



Hochschule Anhalt

Anhalt University of Applied Sciences



Hochschule Anhalt

Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie und Landschaftsentwicklung

Bachelorarbeit

Analyse der Mineralstoffversorgung von Pferden in Bayern bei unterschiedlichen Fütterungsstrategien

Name, Vorname	Reindl, Sabrina Andrea
Matrikel	4059763
Geboren am	19.08.1993
Studiengang	Landwirtschaft/Agrarmanagement (Fernstudiengang)

1. Gutachter:	Prof. Dr. Heiko Scholz
2. Gutachter:	Dr. Maruja Lucia Rettenbeck

Bernburg (Saale), den 22.02.2018

Bibliographische Beschreibung

Name, Vorname: Reindl, Sabrina Andrea
Thema: Analyse der Mineralstoffversorgung von Pferden in Bayern bei unterschiedlichen Fütterungsstrategien

2018/ 78 Seiten/ 35 Tabellen/ 13 Abbildungen

Bernburg: Hochschule Anhalt
Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie und Landschaftsentwicklung

Autoreferat:

In der vorliegenden Arbeit wurden das Grundfutter von fünf bayerischen Pferdehaltern sowie das Blut einiger Pferde aus den jeweiligen Ställen untersucht. Dadurch sollten Unterschiede bei den Gehalten der Nährstoffe, der Energie und der Mengen- und Spurenelemente im Grob- und Kraftfutter sowie bei den aktuellen Versorgungslagen der Pferde mit Mineralien und Spurenelementen herausgestellt werden. Anschließend wurde ein linearer Zusammenhang zwischen Fütterung und Versorgungslage der Pferde mit Mengen- und Spurenelementen untersucht.

Abschließend konnte festgestellt werden, dass die Gehalte im Grobfutter große Schwankungsbreiten aufwiesen. Die Pferde waren aber überwiegend ausreichend mit Mengen- und Spurenelementen versorgt. Ein linearer Zusammenhang zwischen Fütterung und aktueller Versorgungslage kann somit nur bei wenigen Elementen angenommen werden. Als Ursache hierfür werden überwiegend tierindividuelle Regulationsmechanismen angesehen. Um Über- und Unterversorgungen mit Mineralstoffen und damit verbundene gesundheitliche Beeinträchtigungen zu vermeiden, wurden aus den Ergebnissen Empfehlungen für die Rationsberechnung abgeleitet.

I. Inhaltsverzeichnis

I. Inhaltsverzeichnis.....	III
II. Tabellenverzeichnis	V
III. Abbildungsverzeichnis.....	VIII
IV. Abkürzungsverzeichnis	IX
1. Einleitung	- 1 -
2. Literatur.....	- 3 -
2.1 Aufgaben ausgewählter Mineralstoffe im Pferdekörper.....	- 3 -
2.2 Bedarf der Pferde an ausgewählten Mengenelementen	- 4 -
2.3 Bedarf der Pferde an ausgewählten Spurenelementen.....	- 9 -
2.4 Folgen einer unpassenden Versorgung mit bestimmten Mineralstoffen	- 13 -
2.5 Grobfutteranalysen	- 17 -
3. Zielstellung.....	- 23 -
4. Material und Methoden.....	- 24 -
4.1 Probennahme und Analyse der Heuproben	- 24 -
4.2 Analytik der Blutproben.....	- 26 -
4.3 Auswertung und Statistik	- 26 -
5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern	- 28 -
5.1 Energie- und Nährwertgehalte von Heu und Kraftfutter verschiedener Pferdehalter in Bayern	- 28 -
5.2 Mineralstoffgehalte von Heu und Kraftfutter verschiedener Pferdehalter in Bayern..	- 31 -
5.3 Gehalte an Mengen- und Spurenelementen in Blutproben verschiedener Pferde in Bayern.....	- 37 -
5.4 Vergleich der Gehalte an Mengen- und Spurenelementen im Grundfutter und im Blut der Pferde	- 50 -
6. Diskussion.....	- 59 -
7. Schlussfolgerung.....	- 73 -

8. Zusammenfassung.....	- 75 -
9. Literaturverzeichnis	- 77 -
V. Anlagenverzeichnis.....	XI
VI. Anlagen	XII
VII. Danksagung	XXVII
VIII. Selbständigkeitserklärung.....	XXVIII

II. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Empfehlungen für die Mineralstoffversorgung von Pferden bei unterschiedlicher Leistung (MEYER und COENEN, 2014).....	- 6 -
Tabelle 2: Empfehlungen für die Mineralstoffversorgung je kg Futtertrockensubstanz (eigene Darstellung mit Daten nach JEROCH et al., 2008)	- 7 -
Tabelle 3: Empfehlungen für die Spurenelementeversorgung von Pferden (MEYER und COENEN, 2014)	- 10 -
Tabelle 4: Referenzbereiche der Parameter im Blut zur Beurteilung der Versorgungslage (eigene Darstellung mit Daten nach MEYER und COENEN (2014)).....	- 17 -
Tabelle 5: Nährwerte und Inhaltsstoffe in der Trockensubstanz von Heu (eigene Darstellung mit Daten nach JEROCH et al. (2008), LFL (2013) und MEYER und COENEN (2014))	- 18 -
Tabelle 6: Gehalte an Mengen- und Spurenelementen in der Trockensubstanz von Heu (eigene Darstellung mit Daten nach JEROCH et al. (2008), LFL (2013) und MEYER und COENEN (2014))	- 19 -
Tabelle 7: Schwankungsbreiten ausgewählter ernährungsphysiologischer Inhaltsstoffe je kg Trockenmasse aus 1260 Grobfutteranalysen (SITZENSTOCK et al., 2017)	- 20 -
Tabelle 8: Inhaltsstoffe und Energiegehalte von Grundfutterproben 2012 bis 2017 (LUFA, 2017)	- 21 -
Tabelle 9: Mineralstoff- und Spurenelementgehalte von Grundfutterproben 2012 bis 2017 (LUFA, 2017).....	- 22 -
Tabelle 10: Angaben zu den teilnehmenden Ställen und deren Pferden	- 24 -
Tabelle 11: Methoden der Analysen der Grundfutterproben der LUFA-ITL GmbH.....	- 25 -
Tabelle 12: Methoden der Analysen der Blutproben der BioCheck GmbH, der SYNLAB GmbH und der LABOKLIN GmbH & Co. KG	- 26 -
Tabelle 13: Nährwerte und Inhaltsstoffe in der Trockensubstanz der Heuproben	- 29 -

Tabelle 14: Nährwerte und Inhaltsstoffe in der Trockensubstanz von Hafer (eigene Darstellung mit Daten nach JEROCH et al. (2008), LFL (2013) und MEYER und COENEN (2014))	- 30 -
Tabelle 15: Nährwerte und Inhaltsstoffe in der Trockensubstanz verschiedener Müslis (eigene Darstellung mit Daten gemäß Herstellerangaben)	- 30 -
Tabelle 16: Gehalte an Mengenelementen in der TS der Heuproben (in g/kg)	- 31 -
Tabelle 17: Mittelwerte, Standardabweichungen und Schwankungsbreiten der Mengenelemente in der TS der Heuproben (in g/kg)	- 32 -
Tabelle 18: Ca:P-Verhältnisse in der TS der Heuproben	- 33 -
Tabelle 19: Gehalte an Spurenelementen in der TS der Heuproben (in mg/kg)	- 33 -
Tabelle 20: Mittelwerte, Standardabweichungen und Schwankungsbreiten der Spurenelemente in der TS der Heuproben (in mg/kg)	- 36 -
Tabelle 21: Gehalte an Mengen- und Spurenelementen in der Trockensubstanz von Hafer (eigene Darstellung mit Daten nach JEROCH et al. (2008), LFL (2013) und MEYER und COENEN (2014))	- 36 -
Tabelle 22: Gehalte an Mengen- und Spurenelementen in der Trockensubstanz verschiedener Müslis (eigene Darstellung mit Daten gemäß Herstellerangaben)	- 37 -
Tabelle 23: Gehalte an Mengenelementen in Blutproben des Stalls 1 (Analyse durch SYNLAB)	- 38 -
Tabelle 24: Gehalte an Mengenelementen in Blutproben der Ställe 2,4 und 5 (Analyse durch LABOKLIN)	- 39 -
Tabelle 25: Gehalte an Mengenelementen in Blutproben des Stalls 3 (Analyse durch BioCheck)	- 40 -
Tabelle 26: Mittelwerte, Standardabweichungen, Schwankungsbreiten und Referenzbereiche von Kalzium, Phosphat und Natrium im Blut von Pferden aus bayerischen Ställen	- 41 -

