	22	490	451	14	13	490	451	14,1	12,9	227	554	1059	30	2
	23	396	364	12	11	396	364	11,6	10,7	193	464	1358	40	4
	28	342	315	16	14	342	315	15,7	14,4	247	539	1461	67	5
B	20	362	333	13	12	362	333	12,7	11,7	209	483	1031	36	3
	21	362	333	14	13	362	333	14,5	13,3	237	530	1194	48	4
	22	437	402	13	12	437	402	13,3	12,3	219	523	2031	62	5
	23	396	364	12	11	396	364	12,1	11,2	199	476	1278	39	4
	24	465	428	13	12	465	428	13,3	12,2	218	530	1396	40	3
	25	412	379	15	14	412	379	14,8	13,6	242	557	1882	67	5
	26	440	405	14	13	440	405	14,4	13,3	237	556	1669	55	4
	28	293	270	13	12	293	270	13,3	12,2	217	471	1742	79	6
	29	490	451	15	14	490	451	15,5	14,2	253	601	1594	56	4
C	20	362	333	13	12	362	333	13,2	12,1	216	495	1791	65	5
	21	362	333	14	13	362	333	14,5	13,3	237	531	1736	69	5
	24	465	428	13	12	465	428	13,5	12,4	221	536	1835	53	4
	25	412	379	16	14	412	379	15,7	14,5	258	583	2041	78	5
	26	440	405	15	14	440	405	15,5	14,3	254	587	1851	66	5
	27	486	447	13	12	486	447	13,3	12,3	219	537	1836	50	4
	29	490	451	17	15	490	451	16,6	15,3	272	634	1901	64	5

KM = Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase

ANHANG

Tab. A11: Futterrückwaagen der Diensthunde in den Bilanzphasen A, B und C

Futter	Diensthund lfd. Nr.	Futterrückwaage (g)						
		Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7
A	7		25,3		101,0	87,5	128,5	
	13		160,0	113,0	180,0	0	89,5	
B	4			198,3	90,3	157,8	93,4	127,7
	7			31,7	40,3		70,2	78,1
	13			55,8	113,4			

Tab. A12: Tägliche Trinkwasseraufnahmen der inaktiven Deutschen Schäferhunde in den Bilanzphasen A, B und C

Futter	Diensthund lfd. Nr.	Trinkwasseraufnahme (ml/kg KM/d)						
		Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7
A	1	32	43	30	44	67	114	105
	2	36	35	32	43	50	48	48
	3	39	28	37	36	74	84	68
	4	41	29	46	38	63	63	76
	5	37	37	68	62	51	72	73
	6	33	49	33	45	60	72	47
	7	54	55	45	47	96	85	85
	8	46	45	39	59	61	63	107
	9	41	45	41	49	44	59	80
B	1	48	58	71	93	63	62	51
	2	37	47	52	65	62	37	49
	3	44	60	66	81	57	44	39
	4	44	50	45	122	41	48	50
	5	67	98	54	56	56	59	54
	6	28	39	53	177	71	100	45
	7	48	48	46	75	76	41	50
	8	44	43	76	58	79	107	42
	9	44	39	64	102	41	52	67
C	1	62	41	41	48	103	90	57
	2	22	27	39	33	41	38	38
	3	35	41	39	42	54	49	45
	4	35	47	40	45	48	52	50
	5	52	53	54	55	52	54	53
	6	25	43	37	46	79	94	91
	7	34	79	40	43	67	62	76
	8	33	78	32	42	47	70	48
	9	24	49	44	41	50	70	52

KM = Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase

Tab. A13: Tägliche Trinkwasseraufnahmen der inaktiven Malinois in den Bilanzphasen A, B und C

Futter	Diensthund lfd. Nr.	Trinkwasseraufnahme (ml/kg KM/d)						
		Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7
A	10	28	54	29	32	41	45	51
	11	53	40	38	48	59	64	110
	12	46	41	44	39	58	51	86
	13	41	41	27	33	51	64	71
	14	48	44	40	49	100	70	71
	15	56	40	39	57	88	121	98
	16	31	45	32	30	49	65	68
	17	20	22	22	28	63	48	62
	18	32	46	41	36	29	85	55
	19	22	44	48	108	52	74	151
B	10	39	44	46	69	42	68	33
	11	48	66	76	77	59	59	31
	12	36	44	37	84	42	50	45
	13	52	58	54	77	55	58	34
	14	52	49	72	75	52	55	51
	15	33	48	65	40	60	55	37
	16	32	36	34	66	42	37	48
	17	31	40	69	91	48	39	27
	18	39	45	44	66	39	37	39
	19	48	50	64	114	29	41	42
C	10	13	62	44	64	46	115	55
	11	39	63	41	47	68	59	53
	12	44	9	34	62	55	67	55
	13	32	49	38	41	54	47	64
	14	38	59	49	57	58	62	60
	15	22	51	52	60	56	72	69
	16	21	68	37	35	47	73	40
	17	36	39	37	34	47	49	74
	18	24	42	28	33	28	67	34
	19	29	30	60	37	86	52	39

KM = Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase

Tab. A14: Tägliche Trinkwasseraufnahmen der aktiven Malinois in den Bilanzphasen A, B und C

Futter	Diensthund Ifd. Nr.	Trinkwasseraufnahme (ml/kg KM/d)						
		Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7
A	20	33	34	71	59	56	44	45
	21	37	37	53	38	37	51	23
	22	4	11	60	41	44	19	33
	23	29	31	37	56	43	39	44
	28	46	57	73	78	78	68	69
B	20	61	39	43	38	21	22	29
	21	56	60	41	50	42	43	42
	22	62	53	68	48	57	81	65
	23	49	43	35	42	35	36	34
	24	37	45	41	45	36	37	38
	25	95	88	66	88	44	46	46
	26	80	54	45	54	47	50	53
	28	101	81	76	85	62	69	79
	29	73	62	53	63	45	47	50
C	20	62	69	84	34	67	72	68
	21	43	105	155	65	30	38	51
	24	69	57	40	58	46	46	57
	25	79	69	109	75	72	72	70
	26	98	100	63	34	58	49	65
	27	74	67	56	50	39	28	39
	29	91	101	78	39	53	42	45

KM = Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase

Tab. A15: Tägliche Außentemperaturen in den Bilanzphasen A, B und C

Dienst- hunde	Futter	Temperatur (°C)	Temperatur (°C)						
			Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7
Inaktiv	A	min	12,3	12,1	12,9	12,4	14,3	18,0	18,2
		max	22,6	24,7	29,9	24,8	27,0	30,8	29,2
	B	min	17,5	20,2	19,8	20,4	17,2	17,0	17,4
		max	37,1	32,2	34,5	35,2	22,7	24,3	34,0
	C	min	10,8	9,9	10,2	10,2	9,4	9,3	13,8
		max	15,7	14,3	14,6	12,2	12,7	12,1	14,3
Aktiv	A	min	9,3	9,2	8,9	10,4	10,8	9,9	10,1
		max	19,7	20,1	18,4	19,0	18,3	18,4	18,1
	B	min	11,7	9,6	5,9	9,7	9,2	11,4	9,8
		max	16,2	16,9	18,6	14,8	18,1	15,6	16,2
	C	min	7,4	6,9	5,0	7,9	5,9	5,2	6,1
		max	12,3	13,7	12,1	12,8	11,3	11,4	12,2

min: Tages-Minimaltemperatur; max: Tages-Maximaltemperatur

Tab. A16: Tägliche Kotabsatzfrequenzen und Häufigkeiten der Beurteilungsgrade 1 bis 5 der Kotkonsistenzen der inaktiven Deutschen Schäferhunde in den Bilanzphasen A, B, C

