

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Eine Feldstudie zu Energiebedarf und Rationsgestaltung bei  
Hochleistungsspringpferden

von  
Saskia van Ost  
aus Homburg/Saar

München 2015

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department der  
Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Tierernährung und Diätetik

Arbeit angefertigt unter der Leitung von  
Univ.-Prof. Dr. Ellen Kienzle

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Joachim Braun

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Ellen Kienzle

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. Hartmut Gerhards

Tag der Promotion: 31. Januar 2015

**Meiner Familie**



## Inhaltsverzeichnis

<b>1. EINLEITUNG.....</b>	<b>15</b>
<b>2. SCHRIFTTUM .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Grundlagen der Fütterung .....</b>	<b>16</b>
2.1.1 Artgerechtigkeit.....	16
2.1.2 Rationszusammensetzung.....	17
2.1.3 Kauschläge und Verzehrszeit .....	18
<b>2.2 Futtermittel.....</b>	<b>19</b>
2.2.1 Versorgung mit Raufutter .....	19
2.2.2 Versorgung mit Kraftfutter .....	20
2.2.3 Hygienische Qualität der Futtermittel und Auswirkungen .....	22
<b>2.3 Energiebewertung der Futtermittel .....</b>	<b>25</b>
2.3.1 Bruttoenergie (GE, gross energy) .....	25
2.3.2 Verdauliche Energie (DE, digestable energy).....	25
2.3.3 Umsetzbare Energie (ME, metabolizable energy) .....	27
<b>2.4 Energiebedarf .....</b>	<b>27</b>
2.4.1 Erhaltungsbedarf .....	27
2.4.2 Leistungsbedarf .....	28
<b>2.5 Trockensubstanz und Aufnahme an Trockensubstanz .....</b>	<b>30</b>
<b>2.6 Protein und Aufnahme an Protein.....</b>	<b>32</b>
<b>2.7 Rohfett und Aufnahme an Rohfett.....</b>	<b>33</b>
<b>2.8 Mengenelemente .....</b>	<b>34</b>
2.8.1 Calcium.....	34
2.8.2 Phosphor .....	35
2.8.3 Magnesium .....	36
2.8.4 Natrium .....	36
2.8.5 Kalium.....	37
2.8.5 Chlorid .....	38
2.8.6 Bedarf an Mengenelementen.....	38

# INHALTSVERZEICHNIS

---

<b>2.9 Spurenelemente.....</b>	<b>40</b>
2.9.1 Selen .....	41
2.9.2 Eisen .....	41
2.9.3 Mangan.....	41
2.9.4 Zink.....	42
2.9.5 Kupfer .....	42
2.9.6 Jod.....	42
2.9.7 Bedarf an Spurenelementen .....	43
<b>2.10 Vitamine .....</b>	<b>44</b>
2.10.1 Carotin und Vitamin A .....	44
2.10.2 Vitamin D .....	45
2.10.3 Vitamin E .....	45
2.10.4 Bedarf an Vitaminen .....	46
<b>2.11 Körpermasse bei Pferden .....</b>	<b>47</b>
2.11.1 Gewogene Körpermasse .....	47
2.11.2 Formeln zur Schätzung der Körpermasse.....	47
<b>2.12 Beurteilung des Ernährungszustandes .....</b>	<b>48</b>
2.12.1 Body Condition Scores .....	48
2.12.2 Body Condition Scoring Systeme beim Pferd.....	48
2.12.3 Body Condition Scoring nach KIENZLE und SCHRAMME (2004).....	49
<b>2.13 Anforderungen an Hochleistungsspringpferde.....</b>	<b>50</b>
<b>3. MATERIAL UND METHODEN .....</b>	<b>51</b>
<b>3.1 Versuchsziel .....</b>	<b>51</b>
<b>3.2 Datengewinnung.....</b>	<b>51</b>
3.2.1 Betriebe .....	51
3.2.2 Anzahl und Art der Pferde.....	51
3.2.3 Fragebogen .....	52
3.2.4 Datenerhebung im Stall .....	52
<b>3.3 Bewertung der Futtermittel .....</b>	<b>54</b>
3.3.1 Heu.....	54
3.3.2 Getreide und Stroh.....	55
3.3.3 Mischfutter .....	55
3.3.4 Gras.....	56

# INHALTSVERZEICHNIS

---

3.3.5 Hygienestatus der Futtermittel .....	56
<b>3.4 Training .....</b>	<b>59</b>
<b>3.5 Erhaltungs- und Leistungsbedarf.....</b>	<b>59</b>
<b>3.6 Statistische Datenauswertungen.....</b>	<b>61</b>
<b>4. ERGEBNISSE.....</b>	<b>62</b>
<b>4.1 Energie .....</b>	<b>62</b>
4.1.1 Energieaufnahme .....	62
4.1.2 Energiebedarf .....	62
<b>4.2 Fütterung.....</b>	<b>63</b>
4.2.1 Verwendete Futtermittel.....	63
4.2.2 Hygienestatus der Futtermittel .....	65
4.2.3 Raufutter .....	65
4.2.4 Kraftfutter .....	66
4.2.5 Geschätzte Verzehrszeiten und geschätzte Zahl der Kauschläge.....	66
4.2.6 Fütterungsmanagement.....	66
4.2.7 Fütterungszeiten .....	66
<b>4.3 Tränketechnik .....</b>	<b>67</b>
<b>4.4 Weidegang .....</b>	<b>67</b>
<b>4.5 Tägliche Aufnahmen und Gehalte .....</b>	<b>67</b>
4.5.1 Aufnahme an Trockensubstanz .....	67
4.5.2 Gehalt und Aufnahme an Rohprotein .....	68
4.5.3 Gehalt und Aufnahme an Rohfett.....	68
4.5.4 Gehalt und Aufnahme an Rohfaser .....	68
4.5.5 Geschätzte Mengenelementaufnahme und geschätzter –bedarf.....	69
4.5.6 Geschätzte Spurenelementaufnahme und geschätzter –bedarf .....	72
4.6.7 Geschätzte Vitaminaufnahme und geschätzter -bedarf .....	74
<b>4.6 Körpermasse und BCS.....</b>	<b>76</b>
<b>4.7 Training und tägliche Arbeit .....</b>	<b>77</b>
<b>4.8 Stallungen und Einstreu .....</b>	<b>78</b>



# INHALTSVERZEICHNIS

---

<b>5. DISKUSSION .....</b>	<b>79</b>
<b>5.1 Kritik der Methoden .....</b>	<b>79</b>
5.1.1 Verwendete Futtermittel und Futtermengen .....	79
5.1.2 Bewertung von Energie und Protein .....	80
5.1.3 Bewertung von Mengenelemente .....	82
5.1.4 Bewertung von Spurenelemente .....	84
5.1.5 Bestimmung der Körpermasse .....	86
5.1.6 Weidegang .....	86
5.1.7 Trainingszeiten .....	86
<b>5.2 Diskussion der Ergebnisse .....</b>	<b>87</b>
5.2.1 Energiebedarf und Energieaufnahme .....	87
5.2.2 Proteinaufnahme in Relation zum Bedarf .....	89
5.2.3 Mengenelementaufnahme in Relation zum Bedarf .....	89
5.2.4 Spurenelementaufnahme in Relation zum Bedarf .....	91
5.2.5 Vitaminaufnahme in Relation zum Bedarf .....	93
5.2.6 Artgerechtigkeit der Fütterung .....	95
<b>6. ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>97</b>
<b>7. SUMMARY .....</b>	<b>100</b>
<b>8. LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>103</b>
<b>9. ANHANG .....</b>	<b>113</b>

# TABELLENVERZEICHNIS

---

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beurteilung der Heuproben durch Sinnenprüfung (Parameter: Griff, Geruch, Farbe, Struktur, Staubgehalt, Verunreinigung, Vorratsschädlinge) hinsichtlich der hygienischen Qualität nach ZMIJA (1991) .....	22
Tabelle 2: Beurteilung von Hafer durch Sinnenprüfung (Parameter: Griff, Geruch, Farbe, Struktur, Staubgehalt, Verunreinigung, Vorratsschädlinge) hinsichtlich der hygienischen Qualität nach (ZMIJA 1991) .....	23
Tabelle 3: Erhaltungsbedarf (ME) von Reitpferden in Boxenhaltung pro kg $KM^{0,75}$ nach KIENZLE et al. (2010) .....	28
Tabelle 4: Energiebedarf für Bewegungsleistungen nach SCHÜLER (2009) modifiziert nach GfE (2014 in Druck) .....	29
Tabelle 5: TS- Aufnahmekapazität .....	31
Tabelle 6: Rp-Erhaltungs- und Rp-Leistungsbedarf für ein 500 kg schweres Pferd bei mittlerer Arbeit .....	33
Tabelle 7: Erhaltungsbedarf bzw. Bedarf bei leichter/mittlerer/schwerer Arbeit an Mengenelementen .....	39
Tabelle 8: Spurenelementbedarf Erhaltung .....	43
Tabelle 9: Vitaminbedarf Erhaltung bzw. Leistung (mittlere Arbeit) .....	46
Tabelle 10: Anforderungen an Prüfungsklassen im Springsport .....	50
Tabelle 11: Sensorische Prüfung von Heu nach KAMPHUES et al. (2009) .....	56
Tabelle 12: Beurteilung von Stroh nach KAMPHUES et al. (2009) .....	57
Tabelle 13: Beurteilung von Getreide nach KAMPHUES (2009) .....	57
Tabelle 14: Beurteilung von Mischfutter nach KAMPHUES (2009) .....	58
Tabelle 15: Unterstellter Energieverbrauch für Arbeit nach SCHÜLER (2009), modifiziert nach GfE (2014 in Druck), Gewicht von Reiter und Ausrüstung mit 15 % veranschlagt. ....	59
Tabelle 16: Aufnahme an ME pro Tag in MJ .....	62
Tabelle 17: Geschätzter Energiebedarf und geschätzte Energieaufnahme vergleichend .....	62
Tabelle 18: Verwendete Futtermittel pro Stall .....	64
Tabelle 19: Hygienische Qualität der Heu-, und Heulageproben in den 11 Ställen .....	65
Tabelle 20: Aufnahme an TS insgesamt und Aufnahme an kaufähiger TS in kg .....	68
Tabelle 21: Aufnahme an Rohnnährstoffen in g pro Pferd/Tag .....	69
Tabelle 22: Rohnnährstoffgehalt (% TS) in den Rationen der Springpferde .....	69
Tabelle 23: Aufnahme an Mengenelementen in g pro Pferd/Tag .....	70
Tabelle 24: Mengenelemente in g/kg TS .....	71

## TABELLENVERZEICHNIS

---

Tabelle 25: Mengenelementbedarf in g/Tier/Tag .....	71
Tabelle 26: Geschätzte Aufnahme an Spurenelementen in mg pro Pferd/Tag.....	73
Tabelle 27: Spurenelemente in mg/kg TS.....	73
Tabelle 28: Aufnahme an Spurenelemente im Mittel insgesamt und aus Zusatzfuttermitteln in mg pro Tier/Tag.....	74
Tabelle 29: Spurenelementbedarf in mg/Tier/Tag.....	74
Tabelle 30: Aufnahme an Vitaminen in mg bzw. IE/Pferd/Tag .....	75
Tabelle 31: Vitaminbedarf.....	76
Tabelle 32: Entnommene Werte für Heu, Heulage, Stroh und Getreide I aus Futterwert- tabellen der DLG (1973, 1998), JEROCH et al. (1993), MÖLLMANN (2007), MEYER und COENEN (2002).....	113
Tabelle 33: Entnommene Werte für Heu, Heulage, Stroh und Getreide II DLG (1973, 1998), JEROCH et al. (1993), MÖLLMANN (2007), MEYER und COENEN (2002) ..	113
Tabelle 34: Gehalte an Mengenelementen, Spurenelementen und Vitaminen in den verwendeten Misch- und Zusatzfuttermitteln in g/mg/IE pro kg/uS .....	114
Tabelle 35: Arbeitsleistung Schritt, Trab und Galopp pro Tier/Tag in min berechnet aus dem wöchentlichen Arbeitsplan.....	117
Tabelle 36: Mahlzeiten (MZ) an Raufutter (RF) und Kraftfutter (KF) .....	121

### Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Angabe der Messpunkte (aus KIENZLE und SCHRAMME 2004) .....	49
Abbildung 2: Prozentuale Verteilung der Pferde in BCS- Gruppen.....	76
Abbildung 3: Prozentuale Verteilung der Dauer an Schritt- Trab- und Galopparbeit	77
Abbildung 4: Beziehungen zwischen der Se- und Vitamin E-Aufnahme jeweils in % des Bedarfs .....	95

## Abkürzungsverzeichnis

ad lib.	ad libitum
bzw.	beziehungsweise
Ca	Calcium
ca.	circa
Cl	Chlorid
Cu	Kupfer
DE	Verdauliche Energie
deutl.	deutlich
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
Fe	Eisen
FM	Futtermittel
g	Gramm
GfE	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
ggr.	geringgradig
h	Stunde
hgr.	hochgradig
i.d.R	in der Regel
J	Jod
Jh	Jahrhundert
K	Kalium
KF	Krippenfutter
kg	Kilogramm
KM	Körpermasse
$KM^{0,75}$	metabolische Körpermasse
KG	Körpergewicht
ME	Umsetzbare Energie
Mg	Magnesium
mg	Milligramm
mgr.	mittelgradig
min	Minute
MJ	Megajoule
Mn	Mangan
Mo	Molybdän

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

---

Na	Natrium
NfE	Stickstofffreie Extraktstoffe in g/kg TS
Rfa	Rohfaser
Rfe	Rohfett
Rp	Rohprotein
Rp	verdauliches Rohprotein
Se	Selen
tgl.	täglich
TM	Trockenmasse
TS	Trockensubstanz
u.a.	unter anderem
Vit. A	Vitamin A
Vit. D	Vitamin D
z.B.	zum Beispiel
Zn	Zink

## 1. EINLEITUNG

Mensch und Pferd haben eine lange gemeinsame Geschichte. Pferde wurden über die Jahrhunderte hinweg für die verschiedensten Zwecke, von der Arbeit in der Landwirtschaft bis hin zum Einsatz auf dem Schlachtfeld herangezogen. Die sportliche Nutzung im Bereich des Springreitens kam im 17. Jahrhundert auf und wurde stetig weiterentwickelt. So führte Federico Caprilli den heute üblichen Sitz der Reiter über dem Sprung ein. 1900 wurde das Springreiten als olympische Disziplin anerkannt. Der Springsport hat sich in den vergangenen Jahren in Bereichen wie Trainingstechniken, Gesunderhaltung des „Athleten“ und sportliche Anforderungen an das Pferd verändert und weiterentwickelt. Somit sollte auch die Fütterung der Sportpferde stetig angepasst und verbessert werden. Im Zuge dessen stellte sich die Frage wie die Elite-Springpferde in Deutschland derzeit gefüttert werden, ob dies optimal und den Empfehlungen entsprechend ist oder ob es auch hier Raum für Modifikationen gibt. In der vorliegenden Untersuchung sollen Daten zur praxisüblichen Fütterung und Trainingsbelastung von Springpferden erhoben werden. Die in die Studie aufgenommenen Pferde starten in der schweren Leistungsklasse, die nach Definition der Leistungsprüfungsordnung (LPO 2008) die Anforderung stellt, dass mindestens 9 Hindernisse mit einer Abmessung von 1,40 m Höhe und einer freien Anzahl von Kombinationen von Sprüngen pro Parcours überwunden werden müssen.

Die Ration und tägliche Aufnahme an Energie, Nährstoffen und kaufähigem Raufutter wurde mit Versorgungsempfehlungen zur Fütterung verglichen. Es wurden außerdem Daten zum Training, insbesondere zur Dauer der einzelnen Trainingseinheiten in den Grundgangarten erhoben. Der Energiebedarf der Pferde wurde auf Grundlage dieser Daten kalkuliert. Es wurde insbesondere überprüft, ob Daten, die an Freizeitpferden gewonnen wurden auf Elitespringpferde übertragbar sind.

## 2. SCHRIFTTUM

### 2.1 Grundlagen der Fütterung

Die artgerechte Fütterung von Pferden beinhaltet die Deckung des Energie- und Nährstoffbedarfs (GfE 1994, NRC 2007) sowie die Deckung ernährungsphysiologischer (ELLIS 2011) und ethologischer Bedürfnisse (z. B. des Kaubedürfnisses), sowie die Berücksichtigung der Pathophysiologie der Verdauung. Diese schließt auch die regelmäßige Fütterung kleinerer Portionen, unter anderem begründet durch die geringe Größe des Pferdemagens (ZEYNER et al. 2011), mit ein. Im Folgenden werden Studien zur Fütterung von Reitpferden verschiedener Nutzungsgruppen mit diesen Vorgaben verglichen.

#### 2.1.1 Artgerechtigkeit

Die Voraussetzung für eine artgerechte Fütterung von Pferden ist, dass die anatomischen und physiologischen, aber auch ethologischen Bedürfnisse der Tiere berücksichtigt und erfüllt werden. Pferde sind durch ihre Entwicklungsgeschichte an eine konstante Aufnahme von faserreicher und energiearmer Nahrung gewöhnt (ZEYNER et al. 2011).

Das Futter wird häufig durch die Bearbeitung, das Pelletieren, verändert. Durch die Zerkleinerung des Futters kommt es in einer verkürzten Zeit zu einer erhöhten Futteraufnahme, welche vor allem durch die Zubereitung und nicht durch die Energiedichte des Futters bestimmt wird. Die Kaufrequenz ist durch das Pelletieren vermindert, woraus resultiert, dass auch die Speichelproduktion vermindert ist (MEYER 1980), da die Speichelbildung beim Pferd nicht konstant ist, sondern erst während der Futteraufnahme erfolgt (Alexander 1966).

Heu, das nicht zerkleinert wurde, wird stark eingespeichelt (MEYER et al. 1993), die Speichelbildung beträgt 3–3,5 l/kg des rohfaserreichen Futters. Bei Krippenfutter hingegen beträgt die Speichelbildung nur 1 l/kg Futter. Die Durchsaftung des Futters das abgeschluckt wird, liegt bei einer TS von 11–15 % und ist daher bei rohfaserreicher Fütterung gut (ZEYNER 2011). Dies ist einem locker geschichteten Mageninhalt zuträglich und führt zu einer kontinuierlichen Magenentleerung (MEYER et al. 1980).

Die Durchsaftung ist bei stärkereichem Krippenfutter unzureichend. Die Trockenmasse liegt hier beim Abschlucken bei 33–38 % (ZEYNER 2011). Die Schichtung des Mageninhalts ist im Vergleich zu Heu fester (DAMKE 2008). Die verminderte Durchsaftung kann zu



gastrointestinalen Störungen führen (ZEYNER 2011) wie z. B. einer verzögerten Magenentleerung (MEYER et al. 1980).

### **2.1.2 Rationszusammensetzung**

Die meisten Rationen bestanden aus einer Kombination von mehreren Futterkomponenten (ZEYNER et al. 2011). Bei dieser Rationszusammensetzung sollte berücksichtigt werden, dass die einzelnen Bestandteile unterschiedliche Auswirkungen auf den Gastrointestinaltrakt haben. So regen z. B. rohfaserreiche Futtermittel zu langem Kauen an und haben somit Effekte auf u. a. Speichelbildung, Kautätigkeit und Magenfüllung. Die Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutz Gesichtspunkten (BMELV 2009) fordern, dass Pferde 12 Stunden mit der Futteraufnahme beschäftigt sein sollen, wobei Fresspausen über vier Stunden möglichst vermieden werden sollten. Dies wird allerdings von ZEYNER et al. (2011) selbst beim Einsatz von fressverzögernder Technik als wenig realistisch angesehen.

Um die Gefahr von intestinalen Erkrankungen wie Koliken zu vermeiden, sollte nach OWENS (2005) die Getreidefütterung auf zwei bis drei Mahlzeiten/Tag verteilt werden.

Eine Menge von 0,5 kg/100 kg KM/Mahlzeit entsprechend 2 g Stärke/kg KM/Mahlzeit soll im Hinblick auf Fehlgärungen im Dickdarm nach ZEYNER et al. (2011) nicht überschritten werden. Im Hinblick auf die Prävention von Magengeschwüren reduzierten ZEYNER et al. (2011) diesen Richtwert auf die Hälfte.

Die Idealvorstellung an die Häufigkeit der Fütterung wäre möglichst oft in kleinen Mengen zu füttern. Dies lässt sich allerdings nur in beschränktem Ausmaß realisieren. Um Nachteile wie fütterungsbedingte Koliken etc. zu vermeiden gaben MEYER und COENEN (2014) folgende Empfehlung heraus: Krippenfutter sollte bis zu einer Gesamtmenge von 4 kg 2-3 mal täglich gefüttert werden, bei einer Futtermenge von 4–6 kg sollte 3–4mal täglich gefüttert werden, bei einer Menge von über 7 kg sollte die Portion auf 5 Mahlzeiten pro Tag aufgeteilt werden. Raufutter sollte 2–3mal täglich gefüttert werden, wobei die abendliche Portion bei einer zweimaligen Fütterung die größere sein sollte.

Eine Studie über Australische Sportpferde von OWENS (2005) zeigte dass diese zwischen zwei- und viermal täglich gefüttert wurden.

In der Praxis erhielten Rennpferde (Traber und Galopper) zwischen einer und drei Heumahlzeiten/Tag, vereinzelt wurde Heu zur freien Verfügung angeboten (ZMIJA 1991). Die Raufuttermengen wurden als kg TS in % der KM der Pferde angegeben. So erhielten die Traber, die täglich einmalig gefüttert wurden 0,84 % TS ihrer KM, die Galopper 0,24 % TS ihrer KM. Die Pferde die zweimal täglich gefüttert wurden, bekamen 0,14–0,59 % TS der KM pro Mahlzeit. Die Traber und Galopper die dreimal pro Tag gefüttert wurden bekamen morgens im Schnitt 0,37 % TS der KM, mittags und abends 0,6–1,28 % TS der Körpermasse (Traber bzw. 0,17–0,83 % TS der KM (Galopper). Die Pferde bekamen hier zwei bis drei Kraftfuttergaben pro Tag. Zwischen den Kraftfutterfütterungen lagen maximal 13 Stunden, der Großteil der Betriebe bot Rau- und Kraftfutter zeitlich unabhängig voneinander an.

Nach KÖLLE (1984) wurden Vielseitigkeitspferde zwischen ein- und fünfmal täglich gefüttert, wobei die Mehrzahl zweimal täglich Heu fütterte. Kraftfutter wurde in den meisten Fällen vier bis fünfmal täglich angeboten. Hier wurde das Heu und das Kraftfutter in den meisten Fällen gleichzeitig angeboten.

### **2.1.3 Kauschläge und Verzehrzeit**

Ein Pferd vollführt innerhalb von einer Minute 83,5 Kauschläge (MEYER et al. 1975). Für ein Kilogramm Heu benötigt es 3000–3500 Kauschläge und etwa 800–1200 Kauschläge für ein Kilogramm Kraftfutter. Ein Pferd benötigt durchschnittlich 40 Minuten für die Aufnahme von 1 kg Heu, für die Aufnahme von 1 kg Kraftfutter rund 10 Minuten (ZEYNER 2011). Es ist nicht realistisch, dass die Forderung erfüllt werden kann, dass gerade Sport- und Leistungspferde, sowie Pferde die zur Verfettung neigen, tatsächlich 50 % des 24h-Tages fressen. allerdings sollte darauf geachtet werden, dass wenigstens der Energieerhaltungsbedarf aus dem Grundfutter gedeckt wird. Entsprechend wäre das bei einem 600 kg schweren Pferd eine Aufnahme von 1,5 % der KM, entsprechend 9 kg (ZEYNER 2011).

Ein ausreichend großes Angebot an Raufutter bzw. strukturwirksamen Futtermitteln ist eine wesentliche Forderung in der artgerechten Pferdehaltung. Basierend auf den vorliegenden Untersuchungen kann keine genaue Menge angegeben werden, eine Empfehlung für die tägliche Fütterung findet sich bei 1 kg Heu/100 kg KM/Tag und ist eine wichtige Größe für die Aufrechterhaltung der Dickdarmgesundheit (ZEYNER 2011). Legt man diesen Wert zu Grunde beschäftigt sich ein 500 kg schweres Pferd täglich ca. 200 Minuten, also nur

3,3 Stunden mit der Heuaufnahme. Es sollte also darauf geachtet werden, in sinnvollen Zeitabständen zu füttern.

Bei der Kraftfutterfütterung konnte durch eine Zugabe von Luzernehäckseln vor der Haferfütterung ein Sättigungseffekt herbeigeführt werden, über den eine Verlangsamung der nachfolgenden Aufnahme des Hafers erreicht wurde (BRÜSSOW 2006).

## **2.2 Futtermittel**

### **2.2.1 Versorgung mit Raufutter**

Die Begriffe Grobfutter, kaufähige Futtermittel und strukturwirksame Futtermittel werden synonym zu Raufutter wie Heu, Silage und Stroh verwendet. ZEYNER et al. (2011) forderten, dass zumindest der Erhaltungsbedarf aus Grobfutter gedeckt wird. Für eine störungsfreie Fermentation im Dickdarm werden mindestens 1 kg Grobfutter/100 kg KM gefordert. KAMPHUES et al. (2009) fordert eine Gabe von mindestens 1,5 kg kaufähige Futtermittel/100 kg KM. Zur Beschäftigung der Pferde müsste weit mehr Grobfutter gefüttert werden, wenn naturnahe Bedingungen erreicht werden sollen. Damit würde allerdings der Energiebedarf für Erhaltung und leichte Arbeit übererfüllt, was langfristig eine Verfettung der Tiere zur Folge hätte.

In den folgenden, verschiedenen Studien wurde die Fütterung mit kaufähigen Futtermitteln erfasst.

Vielseitigkeitspferde mit einem Gewicht von 500–630 kg KM wurden in der Praxis nach KÖLLE (1984) mit 2,3–10,8 kg TS Heu gefüttert. Entsprechend sind das 0,4–2,1 kg TS/100 kg KM bzw. 2,5–12 kg uS/Tier/Tag.

Bei Trabern und Galoppnern beobachtete ZMIJA (1991) eine Futtervorlage von 2,3–9,9 kg TS aus Grobfutter, was, bezogen auf ein 550 kg schweres Pferd, 0,4–1,8 kg TS/100 kg KM entspricht. Dies entspricht 2,7 kg–11,5 kg uS Heu pro Tier und Tag.

Zum Vergleich: Militärpferde im 18. und 19. Jh. erhielten nach STEFFENS (1996) Recherchen zur Deckung des Erhaltungsbedarfs 3 Pfund Heu pro 100 Pfund KM. Dies entspricht einer Fütterung von ca. 1,5 kg Heu/100 kg KM. Außerdem wurde beschrieben, dass andere Pferde 17 Pfund (ca. 8,5 kg) Heu einer guten Qualität pro 500 kg KM bekommen. Laut Recherchen von STEFFENS (1996), erhielten Kavalleriepferde mit einem Gewicht von

500 kg KM, die in Arbeit standen, 25 Pfund Heu/Tag. Entsprechend sind das ca.12,5 kg Heu/Tag.

### 2.2.2 Versorgung mit Kraftfutter

Die in der Praxis an die Pferde verfütterten Rationen sind oftmals kraftfutterreich. Gründe hierfür sind mit Sicherheit zum einen, dass aus einer Tradition heraus gehandelt wird und viele Reiter davon ausgehen, dass gewisse körperliche Leistungen nur mit einer Zugabe von Kraftfutter erreicht werden können. Diese Annahme ergibt sich zumeist aus landwirtschaftlichen Traditionen, in denen arbeitende Pferde in der Regel eine Kraftfutterzulage bekamen (KIENZLE und ZEYNER 2014). Hafer z. B. spielte als Kraftfutter gerade in Europa schon immer eine große Rolle und wird traditionell aufgrund seiner Vorteile, wie eines hohen Spelzenanteils, einer gut zerkaubaren Größe und hoher Verdaulichkeit gern verfüttert (MEYER und COENEN 2002). Zum anderen spielen logistische Gründe eine Rolle. Mit Kraftfutter kann in Lagerung, Beschaffung und Verfütterung einfacher umgegangen werden als mit Raufutter. Das Stallmanagement wird auch deshalb einfacher, da bei einer vermehrten Kraftfutterfütterung pro Energieeinheit bis zu 50 % weniger Kot anfällt (KIENZLE und ZEYNER 2014). Des Weiteren schätzen die Pferdehalter oftmals den Bedarf der Tiere falsch ein und verfüttern mehr Kraftfutter, als eigentlich vom Pferd benötigt wird (ZEYNER et al. 2011).

Energieträger beim Kraftfutter ist meist die im Getreide enthaltene Stärke. Eine stärkereiche Fütterung kann die Entwicklung von Magenschleimhautschäden fördern, sowie zu Fermentationsstörungen im Dickdarm führen. Bei dispositionierten Pferden besteht bei hoch verdaulicher Stärke die Gefahr von nicht erwünscht hohen glycaemischen und insulinaemischen Antworten, die zu Gesundheitsrisiken wie Hufrehe führen können (ZEYNER et al. 2011). ZEYNER et al. (2011) gab daher drei Stärkerestriktionen an:

- Stärkerestriktion um Fermentationsstörungen im Dickdarmbereich zu vermeiden:

≤ 2 g Stärke/kg KM und Mahlzeit

- Stärkerestriktion um Magenschleimhautschäden zu vermeiden:

≤ 1 g Stärke/kg KM und Mahlzeit

- Stärkererestriktion bei Pferden, die unter einer Insulinsensitivität leiden:

(Krankheitsbilder wie Equines Metabolisches Syndrom, Morbus Cushing, Pferde mit Neigung zu Hufrehe ungeklärter Genese)

vollständiger Verzicht auf Stärke soweit möglich

Als energiereicher Bestandteil wird oftmals zusätzlich Futterfett eingesetzt bzw. zugefügt. Nach ZEYNER et al. (2011) wird eine Restriktion von  $\leq 1$  g Pflanzenöl/kg KM und Tag angesetzt, die, nachdem das Pferd langsam an fettreiches Futter gewöhnt wurde, über mindestens drei Mahlzeiten pro Tag aufgeteilt werden sollte. Die Zufuhr dieser Komponenten sollte aufgrund des Verdauungsapparats der Pferde, der nicht ausreichend an diese Stoffe adaptiert ist, begrenzt eingesetzt werden. Besonders in der Vermeidung von einer Herabsetzung der Verdaulichkeit sowie von Magenschleimhautschäden (ZEYNER et al. 2011) bis hin zu Magenulcus (FEIGE et al. 2002) spielt die Mengenbegrenzung von Stärke sowie Futterfett eine Rolle (ZEYNER et al. 2011).

Nach RUDAT (1993) kann eine energiereiche Fütterung auch als prädispositionierender Faktor für die Bildung einer Typhlocolitis benannt werden kann. Es kommt im Darm zu einer vermehrten Mastzelldegeneration, sowie, vor allem in Colon und Caecum, zu einer Erhöhung der intraepithelialen Lymphknoten (RUDAT 1993).

Die praxisübliche Fütterung von Pferden verschiedener Nutzungsrichtungen wurde in verschiedenen Studien aufgezeigt. So wurden die Traber und Galopper aus der Studie von ZMIJA (1991) mit ca. 3,6–11,5 kg Kraftfutter pro Tier/Tag, was 3,1–9,9 kg TS/Tier/Tag entspricht, gefüttert. Die Pferde wurden 2–3mal täglich gefüttert, somit erhielten sie in der Spitze bei einer 3maligen Fütterung bis zu 3,8 kg, im Mittel 2,5 kg Kraftfutter, bei zweimaliger Fütterung im Mittel 3,8 kg, in der Spitze sogar bis zu 5,7 kg Kraftfutter pro Mahlzeit.

Die Traber und Galopper bezogen durchschnittlich ca. 55 % der Gesamt-TS-Menge aus dem Kraftfutter.

Vielseitigkeitspferde mit einem Gewicht von 500–630 kg bekamen nach KÖLLE (1984) eine Kraftfuttermenge von ca. 2,7–8,5 kg TS/Tag, entsprechend ca. 3,1–9,9 kg/Tag. Gemittelt sind das 0,6–1,8 kg/100 kg KM/Tag. Die Pferde erhielten zwischen 3 und 5-mal täglich Kraftfutter. Geht man von einer 3maligen Fütterung aus, so lag die Kraftfuttermenge im Schnitt bei 3,3 kg Kraftfutter/Mahlzeit.

### 2.2.3 Hygienische Qualität der Futtermittel und Auswirkungen

Gerade bei Sportpferden, die häufig zu einem großen Teil der Zeit im Stall gehalten werden, muss auf konserviertes Grünfutter zurückgegriffen werden (SCHÜTZ 1999). Daher ist es wichtig, dass die kaufähigen Futtermittel, aber auch die Kraffuttermittel von guter Qualität sind.