Tabelle 27: Mittelwerte, Standardabweichungen, Schwankungsbreiten und Referenzbereiche von Kalium und Magnesium im Blut von Pferden aus bayerischen Ställen.....	- 42 -
Tabelle 28: Gehalte an Spurenelementen in Blutproben des Stalls 1 (Analyse durch SYNLAB)	- 44 -
Tabelle 29: Gehalte an Spurenelementen in Blutproben der Ställe 2,4 und 5 (Analyse durch LABOKLIN)	- 45 -
Tabelle 30: Gehalte an Spurenelementen in Blutproben des Stalls 3 (Analyse durch BioCheck)	- 46 -
Tabelle 31: Mittelwerte, Standardabweichungen, Schwankungsbreiten und Referenzbereiche von Spurenelementen in bayerischen Ställen.....	- 48 -
Tabelle 32: Gegenüberstellung der Gehalte an Mengenelementen in Heuproben und der Mittelwerte der Gehalte an Mengenelementen in Blutproben	- 51 -
Tabelle 33: Formel und Bestimmtheitsmaß eines linearen Zusammenhangs zwischen Gehalten der Mengenelemente in Grundfutterproben und Mittelwerten der Gehalte in Blutproben.....	- 54 -
Tabelle 34: Gegenüberstellung der Gehalte an Spurenelementen in Heuproben und der Mittelwerte der Gehalte an Spurenelementen in Blutproben.....	- 55 -
Tabelle 35: Formel und Bestimmtheitsmaß eines linearen Zusammenhangs zwischen Gehalten der Spurenelemente in Grundfutterproben und Mittelwerten der Gehalte in Blutproben.....	- 58 -

III. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Interaktionen zwischen Mengen- und Spurenelementen (MILLER, 1979).....	- 5 -
Abbildung 2: Gehalte an Mengenelementen in der TS der Heuproben (in g/kg)	- 32 -
Abbildung 3: Gehalte an Eisen, Zink und Mangan in der TS der Heuproben (in mg/kg) ..	- 34 -
Abbildung 4: Gehalte an Kupfer und Selen in der TS der Heuproben (in mg/kg)	- 35 -
Abbildung 5: Mittelwerte der Versorgung mit den Mengenelementen Kalzium, Phosphat, Kalium und Magnesium in den Blutproben der einzelnen Ställe (in mmol/l).....	- 43 -
Abbildung 6: Mittelwerte der Versorgung mit dem Mengenelement Natrium in den Blutproben der einzelnen Ställe (in mmol/l)	- 44 -
Abbildung 7: Mittelwerte der Versorgung mit den Spurenelementen Kupfer, Zink und Eisen in den Blutproben der einzelnen Ställe (in $\mu\text{mol/l}$).....	- 49 -
Abbildung 8: Mittelwerte der Versorgung mit dem Spurenelement Selen in den Blutproben der einzelnen Ställe (in $\mu\text{mol/l}$)	- 50 -
Abbildung 9: Vergleich der Gehalte von Kalzium, Phosphor/Phosphat, Kalium und Magnesium im Grundfutter mit Mittelwerten der Gehalte dieser Elemente im Blut	- 53 -
Abbildung 10: Vergleich der Gehalte von Natrium im Grundfutter mit Mittelwerten der Gehalte dieser Elemente im Blut.....	- 53 -
Abbildung 11: Vergleich der Gehalte von Kupfer und Zink im Grundfutter mit Mittelwerten der Gehalte dieser Elemente im Blut.....	- 56 -
Abbildung 12: Vergleich des Gehaltes von Selen im Grundfutter mit Mittelwert des Gehaltes dieses Elementes im Blut.....	- 57 -
Abbildung 13: Vergleich des Gehaltes von Eisen im Grundfutter mit Mittelwert des Gehaltes dieses Elementes im Blut.....	- 57 -

IV. Abkürzungsverzeichnis

bzw.	beziehungsweise
Ca	Kalzium
Cl	Chlor
Cu	Kupfer
d	Tag
DE	Verdauliche Energie
EMS	Equines Metabolisches Syndrom
Fe	Eisen
FM	Frischmasse
J	Jod
K	Kalium
kg	Kilogramm
KM	Körpermasse
ME	Metabolische Energie
Mg	Magnesium
mg	Milligramm
MJ	Megajoule
mmol	Millimol
Na	Natrium
P	Phosphor
Ra	Rohasche
Rfa	Rohfaser
Rfe	Rohfett

Rp	Rohprotein
Se	Selen
TS	Trockensubstanz
z.B.	zum Beispiel
Zn	Zink

1. Einleitung

Derzeit leben in Bayern geschätzt rund 135.000 Pferde. Laut den Daten der bayerischen Landwirtschaftsverwaltung waren im Jahr 2015 auf circa 16.040 landwirtschaftlichen Betrieben ungefähr 105.400 Equiden gemeldet. Bei diesen Zahlen sind allerdings nicht alle gehaltenen Pferde berücksichtigt, da manche Pferdehalter einige Anforderungen, wie etwa eine Mindestanbaufläche von einem Hektar, nicht erfüllen. Deshalb liegt der tatsächliche Bestand wohl deutlich über dem von der Landwirtschaftsverwaltung ermittelten Wert (STMELF, 2016).