Futter	Dienst- hund lfd. Nr.	Kotabsatzfrequenz/d							Häufigkeit				
		Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7	Beurteilungsgrad				
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5
A	1	1	1	1	2	2	1	2	0	0	1	4	5
	2	1	1	1	2	2	1	1	0	4	3	2	0
	3	1	1	1	1	0	2	2	0	0	0	3	5
	4	1	1	1	2	1	1	1	0	5	2	0	0
	5	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	6	0
	6	1	1	1	1	1	1	1	0	1	3	3	0
	7	0	1	1	1	1	1	0	0	0	6	0	0
	8	1	1	1	1	2	1	1	0	1	1	3	3
	9	1	1	1	1	1	2	1	0	4	3	1	0
B	1	1	2	2	2	1	1	1	0	1	2	4	2
	2	0	1	2	0	1	1	1	1	4	1	0	0
	3	1	0	2	2	1	1	1	0	4	1	1	1
	4	1	0	2	1	1	1	1	0	1	5	1	0
	5	1	1	1	1	1	1	1	0	0	2	5	0
	6	1	1	1	2	1	1	1	0	2	4	2	0
	7	1	0	2	2	2	1	1	0	7	0	1	1
	8	1	1	1	1	1	0	1	0	1	4	1	0
	9	1	1	2	1	1	1	1	1	7	0	0	0
C	1	2	1	1	1	1	1	1	0	0	5	1	2
	2	1	1	1	1	1	1	1	0	5	2	0	0
	3	2	0	1	1	1	1	1	0	0	4	1	0
	4	1	1	1	1	1	1	1	0	2	5	0	0
	5	1	1	1	1	1	1	1	0	0	7	0	0
	6	1	1	1	1	1	1	1	0	1	6	0	0
	7	1	2	1	1	1	1	1	0	4	4	0	0
	8	1	1	1	1	1	1	1	0	0	6	0	0
	9	1	1	0	1	1	1	1	1	2	3	0	0

Tab. A17: Tägliche Kotabsatzfrequenzen und Häufigkeiten der Beurteilungsgrade 1 bis 5 der Kotkonsistenzen der inaktiven Malinois in den Bilanzphasen A, B und C

Futter	Dienst- hund lfd. Nr.	Kotabsatzfrequenz/d							Häufigkeit				
		Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7	Beurteilungsgrad				
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5
A	10	1	1	1	2	1	1	1	0	2	4	2	0
	11	1	1	2	2	1	1	1	0	1	4	1	3
	12	1	1	1	1	1	1	1	0	0	3	4	0
	13	1	1	1	1	1	1	2	0	0	1	4	3
	14	1	1	1	2	1	1	1	0	8	0	0	0
	15	1	1	1	1	2	1	1	0	2	5	1	0
	16	1	1	1	1	1	1	1	0	5	2	0	0
	17	1	1	2	1	1	1	1	0	0	4	3	1
	18	1	1	2	2	1	0	2	0	2	0	3	4
	19	1	1	1	2	1	1	1	0	2	4	2	0
B	10	1	0	2	2	1	1	1	0	6	2	0	0
	11	1	1	2	2	1	1	1	1	7	1	0	0
	12	1	0	0	2	2	1	0	0	4	2	0	0
	13	1	0	2	2	1	1	1	0	1	6	1	0
	14	1	1	2	2	1	1	1	1	8	0	0	0
	15	1	1	1	1	1	1	0	0	2	1	3	0
	16	1	2	2	0	1	1	1	1	6	1	0	0
	17	1	1	2	1	1	1	1	0	4	4	0	0
	18	0	1	3	1	1	1	1	1	2	2	3	0
	19	1	1	2	1	1	1	1	0	5	3	0	0
C	10	1	1	1	1	1	1	1	0	4	2	0	0
	11	1	1	1	1	1	0	1	0	2	3	0	0
	12	1	1	0	1	1	0	1	0	2	3	0	0
	13	1	1	1	1	1	1	1	0	2	5	0	0
	14	0	1	1	1	1	1	1	0	4	3	0	0
	15	1	1	1	1	1	1	0	0	2	4	0	0
	16	0	1	1	1	1	1	1	0	4	4	0	0
	17	1	1	1	1	1	1	0	0	1	5	1	0
	18	2	1	1	1	1	1	1	0	1	5	0	0
	19	0	1	1	1	1	0	1	1	2	3	0	0

Tab. A18: Gehalte an freiem Wasser und Trockensubstanz in den Fäzes und Fäzes-Trockensubstanz bezogen auf Futter-Trockensubstanz (g Fäzes-TS/g Futter-TS) der inaktiven Deutschen Schäferhunde in den Bilanzphasen A, B und C

Futter	Diensthund lfd. Nr.	freies Wasser (% uS)	Trockensubstanz (% uS)	Fäzes-TS/F-TS (g)
A	1	11	38	0,12
	2	7	43	0,16
	3	12	38	0,13
	4	15	39	0,18
	5	16	38	0,04
	6	16	39	0,12
	7	9	37	0,13
	8	15	38	0,14
	9	25	37	0,16
B	1	12	41	0,14
	2	12	43	0,13
	3	14	37	0,11
	4	12	39	0,19
	5	11	42	0,04
	6	15	43	0,18
	7	13	42	0,15
	8	14	42	0,14
	9	3	51	0,17
C	1	29	32	0,11
	2	26	36	0,12
	3	19	35	0,14
	4	27	30	0,10
	5	13	34	0,08
	6	17	35	0,17
	7	17	35	0,25
	8	21	36	0,16
	9	18	36	0,17

Tab. A19: Gehalte an freiem Wasser und Trockensubstanz in den Fäzes und Fäzes-Trockensubstanz bezogen auf Futter-Trockensubstanz (g Fäzes-TS/g Futter-TS) der inaktiven Malinois in den Bilanzphasen A, B und C

Futter	Diensthund lfd. Nr.	freies Wasser (% uS)	Trockensubstanz (% uS)	Fäzes-TS/F-TS (g)
A	10	11	39	0,13
	11	4	46	0,20
	12	17	39	0,08
	13	11	62	0,19
	14	8	45	0,22
	15	9	42	0,19
	16	11	39	0,17
	17	9	44	0,17
	18	9	40	0,13
	19	10	42	0,16
B	10	7	44	0,17
	11	6	47	0,19
	12	9	44	0,10
	13	15	40	0,14
	14	9	44	0,20
	15	11	44	0,15
	16	6	45	0,18
	17	9	43	0,20
	18	8	42	0,17
	19	12	41	0,13
C	10	16	35	0,18
	11	12	37	0,15
	12	19	34	0,13
	13	24	33	0,19
	14	22	38	0,19
	15	22	36	0,13
	16	18	36	0,17
	17	21	33	0,17
	18	15	35	0,11
	19	17	38	0,18

ANHANG

Tab. A20: Tägliche Kotabsatzfrequenzen, Häufigkeit der Beurteilungsgrade 1 bis 5 der Kotkonsistenzen, Gehalte an freiem Wasser und Trockensubstanz in den Fäzes und Fäzes-Trockensubstanz bezogen auf Futter-Trockensubstanz (g Fäzes-TS/g Futter-TS) der aktiven Malinois in den Bilanzphasen A, B und C

Futter	Dienst- hund Ifd. Nr.	Kotabsatzfrequenz/d							Häufigkeit Beurteilungsgrad					freies Wasser (% uS)	Trocken- substanz (% uS)	Fäzes-TS/ F-TS (g)
		Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7	1	2	3	4	5			
A	20	2	3	0	1	2	2	2	0	4	7	0	0	19	39	0,11
	21	1	1	1	1	1	1	1	0	1	5	1	0	6	44	0,20
	22	2	2	3	1	1	1	2	1	0	3	3	5	19	35	0,16
	23	1	1	1	0	0	2	2	0	3	4	0	0	7	44	0,21
	28	1	2	1	1	1	2	1	0	4	1	4	0	11	51	0,14
B	20	2	1	2	2	3	2	2	0	14	0	0	0	10	43	0,18
	21	3	3	2	3	2	2	3	0	8	7	3	0	4	52	0,47
	22	2	0	0	2	1	0	2	0	2	5	0	0	26	35	0,10
	23	2	3	3	2	3	2	3	0	18	0	0	0	11	46	0,26
	24	2	3	2	2	2	2	2	0	0	13	2	0	7	47	0,26
	25	2	2	2	2	2	2	1	0	0	0	3	8	9	35	0,13
	26	1	2	2	3	3	2	2	0	0	2	11	2	4	45	0,24
	28	1	0	1	2	2	1	2	0	0	6	1	2	24	29	0,10
	29	2	2	3	2	2	1	2	1	4	7	2	0	2	49	0,23
C	20	2	2	1	3	2	2	1	13	0	0	0	0	11	40	0,11
	21	2	1	1	2	2	2	2	12	0	0	0	0	13	42	0,27
	24	4	3	3	4	3	1	1	0	0	0	2	17	24	34	0,18
	25	2	3	3	3	2	3	4	0	0	0	0	21	43	18	0,04
	26	1	1	1	1	1	1	1	0	1	6	0	0	23	39	0,14
	27	2	2	2	3	2	2	3	16	0	0	0	0	22	37	0,19
	29	2	2	1	1	3	1	1	0	11	0	0	0	25	32	0,15