Die hygienische Qualität und der Futterwert von Futtermitteln werden nach KAMPHUES et al. (2009) durch Sinnenprüfung aufgrund der Parameter Griff, Geruch, Farbe und Verunreinigungen beurteilt. ZMIJA (1991) teilte die Futtermittel nach Eindruck der Sinnenprüfung wie folgt ein:

Tabelle 1: Beurteilung der Heuproben durch Sinnenprüfung (Parameter: Griff, Geruch, Farbe, Struktur, Staubgehalt, Verunreinigung, Vorratsschädlinge) hinsichtlich der hygienischen Qualität nach ZMIJA (1991)

Eindruck nach Sinnenprüfung	Abweichungen	
überdurchschnittlich gut	keine	angenehm aromatischer Heugeruch mit intensiver grüner Farbe, trockener Griff, wenig auszusüttelnde Feinanteile, ggr. verunreinigt, ggr. Milbenbesatz
durchschnittliche	moderat	leicht ausgebleichene Farbe, unauffälliger Geruch, leicht klammer Griff, ggr. schwärzl. Beläge auf Blättern und Stängeln, mgr. verunreinigt, mgr. Anteil an Feinanteilen, Milbenbesatz, Staubläuse
erheblich gemindert	massiv	dumpf-muffiger Geruch, deutl. klammer Griff, hgr. verunreinigt, hgr. Anteil an Feinanteilen, Schimmelbesatz, hgr. Milbenbesatz, hgr. Staubläuse, Käferbesatz

Tabelle 2: Beurteilung von Hafer durch Sinnenprüfung (Parameter: Griff, Geruch, Farbe, Struktur, Staubgehalt, Verunreinigung, Vorratsschädlinge) hinsichtlich der hygienischen Qualität nach (ZMIJA 1991)

Eindruck nach Sinnenprüfung	Abweichungen	
überdurchschnittlich gut	keine	schweres goldgelbes Haferkorn mit typischem Geruch und glatter, sauberer unverletzter Spelzenoberfläche
durchschnittliche	moderat	vereinzelt Spitzen vergraut, ggr. muffiger Geruch, vereinzelt Fremdgetreide, ggr. staubig, ggr. schwärzliche Beläge, ggr. Milbenbesatz
erheblich gemindert	massiv	dumpf-muffiger Geruch, insgesamt vergraut, hochgradige Verunreinigungen (Spreu, Stroh, Staub), schwarze Beläge eindeutig als Schimmelpilz zu identifizieren, vermehrt leere Spelzen, Milbenbesatz, Lypopolysaccharid-Gehalt erhöht (> 50 µg/g)

ZMIJA (1991) berichtete aus der Fütterungspraxis von Traberställen, dass 75 % des verfütterten Wiesenheus von einwandfreier bis durchschnittlicher Qualität waren. Bei 25 % der eingesetzten Raufutter war die Qualität erheblich gemindert. Die Mängel die sie feststellte, sind in Tabelle 1 aufgeführt. Das verfütterte Luzerne- und Crauheu wies durchweg eine geminderte Qualität auf, es wies Schimmelpilze, massenhaft Milben und Staubläuse auf, war staubig und roch muffig.

In den Galopprennställen war die Qualität der Raufutter schlechter, hier wurden 46 % der Raufutter beanstandet, sie wiesen deutliche bis massive Mängel auf.

Der Hygienestatus des Krafftfutters zeigte sich bei ZMIJA (1991) wie folgt: Von 12 Haferproben waren 10 Proben von einwandfreier bzw. durchschnittlicher Qualität, (Tabelle 2) 2 Proben waren erheblich gemindert. Die insgesamt 23 pelletierten und unpelletierten Mischfutterproben, zeigten in 17 Fällen keinen Grund zur Beanstandung, waren in 3 Fällen von durchschnittlicher Qualität und in 3 Fällen von erheblich geminderter Qualität.

KÜSTERMANN (1989) untersuchte 48 Heuproben, die aus verschiedenen Beständen stammten, hinsichtlich der hygienischen Beschaffenheit. 88 % der Proben waren mit Milben befallen, 21 % der Heuproben zeigten eine massive Abweichung im Geruch, der sich dumpfmuffig darstellte. Diese fielen außerdem durch Abweichungen im Aussehen (Farbe, Staubgehalt, Verunreinigungsgrad) sowie durch Abweichungen im Griff (klamm) auf.

Bei der Entstehung von Erkrankungen, die multifaktoriell bedingt sind und oft schleichend vorangehen, wie z.B. der chronisch obstruktiven Bronchitis (COB/COPD)/ Recurrent Airway Obstruction (RAO) (KAMPHUES et al. 2009), sollte darauf geachtet werden, dass staubige oder schimmelige Futtermittel, vor allem nicht einwandfreies Heu und Stroh (KAMPHUES et al. 2009), nicht eingesetzt werden, da qualitativ minderwertige Futtermittel als ausschlaggebende Faktoren für die Entstehung dieser Krankheiten gelten. STICKDORN et al. (2012) zeigten auf, dass in 56 % der Fälle respiratorische Symptome mit mikrobiellen Befunden in den Futtermitteln assoziiert werden konnten. Auch MEYER und COENEN (2014) beschrieben, dass staubiges Heu, das über einen großen Besatz an Mikroorganismen verfügt, durch den Eintrag der Mikroorganismen bis in die Alveolen zu Atembeschwerden führen kann. FEIGE et al. (2002) beobachteten eine COPD-Ursache in der Hypersensitivität des Respirationstrakts gegenüber Aktinomycceten und Pilzsporen im Heu. Nach FUGAZZOLA und OHNESORGE (2009) verursacht die Inhalation des Staubs Lungenerkrankungen wie die RAO, COB oder die Inflammatory Airway Disease (IAD). Eine besondere Gefahr stellt dies besonders für Hochleistungssportpferde dar, da Erkrankungen der Atemwege die zweithäufigste Ursache reduzierter Leistungsbereitschaft sind (MORRIS und SEEHERMAN 1991).

WICHERT et al. (2008) überprüften die hygienische Qualität von Raufutter in der Schweiz makroskopisch und mikrobiell. Lipopolysaccharide (LPS), Bestandteile der Zellwand von Gram-negativen Bakterien (KAMPHUES et al. 1991) und damit Auslöser für respiratorische Erkrankungen wurden vor allem im Stroh, aber auch im Heu gefunden (WICHERT et al. 2008).

Das Futterangebot und damit einhergehend das Nährstoffangebot, stehen in einer engen Beziehung zu Anzahl, Spektrum und Aktivität von Mikroorganismen im Dickdarm. Dieser Bezug birgt ein hohes Risiko für Dysbiosen enteraler Art, wie Koliken (ZEYNER 2003, FEIGE et al. 2002), Fehlgärung und Diarrhoe, aber auch extraenteraler Art, wie Hufrehe (ZEYNER 2003).



MEYER und COENEN (2002) beschrieben, dass Fehlgärungen durch überhöhte Keimgehalte in Futtermitteln entstehen können.

### **2.3 Energiebewertung der Futtermittel**

Energie ist der für das Tier wichtigste Faktor, um alle Vitalfunktionen aufrechtzuerhalten und für körperliche Leistung sorgen zu können (ZEYNER 2008). Die Energiebewertung findet in unterschiedlichen Bewertungsstufen statt:

#### **2.3.1 Bruttoenergie (GE, gross energy)**

Der Gehalt an Bruttoenergie in einem Futtermittel wird durch die Verbrennung im Bombenkalorimeter bestimmt oder mittels mittlerer Brennwerte der enthaltenen Nährstoffe kalkuliert (Kamphues et al. 2009).

Da sowohl die Art der Verdauung als auch die Höhe der Verdaulichkeit sehr unterschiedlich sind, stellt die Bruttoenergie GE in der Tierernährung keinen geeigneten Maßstab dar (Kamphues et al. 2009).

#### **2.3.2 Verdauliche Energie (DE, digestable energy)**

Die Verdauliche Energie DE ergibt sich aus der Bruttoenergie GE, nach Abzug der ausgeschiedenen Energieverluste über den Kot (NRC 2007). Die Basis der Bestimmung ist ein Verdauungsversuch, in dem die Differenz des vom Tier übers Futter aufgenommenen Bruttoenergie und die über den Kot ausgeschiedenen Bruttoenergie gemessen wird. Die verdauliche Energie wird mittels Bombenkalorimetrie bestimmt, hierzu werden Futter und Kot verbrannt (Kamphues et al. 2009). Die DE kann je nach Art und Kombination der verfütterten Futtermittel variieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Verdauungsprozesse der einzelnen Tierarten, z. B. die ausgeprägte mikrobielle Fermentation beim Pferd (ZEYNER und KIENZLE 2002) und auch die der einzelnen Tiere unterschiedlich sein können. Die DE-Werte können hier innerhalb einzelner Tierarten unterschiedlich ausfallen (Kamphues et al. 2009).

Eine andere Fehlerquelle in der Bestimmung der DE ist, dass der Kot nicht nur aus aufgenommenen und ausgeschiedenen Futterbestandteilen besteht, sondern auch aus Zellschilferungen aus dem Darmtrakt (NRC 2007).

Auch andere Faktoren können Einfluss nehmen: so kann eine erhöhte Raufutterverdaulichkeit erreicht werden, wenn man einer schwer verdaulichen Raufuttermischung Kohlehydrate z.B. in Form von Kraftfutter beimischt (KIENZLE et al. 2002). Grund hierfür ist vermutlich, dass fermentierbare Kohlehydrate den Dickdarm erreichen und die mikrobielle Aktivität im Caecum steigern und damit auch die Mikroorganismen, die in der Lage sind Zellulose zu spalten (KIENZLE et al. 2002). Dies zeigt, dass sich einzelne Komponenten in der Fütterung gegenseitig beeinflussen können. HINTZ et al. (1985) und PAGAN et al. (1998) berichten darüber, dass die Verdaulichkeit auch durch Aufbereitung und individuelle Unterschiede des Futtermittels beeinflusst werden können. JANSEN et al. (2000, 2002) stellten z.B. dar, dass eine Fettsupplementierung die Verdauung von Rohfaser herabsetzt.

Um die DE anhand der Nährstoffgehalte genauer abschätzen zu können, entwickelten ZEYNER und KIENZLE (2002) folgende Gleichung. Die Gleichung ist nur gültig, wenn in der Gesamtration der Rfe-Anteil unter 8 % und der Rfa-Anteil unter 35 % in der TS der Gesamtration liegt.

$$DE \text{ (MJ/kg TS)} = - 3,6 + 0,211 \times (\% \text{ Rp}) + 0,421 \times (\% \text{ Rfe}) + 0,015 \times (\% \text{ Rfa}) + 0,189 \times (\% \text{ NfE})$$

(Nährstoffangaben in % TS; Rp = Rohprotein; Rfe = Rohfett; Rfa = Rohfaser; NfE = N - freie Extraktstoffe)

Daraus ergab sich nach Modifikation durch den AUSSCHUß FÜR BEDARFSNORMEN DER GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE (2003) folgende Gleichung:

$$DE \text{ (MJ/kg TS)} = - 3,54 + 0,0209 \times \text{Rp} + 0,042 \times \text{Rfe} + 0,0001 \times \text{Rfa} + 0,0185 \times \text{NfE}$$

(Rp = Rohprotein; Rfe = Rohfett; Rfa = Rohfaser; NfE = N - freie Extraktstoffe)

### 2.3.3 Umsetzbare Energie (ME, metabolizable energy)

Dem Organismus werden für die Ausscheidung von Harn und Gärgasen weitere energiereiche Stoffe von der DE abgezogen. Dieser geminderte Anteil bildet die ME, die umsetzbare Energie (NRC 2007).

Die umsetzbare Energie wird mittels direkter bzw. indirekter Kalorimetrie am Tier bestimmt (KAMPHUES et al. 2009).

Auch für die umsetzbare Energie gibt es Schätzgleichungen. Bei Pferden ist der renale Energieverlust um ein Vielfaches höher als der Energieverlust über Gasbildung. Die renalen Verluste betragen nach KIENZLE und ZEYNER (2010) hier geschätzt 0,008 MJ/g Protein im Futter. Die Gärgasverluste beim Pferd sind niedriger als die beim Wiederkäuer. Im Durchschnitt gehen geschätzt 0,002 MJ/g Rohfaser über Gärgase verloren.

Demnach lautet die Schätzformel nach KIENZLE und ZEYNER (2010) für die Umsetzbare Energie (ME) wie folgt:

$$\text{ME MJ/kg} = \text{DE MJ/kg} - 0,008 \text{ MJ/g R}_p - 0,002 \text{ MJ/g R}_f$$

## 2.4 Energiebedarf

### 2.4.1 Erhaltungsbedarf

Der Erhaltungsbedarf an ME wurde in einer Metaanalyse von KIENZLE et al. (2010) bestimmt. Dabei wurde aus praktischen Erwägungen von der strengen Definition des Erhaltungsbedarfs abgewichen. Neben dem Bedarf für den Grundumsatz, für die Aufnahme, für die Verdauung und die Verstoffwechselung des Futters sowie für spontane Bewegung wurden auch Zuschläge für die Haltungsbedingungen (vermehrte Bewegung sowie Temperaturregulation) einberechnet. Im Gegensatz zu bisherigen Empfehlungen im DE-System (GfE 1994) wurde nicht nur die metabolische Körpermasse berücksichtigt, sondern auch nach Rasse (leicht- bzw. schwerfuttrig Typen), Ernährungs- und Trainingszustand differenziert. Tabelle 3 zeigt die Versorgungsempfehlungen für ein Pferd mittleren Trainingszustandes mit einem idealen BCS von 5 nach KIENZLE und SCHRAMME (2004).

Tabelle 3: Erhaltungsbedarf (ME) von Reitpferden in Boxenhaltung pro kg  $KM^{0,75}$  nach KIENZLE et al. (2010)

Futtrigkeit	Rassen (Bsp.)	Mittlerer Trainingszustand, BCS 5
schwerfuttrig	Vollblut	0,65
durchschnittlich	Warmblut	0,52
leichtfuttrig	Andalusier, Haflinger, Kaltblut	0,40

Die frühere Empfehlung der GfE (1994) im DE-System von 0,6 MJ DE/kg  $KM^{0,75}$  entspricht bei einer mittleren Umsetzbarkeit der DE von knapp 83 % (KIENZLE et al. 2010) in etwa dem durchschnittlichen ME-Bedarf für Warmblüter aus Tabelle 3. Daher werden neben den Absolutwerten der DE oder ME-Aufnahme aus anderen Studien diese Parameter im Folgenden auch als % des Erhaltungsbedarfs durchschnittlicher Warmblutpferde ausgedrückt.

#### 2.4.2 Leistungsbedarf

Um die bei Bewegung zu leistende Muskelarbeit aufzubringen, wird zusätzlich zum Erhaltungsbedarf Energie benötigt. Diese kann mittels indirekter Kalorimetrie bestimmt werden. Die Bestimmungsmethode misst definitionsgemäß die umsetzbare Energie. Bereits im 19. Jahrhundert führten ZUNTZ und HAGEMANN (1898) hierzu umfangreiche und detailgenaue Untersuchungen durch. PAGAN und HINTZ (1986) erarbeiteten weitere Messungen. Indirekte Kalorimetrie ist vor allem unter experimentellen Bedingungen anwendbar. Deshalb wurden aus den vorgenannten Arbeiten Mittelwerte für den Energiebedarf für Muskelarbeit in Abhängigkeit von der Masse des Pferdes, der zu tragenden (oder zu ziehenden) Last, der Geschwindigkeit und der zurückgelegten Strecke berechnet (GfE 1994). Daraus lassen sich Schätzungen für die pro Zeiteinheit benötigte ME für das Arbeiten in einer bestimmten Gangart ableiten. Allerdings blieb in der Studie von ZMIJA (1991) bei Rennpferden aber auch von SCHÜLER (2009) bei Reitpferden der mit diesen Werten geschätzte Bedarf erheblich und systematisch unter der aufgenommenen Energie, sofern im DE-System gerechnet wurde. SCHÜLER (2009) überprüfte die Quellen und stellte fest, dass die Werte für ME nach ZUNTZ und HAGEMANN (1898) wie auch nach PAGAN und HINTZ (1986) nicht unter adäquater Berücksichtigung der Umsetzbarkeit der

DE beim Pferd in ME umgerechnet wurden. Im ME-System ergaben sich dagegen in der Arbeit von SCHÜLER (2009) plausible Übereinstimmungen zwischen dem theoretisch berechneten mittleren Energiebedarf und der tatsächlichen mittleren Energieaufnahme der Pferde unter Praxisbedingungen. Ihre Empfehlungen, modifiziert von der GfE (2014) gehen aus Tabelle 4 hervor. Allerdings gab es eine erhebliche Streuung, und für das Einzeltier stimmten berechneter Bedarf und Energieaufnahme nicht immer überein. Bei der pauschalen Angabe von Energieverbrauchswerten pro Streckeneinheit und Gangart oder Tempo innerhalb der Gangart ergeben sich verschiedene Schwierigkeiten, die bereits bei der Übertragung von wissenschaftlichen Zahlen in die Reitersprache beginnen. Ist unter mittlerem Trab der Mitteltrab, also ein Trab mit längeren Tritten oder ein Trab wie er im Mittel geritten wird, was eher dem sogenannten Arbeitstrab entspräche, zu verstehen? Ein wesentlicher Punkt ist, dass die Bewegung des Pferdes im dreidimensionalen Raum erfolgt. Insbesondere Bewegungen entlang der Vertikalen gegen die Schwerkraft erfordern viel Energie. Nach TAYLOR et al. (1982) brauchen kleinere Tiere in Relation zur Körpermasse mehr Energie um eine bestimmte Strecke zurückzulegen, da sie mehr Schritte, Tritte oder Sprünge machen müssen, und ihre Körpermasse entsprechend häufiger in der Vertikalen bewegen müssen. Auch lahrende Pferde brauchen nach ZUNTZ und HAGEMANN (1898) überdurchschnittlich viel Energie. In der Praxis kommen zu Unterschieden in der Schrittlänge und der Höhe des Abfußens noch äußere Bedingungen wie tiefer schwerer Boden, Gegenwind, Steigung oder das Überwinden von Hindernissen hinzu, die Abweichungen vom Mittelwert erwarten lassen.

Tabelle 4: Energiebedarf für Bewegungsleistungen nach SCHÜLER (2009) modifiziert nach GfE (2014)

	kJ/kg KM/min		
	Schritt	Trab	Galopp
ohne Reiter	0,17	0,42	1,80
mit Reiter	0,19	0,48	1,92

Eine andere Methode der Schätzung des Energieverbrauchs bei Arbeit ergibt sich aus der Beziehung zwischen Herzfrequenz und Sauerstoffverbrauch (EATON et al. 1995, COENEN 2005). Für trainierte Sportpferde legte COENEN (2005) folgende Gleichung fest:

$$\text{Sauerstoffverbrauch (ml O}_2\text{/kg KM von Pferd und Reiter/min)} = 0,0019 \times (\text{Herzfrequenz})^{2,0653}$$

Der Sauerstoffverbrauch entspricht bei 1000 ml O<sub>2</sub>/kg KM von Pferd sowie Reiter/min einem Bedarf von 0,2 MJ.

SCHÜLER (2009) verglich in ihrer Studie den Leistungsbedarf ME der zum einen über historische Literatur, zum anderen mit Hilfe der Arbeitsdauer und anhand von Pulswerten berechnet wurde. Sie fand eine gute Übereinstimmung der Mittelwerte, nicht aber beim Einzeltier. Sie begründete dies einerseits mit den oben angeführten Schwächen der pauschalen Berechnung anhand von Zeitdauer in einer bestimmten Gangart sowie mit dem bei der Schätzung über die Pulsmessung auftretenden Problem, dass psychische Effekte (Erregung) auf den Puls besonders bei niedriger Belastung zu Fehlern führen. Ein weiteres Problem, das bei sehr hoher Leistung sowohl bei der Pulsmessung als auch bei der indirekten Kalorimetrie auftritt ist, dass anaerobe Anteile der Leistung nicht mit erfasst werden. ART et al. (1990) maßen den Puls bei Springpferden, und erwähnten diesen Punkt (ab 191 Schlägen/Minute), ebenso wie LEKEUK et al. (1991), die Blutwerte und Puls bei Belastung maßen.

Die Energieaufnahme der Pferde in der Studie von SCHÜLER (2009) betrug im Mittel  $0,76 \pm \text{MJ ME/kg KM}^{0,75}$ . Dies entspricht einer ME-Aufnahme von 146 % des Erhaltungsbedarfs.

ZMIJA (1991) beschrieb in ihrer Studie eine Aufnahme von  $1,15 \text{ MJ DE/kg KM}^{0,75}$  und damit einer DE-Aufnahme von 191 % des Bedarfs.

### **2.5 Trockensubstanz und Aufnahme an Trockensubstanz**

Bei Pferden beträgt die TS-Aufnahmekapazität nach NRC (2007) in der Erhaltung 2 % der KM/Tag. Bei mittlerer bzw. schwerer Arbeit und somit bei Pferden, die Leistung erbringen, beträgt die Aufnahmekapazität 2,5 % der KM pro Tag.

Nach JANSSON et al. (2012) ist die Kapazität an TS, die ad libitum aufgenommen wird, vom Rohfasergehalt des jeweiligen Futters anhängig. Nach NRC (2007) sind die Mechanismen der TS-Aufnahmemechanismen hingegen noch unklar. Diskutiert wurde allerdings ein Einfluss der Verdaulichkeit der Trockensubstanz (CROZIER et al. 1997) sowie ein Zusammenhang mit den Zellwänden der verschiedenen Pflanzen (St. LAWRENCE et al. 2001).

Tabelle 5: TS- Aufnahmekapazität

	TS-Aufnahmekapazität (% der KM pro Tag)	TS-Aufnahmekapazität (kg TS/Tag bei 550 kg KM)
<b>NRC (2007)</b>		
Erhaltung	2,0	11,0
mittlere-schwere Arbeit	2,5	13,8
<b>KAMPHUES et al. (2004)</b>		
Erhaltung	2,5–3,0	13,8–16,5
mittlere-schwere Arbeit	3,5	19,3

Die TS-Aufnahme wurde in verschiedenen Studien untersucht und lag nach SCHIELE (2008) bei einer ad libitum Fütterung von Heu einer durchschnittlichen Qualität bei Ponys im Mittel bei 6,3 kg TS/Tag, entsprechend 7,4 kg/Tag. Die Aufnahme eines überständigen Heus lag bei 5,5 kg TS/Tag, entsprechend 6,4 kg/Tag. Mit einer Körpermasse von 280–290 kg bei Ponys, liegt die Aufnahme des Heus beider Qualitäten zwischen 2 % TS der KM/Tag und 2,25 % TS der KM/Tag. Die Heu-Aufnahme liegt zum Teil leicht über den entsprechenden Werten zur Aufnahmekapazität in der Erhaltung des NRC (2007), allerdings unterhalb der Werte für arbeitende Pferde. TS-Aufnahmen von 2–2,4 % der KM/Tag sind nach NRC (2007) in der Regel für Pferde anzusetzen.

In den folgenden Studien zeigte sich, dass die TS-Aufnahmekapazität höher ist als die tatsächliche TS-Aufnahme.

Traber nahmen nach ZMIJA (1991) bezogen auf ein 550 kg schweres Pferd 9,8 kg TS/Tag auf. Die Galopper nahmen pro Tag 11,1 kg TS/Tag auf. Mit 1,8 % TS der KM/Tag bei den Trabern und 2 % TS der KM/Tag bei den Galoppfern liegen beide Gruppen unterhalb der TS-Aufnahmekapazität des NRC (2007) für arbeitende Pferde.

ZWIRGLMAIER et al. (2013) führten eine Studie mit Warmblutpferden durch, die mäßige Arbeit verrichteten. Sie beobachteten, dass die Pferde, die an drei aufeinander folgenden Tagen mit Heu des späten ersten Schnitts ad lib. gefüttert wurden, zwischen 8 und 16 kg Heu/Tag aufnahmen. Entsprechend sind das 6,8–13,8 kg TS/Tag. Da das geschätzte Gewicht eines Warmblutpferdes bei 550 kg liegt, kann von einer Aufnahme von 1,2–2,5 % TS der KM/Tag ausgegangen werden.

Nach CUDDEFORD (2013) nahm ein 500 kg schweres Pferd in Großbritannien im Mittel eine TS-Menge von 8,5 kg TS/Tag und somit 1,6 % der KM/Tag auf.

KÖLLE (1984) zeigte eine TS-Aufnahme von 500–630 kg schweren Vielseitigkeitspferden von 9,0–20,3 kg TS/Tag. Dies entspricht bei einem mittleren Gewicht von 565 kg eine Aufnahme von 1,6–3,6 % der KM/Tag.

### **2.6 Protein und Aufnahme an Protein**

Proteine befinden sich, als zweitgrößte Komponente neben Wasser, als Gerüst in jedem Gewebe des Körpers (NRC 2007). Mengenmäßig bilden sie die wichtigste und größte Gruppe der körpereigenen Makromoleküle (DOENECKE 2005). Proteine bestehen aus Aminosäuren, von denen für Pferde als Monogastrier, zehn Aminosäuren essentiell sind (NRC 2007), also mit dem Futter zugeführt werden müssen.

Die Proteine werden enzymatisch gespalten und zu Aminosäuren abgebaut und vor allem über Magen und Dünndarm resorbiert. Je hochwertiger die Proteinzusammensetzung und die Verdaulichkeit der Proteine, desto höher liegt die Aminosäure-Absorptionsrate und damit die dem Körper zur Verfügung stehenden Aminosäuren für Gewebssynthese und -reparatur (NRC 2007). Zulagen von Aminosäuren haben nach GRAHAM-THIERS et al. (2005) und VAN DEN HOVEN et al. (2010) selbst bei leichter Arbeit einen positiven Effekt auf die Muskelentwicklung bzw. Erholung nach der Arbeit.

Rohprotein kann zusätzlich zu den reinen Proteinen auch N-haltige-Verbindungen aus Aminen und Alkaloiden enthalten, die nicht aus Eiweiß bestehen (NPN=Non-Protein-Nitrogen). Ermittelt wird das Rohprotein durch die Bestimmung des Stickstoffs ( $N \times 6,25$ , weil Eiweiß im Durchschnitt 16 % N enthält) (MEYER und COENEN 2014).

Der Bedarf wird in unterschiedlichen Einheiten und Bezugssystemen angegeben. In Deutschland galt bisher das verdauliche Rohprotein (vRp) bezogen auf die  $KM^{0,75}$  (GfE1994). Die GfE plant auf praececal verdauliches Rp umzustellen, wobei allerdings derzeit noch Daten zu Futtermitteln für Pferde in dieser Einheit fehlen.<sup>1</sup> In den USA wird der Bedarf an Eiweiß als Rohprotein bezogen auf die absolute KM ausgedrückt. (NRC 2007).

---

<sup>1</sup> Persönliche Mitteilung von Prof. Dr. Ellen Kienzle Juni 2013



Der Rp-Bedarf wird in der Literatur nach Erhaltungsbedarf und Leistungsbedarf unterteilt und wie folgt angegeben:

Tabelle 6: Rp-Erhaltungs- und Rp-Leistungsbedarf für ein 500 kg schweres Pferd bei mittlerer Arbeit

	Erhaltungsbedarf in g	Erhaltungs- und Leistungsbedarf in g	Erhaltungs- und Leistungs- bedarf in % des Erhaltungsbedarfs
GfE 1994, Meyer und Coenen 2002	318 <b>verd. Rp</b>	400–480 <b>verd. Rp</b>	125–150
NRC 2007	630 <b>Rp</b>	768 <b>Rp</b>	121

Der Rohproteinbedarf für Erhaltung- und Leistung liegt nach NRC (2007) demnach für ein Pferd von 550 kg bei 845 g Rp.

In der Studie von ZMIJA (1991) betrug die Aufnahme an verdaulichem Rohprotein bei Trabern durchschnittlich 1,78 g vRp/kg KM. Bei Galoppieren lag die Rp-Aufnahme bei 1,87 g vRp/kg KM. Dies entsprach in dieser Studie im Durchschnitt dem 1,8-fachen (Traber) und 1,9-fachen (Galopper) des Bedarfs, den die Autorin mit 480 g vRp/Tag für ein 500 kg schweres Pferd (entsprechend 0,96 g vRp/kg KM) beschrieb. Grundlage für den Bedarf war die Angabe der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere (1982), die den Bedarf mit 443 g vRp/Tag für ein 450 kg schweres Pferd angab.

## 2.7 Rohfett und Aufnahme an Rohfett

Fette sind ausschließlich Energieträger. Futterfette werden nach ZEYNER et al. (2011) oftmals als energiereiche Komponente in die Rationen einbezogen. Gründe hierfür sind unter anderem die energetische Aufwertung der Ration, sowie der Austausch von Stärke gegen Fett, der stärkebedingten Gesundheitsstörungen entgegenwirken soll.

KAMPHUES et al. (2004) beschrieben Obergrenzen von 10 % Rohfett in der TS. ZEYNER et al. (2010) zeigten eine Restriktion von max. 8 % Rohfett in der TS sowie eine Obergrenze von < 1 g Pflanzenöl/kg KM/Tag an Futterfetten auf.

Kommt es zu einer Überschreitung des Richtwerts von 10 % und zu einer plötzlich Anflutung von größeren Fett-Mengen kann es nach KAMPHUES et al. (2004) aufgrund einer nicht ausreichenden Fettverträglichkeit zu Störung der mikrobiellen Verdauung im Dickdarm kommen.

Eine gesteigerte Rfe-Verdaulichkeit nimmt nach ZEYNER et al. (2010) mit einem zunehmenden Fettgehalt bis zu einem Wert von 5 bis 8 % Rohfett in der Trockenmasse linear zu. Bei etwa 8 % wird ein Plateau erreicht.

ZMIJA (1991) und KÖLLE (1984) gaben eine Zufütterung von Fett an, die in geringem Umfang erfolgte, gingen in ihren Arbeiten zu Renn- und Vielseitigkeitspferden allerdings nicht näher auf die Rfe-Aufnahme ein.

### **2.8 Mengenelemente**

Mineralstoffe, die im Organismus als Massenanteil mit mehr als 50 mg/kg vorkommen werden als Mengenelemente bezeichnet. Im Folgenden werden die einzelnen Mengenelemente besprochen, der Mengenelementbedarf ist tabellarisch am Ende dieses Kapitels aufgeführt.

#### **2.8.1 Calcium**

Calcium spielt, ebenso wie Phosphor, eine wichtige Rolle für den Aufbau und die Funktion des Skeletts (HOYER 1975). Im Körper eines adulten Pferdes befindet sich der Hauptteil des Calciums (99 %) im Skelett. Im gesamten Körper eines adulten Reitpferdes sind ca. 7 kg Calcium enthalten. (MEYER und COENEN 2002).

Einen Bedarf von 25 g/Tag für ein 500 kg schweres Pferd beschrieben MEYER und COENEN (2002). Der Bedarf steigt bei Pferden mit gleichem Gewicht, die körperliche Leistung erbringen, auf bis zu 28 g/Tag (MEYER und COENEN 2002).

Die gleichen Bedarfszahlen in der Erhaltung, allerdings bis zu 35 g/Tag bei körperlicher Arbeit empfiehlt das NRC (2007).

KIENZLE und BURGER (2011) gaben einen Ca-Bedarf von 160 mg/kg  $KM^{0,75}$  an. Für ein 500 kg schweres Pferd errechnet sich somit einen Bedarf von 17 g.

Verschiedene Untersuchungen beschäftigten sich mit der Ca-Aufnahme.

ZMIJA (1991) zeigte bei den Trabern eine tägliche Ca-Aufnahme von im Mittel 104 mg/kg KM auf, was einer Aufnahme von 52 g/500 kg KM/Tag entspricht. Galopper nahmen 107 mg/kg KM auf (53,5 g/500 kg KM/Tag).

KÖLLE (1984) beschrieb in Ihrer Arbeit die Fütterung von Vielseitigkeitspferden im Allgemeinen, ging allerdings nicht näher auf Ca-Aufnahmen ein. Auch STEFFENS (1996) ging nicht weiter auf die Ca-Aufnahme der Militärpferde ein.

OWENS (2005) beschrieb die Fütterung der australischen Sportpferde mit Luzerneheu, bei der der Ca-Gehalt zwischen 0,67 und 1,75 % lag, machte aber über die Gesamtaufnahme keine Angaben. Außerdem wurde keine Angabe darüber gemacht, ob sich diese Prozentzahl auf die uS oder die TS bezieht.

### 2.8.2 Phosphor

Als wichtiger Bestandteil für die Knochenstabilität finden sich rund 4 kg Phosphor im Körper des Pferdes, ca. 80 % davon liegen im Skelett vor (MEYER und COENEN 2002). Darüber hinaus trägt Phosphor zur Blutgerinnung und zur Reizübertragung auf die Muskelfibrillen bei (MEYER und COENEN 2002).

KIENZLE und BURGER (2011) besprechen einen P-Bedarf von 110 mg/kg KM<sup>0,75</sup>, entsprechend liegt der Bedarf für ein Pferd mit einer KM von 500 kg bei 12 g. Ein P-Bedarf von 15 g für ein 500 kg KM schweres Pferd gibt die GfE (1994) vor, laut NRC (2007) liegt dieser bei 18-29 g für ein 500 kg schweres Pferd, gestaffelt nach Schwere der Arbeit.

Die Aufnahmen lagen bei Trabern bei täglich 83 mg Phosphor pro kg KM, entsprechend 41,5 g/500kg KM (ZMIJA 1991). Die Galopper in ihrer Studie nahmen täglich 80 mg/kg KM auf, dies entspricht bei einem Pferd mit einer KM von 500 kg einer P-Aufnahme von 40g. Weder in der Studie von KÖLLE (1984) noch in der von STEFFENS (1996) wurde näher auf die P-Aufnahme eingegangen.

Das Ca/P-Verhältnis, in den Rationen der Pferdefütterung sollte nicht unter 1:1 (NRC 2007) und nicht über 3:1 liegen (MEYER und COENEN 2002). Eine geringere Calcium- als Phosphoraufnahme kann, ist das Verhältnis hier sogar kleiner als 1:1, die Calciumabsorption beeinträchtigen. Eine ausreichende Calciumaufnahme gekoppelt mit einer sehr hohen Phosphoraufnahme können Skelettdeformationen begünstigen (SCHRYVER et al. 1971).

Das Ca/P-Verhältnis betrug in der Studie nach ZMIJA (1991) bei den Trabern im Schnitt 1,24; minimal 0,57, maximal 2,15. Bei den Galoppfern lag es bei 1,36, mindestens aber bei 0,68, maximal 2,3 pro Gesamtration.