In den letzten Jahren sind bei den in Bayern, in Deutschland und auch weltweit gehaltenen Pferden vermehrt Erkrankungen des Verdauungssystems, des Bewegungsapparates und auch der Atemwege zu beobachten. Dies ist oftmals auch der Grund für ein verfrühtes Ausscheiden bereits junger Pferde aus dem Reit- und Fahrsport. Noch vor rund 50 Jahren waren diese teilweise chronischen Krankheiten nicht in der Literatur zu finden und den Pferdebesitzern durchweg unbekannt. Heute jedoch sind Kotwasser, Sommerekzem, EMS und Hufrehe jedem Pferdehalter ein Begriff und viele müssen sich aufgrund der Erkrankung des eigenen Pferdes ausführlich mit der Behandlung und Vorbeugung dieser Wohlstandskrankheiten beschäftigen. Ein wichtiger Faktor zur Gesunderhaltung des Pferdes ist dabei die Fütterung. Nach FRITZ (2015) ist das vermehrte Auftreten solcher Krankheitsbilder in den letzten Jahren überwiegend auf die Verwendung von Heulage und fertigem Mischfutter statt den traditionellen Futtermitteln Heu und Hafer zurückzuführen. So können falsche Krafftutterarten die Darmflora stören und somit Kotwasser, Koliken oder andere Verdauungsprobleme begünstigen. Ein übermäßiger und unsachgemäßer Einsatz von Zusatzfuttermitteln, welche oftmals auch eine Kombination verschiedenster Mengen- und Spurenelemente enthalten, kann zudem die Funktion von Leber und Nieren beeinträchtigen oder Probleme mit Fell und Haut, dem Sehnen- und Bandapparat sowie den Atemwegen verursachen (FRITZ, 2015).

Für viele Freizeitpferde ist gemäß der Bedarfsberechnung eine reine Heufütterung mit Ergänzung durch passendes Mineralfutter ausreichend. Allerdings ist in den letzten Jahren zu beobachten, dass viele Pferdebesitzer diese Meinung nicht teilen. Stattdessen kommen immer mehr „überflüssige und zum Teil auch fragwürdige Müslis, Krafftuttermischungen und weitere Ergänzungsfutter, welche die Pferde langfristig krank machen“ zum Einsatz

1. Einleitung

(CASTRONOVO, 2017). Auf diese Weise angefütterte Beschwerden sollen dann durch den Einsatz weiterer Zusatzfuttermittel gelindert werden, welche die Situation aber teilweise noch verschlimmern. Auch eine generelle Ergänzung der Futtrationen mit Mineralfuttermitteln ohne vorhergehende Bedarfsermittlung wird derzeit sehr häufig praktiziert, woraus oftmals Überversorgungen mit einzelnen Elementen und somit Beeinträchtigungen des Stoffwechsels und der Organe hervorgehen. Aus diesem Grund scheint es im Hinblick auf die Vorbeugung von Erkrankungen besonders wichtig, den Bedarf des jeweiligen Pferdes an Energie, Protein, Rohfaser und Mineralstoffen genau zu ermitteln. Um das Pferd dann entsprechend des festgestellten Bedarfs zu versorgen, ist es zudem unerlässlich, die enthaltenen Inhaltsstoffe und Nährwerte der verschiedenen Futtermittel zu kennen. Somit soll dem Pferd eine möglichst bedarfsgerechte Ration vorgelegt und Über- sowie Unterversorgungen, welche Krankheiten begünstigen, vermieden werden (CASTRONOVO, 2017).

Nachfolgend wird nun aufgezeigt, wie sich die Fütterungsstrategien der Pferdehalter in Bayern darstellen. Durch Betrachtung der Versorgungslagen der Pferde mit Hilfe einer Blutanalyse sowie den enthaltenen Inhaltsstoffen und Nährwerte der einzelnen Rationen sollen Über- und Unterversorgungen aufgedeckt werden. Hierbei liegt der Fokus überwiegend auf den Mineralstoffen.