Tab. A21: Orale Aufnahme von Futter-Trockensubstanz, fäkale Ausscheidung von Trockensubstanz und scheinbare Verdaulichkeiten (sV) der Trockensubstanz bei den inaktiven Deutschen Schäferhunden in den Bilanzphasen A, B und C

Futter	Diensthund lfd. Nr.	orale F-TS-Aufnahme (g)	fäkale TS-Ausscheidung (g)	sV TS (%)
A	1	2273	283	88
	2	2750	428	84
	3	2950	379	87
	4	2821	501	82
	5	3078	123	96
	6	1887	227	88
	7	1900	241	87
	8	2306	315	86
	9	2073	330	84
B	1	2273	283	88
	2	2750	428	84
	3	2950	379	87
	4	2821	501	82
	5	3078	123	96
	6	1887	227	88
	7	1900	241	87
	8	2306	315	86
	9	2073	330	84
C	1	2705	305	89
	2	2750	342	88
	3	2950	426	86
	4	3059	314	90
	5	3078	234	92
	6	2029	348	83
	7	2215	547	75
	8	2306	379	84
	9	2215	377	83

Tab. A22: Orale Aufnahme von Futter-Trockensubstanz, fäkale Ausscheidung von Trockensubstanz und scheinbare Verdaulichkeiten (sV) der Trockensubstanz bei den inaktiven Malinois in den Bilanzphasen A, B und C

Futter	Diensthund lfd. Nr.	orale F-TS-Aufnahme (g)	fäkale TS-Ausscheidung (g)	sV TS (%)
A	10	2132	280	87
	11	2318	465	80
	12	2615	216	92
	13	2283	443	81
	14	2306	507	78
	15	2318	435	81
	16	2473	426	83
	17	2782	483	83
	18	2396	301	87
	19	2196	345	84
B	10	2132	280	87
	11	2318	465	80
	12	2615	216	92
	13	2283	443	81
	14	2306	507	78
	15	2318	435	81
	16	2473	426	83
	17	2782	483	83
	18	2396	301	87
	19	2196	345	84
C	10	2132	380	82
	11	2705	406	85
	12	3046	381	87
	13	2782	531	81
	14	2692	504	81
	15	2705	353	87
	16	2473	425	83
	17	3246	553	83
	18	2396	268	89
	19	2196	395	82

Tab. A23: Orale Aufnahme von Futter-Trockensubstanz, fäkale Ausscheidung von Trockensubstanz und scheinbare Verdaulichkeiten (sV) der Trockensubstanz bei den aktiven Malinois in den Bilanzphasen A, B und C

Futter	Diensthund lfd. Nr.	orale F-TS-Aufnahme (g)	fäkale TS-Ausscheidung (g)	sV TS (%)
A	20	2331	253	89
	21	2705	551	80
	22	3156	507	84
	23	2550	537	79
	28	2202	306	86
B	20	2331	426	82
	21	2331	1103	53
	22	2814	288	90
	23	2550	675	74
	24	2995	771	74
	25	2653	347	87
	26	2834	689	76
	28	1887	185	90
	29	3156	717	77
C	20	2331	268	89
	21	2331	620	73
	24	2995	553	82
	25	2653	117	96
	26	2834	389	86
	27	3130	606	81
	29	3156	479	85

9.2 Untersuchungen zum Einfluss eines Probiotikums (*Lactobacillus acidophilus* DSM 13241) auf die Verträglichkeit und Verdaulichkeit von Trockenfutter bei Diensthunden

Tab. A24: Diensthunde der Versuchsgruppen

Diensthund laufende Nr.	Rasse	Diensthund Name
1	DSH	Aron
2		Erro
3		Andy
4		Benni
5		Eddi
6		Marko
7		Otti
8	M	Falco
9		Mex
10		Tacko
11		Gefi
12		Kimba
13		Rex
14		Zando

DSH: Deutscher Schäferhund; M: Malinois

Tab. A25: Körpermasseveränderungen der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B

Futter	Diensthund lfd. Nr.	KM (kg)			KM +/- (kg/7d)	KM ^{0,75} (kg)
		Messung 1	Messung 2	MW		
A	1	32,4	32,3	32,4	-0,1	13,6
	2	34,4	33,4	33,9	-1,0	14,0
	3	37,8	38,2	38,0	0,4	15,3
	4	34,6	35,0	34,8	0,4	14,3
	5	29,0	28,6	28,8	-0,4	12,4
	6	27,6	27,8	27,7	0,2	12,1
	7	30,8	30,8	30,8	-0,0	13,1
	8	24,0	24,0	24,0	-0,0	10,8
	9	26,4	26,8	26,6	0,4	11,7
	10	22,4	21,6	22,0	-0,8	10,2
	11	29,0	29,4	29,2	0,4	12,6
	12	32,0	31,0	31,5	-1,0	13,3
	13	28,0	27,4	27,7	-0,6	12,1
	14	25,4	25,2	25,3	-0,2	11,3
P	1	32,8	32,4	32,6	-0,4	13,6
	2	32,4	32,6	32,5	0,2	13,6
	3	38,4	38,6	38,5	0,2	15,5
	4	35,2	35,4	35,3	0,2	14,5
	5	27,2	27,8	27,5	0,6	12,0
	6	27,8	27,6	27,7	-0,2	12,1
	7	29,8	29,8	29,8	-0,0	12,8
	8	24,8	24,8	24,8	-0,0	11,1
	9	26,6	27,0	26,8	0,4	11,8
	10	21,6	22,2	21,9	0,6	10,1
	11	28,4	28,8	28,6	0,4	12,4
	12	31,6	31,4	31,5	-0,2	13,3
	13	27,4	27,4	27,4	-0,0	12,0
	14	24,6	24,6	24,6	-0,0	11,0
B	1	32,0	32,0	32,0	-0,0	13,5
	2	32,2	32,4	32,3	0,2	13,5
	3	38,8	38,4	38,6	-0,4	15,5
	4	35,6	36,0	35,8	0,4	14,6
	5	27,8	29,0	28,4	1,2	12,3
	6	28,2	27,8	28,0	-0,4	12,2
	7	30,4	30,8	30,6	0,4	13,0
	8	24,2	22,8	23,5	-1,4	10,7
	9	27,0	28,0	27,5	1,0	12,0
	10	22,8	21,6	22,2	-1,2	10,2
	11	29,2	28,0	28,6	-1,2	12,4
	12	31,0	32,0	31,5	1,0	13,3
	13	27,2	28,2	27,7	1,0	12,1
	14	24,8	24,8	24,8	-0,0	11,1

KM: Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn (Messung 1) und Ende (Messung 2) der jeweiligen Bilanzphase

Tab. A26: Beurteilungsgrade der Fellbeschaffenheit der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B

Futter	Diensthund lfd. Nr.	Beurteilungsgrad		
		Messung 1	Messung 2	Median
A	1	5	2	3,5
	2	4	2	3,0
	3	5	3	4,0
	4	5	5	5,0
	5	4	4	4,0
	6	5	4	4,5
	7	4	3	3,5
	8	3	3	3,0
	9	3	3	3,0
	10	5	5	5,0
	11	3	3	3,0
	12	3	3	3,0
	13	3	3	3,0
	14	3	3	3,0
P	1	2	1	1,5
	2	2	2	2,0
	3	3	2	2,5
	4	5	5	5,0
	5	2	1	1,5
	6	3	3	3,0
	7	2	2	2,0
	8	3	2	2,5
	9	2	2	2,0
	10	5	4	4,5
	11	3	3	3,0
	12	3	2	2,5
	13	3	3	3,0
	14	2	2	2,0
B	1	1	1	1,0
	2	2	2	2,0
	3	2	2	2,0
	4	5	5	5,0
	5	1	1	1,0
	6	1	1	1,0
	7	2	2	2,0
	8	2	2	2,0
	9	2	2	2,0
	10	4	4	4,0
	11	1	1	1,0
	12	1	1	1,0
	13	3	2	2,5
	14	2	1	1,5