### 2.8.3 Magnesium

Im Nerven- und Muskelgewebe ist Magnesium für die Funktion vieler Enzyme ein wichtiger Bestandteil. Die benötigte Versorgung ist in der Regel mit den meisten Rationen der praxisüblichen Fütterung gedeckt (MEYER und COENEN 2002).

Der Mg-Bedarf liegt laut KIENZLE und BURGER (2011) bei 50 mg/kg  $KM^{0,75}$ , umgerechnet liegt der Bedarf für ein Pferd mit einer KM von 500 kg bei 5 g.

BRUNNER et al. (2012) berichteten in der Studie über die Fütterung von Vielseitigkeitspferden während Turnieren zwar bei 60 % der Pferde über eine Supplementierung mit Mineralfutter, gingen aber nicht näher auf die einzelnen Bestandteile ein.

ZMIJA (1991) machte Angaben über die Rennpferdefütterung im Allgemeinen und die Supplementierung einiger Pferde mit Mg-Präparaten, machte aber keine Angaben zur gesamten Mg-Aufnahme.

### 2.8.4 Natrium

Natrium ist im extrazellulären Raum der dominierende Elektrolyt. Eine Rolle spielt Natrium im Säure-Basen-Ausgleich, sowie in der osmotischen Regulierung des Wasserhaushalts des Körpers (NRC 2007).

KIENZLE und BURGER (2011) legten den Na-Bedarf auf 26 mg/kg  $KM^{0,75}$  fest. Entsprechend bewegt sich der Bedarf bei einem Pferd mit einer KM von 500 kg bei 3 g.

Ist die Salzversorgung zu hoch, kann es nach KIENZLE und ZEYNER (2013) leicht zu nicht erwünschten Nebeneffekten wie Akzeptanzproblemen, Insulinresistenz, Hypernatriämie, Flüssigkeitsverschiebungen und Magengeschwüren kommen. Die Na-Versorgung über die Fütterung sollte aus diesem Grund sehr genau dosiert werden. Außerdem stellten

sie fest, dass der Erhaltungsbedarf deutlich niedriger ist als bisher angenommen. Um den Salzbedarf besser einschätzen zu können erstellten ZEYNER et al. (2013) einen Schweiß-Score mit dessen Hilfe die bei Leistung verlorene Schweißmenge und damit auch der Na-Bedarf berechnet werden kann. Bei einem angenommenen Schweißverlust von 4 l im Training und einem unterstellten Na-Gehalt von 2,5 g/l und einer Verwertung zur Schweißbildung von 70 % ergibt sich z. B. ein Leistungsbedarf von 14 g für Arbeit.

In ihrer Studie beschrieb ZMIJA (1991) zwar, dass die meisten Trainer der Trab- und Galoppferde Salz- sowie Minerallecksteine anboten, registrierte die genaue Aufnahme von Natrium aber nicht näher. Eine zusätzliche Fütterung von losem Salz über das Futter wurde nicht registriert.

Auch KÖLLE (1984) zeigte bei den Vielseitigkeitspferden eine Supplementierung mit Salzlecksteinen und u.a. vitaminisierten Mineralstoffen auf, ein Stall verwendete im Sommer zusätzlich loses Kochsalz. Die genaue Na-Aufnahme wurde nicht näher beschrieben.

### 2.8.5 Kalium

Kalium spielt als wichtigstes Element in der neuromuskulären Erregungsweiterleitung eine Hauptrolle. Außerdem ist es Teil des Säure-Basen-Haushalts und übernimmt in der osmotischen Regulation eine Aufgabe. Nur ein kleiner Teil des Kaliums liegt im extrazellulären Raum vor (NRC 2007), 90 % der rund 1000 g Kalium die durchschnittlich in einem 500 kg schweren Pferd vorliegen, befinden sich im intrazellulären Raum, vor allem in der Muskulatur (MEYER und COENEN 2002).

Der K-Bedarf lag nach KIENZLE und BURGER (2011) bei  $139 \text{ mg/kg KM}^{0,75}$ , was bei einem Pferd mit einer KM von 500 kg 15 g entspricht.

ZEYNER et al. (2013) erarbeiteten einen Schweißscore, mit dessen Hilfe man den Schweißverlust bei Arbeit und damit auch den K-Bedarf schätzen konnte. Bei der Annahme einer Verwertung zur Schweißbildung von 85 % und einem K-Gehalt von 1,4 g/l im Schweiß, lag der Leistungsbedarf bei 6,6 g.

ZMIJA (1991) geht in ihrer Studie von einer gesicherten K-Versorgung über die Versorgung mit dem Raufutter bzw. mit dem Weidegang bei den Trabern und Galoppfern aus. Die Pferde

die durch die Fütterung unter der geforderten Raufuttermenge lagen, wurden mit Mischfuttern und Ergänzungsfuttermitteln gefüttert, die K-reich waren.

### **2.8.5 Chlorid**

Chlorid spielt auch in der Fütterung hauptsächlich in der Kombination mit Natrium eine Rolle. Es ist ein wichtiges extrazelluläres Anion, dass so wie z.B. das Kation Kalium eine wichtige Rolle im Säure-Basen-Haushalt und der osmotischen Regulation spielt (MEYER und COENEN 2002).

KIENZLE und BURGER (2011) gaben den Cl-Bedarf mit  $14 \text{ mg/kg KM}^{0,75}$  an. Bei einer KM von 500 kg liegt der Bedarf bei Pferden bei 1,5 g.

Der Cl-Bedarf wird in aller Regel aus dem Grundfutter gedeckt. Deckt man den Na-Bedarf durch Kochsalz, ist der Cl-Bedarf übererfüllt. Dass nach MEYER und COENEN (2002) 80 mg Chlorid zugeführt werden müssen um eine Alkalose zu verhindern und den Säure-Basen-Haushalt stabil zu halten, ist nach GOREN et al. (2014) nicht bestätigt.

Der Leistungsbedarf konnte nach ZEYNER et al. (2013) durch einen Schweißscore ermittelt werden. Bei der Annahme eines Cl-Gehalts von 4,5 g/l im Schweiß und einer Verwertung zur Schweißbildung von 95 % ergab sich hier ein Leistungsbedarf von 19 g Chlorid.

ZMIJA (1991) geht davon aus, dass die Pferde in ihrer Studie ausreichend mit Chlorid versorgt sind, da diese über einen Salzleckstein verfügten.

### **2.8.6 Bedarf an Mengenelementen**

Die aufgeführte Tabelle 7 stellt den Bedarf arbeitender Pferde dar und wurde nach den verschiedenen Quellen unterteilt. Für Calcium und Phosphor zeigte nur das NRC (2007) einen höheren Bedarf für Arbeit auf, als für Erhaltung.

Tabelle 7: Erhaltungsbedarf bzw. Bedarf bei leichter/mittlerer/schwerer Arbeit an Mengenelementen

Quelle	mg/kg KM/Tag	mg/kg KM <sup>0,75</sup>	g pro Pferd bei 500 kg KM
<b>Calcium</b>			
GfE 1994	50	-	25
MEYER und COENEN 2002	50	-	25 Arbeit: - leicht: 26 - mittel: 27 - schwer: 28
NRC 2007	Arbeit: - leicht: 40 - mittel: 60 - schwer: 70	-	20
KIENZLE und BURGER 2011	-	160	17
<b>Phosphor</b>			
GfE 1994	30	-	15
MEYER und COENEN 2002	30	-	15 Arbeit: - leicht: 15 - mittel: 15 - schwer: 15
NRC 2007	Arbeit: - leicht: 36 - mittel: 42 - schwer: 58	-	-
KIENZLE und BURGER 2011	-	110	12
<b>Magnesium</b>			
GfE 1994	20	-	10
MEYER und COENEN 2002	18		10 Arbeit: - leicht: 11 - mittel: 11 - schwer: 12
NRC 2007	15 Arbeit: - leicht: 19 - mittel: 23 - schwer: 30	-	7,5

KIENZLE und BURGER 2011	-	50	5
<b>Natrium</b>			
GfE 1994	20	-	10
MEYER und COENEN 2002	20		10 Arbeit: - leicht: 27 - mittel: 39 - schwer: 62
NRC 2007	20	-	10
KIENZLE und BURGER 2011	-	26	3
<b>Kalium</b>			
GfE 1994	50	-	25
MEYER und COENEN 2002			25 Arbeit: - leicht: 35 - mittel: 42 - schwer: 55
NRC 2007	20	-	10
KIENZLE und BURGER 2011	-	139	15
<b>Chlorid</b>			
GfE 1994	80	-	40
MEYER und COENEN 2002	80 <sup>1</sup> 18 <sup>2</sup>		40 Arbeit: - leicht: 67 - mittel: 86 - schwer: 123
NRC 2007	80 <sup>1</sup> 20 <sup>2</sup>	-	40
KIENZLE und BURGER 2011	-	14	1,5*

\* aufgrund des kleinen Wertes als Kommazahl angegeben

<sup>1</sup> Wert zur Aufrechterhaltung eines stabilen Säure-Basen-Haushaltes

<sup>2</sup> Wert zur Deckung der endogenen Verluste

## 2.9 Spurenelemente

Spurenelemente, die generell (mit der Ausnahme von Eisen) im Körper eine Konzentration von unter 50 mg/kg haben, sind vor allem ein Bestandteil von Enzymen. Um die Aufgaben im



Organismus aufrechterhalten zu können, müssen die essentiellen Spurenelemente über die Fütterung zugeführt werden.

### **2.9.1 Selen**

Selen hat u.a. eine Schutzfunktion der Zellmembran. Eine Se-Unterversorgung führte bei adulten Pferden eher selten zu klinischen Symptomen. In einigen Fällen sind verschlagsähnliche Symptome zu beobachten. Eine Überversorgung sollte strikt vermieden werden, schon bei ca. 2 mg/kg TS kommt es durch eine chronische Se-Vergiftung zu Haarverlusten an Mähne und Schweif, unspezifischen Lahmheiten und Veränderung des Hufhorns (GfE 1994). Selen spielt außerdem eine Rolle in der Kontrolle des Thyroid-Hormon Stoffwechsels (NRC 2007).

Die Studie von FRANK (2001) zeigte dass dreiviertel der untersuchten 106 Freizeitpferde unter der empfohlenen Bedarfsgrenze lagen. 52 % der untersuchten Pferde lagen sogar unter 50 % des empfohlenen Versorgungsbereichs. Die Pferde zeigten jedoch keinerlei klinische Auffälligkeiten.

### **2.9.2 Eisen**

Unverzichtbar für die Bildung von Hämoglobin und Myoglobin ist Eisen. (GfE 1994, MEYER und COENEN 2002). Auf Hämoglobin entfallen rund 60 % des sich im Körper befindlichen Eisens, rund 20 % entfallen auf das Myoglobin.

Fe-Mangelzustände waren, wohl auch durch die Aufnahme von Futtermitteln deren Fe-Gehalt oft erheblich höher ist als gefordert, nach GfE (1994) aus der Praxis beim Pferd nicht bekannt.

### **2.9.3 Mangan**

Als wichtiger Baustein für den Cholesterol- und Fettumsatz wird Mangan beschrieben. Mangan ist außerdem äußerst wichtig für eine normale Knorpel- und Skelettentwicklung und die Ovarfunktion. Mangan ist wenig toxisch (GfE 1994).

MEYER und COENEN (2002) beschrieben Mangan als Faktor vieler Enzymsysteme, vor allem im Mineral- und Fettstoffwechsel.

KÖLLE (1984) und auch ZMIJA (1991) gingen in den Studien zur Fütterungspraxis bei Vielseitigkeitspferden, Galoppieren und Trabern nicht auf die Mn-Versorgung ein.

### **2.9.4 Zink**

Zink ist ein Enzymbestandteil, der vor allem im Kohlenhydrat- und Eiweißstoffwechsel beteiligt ist. Besonders wichtig ist Zink bei der Keratinbildung der Epithelien, v.a. von Haar, Haut und Huf. Zinkmangel führten zu Verdickungen der Haut und borkigen Auflagerungen bei gleichzeitigem Haarausfall und erhöhter Neigung zu Infektionen (GfE 1994).

FRANK (2001) beschrieb in seiner Studie zur Versorgung von Pferden in Oberbayern mit Spurenelementen, eine Zinkunterversorgung von über 40 %. Eine Überversorgung entstand bei mehr als 8 %. Es traten in beiden Fällen keine klinischen Probleme auf.

### **2.9.5 Kupfer**

Kupfer ist vor allem für die Kollagenfestigkeit und damit für die Stabilität von Gefäßwänden, Gelenken, und Wachstumsknorpel nicht zu entbehren.

Eine Kupferunterversorgung gab es in der Studie von FRANK (2001) so gut wie nicht. Bei 36 % der Pferde war der Kupferbedarf zu mindestens 100 % gedeckt, 49 % der Pferde zeigten eine Bedarfsdeckung von über 150 %.

### **2.9.6 Jod**

Der größte Teil des Jods befindet sich in der Schilddrüse. Es ist vor allem für die Bildung der Hormone Trijodothyronin (T3) und Thyroxin (T4) wichtig (NRC 2007).

Eine hohe J-Aufnahme bei gleichzeitiger Se-Unterversorgung, kann zu Schädigungen am Schilddrüsengewebe führen (NRC 2007). Ein J-Mangel fällt bei Pferden erst im fortgeschrittenen Stadium mit Appetitlosigkeit, Lethargie und u.a. Haarausfall auf, bei

tragenden Stuten kann ein J-Mangel zu Aborten oder verzögerten Fötus-Entwicklungen führen (MEYER und COENEN 2002).

Weder KÖLLE (1984) noch ZMIJA (1991) gingen bei den Vielseitigkeits- und Rennpferden näher auf die Spurenelementversorgung ein. Beide berichteten über die Versorgung der meisten Pferde mit Mineralfutter, Minerallecksteinen oder ähnlichem, registrierten aber die tatsächliche Aufnahme nicht näher.

### 2.9.7 Bedarf an Spurenelementen

In der folgenden Tabelle 8 werden die Bedarfswerte für die Spurenelemente anhand der Literatur dargelegt:

Tabelle 8: Spurenelementbedarf Erhaltung

Quelle	mg/kg TS	mg/kg KM <sup>0,75</sup>	mg pro Pferd bei 500 kg KM
<b>Selen</b>			
GfE 1994	0,15		
MEYER und COENEN 2002	0,1–0,12		
NRC 2007	0,1		1,0
MEYER und COENEN 2014	0,10	0,01	1,1
<b>Eisen</b>			
GfE 1994	60–80		
MEYER und COENEN 2002	70		
NRC 2007	40		400
MEYER und COENEN 2014	40	4	423
<b>Mangan</b>			
GfE 1994	40		
MEYER und COENEN 2002	40		
NRC 2007	40		400
MEYER und COENEN 2014	40	4	423
<b>Zink</b>			
GfE 1994	50		

MEYER und COENEN 2002	35		
NRC 2007	40		400
MEYER und COENEN 2014	40	4	423
<b>Kupfer</b>			
GfE 1994	7–10		
MEYER und COENEN 2002	8–10		
NRC 2007	10		100
MEYER und COENEN 2014	10	1	106
<b>Jod</b>			
GfE 1994	0,1–0,2		
MEYER und COENEN 2002	0,2		
NRC 2007			3,5
MEYER und COENEN 2014	0,2	0,02	2,1

## 2.10 Vitamine

Generell werden Vitamine ihrem Lösungsverhalten nach in fettlösliche (Vit. A, D, E, K) und wasserlösliche ( B-Vitamine, Vit. C) Vitamine eingeteilt.

### 2.10.1 Carotin und Vitamin A

Auch beim Pferd dient  $\beta$ -Carotin als Vorstufe für die Vitamin A-Synthese (GfE 1994). Nach enzymatischer Zerlegung erhalten die Karotinoide die Vitamin A-Aktivität. Pferde bilden je nach Versorgungsgrad des Tieres, Höhe des Angebots etc. im Schnitt aus 1 mg  $\beta$ -Carotin ca. 400 IE Vitamin A (MEYER und COENEN 2002). Über toxische Effekte von  $\beta$ -Carotin wurde bisher nicht berichtet. Zurückzuführen ist das auf eine reduzierte Umwandlungsrate bei erhöhter Aufnahme (ZEYNER und HARRIS 2013).

Vitamin A kann aus vitaminisierten Futtermitteln aufgenommen werden (NRC 2007). Die Hauptaufgabe des Vitamin A spielt sich in der Embryogenese und Reproduktion, aber auch in der Produktion von Rhodopsin, das für die Sehfähigkeit vor allem bei Nacht wichtig ist, ab (NRC 2007).

ZMIJA (1991) ermittelte bei Trabern eine mittlere Vitamin A-Aufnahme von 144 IE/kg KM. Bei den Galoppfern waren es 98 IE/kg KM. Die  $\beta$ -Carotin Aufnahme lag bei den Trabern bei 113 mg, bei den Galoppfern bei 99 mg. Mit einer Umrechengröße von 1mg Carotin = 450 IE Vitamin A ergab dies zusammengenommen eine Aufnahme von 258 IE/kg KM an Vitamin A, für Galopper waren es 195 IE/kg KM.

Vitamin A Exzesse sind hauptsächlich zu beobachten wenn Ergänzungsfuttermittel falsch oder missbräuchlich eingesetzt werden und z.B. das Vitamin A aus verschiedenen Futtermitteln kumuliert (MEYER und COENEN 2014).

### 2.10.2 Vitamin D

Das Vitamin D liegt in zwei Formen vor, dem Vitamin D<sub>2</sub> und -D<sub>3</sub>. Beide sind für die Tierernährung essentiell (ZEYNER und HARRIS 2013) und werden durch im tierischen Organismus vorkommende Vorstufen durch die Einwirkung von UV-Strahlen in der Haut zu Vitamin D<sub>3</sub>, in Heu, Silage oder anderen abgestorbenen Pflanzenteilen führt die UV-Einwirkung zu der Bildung von Vitamin D<sub>2</sub>. Der Vitamin D<sub>2</sub>-Gehalt in Futtermitteln wie Heu nimmt durch die Lagerung ab (GfE 1994). Für die Skelettgesundheit wichtig, nimmt es außerdem eine Rolle in der Regulierung des Ca/P-Gleichgewichts ein (ZEYNER und HARRIS 2013).

Die Vitamin D-Aufnahme betrug nach ZMIJA (1991) 21 IE/kg KM bei den Trabern und 19 IE/kg KM bei den Galoppfern.

Sowohl KÖLLE (1984) als auch OWENS (2005) gingen weder für die Vielseitigkeitspferde noch für die australischen Sportpferde näher auf die Vitaminaufnahme ein.

### 2.10.3 Vitamin E

Vitamin E umfasst mehrere Tocopherole mit einer unterschiedlichen Wirksamkeit (MEYER und COENEN 2002, ZEYNER und HARRIS 2013). Das  $\alpha$ -Tocopherol hat hierbei die größte Wirksamkeit (MEYER und COENEN 2002). Die Tocopherole schützen die Zellmembranen vor stark reaktionären Sauerstoffverbindungen und wirken somit als Antioxidantien (MEYER und COENEN 2002).

Zu Unterversorgungen der Pferde mit Vitamin E kommt es hauptsächlich bei der Verfütterung von älterem überlagertem Heu aufgrund des geringen darin enthaltenen Vitamingehalts (MEYER und COENEN 2014).

Vitamin E-Aufnahmen von 1,7 mg/kg KM zeigten sich in der Studie von ZMIJA (1991) bei Trabern und von 2,2 mg/kg KM bei Galoppfern.

#### 2.10.4 Bedarf an Vitaminen

Der Bedarf an Vitaminen nach den Recherchen der einzelnen Autoren ist aus der angefügten Tabelle 9 zu ersehen.

Tabelle 9: Vitaminbedarf Erhaltung bzw. Leistung (mittlere Arbeit)

Quelle	IE/kg KM	IE/kg KM <sup>0,75</sup>	IE/kg TS	IE pro Pferd mit 500 kg KM
<b>Vitamin A</b>				
GfE 1994	75		-	37500
NRC 2007	-	-	-	Erhaltung: 15.000 Leistung: 22.500
ZEYNER und HARRIS (2013)	-	Erhaltung: 150 Leistung: 225	-	Erhaltung: 15.855 Leistung: 23.791
<b>Vitamin D</b>				
GfE 1994	5–10		6	2.500–5.000
NRC 2007				Erhaltung: 3.300 Leistung: 3.300
ZEYNER und HARRIS (2013)	-	Erhaltung: 30 Leistung: 30	-	Erhaltung: 3.171 Leistung: 3.171
	mg/kg KM	mg/kg KM <sup>0,75</sup>	mg/kg TS	mg pro Pferd mit 500 kg KM
<b>Vitamin E</b>				
GfE 1994	1–4	-	-	Erhaltung: 500–2000
NRC 2007	-	-	-	Erhaltung: 335 (500 IE) Leistung: 603 (900 IE)
ZEYNER und HARRIS (2013)	-	Erhaltung: 5 Leistung: 10	-	Erhaltung: 528,5 Leistung: 1057

## 2.11 Körpermasse bei Pferden

### 2.11.1 Gewogene Körpermasse

Die Körpermasse von Pferden schwankt rasseabhängig erheblich. Das durchschnittliche Körpergewicht unterliegt bei Ponys mit 100–450 kg einer breiten Spanne. Kaltblüter wiegen in der Regel zwischen 600 kg und 800 kg. Die durchschnittliche Körpermasse von deutschen Warmblutpferden liegt bei 550–650 kg (KAMPHUES et al. 2009, MEYER und COENEN 2002).

### 2.11.2 Formeln zur Schätzung der Körpermasse

Für die Berechnung der Körpermasse untersuchten CAROLL und HUNTINGTON (1988) die Korrelation von verschiedenen biometrischen Maßen bei 281 Pferden mit einer Körpermasse zwischen 160 kg und 680 kg. Für die Messung legten sie ein Maßband hinter dem Ellenbogen an und führten es um den Brustkorb herum. Ein weiteres Maß ergab die Körperlänge, welche vom Caput humeri bis zum Tuber ischiadicum gemessen wurde. Eine Regressionsgleichung, gebildet aus Körperlänge und Brustumfang, korrelierte nur geringfügig besser mit der Körpermasse ( $r^2 = 0,837$  mit der Standardabweichung 37,2) als eine Regressionsgleichung gebildet aus Widerrist und BCS ( $r^2 = 0,825$ , Standardabweichung 42,7).

CAROLL und HUNTINGTON (1988) bildeten daraus die folgende Gleichung:

$$KM \text{ (kg)} = BU^2 \times KL / 11877,4$$

Durch das Wiegen und Vermessen von 181 Pferden entwickelten KIENZLE und SCHRAMME (2004) eine Formel zur Abschätzung der Körpermasse. Die Überprüfung dieser Formel fand an 209 Pferden unterschiedlicher Rassen statt. Für die Gleichung wurde, aufgrund der besseren Korrelation mit der Körpermasse, das Bandmaß statt des Stockmaßes verwendet. Für die Bestimmung der Körpermasse wurde der Brustumfang (BU) gemessen. Hierfür wurde das Maßband analog wie bei CAROLL und HUNTINGTON (1988) angelegt. Die Messung des Körperumfanges erfolgte von der Pars cranialis des Tuberculum majus humeri der linken Seite über das linke sowie rechte Ende des Tuber ischiadicums. Von hier wurde bis zur Pars cranialis des Tuberculum majus humeri der rechten Seite und zurück zum Ausgangspunkt gemessen. Der Halsumfang (HU) wurde ca. eine Handbreit vor dem Widerrist gemessen. Der Röhrbeinumfang (RB) wurde an der schmalsten Stelle des Metacarpus, kurz oberhalb der Mitte, gemessen. Hierfür wurde der Umfang des

Os metacarpale, M. interosseus, der Strecksehne und der Beugesehnen erhoben. Aus diesen Messungen ergab sich die folgende Formel:

$$\text{Geschätzte KM (kg)} = -1160 + 2,594 \times \text{BM} + 1,336 \times \text{BU} + 1,538 \times \text{KU} + 6,226 \times \text{RB} + 1,487 \times \text{HU} + 13,63 \times \text{BCS}$$

Zwischen der geschätzten und tatsächlichen Körpermasse ergab sich ein Korrelationskoeffizient von  $r^2 = 0,94$  mit einem Standardfehler von 18,5 kg.

Bei Pferde mit einem Körperumfang von 311 cm bis 365 cm, eignet sich die Formel von KIENZLE und SCHRAMME (2004) nicht. Sie ist allerdings für Pferde ab einem Körperumfang von 366 cm anwendbar. Für die erstgenannten Pferde sollte die Gleichung von HOIS et al. (2005) verwendet werden:

$$\text{KM (kg)} = -328,7 + 1,665 \times \text{BU} + 0,809 \times \text{KU} + 2,364 \times \text{RB} + 0,5 \times \text{HU}$$

## **2.12 Beurteilung des Ernährungszustandes**

### **2.12.1 Body Condition Scores**

Der Body Condition Score ermöglicht eine Bewertung des Ernährungszustandes eines Tieres. Die Body Condition wird in ein Punktesystem (Score) eingeteilt und so beurteilt. Sie bemisst nach HENNEKE et al. (1983) das Körperfett eines Tieres. Body Condition Score kann nicht als Körperkondition übersetzt werden, da dieser Begriff auch den Trainingszustand beinhaltet.

### **2.12.2 Body Condition Scoring Systeme beim Pferd**

An 20 adulten Quarter Horse Stuten entwickelten HENNEKE et al. (1983) ein System zur Beurteilung des BCS. Den zu beurteilenden Tieren wurde nach Adspektion sowie Palpation der Fettpolster an den unterschiedlichen Körperregionen eine Punktzahl zwischen 1 bis 9 zugeteilt. 1 stand hierbei für extrem abgemagerte Pferde, 9 für extrem fette, adipöse Pferde. Ein System von 0 bis 5 arbeiteten CARROL und HUNTINGTON (1988) aus. In diesem 6-Punkte-System steht die 0 für kachektische Pferde, die 5 für adipöse Pferde. Bewertet wurden Hals, Widerrist und Schulter, Dornfortsätzen, Rippen und Hüfthöcker, Sitzbeinhöcker und Schweifansatz.



### 2.12.3 Body Condition Scoring nach KIENZLE und SCHRAMME (2004)

Auf Basis des Systems von HENNEKE et al. (1983) entwickelten KIENZLE und SCHRAMME (2004) anhand von 181 Pferden ein Body Condition Scoring System. Im Unterschied zu HENNEKE et al. (1983), die in ihrer Studie Quarter Horses bewerteten, untersuchten KIENZLE und SCHRAMME (2004) Warmblutpferde und schätzten u.a. den BCS neu ein. Bei einem BCS > 5 werden hier nur noch die äußerlich zugänglichen Fettpolster berücksichtigt, nicht aber die Muskulatur. Bei den Warmblutpferden wird hier zur Bewertung ein besonderes Augenmerk auf u.a. die herzförmige Kruppe sowie die Hüftknochen gelegt. Das System von KIENZLE und SCHRAMME (2004) wurde in die Scoring Punkte 1 bis 9 eingeteilt, wobei 1 kachektische und 9 adipöse Pferde beschrieb. Der Hals wurde dahingehend beurteilt ob die Seitenflächen sich konkav oder konvex zeigen, ein Axthieb vorhanden ist und die Halswirbel fühlbar- oder sichtbar waren. Das Vorhandensein von Kammfett wurde überprüft und gegebenenfalls mit Hilfe einer Schublehre vermessen. Im Schulterbereich wurde die Scapula auf die mögliche Bildung einer Hautfalte und die Ertastbarkeit der Knochenlinie überprüft. Der Rücken wurde auf Sicht- und Tastbarkeit der Rippenansätze und Dornfortsätze sowie auf die Kruppenform überprüft. Die Sicht- und Tastbarkeit der Rippen und die Verschieblichkeit der Haut wurden an der Brustwand überprüft. An der Hüfte waren die Beurteilung der Hüfthöcker, Sitzbeinhöcker und die Beurteilung des Kreuzbeins ausschlaggebend, hier wurde die Fettabdeckung überprüft. Am Schweifansatz wurde darauf geachtet ob einzelne Wirbel abgrenzbar waren und ob die Linie Sitzbeinhöcker-Schwanzwirbel konkav oder konvex ausgebildet waren.

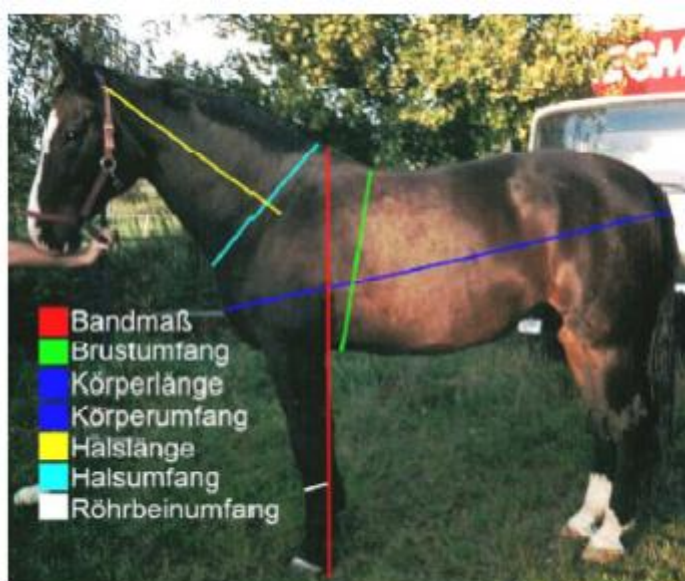


Abbildung 1: Angabe der Messpunkte (aus KIENZLE und SCHRAMME 2004)

## 2.13 Anforderungen an Hochleistungsspringpferde

Im Reitsport werden nach LPO (2008) die Prüfungsklassen in denen die Reiter und Pferde je nach Leistungsstand starten, in verschiedene Schwierigkeitsgrade unterteilt:

Klasse E	= Einsteiger
Klasse A	= Anfänger
Klasse L	= Leicht
Klasse M	= Mittel
Klasse S	= Schwer

Diese Unterteilung in die verschiedenen Leistungsklassen existieren für mehrere Sparten des Reitsports, im Folgenden wird allerdings nur auf den Springsport eingegangen. Hochleistungsspringpferde starten auf Turnieren vor allem in der Klasse S. In der nachfolgenden Tabelle sind die Anforderungen an die Mindestanzahl der Hindernisse, sowie die Abmessung der Hindernisse aufgezeigt, die an die Starter in den unterschiedlichen Klassen gestellt werden:

Tabelle 10: Anforderungen an Prüfungsklassen im Springsport

Klasse	E	A*	A**	L	M*	M**	S*	S**	S***	S****
Parcours in der Halle Mindestanzahl Hindernisse	6	6	6	7	8	9	9	9	10	10
Parcours im Freien Mindestanzahl Hindernisse	7	7	7	8	9	10	10	10	11	11
Abmessungen Höhe/Weite Sprung in m	0,85	0,95	1,05	1,15	1,25	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55
Kombinationen <sup>#</sup> Höchstzahl zweifache	1	2	2	2	frei	frei	frei	frei	frei	frei
Höchstzahl dreifache	-	-	1	1	frei	frei	frei	frei	frei	frei

\* = Beschreibung für Klasse; Ausgeschrieben z.B. Klasse A, ein Stern

<sup>#</sup> = Kombination von mehreren Sprüngen direkt hintereinander (mit bis zu drei Galoppsprüngen zwischen den einzelnen Hindernissen)

nach LPO (2008)

### **3. MATERIAL UND METHODEN**

#### **3.1 Versuchsziel**

Das Ziel der vorliegenden Arbeit bestand darin, die Aufnahme an Energie und Nährstoffen sowie an kaufähigem Raufutter bei Springpferden, die in der schweren Leistungsklasse starten, mit Empfehlungen zur Fütterung zu vergleichen.

#### **3.2 Datengewinnung**

##### **3.2.1 Betriebe**

Erfasst wurden Daten aus zwölf Ställen, die im Norden und Westen Deutschlands lagen. Es handelte sich um Betriebe, die von Berufsreitern geleitet wurden. Alle Betriebe verfügten über eine mindestens 20 x 40 m große Reithalle sowie Außenplätze und überwiegend auch über Führenanlagen.

Alle Ställe wurden mindestens einmal persönlich von der Autorin besucht, die Termine hierfür wurden nach Möglichkeit zeitlich so gelegt, dass ein Beobachten der Fütterung der Pferde möglich war.

##### **3.2.2 Anzahl und Art der Pferde**

Bei den in die Studie aufgenommenen Probanden handelte es sich nur um Pferde, die im Studienzeitraum in der Leistungsklasse S startberechtigt waren und deren Reiter und Besitzer bereit waren, detailliert Auskunft über Fütterung und Arbeit der Pferde zu geben. Aus jedem der Springställe, in welchen diese Pferde eingestellt waren, wurden mindestens zwei Pferde in die Studie aufgenommen. Insgesamt wurden 51 Pferde aus 12 Ställen in der Studie erfasst. Vier dieser Pferde wurden nicht in die Auswertung übernommen. Eines dieser Pferde war kürzlich zugekauft und erheblich übergewichtig (BCS 7) und wurde daher sehr restriktiv gefüttert. Der Grund für das Übergewicht konnte nicht geklärt werden. In einem Stall waren die Angaben zu Arbeit und Fütterung für die beiden Pferde dieses Stalles erheblich implausibel (Fütterung nach Erhaltungsbedarf, Bewegung entsprechend schwerer Arbeit). Auch auf gezielte Nachfragen ließ sich das zugrunde liegende Missverständnis nicht aus-

räumen. Das vierte Pferd befand sich in der Rekonvaleszenz nach einer Verletzung und wurde noch nicht wieder intensiv trainiert.