2. Literatur

2.1 Aufgaben ausgewählter Mineralstoffe im Pferdekörper

Neben den organischen Nährstoffen, wozu Proteine, Kohlenhydrate und Fette zählen, spielen die anorganischen Mineralstoffe eine wichtige Rolle für den Stoffwechsel sämtlicher Säugetiere. Die Mineralstoffe werden als Bau- oder Reglerstoffe und nicht als Energiequelle genutzt. Dabei werden diese Nährstoffe in Mengen- und Spurenelemente unterteilt. Unter die Mengenelemente fallen Kalzium, Phosphor, Magnesium, Kalium, Natrium, Chlor und Schwefel. Von diesen benötigt der Organismus eine Tagesmenge im Grammbereich. Zu den Spurenelementen gehören Kupfer, Mangan, Eisen, Zink, Selen und Jod. Hiervon sind nur Mengen im Bereich einiger Milligramm pro Tag erforderlich. Im Folgenden soll nun erläutert werden, welche Aufgaben und Funktionen diese Mineralstoffe im Körper eines Pferdes haben (HOFMANN, 2000; KIRCHGEßNER; 2014; MEYER und COENEN, 2014).

Für die Stabilität und Funktion des Skelettes sind vor allem Kalzium und Phosphor wichtige Mengenelemente, da sie zu einem großen Teil in die Knochensubstanz eingelagert werden. Zudem spielen diese Nährstoffe eine wichtige Rolle bei der Blutgerinnung, beim Energiestoffwechsel im Muskel und auch bei der Reizübertragung auf die Muskelfibrillen. Das Mengenelement Magnesium ist ebenfalls am Aufbau von Knochen und Zähnen sowie am Reizleitungssystem beteiligt. Vor allem ist es aber wichtig für die Funktion vieler Enzyme überwiegend im Nerven- und Muskelgewebe. Ebenfalls von Bedeutung für die Muskel- und Nervenfunktion sind die Mineralstoffe Kalium, Natrium und Chlor. Die beiden Elemente Natrium und Chlor sind zudem essentiell für die Erhaltung des osmotischen Drucks in der extrazellulären Flüssigkeit sowie für die Regulation des Säuren-Basen- und Wasserhaushalts. Für die Regulation des osmotischen Drucks in den Zellen und für die Aktivität zahlreicher Enzyme, welche unter anderem an der Glykolyse und der oxidativen Phosphorylierung beteiligt sind, hat das Element Kalium eine besondere Bedeutung. Schwefel ist im Körper überwiegend in Form von schwefelhaltigen Aminosäuren wie Methionin und Cystin vorhanden. Weiterhin ist es aber auch ein wichtiger Bestandteil einiger Coenzyme und Vitamine, wozu beispielsweise das Coenzym A, Thiamin und Biotin gehören (HOFMANN, 2000; MENKE und HUSS, 1987; MEYER und COENEN, 2014).

2. Literatur

Das Spurenelement Eisen spielt für den Sauerstofftransport bzw. die Sauerstoffübertragung eine wichtige Rolle, da es für die Bildung des roten Blutfarbstoffs Hämoglobin und des roten Muskelfarbstoffs Myoglobin unentbehrlich ist. Diese Farbstoffe sind für die reversible Bindung von Sauerstoff verantwortlich. Ein Teil des Eisens kann in Form des Proteins Ferritin in Leber, Milz, Niere und Knochenmark gespeichert werden. Für die Nerven-, Blut-, Pigment- und Bindegewebsbildung wird der Mineralstoff Kupfer benötigt. Dieser ist demnach wichtig für die Knochenentwicklung, die Zellatmung, die Stärkung des Immunsystems und somit von besonderer Bedeutung für Leistung und Gesundheit. Die Funktion von Zink besteht einerseits in der Unterstützung der Epithelregeneration von Haut- und Schleimhäuten, andererseits ist das Spurenelement aber auch für viele Enzyme des Kohlenhydrat- und Eiweißstoffwechsels unentbehrlich. Die Festigkeit des Hufhorns ist ebenfalls von der Zinkversorgung des Pferdes abhängig. Die Funktion der Eierstöcke ist genauso wie die Funktion der Sehnen und Bänder sowie des Knochenstoffwechsels durch Mangan beeinflusst. Dieses Spurenelement wirkt außerdem als Cofaktor in verschiedenen Enzymsystemen, wie etwa im Mineral- und Fettstoffwechsel. Als Zentralatom für die Synthese des Vitamins B12 durch Mikroorganismen im Darmtrakt des Pferdes wird Kobalt verwendet. Zudem spielt dieses Element eine Rolle bei der Aktivierung von Enzymen. Jod steuert als Bestandteil der Schilddrüsenhormone den Stoffumsatz im Organismus. Als Komponente von Enzymen sowie zur Stärkung des Immunsystems hat Selen ebenfalls wichtige Funktionen im Pferdekörper. Außerdem schützt Selen die Zellmembranen vor schädlich wirkenden Peroxiden, indem das selenhaltige Enzym Glutathionperoxidase die Peroxide im Körper inaktiviert (HOFMANN, 2000; MENKE und HUSS, 1987; MEYER und COENEN, 2014).