ANHANG

Tab. A27: Futterrationen, Futter-, Energie- und Trinkwasseraufnahmen der Deutschen Schäferhunde in den Bilanzphasen A, P und B

Futter	Dienst- hund lfd. Nr.	Futterration				Futterraufnahme				ME-Aufnahme		Trinkwasseraufnahme		
		g uS/d	g TS/d	g uS/kg KM/d	g TS/kg KM/d	g uS/d	g TS/d	g uS/kg KM/d	g TS/kg KM/d	kJ/kg KM/d	kJ/kg KM ^{0,75} /d	ml/d	ml/kg KM/d	ml/g F-TS
A	1	394	380	12	12	394	380	12,2	11,7	204	488	1964	61	5
	2	420	405	12	12	420	405	12,4	11,9	208	502	4550	134	11
	3	481	464	13	12	481	464	12,7	12,2	213	528	2176	57	5
	4	472	455	14	13	472	455	13,6	13,1	228	553	1757	50	4
	5	353	340	12	12	353	340	12,3	11,8	206	477	1600	56	5
	6	336	324	12	12	336	324	12,1	11,7	204	467	2017	73	6
	7	365	352	12	11	365	352	11,9	11,4	199	469	4756	154	14
P	1	394	381	12	12	394	381	12,1	11,7	208	498	1703	52	4
	2	525	507	16	16	525	507	16,2	15,6	278	665	3964	122	8
	3	444	429	12	11	444	429	11,5	11,1	199	495	1851	48	4
	4	472	456	13	13	472	456	13,4	12,9	231	562	1416	40	3
	5	412	398	15	14	412	398	15,0	14,5	258	591	1347	49	3
	6	336	325	12	12	336	325	12,1	11,7	209	480	1133	41	3
	7	395	382	13	13	395	382	13,3	12,8	229	534	1241	42	3
B	1	394	380	12	12	394	380	12,3	11,9	209	496	1856	58	5
	2	525	506	16	16	525	506	16,3	15,7	266	633	3583	111	7
	3	362	349	9	9	362	349	9,4	9,0	163	407	1767	46	5
	4	472	455	13	13	472	455	13,2	12,7	222	542	1757	49	4
	5	435	419	15	15	435	419	15,3	14,8	261	602	1621	57	4
	6	364	351	13	13	364	351	13,0	12,5	214	492	1306	47	4
	7	426	411	14	13	426	411	13,9	13,4	227	535	1939	63	5

KM = Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase

ANHANG

Tab. A28: Futterrationen, Futter-, Energie- und Trinkwasseraufnahmen der Malinois in den Bilanzphasen A, P und B

Futter	Dienst- hund lfd. Nr.	Futterration				Futterraufnahme				ME-Aufnahme		Trinkwasseraufnahme		
		g uS/d	g TS/d	g uS/kg KM/d	g TS/kg KM/d	g uS/d	g TS/d	g uS/kg KM/d	g TS/kg KM/d	kJ/kg KM/d	kJ/kg KM ^{0,75} /d	ml/d	ml/kg KM/d	ml/g F-TS
A	8	364	351	14	13	290	280	12,1	11,6	203	449	1421	59	5
	9	278	268	13	12	364	351	13,7	13,2	230	522	1694	64	5
	10	350	337	12	12	278	268	12,6	12,2	212	459	1221	56	5
	11	384	370	12	12	350	337	12,0	11,6	201	468	1290	44	4
	12	338	326	12	12	384	370	12,2	11,8	205	485	1349	43	4
	13	307	296	12	12	338	326	12,2	11,8	205	470	1447	52	4
	14	395	382	13	13	307	296	12,1	11,7	204	457	1339	53	5
P	8	339	327	14	13	339	327	13,7	13,2	236	526	2319	93	7
	9	423	409	16	15	423	409	15,8	15,2	272	619	1219	45	3
	10	371	358	17	16	371	358	16,9	16,4	292	632	2023	92	6
	11	377	364	13	13	377	364	13,2	12,7	227	526	887	31	2
	12	416	402	13	13	416	402	13,2	12,8	228	539	701	22	2
	13	394	381	14	14	394	381	14,4	13,9	248	567	907	33	2
	14	358	346	15	14	358	346	14,6	14,1	251	559	953	39	3
B	8	339	327	14	14	339	327	14,4	13,9	242	533	2249	96	7
	9	423	408	15	15	423	408	15,4	14,8	258	591	1249	45	3
	10	440	424	20	19	440	424	19,8	19,1	333	722	1990	90	5
	11	409	394	14	14	409	394	14,3	13,8	240	555	1040	36	3
	12	448	432	14	14	448	432	14,2	13,7	239	566	990	31	2
	13	394	380	14	14	394	380	14,2	13,7	239	548	914	33	2
	14	384	370	15	15	384	370	15,5	14,9	260	580	1169	47	3

KM = Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase

Tab. A29: Tägliche Trinkwasseraufnahmen der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B

Futter	Diensthund lfd. Nr.	Trinkwasseraufnahme (ml/kg KM/d)						
		Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7
A	1	41	93	61	49	52	43	85
	2	103	197	102	139	129	98	172
	3	79	79	43	43	39	58	60
	4	36	87	44	49	42	38	58
	5	40	111	46	39	39	48	67
	6	178	126	43	23	47	44	49
	7	126	110	199	162	149	160	173
	8	33	158	35	31	48	44	66
	9	23	153	34	29	43	47	117
	10	85	136	12	18	25	39	75
	11	42	111	11	34	35	37	39
	12	26	106	31	14	49	30	43
	13	73	122	26	30	33	26	56
	14	29	124	44	28	30	59	55
P	1	23	61	67	55	38	37	85
	2	65	232	153	123	8	54	221
	3	22	48	54	48	44	55	67
	4	19	52	50	49	44	34	33
	5	38	58	84	28	43	43	49
	6	13	58	43	49	34	37	52
	7	6	40	64	48	39	39	56
	8	48	88	114	130	62	121	92
	9	18	69	60	54	35	47	35
	10	35	84	92	138	69	137	91
	11	19	38	37	33	32	32	26
	12	15	24	25	23	18	23	27
	13	18	37	40	39	30	40	28
	14	16	55	42	39	24	50	46
B	1	56	63	87	58	53	42	48
	2	93	201	161	141	24	63	93
	3	42	50	45	46	41	44	53
	4	40	41	56	53	39	36	79
	5	63	76	85	49	40	47	39
	6	44	66	45	57	32	39	43
	7	59	58	82	63	39	44	98
	8	69	163	143	144	66	63	22
	9	30	55	53	69	29	34	48
	10	73	146	100	145	67	67	29
	11	31	36	38	41	28	36	45
	12	31	25	35	37	23	31	37
	13	29	23	39	39	29	32	41
	14	50	62	43	56	38	32	49

KM = Mittelwert aus den Körpermassen zu Beginn und Ende der jeweiligen Bilanzphase

Tab. A30: Tägliche Außentemperaturen in den Bilanzphasen A, P und B

Futter	Temperatur (°C)	Temperatur (°C)						
		Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7
A	min	12,8	12,5	13,5	13,0	7,9	7,9	11,8
	max	26,4	17,9	15,1	24,4	22,4	17,0	22,4
P	min	4,0	1,7	1,9	7,8	5,3	5,6	3,8
	max	14,2	15,3	17,0	14,7	12,7	14,6	9,8
B	min	1,3	4,0	11,6	6,1	4,0	1,3	0,6
	max	19,3	17,5	16,1	14,3	12,3	10,2	11,0

min: Tages-Minimaltemperatur; max: Tages-Maximaltemperatur

ANHANG

Tab. A31: Tägliche Kotabsatzfrequenzen, Häufigkeiten der Beurteilungsgrade 1 bis 5 der Kotkonsistenzen, Gehalte an freiem Wasser und Trockensubstanz in den Fäzes und Fäzes-Trockensubstanz bezogen auf Futter-Trockensubstanz (g Fäzes-TS/g Futter-TS) der Deutschen Schäferhunde in den Bilanzphasen A, P und B