### **3.2.3 Fragebogen**

In einer Pilotstudie wurden Interviews mit Springreitern aus dem Bekanntenkreis der Autorin durchgeführt, es wurde ein standardisierter Fragebogen zu Fütterung und Arbeit/Bewegung erarbeitet, dieser befindet sich zur Ansicht im Anhang.

### **3.2.4 Datenerhebung im Stall**

Für jedes einzelne Pferd der ausgewählten Ställe wurde Daten erhoben. Hierfür wurde der Besitzer bzw. Reiter oder Pfleger mittels des oben beschriebenen Fragebogens zu jedem Pferd befragt. Allgemeine Fragen wie Angaben zu Pferd, Nutzungsrichtung, Haltung oder Weidegang wurden durch die Reiter, Besitzer oder Pfleger beantwortet, spezielle Fragen wie zum Training und zur Fütterung wurden durch die ausführenden Personen, also meist die Pfleger und Reiter beantwortet. Die Futtermengen wurden nachgewogen, indem die mit der Fütterung betraute Person die jeweilige Portion in vorbereitete vorgewogene Behältnisse abfüllte.

Heu, Heulage und Stroh wurden hierfür in dichte Tüten verpackt um ein Durchrieseln kleiner Teilchen zu verhindern. Diese wurden an einer Federwaage des Herstellers CMC mit einer Messgenauigkeit von 10 g gewogen. Das sonstige Futter wie die Kraftfutter und Zusatzfutter wurden mit einer digitalen Waage des Herstellers Soehnle (Karenz 5 g) gewogen.

Nach dem Abwiegen erfolgte eine Entnahme von Futterproben.

Heu, Heulage und Stroh wurden in saubere licht- und wasserundurchlässige Beutel verbracht, die einen verlustfreien Transport von auch kleineren Anteilen des Raufutters gewährleisten. Die Entnahmemenge lag jeweils bei circa 2 kg. Kraft- und Zusatzfutter wurde ebenfalls in kleinere licht- und wasserundurchlässige Beutel verbracht und in Portionen von circa 500 g bis 1 kg verpackt.

Von Futtermitteln in Form von Misch- oder Zusatzfutter wurde - soweit vorhanden - die Deklaration, die sich auf den Futtersäcken befand, entnommen. In den wenigen Fällen, in denen keine Deklaration mehr vorhanden war, wurden der Name von Hersteller und Futter-

mittel notiert und die fehlenden Angaben vom Hersteller erbeten bzw. aus den Internet-auftreten der Hersteller entnommen.

Nach der Beantwortung des Fragebogens und der Futterentnahme wurde auch das Gewicht der Pferde ermittelt. Gemessen wurden der Hals-, Brust-, Körper- und Röhrebeinumfang, sowie die Widerristhöhe mittels Bandmaß nach KIENZLE und SCHRAMME (2004). Für die Messungen wurde ein Kunststoffmaßband mit einer Länge von 2,32 m, Skalierung in cm-Schritten, der Marke Shires Equestrian Products, bzw. ein Rollmaßband verwendet.

Widerristhöhe (Bandmaß): Wie von SCHRAMME (2003) beschrieben, wurde die Widerristhöhe am stehenden Pferd gemessen. Das Pferd wurde auf einen planen Untergrund verbracht. Das Pferd stand geschlossen, das heißt Vorder- und Hinterbeine waren parallel zueinander. Alle vier Gliedmaßen wurden gleichmäßig belastet. Das Maßband wurde direkt hinter dem Vorderfuß mit dem Messpunkt „null“ auf den Boden angelegt, mit dem Fuß fixiert, unter Spannung an den höchsten Punkt des Widerristes angelegt und dort abgelesen.

Halsumfang: Das Maßband wurde bei gerader Halshaltung ca. eine halbe Handbreit vor dem Widerrist angelegt und ungefähr parallel zur Scapula um den Hals gelegt. Zum Ablesen wurde das Maßband soweit angespannt, dass es dem Hals anlag.

Brustumfang: Gemessen wurde am stehenden, geradegerichteten Pferd. Das Pferd stand geschlossen, die Vorder- und Hinterbeine bildeten eine Parallele. Das Maßband wurde ca. eine Handbreit hinter dem Widerrist angelegt und um das Pferd gelegt. Ventral lag das Maßband in der Gurtlage, ca. eine Handbreit hinter dem Ellenbogen. Das Maßband wurde unter so viel Spannung gebracht, dass es der Haut anlag, sich aber nicht eindrückte. Abgelesen wurde vor der Inspirationsphase, bei sensiblen Pferden oder solchen mit Gurtzwang wurde ein kurzer Moment gewartet, damit sich diese Pferde entspannten.

Körperumfang: Mit einem Maßband (Rollmaßband 5 Meter Länge) wurde der Körperumfang gemessen. Zur Bestimmung dieses Wertes stand das Pferd geradegerichtet und belastete alle vier Gliedmaßen gleichmäßig. Das Maßband wurde an die Pars cranialis des Tuberculum majus humeri angelegt und von einer Hilfsperson dort in Position gehalten. Von diesem Ausgangspunkt führte die Messung an der linken Bauchwand zum caudalen Ende des Tuber ischiadicum der linken Seite und über die Schweifrübe, das caudale Ende des Tuber ischiadicum der rechten Seite und die rechte Bauchwand zum Tuberculum majus humeri der rechten Seite und von dort aus zum Ausgangspunkt zurück. Dort wurde abgelesen.

Röhrbeinumfang: Die Messung wurde an der Vordergliedmaße am stehenden Pferd durchgeführt. Das Vorderbein war vollständig belastet. Gemessen wurde der Umfang der schmalsten Stelle des Röhrbeins. Das Maßband wurde ca. eine Handbreit unter dem Karpalgelenk angelegt, die Messung beinhaltete die Os metacarpei, den Musculus interosseus, sowie die Strecksehne und Beugesehnen.

Der Body Condition Score wurde mit Hilfe des Body Condition Scoring Systems für Warmblutpferde nach SCHRAMME (2003) beurteilt. Untersucht wurden der Hals, die Schulter, Rücken und Kruppe, die Brustwand sowie Hüfte und Schweifansatz. Mit Hilfe dieser Werte wurden die Pferde der vorgegebenen Tabelle von SCHRAMME (2003) in die Skala von 1 (sehr dünn) bis 9 (sehr fett) zugeteilt.

Das Körpergewicht wurde mit Hilfe der Formel nach SCHRAMME (2003) berechnet:

$$\text{Geschätztes Körpergewicht (in kg)} = -1160 + 2,594 \times \text{Bandmaß (Widerristhöhe (cm))} + 1,336 \times \text{Brustumfang (cm)} + 1,538 \times \text{Körperumfang (cm)} + 6,226 \times \text{Röhrbeinumfang (cm)} + 1,487 \times \text{Halsumfang (cm)} + 13,63 \times \text{BCS (Body Condition Score (Punkte))}$$

Für die Bestimmung des Körpergewichts stand in sechs Fällen eine Waage zur Verfügung. Hier wurden die Pferde, zusätzlich zur Ermittlung des Körpergewichts durch das Bandmaß, gewogen. In allen Fällen betrug die Abweichung des Wiegeergebnisses vom Messergebnis maximal 20 kg. Um eine Homogenität zu gewährleisten, wurden bei allen Pferden die gemessenen Körpergewichte verwendet.

### **3.3 Bewertung der Futtermittel**

#### **3.3.1 Heu**

Für die Abschätzung des Futterwertes der Heuproben wurde Tabellenwerte nach DLG (1998) für den Gehalt an DE, Rohprotein und Rohfaser herangezogen.

Die Mehrzahl der Heuproben entstammte offensichtlich dem späten ersten Schnitt, erkennbar an einer großen Zahl von Blütenständen und einem sperrigen Griff. Kräuter und Leguminosen waren kaum vorhanden. Daher wurde für solche Proben die Werte für grasreiches Wiesenheu, Ende der Blüte geschnitten aus den DLG-Tabellen (1973 und 1998) herangezogen. Die ME wurde nach KIENZLE und ZEYNER (2010) durch Abzug von 0,008 MJ/g Rohprotein und 0,002 MJ/g Rohfaser berechnet.

Die Werte für den Vitamin D-Gehalt im Heu und in der Heulage wurde aus MEYER und COENEN (2002) entnommen.

In einem Fall gab es einen Folgeschnitt, der blattreich und auffallend kurz war. Für dieses Heu wurden ebenfalls die Werte für grasreiches Heu verwendet, jedoch für Folgeschnitte < 4 Wochen. Es wurden dementsprechend 7,8 MJ DE und 6,5 MJ ME zugrunde gelegt.

Die in den DLG-Tabellen fehlenden Angaben zum Spurenelementgehalt (Fe, Cu, Zn) der Folgeschnitte wurden durch die Werte von MÖLLMANN (2007) ergänzt. Für Heulagen wurde analog vorgegangen. Selen und Vitamin E-Gehalte wurden nach JEROCH et al. (1993) angenommen. Alle Werte sind in den Tabellen 32 und 33 im Anhang aufgeführt.

### 3.3.2 Getreide und Stroh

Für **Getreide- und Strohproben** wurden Tabellenwerte nach DLG (1998) eingesetzt und analog wie beim Heu auf ME umgerechnet. Vitamin E wurde ebenfalls den Angaben von JEROCH et al. (1993) entsprechend eingesetzt.

### 3.3.3 Mischfutter

Für Mischfutter wurden die Nährstoffgehalte der Deklaration und ggf. auch zusätzliche Informationen des Herstellers z. B. aus dem Internet, verwendet.

Die ME wurde nach KIENZLE und ZEYNER (2010) wie folgt geschätzt:

$$\text{ME MJ/kg uS} = \text{DE} - 0,008 \text{ MJ/g} \times \text{Rp} - 0,002 \text{ MJ/g} \times \text{Rfa}$$

In drei Fällen, war auch die DE auf der Deklaration angegeben. In diesen Fällen wurde wie bei den anderen Futtermitteln aus der DE die ME berechnet.

Es handelte sich in diesen Fällen um ein Mash, hier war in der Deklaration eine DE von 12,6 MJ/kg uS angegeben, ein Luzernemix mit einer DE von 7,8 MJ/kg uS und ein Zusatzfuttermittel zur Unterstützung der Gelenke mit 9,9 MJ/kg DE uS.

### 3.3.4 Gras

Der **Weidegang** wurde nicht einberechnet, da die Weiden wenig Aufwuchs aufwiesen, und die Pferde relativ kurz ausgetrieben wurden. Hinzu kam, dass der Weidegang häufig nicht täglich, sondern eher unregelmäßig gewährt wurde und unregelmäßiger Weidegang bei Aufnahme höherer Grasmengen ein erhebliches Kolikrisiko darstellen kann. Somit ist in den vorliegenden Untersuchungen davon auszugehen, dass nur geringe Grasmengen aufgenommen wurden.

### 3.3.5 Hygienestatus der Futtermittel

Das bei der Fütterung eingesetzte Heu, Stroh, die Heulage und das Getreide wurden nach dem Schlüssel nach KAMPHUES et al. (2004) bewertet. Die Beurteilung der Hygiene der Futtermittel wurde in den meisten Fällen direkt in den Ställen durchgeführt. War dies nicht möglich, wurden die Proben verpackt, im Falle der Heulage luftdicht und zu einem späteren Zeitpunkt untersucht. Die Mischfutter wurden genau wie die anderen Futtermittel adspektorisch und palpatorisch begutachtet. Der Schlüssel zur Begutachtung findet sich in den folgenden Tabellen.

Tabelle 11: Sensorische Prüfung von Heu nach KAMPHUES et al. (2009)

Parameter	Hygienestatus
Griff	trocken
	leicht klamm
	klamm-feucht
Geruch	ohne Fremdgeruch
	dumpf-muffige Nuancen
	schimmelig faulig
Farbe	schmutzig grau
	nesterweise grau-weiß
	diffus verfärbt
Verunreinigungen	Besatz mit Schimmel, Milben, Käfern, etc.
	Besatz mit Giftpflanzen

Das Heu wurde je nach Zustand in die Kategorien „einwandfrei“, „leichte Mängel“, „deutliche Mängel“ und „massive Mängel“ eingeteilt.



Tabelle 12: Beurteilung von Stroh nach KAMPHUES et al. (2009)

Parameter	Hygienestatus
Griff	trocken- spröde
	leicht klamm (nesterweise)
	klamm-feucht, elastisch
Geruch	ohne Fremdgeruch
	leicht dumpf-muffige Nuancen
	schimmelig modrig
Farbe	leicht gedunkelt
	schmutzig grau-braun-schwärzlich
	nesterweise grau weiße/schwarz rote Verfärbungen
Verunreinigungen	Besatz mit Schimmel, Milben, Käfern, etc.

Beim Stroh wurde wie beim Heu vorgegangen. Auch hier wurde je nach Zustand in die Kategorien „einwandfrei“, „leichte Mängel“, „deutliche Mängel“ und „massive Mängel“ eingeteilt.

Tabelle 13: Beurteilung von Getreide nach KAMPHUES (2009)

Parameter	Hygienestatus
Griff	trocken - klamm - feucht – erwärmt (Temperatur), Verbackungen
Geruch	dumpf-muffig, schimmelig, faulig, süßlich, hefig, alkoholisch, Röstgeruch, Stall-, Chemikalgeruch, fischig
Geschmack	unangenehm bitter – evtl. Unreife bzw. Pilzbesatz
Aussehen	
1) makroskopisch	
- Schmutzanteil	sandig- erdige Verunreinigungen, Keimlinge, Beimengungen, Vorratsschädlinge
- botan. Reinheit	Mutterkorn, Brandbutten, Art & Anteil Unkraut-samen

- Farbe	klare korntypische Farbe, schmutzig-vergraut, schwarz-bräunlich, rot-violett (gebeizt), grün (unreif), rötlich (Fusarienbesatz)
- Größe & Form	geschrumpft, Einziehungen der Oberfläche, raue Konturen
- Integrität	Bruchkorn, Oberflächerrisse, Schädlingsfraß, Auswuchs, Keimanlage nicht mehr abgedeckt
- Querschnitt	gelblich graues Endosperm – bräunlich grauer schwarzer Mehlkörper (durch z. B. Selbsterhitzung/Trocknungsschäden)

Tabelle 14: Beurteilung von Mischfutter nach KAMPHUES (2009)

Parameter	Hygienestatus
Griff	trocken - klamm - feucht – erwärmt (Temperatur), Verbackungen, Gespinste, Beimengungen von Fremdbestandteilen
Geruch	dumpf-stockig, schimmelig, hefig, süßlich, ranzig, kadaverös
Geschmack	kratzig-brenzlich – evtl. Futterverderb
Aussehen	
1) makroskopisch	
- Struktur & Form	Bombage des Probenbehältnisses, Verbackungen, Strukturverlust, Risse
- Farbe	verwaschen – grau - schmutzig, weiß, Pelletoberfläche: diffus vergraut, dunkle Veränderungen auf hellem Grund
- Verunreinigungen	Insekten, Nagerkot, sonstige Verunreinigungen wie Glassplitter, unterschiedliche Pelletarten

### 3.4 Training

Die Reiter gaben an, wie die Pferde täglich trainiert wurden. Abgefragt wurden die Zeiten, in denen die Pferde in den jeweiligen Gangarten bewegt wurden. Unterschieden wurde hier die Longierarbeit, das Training unter dem Reiter und die Bewegung in der Führmaschine. Das Springtraining wurde separat angegeben. Aus den Angaben, welche die Reiter zu der jeweiligen Trainingsphase machten, konnte die Bewegungszeit für die jeweilige Gangart Schritt, Trab und Galopp in Minuten pro Tag berechnet werden.

### 3.5 Erhaltungs- und Leistungsbedarf

Als Energieerhaltungsbedarf wurden  $0,52 \text{ MJ/kg KM}^{0,75}$  angenommen (KIENZLE et al. 2010). Der Energiebedarf für die Arbeitsleistung wurde nach Tabelle 17 berechnet.

Tabelle 15: Unterstellter Energieverbrauch für Arbeit nach SCHÜLER (2009), modifiziert nach GfE (2014), Gewicht von Reiter und Ausrüstung mit 15 % veranschlagt.

	kJ/kg KM/min		
	Schritt	Trab	Galopp
ohne Reiter	0,17	0,42	1,80
mit Reiter	0,19	0,48	1,92

Für Rohprotein wurde der Bedarf nach NRC (2007) gewählt, da es hierfür keine anderen Vorgaben gibt. Während das verdauliche Rohprotein nicht mehr verwendet wird, liegen für das praecaecal verdauliche Rohprotein und die Aminosäuren aber noch keine ausreichenden Daten in Futterwerttabellen vor. Für Pferde zwischen 500 und 600 kg KM und mittlere Arbeit<sup>2</sup> errechnet sich ein Bedarf von 845 g Rohprotein (NRC 2007). Für die Mengenelemente Calcium, Magnesium und Phosphor wurde der Erhaltungsbedarf auch für arbeitende Pferde unterstellt, da Verluste über den Schweiß bei arbeitenden Pferden nur

---

<sup>2</sup> Die Arbeitsleistung der Springpferde lag nach den obigen Berechnung im Bereich mittlerer Arbeit (s. Diskussion)

gering sind (MEYER et al. 1990, McCUTCHEON und GEOR 1998). Der Erhaltungsbedarf an diesen Elementen wurde nach KIENZLE und BURGER (2011) pro kg metabolischer KM mit 160 mg Ca, 110 mg P, 50 mg Mg als Bedarf angenommen.

Für den Bedarf an Elektrolyten ist die tatsächliche Schweißbildung wesentlich (KIENZLE und ZEYNER 2013). Um den Bedarf zu bestimmen, konnte dieser über den Schweißscore abgeschätzt werden (ZEYNER et al. 2013). Zum Zeitpunkt der Datenerhebung in der vorliegenden Studie gab es das Hilfsmittel des Schweißscores allerdings noch nicht. Es war daher nicht möglich für das individuelle Pferd einen Schweißscore zu erstellen. Im Nachhinein war es nur möglich, typische Schweißbilder für das Training von Springpferden und allgemein für alle Pferde im mittleren Temperaturbereich zu unterstellen. Bei üblichen Trainingseinheiten sind nach eigenen Erfahrungen nicht mehr als 4 l Schweiß zu erwarten, d.h. die Pferde sind unter der Sattellage teilweise nass, es gibt leicht feuchte Areale an Hals und Flanken. Dies entspricht dem Score eins nach ZEYNER et al. (2013). Beim Score 2 (> 4–7 l Schweiß) gibt es bereits eine Schaumbildung, z.B. im Bereich der Schabrackenränder. Dies ist im Training in aller Regel nur gelegentlich der Fall, u.a. bei sehr heißem Wetter oder im Zusammenhang mit Aufregung.

Der tägliche Schweißverlust wurde mit 4 l angenommen. Für den Na-Gehalt im Schweiß wurden 2,5 g/l unterstellt (McCUTCHEON und GEOR 1998), für die Verwertung des Natriums zur Schweißbildung 70 %. Daraus ergibt sich ein Na-Bedarf für Arbeit von 14 g. Hinzu kommt der Erhaltungsbedarf von 27 mg/kg  $KM^{0,75}$  (2,9 g bei einem 500 kg schweren Pferd) (KIENZLE und BURGER 2011). Beim Kalium und beim Chlorid wurde der Erhaltungsbedarf denselben Quellen entnommen und wurde mit 139 mg/kg  $KM^{0,75}$  für Kalium bzw. 15 mg/kg  $KM^{0,75}$  für Chlorid veranschlagt. Der K-Gehalt im Schweiß wurde mit 1,4 g/l angenommen, die Verwertung zur Schweißbildung mit 85 %. Für Chlorid erfolgte die Berechnung mit einem Gehalt von 4,5 g/l Schweiß und einer Verwertung zur Schweißbildung von 95 %. Es ergibt sich ein Leistungsbedarf von 6,6 g Kalium und 19 g Chlorid. Die Bedarfswerte wurden zugrunde gelegt und für die jeweilige Körpermasse der sich in der Studie befindlichen Pferde berechnet. Anschließend wurden die Werte gemittelt.

Bei den Spurenelementen wurde der Bedarf von MEYER und COENEN et al. (2014) herangezogen. Pro kg  $KM^{0,75}$  betrug hiernach der Bedarf arbeitender Pferde 4 mg Eisen, 1 mg Kupfer, 5 mg Zink, 4,5 mg Mangan, 0,01 mg Selen und 0,02 mg Jod. Auch hier wurde der jeweilige Bedarf zugrunde gelegt und für die jeweilige Körpermasse der in die Studie aufgenommenen Pferde berechnet und gemittelt.

Der Vitaminbedarf wurde nach ZEYNER und HARRIS (2013) berechnet mit dem individuellen Gewicht der sich in der Studie befindlichen Pferde berechnet. Pro kg  $KM^{0,75}$  wurden jeweils 150 IE Vitamin A, 30 IE Vitamin D und 5 mg Vitamin E als Bedarf unterstellt.

### **3.6 Statistische Datenauswertungen**

Die gewonnenen Daten wurden mit Hilfe von Microsoft Excel® Version 12.0.6683.5002 2007 ausgewertet. Dargestellt sind jeweils Mittel-, Minimal- und Maximalwert, sowie die Standardabweichung.

## 4. ERGEBNISSE

### 4.1 Energie

#### 4.1.1 Energieaufnahme

Die Energieaufnahme betrug im Mittel  $91 \pm 20$  MJ ME. Minimal nahmen die Pferde 65 MJ ME/Tag auf, der Maximalwert betrug 144 MJ ME. Die im Mittel aufgenommenen 91 MJ ME wurden hier im Schnitt zu 38 MJ ME aus der Heurration und zu 45 MJ ME aus der Kraftfutterration bezogen. Die übrigen 8 MJ ME wurden aus sonstigen Futtermitteln, wie z.B. aus Zusatzfuttermitteln aufgenommen.

Tabelle 16: Aufnahme an ME pro Tag in MJ

	Mittelwert $\pm$ SD	Min	Max
ME gesamt (MJ)	$91 \pm 20$	65	144
ME aufgenommen aus Heu (MJ)	$38 \pm 16$	15	75
ME aufgenommen aus Kraftfutter (MJ)	$45 \pm 17$	0	77
ME aufgenommen aus sonstigen FM (MJ)	$8 \pm 5$	1	18

#### 4.1.2 Energiebedarf

Der Energiebedarf der Pferde lag im Mittel bei 93 MJ ME. Damit sind der Erhaltungsbedarf sowie der individuelle Energiebedarf für die jeweilige Leistung abgedeckt. Der maximale Bedarf lag mit 128 MJ ME vor, der geringste mit 68 MJ ME.

Tabelle 17: Geschätzter Energiebedarf und geschätzte Energieaufnahme vergleichend

	Mittelwert $\pm$ SD	Min	Max
Energiebedarf	$93,3 \pm 13,3$	68,9	128,9
Energieaufnahme	$91,3 \pm 20,4$	65,0	144,0

### 4.2 Fütterung

#### 4.2.1 Verwendete Futtermittel

Als wesentliches Grundfutter wurde **Heu** verfüttert. Nur in einem Betrieb wurden alle dort aufgestellten Pferde mit **Heulage** gefüttert, in einem weiteren Betrieb wurde einem Pferd aus dem Stall Heulage angeboten.

**Getreide** und Einzelfuttermittel als Krippenfutter wurden wie folgt angeboten (Tabelle 18): In sechs Ställen wurde Hafer verfüttert. In einem Stall handelte es sich hierbei um Reformhafer, der allen Pferden angeboten wurde. In zwei Betrieben wurde der Hafer nur an einen Teil der Pferde verfüttert.

Gerste wurde als Hafer-Gerste-Gemisch in zwei Ställen, in einem davon allen Pferden, angeboten. In einem Stall wurden Trockenschnitzel, in einem anderen Grascobs eingesetzt.

Alle Ställe verfüttern mindestens ein **Mischfutter** in Form von Müsli, Mash oder Pellets. Hierbei handelt es sich größtenteils um mineralisierte Mischfutter.

In nur einem Stall wurde ein „klassisches“ **Mineralfutter** verfüttert, und zwar zusätzlich zum mineralisierten Mischfutter.

**Salzlecksteine** wurden nicht regelmäßig und insbesondere nicht konsequent für alle Pferde der Ställe angeboten. Dies wurde vor allem damit begründet, dass diese von den Pferden wenig genutzt würden und deshalb nach Verbrauch eher unregelmäßig erneuert wurden.

**Sonstige Supplemente:** In fünf Ställen wurden sonstige Supplemente gefüttert. Hierbei handelte es sich um Chondroprotektiva, Vitamine, Öle und Biotin, Fermentgetreide und pflanzliche Produkte zur „Nervenberuhigung“. In drei Ställen wurden diese an alle Pferde verfüttert, in zwei Ställen nur an einen Teil der in der Studie teilnehmenden Pferde.

# ERGEBNISSE

Tabelle 18: Verwendete Futtermittel pro Stall

Stall	Grundfutter -Heu -Heulage -Futterstroh	Getreide - Hafer - Reformhafer - Gerste - Trockenschnitzel - Grascobs	Misch- futter	Mineral- futter	Sonstige Supple- mente -Öl -Chondroprotektiva -Vitaminpräparate -Fermentgetreide -Beruhigende Prä- parate	Karotten, Äpfel
1	Heu	Hafer	x			Karotten
2	Heu		x		Chondroprotektiva, Fermentgetreide, Vitamine <sup>1), 2)</sup>	
3	Heu, Stroh	Reformhafer	x		Öl <sup>1)</sup> , Beruhigende Präparate <sup>1)</sup> , Vitamine <sup>1)</sup>	
4	Heu, Stroh	Hafer <sup>1)</sup> , Trocken- schnitzel	x		Öl <sup>1)</sup> , Vitamine <sup>1)</sup>	
5	Heulage	Hafer, Grascobs, Gerste	x		Öl	
6*	Heu		x			
8	Heu		x		Öl, Vitamine, Chondroprotektiva <sup>1)</sup> , Beruhigende Präparate <sup>1)</sup>	
9	Heu, Heulage, Stroh	Hafer, Gerste <sup>1)</sup>	x		Öl, Biotin, Elektrolyte	Karotten, Äpfel
10	Heu, Stroh	Hafer <sup>1)</sup>	x	x	Chondroprotektiva, Elektrolyte	
11	Heu	Hafer	x			Karotten
12	Heu		x			Karotten

<sup>1)</sup> nicht für alle Pferde

<sup>2)</sup> Vitaminprodukt: hier keine Deklaration vor Ort auf Produkt, im Internet nicht angegeben

\* Stall 7 wurde aus der Studie genommen, s. Material und Methoden



#### 4.2.2 Hygienestatus der Futtermittel

Von den in den 11 Ställen genommenen Heuproben wiesen acht keine und drei leichte Hygienemängel auf. Beim Stroh gab es nur eine Probe mit leichten Mängeln. Bei der verwendeten Heulage wies eine Probe leichte Hygienemängel auf. Dabei handelte es sich sowohl beim Stroh als auch beim Heu im Wesentlichen um leicht klamme Stellen, die mitunter auch leicht muffig rochen. Letzteres war auch bei einer der Heulagen der Fall. Getreide und Mischfutter waren in ihrer hygienischen Qualität ebenfalls unauffällig. Die Stallbetreiber und Reiter waren hinsichtlich der hygienischen Beschaffenheit der Futtermittel sensibilisiert und wiesen von sich aus auf Abweichungen hin.

Tabelle 19: Hygienische Qualität der Heu-, und Heulageproben in den 11 Ställen

Heuproben	in verwendeten Ställen gesamt n = 11			
Hygiene	Einwand-frei	leichte Mängel	deutliche Mängel	massive Mängel
Anzahl der Ställe	8	3	0	0

Heulageproben	in verwendeten Ställen gesamt n = 2			
Hygiene	Einwand-frei	leichte Mängel	deutliche Mängel	massive Mängel
Anzahl der Ställe	0	2	0	0

#### 4.2.3 Raufutter

In neun Ställen wurde zweimal pro Tag Raufutter gefüttert. In zwei Ställen wurde zusätzlich jeweils ein drittes Mal Raufutter vorgelegt, in einem Stall war dies mittags und in dem anderen Stall am späten Abend, auf der letzten Kontrollrunde der Fall.

Zeitlich lagen die Fütterungen über Tag mindestens 6 Stunden und maximal 11 Stunden auseinander, die Zeit zwischen der letzten Fütterung am Abend und der ersten Fütterung morgens betrug mindestens 9 Stunden und maximal 16 Stunden. Im Anhang findet sich hierzu Tabelle 36.

### 4.2.4 Kraftfutter

Alle Pferde wurden dreimal täglich mit Kraftfutter gefüttert. Die Pferde bekamen ein Minimum von 0,9 kg Kraftfutter pro Mahlzeit. Die höchste Kraftfuttermenge welche pro Mahlzeit gefüttert wurde, betrug 2,8 kg, entsprechend etwa 0,5 kg/100 kg KM. Die Kraftfuttermengen pro Tag variierten zwischen 2,6 kg und 7,7 kg. Dies ergibt, bezogen auf ein durchschnittliches Gewicht der sich in der Studie befindlichen Pferde von 586 kg, eine Kraftfuttermenge von 0,44 kg/100 kg KM - 1,31 kg/100kg KM.

### 4.2.5 Geschätzte Verzehrszeiten und geschätzte Zahl der Kauschläge

Die Verzehrszeiten der gesamten Futterration betrugen geschätzt im Mittel 391 Minuten pro Tag. Dies entspricht einer Futteraufnahmezeit von 6,5 Stunden/Tag. Minimal waren die Pferde geschätzt 245 Minuten, also 4,1 Stunden pro Tag mit dem Verzehr der Futtermittel beschäftigt. Hier kam es zu 19348 Kauschlägen. Die längste Verzehrszeit betrug geschätzt 11,4 Stunden/Tag (683 Minuten), das entspricht einer Kauleistung von 51979 Schlägen. Diese Zahl kommt unter anderem durch eine hohe Heulagefütterung von über 9 kg/Tag zustande.

### 4.2.6 Fütterungsmanagement

In allen Ställen fütterten entweder die Stall-/bzw. Futtermeister oder der Pfleger die Pferde. In 64% wurden die Pfleger eingesetzt, in 36% übernahmen dies die Stall-/bzw. Futtermeister. Da in einigen der Ställe mehrere Pfleger für die Turnierpferde zuständig waren, übernahmen hier auch oft mehrere Personen die Aufgabe der Fütterung.

### 4.2.7 Fütterungszeiten

Die morgendliche Fütterung fand in allen Ställen zwischen 5 h und 7 h statt. Mittags fütterten alle Ställe zwischen 12 h und 13 h, abends zwischen 16.30 h und 18 h. Ein Stall legte abends um 21.30 h das letzte Mal Futter vor.

### 4.3 Tränketchnik

Die Boxen aller Pferde verfügten über Selbsttränken.

### 4.4 Weidegang

Recherchen über den Weidegang ergaben, dass 28 der 47 Pferde regelmäßigen Weidegang erhielten, wobei 15 dieser Pferde nur im Sommer auf die Weide gelassen wurden.

Eins der 19 Pferde, das keinen Weidegang hatte, wurde täglich an der Hand grasen geführt. Bei einigen Pferden war der Weidegang eingeschränkt, da sie bei Regen im Stall blieben. 75% der Pferde gingen, mit Ausnahme der Turniertage, täglich auf die Weide, 25% der Pferde 2–3x pro Woche. Alle der 11 Ställe schickten mindestens ein Pferd auf die Weide, kein Stall stellte gar kein Pferd auf die Weide, hier wurde individuell vorgegangen.

Da die Pferde bis auf eine Ausnahme auf kurzem Gras standen und die Aufnahme durch das individuelle Grasungs- und Bewegungsverhalten der Tiere nicht zu berechnen war, wurde die Berechnung der Grasaufnahme vernachlässigt.

### 4.5 Tägliche Aufnahmen und Gehalte

#### 4.5.1 Aufnahme an Trockensubstanz

Die Mindestaufnahme an TS betrug 7,0 kg. Im Mittel wurden 9,9 kg TS aufgenommen, der Maximalwert lag bei 16,3 kg TS (Tabelle 20). Hierbei handelte es sich um ein Pferd, das in einem überdurchschnittlich erfolgreichen Turnierstall stand und mit einer großen Menge Heu gefüttert wurde. Allein die TS des gefütterten Heus betrug 10,5 kg.

Im Mittel erhielten die Pferde 6,9 kg kaufähiges Material, u.a. aus Heu, Heulage und Stroh (Tabelle 21). Der Minimalwert betrug 3,9 kg und fand sich in einem Stall mit Heulagefütterung, der hinsichtlich Management und Turniererfolg nicht zur Spitzengruppe der untersuchten Betriebe zu rechnen war. Der Maximalwert von 12,3 kg wurde dagegen in einem sportlich erfolgreichen Betrieb beobachtet.

Tabelle 20: Aufnahme an TS insgesamt und Aufnahme an kaufähiger TS in kg

	Mittelwert $\pm$ SD	Min	Max
TS gesamt (kg)	9,9 $\pm$ 2,0	7,0	16,3
kaufähige TS (kg)	6,9 $\pm$ 2,4	3,9	12,3

#### 4.5.2 Gehalt und Aufnahme an Rohprotein

Ein Mittelwert von 1109 g ergab sich bei der Rp-Aufnahme. Es wurden mindestens 695 g und maximal 1673 g Rohprotein aufgenommen. Der Maximalwert wurde in einem Stall festgestellt, in dem eine relativ große Menge an Heu gefüttert wurde. Der Proteingehalt in der TS bewegte sich zwischen 8,2 g/kg und 14,7 g/kg. Im Mittel lag der Wert bei 11,2 g.

#### 4.5.3 Gehalt und Aufnahme an Rohfett

Die Rfe-Aufnahme betrug zwischen 213 g und 618 g (Tabelle 21). Das Pferd mit der höchsten Fettaufnahme erhielt ein relativ fettreiches Mischfutter und zusätzlich eine geringe Menge Pflanzenöl. Der Rfe-Gehalt betrug zwischen 2,8 % und 5,3 % in der TS. Dieser Maximalwert wurde beim selben Pferd festgestellt.