2.2 Bedarf der Pferde an ausgewählten Mengenelementen

Damit die Mengen- und Spurenelemente die genannten Aufgaben und Funktionen im Pferdekörper erfüllen können, ist eine bedarfsgerechte Versorgung mit diesen sicherzustellen. Sowohl Unter- als auch Überversorgungen können die Gesundheit belasten und das Wohlbefinden sowie die Leistung des Pferdes einschränken. Dabei ist zu beachten, dass die Mineralstoffe untereinander und auch mit Vitaminen in Wechselbeziehungen stehen, so dass bereits die mangelnde oder übermäßige Versorgung mit nur einem Element

2. Literatur

weitreichende Folgen haben kann. Diese Interaktionen sind in der nachfolgenden Abbildung 1 grafisch dargestellt (HOFMANN, 2000).

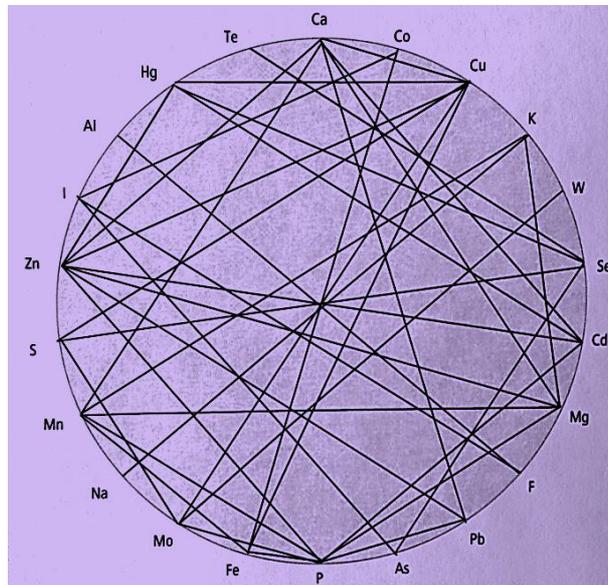


Abbildung 1: Interaktionen zwischen Mengen- und Spurenelementen (MILLER, 1979)

2. Literatur

In der folgenden Tabelle 1 sind die empfohlenen Werte für die Versorgung von Pferden mit Mengenelementen bei unterschiedlicher Leistung in Abhängigkeit von der Lebendmasse nach MEYER und COENEN (2014) zusammengefasst.

Tabelle 1: Empfehlungen für die Mineralstoffversorgung von Pferden bei unterschiedlicher Leistung (MEYER und COENEN, 2014)

	Ca		P		Mg		Na		K		Cl	
Körpermasse, ausgewachsen, kg	300	600	300	600	300	600	300	600	300	600	300	600
Erhaltung, ausgewachsen	12	20	8	14	4	6	2	3	10	17	24	48
Arbeit												
geringfügig	12	20	8	14	4	6	5	9	11	19	29	57
leicht	13	21	8	14	4	7	9	23	13	25	34	77
mittel	14	23	8	14	5	8	15	33	16	30	43	91
anspruchsvoll	15	25	8	14	5	8	22	43	18	34	53	106
schwer	16	27	8	14	5	9	35	64	24	42	72	135
sehr schwer	17	29	8	14	6	9	41	84	26	51	80	163

2. Literatur

Tabelle 2 stellt hingegen die empfohlenen Werte für die Gehalte an Mengenelementen in der Trockenmasse des Futters dar, die für eine bedarfsdeckende Versorgung der Tiere benötigt werden. Dabei ist aber zu beachten, dass diese Empfehlungen je nach Tier schwanken und auch von der Versorgung mit anderen Mengenelementen beeinflusst werden können (JEROCH et al., 2008).

Tabelle 2: Empfehlungen für die Mineralstoffversorgung je kg Futtertrockensubstanz (eigene Darstellung mit Daten nach JEROCH et al., 2008)

	Ca	P	Mg	Na	K	Cl
Bedarf (g/kg TS)	5,0 - 7,0	2,5 - 5,0	0,6	1,0 - 2,0	2,0 - 6,0	1,0 - 2,0