Futter	Dienst- hund lfd. Nr.	Kotabsatzfrequenz/d							Häufigkeit Beurteilungsgrad					freies Wasser (% uS)	Trocken substanz (% uS)	Fäzes-TS/ F-TS (g)
		Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7	1	2	3	4	5			
A	1	2	1	3	3	2	4	3	0	0	14	4	0	27	32	0,24
	2	1	2	3	2	0	2	1	0	5	4	2	0	30	28	0,14
	3	1	1	2	1	0	2	2	0	2	2	5	0	31	31	0,09
	4	1	1	3	2	2	2	2	0	7	2	4	0	24	28	0,14
	5	1	1	2	1	0	2	1	0	2	5	1	0	29	30	0,14
	6	2	1	2	2	0	2	2	0	6	4	1	0	20	29	0,15
	7	2	1	1	2	2	1	4	0	4	7	2	0	28	32	0,11
P	1	2	1	2	1	1	1	3	0	1	10	0	0	20	33	0,23
	2	1	1	2	2	0	2	3	0	0	11	0	0	29	30	0,13
	3	1	1	2	1	0	1	4	0	0	0	8	2	29	34	0,07
	4	1	1	2	1	1	1	1	0	5	3	0	0	28	28	0,14
	5	2	1	3	2	1	1	3	0	7	6	0	0	26	33	0,13
	6	1	1	1	2	0	1	3	0	9	0	0	0	19	30	0,12
	7	2	2	2	1	1	1	3	0	5	7	0	0	27	32	0,18
B	1	1	1	1	1	1	1	1	0	6	0	0	0	16	32	0,26
	2	3	3	2	2	0	1	1	0	0	10	1	1	38	30	0,13
	3	2	3	5	1	0	1	1	0	0	11	2	0	30	30	0,13
	4	2	2	2	2	1	1	2	0	10	2	0	0	25	30	0,14
	5	1	2	2	1	0	1	1	0	5	5	0	0	28	32	0,13
	6	1	1	2	3	0	3	1	0	10	1	0	0	27	32	0,18
	7	1	4	2	2	0	0	0	0	3	6	0	0	23	28	0,12

ANHANG

Tab. A32: Tägliche Kotabsatzfrequenzen, Häufigkeiten der Beurteilungsgrade 1 bis 5 der Kotkonsistenzen, Gehalte an freiem Wasser und Trockensubstanz in den Fäzes und Fäzes-Trockensubstanz bezogen auf Futter-Trockensubstanz (g Fäzes-TS/g Futter-TS) der Malinois in den Bilanzphasen A, P und B

Futter	Dienst- hund lfd. Nr.	Kotabsatzfrequenz/d							Häufigkeit Beurteilungsgrad					freies Wasser (% uS)	Trocken substanz (% uS)	Fäzes-TS/ F-TS (g)
		Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7	1	2	3	4	5			
A	8	1	1	4	2	1	1	2	1	4	4	1	2	19	34	0,15
	9	2	2	1	1	0	2	2	0	2	8	0	0	23	31	0,10
	10	1	1	1	1	2	2	2	0	0	5	5	0	23	32	0,17
	11	1	1	2	3	2	2	2	0	7	5	1	0	28	31	0,17
	12	1	1	1	1	0	2	2	0	8	0	0	0	22	38	0,11
	13	1	1	1	1	0	2	2	0	7	1	0	0	24	31	0,11
	14	1	1	1	1	2	1	1	0	0	7	1	0	29	30	0,08
P	8	1	2	2	2	2	1	2	0	7	5	0	0	22	32	0,13
	9	2	2	1	1	0	1	3	0	3	7	0	0	22	31	0,13
	10	2	1	1	1	1	1	2	0	0	8	1	0	32	27	0,13
	11	1	2	2	1	1	1	2	0	0	7	3	0	28	22	0,14
	12	1	2	2	2	1	1	1	0	10	0	0	0	20	38	0,14
	13	2	1	3	1	1	1	1	0	1	3	0	0	20	32	0,14
	14	2	2	3	2	0	1	1	0	0	10	1	0	37	33	0,16
B	8	3	3	1	2	0	2	2	0	8	5	0	0	18	34	0,14
	9	2	2	2	2	0	2	1	0	8	3	0	0	29	35	0,15
	10	2	2	1	4	2	0	0	0	0	10	1	0	24	30	0,16
	11	2	3	1	2	1	1	2	0	12	0	0	0	20	36	0,23
	12	1	2	1	3	0	2	2	0	10	1	0	0	20	30	0,13
	13	2	3	2	2	2	2	2	0	13	2	0	0	19	35	0,10
	14	2	1	3	1	0	2	1	0	8	2	0	0	31	29	0,11

Tab. A33: Wasserstoffionen-Konzentrationen (pH-Werte) der Fäzes der Diensthunde in den Bilanzphasen A, P und B

Futter	Diensthund lfd. Nr.	pH-Wert					Mittelwert
		Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4		
A	1	6,00	5,67	5,67	5,66	5,75	
	2	6,57	6,62	6,49	6,54	6,56	
	3	6,28	6,16	6,67	6,29	6,35	
	4	6,42	6,54	6,55	6,30	6,45	
	5	6,28	6,83	6,51	6,43	6,51	
	6	6,31	6,15	6,41	6,82	6,42	
	7	7,35	6,61	6,48	6,98	6,86	
	8	6,59	7,14	6,67	6,47	6,72	
	9	6,41	6,60	6,56	6,28	6,46	
	10	6,65	6,22	6,32	6,45	6,41	
	11	6,67	6,27	6,61	6,61	6,54	
	12	6,46	6,57	6,58	6,46	6,52	
	13	7,03	6,47	7,18	6,30	6,75	
	14	6,55	6,28	6,60	6,46	6,47	
P	1	5,73	5,95	5,64	5,77	5,77	
	2	6,79	6,54	6,69	6,72	6,69	
	3	6,25	6,25	6,81	6,78	6,52	
	4	6,47	6,69	6,56	6,61	6,58	
	5	6,74	7,02	7,50	7,42	7,17	
	6	6,96	6,30	6,51	6,60	6,59	
	7	7,50	6,80	6,72	6,71	6,93	
	8	6,75	6,50	6,71	6,67	6,66	
	9	6,50	6,35	6,49	6,33	6,42	
	10	6,30	6,36	6,35	6,36	6,34	
	11	6,64	6,28	6,39	6,36	6,42	
	12	6,57	6,43	6,36	6,44	6,45	
	13	6,36	6,47	5,57	5,69	6,02	
	14	6,41	6,46	6,55	6,53	6,49	
B	1	5,83	6,33	6,94	6,21	6,33	
	2	6,36	6,57	6,38	6,52	6,46	
	3	6,30	6,48	6,46	6,47	6,43	
	4	6,47	6,63	6,53	6,46	6,52	
	5	7,34	6,76	7,02	6,99	7,03	
	6	6,55	6,93	6,43	6,72	6,66	
	7	6,58	6,45	6,88	6,90	6,70	
	8	6,58	6,57	6,72	6,50	6,59	
	9	6,31	6,38	6,75	6,47	6,48	
	10	6,57	6,31	6,50	6,41	6,45	
	11	6,66	6,72	6,37	6,34	6,52	
	12	6,49	6,51	6,38	6,07	6,36	
	13	6,55	6,50	6,33	6,93	6,58	
	14	6,66	6,49	6,51	6,27	6,48	

ANHANG

Tab. A34: Analysen der Rohnährstoffe in den Fäzes der Deutschen Schäferhunde in den Bilanzphasen A, P und B