#### 4.5.4 Gehalt und Aufnahme an Rohfaser

Der Rohfasergehalt in der TS betrug im Mittel 23 % (Tabelle 22) mit Minimal- und Maximalwerten von 16 % bzw. 31 % Rohfaser in TS. Der höchste Rohfasergehalt mit 4,2 kg wurde in einer Ration mit 7,2 kg Heu vom ersten Schnitt, 2 kg Stroh und 2,5 kg Heulage mit nur 1,8 kg Krafftutter beobachtet. Der geringste Rfa-Gehalt errechnete sich in einer Ration mit hohen Krafftuttermengen (4–5 kg) und einer geringen Heulagegabe von 3,6 kg und einer zusätzlichen Gabe von 0,3 kg Stroh.

Tabelle 21: Aufnahme an Rohnährstoffen in g pro Pferd/Tag

	Mittelwert $\pm$ SD	Min	Max
Rp-Aufnahme (g)	1109 $\pm$ 247	695	1673
Rfe-Aufnahme (g)	395 $\pm$ 95	213	618
Rfa-Aufnahme (g)	2315 $\pm$ 663	1213	4194

Tabelle 22: Rohnährstoffgehalt (% TS) in den Rationen der Springpferde

	Mittelwert $\pm$ SD	Min	Max
Rohprotein	11,2 $\pm$ 1,7	8,2	14,7
Rohfett	3,9 $\pm$ 0,7	2,8	5,3
Rohfaser	23,0 $\pm$ 3,6	16,2	31,3

#### 4.5.5 Geschätzte Mengenelementaufnahme und geschätzter –bedarf

##### Aufnahme an Calcium

Im Mittel wurden täglich 64 g Calcium aufgenommen. Der Minimalwert betrug 25 g, der Maximalwert 100 g (Tabelle 24). Bezogen auf die Trockenmasse schwankte der Ca-Gehalt zwischen 3 und 11 g/kg.

##### Aufnahme an Phosphor

Der Mittelwert der P-Aufnahme lag bei 35 g/Tag. Der Minimalwert betrug 15 g, es konnte ein Maximalwert von 56 g ermittelt werden. Dieser fand sich in der Ration eines Pferdes, das mit einer großen Menge Heu gefüttert wurde. Dies und die zusätzliche Fütterung von Hafer und einem Mischfutter ergaben den Wert.

##### Ca/P- Verhältnis

Das Ca/P-Verhältnis betrug im Mittel 1,8. Ein Minimalwert von 1,1 wurde bei einem Pferd ermittelt, das mit einer insgesamt höheren Kraftfutter- (4,7 kg) als Heumenge (3,6 kg) gefüttert wurde. Das Mischfutter war zum Teil mineralisiert. Der Maximalwert betrug 2,8. Hier wurde das Pferd mit einem stärker mineralisierten Mischfutter gefüttert.

## Aufnahme an Natrium

Im Mittel nahmen die Pferde täglich (ohne Aufnahme aus dem Leckstein) 19 g Natrium zu sich. Der Minimalwert betrug 6 g, der Maximalwert von 50 g ergab sich aus der Fütterung eines natriumreichen Müslis.

## Aufnahme an Chlorid

Die Cl-Aufnahme lag im Mittel bei 48 g. Durch die Fütterung mit einer großen Heuration kam ein Maximalwert von 85 g zustande. Der Minimalwert betrug 24 g/Ration.

## Aufnahme an Magnesium

Der Mittelwert der Mg- Aufnahme betrug 21 g, der Minimalwert lag bei 5 g. Mit 70 g ergab sich der Maximalwert. Zu erklären ist dieser durch die Fütterung eines Mg-reichen Müslis und Mashs.

## Aufnahme an Kalium

Eine maximale Aufnahme von 228 g Kalium war in einem Stall zu beobachten in dem eine hohe Menge an Heu von 12 kg verfüttert wurde. Der Minimalwert betrug 71 g, dieses Pferd erhielt nur rund 2,5 kg Heu pro Tag. Im Durchschnitt wurden 124 g aufgenommen.

Tabelle 23: Aufnahme an Mengenelementen in g pro Pferd/Tag

	Mittelwert $\pm$ SD	Min	Max
Calcium (g)	64 $\pm$ 19	25	100
Phosphor (g)	35 $\pm$ 9	15	56
Calcium- Phosphor-Verhältnis*	1,8 $\pm$ 0,4	1,1	2,8
Natrium (g)	19 $\pm$ 11	6	50
Magnesium (g)	21 $\pm$ 18	5	70
Kalium (g)	124 $\pm$ 46	71	228
Chlorid (g)	48 $\pm$ 15	24	85

\* aufgrund der geringen Werte mit einer Nachkommastelle dargestellt.

## ERGEBNISSE

Tabelle 24: Mengenelemente in g/kg TS

	Mittelwert $\pm$ SD	Min	Max
Calcium (g/kg TS)	7 $\pm$ 2	3	11
Phosphor (g/kg TS)*	5 $\pm$ 1,5	1,5	5
Natrium (g/kg TS)	1,9 $\pm$ 0,9	0,7	4
Magnesium (g/kg TS)	2 $\pm$ 1,4	0,7	6
Kalium (g/kg TS)	12 $\pm$ 3	7	16
Chlorid (g/kg TS)	5 $\pm$ 1	3	9

\* aufgrund der geringen Werte mit einer Nachkommastelle dargestellt.

### Mengenelementbedarf

Der Bedarf der Mengenelemente wird in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. Für Natrium, Kalium und Chlorid sind sowohl der Erhaltungsbedarf als auch der Leistungsbedarf angegeben, welche sich zu dem angegebenen Gesamtbedarf zusammensetzt. Der Leistungsbedarf wurde nach ZEYNER et al. (2013) ermittelt.

Tabelle 25: Mengenelementbedarf in g/Tier/Tag

*	Mittelwert $\pm$ SD	Min	Max
Calcium (g)	19 $\pm$ 1,2	16	22
Phosphor (g)	13 $\pm$ 0,8	11	15
Natrium gesamt (g)	17 $\pm$ 0,2	17	18
- Natrium Erhaltung (g)	3 $\pm$ 0,2	2,6	3,5
- Natrium: Leistung (g)	14	-	-
Magnesium (g)	6 $\pm$ 0,4	5	7
Kalium (g)	23 $\pm$ 1	21	25
- Kalium: Erhaltung (g)	17 $\pm$ 1,0	14	19
- Kalium: Leistung (g)	6,6	-	-
Chlorid (g)	20 $\pm$ 0,1	20	21
- Chlorid: Erhaltung (g)	1,7 $\pm$ 0,1	1,4	1,8
- Chlorid: Leistung (g)	19	-	-

\* aufgrund der geringen Werte wurden einige Zahlen mit einer Nachkommastelle dargestellt.

### **4.5.6 Geschätzte Spurenelementaufnahme und geschätzter –bedarf**

#### **Aufnahme an Selen**

Die mittlere Se-Aufnahme betrug 1,8 mg/Tier/Tag. (Tabelle 26). Der Minimalwert betrug 0,3 mg, der Maximalwert von 5,2 mg. ergab sich durch die Fütterung eines selenreichen Müslis.

#### **Aufnahme an Eisen**

Im Mittel wurden 1573 mg Eisen aufgenommen. Der Minimalwert betrug 606 mg. (Tabelle 26) Maximal wurden 4335 mg Eisen aufgenommen. In diesem Fall handelte es sich um ein Pferd, das täglich eine größere Heumenge aufnahm.

#### **Aufnahme an Mangan**

Der Mn- Mittelwert lag bei einer Aufnahme von 811 mg. (Tabelle 26) Der Minimalwert betrug 43 mg.

Der Maximalwert lag bei 1741 mg und wurde für eine Ration abgeschätzt, die eine große Menge Heu enthielt.

#### **Aufnahme an Zink**

Im Mittel wurden geschätzt 611 mg Zink aufgenommen (Tabelle 26). Durch die Aufnahme eines zinkreichen Müslis wurde bei einem Pferd eine Maximalaufnahme von 1536 mg festgestellt. Der Minimalwert betrug 177 mg.

#### **Aufnahme an Kupfer**

Die Cu-Aufnahme, wurde auf 145 mg geschätzt. Der Minimalwert betrug 46 mg. (Tabelle 26) Der Maximalwert betrug 474 mg und wurde durch die Fütterung eines Cu-reichen Zusatzfuttermittels erzielt.



## ERGEBNISSE

Tabelle 26: Geschätzte Aufnahme an Spurenelementen in mg pro Pferd/Tag

*	Mittelwert $\pm$ SD	Min	Max
Selen (mg)	1,8 $\pm$ 1,1	0,3	5,2
Eisen (mg)	1573 $\pm$ 843	606	4335
Mangan (mg)	811 $\pm$ 424	43	1741
Zink (mg)	611 $\pm$ 229	177	1536
Kupfer (mg)	145 $\pm$ 97	46	474
Jod (mg)	13 $\pm$ 22	0,6	140

\* aufgrund der geringen Aufnahme mit einer Nachkommastelle dargestellt.

Der Spurenelementgehalt pro kg Trockensubstanz sind in Tabelle 27 dargestellt. Der Se-Gehalt in der TS betrug im Mittel 0,18 mg/kg, der Maximalwert lag bei 0,47 mg/kg und fand sich in der Ration eines Pferdes, das unter anderem mit einem Müsli gefüttert wird, das einen hohen Selengehalt erhält. Die Gehalte an anderen Spurenelementen differierten in ähnlicher Größenordnung.

Tabelle 27: Spurenelemente in mg/kg TS

	Mittelwert $\pm$ SD	Min	Max
Selen* (mg/kg TS)	0,18 $\pm$ 0,11	0,03	0,47
Eisen (mg/kg TS)	158 $\pm$ 75	66	371
Mangan (mg/kg TS)	79 $\pm$ 6	6	125
Zink (mg/kg TS)	61 $\pm$ 17	19	131
Kupfer (mg/kg TS)	145 $\pm$ 97	46	474
Jod (mg/kg TS)	1,12 $\pm$ 1,9	0,1	12

\* aufgrund der geringen Aufnahme mit einer Nachkommastelle dargestellt.

## ERGEBNISSE

Tabelle 28: Aufnahme an Spurenelemente im Mittel insgesamt und aus Zusatzfuttermitteln in mg pro Tier/Tag

	Aufnahme insgesamt	Aufnahme aus Zusatzfuttermitteln	Aufnahme % aus Zusätzen
Selen* (mg)	1,8	1,4	77
Eisen (mg)	1573	250	16
Mangan (mg)	811	258	32
Zink (mg)	611	61	10
Kupfer (mg)	145	96	66
Jod (mg)	13	10	77

\* aufgrund der geringen Aufnahme mit einer Nachkommastelle dargestellt.

### Spurenelementbedarf

Der Bedarf an Spurenelementen ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 29: Spurenelementbedarf in mg/Tier/Tag

	Mittelwert $\pm$ SD	Min	Max
Selen* (mg)	1,2 $\pm$ 0,1	1,0	1,4
Eisen (mg)	476 $\pm$ 29	405	539
Mangan (mg)	476 $\pm$ 29	405	539
Zink (mg)	476 $\pm$ 29	405	539
Kupfer (mg)	119 $\pm$ 7	101	135
Jod (mg)	2,4 $\pm$ 0,2	2,0	2,7

\* aufgrund der geringen Aufnahme mit einer Nachkommastelle dargestellt.

### 4.6.7 Geschätzte Vitaminaufnahme und geschätzter -bedarf

#### Aufnahme an $\beta$ -Carotin

Der Mittelwert der Carotin-Aufnahme wurde auf 57 mg geschätzt. Der Maximalwert betrug geschätzt 122 mg, der Minimalwert lag bei 20 mg. Die Vitamin-A Versorgung betrug somit

aus dem  $\beta$ -Carotin 22719 IE, ausgehend von einer Transformationsrate von 1 mg  $\beta$ -Carotin = 400 IE Vitamin A.

## **Aufnahme an Vitamin A**

Der Mittelwert an aufgenommenem Vitamin A lag nach der Deklaration der Supplemente bei 76946 IE. Der Minimalwert betrug 9600 IE. Maximal wurden 345841 IE aufgenommen, in diesem Fall kam ein vitaminisiertes Zusatzfutter zum Einsatz.

## **Aufnahme an Vitamin D**

Im Durchschnitt wurden 15187 IE Vitamin D aufgenommen. Der Minimalwert lag bei 3840 IE, maximal wurden 64759 IE aufgenommen. Dieser Wert kommt durch die Zufütterung von gleich mehreren vitaminisierten Zusatzfuttermitteln zustande.

## **Aufnahme an Vitamin E**

Der Mittelwert des Vitamin E lag bei 1087 mg. Der Minimalwert betrug 13 mg. Die Aufnahme von einem Maximalwert an Vitamin E von 8107 mg wurde bei einem Pferd festgestellt, das mit einem Vitamin E-haltigen Zusatzfuttermittel versorgt wurde.

Tabelle 30: Aufnahme an Vitaminen in mg bzw. IE/Pferd/Tag

	Mittelwert $\pm$ SD	Min	Max
Vitamin A (IE)	76946 $\pm$ 68386	9600	345841
$\beta$ -Carotin (mg)	57 $\pm$ 23	20	122
Vitamin A + $\beta$ -Carotin* (IE)	76946 + 22719	8000	48800
Vitamin D (IE)	15187 $\pm$ 15158	3840	64759
Vitamin E (mg)	1087 $\pm$ 1357	13	8107

\*Umrecheneinheit: 1 mg = 400 IE Vitamin A

## **Vitaminbedarf**

Der Vitaminbedarf ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 31: Vitaminbedarf

	Mittelwert $\pm$ SD	Min	Max
Vitamin A (IE)			
- Erhaltungsbedarf (IE)	17862 $\pm$ 1105	15200	20194
- Leistungsbedarf (IE)	26794 $\pm$ 1658	22800	30291
Vitamin D (IE)	3573 $\pm$ 221	3040	4038
Vitamin E (IE)	57 $\pm$ 23		
- Erhaltungsbedarf (IE)	1178 $\pm$ 112	613	1346
- Leistungsbedarf (IE)	1191 $\pm$ 74	1013	1346

#### 4.6 Körpermasse und BCS

Die Körpermasse der sich in der Studie befindlichen Pferde betrug im Mittel 586 kg ( $\pm$  48 kg). Das leichteste Pferd wog 472 kg, das schwerste 690 kg.

Für 29 Pferde wurde ein BCS von 5 ermittelt. Zwölf Pferde erreichten einen Score von 6. Die restlichen 6 Pferde lagen bei einem Wert von 4.

**BCS Verteilung**

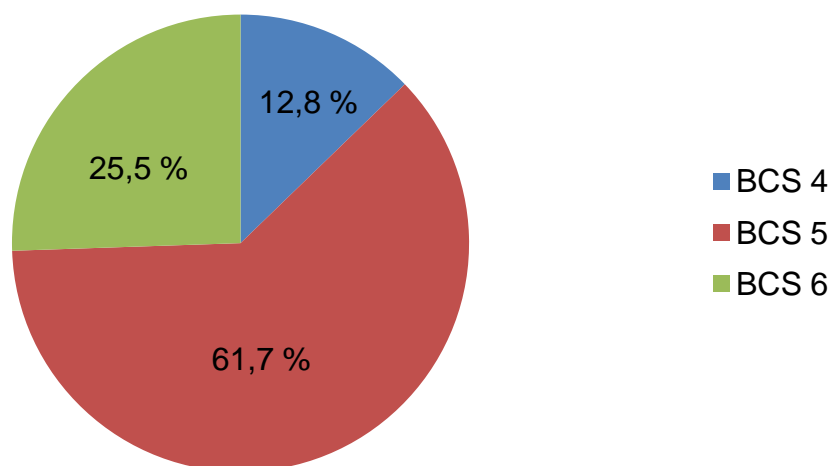


Abbildung 2: Prozentuale Verteilung der Pferde in BCS- Gruppen

### 4.7 Training und tägliche Arbeit

Alle Pferde gingen mindestens 20 min und bis zu 180 min/Tag in der Führenanlage Schritt. Hinzu kamen wechselnde Schrittzeiten von einigen Minuten bis 20 min unter dem Reiter sowie einige Schritt-Minuten an der Longe. Alle Arten der Bewegung zusammengekommen gingen die Pferde im Mittel 81 min Schritt/Tag, mindestens aber 34 min, maximal 190 min. Hierbei gingen 19 Pferde zwischen 34 min und 60 min Schritt, 19 Pferde wurden zwischen 61 min und 120 min im Schritt bewegt und 11 Pferde sogar 121 min bis 190 min.

Der Hauptanteil der Trabarbeit erfolgte unter dem Reiter. Die Reiter trabten ihre Pferde im Schnitt 13 min. Die Pferde wurden zusätzlich im Tagesmittel einige Minuten, im Mittel 2 min, im Trab longiert. In der Führenanlage wurde kein Trab verlangt. Der Mittelwert der Trabarbeit lag pro Tag bei 16 min.

Die Pferde bewegten sich insgesamt zwischen 9 min und 26 min pro Tag im Trab.

Beim Galopp verhielt es sich ähnlich wie im Trab, die Pferde wurden überwiegend geritten und gelegentlich longiert. Geritten wurden die Pferde zwischen 4 min und 30 min. An der Longe wurden die Pferde zwischen 0 min und 20 min im Galopp bewegt. Der Mittelwert lag bei 19 min. Die Relation von Trab zu Galopp lag zwischen 0,4 zu 1 und 1,8 zu 1.

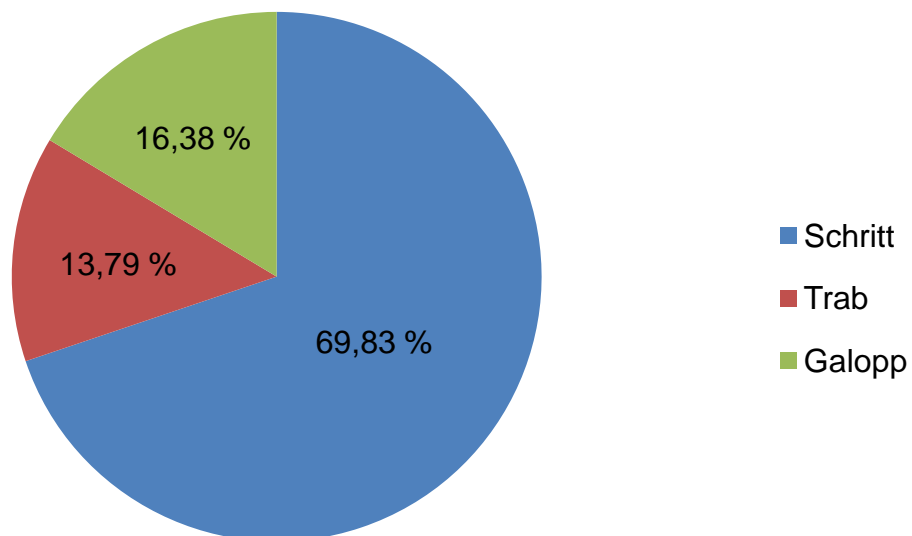


Abbildung 3: Prozentuale Verteilung der Dauer an Schritt- Trab- und Galopparbeit

### **4.8 Stallungen und Einstreu**

Alle Pferde waren in Einzelboxen untergebracht. 53% der Boxen waren mit Spänen und 47% mit Stroh eingestreut. Somit waren 25 Pferde auf Spänen und 22 Pferde auf Stroh aufgestallt. Als Einstreu wurde Weizenstroh genutzt.

Von den 22 Pferden, die auf Stroh standen, fraßen 20 Pferde nach Einschätzung der Besitzer täglich zwischen ca. 0,1 kg und 2 kg der Einstreu. Dies wurde in der Berechnung der Futtermittel berücksichtigt.

Drei der 22 auf Stroh aufgestellten Pferde und 12 der 25 Pferde, die auf Spänen standen wurde Stroh zugefüttert. Die Menge belief sich auf ca. 0,1 kg bis zu 2 kg täglich.

Somit hatten insgesamt von den insgesamt 47 Pferden nur die 13, die auf Spänen standen und kein Stroh zugefüttert bekamen, keine Möglichkeit, welches aufzunehmen.

Alle Boxen waren mit Krippen ausgestattet und verfügten über Selbsttränken.

### 5. DISKUSSION

Im Folgenden soll zunächst ein kritischer Blick auf die in dieser Arbeit angewandten Methoden geworfen werden. Die Schätzung der Zusammensetzung der Futtermittel, die Bestimmung der Körpermasse, die Angaben zu Weidegang und Trainingszeiten werden beleuchtet. Im Anschluss werden die Ergebnisse zur Aufnahme an Energie, Protein, Mengen-, und Spurenelementen sowie Vitaminen im Vergleich zu Versorgungsempfehlungen diskutiert. Außerdem wird auf die Artgerechtigkeit der Fütterung und die Fütterungstechnik eingegangen.

#### 5.1 Kritik der Methoden

Diese Arbeit weist die für eine Feldstudie diesen Typs gängigen Unsicherheiten auf. Diese Unsicherheiten wurden bereits in anderen Feldstudien wie z. B. bei ZMIJA (1991) und SCHÜLER (2009) ausführlich besprochen.

##### 5.1.1 Verwendete Futtermittel und Futtermengen

Die vorliegende Arbeit hatte zur Aufgabe, Daten zur praxisüblichen Fütterung von Springpferden, die in der schweren Leistungsklasse starten, zu erfassen. Hierzu wurde für die Probanden der Studie ein Fragebogen erstellt. Da der größte Teil der Reiter und Besitzer der Pferde sehr an der Studie interessiert war, waren diese sehr kooperativ. In den meisten Ställen wurden die einzelnen Themengebiete des Fragebogens mit der dafür zuständigen Person bearbeitet, das heißt die Reiter beantworteten Fragen zu den Themen Trainingsdauer und -intensität, die Mitarbeiter, die für die tägliche Fütterung zuständig waren, beantworteten die Fragen zu diesem Gebiet usw. Die Angaben wurden durch Wiegen der einzelnen Futtermittel und Komponenten überprüft.

In einigen wenigen Ställen war es den Reitern wichtig, selber Auskunft über Parameter wie die Futtermenge zu machen, auch wenn sie die Fütterung im täglichen Ablauf nicht selber übernahmen. In diesen Ställen sind größere Ungenauigkeiten bezüglich der täglichen Ration zu erwarten als in Ställen, in denen tatsächlich der Futtermeister bzw. die Person Auskunft gab, welche die Fütterung durchführte.

In einem Stall wurde der Eindruck gewonnen, dass das Interesse an der Studie zwar gegeben war, die Bedeutung einer vollständigen Erfassung der Ration aber nicht erkannt wurde.

So wurden immer wieder Futtermittel vergessen, die nur nach wiederholtem Nachfragen präsentiert wurden. Hier kann nicht ausgeschlossen werden, dass nicht noch weitere Futtermittel nicht erfasst wurden.

Die Frage, ob die Gabe aller Supplemente in Art, Menge und Häufigkeit der Verabreichung vollständig beantwortet wurde, ist zu stellen. In einigen Ställen war man sehr auskunftsfreudig, in anderen eher zurückhaltend. So bekam in einzelnen Fällen kein einziges Pferd, das in die Studie aufgenommen wurde, auch nur ein einziges Zusatzfuttermittel, was bei Hochleistungspferden ungewöhnlich ist. Entsprechend vorsichtig müssen die Ergebnisse interpretiert werden.

Aus Gründen der Implausibilität wurde ein Stall mit zwei Pferden aus der Studie genommen. Hier passten weder die Angaben über die Art und Menge der Fütterung noch die Trainingszeiten und der sich ergebende Bedarf sowie Futteraufnahme zusammen. So bewegte sich die Aufnahme an Energie in Größenordnungen des Erhaltungsbedarfs, aus den Angaben zum Training errechnete sich allerdings der Bedarf für schwere Arbeit. Des Weiteren wurde ein Pferd aufgrund einer sehr restriktiven Fütterung aus der Studie genommen. Bei diesem Pferd handelte es sich um einen Zukauf, der bei Ankunft in den Stall einen BCS von 7 aufwies und deshalb reduziert gefüttert wurde. Ein viertes Pferd wurde verletzungsbedingt im Zeitraum der Studie nicht wie üblich gefüttert und deshalb ebenfalls nachträglich herausgenommen.

### **5.1.2 Bewertung von Energie und Protein**

Angaben zur DE im Heu wurden den DLG-Futterwerttabellen entnommen (DLG 1998), wobei mit Hilfe der Sinnenprüfung Schnitzeitpunkt und Schnittfolge eingeschätzt wurden. Es handelte sich mit wenigen Ausnahmen um späte erste Schnitte. Die Angaben zur DE aus den oben genannten Tabellen wurden nach KIENZLE und ZEYNER (2010) durch Protein- und Rohfaserkorrektur in ME umgerechnet. In der Regel wurde mit 6,1 MJ ME/kg lufttrockener Substanz gerechnet, da die Qualitäten in der Beschreibung am ehesten dem mit diesem Wert in der Tabelle aufscheinenden Heutyp entsprachen. Aus Angaben der oben genannten Futterwerttabelle errechnen sich für späte erste Schnitte von Grasheu ME-Gehalte zwischen 5,1 MJ ME/kg und 6,7 MJ ME/kg lufttrockener Substanz. In Einzelfällen sind daher Abweichungen von bis zu 1 MJ ME/kg Heu möglich, die dann bei einer höheren Aufnahme zu Fehleinschätzungen der ME-Versorgung um bis zu 10 MJ führen könnten. Abweichungen zwischen dem errechneten Bedarf und der ME-Aufnahme in dieser



Größenordnung wurden beobachtet. Diese waren allerdings nicht stallspezifisch, so dass es wenig wahrscheinlich ist, dass sie auf eine Fehleinschätzung des Energiegehaltes im Heu des betreffenden Stalls zurückzuführen sind. Eine systematische Fehleinschätzung des Energiegehaltes im Heu ist wenig wahrscheinlich, da es insgesamt über die gemittelten Daten eine gute Übereinstimmung zwischen Energiebedarf und -aufnahme gibt.

Für Hafer wurde nach den Tabellen der DLG (1998) eine DE von 11,5 MJ/kg uS veranschlagt, die ME wurde aus der DE mittels Rohfaser- und Proteinkorrektur nach KIENZLE und ZEYNER (2010) geschätzt. Da die Qualität von Hafer erheblich abweichen kann, MEYER und COENEN (2002) geben Beispiele für die Nährstoffzusammensetzung verschiedener Qualitäten, ergeben sich Differenzen bei der Berechnung. Kalkuliert man für die unterschiedlichen Qualitäten die ME nach KIENZLE und ZEYNER (2010), so ergeben sich Differenzen von ca. 1 MJ ME zwischen der besten und der schlechtesten Klasse. In dieser Arbeit sind daher Abweichungen von ca. 1 MJ möglich.

Beim Mischfutter wurde die ME anhand der Nährstoffgehalte auf der Deklaration nach KIENZLE und ZEYNER (2010) berechnet. Hier sind Fehleinschätzungen der Nährstoffgehalte nicht in größerem Umfang zu erwarten, da von einer ausreichenden Deklarationstreue ausgegangen werden kann. In drei Fällen, in denen die DE auf der Deklaration angegeben war, wurde wie bei Hafer und Heu durch Protein- und Faserkorrektur aus der DE die ME berechnet.

Es handelte sich in diesen Fällen um ein Mash, hier war in der Deklaration eine DE von 12,6 MJ/kg uS angegeben, ein Luzernemix mit einer DE von 7,8 MJ/kg uS und ein Zusatzfuttermittel zur Unterstützung der Gelenke mit 9,9 MJ/kg DE uS.

Da unklar ist, wie der DE-Gehalt auf der Deklaration dieser Futtermittel berechnet wurde, ist in diesen Fällen im Nachgang zusätzlich die DE mit der Formel von ZEYNER und KIENZLE (2002) berechnet worden um eventuelle Abweichungen zu erkennen. Es ergaben sich geringe Abweichungen von 0,3 MJ DE/kg bei dem Mash, 0,5 MJ DE/kg bei dem Luzernemix und eine Abweichung von 0,6 MJ DE/kg im Fall des Zusatzfuttermittels. Es ist daher nicht wahrscheinlich, dass es hierdurch zu erheblichen Fehleinschätzungen der Energieaufnahme gekommen ist.

Beim Protein wurde als Bewertungsform der Gehalt an Rohprotein gewählt, da bekannt ist, dass in Zukunft in Deutschland die Proteinbewertung für Pferde nicht mehr auf der Stufe des verdaulichen Rohproteins vorgenommen wird (MEYER und COENEN 2014). Stattdessen erfolgt die Bewertung als praecaecal verdauliches Rohprotein (ZEYNER et al. 2010). Hierfür gibt es allerdings noch nicht genügend Daten zu Futtermitteln.

Der Proteingehalt im Heu ist anhand der Sinnenprüfung schwer einzuschätzen. Zwar gilt auch hier, dass blattreiches Heu proteinreicher ist und eine negative Beziehung zwischen Rfa- und Rp-Gehalt besteht (KIENZLE et al. 2008), trotzdem können Proteingehalte im Heu bei gleichem Rfa-Gehalt deutlich unterschiedlich sein (KIENZLE et al. 2008). Hier ist ohne Analytik eine Fehleinschätzung möglich. So haben Heuproben mit einem Rfa-Gehalt von ca. 30 % der Trockenmasse nach KIENZLE et al. (2008) Proteingehalte zwischen ca. 5 und 10 % der Trockenmasse. Der in den eigenen Untersuchungen unterstellte Wert von 9 % Rohprotein der Trockensubstanz kann daher erhebliche Fehleinschätzungen aufweisen. Es ist eher wahrscheinlich, dass der Rp-Gehalt über- als unterschätzt wurde. Da Heuchargen i.d.R. wechseln und keine systematischen Abweichungen aufweisen dürften, ist über einen längeren Zeitraum betrachtet, trotzdem von einer realistischen Einschätzung auszugehen.

Der Rohproteingehalt im Hafer wurde nach der DLG Tabelle (1998) mit 108 g/kg TS veranschlagt. Nach MEYER und COENEN (2002) sind bei unterschiedlichen Haferqualitäten Abweichungen von 20–30 % möglich. Es ist allerdings nicht zu erwarten, dass diese bei der Mehrzahl der Ställe langfristig systematisch sind.

Es ist davon auszugehen, dass die Proteingehalte, welche beim Mischfutter vom Hersteller auf der Deklaration angegeben wurden, in aller Regel zutreffend sind. Erhebliche oder gar systematische Fehleinschätzungen sind bei den Mischfuttern höchst unwahrscheinlich.

### **5.1.3 Bewertung von Mengenelemente**

Da der Berechnung der Aufnahme von Calcium, Phosphor, Magnesium, Natrium, Kalium und Chlorid im Heu Schätzwerte (DLG 1998) zugrunde liegen, sind Schätzfehler zu erwarten. Diese dürften allerdings für die verschiedenen Mineralstoffe unterschiedlich ausfallen. So korreliert der Ca-Gehalt im Grasheu relativ eng negativ mit dem Rohfasergehalt. Anhand des Griffs und der Einschätzung des Vegetationsstadiums sowie des Schnitts kann daher eine ungefähre Einschätzung erfolgen (KIENZLE et al. 2008). So wird der Ca-Gehalt in einem späten ersten Schnitt auf 4–5 g/kg TS geschätzt. Im Extremfall können nur 2 g oder bis zu 6 g enthalten sein. Höhere Abweichungen sind wenig wahrscheinlich.

Beim P betrug der Mittelwert nach KIENZLE et al. (2008) 3–4 g/kg TS mit Extremwerten von 2,2 bis 5,4 g/kg TS. Möglich wäre in Einzelfällen ein unausgeglichenes Ca/P-Verhältnis im Heu einer Charge.

Beim Magnesium bestand nach KIENZLE et al. (2008) ähnlich wie beim Calcium eine negative Beziehung zum Rohfasergehalt mit Extrema zwischen 0,7 und 5,3 g/kg TS. Der Mittelwert lag bei 1,8 g/kg TS. Fehleinschätzungen der Aufnahme aus dem Heu können beim Magnesium daher erheblich sein.

Nach GLOCKER (2003) können Na-Gehalte im Heu nicht abgeschätzt werden. Sie sind allerdings in aller Regel erheblich unter dem Bedarf, so dass die Na-Versorgung aus dem Heu keinen wesentlichen Beitrag zur Bedarfsdeckung liefert.

Beim Kalium sind nach GLOCKER (2003) und KIENZLE et al. (2008) vor allem Schätzungen möglich, wenn die Düngung bekannt ist. Dies war in der vorliegenden Studie nicht der Fall, so dass es hier zu erheblichen Fehlern kommen kann. Allerdings ist die K-Versorgung über das Heu auch bei unterdurchschnittlichen Gehalten mindestens bedarfsdeckend, so dass Fehlbeurteilungen der Ration nicht zu erwarten sind.

Ähnliches gilt für Chlorid (MEYER und COENEN 2014). Zudem kann davon ausgegangen werden, dass die einzelnen Heulieferungen nicht ständig vom exakt gleichen Standort bezogen wurden, so dass die Mittelwerte für vergleichbare Heutypen über einen längeren Zeitraum ein richtiges Bild der Nährstoffversorgung ergeben.

Im Getreide sind die Gehalte an Mengenelementen mit Ausnahme des Phosphors so niedrig, dass sie für die Versorgung des Pferdes selbst bei Aufnahme hoher Getreidemengen keinen wichtigen Beitrag leisten. Eventuelle Fehleinschätzungen des Gehaltes spielen hier also keine Rolle für die Aussagen zur Versorgung.