Der Bedarf an Kalzium und Phosphor in Abhängigkeit von der Lebendmasse kann der Tabelle 1 entnommen werden und wird über die unvermeidbaren Verluste aus Kot und Harn berechnet, wobei die Verwertung der Elemente berücksichtigt werden muss. Das Verhältnis von Kalzium zu Phosphor in einer Ration sollte zwischen 1:1 und 3:1 liegen, so dass die Verwertbarkeit von Kalzium und Phosphor zwischen 60 % und 80% liegt. Sollte der Wert dieses Verhältnisses kleiner als 1 sein, so steigt der Kalziumbedarf aufgrund einer schlechteren Verwertbarkeit an. Dies ist ebenso bei hohen Oxalsäure- und Phytinsäuregehalten in der Ration zu beachten. Bei einer stark überhöhten Eiweißversorgung ist aufgrund der vermehrten renalen Ausscheidung an Phosphor ein zunehmender Bedarf an diesem Mengenelement festzustellen. Bei Fohlen im ersten Lebensjahr ist der Bedarf an beiden Mengenelementen aufgrund der Skelettausbildung besonders hoch. Die Versorgung mit Kalzium kann allerdings oft nicht durch übliche Rationen bestehend aus Heu und Hafer abgedeckt werden, da sowohl in Getreide als auch in klee- und kräuterarmen Heusorten nur eine geringe Menge an Kalzium enthalten ist. Es gilt zudem zu beachten, dass der Einsatz von phosphorreichen Futtermitteln wie Kleie, Ölsamenrückständen und verschiedenen Getreidesorten eine ungenügende Kalziumversorgung aufgrund eines engen Ca-P-Verhältnisses noch verschlimmern kann. Die Versorgung mit Phosphor ist hingegen bei den üblichen Rationen meist ausreichend, da Pferde im Gegensatz zu anderen Tierarten in der Lage sind, Phytinphosphor ähnlich gut zu verdauen wie anorganischen Phosphor. In Rationen mit hohem Getreideanteil kann dieser

2. Literatur

Phytinphosphor bis zu 75 % der Gesamtmenge an Phosphor ausmachen. Möglich ist dies nur aufgrund der Fähigkeit des Pferdes Phosphor aus dem Dickdarm zu resorbieren, nachdem dieser aus inerten Phosphorverbindungen mikrobiell aufgeschlossen worden ist. Allerdings besteht hierdurch die Gefahr einer Überversorgung bei übermäßigem Einsatz von Getreiderückständen. Eine Unterversorgung wäre nur auf phosphatarmen, abgeblühten und überständigen Weiden sowie bei einseitigem Einsatz von Stroh, Knollen und Wurzeln denkbar. Eine Überprüfung des Versorgungszustands mit Kalzium und Phosphor ist durch eine Harn- sowie begrenzt auch durch eine Blutuntersuchung möglich (JEROCH et al., 2008; MEYER und COENEN, 2014).

Der Bedarf am Mengenelement Magnesium, welcher in der Tabelle 1 in Abhängigkeit von der Lebendmasse und in Tabelle 2 bezogen auf die Futtertrockenmasse aufgeführt ist, wird meist durch praxisübliche Rationen komplett abgedeckt. Vor allem Getreidekörner, Getreidenachprodukte und Leguminosenheu sind relativ reich an diesem Mengenelement und sichern so eine ausreichende Versorgung. Hohe Gehalte an Kalzium und Phosphor können den Bedarf allerdings erhöhen. Da der Mineralstoff am Knochenaufbau beteiligt ist, besteht vor allem in der Zeit des Wachstums und auch während der Laktation aufgrund der Gehalte in der Milch ein deutlicher Mehrbedarf. Während der Trächtigkeit und beim Einsatz als Sport- und Arbeitspferd, wobei eine geringe Menge an Magnesium über den Schweiß ausgeschieden wird, ist nur ein leichter Anstieg des Magnesiumbedarfs zu verzeichnen. Beurteilt werden kann die Magnesiumversorgung mittels einer Harnuntersuchung oder anhand eines Blutbildes (JEROCH et al., 2008; MEYER und COENEN, 2014).

Der Bedarf an Natrium und Chlorid errechnet sich ebenfalls wie bei Kalzium und Phosphor aus den unvermeidbaren Verlusten unter Berücksichtigung der Verwertung. Bei Chlorid wird aber eine erhöhte Aufnahmemenge vorgeschlagen, da geringere Mengen in Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Gesamtration negative Einflüsse auf den Säure-Basen-Haushalt und den Blut-pH-Wert des Pferdes haben können. Die genauen Werte sind in Tabelle 1 und Tabelle 2 aufgeführt. Der Bedarf an Chlorid ist dabei von der Natrium- und Kaliumbelastung abhängig, da die Ausscheidung dieses Elements über Harn und Schweiß an die Ionen dieser beiden Elemente gekoppelt ist. Bei Reit-, Sport- und Arbeitspferden steigt der Bedarf aufgrund der hohen Abgaben beider Elemente über den Schweiß proportional zur Bewegungsleistung an. Da im angesetzten Gewebe und in der Milch nur