Futter	Dienst- hund Ifd. Nr.	TS	Ra	Ra	RP	RP	Rfe	Rfe	Rfa	Rfa	Nfe	Nfe	Na	Na	K	K
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	g/kg	g/kg	g/kg
			uS	TS	uS	TS	uS	TS	uS	TS	uS	TS	uS	TS	uS	TS
A	1	33,9	4,9	15,5	12,7	40,1	4,7	14,8	1,7	5,4	7,6	24,1	1,2	3,7	0,6	2,0
	2	29,8	9,3	33,5	8,5	30,6	1,3	4,7	2,6	9,5	6,0	21,7	0,8	2,8	0,8	3,0
	3	32,8	11,9	38,8	8,8	28,9	1,5	4,7	2,8	9,2	5,6	18,3	1,5	5,0	1,1	3,6
	4	30,2	7,7	27,6	6,7	24,1	1,9	6,7	1,9	6,7	9,7	34,9	1,1	3,8	0,9	3,3
	5	31,9	9,5	31,7	8,7	29,1	1,9	6,3	2,7	9,0	7,1	23,8	0,7	2,5	0,7	2,4
	6	32,0	7,5	25,4	9,7	32,9	1,5	5,2	2,9	9,8	7,9	26,7	0,7	2,3	0,6	2,0
	7	34,1	10,3	32,3	9,2	28,7	1,8	5,6	2,8	8,8	7,9	24,7	0,8	2,6	0,8	2,4
P	1	36,3	6,1	18,5	10,9	32,8	1,6	4,8	2,5	7,5	12,1	36,5	0,9	2,8	0,8	2,3
	2	32,1	8,4	28,1	9,6	32,1	1,9	6,3	2,7	9,0	7,3	24,4	0,5	1,6	0,4	1,3
	3	37,6	12,0	35,5	10,1	29,7	1,9	5,6	2,3	6,8	7,6	22,3	1,7	5,0	1,2	3,6
	4	30,1	8,6	31,1	8,6	31,0	1,4	5,0	2,5	8,9	6,6	23,9	0,3	1,1	0,4	1,6
	5	35,6	9,7	29,5	10,0	30,2	1,9	5,8	3,1	9,3	8,4	25,3	0,3	0,9	0,6	1,7
	6	32,2	8,1	27,2	9,2	30,9	1,5	5,0	2,7	9,0	8,3	27,8	0,4	1,4	0,4	1,2
	7	34,1	10,2	32,0	10,3	32,5	1,7	5,4	2,8	8,7	6,8	21,3	0,7	2,1	0,7	2,2
B	1	35,0	5,7	18,1	14,2	45,1	1,9	6,0	2,8	8,8	6,9	22,0	1,0	3,2	0,7	2,8
	2	34,8	9,5	31,7	8,4	27,9	1,3	4,2	3,4	11,4	7,4	24,8	1,4	4,6	1,4	4,8
	3	33,2	9,3	30,5	8,6	28,5	1,9	6,2	2,7	8,9	7,8	25,8	1,2	4,1	0,9	2,8
	4	33,4	8,3	27,3	9,1	30,0	1,9	6,1	2,8	9,3	8,3	27,3	0,9	3,1	0,8	2,6
	5	35,8	9,5	29,3	10,0	30,7	1,7	5,2	3,2	9,8	8,1	25,1	0,5	1,5	0,9	2,6
	6	35,0	9,6	29,9	10,3	32,1	1,6	4,8	3,1	9,7	7,5	23,4	1,0	2,9	0,9	2,7
	7	30,6	8,1	29,4	9,1	32,9	1,3	4,6	3,1	11,1	6,1	22,0	0,9	3,2	1,2	4,1

ANHANG

Tab. A35: Analysen der Rohnährstoffe in den Fäzes der Malinois in den Bilanzphasen A, P und B

Futter	Dienst- hund Ifd. Nr.	TS	Ra	Ra	RP	RP	Rfe	Rfe	Rfa	Rfa	Nfe	Nfe	Na	Na	K	K
		%	% uS	% TS	% uS	g/kg uS	g/kg TS	g/kg uS								
A	8	37,1	10,2	30,1	10,7	31,5	1,8	5,4	3,6	10,5	7,6	22,5	0,5	1,4	0,5	1,6
	9	33,1	10,0	32,2	6,9	22,2	1,6	5,1	2,5	8,0	10,1	32,6	0,8	2,5	0,7	2,2
	10	33,9	8,6	27,2	7,8	24,6	1,9	5,9	2,3	7,3	11,2	35,1	0,8	2,5	0,7	2,1
	11	33,0	8,9	28,8	9,0	29,2	1,2	4,0	3,2	10,2	8,5	27,7	1,1	3,5	0,6	2,0
	12	40,8	12,0	31,7	11,4	30,1	1,7	4,4	3,6	9,6	9,2	24,3	1,0	2,7	1,0	2,5
	13	33,5	9,5	30,5	6,4	20,3	1,3	4,3	2,8	8,8	11,3	36,1	0,5	1,6	0,5	1,6
	14	31,8	9,1	30,5	9,2	30,8	1,5	5,2	2,8	9,3	7,2	24,3	0,6	2,1	0,6	2,1
P	8	34,1	10,2	32,0	10,3	32,5	1,7	5,4	2,8	8,7	6,8	21,3	0,7	2,3	1,0	3,0
	9	34,4	10,0	30,9	9,8	30,5	1,4	4,4	3,1	9,6	7,9	24,6	0,8	2,5	0,9	3,0
	10	33,3	9,7	31,2	9,1	29,1	1,6	5,1	2,9	9,4	7,9	25,3	0,4	1,4	0,5	1,8
	11	29,0	8,0	29,8	8,0	29,9	1,2	4,6	2,4	9,1	7,1	26,5	0,2	0,7	0,2	0,8
	12	24,3	6,3	28,4	6,4	28,8	1,1	5,1	2,6	11,5	5,9	26,2	0,3	0,7	0,3	0,7
	13	40,4	11,7	30,8	11,5	30,5	1,7	4,5	3,7	9,8	9,2	24,4	0,7	2,3	0,8	2,4
	14	34,7	10,1	31,2	9,9	30,7	2,7	8,5	2,8	8,8	6,7	20,8	0,3	1,0	0,4	1,1
B	8	37,3	10,5	31,0	11,2	33,0	1,7	5,0	3,3	9,6	7,3	21,4	0,8	2,3	1,5	4,3
	9	39,1	11,6	33,4	9,9	28,5	1,9	5,5	3,2	9,3	8,1	23,2	0,9	2,5	1,1	3,3
	10	31,9	7,8	26,2	9,1	30,3	1,4	4,7	3,0	10,0	8,6	28,9	0,9	3,1	1,1	3,7
	11	40,4	10,1	28,1	10,7	29,6	1,8	5,0	3,9	10,9	9,5	26,4	0,9	2,6	1,0	2,8
	12	34,0	8,6	28,4	9,3	30,6	1,4	4,7	2,7	8,9	8,4	27,5	0,4	1,3	1,0	3,3
	13	38,6	10,2	29,2	10,5	30,0	1,8	5,2	3,2	9,0	9,3	26,6	0,4	1,1	0,4	1,2
	14	31,5	8,3	28,9	9,0	31,3	1,4	5,0	2,6	9,0	7,4	25,8	1,2	4,2	1,9	6,6

Tab. A36: Orale Aufnahme, fäkale Ausscheidung und scheinbare Verdaulichkeiten (sV) von Trockensubstanz und Rohasche bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B