Der P-Gehalt ist dagegen so hoch, dass er einen wesentlichen Beitrag zur Versorgung leistet. Der P-Gehalt im Getreide ist relativ konstant.

Bei Misch- und Mineralfuttern kann bei den Mengenelementen von einer hohen Deklarationstreue ausgegangen werden, insbesondere langfristig über mehrere Chargen hinweg.

### 5.1.4 Bewertung von Spurenelemente

Die Spurenelementgehalte in Graskonserven und Getreide wurden verschiedenen Tabellen zur Futterzusammensetzung entnommen. Bei allen Spurenelementen kann nach GLOCKER (2003) keine sichere Einschätzung vorgenommen werden. Durchschnittswerte aus Tabellen sind mit erheblichen Fehlern behaftet.

Am schwierigsten ist es, den Se-Gehalt zu schätzen, der um Zehnerpotenzen schwanken kann. In Bayern liegt er beispielsweise regelmäßig unter der Nachweisgrenze (KIENZLE und MÖLLMANN 2008). Nach HARTFIEL et al. (1988) sind die Selen-Gehalte in Norddeutschland deutlich höher als im Süden der Republik. Da die Ställe der an der Studie teilnehmenden Pferde alle im Norden lagen, wurde in der vorliegenden Studie der Se-Gehalt nach JEROCH et al. (1993) verwendet, die mit 0,05 mg/kg TS in Heu einen relativ hohen Gehalt veranschlagen. Für Getreide gilt ähnliches. Daher ist es möglich, dass die unterstellte Se-Aufnahme aus dem Heu und Getreide falsch eingeschätzt wurde. Es wäre im Extremfall denkbar, dass aus diesen Futtermitteln kein Selen aufgenommen wird. Die Se-Gehalte in Mischfuttermitteln dürften dagegen keine systematischen Abweichungen zeigen. Bei Mineralfuttern ist bei diesem Element, schon aus futtermittelrechtlichen Gründen (Beschränkungen für den Se-Gehalt in der Gesamtration), eine hohe Deklarationstreue zu erwarten. Deshalb wurde neben der Se-Aufnahme insgesamt (1,8 mg/Pferd/Tag) auch die Aufnahme aus Zusatzfuttermitteln berechnet, die im Mittel 1,4 mg/Pferd/Tag betrug. Fehleinschätzungen der Se-Aufnahme sind vor allem dort zu erwarten wo kaum Se-haltige Zusatzfuttermittel gegeben werden, also eher am unteren Ende der Spannweite.

Die Fe-Gehalte in Graskonserven zu schätzen, ist schwierig. GLOCKER (2003) sowie KIENZLE und MÖLLMANN (2007) beschrieben, dass zwischen den in den Graskonserven gemessenen Gehalten und den äußeren Umständen wie Bodendüngung, Zeitpunkt des Schnittes und Rohfasergehalt keine erkennbaren Zusammenhänge registrierbar waren und eine Schätzung dadurch schwierig ist. Es ist daher möglich, dass es fallweise zu einer Über- oder Unterschätzung kam. Da der Fe-Gehalt in Graskonserven überwiegend aus Kontamination mit Erdreich stammt, ist allerdings anzunehmen, dass sich diese langfristig ausgleichen. Die Gehalte in Misch- und Mineralfuttern dürften dagegen im wesentliche korrekt sein.

Die Mn-Werte im Grundfutter sind in Relation zum empfohlenen Gehalt in der Trockensubstanz relativ hoch (DLG 1973, NRC 2006). Daher ist auch bei Unterschreitung der mittleren Gehalte in einzelnen Heuchargen nicht davon auszugehen dass eine langfristig zu

einer Unterversorgung kommt. Bei Misch- und Mineralfuttern ist bei den Mn-Werten eine Deklarationstreue zu erwarten.

Der Cu- Gehalt wurde den Futterwerttabellen der DLG (1973) entnommen, für den fehlenden Cu-Gehalt von Heu und Heulagen späterer Schnitte wurden KIENZLE und MÖLLMANN (2007) bemüht. So lag der Mittelwert für Kupfer im Heu bei 7,3 mg/kg uS. In Heu von Cu-armen sauren Moorböden, kann der Cu-Gehalt im Extremfall nur halb so hoch sein. Gleiches gilt für Getreide. Kupfer-Gehalte Fehleinschätzungen können hier nicht ausgeschlossen werden, es wäre je nach Bodenverhältnissen sogar möglich, dass die Pferde so gut wie gar kein Kupfer über das Grundfutter aufnehmen. Da das verwendete Heu allerdings nicht ständig vom exakt gleichen Standort bezogen wurde ist anzunehmen, dass sich dies über einen längeren Zeitraum ausgleicht. 145 mg Kupfer/Tier/Tag stammten aus Zusatzfuttermitteln. Die Cu-Gehaltsangaben von Misch- und Mineralfutter dürften korrekt sein.

Die Zn-Gehalte im Heu variieren wie von MÖLLMANN (2007) beschrieben, vor allem nach dem Schnittzeitpunkt. So sind frühere erste und zweite Schnitte um einiges zinkreicher als späte erste Schnitte. Durch die Verwendung von größtenteils Heu des späten ersten Schnitts ist eine Fehleinschätzung des Zn-Gehalts hier möglich. Auszugehen ist eher von einer Unterversorgung und knappen Zinkversorgung durch das Grundfutter. Da das Grundfutter allerdings nicht immer vom selben Standort bezogen wird, ist von einem längerfristigen Ausgleich auszugehen. Als Zn-Gehalte wurden den DLG-Tabellen (1973) entnommen, die fehlenden Werte für die folgenden Schnitte wurden von MÖLLMANN (2007) entnommen. Die Aufnahmen aus Zusatzfuttermitteln lagen bei 396 mg/Tier/Tag. Bei diesen Futtermitteln dürften die Deklarationen der Gehalte richtig sein.

Auch die Werte für Jod wurden aus den Futterwerttabellen der DLG (1973) entnommen. Da die meisten Ställe im Norden und Nordwesten Deutschlands lagen, und die Jodgehalte in diesen Gebieten höher sind als die angegebenen und verwendeten Mittelwerte von 0,4 mg/kg uS im Heu. Es kann man davon ausgegangen werden, dass die Jodaufnahme aus Heu und Getreide hier eher unterschätzt wurde. Die deklarierten J-Gehalte bei Misch- und Mineralfuttermitteln dürften korrekt sein.

### 5.1.5 Bestimmung der Körpermasse

Das Gewicht der einzelnen Pferde wurde mit Hilfe der Formel nach SCHRAMME (2003) berechnet. Hierfür wurden Hals-, Brust-, Körper- und Röhrebeinumfang sowie die Widerristhöhe mittels Bandmaß gemessen. Außerdem wurde der Body Condition Score bestimmt. In einem Stall gab es die Möglichkeit, die Pferde auf einer Vierpunkt-Waage zu wiegen, zwei Pferde aus einem anderen Stall wurden einige Tage nach der Messung in der Tierklinik vorgestellt und konnten dort zusätzlich gewogen werden. In allen Fällen wich das Messgewicht um maximal 20 kg vom Wiegegewicht ab. Dies entspricht auch den von KIENZLE und SCHRAMME (2004) angegebenen Fehleinschätzungen, die bei dieser Methode der Schätzung der Körpermasse auftreten können. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Berechnung der Körpermasse bis auf sehr geringgradige Abweichungen korrekt ist.

### 5.1.6 Weidegang

Die Grasaufnahme wurde in der Berechnung der Futteraufnahme vernachlässigt, da alle Pferde bis auf eine Ausnahme auf Weiden mit wenig Aufwuchs standen, so dass schon deshalb nur wenig Gras aufgenommen werden konnte. Auch die Unregelmäßigkeit des Weidegangs stellt ein Indiz dafür dar, dass nur wenig Gras aufgenommen wird. Der Verdauungskanal der Pferde kann sich bei unregelmäßigem Weidegang nicht an das Weidegras adaptieren. Dies stellt ein erhebliches Risiko für Verdauungsstörungen und Koliken dar (MEYER und COENEN 2002). Sofern die Pferde unregelmäßig größere Grasmengen aufnehmen würden, wäre mit gehäuftem Auftreten von Koliken zu rechnen. Dieses Risiko würde gerade bei wertvollen Turnierpferden kaum eingegangen.

### 5.1.7 Trainingszeiten

Die Dauer und Intensität des Trainings wurde von den Reitern angegeben. Dabei schätzten sie, wie viele Minuten bzw. Stunden pro Tag sie ritten, longierten und die Pferde in der Führanlage bewegten. Diese Zeiten wurden für jeden Tag der Woche angegeben und dann pro Wochentag gemittelt. Da in den Betrieben eine tägliche Routine herrscht, ist davon auszugehen, dass die Pferde tatsächlich in dem Rahmen bewegt wurden wie angegeben. Insgesamt ist die Übereinstimmung von Bedarf und Aufnahme relativ gut, es kann also davon ausgegangen werden, dass die Reiter das tägliche Training korrekt einschätzten, der

daraus ermittelte Bedarf richtig ist und systematische Fehler ausgeschlossen werden können.

Abweichungen, die in einigen Ställen zu finden waren beruhen möglicherweise unter anderem auf der Fehlerquelle, dass einige Trainingszeiten nicht richtig eingeschätzt wurden. So ist z.B. die Trabarbeit für den Reiter anstrengender als die Bewegung im Schritt oder im Galopp, ein möglicher subjektiver Eindruck, dass das Pferd schon viel länger im Trab gearbeitet wurde als dies eigentlich der Fall war ist also gut möglich. Gesprungen wurde im Training nur sehr wenig, da bei ausgebildeten Springpferden die Gelenke und Gliedmaßen nicht überstrapaziert werden. Die Pferde wurden gelegentlich über Einzelsprünge geritten, ab und an wurden einzelne Sprung-Kombinationen trainiert. Diese Trainingseinheiten wurden der Galopparbeit zugerechnet. Fehleinschätzungen wären hier möglich, da der Pferdekörper über dem Sprung auch in der Vertikalen bewegt wird. Allerdings war die Anzahl der Sprünge nicht so groß, dass hierdurch erhebliche Fehleinschätzungen zu erwarten sind.

Ausnahmen bildeten die Turniere. Hier wich der Bewegungsplan und Futterplan in der Regel ab. Dabei war es nicht möglich, die Belastung durch Transport und die Leistung auf dem Turnier, sowie die Fütterung während Transport und Turnier zu erfassen. Auch eventuelle Körpermasseverluste konnten nicht überprüft werden. Es wäre also durchaus möglich, dass die Pferde nach dem Turnier um einiges leichter nach Hause zurückkommen und diesen Körpermasseverlust bis zum nächsten Turnier zu Hause wieder aufholten. Dies ist vor allem bei Einzeltieren zu erwarten, z.B. bei eher nervösen Pferden, die Turniere als besonders aufregend empfinden und unter diesen Umständen weniger fressen oder mehr Spontanbewegung zeigen. Die insgesamt gute Übereinstimmung von Energiebedarf und Energieaufnahme kann dahingehend interpretiert werden, dass es keinen systematischen Effekt gab. Eine gegenseitige „Neutralisation“ aller Ungenauigkeiten, die im Endresultat zu einer Übereinstimmung des mittleren Energiebedarfs mit der mittleren Energieaufnahme führten, ist sehr unwahrscheinlich.

## **5.2 Diskussion der Ergebnisse**

### **5.2.1 Energiebedarf und Energieaufnahme**

Da vier Pferde aus der Studie herausgenommen wurden, wurde der Energiebedarf von 47 Pferden ermittelt. Die Energieaufnahme betrug im Mittel 91,3 MJ ME. Dies entspricht etwa dem 1,5-fachen Erhaltungsbedarf, und somit mittlerer Arbeit. Der errechnete Bedarf

entsprach im Mittel mit 93,3 MJ in etwa der tatsächlichen Aufnahme. Dies spricht dafür, dass die Werte, die zur Schätzung herangezogen wurden, im Mittel eine korrekte Einschätzung der Fütterung, aber auch des Energiebedarfs für Leistung zeigten. Außerdem zeigte sich, dass die Einschätzung der Energie im ME-System in der Praxis eine gute Übereinstimmung von Aufnahme und Bedarf zeigt und sich anders als das DE-System gut in Feldstudien umsetzen lässt. Dies beschrieb auch SCHÜLER (2009). In der Studie von ZMIJA (1991) zeigte sich, dass sich die Aufnahmen und der Bedarf im DE-System nicht gut einschätzen ließen, hier ergab sich selbst im Mittel keine Übereinstimmung, sondern eine massive Unterschätzung des Bedarfs. Die von SCHÜLER (2009) überwiegend an Freizeitpferden und aus historischen Literaturangaben abgeleiteten Bedarfszahlen für die Arbeit in den drei Grundgangarten, die in der eigenen Studie unterstellt wurden, dürften demnach auch für das Springpferdetraining valide sein. Dies ist nicht überraschend, da auch Springpferde überwiegend in der Reitbahn trainiert werden, in der den Tempi räumliche Grenzen gesetzt sind.

Allerdings gab es für die jeweiligen Einzeltiere erhebliche Abweichungen zwischen dem errechneten ME-Bedarf und der ME-Aufnahme. Dies kann durch individuelle Unterschiede im Erhaltungsbedarf begründet sein. Nach KIENZLE et al. (2010) gibt es selbst unter den Bedingungen einer Boxenhaltung eine erhebliche Schwankungsbreite zwischen  $0,34 \text{ MJ/kg KM}^{0,75}$  und  $0,74 \text{ MJ/kg KM}^{0,75}$ . Diese bezieht sich allerdings auch auf unterschiedliche Rassen, das untere Ende der Skala vor allem auf Ponys, Kaltblüter und andere sehr leichtfuttrige Rassen, das obere Ende auf Englische Vollblüter, die meist schwerfuttrig sind. Die Warmblüter, die im Mittel zwischen Ponys und Englischen Vollblütern liegen können trotzdem individuelle Unterschiede aufweisen. Einzeltiere können entsprechend leicht- oder schwerfuttrig sein. Auch beim Leistungsbedarf kann es erhebliche Differenzen bei Einzeltieren geben. Dies kann z. B. durch Unterschiede in Bewegungsablauf und Gangmechanik zustande kommen, wobei besonders die Zahl der Tritte und Sprünge pro Streckeneinheit, aber auch die Höhe des Abfederns in der Schwebephase wesentlich sind (TAYLOR 1982). Sehr wichtig sind hier auch die Bodenverhältnisse, da in tiefem Boden mehr Energie verbraucht wird. Gegen eine wesentliche Rolle von tiefem Boden spricht, dass es in keinem Stall systematische Abweichungen gab. Dass die Ställe über einen gepflegten Boden verfügen ist auch in Anbetracht dessen nicht verwunderlich, dass die Ställe erfolgreich arbeiten und dort gute und wertvolle Pferde bewegen.

Es bleiben individuelle Fehleinschätzungen von Futterzuteilung und Trainingszeit. So wurde bei einer Stute eine ME-Aufnahme von 138 MJ geschätzt, während der Bedarf nur 96 MJ



betrug. Diese Stute war das beste Pferd im Stall, was möglicherweise zu einer subjektiven Fehleinschätzung der Futterzuteilung führte. In einem anderen Stall gab es bei allen Pferden erhebliche Abweichungen, sowohl Unter- als auch Überschätzungen. Dabei handelte es sich um den Betrieb, in welchem der Reiter der Pferde die Angaben zur Fütterung machen wollte, obwohl er nicht selbst fütterte. In einem Stall lag die Energieaufnahme der Probanden deutlich unter dem errechneten Bedarf. In diesem Betrieb war die hygienische Qualität des Heus zeitweise nicht zufriedenstellend. Möglicherweise wurde auch deshalb vorübergehend etwas knapper gefüttert.

### **5.2.2 Proteinaufnahme in Relation zum Bedarf**

Der Rohproteinbedarf von 845 g wurde für ein Pferd mit einer Körpermasse von 500–600 kg, das mittlere Arbeit leistet, aus dem NRC (2007) entnommen. Die durchschnittliche Aufnahme an Rohprotein lag bei 1109 g. Der Minimalwert lag bei 695 g, insgesamt wurde bei 18% der Pferde dieser Proteinbedarf nicht vollständig gedeckt.

Vom NRC (2007) wird, um den Proteinbedarf zu schätzen, für Arbeit auch ein Muskelzuwachs unterstellt. Ein solcher ist bei austrainierten Springpferden nicht mehr zu erwarten, so dass hier eine Überschätzung des Bedarfs möglich ist. Es befanden sich alle Pferde in einem so guten körperlichen Zustand, sodass ein Proteinmangel unwahrscheinlich ist. Allerdings haben Zulagen von Aminosäuren selbst bei leichter Arbeit einen positiven Effekt auf die Muskelentwicklung bzw. Erholung nach der Arbeit (GRAHAM-THIERS und KRONFELD 2005, VAN DEN HOVEN et al. 2010). Es ist deshalb durchaus möglich, dass auch einige dieser equinen Spitzenathleten von einer zusätzlichen Aminosäurengabe profitiert hätten.

### **5.2.3 Mengenelementaufnahme in Relation zum Bedarf**

Die Ca-Aufnahme betrug zwischen 25 und 100 g pro Tier und Tag. Der Ca-Bedarf von 19 g wurde in allen Fällen gedeckt. Im Mittel wurde das 3,3-fache dieses Bedarfs gefüttert, in Extremfällen bis zum Fünffachen. Insbesondere bei starker Überversorgung stammte ein großer Teil des Calciums aus Zusätzen zum Futter. Nach KIENZLE und BURGER (2011) kommt es etwa ab 50 g Calcium pro Tag zu einer forcierten renalen Ausscheidung. Dies dürfte bei etwa 80 % der Pferde der Fall gewesen sein. Ob dies langfristig

Gesundheitsschäden wie z. B. Nierenerkrankungen oder Harnsteinbildung verursachen oder begünstigen kann, ist nicht eindeutig geklärt. Allerdings wird bei der Diätetik renaler Erkrankungen von einer Ca-Übersorgung dringend abgeraten ebenso wie bei Harnsteinerkrankungen (MEYER und COENEN 2002). Es wäre daher sinnvoll, diese Ca-Exzesse abzubauen und die kritische Grenze von ca. 50 g für ein Großpferd nicht dauerhaft zu überschreiten.

Das geschätzte Ca/P-Verhältnis lag im erwünschten Bereich. Die P-Aufnahme lag nie unterhalb des Bedarfs von 13 g/Tier und Tag, sie lag im Mittel bei 35 g. In vielen Fällen ergaben sich ähnlich hohe Übersorgungen wie beim Calcium, die ebenfalls teilweise aus Futterzusätzen stammten. P-Überschüsse werden zum Teil auch renal ausgeschieden (KIENZLE und BURGER 2011), so dass auch hier das zum Calcium gesagte gültig ist.

Beim Magnesium wurden die Versorgungsempfehlungen in einigen Fällen nicht vollständig erfüllt, ohne dass offensichtliche klinische Probleme wie z. B. eine Leistungsbeeinträchtigung, Muskelzittern oder starke Unruhe (MEYER und COENEN 2002) auftraten. Die Mehrzahl der Tiere war jedoch übersorgt (bis zum 11-fachen des Bedarfs), wobei auch hier ein erheblicher Anteil aus Zusätzen stammte. Bei einer pflanzenfressenden Spezies ist bei Magnesium von einer hohen Toleranz bei Übersorgung auszugehen.

Die Na-Aufnahme betrug zwischen 6 und 50 g, der Leistungsbedarf wurde mit 17 g bestimmt. Der Mehrzahl der Pferde stand kein zusätzlicher Leckstein zur Verfügung. Verhaltensweisen, wie Lecksucht oder Kotfressen, die mit Na-Mangel in Verbindung gebracht werden, fielen nicht auf. Es kam auch zu keinerlei Leistungsbeeinträchtigungen. Dies ist bemerkenswert, wenn man bisherige Versorgungsempfehlungen für mittlere Arbeit (Energiebedarf ca. 1,5 x Erhaltung) betrachtet, die auf Pferde ausgelegt sind, die eine vergleichbare Leistung erbringen, wie in der vorliegenden Arbeit geleistet wurde. So gibt das NRC (2007) eine Gabe von ca. 20 g Natrium für ein Großpferd bei mittlerer Arbeit. Die GFE (1994) sowie MEYER und COENEN (2002) empfehlen etwa das Doppelte. Diese Empfehlung dürfte nach den Ergebnissen der eigenen Arbeit mit Sicherheit überschätzt sein, da die mittlere Aufnahme nur 19 g betrug und keine Ausfallserscheinungen auftraten. Dagegen stimmen die eigenen Ergebnisse mit dem NRC (2007) überein. Auch der nach KIENZLE und ZEYNER (2013) und nach dem Schweißscore (ZEYNER et al. 2013) geschätzte Na-Bedarf stimmt mit der Aufnahme überein. Da der Schweißscore (ZEYNER et al. 2013) zum Zeitpunkt der Datenerhebung noch nicht vorlag und somit nicht für jedes Pferd individuell berechnet werden konnte, wurden die für Springpferde im Training

typischen Schweißbilder allgemein für alle Pferde unterstellt. Somit sind bei üblichen Trainingseinheiten nicht mehr als 4 l Schweiß zu erwarten, es ergibt sich das Bild eines Pferdes, dass unter der Sattellage teilweise nass ist, es zeigen sich leicht feuchte Areale an Hals und Flanken. Dies entspricht dem Score 1 nach ZEYNER et al. (2013). Beim Score 2 (> 4–7 l Schweiß) gibt es bereits Schaumbildung z. B. an den Schabrackenrändern. Das ist allerdings nur ab und an der Fall, vor allem bei sehr heißem Wetter oder im Zusammenhang mit Aufregung.

In diesem Kontext ist es bemerkenswert, dass etliche Tiere deutlich weniger Natrium erhielten als empfohlen, in einem Extremfall nur ein Drittel. Auch hier gab es keine Ausfallserscheinungen. Es ist unwahrscheinlich, dass die Na-Versorgung dieser Tiere stark variierte, da kaum Zusätze vorhanden waren und Variationen des Grundfutters in aller Regel nicht geeignet sind, den Bedarf zu decken. Zu erklären ist dies mit individuellen Unterschieden z. B. relativ geringer Schweißbildung oder relativ geringen Na-Gehalten im Schweiß. Nach KIENZLE und ZEYNER (2013) kann sich in solchen Fällen der Na-Bedarf ohne weiteres halbieren. Daher ist es sinnvoll, die Na-Versorgung über ein Lecksteinangebot zu decken, da hierdurch individuelle Unterschiede besser berücksichtigt werden können.

Der Bedarf an Kalium und Chlorid wurde in allen Fällen reichlich abgedeckt, überwiegend bereits durch das Grundfutter. Daher kann anhand der eigenen Daten keine Empfehlung zu Änderungen der Versorgung gegeben werden.

### **5.2.4 Spurenelementaufnahme in Relation zum Bedarf**

Die Se-Aufnahme betrug im Mittel 1,8 mg/Tier/Tag, womit der Bedarf von 1,2 mg/Tier und Tag zu 150 % gedeckt war. Der größte Anteil des Selen stammte aus Misch- und Mineralfuttern. 1,4 mg/Tier/Tag wurden aus Zusatzfuttermitteln aufgenommen.

Es gab allerdings auch Pferde, welche nur etwa ein Drittel ihres Se-Bedarfs aufnahmen, ohne dass dies zu offensichtlichen Leistungseinbußen führte. Hier wäre es möglich, dass im Grundfutter und Getreide mehr Selen vorhanden war als veranschlagt wurde. Hier wäre es aber auch möglich, dass weit weniger Selen aufgenommen wurde als unterstellt, und die Versorgung somit noch erheblich weiter unter dem Optimum liegt als angenommen. Aus anderen Studien (FRANK 2001, PALM et al. 2012) sind Beobachtungen bekannt, dass eine Se-Aufnahme unterhalb der Versorgungsempfehlung nicht sofort zu klinischen Ausfallserscheinungen führt, nicht einmal bei Zuchtstuten. Vom NRC (2007) wird ein Gehalt in der TS von 0,1 mg/kg als Versorgungsempfehlung (von welchem die Versorgungsempfehlungen

pro Tier und Tag abgeleitet sind) damit begründet, dass als sicher anzunehmen ist, dass mit dieser Se-Zufuhr bei üblicher TS-Aufnahme ein Mangel verhindert werden kann. Der Umkehrschluss, dass ein solcher bei geringerer Zufuhr zwingend auftritt ist nicht gerechtfertigt. Am oberen Ende der Spannweite traten dagegen keine so hohen Se-Aufnahmen auf, dass eine eventuelle Unterschätzung der Versorgung aus Heu und Getreide dazu führen könnte, dass eine bedenkliche Se-Übersorgung unerkannt bleiben würde.

Die mittlere Fe-Aufnahme betrug 1573 mg/Tier/Tag. 250 mg/Tier/Tag wurden aus Zusatzfuttermitteln aufgenommen. Damit ist eine Bedarfsdeckung von 158% gegeben. Die Übersorgung bewegt sich im gemäßigten Rahmen, da gleichzeitig die Toleranz gegenüber Eisen sehr hoch ist, geht hiervon eher keine Gefahr aus. so dass die wird. Fehleinschätzungen sind möglich, da Eisen im Grundfutter hauptsächlich aus Erdkontaminationen stammt, die enorm variieren können. Ein Mangel ist nicht zu erwarten, da es sehr unwahrscheinlich ist, dass über längere Zeit keinerlei Erdkontamination aufgenommen wird.

Die Mn-Bedarfsdeckung war mit einer Aufnahme von 811 mg/Tier/Tag gegeben. Dies ist plausibel, da die Grundfutter und Getreide in der Regel ausreichend Mangan enthalten sind (MEYER und COENEN 2002). Bei adulten Pferden sind Mangelerkrankungen noch nie beschrieben worden ebenso wenig wie eine Toxizität (NRC 2007). Die Mn-Aufnahme aus Zusätzen lag bei 258 mg/Tier/Tag.

Im Mittel wurde der Cu-Bedarf der Pferde gedeckt. 96 mg der aufgenommenen 145 mg/Tier/Tag stammten hierbei aus Zusatzfuttermitteln. Es gab allerdings einige Ställe, wo bei Annahme eines mäßigen Cu-Gehaltes im Grundfutter rechnerisch eine Unterversorgung auftrat, ohne dass klinische Symptome wie z.B. Anämie oder Entfärbung der Haare beobachtet wurden. Bei adulten, nicht reproduzierenden Pferden dürften die im Körper vorhandenen Cu-Speicher eine vorübergehende Cu-Unterversorgung ausgleichen, vermutlich sogar über einen sehr langen Zeitraum. Daher ist dieses Ergebnis nicht überraschend und deckt sich mit den Auswertungen von FRANK (2001).

Ähnliches gilt für Zink. Allerdings kommt hier hinzu, dass der Zn-Bedarf des Pferdes anhand einer Dosis-Wirkungs-Beziehung mit 2 Punkten geschätzt wurde (HARRINGTON 1973). Bei der unteren Dosis gab es Mangelerkrankungen, bei der hohen nicht, dazwischen wurden keine Prüfungen vorgenommen. Nach FRANK (2001) kommen adulte Pferde auch mit wesentlich weniger Zink aus als empfohlen.

Die Jodaufnahme war i.d.R. gedeckt. Der Hauptanteil der Aufnahme von 10 mg/Tier/Tag der insgesamt aufgenommenen 13 mg/Tier/Tag kam aus Zusatzfuttermitteln.

### **5.2.5 Vitaminaufnahme in Relation zum Bedarf**

Der Vitamin A Bedarf (Erhaltungsbedarf) wurde im Schnitt zu 500 % gedeckt. Unter dieser Voraussetzung ist eine Mangelversorgung nicht gegeben. Wird der Carotiningehalt im Grundfutter als mäßig angenommen, so ist es noch immer möglich, den Vitamin A-Erhaltungsbedarf allein aus dem Grundfutter zu decken. Für die Deckung des Leistungsbedarfs waren Vitamin-A reiche Zusatzfuttermittel nötig. Im Fall einer Überschätzung des Carotin-Gehaltes im Grundfutter wäre der Vitamin A-Bedarf noch immer großzügig über die Aufnahme aus den Zusatzfuttermitteln gedeckt.

Ein erheblicher Anteil des Vitamin A stammte aus dem Zusatz von Retinylestern. Hier kam es in einigen Fällen zu gravierender Überversorgung, im Extremfall wurde der 12-fache Bedarf gefüttert. Negative Auswirkungen können eine Reduktion der antioxidativen Kapazität im Serum (FUHRMANN et al. 1999), erhöhte Serumretinylester (GÜCK et al. 2000) und Veränderungen des Knochenstoffwechsels (LENSING 1998) sein. Bei wachsenden Tieren und deutlich höherer Überversorgung können sogar orthopädische Erkrankungen (DONOGHUE et al. 1981, KRONFELD et al., 1990) entstehen. Auch wenn es keine klinischen Erscheinungen gab bzw. diese nicht ohne weiteres von den Folgen einer hohen Belastung durch das Springen abzugrenzen sind, wäre es in Anbetracht des Fehlens jeglicher Vorteile einer Überversorgung von Vitamin A anzuraten, diese Überschüsse abzubauen.

Die Vitamin D-Versorgung reichte von der Bedarfsdeckung bis hin zur Überschreitung des presumed safe upper limits des NRC (2007). Eine knappe Versorgung dürfte bei Pferden, welche sich regelmäßig am Tageslicht aufhalten, unproblematisch sein, zumal es auch nicht ganz eindeutig geklärt ist, ob für Pferde, die ausreichend Calcium aufnehmen, Vitamin D wirklich essentiell ist (BREIDENBACH et al. 1998). Dagegen ist das Überschreiten der sicheren Obergrenze als ungünstig anzusehen. Folgen können u.a. Weichteilverkalkungen sein (HARRINGTON 1982, Harrington und PAGE 1983), aber auch Veränderungen des Knochenstoffwechsels, sowie ein Anstieg des Blut-Ca-Spiegels (LENSING 1998). Dies ist bei einem Sportpferd ausgesprochen unerwünscht, so dass hier dringend eine Rationskorrektur anzuraten ist. Auch hier sind eventuelle Folgen der Vitamin D-Versorgung nicht ohne weiteres von Effekten der sportlichen Belastung zu differenzieren. Besonders

gravierend ist, dass durch eine gleichzeitige erhebliche Überversorgung mit Calcium und Phosphor die Gefahr einer erhöhten Absorption besteht (HINTZ et al. 1973).

Der Vitamin E- Bedarf war im Gegensatz zu den anderen Vitaminen bei einer großen Zahl der Pferde nicht gedeckt. Nur 16 Pferde waren ausreichend versorgt, die übrigen erhielten weniger als 50 % der Empfehlung. Wie Abbildung 3 zeigt, waren viele mit Vitamin E nicht ausreichend versorgte Pferde auch mit Selen unterversorgt. Dies ist bei Forderung größerer körperlicher Leistungen nicht empfehlenswert. Hinzu kommt, dass die Pferde auch saisonal keinen Ausgleich durch größere Mengen an Weidegras haben, ihre Vitamin E Speicher also während ihrer Sportkarriere nicht wieder auffüllen können. Vitamin E-Mangel wird mit der Equine motor neurone disease (EMND) in Verbindung gebracht (DIVERS 2005). Hierbei kommt es zu einem schwankenden Stand in der Hinterhand sowie Abbau der Muskulatur und Muskelzittern (DIVERS 2005). Auch wenn dies keine häufige Erkrankung ist, ist kein Grund zu erkennen, Sportpferde mit Vitamin E unterzuversorgen, zumal eine gewisse Überversorgung bei diesem Vitamin unbedenklich wäre. Es sollte daher auf eine ausgewogene Vitaminversorgung durch die Zusatzfutter geachtet werden und nicht „im Blindflug“ vitaminisierte Produkte aller Art eingesetzt werden.

In Anbetracht möglicher Schad- und Nutzeffekte der unkorrekten bzw. der ausgeglichenen Versorgung, der Kosten von Vitaminpräparaten, und der Kosten einer Rationsberechnung ist es unverständlich, dass Pferde, an die höchste Anforderungen gestellt werden, nicht eine bilanzierte Ration erhalten. Eine nicht vollständig bekannte Grundfutterzusammensetzung wird häufig als Argument gegen eine Rationsberechnung angeführt. Wie die vorliegende Studie zeigt, können aber wesentliche Fehler erkannt und eliminiert werden, ohne dass die Zusammensetzung des Grundfutters exakt bekannt ist.