Futter	Dienst- hund lfd. Nr	Trockensubstanz			Rohasche		
		Aufnahme (g)	Ausscheidung (g)	sV (%)	Aufnahme (g)	Ausscheidung (g)	sV (%)
A	1	2659	594	77,6	199	92	53,7
	2	2834	317	88,8	213	106	50,1
	3	3246	174	94,7	243	67	72,3
	4	3185	400	87,4	239	111	53,7
	5	2382	243	89,8	179	77	56,9
	6	2267	249	89,0	170	63	62,7
	7	2463	209	91,5	185	68	63,4
	8	1957	247	87,4	147	74	49,5
	9	2456	221	91,0	184	71	61,4
	10	1876	242	87,1	141	66	53,2
	11	2362	319	86,5	177	92	48,0
	12	2591	254	90,2	194	80	58,6
	13	2281	206	91,0	171	63	63,4
	14	2072	167	92,0	155	51	67,3
P	1	2664	526	80,3	192	97	49,4
	2	3550	385	89,2	256	108	57,6
	3	3002	180	94,0	216	64	70,4
	4	3192	400	87,5	230	124	45,9
	5	2786	295	89,4	201	87	56,7
	6	2272	263	88,4	164	72	56,2
	7	2671	355	86,7	192	114	40,9
	8	2292	226	90,1	165	70	57,6
	9	2860	275	90,4	206	86	58,4
	10	2509	296	88,2	181	88	51,2
	11	2549	273	89,3	184	78	57,7
	12	2813	304	89,2	203	94	53,7
	13	2664	304	88,6	192	95	50,6
	14	2421	314	87,0	174	90	48,5
B	1	2659	676	74,6	199	122	38,7
	2	3543	380	89,3	266	120	54,7
	3	2443	283	88,4	183	86	52,8
	4	3185	388	87,8	239	106	55,6
	5	2935	347	88,2	220	102	53,9
	6	2456	362	85,3	184	108	41,3
	7	2875	285	90,1	216	84	61,1
	8	2288	270	88,2	172	84	51,2
	9	2854	326	88,6	214	109	49,1
	10	2969	439	85,2	223	115	48,4
	11	2760	538	80,5	207	151	27,0
	12	3023	298	90,2	227	84	62,8
	13	2659	256	90,4	199	75	62,5
	14	2591	272	89,5	194	79	59,6

Tab. A37: Orale Aufnahme, fäkale Ausscheidung und scheinbare Verdaulichkeiten (sV) von Rohprotein und Rohfett bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B

Futter	Dienst- hund lfd. Nr	Rohprotein			Rohfett		
		Aufnahme (g)	Ausscheidung (g)	sV (%)	Aufnahme (g)	Ausscheidung (g)	sV (%)
A	1	612	239	61,0	489	88	82,0
	2	652	97	85,1	521	15	97,1
	3	747	50	93,3	597	8	98,6
	4	733	96	86,8	586	27	95,5
	5	548	71	87,1	438	15	96,5
	6	521	82	84,3	417	13	96,9
	7	566	60	89,4	453	12	97,4
	8	450	78	82,7	360	13	96,3
	9	565	49	91,3	452	11	97,5
	10	431	60	86,2	345	14	95,9
	11	543	93	82,8	435	13	97,0
	12	596	76	87,2	477	11	97,7
	13	525	42	92,0	420	9	97,9
	14	476	51	89,2	381	9	97,7
P	1	605	172	71,5	551	25	95,4
	2	806	124	84,6	735	24	96,7
	3	682	53	92,2	621	10	98,4
	4	725	124	82,9	661	20	97,0
	5	632	89	85,9	577	17	97,1
	6	516	81	84,2	470	13	97,2
	7	606	115	81,0	553	19	96,5
	8	520	69	86,7	475	10	97,9
	9	649	80	87,7	592	14	97,6
	10	569	88	84,5	519	14	97,4
	11	579	79	86,4	528	14	97,4
	12	639	93	85,5	582	14	97,7
	13	605	93	84,6	551	26	95,3
	14	550	101	81,6	501	21	95,9
B	1	612	305	50,1	489	40	91,7
	2	815	106	87,0	652	16	97,6
	3	562	81	85,6	449	17	96,1
	4	733	117	84,1	586	24	96,0
	5	675	106	84,2	540	18	96,7
	6	565	116	79,4	452	18	96,1
	7	661	94	85,8	529	13	97,5
	8	526	89	83,0	421	14	96,8
	9	657	93	85,8	525	18	96,6
	10	683	133	80,5	546	21	96,2
	11	635	159	74,9	508	27	94,7
	12	695	91	86,9	556	14	97,5
	13	612	77	87,4	489	13	97,3
	14	596	85	85,7	477	14	97,2

Tab. A38: Orale Aufnahme, fäkale Ausscheidung und scheinbare Verdaulichkeiten (sV) von Rohfaser und Nfe bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B

Futter	Dienst- hund lfd. Nr	Rohfaser			NfE		
		Aufnahme (g)	Ausscheidung (g)	sV (%)	Aufnahme (g)	Ausscheidung (g)	sV (%)
A	1	32	32	-0,5	1234	143	88,4
	2	34	30	11,5	1315	69	94,8
	3	39	16	59,2	1506	32	97,9
	4	38	27	29,4	1478	140	90,6
	5	29	22	23,7	1105	58	94,8
	6	27	25	9,9	1052	67	93,7
	7	30	18	37,9	1143	52	95,5
	8	23	26	-10,4	908	55	93,9
	9	29	18	40,4	1140	72	93,7
	10	23	18	21,9	870	85	90,2
	11	28	33	-15,3	1096	89	91,9
	12	31	24	22,0	1202	62	94,9
	13	27	18	33,9	1058	74	93,0
	14	25	15	37,9	961	40	95,8
P	1	35	39	-13,2	1191	192	83,9
	2	46	35	24,8	1587	94	94,1
	3	39	12	68,5	1342	40	97,0
	4	41	36	13,9	1427	96	93,3
	5	36	27	24,6	1245	75	94,0
	6	30	24	19,6	1016	73	92,8
	7	35	31	11,0	1194	76	93,7
	8	30	22	26,8	1025	56	94,6
	9	37	26	30,7	1279	70	94,6
	10	33	27	17,6	1121	78	93,0
	11	33	32	4,8	1140	72	93,7
	12	37	30	18,4	1257	74	94,1
	13	35	27	23,1	1191	63	94,7
	14	31	26	16,9	1082	76	93,0
B	1	32	60	-87,0	1234	149	87,9
	2	43	43	-1,7	1644	94	94,3
	3	29	25	13,6	1133	73	93,5
	4	38	36	5,7	1478	106	92,8
	5	35	34	3,3	1362	87	93,6
	6	29	35	-19,5	1140	85	92,6
	7	34	32	8,5	1334	63	95,3
	8	27	26	5,2	1061	58	94,5
	9	34	30	11,5	1324	76	94,3
	10	36	44	-22,7	1378	127	90,8
	11	33	59	-77,2	1281	142	88,9
	12	36	26	27,1	1403	82	94,2
	13	32	23	27,8	1234	68	94,5
	14	31	25	21,0	1202	70	94,1

Tab. A39: Orale Aufnahme, fäkale Ausscheidung und scheinbare Verdaulichkeiten (sV) von Natrium und Kalium bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B

Futter	Dienst- hund lfd. Nr	Natrium			Kalium		
		Aufnahme (g)	Ausscheidung (g)	sV (%)	Aufnahme (g)	Ausscheidung (g)	sV (%)
A	1	24	2,2	91,0	26	1,2	95,5
	2	26	0,9	96,6	28	1,0	96,6
	3	30	0,9	97,1	32	0,6	98,1
	4	29	1,5	94,8	31	1,3	95,8
	5	22	0,6	97,3	23	0,6	97,5
	6	21	0,6	97,3	22	0,5	97,7
	7	23	0,6	97,6	24	0,5	97,9
	8	18	0,3	98,1	19	0,4	98,0
	9	23	0,5	97,6	24	0,5	98,0
	10	17	0,6	96,4	18	0,5	97,3
	11	22	1,1	94,8	23	0,6	97,2
	12	24	0,7	97,1	25	0,6	97,5
	13	21	0,3	98,4	22	0,3	98,5
	14	19	0,3	98,2	20	0,3	98,3
P	1	24	1,5	93,8	24	1,2	95,0
	2	32	0,6	98,1	32	0,5	98,5
	3	27	0,9	96,6	27	0,7	97,6
	4	28	0,4	98,4	29	0,6	97,8
	5	25	0,3	98,9	25	0,5	98,0
	6	20	0,4	98,2	20	0,3	98,5
	7	24	0,8	96,8	24	0,8	96,7
	8	20	0,5	97,5	21	0,7	96,7
	9	25	0,7	97,3	26	0,8	96,8
	10	22	0,4	98,1	23	0,5	97,7
	11	23	0,2	99,1	23	0,2	99,0
	12	25	0,2	99,2	25	0,2	99,1
	13	24	0,7	97,1	24	0,7	96,9
	14	22	0,3	98,5	22	0,3	98,4
B	1	24	2,2	91,1	26	1,9	92,8
	2	33	1,8	94,6	35	1,8	94,8
	3	22	1,2	94,8	24	0,8	96,7
	4	29	1,2	95,9	31	1,0	96,8
	5	27	0,5	98,1	29	0,9	96,8
	6	23	1,1	95,3	24	1,0	96,0
	7	26	0,9	96,5	28	1,2	95,8
	8	21	0,6	97,0	22	1,2	94,8
	9	26	0,8	96,9	28	1,1	96,2
	10	27	1,4	95,0	29	1,6	94,4
	11	25	1,4	94,5	27	1,5	94,4
	12	28	0,4	98,6	30	1,0	96,6
	13	24	0,3	98,9	26	0,3	98,8
	14	24	1,1	95,2	25	1,8	92,9

Tab. A40: Orale Aufnahme, fäkale Ausscheidung und scheinbare Verdaulichkeiten (sV) von Bruttoenergie (GE) bei den Diensthunden in den Bilanzphasen A, P und B

Futter	Dienst- hund lfd. Nr	Bruttoenergie (GE)		
		Aufnahme (MJ/kg)	Ausscheidung (MJ/kg)	sV (%)
A	1	55	12,1	78,0
	2	58	4,6	92,2
	3	67	2,3	96,5
	4	66	6,2	90,6
	5	49	3,6	92,6
	6	47	4,0	91,4
	7	51	3,1	93,9
	8	40	3,8	90,7
	9	51	3,1	93,8
	10	39	3,7	90,4
	11	49	4,8	90,2
	12	53	3,7	93,0
	13	47	2,9	93,8
	14	43	2,5	94,1
P	1	56	9,0	83,9
	2	75	6,1	91,9
	3	63	2,6	96,0
	4	67	6,0	91,1
	5	59	4,5	92,3
	6	48	4,1	91,5
	7	56	5,3	90,6
	8	48	3,4	93,1
	9	60	4,1	93,2
	10	53	4,4	91,6
	11	54	4,2	92,2
	12	59	4,5	92,4
	13	56	4,7	91,6
	14	51	4,9	90,3
B	1	55	12,4	77,4
	2	73	5,5	92,5
	3	50	4,3	91,5
	4	66	6,1	90,7
	5	60	5,3	91,2
	6	51	5,5	89,1
	7	59	4,4	92,6
	8	47	4,1	91,3
	9	59	4,7	92,0
	10	61	6,9	88,8
	11	57	8,2	85,5
	12	62	4,6	92,7
	13	55	3,9	92,9
	14	53	4,2	92,2

ANHANG

Tab. A41: Mikrobielle Parameter der Fäzes bei den Deutschen Schäferhunden in den Bilanzphasen A, P und B

Futter	Dienst- hund lfd. Nr	<i>E. coli</i>		<i>Clostridium histolyticum</i> -Gruppe		<i>Lactobacillus spp.</i>	
		Summe Bakterien/20 Rasterflächen	KbE/g Kot	Summe Bakterien/20 Rasterflächen	KbE/g Kot	Summe Bakterien/20 Rasterflächen	KbE/g Kot
A	1	273	3,13	374	3,27	333	3,92
	2	319	3,20	446	3,35	229	3,76
	3	346	3,24	471	3,37	181	3,65
	4	362	3,26	320	3,20	328	3,91
	5	371	3,27	490	3,39	428	4,03
	6	325	3,21	412	3,31	156	3,59
	7	241	3,08	413	3,31	188	3,67
P	1	182	2,96	215	3,03	399	4,00
	2	125	2,79	317	3,20	429	4,03
	3	179	2,95	182	2,96	1019	4,40
	4	167	2,92	161	2,90	304	3,88
	5	128	2,80	189	2,97	624	4,19
	6	110	2,74	503	3,40	465	4,06
	7	114	2,75	123	2,79	839	4,32
B	1	233	3,06	307	3,18	315	3,89
	2	248	3,09	595	3,47	132	3,52
	3	371	3,27	379	3,28	127	3,50
	4	240	3,08	458	3,36	147	3,56
	5	286	3,15	427	3,33	145	3,56
	6	289	3,16	492	3,39	741	4,27
	7	468	3,37	319	3,20	108	3,43

ANHANG

Tab. A42: Mikrobielle Parameter der Fäzes bei den Malinois in den Bilanzphasen A, P und B

Futter	Dienst- hund lfd. Nr	<i>E. coli</i>		<i>Clostridium histolyticum</i> -Gruppe		<i>Lactobacillus spp.</i>	
		Summe Bakterien/20 Rasterflächen	KbE/g Kot	Summe Bakterien/20 Rasterflächen	KbE/g Kot	Summe Bakterien/20 Rasterflächen	KbE/g Kot
A	8	390	3,29	366	3,26	187	3,67
	9	228	3,05	492	3,39	291	3,86
	10	296	3,17	354	3,25	123	3,49
	11	162	2,91	511	3,41	444	4,04
	12	250	3,09	487	3,38	690	4,23
	13	239	3,08	446	3,35	223	3,74
	14	248	3,09	404	3,30	154	3,58
P	8	178	2,95	156	2,89	1045	4,42
	9	230	3,06	441	3,34	233	3,76
	10	102	2,71	252	3,10	554	4,14
	11	137	2,83	212	3,02	424	4,02
	12	96	2,68	518	3,41	725	4,26
	13	82	2,61	206	3,01	282	3,85
	14	201	3,00	477	3,38	213	3,72
B	8	249	3,09	302	3,18	264	3,82
	9	270	3,13	303	3,18	203	3,70
	10	236	3,07	288	3,16	129	3,51
	11	259	3,11	252	3,10	333	3,92
	12	232	3,06	261	3,11	320	3,90
	13	235	3,07	458	3,36	450	4,05
	14	429	3,33	341	3,23	121	3,48

Tab. A43: Variablen zur Berechnung der mikrobiellen Parameter

Variable	<i>E. coli</i>	<i>Clostridium histolyticum-</i> Gruppe	<i>Lactobacillus spp.</i>
Verdünnungsfaktor D	155,56	155,56	777,78
Filterfläche A	0.032	0.032	0.032

Tab. A44: Chemikalien und Verbrauchsmaterialien zur Durchführung der Fluoreszenz-In-Situ-Hybridisierung

Bezeichnung
Paraformaldehyd 95 %, Sigma Aldrich, Steinheim
Borosilikatglaskugeln, Sigma Aldrich, Steinheim
Ethanol 99,9 %, Sigma Aldrich, Steinheim
PBS-Tabletten, Sigma Aldrich, Steinheim
TRIS, Sigma Aldrich, Steinheim
NaCl, Sigma Aldrich, Steinheim
SDS, Sigma Aldrich, Steinheim
HCl 37 %, Merck VWR KGaA, Darmstadt
Natriumhydroxid 85 %, Sigma Aldrich, Steinheim
Sterilfilter 0,2 µl, Schleicher & Schuell, Dassel
DAPI, Molecular Probes, Inc., Leiden, Niederlande

Mein besonderer Dank gilt

...Herrn Univ.-Prof. Dr. Jürgen Zentek für die Überlassung des Themas und die wertvolle Begleitung und uneingeschränkte Unterstützung während der Versuche und Arbeiten.

...Herrn Oberfeldveterinär Dr. Walter Korthäuer für die Möglichkeit, an der Schule für Diensthundewesen der Bundeswehr mit den Diensthunden arbeiten zu dürfen, und die unschlagbar fundierte und jederzeit umfassende Anleitung und Ausbildung.

...den Tierpflegern und Diensthundführern mit ihren Diensthunden, die ihre Arbeitsabläufe mit so viel gutem Willen an die Erfordernisse der Studien angepasst haben- allen voran, während sämtlicher Untersuchungen stets gut gelaunt und unersetzlich, Henry Hunger.

Ein herzliches Dankeschön den unerschütterlichen Freunden, die durch ihre tatkräftige und moralische Unterstützung diese Arbeit ermöglicht haben, und deren individueller Einfallsreichtum mich insbesondere auf der Zielgeraden so wirkungsvoll motiviert hat!

SELBSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe. Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Berlin, den 28. März 2012

Katja Riedel