Vitamin E % Bedarf

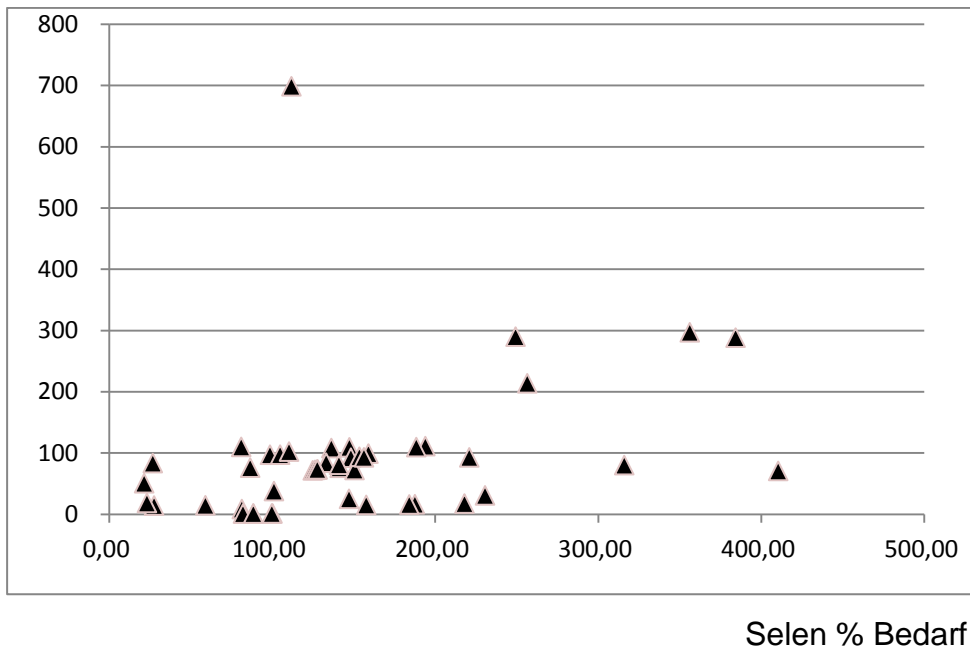


Abbildung 4: Beziehungen zwischen der Se- und Vitamin E-Aufnahme jeweils in % des Bedarfs

### 5.2.6 Artgerechtigkeit der Fütterung

Unabhängig davon, welchen Maßstab man anlegt, war die Fütterung im Hinblick auf die Erfüllung des Kaubedürfnisses nicht in allen Betrieben artgerecht. So wurden die als Faustregel geltenden 1,5 kg Heu pro 100 kg KM (KAMPHUES et al. 2009) im Mittel nicht erreicht, lediglich 1,35 kg/100 kg KM wurden verfüttert. Der Erhaltungsbedarf, der nach ZEYNER et al. (2011) aus Grundfutter gedeckt werden soll, wurde im Mittel nur zu zwei Drittel aus Heu erfüllt. In diesem Kontext ist anzumerken, dass einige Betriebe angaben, auch bei lahmheitsbedingter Boxenruhe Kraftfutter für die Erhaltung zu benötigen. Die nach MEYER et al. (1975) geschätzte Verzehrszeit von hier im Durchschnitt 6–7 Stunden und ca. 29800 Kauschlägen ebenfalls zu kurz. Es stellt sich die Frage, ob die knappe Raufutterfütterung aus logistischen Gründen wie z.B. zur Kosten- und Arbeitersparnis oder aus sportphysiologischen Gründen, z.B. zur Reduktion des Totgewichtes im Bauchraum, erfolgt. Weiteres kann man allerdings bei Betrachtung der Heufütterung in Abhängigkeit vom Erfolgsranking der Reiterlichen Vereinigung innerhalb der Studie ausschließen. Hier ergab sich keine Korrelation einer geringen Heufütterung für die besonders erfolgreichen Ställe.

Für die Dickdarmfunktion, insbesondere auch zur Kolikprävention, werden nach ZEYNER et al. (2011) 1 kg Heu/100 kg KM empfohlen. Dieser Wert wurde bei einigen Ställen unterschritten. Hier könnte allerdings durch Stroheinstreu ein gewisser Ausgleich erfolgt sein. Nicht überraschend ist, dass das Minimum für die Darmfunktion von 0,5 kg/100 kg KM (MEYER 1986) nirgendwo unterschritten wurde.

Der von MEYER und COENEN (2014) angegebenen Empfehlung, das Raufutter auf drei Portionen aufzuteilen, kamen nur 2 der 11 Ställe nach. Auch der Maßgabe, das Raufutter im Verhältnis von Verhältnis von  $1/4 - 1/4 - 1/2$  aufzuteilen bzw. sie in zwei Portionen zu  $1/3$  morgens und  $2/3$  abends aufzuteilen, wurde nur in einem Stall entsprochen.



### 6. ZUSAMMENFASSUNG

Saskia van Ost

Eine Feldstudie zu Energiebedarf und Rationsgestaltung bei Hochleistungsspringpferden

Lehrstuhl für Tierernährung und Diätetik; Tiermedizinische Fakultät;

Ludwig-Maximilians-Universität München

**Einleitung:** In der vorliegenden Studie wurde die praxisübliche Fütterung von Springpferden, die in der schweren Klasse starten untersucht. Es wurden Daten zur Aufnahme an Energie und Nährstoffen, an kaufähigem Raufutter sowie zur Arbeitsbelastung (Dauer der Arbeit in den Grundgangarten in Minuten) erhoben und mit Versorgungsempfehlungen verglichen.

**Material und Methoden:** Für die Studie wurde ein Fragebogen erstellt, welcher für 51 verschiedene Pferde aus 12 unterschiedlichen Ställen eingesetzt wurde. Die Reiter bzw. Besitzer oder Pfleger beantworteten Fragen zu Fütterung, Training und Aufstallung der Pferde. Die täglichen Futterrationen wurden dokumentiert, gewogen und beurteilt, die Körpermasse (KM) der Pferde mittels Maßband ermittelt. Der Bedarf an umsetzbarer Energie wurde wie folgt geschätzt: Erhaltungsbedarf =  $KM^{0,75} \times 0,52$  MJ ME. Dazu wurde der Leistungsbedarf addiert, wobei für Schritt pro Minute und kg KM 0,17 kJ/kg KM/min für das Pferd und ein zusätzlicher Aufschlag von 15 % für den Reiter, also insgesamt 0,19 kJ/kg KM/min veranschlagt wurden. Für Trab und Galopp wurde mit 0,42 bzw. 0,48 kJ/kg KM/min und im Galopp mit 1,8 bzw. 1,92 kJ/kg KM/min gerechnet.

**Ergebnisse:** Die Körpermasse der Springpferde lag zwischen 472 und 690 kg und betrug im Mittel 586 kg. Der BCS lag in einigen Fällen bei 4 und in einigen Fällen bei 6, im Mittel bei 5. Das Training setzte sich aus der Bewegung in der Führmaschine, Arbeit an der Longe und der Arbeit unter dem Reiter zusammen. Im Mittel wurden die Pferde 82 Minuten im Schritt, 15 Minuten im Trab und 16 Minuten im Galopp bewegt. Die Aufnahme an Energie betrug 91 MJ ME und entsprach im Mittel in etwa dem für die angegebene Arbeit berechneten Bedarf von 93 MJ ME. Allerdings gab es erhebliche individuelle Abweichungen. Die Proteinaufnahme erreichte nicht immer die Empfehlung des NRC (2007) für arbeitende Pferde. In 18% der Fälle wurde der durchschnittliche Rp-Bedarf von 845 g für ein 550 kg schweres Pferd nicht gedeckt.

Die Ca- Bedarf von 19 g wurde im Mittel um das 3,3-fache und teilweise bis zum fünffachen gedeckt. Unterschritten wurde der Bedarf nicht. Gleiches gilt für Phosphor. Der mittlere

P-Bedarf von 13 g wurde, mit im Mittel 35 g/Tier und Tag, überschritten. Das Ca/P-Verhältnis lag mit im Mittel 1,8 und Minimal- sowie Maximalwerten von 1,1 und 2,8 im geforderten Bereich, der sich zwischen 1,0 und 3,0 befindet.

Der K- und Cl-Bedarf wurde großzügig aus dem Grundfutter gedeckt. Die Na-Aufnahme lag zwischen 6 und 50 g und betrug im Mittel 19 g/Tier und Tag. Auch die Tiere die deutlich weniger Natrium aufnahmen, zeigten keinerlei Anzeichen einer Na-Unterversorgung.

Der Se- Bedarf von 1,2 mg/Tier/Tag wurde mit im Schnitt 1,8 mg/Tier/Tag gedeckt. Die Maximalaufnahme lag beim fünffachen des Bedarfs, in einigen Fällen wurde der Bedarf mit 0,3 mg/Tier/Tag unterschritten. Klinische Ausfallserscheinungen zeigten sich in beiden Fällen nicht. Der Bedarf an Eisen von im Mittel 476 mg/Tier und Tag wurde mit 1573 g aus dem Grundfutter gedeckt. Zu Unterschreitungen des Bedarfs kam es nicht. Auch beim Mangan wurde der Bedarf von 476 mg/Tier/Tag mit im Mittel 811 mg/Tier und Tag aus dem Grundfutter gedeckt. Zu Unterschreitungen, die aber keine klinischen Symptome zur Folge hatten, kam es mit einer Minimalaufnahme von 43 mg/Tier/Tag. Der Cu-Bedarf (im Mittel 119 mg/Tier/Tag) und Zn-Bedarf (476 mg/Tier/Tag) wurde mit einer mittleren Aufnahme von 145 mg/Tier/Tag (Cu) bzw. 611 mg/Tier/Tag (Zn) im Mittel gedeckt. Bei beiden Spurenelementen wurde der Bedarf in einigen Fällen unterschritten, dies führte allerdings zu keinerlei klinischen Ausfallserscheinungen. Der Vitamin A-Bedarf von 17862 IE für die Erhaltung sowie der für Leistung von 26793 IE/Tier/Tag wurde mit durchschnittlich 99666 IE/Tier/Tag großzügig gedeckt. Minimal wurden 24000 IE/Tier und Tag aufgenommen, maximal 374721 IE/Tier und Tag. Selbst wenn das  $\beta$ -Carotin aus dem Grundfutter nicht berücksichtigt wurde kam es mit einer mittleren Vitamin A-Aufnahme von 76945 IE/Tier und Tag aus Zusatzfuttermitteln in keinem Fall zu einer Unterversorgung. Der Vitamin E Bedarf von im Mittel 1191 mg/Tier/Tag wurden mit Aufnahmen von im Mittel 1087 mg/Tier/Tag nicht gedeckt. Minimalwerte von 13 mg/Tier und Tag führten zu keinerlei klinisch auffälligen Symptomen. Es wurde im Schnitt das Vierfache, in einigen Fällen das 16-fache des Bedarfs von 3573 IE an Vitamin D gefüttert.

Die Pferde in der Studie wurden zum Teil nicht vollständig artgerecht gefüttert, die kaufähige Trockensubstanz, der u.a. Heu und Heulage angehören, lag im Mittel bei 7,0 kg. Dabei wurde bei 38 % der Pferde, der Erhaltungsbedarf nicht aus dem Grundfutter gedeckt. Hierzu ist ausdrücklich anzumerken, dass die besonders erfolgreichen Ställe der Auswahl dieser Studie ausreichend Grundfutter gaben.

Die hygienische Qualität der Futtermittel war gut, bis auf leichte Mängel konnten keine Abweichungen festgestellt werden.

**Schlussfolgerung:** In der vorliegenden Studie wurden als wesentliche Fütterungsfehler bei Hochleistungsspringpferden eine unzureichende Grundfutterfütterung, eine knappe Proteinversorgung, Überversorgung mit Calcium und Phosphor sowie eine knappe Spurenelementversorgung, überhöhte Versorgung mit Vitamin A und D sowie eine knappe Vitamin E-Zufuhr, in einigen Fällen in Kombination mit einer möglicherweise knappen Se-Aufnahme beobachtet werden. Diese Fehler unterscheiden sich nicht wesentlich von den typischerweise bei der Ernährungsberatung am Lehrstuhl identifizierten Problemen in Rationen für weniger hochleistende Pferde.

### 7. SUMMARY

#### **Saskia van Ost**

A field study on energy requirements and diet formulation for show jumpers

Institute of Feeding and Nutrition; Faculty of Veterinary Medicine;

Ludwig-Maximilians-University Munich

**Introduction:** In the present study, the usual practice of feeding show jumping horses that start in the heavy class was examined. Data to energy- and nutrient intake, chewable roughage and workload (duration of work in the basic gaits in minutes) were collected and compared with general feeding recommendations.

**Materials and Methods:** For the study, a questionnaire was created, which was used for 51 different horses from 12 different stables. The rider, owners and grooms were questioned about feeding, training and stabling of horses. The daily rations were documented, weighed and evaluated, the BW of horses determined by measuring tape. The requirement of metabolizable energy was estimated as followed: conservation needs:  $= BW^{0,75} \times 0,52 \text{ MJ ME}$ . The performance requirement was added, which was 0,17 kJ/kg BW for the horse per minute for walk plus an additional of 15% for the rider. In total 0,19 kJ/kg BW per minute were estimated. For trot 0,42 respectively 0,48 kJ/kg KM/min, for canter 1,8 respectively 1,92 kJ/kg BW/min were added.

**Results:** The bodyweight (BW) of the show jumpers was between 472 and 690 kg. In average it was about 586 kg. The BCS was in some cases 4 and 6, on average 5. The training consisted of moving the horse in the walker, longing and riding. On average the horses walked 82 min/day, trotted 15 min/day and cantered 16 min/day.

The daily intake was about 91 MJ and corresponded approximately to the calculated means for the medium exercise of 93 MJ ME.

There was considerable individual variation. Protein intake did not always reach the recommendation of the NRC (2007) for exercising horses. In 18% of cases the average protein requirement of 845 g for a horse with a BW of 550 kg was not covered. The calcium requirement of approximately 19 g was covered by 3,3 times and sometimes up to five times. The intake has not been below the requirement. The same applies for phosphorus. The requirement of 13 g was exceeded with an average intake of 35 g/horse and day. The

## SUMMARY

---

Ca/P-ratio was on average 1,8. The minimum was 1,1, the maximum value 2,8. Ca/P-ratio has been in the required range of 1,0–3,0.

The K- and Cl-requirements were covered generous from the basic feed. The sodium intake was 6–50 g, the mean intake was 19 g/horse and day. Horses that were recorded with less sodium showed no signs of Na-deficiency. The selenium requirement of 1,2 mg/horse/day was covered with an average of 1,8 mg/horse/day. The maximum intake was five times the requirement. In some cases the intake was below the requirement with 0,3 mg/horse/day. No clinical deficits occurred. The iron-requirement of in average 476 mg/horse/day was covered with 1573 g of the basal diet. There was no horse with an intake below the requirement. The manganese requirement of 476 mg/horse/day was covered by an intake of 811 mg/horse/day from the basic feed. With 43 mg/horse/day the intake of manganese was below the requirement. These horses did not show any clinical symptoms. The requirements for Cu (119 mg/horse/day) and Zn (476 mg/horse/day) were covered with an average intake of 145 mg/horse/day (Cu) or 611 mg/horse/day (Zn). In both trace elements, the intake was below the requirements in some cases, but this did not cause any clinical deficits. The vitamin A-requirement of 17.862 IU/horse/day for maintenance and 26.793 IU/horse/day for exercise was covered generously with an average of 99.666 IU/horse/day. Minimum of 24.000 IU/horse/day was taken in, maximum of 374.721 IU/horse/day. Even if the  $\beta$ -carotene was not included in the basic feed, a vitamin-A intake of 76.945 IU/horse/day was sufficient and in no case caused undersupply. The requirement of Vitamin E (1191 mg/horse/day) was not covered with an intake of 1087 mg/horse/day in average. Minimum intakes of 13 mg/horse/day did not cause any clinically noticeable symptoms.

In average it was fed the 4-6 time higher amounts of the requirements of Vitamin-D which was 3572 IU/horse/day.

The horses in the study were not always fed as appropriated and required. In some cases, the chewable roughage, which includes hay and haylage was in average 6,9 kg.

In this case, the maintenance requirement of 38% of the horses, was not covered by the basic feed.

It should be noted that the most successful stables out of this study fed sufficient forage.

The hygienic quality of feed was good, except for minor deficiencies, no discrepancies were found.

### Conclusions:

The present study showed that the main errors in feeding in highlevel sport horses was insufficient basic feeding, scarce protein supply, an oversupply of calcium und phosphor, a

## SUMMARY

---

scarce supply of trace elements, an excessive intake of Vitamin A and D as well as a brief Vitamin E- intake, often identified with insufficient selenium. These errors do not differ considerably from those identified in the nutrition consultancy at the Institute of Feeding and Nutrition for less leveled horses.

## 8. LITERATURVERZEICHNIS

**ALEXANDER F. (1966)**

A study of parotid salivation in the horse  
J. Physiol. 184(3): 646-56

**ART, T., AMORY, H., DESMECHT, D., LEKEUX, P. (1990)**

Effect of show jumping on heart rate, blood lactate and other plasma biochemical values  
Equine Vet. J. 22: 78-82

**BMELV (2009)**

Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten  
Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft & Verbraucherschutz, Referat Tierschutz  
BMELV, Bonn

**BREIDENBACH, A., SCHLUMBOHM, C., HARMEYER, J. (1998)**

Peculiarities of vitamin D and of the calcium and phosphate homeostatic system in horses  
Vet. Res. 29: 173-186

**BRÜSSOW, N. A. S. (2006)**

Effekte verschiedener Futtermittel und –bearbeitungsformen auf die Futteraufnahmedauer, die Kaufrequenz und die Kauintensität beim Pferd  
Hannover, Tierärztliche Hochschule, Diss.

**BRUNNER, J., WIECHERT, B., BURGER, D., VON PEINEN, K., LIESEGANG, A. (2012)**

A survey on the feeding of eventing horses during competition  
J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 96: 878-884

**CARROLL, C.L., HUNTINGTON, P.J. (1988)**

Body condition scoring and weight estimation of horses  
Equine Vet. J. 20: 41-45

**COENEN, M., LANDES E., ASSMANN G. (1998)**

Selenium toxicosis in the horse – case report  
J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 80(2-5): 153-157

**COENEN, M. (2005)**

About the predictability of oxygen consumption and energy expenditure in the exercising Horse  
In: Proc. 19<sup>th</sup> Equine Science Soc., Tucson, AZ: 123

**CUDDEFORD, D. (2013)**

Factors affecting feed intake  
In: Geor, R., Coenen, M., Harris, P., Equine applied and clinical nutrition – Health, welfare and performance  
Saunders Elsevier, London: 64-8

**CROZIER, J.A., ALLEN, V.G., JACK, N.E., FONTENOT, J.P., COCHRAN, M.A. (1997)**

Digestibility, apparent mineral absorption, and voluntary intake by horses fed alfalfa, tall fescue, and caucasian bluestem  
J. Animal Sci. 75: 1651-1658

**DAMKE, C. (2008)**

24- stündige intragastrale pH- Metrie beim Pferd während der Fütterung verschiedener Rationen  
Leipzig, Veterinärmedizinische Fakultät Universität Leipzig, Diss.

**DIVERS, T. (2005)**

Equine Motor Neuron Disease  
J. Equine Vet. Sci. 25: 238-240

**DLG FUTTERWERTTABELLE (1973)**

Mineralstoffgehalte in Futtermitteln  
Herausgeber Universität Hohenheim-Dokumentationsstelle  
2. erweiterte und neu gestaltete Auflage DLG Verlag, Frankfurt am Main

**DLG FUTTERWERTTABELLE (1998)**

Pferde  
Herausgeber Universität Hohenheim-Dokumentationsstelle  
3. erweiterte und neu gestaltete Auflage DLG Verlag, Frankfurt am Main

**DOENECKE, D., KOOLMAN, J., FUCHS, G., GEROK, W. (2005)**

Übersicht über die Biosynthese von Aminosäuren  
In: Karlsons Biochemie und Pathobiochemie  
15., komplett überarbeitete und neugestaltete Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart: 447

**DONOGHUE, S., KRONFELD, D.S., BERKOWITZ, S.J., COPP, R.L. (1981)**

Vitamin A nutrition of the equine: growth, serum biochemistry and hematology  
J. Nutr. 111: 365-374

**EATON, M.D., HODGSON, D.R., EVANS, D.L., ROSE, R.J. (1995):**

Effect of treadmill incline and speed on metabolic rate during exercise in thoroughbred Horses,  
J. Appl. Physiol. 79: 951-957

**FEIGE, K., FÜRST, A., WEHRLE ESER, M. (2002)**

Auswirkungen von Haltung, Fütterung und Nutzung auf die Pferdegesundheit unter besonderer Berücksichtigung respiratorischer und gastrointestinaler Krankheiten  
Schweiz. Arch. Tierheilkd, 144(7): 348-355



**FRANK, T. (2001)**

Versorgung von Pferden in Oberbayern mit den Spurenelementen Zink, Kupfer, Selen- Eine Feldstudie  
München, Ludwig-Maximilians- Universität, Diss.

**FUGAZZOLA, M. C., OHNESORGE, B. (2009)**

Wie beeinflussen Einstreu und Futter die Lungenfunktion–Anhaltspunkte zur Haltungsoptimierung  
Pferdespiegel, 12(04), 164-168

**FUHRMANN, V. H., PELZ, G., SALLMANN, H. -P. (1999)**

Die Wirkung einer Vitamin-A-Zulage auf die Konzentration einzelner antioxidativer Komponenten und die Antioxidative Kapazität im Serum von Ponys  
J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 82: 264–270

**GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE DER HAUSTIERE (1982)**

Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere  
Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde Nr. 2  
DLG- Verlag, Frankfurt/Main

**GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE (GfE) (1994)**

Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere  
Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde  
Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie  
DLG- Verlag, Frankfurt/Main

**GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE (GfE) (2014 )**

Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere Nr.11  
Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde  
Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie  
DLG- Verlag, Frankfurt/Main

**GLOCKER, A. (2003)**

Literaturstudie zur quantitativen Schätzbarkeit der Mineralstoffgehalte von Grünlandaufwüchsen im Hinblick auf die computergestützte Ernährungsberatung beim Pferd  
München, Ludwig-Maximilians-Universität, Diss.

**GOREN, G. (2014)**

Grünfutter und Grünfutterkonserven modifizieren den Säuren-Basen-Haushalt des Pferdes  
München, Ludwig-Maximilians-Universität, Diss.

**GRAHAMS-THIERS, P.M., KRONFELD, D.S., HATSELL, C., STEVENS, K., MC CREIGHT, K. (2005)**

Amino acid supplementation improves muscle mass in aged and young horses  
J. Anim. Sci. 83: 2783-2788

**GÜCK, T., SALLMANN, H.-P., FUHRMANN, H. (2000)**

Influence of increased vitamin A supplements on  $\alpha$ -tocopherol and retinoids in serum and lipoproteins of Shetland ponies  
J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 84(3-4): 95-101

**HARRINGTON, D.D., WALSH, J., WHITE, V. (1973)**

Clinical and pathological findings in horses fed zinc deficient diets  
In: Proc. 3<sup>rd</sup> Equine Nutr. Physiol. 51

**HARRINGTON, D.D. (1982)**

Acute vitamin D2 (ergocalciferol) toxicosis in horses—case report and experimental studies  
J. Am. Vet. Med. Assoc. 180: 867-873

**HARRINGTON, D.D., PAGE, E.H. (1983)**

Acute vitamin D3 toxicosis in horses—case report and experimental studies of the comparative toxicity of vitamin- D2 and vitamin D3  
J. Am. Vet. Med. Assoc. 182: 1358-1369

**HARTFIEL, W., BAHNERS, N. (1988)**

Selenium Deficiency in the Federal Republic of Germany  
Biol. Trace Element Res. 15(1): 1-12

**HENNEKE, D.R., POTTER, G.D., KREIDER, J.L., YEATES, B.F. (1983)**

Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares  
Equine Vet. J. 15: 371-372

**HINTZ, H.F., SCHRYVER, H.F., LOWE, J.E., KING, J. KROOK, L. (1973)**

Effect of vitamin D on Ca and P metabolism in ponies  
J. Anim. Sci. 37: 282 (Abstract)

**HINTZ, H.F., SCOTT, J., SODERHOKM, L.V., WILLIAMS, J. (1985):**

Extruded feeds for horses  
In: Proc. 9th Equine Nutr. Physiol. Symp. 174-176

**HOIS, C., KIENZLE, E., SCHULZE, A. (2005):**

Gewichtsschätzung und Gewichtsentwicklung bei Fohlen und Jungpferden  
Pferdeheilkd. 21: 552-558

**HOYER, I. (1975)**

Energie-, Protein-[Versorgung], Calcium-[Versorgung] und Phosphor-Versorgung bei Pferden im Vergleich zum Nährstoffbedarf.  
Kiel, Christian-Albrechts-Universität, Diss.

**JANSEN, W.L., VAN DER KUILEN, J., GEELEN, S.N.J., BEYNEN, A.C. (2000)**

The effect of replacing nonstructural carbohydrates with soybean oil on the digestibility of fibre in trotting horses  
Equine Vet. J. 32: 27-30

**JANSEN, W.L., VAN DER KUILEN, J., GEELEN, S.N.J., BEYNEN, A.C. (2002)**

Dietary soybean oil depressed the apparent digestibility of fibre in trotters when substituted for an iso-energetic amount of corn starch or glucose  
Equine Vet. J. 34: 302-305

**JANSSON, A., SAASTAMOINEN, M., Lindberg J.E. (2012)**

Forage feeding systems  
In: Forages and grazing in horse nutrition  
Wageningen Academic Publishers, Wageningen: 289-303

**JEROCH, H.; FLACHOWSKY, G.; WEIßBACH, F. (1993)**

Futtermittelkunde  
Gustav Fischer Verlag, Jena

**KAMPHUES, J., FIMMEN, H., KÜSTERMANN, S., MEYER, H. (1991)**

Lipopolysaccharides in feedstuffs for horses  
J. Equine Vet. Sci., 11(1): 36-41

**KAMPHUES, J., COENEN, M., KIENZLE, E., PALLAUF, J., SIMON, O., ZENTEK, J. (2004):**

Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung  
10., überarbeitete Auflage Verlag M. und H. Schaper, Alfeld-Hannover

**KAMPHUES, J., COENEN, M., IBEN, C., KIENZLE, E., PALLAUF, J., SIMON, O., WANNER, M., ZENTEK, J. (2009):**

Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung  
11. Auflage Verlag M. und H. Schaper, Alfeld-Hannover:

**KIENZLE, E., FEHRLE, S., OPITZ, B. (2002):**

Interactions between the apparent energy and nutrient digestibilities of a concentrate mixture and roughages in horses  
J. Nutr. 132: 1778–1780

**KIENZLE, E., SCHRAMME, C.S. (2004)**

Beurteilung des Ernährungszustandes mittels Body Condition Scores und Gewichtsschätzung beim adulten Warmblutpferd  
Pferdeheilkd 20: 517-524

**KIENZLE, E., MÖLLMANN, F., NATER, S., WANNER, M.; WICHERT, B. (2008)**

Mineral content of hay harvested in Bavarian and Swiss horse farms. Predictive value of cutting time, number of cut, botanical composition, origin and fertilization  
J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 92: 712–717

**KIENZLE, E., COENEN, M., ZEYNER, A. (2010)**

Der Erhaltungsbedarf von Pferden an umsetzbarer Energie  
Übers. Tierernährung 38: 33-54

**KIENZLE, E., ZEYNER, A., ELLIS, A. D., LONGLAND, A. C., COENEN, M., MIRAGLIA, N. (2010)**

Metabolizable energy for horses: development of a simple and flexible feed evaluation system  
In: The impact of nutrition on the health and welfare of horses. 5th European Workshop on Equine Nutrition, Cirencester, UK, 19-22 September, 2010  
Wageningen Academic Publishers, Wageningen: 37-39

**KIENZLE, E., BURGER, A. (2011)**

Der Erhaltungsbedarf des Pferdes an Mengenelementen  
Übers. Tierernährung 39: 67-104

**KIENZLE, E., ZEYNER, A. (2013)**

Der Salzbedarf des Pferdes, eine kritische Betrachtung  
Tagungsheft/Proceedings zur XX. Tagung über Pferdekrankheiten im Rahmen der EQUITANA  
wak Verlag, Gescher: 89- 97

**KIENZLE, E., ZEYNER, A: 2014**

Nur Raufutter, geht das?  
LBH: 7. Leipziger Tierärztekongress – Tagungsband 2

**KRONFELD, D.S., MEACHAM, T.N., DONOGHUE, S. (1990)**

Dietary aspects of developmental orthopedic disease in young horses  
Vet.Clin. Nort Am. Equine Pract. 6(2): 451-465

**KÖLLE, H. (1984)**

Über die Fütterung von Hochleistungspferden sowie die Tränkwasseraufnahme (mit und ohne Salz/Glucosezusatz) bei Pferden während und nach der körperlichen Arbeit  
Hannover, Tierärztliche Hochschule, Diss.

**KÜSTERMANN, S. (1989)**

Eine Feldstudie zum Hygienestatus von Pferdefuttermitteln unter besonderer Berücksichtigung des Lipopolysaccharidgehaltes  
Hannover, Tierärztliche Hochschule, Diss.

**LEKEUX, P., ART, T., LINDEN, A., DESMECHT, D., AMORY, H. (1991)**

Heart rate, Hematological and Serum Biochemical Response to Show Jumping  
Equine exercise physiology 3: 385-390

**LENSING, A. (1998)**

Eine Pilotstudie zum Einfluss der Fütterung auf Knochenmarker beim Pferd. München, München, Ludwig-Maximilians-Universität, Diss.

**LPO (2008)**

Leistungs- Prüfungs- Ordnung / Regelwerk für den Turniersport  
FN Verlag, Warendorf

**McCUTCHEON, L.J., GEOR, R.J. (1998)**

Sweating. Fluid and ion losses and replacement  
Vet. Clin. Nort Am. Equine Pract. 14: 75-95

**MEYER, H., AHLWEDE L, REINHARDT HJ. (1975)**

Studies on the duration of feeding, masticatory frequency and mincing of feed in horses  
Dtsch Tierarztl Wochenschr. 82(2): 54-8

**MEYER, H. (1980)**

A report on the regulation of feed intake by horses.  
Dtsch Tierarztl Wochenschr. 87(11): 404-8

**Meyer, H. (1986)**

Pferdefütterung  
1. Auflage, Parey, Berlin

**MEYER, H. (1990)**

Assessing of the mineral supply of horses by urine analysis  
In: Contribution to water and mineral metabolism in the horse  
Animal Nutrition 21, H. Meyer und B. Stademann, eds. Adv. Anim. Physiol.: 86-97

**MEYER, H.; Stademann B.; Radicke S.; Kienzle E.; Nyari A. (1993)**

Untersuchung zum Einfluß der Futterart auf Füllung und Zusammensetzung des Verdauungskanal sowie postprandiale Blut- und Harnparameter  
Pferdeheilkd. 9(1): 15-25

**MEYER, H.; COENEN, M. (2002)**

Pferdefütterung  
4., erweiterte und aktualisierte Auflage, Parey, Berlin

**MEYER, H.; COENEN, M. (2014)**

Pferdefütterung  
5., vollständig überarbeitete Auflage, Enke Verlag, Stuttgart

**MÖLLMANN, F. (2007)**

Analysen und Abschätzung des Mineralstoffgehaltes in  
Heuproben aus oberbayerischen Pferdehaltungsbetrieben  
München, Ludwig-Maximilians-Universität, Diss.

**MORRIS, E. A., SEEHERMAN, H. J. (1991)**

Clinical evaluation of poor performance in the racehorse: the results of 275 evaluations.  
Equine Vet. J. 23: 169–174

**NRC (2007)**

Nutrient requirements of horses,  
6<sup>th</sup> rev.ed., National Academy Press, Washington D.C.

**OWENS, E. (2005)**

Sport horse nutrition-An Australian perspective.  
In: J.D. Pagan (Ed.) Advances in Equine Nutrition  
Nottingham University Press, Nottingham: 185-192

**PAGAN, J.D., HARRIS, P., BREWSTER-BARNES, T., DUREN, S.E., JACKSON, S.G. (1998)**

Exercise affects digestibility and rate of passage of all-forage and mixed diets in  
thoroughbred horses  
J. Nutr.128: 2704S–2707S

**PAGAN, J.D., HINTZ, H.F. (1986)**

Equine energetics II. Energy expenditure in horses during submaximal exercise  
Journal of animal science, 63: 822-830

**PALM, F., AURICH, C., STEININGER, B., AURICH, J., KIENZLE, E. (2012)**

Bestimmung von Selen, Zink und Kupfer in Haaren von Stuten und deren neugeborenen  
Fohlen  
Tierärztl. Umsch. 67: 512-519

**RUDAT, R. (1993)**

Einfluß der Fütterung (Heu versus Kraftfutter) auf die Feinstruktur der Dickdarmschleimhaut  
beim Pferd  
Hannover, Tierärztliche Hochschule, Diss.

**SCHIELE, K. (2008)**

Einfluss reduzierter Futterzuteilung zweier verschiedener Heuqualitäten auf Passagedauer  
und Verdaulichkeit bei Ponys.  
München, Ludwig-Maximilians-Universität, Diss.

**SCHRAMME, C.S. (2003)**

Body Condition Scores und biometrische Daten zur Abschätzung des Körpergewichtes bei Warmblutpferden  
München, Ludwig-Maximilians-Universität, Diss.

**SCHRYVER, H.F., HINTZ, H.F., CRAIG P.H. (1971)**

Phosphorus metabolism in ponies fed varying levels of phosphorus  
J. Nutr. 101: 1257-1263

**SCHÜLER, C. (2009)**

Eine Feldstudie zu Energiebedarf und Energieaufnahme von arbeitenden Pferden zur Überprüfung eines Bewertungssystems auf der Stufe der umsetzbaren Energie  
Berlin, Freie Universität, Diss.

**SCHÜTZ, M. (1999)**

Vergleich der Fütterung von Heu und einer Grasanwelksilage (Horse Hage®) hinsichtlich der Staubfreisetzung sowie des Krankheitsverlaufs von Pferden mit chronisch obstruktiver Bronchitis (COB)  
Gießen, Justus Liebig Universität, Diss.

**STEFFENS, B. (1996)**

Ein Beitrag zur Fütterung und Haltung von Militärpferden im 18. und 19. Jahrhundert  
Hannover, Tierärztliche Hochschule, Diss.

**STICKDORN, T., ELLIS, A.D., KIENZLE, E. (2012)**

Horse feed hygiene evaluation with microbial and sensory examination  
In Forages and grazing in horse nutrition  
Wageningen Academic Publishers, Wageningen: 255-262

**St. LAWRENCE, A.C., LAWRENCE, L.M., COLEMAN, R.J. (2001)**

Using an empirical equation to predict the voluntary intake of grass hays by mature equids  
In: Proceedings of the 17th Equine Nutr. Physiol. Soc. Symp. Kentucky, USA: 99–100

**TAYLOR, C.R., HEGLUND, N.C., MALOIY, G.M.O. (1982)**

Energetics and mechanics of terrestrial locomotion Metabolic energy consumption as a function of speed and body size  
J. Exp. Biol. 97: 1-21

**VAN DEN HOVEN, R., BAUER, A., HACKL, S., ZICKL, M., SPONA, J. ZENTEK, J. (2010)**

Changes in intramuscular amino acid levels in submaximally exercised horses—a pilot study  
J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 94(4): 455–464

**WICHERT, B., NATER, S., WITTENBRINK, M. M., WOLF, P., MEYER, K. WANNER, M. (2008)**

Judgement of hygienic quality of roughage in horse stables in Switzerland.  
J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 92: 432–437

**ZEYNER, A., KIENZLE, E. (2002)**

A method to estimate digestible energy in horse feed,

J. Nutr. 132: 1771S-1773S

Modifiziert nach dem Ausschuß für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (2003)

In: Proc. Soc. Nutr. Physiol. 12: 123-126

**ZEYNER, A. (2003)**

Verdauungsphysiologie von Ileum und Caecum beim Pferd.

Pferdeheilkd. 19(4): 391-396

**ZEYNER, A. (2008)**

Energy providing nutrient sources-Nutrition of the exercising horse

EAAP Publication 125: 277-294

**ZEYNER, A., KIRCHHOF, S., SUSENBETH, A., SÜDEKUM, K. H., KIENZLE, E. (2010)**

Protein evaluation of horse feed: a novel concept. The impact of nutrition on the health and welfare of horses (Eds.: AD Ellis, AC Longland, M. Coenen, N. Miraglia)

EAAP Publication 128: 40-42

**ZEYNER, A. (2011)**

Artgerechte Pferdefütterung

In: Distl, O., Sieme, H., Zeyner, A. Pferdezücht,-haltung und-fütterung: Empfehlungen für die Praxis

W. Brade (Ed.). VTI, Braunschweig: 164-166

**ZEYNER, A., HARRIS, P.A. (2013)**

Vitamins

In: Geor, R.J., Harris, P.A., Coenen, M. Equine applied and clinical nutrition

Elsevier, Edinburgh: 168-189

**ZEYNER, A., ROMANOWSKI, K., VERNUNFT, A., HARRIS, P., KIENZLE, E. (2013)**

Scoring of sweat losses in exercising horses – a pilot study

J. Anim.Physiol. Anim. Nutr. 98(2): 246-250

**ZMIJA, G. (1991)**

Fütterungspraxis bei Galopp- und Trabrennpferden

Hannover, Tierärztliche Hochschule, Diss.

**ZUNTZ, N., HAGEMANN, O. (1898):**

Untersuchungen über den Stoffwechsel des Pferdes bei Ruhe und Arbeit,

Landwirtsch.Jb.27, Erg. Bd. III: 266, 285-338

**ZWIRGLMAIER, S. (2013)**

Einfluss routinemäßiger Zahnbehandlungen bei Pferden auf maximale Raufutteraufnahme, scheinbare Futterverdaulichkeit und Kotpartikelgröße

München, Ludwig-Maximilians-Universität, Diss.



## 9. ANHANG

Tabelle 32: Entnommene Werte für Heu, Heulage, Stroh und Getreide I aus Futterwerttabellen der DLG (1973, 1998), JEROCH et al. (1993), MÖLLMANN (2007), MEYER und COENEN (2002)

Futtermittel*	TS g	DE MJ	ME MJ	Rp g	Rfe g	Rfa g	Ca g	P g	Na g	Cl g	Mg g	K g
Heu,1.Aufwuchs, Ende Blüte	860	7,3	6,1	76,5	18,1	294,1	4,3	2,4	1,0	6,7	1,6	17,2
Heu,2.Schnitt, > 4 Wochen	860	7,8	6,5	104,9	25,8	237,4	4,6	2,9	1,0	6,7	0,9	14,6
Heulage 2. > 4 Wochen	800	7,3	6,1	97,6	24,0	220,8	4,3	2,7	1,0	6,24	0,8	13,6
Weizenstroh	860	4,8	3,8	31,8	12,0	367,2	2,6	0,8	0,8	3,1	0,9	8,6
Hafer	880	11,5	10,5	108,2	45,8	99,4	1,1	3,2	0,2	0,9	1,2	4,4
Gerste	880	12,9	11,9	105,6	20,2	46,6	0,6	3,4	0,2	1,3	1,1	4,4

\* aufgrund der kleinen Werte z.T. als Kommazahl angegeben

Tabelle 33: Entnommene Werte für Heu, Heulage, Stroh und Getreide II DLG (1973, 1998), JEROCH et al. (1993), MÖLLMANN (2007), MEYER und COENEN (2002)

Futtermittel*	Se mg	Fe mg	Mn mg	Zn mg	Cu mg	J mg	Carotin mg	Vit. A IE	Vit. D IE	Vit. E mg
Heu,1.Schnitt, Ende Blüte	0,05	115	104	27	7,3	0,4	10	0	650	15,0
Heu,2.Schnitt, > 4 Wochen	0,05	387	0	28	4,2	0,2	10	0	650	15,0
Heulage 2. > 4 Wochen	0,05	387	0	28	4,2	0,3	10	0	650	15,0
Weizenstroh	0,0**	250	55	34	6,8	0,5	0	0	0	0,0
Hafer	0,2	57	42	32	4,1	0,1	0	0	0	3,5
Gerste	0,2	39	16	28	5,4	0,3	0	0	0	6,5

\* aufgrund der kleinen Werte z.T. als Kommazahl angegeben

\*\* Vernachlässigt, bei Frank (2001) als sehr gering beschrieben (16 µg/kg TS) angegeben, in Futterwerttabellen nicht erfasst

# ANHANG

Tabelle 34: Gehalte an Mengenelementen, Spurenelementen und Vitaminen in den verwendeten Misch- und Zusatzfuttermitteln in g/mg/IE pro kg/uS

Misch-/ Zusatz-FM	TS	DE	ME	Rp	Rfe	Rfa	Ca	P	Na	Cl	Mg	K
	g	MJ	MJ	g	g	g	g	g	g	g	g	g
1	860	14,6	14,0	59	7	71	2,5	1,1	0,7	4	0	12
2*	860	12,8	12,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	860	12,8	12,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	860	12,1	11,3	90	65	65	14	2,8	3	0	0	0
5	860	11,5	9,2	286	4,9	3	0	0	0	0	0	0
6	860	11,3	10,5	90	35	50	15	6	4	0	2,5	0
7	860	9,0	7,9	96	30	162	15	5	3,2	0	0	0
8	860	10,9	10,1	90	23	65	15	5	4	0	2,5	0
9	860	9,6	8,5	98	37	180	8	3	3	0	2,5	0
10	860	12,5	11,6	116	74	80	15	7	5	0	5	0
11	860	12,3	11,4	100	50	63	6	4	1,5	0	2,5	0
12*	630	8,8	8,8	0,5	0,1	10	0	0	13	0	0	0
13*	860	5,7	5,7	1	1	1	0	0	0	0	0	0
14	860	12,9	12,9	0	0	0	112	21	26	0	15	0
15	860	12,4	11,7	90	10	10	0	0	0	0	0	0
16	860	13,0	10,9	261	21	10	0	0	0	0	0	0
17	920	10,3	8,4	190	80	170	0	0	0	0	0	0
18	860	12,6	12,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	880	9,9	9,0	77	25	137	13	2	0	0	0	0
20	860	11,8	10,8	110	30	50	7	4	0	0	0	0
21	1000	0,3	0,3	0,2	0,1	0	0	0	0,1	0	0	0
22	860	13,1	12,3	91	15	30	0	0	1,3	0	0	0
23	880	11,8	10,6	135	78	80	13	6	4,3	0	0	10
24	860	14,6	13,0	180	75	66	11	6	2,6	0	0	0
25	860	9,5	8,7	90	65	65	14	2,8	3	0	0	0
26	860	7,8	6,4	105	24	260	6	3	1	0	3	21
27	860	7,3	6,1	120	20	130	9	27	6	0	35	12
28	860	9,9	7,4	270	10	170	7	3	2	0	1	11
29	860	11,1	9,3	200	30	90	7	7	7	0	2	12
30	860	12,6	11,9	70	70	60	8	5	9	0	50	9
31	885	11,6	10,5	120	35	75	11	5	0	0	3	0
32	885	12,3	11,2	125	50	60	2	5	0	0	3	0
33*	860	12,5	12,5	2,3	0,7	11	0	0	0	0	0	0
34	530	4,9	4,5	50	0	10	0,3	22	0	0	1,7	0
35	860	12,9	12,9	0	0	0	120	20	36	0	15	0
36	860	9,8	8,6	106	70	170	15	5	8	0,2	5	0
37	860	11,5	10,5	100	48	90	11	3	4	0,5	3	0

# ANHANG

38	860	11,4	10,3	115	50	85	4	5	5	0	3	0
39	860	14,0	12,9	99	80	110	12	4	5	0,5	5	0
40	1000	12,5	12,5	30	20	10	0	0	0	0	0	0
41	860	7,8	6,6	123	135	76	15	5	1	0	0	0
42	860	11,3	10,3	111	20	64	8	5	0	0	0	0
43	860	12,6	11,9	70	70	60	8	5	9	0	50	9

Misch-/ Zusatz- FM	Se	Fe	Mn	Zn	Cu	J	Vit. A**	Vit. D	Vit. E
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	IE	IE	mg
1	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,0	0	0	0	0	0	0	0	50.000
3	0,0	0	0	0	0	0	0	200.000	0
4	0,9	50	160	240	65	32	28.000	3.200	125
5	0,0	0	6400	0	0	0	0	0	
6	0,5	50	80	125	20	1	25.000	1.500	300
7	0,4	40	64	100	16	0,8	25.000	2.000	300
8	0,4	50	80	120	18	1	25.000	15.000	300
9	0,3	100	65	70	15	0,5	15.000	1.000	170
10	0,0	0	0	0	0	0	10.000	1.000	120
11	0,3	28	45	70	12	1,1	16.500	1.000	200
12	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0
13	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	8,0	4000	725	3400	350	6	10.000.000	40.000	9.060
15	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0,0	0	0	0	1330	4,8	0	0	0
18	0,0	0	0	0	0	0	0	0	50.000
19	0,0	0	46	25	5	0	10.000	1.000	100
20	0,3	125	50	71	15	0,8	20.000	2.000	300
21	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0,0	0	0	0	21,6	0	23.000	32.000	300
24	0,3	60	50	50	0	1	30.000	3.000	30
25	0,9	50	160	240	65	32	28.000	3.000	125
26	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	4	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0,4	110	80	100	20	0,5	12.500	2.100	165

## ANHANG

31	0,4	70,0	110	180	70	1,3	10.000	2.500	400
32	0,4	70	110	180	70	13	20.000	3.500	400
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	1867	1667	1667	667	33	1.000	83.300	6.666
35	20	2500	1600	3000		15	400.000	40.000	4.700
36	1	200	300	300	75	1,2	16.000	2.000	550
37	0,7	0	0		70	0,8	15.000	2.000	95
38	0,4	220	70	90	15		7.000	800	0
39	0,7	0	0	270	55	2,2	23.000	2.500	400
40	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0,0	0	0	0	0	0	0	0	2.000
42	0,0	0	0	0	34	0	25.000	0	200
43	0,4	110	80	100	20	0,5	12.500	2.100	165

\*zusätzliche Inhaltsstoffe in dem Misch-/Zusatzfuttermitteln:

2: Glukosaminsulfat 300.000 mg/kg, Collagen Typ II 6.000 mg/kg, ollagen HCL 244.000 mg/kg, MSM 150.000 mg/kg, Chondroitinsulfat 80.000 mg/kg, Vitamin E 50.000 mg/kg, Dextrose 37.800 mg/kg, Apfelaroma 12.200 mg/kg, Kieselsäure E 551a 20.000 mg/kg, Harpagophytum Procumbens 30.000 mg/kg, Magnesiumoxid 30.000 mg/kg, Kalziumcarbonat 30.000 mg/kg, Eisenchelat von Aminosäuren 10.000 mg/kg.

12: Orthosiphon-Extrakt, Saccharose, Maisquellmehl, Artischocken-Extrakt, Scharfkraut-Extrakt, Natriumbikarbonat, Maisquellmehl, Artischocken-Extrakt, Scharfkraut-Extrakt, Natriumbikarbonat.

13: Mischung aus Aromastoffen, Thymian, Fenchel, Anis, Primelwurzel, Kastanie, Kamille 180000mg

33: Grünmehlextrakte:Lespedeza, Artischocken,Buccoblätter, Bärentraubenblätter,Erzeugnisse aus Wurzeln: Sarsaparillae-Wurzeln,Saccharose, Sorbit,Magnesiumchlorid,

\*\* keines der FM enthielt  $\beta$ -Carotin

Tabelle 35: Arbeitsleistung Schritt, Trab und Galopp pro Tier/Tag in min berechnet aus dem wöchentlichen Arbeitsplan

3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	Pferd
C	B	F	E	D	C	B	A	C	B	A	C	B	A	
4	4	9	10	9	9	9	9	9	9	9	15	15	15	Schritt geritten
30	30	60	60	60	60	60	60	60	60	60	110	90	105	Schritt Führen-lage
1	4	1	4	1	1	2	2	1	2	1	2	0	1	Schritt Longe
34	39	69	74	69	70	71	69	69	71	69	127	105	121	Schritt Gesamt
7	13	13	15	13	13	13	13	13	13	13	20	20	15	Trab geritten
2	6	2	7	1	2	3	1	2	3	1	0	0	1	Trab Longe
9	19	15	22	14	15	16	14	15	16	14	20	20	16	Trab Gesamt
4	17	13	20	9	13	13	13	13	13	13	25	25	30	Galopp geritten
1	4	0	0	1	2	3	1	2	3	1	0	0	2	Galopp Longe
5	21	13	20	10	15	16	14	15	16	14	25	25	32	Galopp gesamt

6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3
B	A	E	D	C	B	A	E	D	C	B	A	D				
13	13	9	9	9	9	9	25	11	11	7	11	4				
45	45	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60	30				
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
58	58	40	40	40	40	40	86	71	72	69	72	35				
13	13	13	13	13	13	13	14	11	11	11	9	11				
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4				
13	13	14	14	14	14	14	16	12	12	12	11	15				
13	13	15	15	15	15	15	14	11	7	11	9	14				
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	3				
13	13	15	15	15	15	15	16	12	9	12	10	17				

10	10	10	10	10	9	9	9	8	8	8	8	8
D	C	B	A	E	D	B	A	E	D	C	B	A
17	9	9	26	11	13	7	14	26	26	26	26	26
31	34	31	34	120	120	120	120	34	46	69	21	21
17	15	10	0	1	4	1	1	0	0	0	0	0
66	58	50	60	132	137	128	136	60	71	94	47	47
13	21	21	13	14	6	14	14	9	9	9	9	9
7	5	5	0	3	5	2	3	0	0	0	1	1
20	26	26	13	18	11	16	18	9	9	9	10	10
21	21	21	13	14	14	14	14	9	9	9	9	9
5	10	15	0	3	6	2	3	0	0	0	1	1
26	31	36	13	18	21	16	18	9	9	9	10	10

12	12	12	12	12	12	12	12	11	11	11	11	10
E	D	C	B	A	D	C	B	A	E			
9	4	13	9	4	20	20	17	20	17			
180	180	120	150	180	60	60	60	60	23			
1	3	3	3	3	0	0	0	0	6			
190	186	136	161	186	80	80	77	80	46			
17	11	9	13	11	20	20	17	20	13			
1	3	3	3	3	0	0	0	0	4			
19	14	11	16	14	20	20	17	20	17			
17	14	21	30	14	20	20	17	20	21			
3	6	6	6	6	0	0	0	0	10			
20	20	27	36	20	20	20	17	20	31			



Tabelle 36: Mahlzeiten (MZ) an Raufutter (RF) und Kraftfutter (KF)

5	4	3	2	1	Stall
2 x Heu/ 3 x KF	2 x Heu/ 3 x KF	2 x Heu/ 3 x KF	2 x Heu/ 3 x KF	2 x Heu/ 3 x KF	Mahlzeiten (MZ)
Heu: 7h/17.30h KF: 7h/12.30h/17.30h	Heu: 7h/17.30h KF: 7h/12.30h/17.30h	Heu: 7h/17.30h KF: 7h/12.30h/17.30h	Heu: 7h/16.30h KF: 7h/12.30h/16.30h	Heu: 8h/16h KF: 6h/12h/18h	Uhrzeit Fütterung
Heu: 10/14 KF: 5,5/5/13,5	Heu: 10/14 KF: 5,5/5/13,5	Heu: 9,5/13,5 KF: 6/6/12	Heu: 10/14 KF: 5/5,5/13,5	Heu: 8/16 KF: 6/6/12	Zeit (h) zwischen Fütterungen
1,7	1,4-2,4	1,3-1,8	1,9-2,3	2,1-2,3	kg KF/ MZ
1,8	1,2-2,2	2,6	3,4-4,4	2,5-4,5	kg RF/ MZ
72	48-88	104	136-176	100-180	Verzehrszeit/ MZ Heu (min)
1,2	0,8-1,5	1,7	2,3-2,9	1,7-3	Verzehrszeit/ MZ Heu (h)
17	14-24	13-18	19-23	21-23	Verzehrszeit/ Mahlzeit KF (min)
0,3	0,2-0,4	1,2-0,3	0,3-0,4	0,4	Verzehrszeit/ MZ KF (h)
5	5	3	6	3	Pferde/ Stall

12	11	10	9	8	6
2 x Heu/ 3 x KF	2 x Heu/ 3 x KF	2 x Heu/ 3 x KF	3 x Heu/ 3 x KF	3 x Heu/ 3 x KF	2 x Heu/ 3 x KF
Heu: 7h/18h KF: 7h/13h/18h	Heu: 6h/16h KF: 6h/12h/18h	Heu: 5h/17h KF: 6h/12h/17h	Heu: 6h/12h/18h KF: 6h/12h/18h	Heu: 6.30h/17/21.30h KF: 6.30h/12h/17h	KF: 7h/12h/16.30h Heu: 7h/18h
Heu: 9,5/13,5 KF: 6/5/13	Heu: 10/14 KF: 6/6/12	Heu: 10/14 KF: 6/5/13	Heu: 6/6/12 KF: 6/6/12	Heu: 10,5/4,5/9 KF: 6/6/12	Heu: 11/13 KF: 5/4,5/14,5
1,7	1,7 - 2,3	1,4 - 2,6	1-2,8	0,9 - 1,4	1,3
3,6	3,3-6,1	1,6	2,4-3,7	2,4	2,1
144	132-244	64	96-148	96	84
2,4	2,2-4,1	1,1	1,6-2,5	1,6	1,4
17	17-23	14-26	28	9-14	13
0,3	0,3-0,4	0,2-0,4	0,5	0,2	0,2
5	4	5	4	5	2

## Fragebogen

### Besitzer:

Name und Anschrift Besitzer:

---

---

Email und Telefonnummer:

---

### A) Angaben zum Pferd:

Name: 

---

Rasse: 

---

Geschlecht:

<input type="checkbox"/>	Hengst
<input type="checkbox"/>	Wallach
<input type="checkbox"/>	Stute

Alter: 

---

Farbe: 

---

Größe: 

---

 cm

Typ:

<input type="checkbox"/>	ruhig/gelassen
<input type="checkbox"/>	sensibel/aufgeregt

Gewicht: 

---

<input type="checkbox"/>	Maßband
<input type="checkbox"/>	Waage

### Sonstiges:

Wie lange ist das Pferd in Besitz? 

---

Betrieb Nr:  
Nr/Pferd:

### B) Nutzung:

Sportpferd: ☐ Springen

Springen

Klasse: 

---

**C) Haltung:**

Boxenhaltung-Innenbox ☐  
 - Einstreu \_\_\_\_\_

**Einstreu: bitte angeben: Stroh(z.B. Haferstroh, Weizenstroh, Gerstenstroh),  
 Späne, sonstiges( z.B. Torf, Gummimatte, etc.)**

mit Fenster zur Stallgasse ☐  
 ohne Fenster zur Stallgasse ☐

Boxenhaltung-Außenbox ☐  
 - Einstreu \_\_\_\_\_

Laufstall ☐  
 - Einstreu \_\_\_\_\_

Offenstall ☐  
 - Einstreu \_\_\_\_\_

Sonstiges ☐  
 - Einstreu \_\_\_\_\_

Benehmen im Stall: ruhig ☐  
 läuft umher/unruhig ☐  
 regt sich nur auf wenn andere Pferde vorbeikommen ☐

Frisst das Pferd Einstreu (Stroh)? ja ☐ nein ☐  
 wenn ja: Menge: \_\_\_\_\_

**D) Weide-/Koppelgang**

ja ☐  
 nein ☐

Wenn ja:

**SOMMER:**

Art: Weide ☐  
 Paddock ☐  
 Halle ☐  
 Sonstiges \_\_\_\_\_ ☐

Dauer: Tage/Woche \_\_\_\_\_  
 Stunden/Tag \_\_\_\_\_

Fressverhalten: ruhig/frisst die ganze Zeit ☐  
 läuft ab und zu umher ☐  
 bewegt sich mindestens ½ der Zeit ☐  
 unruhig/frisst kaum ☐

## ANHANG

Weide:	Grasshöhe cm:	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>
	großflächig abgefressen	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>
	gut begrünt	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>

Zeitraum( von/bis Monat): \_\_\_\_\_

### **WINTER:**

Art:	Weide	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>
	Paddock	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>
	Halle	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>
	Sonstiges _____	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>

Dauer:	Tage/Woche _____
	Stunden/Tag _____

Fressverhalten:	ruhig/frisst die ganze Zeit	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>
	läuft ab und zu umher	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>
	bewegt sich mindestens ½ der Zeit	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>
	unruhig/frisst kaum	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>

Weide:	Grasshöhe cm:	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>
	großflächig abgefressen	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>
	gut begrünt	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>

Zeitraum( von/bis Monat): \_\_\_\_\_

### **E) Training:**

	<u>Sommer</u>	<u>Winter</u>
Reiten:	Tage/Woche _____	_____
	Stunden /Tag _____	_____
	x/Tag _____	_____
	Schritt (min): _____	_____
	Trab (min): _____	_____
	Galopp (min): _____	_____
Springtraining:	Tage/Woche _____	_____
	Stunden /Tag _____	_____
	x/Tag _____	_____
Longieren:	Tage/Woche _____	_____
	Stunden /Tag _____	_____
	x/Tag _____	_____

	<u>Sommer</u>	<u>Winter</u>
Schritt (min):		
Trab (min):		
Galopp (min):		
Führmaschine:		
Tage/Woche		
Stunden /Tag		
x/Tag		
Schritt (min):		
Trab (min):		

**F) Futter:**

Allgemeines:

Geschwindigkeit der Futteraufnahme:

frisst eher schnell	<input type="checkbox"/>
frisst eher langsam	<input type="checkbox"/>
frisst weder auffallend schnell/langsam	<input type="checkbox"/>

Futtrigkeit:

sehr leichtfuttrig	<input type="checkbox"/>
leichtfuttrig	<input type="checkbox"/>
normalfuttrig	<input type="checkbox"/>
schwerfuttrig	<input type="checkbox"/>
sehr schwerfuttrig	<input type="checkbox"/>

Fressverhalten:

guter Fresser	<input type="checkbox"/>
weniger guter Fresser	<input type="checkbox"/>
frisst nur auf Turnieren schlecht	<input type="checkbox"/>
frisst in anderen Stresssituationen	<input type="checkbox"/>
schlecht	<input type="checkbox"/>

Anzahl der Fütterungen/Tag: \_\_\_\_\_

Uhrzeit der Fütterungen: \_\_\_\_\_

Täglich gleiche Uhrzeit? ja ☐ nein ☐

**wenn nein:** -wieviele Tage/Woche Abweichung? \_\_\_\_\_  
 -wie viele Stunden weicht es ab? \_\_\_\_\_  
 Abweichungen Uhrzeit Sommer /Winter?: \_\_\_\_\_

**G) RATIONEN: Futter in kg**

Morgens(Uhrzeit):	-	-
	-	-
	-	-
	-	-
Mittags(Uhrzeit):	-	-
	-	-
	-	-
	-	-
Abends(Uhrzeit):	-	-
	-	-
	-	-
	-	-

Sonstiges: \_\_\_\_\_

**Futtermangement:**

Kraftfutter: Fütterungen/Tag: \_\_\_\_\_  
Tages/Uhrzeit: \_\_\_\_\_

Heu: Fütterungen/Tag: \_\_\_\_\_  
Tages/Uhrzeit: \_\_\_\_\_

Fütterungsort: Boden ☐  
Heunetz ☐

Fütterungsart: erst KF dann Heu ☐  
erst Heu dann KF ☐  
beides zusammen ☐

**Grobfutter:**

<u>Heu:</u>	KG _____	<input type="checkbox"/>	Wiesenheu	<input type="checkbox"/>
	Liter _____	<input type="checkbox"/>	Anderes	<input type="checkbox"/>
	x täglich _____	<input type="checkbox"/>	eingeweicht	<input type="checkbox"/>
	Summe _____		trocken	<input type="checkbox"/>

<u>Silage/Heulage:</u>	KG _____	<input type="checkbox"/>	Grassilage	<input type="checkbox"/>
	Liter _____	<input type="checkbox"/>	Heulage	<input type="checkbox"/>
	x täglich _____	<input type="checkbox"/>	Anderes	<input type="checkbox"/>
	Summe _____			

## ANHANG

Genommen aus: Flachsilo ☐  
 Ballen klein (35-40 kg = ca. 60cm x 60 cm) ☐  
 mittel (150-250 kg = ca. 50cm x 125cm) ☐  
 groß (350-400 kg = ca. 120cm x 120 cm) ☐

Dauer bis Ballen aufgebraucht ist: \_\_\_\_\_

<u>Stroh:</u> (Einstreu)	KG _____	<input type="checkbox"/>	Haferstroh	<input type="checkbox"/>	(Blüte)
	Liter _____	<input type="checkbox"/>	Weizenstroh	<input type="checkbox"/>	(sehr gelb)
	x täglich _____	<input type="checkbox"/>	Gerstenstroh	<input type="checkbox"/>	(eher grün)
	Summe _____	<input type="checkbox"/>	Anderes	<input type="checkbox"/>	

Genommen aus: Ballen klein (ca. 15 kg = ca. 70cm x 40cm) ☐  
 groß (ca. 300 kg = ca. 125cm x 150cm ) ☐

Dauer bis Ballen aufgebraucht ist: \_\_\_\_\_

### Kraftfutter:

<u>Hafer:</u>	KG _____	<input type="checkbox"/>	ganz	<input type="checkbox"/>
	Liter _____	<input type="checkbox"/>	gequetscht	<input type="checkbox"/>
	x täglich _____	<input type="checkbox"/>		
	Summe _____	<input type="checkbox"/>		

<u>Weizen:</u>	KG _____	<input type="checkbox"/>	Qualität:
	Liter _____	<input type="checkbox"/>	
	x täglich _____	<input type="checkbox"/>	
	Summe _____	<input type="checkbox"/>	

<u>Gerste:</u>	KG _____	<input type="checkbox"/>	Qualität:
	Liter _____	<input type="checkbox"/>	
	x täglich _____	<input type="checkbox"/>	
	Summe _____	<input type="checkbox"/>	

<u>Mais:</u>	KG _____	<input type="checkbox"/>	Qualität:
	Liter _____	<input type="checkbox"/>	
	x täglich _____	<input type="checkbox"/>	
	Summe _____	<input type="checkbox"/>	

<u>Pellets:</u>	KG _____	<input type="checkbox"/>	Qualität:
	Liter _____	<input type="checkbox"/>	
	x täglich _____	<input type="checkbox"/>	
	Summe _____	<input type="checkbox"/>	





## ANHANG

---

Art: \_\_\_\_\_  
KG \_\_\_\_\_ Qualität: \_\_\_\_\_  
Liter \_\_\_\_\_  
  
x täglich \_\_\_\_\_  
mit anderem Futter zusammen ☐ wenn ja mit welchem? \_\_\_\_\_  
Uhrzeit \_\_\_\_\_  
  
Hersteller: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Art: \_\_\_\_\_  
KG \_\_\_\_\_ Qualität: \_\_\_\_\_  
Liter \_\_\_\_\_  
  
x täglich \_\_\_\_\_  
mit anderem Futter zusammen ☐ wenn ja mit welchem? \_\_\_\_\_  
Uhrzeit \_\_\_\_\_  
  
Hersteller: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Art: \_\_\_\_\_  
KG \_\_\_\_\_ Qualität: \_\_\_\_\_  
Liter \_\_\_\_\_  
  
x täglich \_\_\_\_\_  
mit anderem Futter zusammen ☐ wenn ja mit welchem? \_\_\_\_\_  
Uhrzeit \_\_\_\_\_  
  
Hersteller: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Art: \_\_\_\_\_  
KG \_\_\_\_\_ Qualität: \_\_\_\_\_  
Liter \_\_\_\_\_  
  
x täglich \_\_\_\_\_  
mit anderem Futter zusammen ☐ wenn ja mit welchem? \_\_\_\_\_  
Uhrzeit \_\_\_\_\_  
  
Hersteller: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**H) Turnier:**

- wieviele Turniere/Jahr \_\_\_\_\_
- wieviele Prüfungen/Jahr \_\_\_\_\_

- FM die speziell vor dem Turnier zugefüttert werden (z. B. Elektrolyte): \_\_\_\_\_

- FM die vor dem Turnier nicht gefüttert /abgesetzt werden:  
( z.B. Kräutermüsli bei man nicht weiß was drin ist, ob vielleicht Dopingrelevant etc.) \_\_\_\_\_

- FM die während des Turniers gefüttert werden: \_\_\_\_\_

- FM die **vor** dem Start gefüttert werden (z. B. Energiepasten, Elektrolyte etc.) \_\_\_\_\_

- FM die **nach** dem Start gefüttert werden (z. B. Energiepasten, Elektrolyte etc.) \_\_\_\_\_

Verwendetes Futter: eigenes Futter ☐  
Futter vom Turnier bezogen ☐

Wassergabe: x/Tag: \_\_\_\_\_  
Liter/Tränkung: \_\_\_\_\_  
Liter insges. pro Tag: \_\_\_\_\_

**Transport:**

Wassergabe: x/Tag: \_\_\_\_\_  
Liter/Tränkung: \_\_\_\_\_  
Liter insges. pro Tag: \_\_\_\_\_

Futter während des Transports: Art: \_\_\_\_\_  
KG: \_\_\_\_\_  
Liter: \_\_\_\_\_  
  
x täglich: \_\_\_\_\_  
Qualität: \_\_\_\_\_

Futter vor Transport: Art: \_\_\_\_\_  
KG: \_\_\_\_\_  
Liter: \_\_\_\_\_  
  
x täglich: \_\_\_\_\_  
Qualität: \_\_\_\_\_

**I) Gewicht:**

Waage: \_\_\_\_\_ kg ☐

Maßband:    Widerristhöhe als Bandmaß: \_\_\_\_\_ cm  
                  Halsumfang: \_\_\_\_\_ cm  
                  Brustumfang: \_\_\_\_\_ cm  
                  Körperumfang: \_\_\_\_\_ cm  
                  Röhrbeinumfang: \_\_\_\_\_ cm  
  
                  Body Condition Score BCS: \_\_\_\_\_ cm

### Danksagung

Zu allererst möchte ich Frau Prof. Dr. Ellen Kienzle für die Überlassung dieses interessanten Themas danken. Neben der fachlichen Unterstützung bedanke ich mich herzlich für die jederzeit engagierte und konstruktive Betreuung und Unterstützung.

Ich danke Dr. Jan-Hein Swagemakers, der die Anregung zu diesem Thema gab, für die Unterstützung und Ideen, die immer gute Zusammenarbeit und das offene Ohr. Danke dass du immer mit so großer Freude und Motivation Anteil an der Arbeit genommen hast.

Ich möchte auch den Partnern der Tierklinik Lüsche für die Unterstützung sowie die Zeit danken, die mir zur Erarbeitung der Arbeit zur Verfügung gestellt wurde.

Ein großes Dankeschön geht an die Reiter und Besitzer und Pfleger, die sich Zeit genommen haben all meine Fragen zu beantworten und dankenswerterweise ihre Pferde zur Verfügung gestellt haben.

Ich danke den Reitern die geduldig und unermüdlich bei der Erstellung des Fragebogens geholfen haben und über deren Pferde ich für die ersten „Versuche“ verfügen durfte.

Ich möchte mich bei allen Mitarbeitern der Tierklinik Lüsche bedanken, vor allem bei den Assistenztierärzten, die mich menschlich sowie fachlich sehr unterstützt haben. Ich danke vor allem Claudia, Maria und Birke die mit mir gelitten und gelacht haben.

Ein großer Dank geht auch an meine Bonner Kollegen. Für die Unterstützung und die Ermunterung, aber auch das unermüdliche Korrekturlesen. Danke.

Ich danke meinen Freunden, die immer da sind wenn man sie braucht, zum zusammen lachen, freuen, beistehen, motivieren und so vieles mehr. Ein großer Dank geht an Sarah, die während der gesamten Zeit wie auch schon in den vielen Jahren zuvor immer da war, mich motiviert und ermuntert hat. Danke für deine Freundschaft. Danke an Mareike, Julia, Christina, Martina und Matthias, die besonders immer dann auftauchen wenn man sie am nötigsten braucht. An Jenni, Doro und Christiane, ohne die das Studium nur halb so schön und erfolgreich gewesen wäre.

Der allergrößte Dank gilt aber meiner Familie. Danke an Mama, Papa und Soeren für bedingungslose und liebevolle Unterstützung, Motivation und Zuspruch, Nerven, Aufmunterung und Geduld. Danke von Herzen dass ihr immer da seid und mir zur Seite steht.