eine geringe Menge der beiden Mineralstoffe enthalten ist, besteht für Zuchtstuten und Fohlen nur ein geringer Mehrbedarf. Die Versorgung mit Chlorid ist generell über Grünfutter und Heu sichergestellt, wohingegen die Natrium-Versorgung aus dem Grund- und Kraftfutter meist ungenügend ist. Um eine Deckung des Bedarfs auch bei größerer Anstrengung sicher zu stellen, ist die Bereitstellung eines Salzlecksteins zur freien Verfügung zu empfehlen. Bei hohen Schweißverlusten wird empfohlen zudem noch loses Salz in die Krippe zu gegeben. Ob die Versorgung des Pferdes mit Natrium und Chlor ausreichend ist, kann mit Hilfe einer Harn- oder Blutuntersuchung überprüft werden (JEROCH et al., 2008; MEYER und COENEN, 2014).

Während der Trächtigkeit fällt nur ein geringer Mehrbedarf an Kalium im Gegensatz zur Erhaltung an. In der Laktation und während des Wachstums ist der Mehrbedarf als mäßig einzustufen. Bei Reit-, Arbeits- und Sportpferden steigt der Mengenanspruch an Kalium aufgrund der Ausscheidung des Elements über den Schweiß aber erheblich an. Dies verdeutlichen auch die Bedarfswerte für das Mengenelement in der Tabelle 1. Aufgrund der recht hohen Kaliumgehalte in den üblichen Futtermitteln kann aber sogar dieser deutliche Mehrbedarf meist problemlos gedeckt werden. Vor allem Gras und Graskonserven weisen meist hohe Kaliumgehalte auf, weshalb eine ausreichende Versorgung mit Raufutter bei vermehrter Schweißabgabe besonders wichtig ist. Die Versorgung mit diesem Mineralstoff kann gut mit Hilfe eines Blutbildes überprüft werden, da ein guter Zusammenhang zwischen Fütterung und Gehalt im Serum bzw. Plasma besteht (MEYER und COENEN, 2014).

2.3 Bedarf der Pferde an ausgewählten Spurenelementen

Der Bedarf an Spurenelementen ist in der folgenden Tabelle 3 zusammengefasst. Es ist hierbei zu beachten, dass „für eine ausreichende Versorgung mit essenziellen Spurenelementen [...] nicht allein der analytische Gehalt im aufgenommenen Futter, sondern vor allem auch die Verwertbarkeit durch den tierischen Organismus entscheidend [ist]“ (KIRCHGEßNER, 2014).

2. Literatur

Tabelle 3: Empfehlungen für die Spurenelementversorgung von Pferden (MEYER und COENEN, 2014)

	Trockensubstanz- aufnahme (kg)	Fe (mg)	Cu (mg)	Zn (mg)	Mn (mg)	Se (mg)	J (mg)
Trockensubstanzaufnahme und Spurenelementzufuhr je kg Stoffwechselmasse/Tag							
Erhaltung	0,1	4	1	4	4	0,01	0,02
Trächtigkeit	0,1	5	1	5	4	0,02	0,02
Laktation	0,145	5	1	5	4	0,02	0,02
Wachstum	0,1	8	1,1	4	4	0,02	0,02
Arbeit	0,13	4	1	5	4,5	0,01	0,02
Empfohlene Spurenelementgehalte je kg Futtertrockenmasse							
Erhaltung		40	10	40	40	0,10	0,20
Trächtigkeit		50	10	50	40	0,15	0,20
Laktation		34	7	34	28	0,10	0,14
Wachstum		80	11	40	40	0,15	0,20
Arbeit		31	8	38	35	0,08	0,15
Spurenelementzufuhr je Tier/Tag bei 500 kg KM (ausgewachsen)							
Erhaltung	10,6	423	106	423	423	1,1	2,1
Trächtigkeit	10,6	529	106	529	423	1,6	2,1
Laktation	15,3	529	106	529	423	1,6	2,1
Wachstum	10,6	401	55	201	201	0,8	1,0
Arbeit	13,7	423	106	529	476	1,1	2,1

Die Bedarfswerte für Eisen sind in der Tabelle 3 in Abhängigkeit von der Trockensubstanzaufnahme, der Futtertrockenmasse und der Lebendmasse aufgeführt. Ein erhöhter Mengenanspruch besteht einerseits nach Blutverlusten oder andererseits bei

2. Literatur

beginnendem Training, da hier die roten Blutkörperchen vermehrt werden müssen. Auch starkes Schwitzen führt zu einer Bedarfssteigerung, weil Eisen durch den Schweiß aus dem Körper abgeführt wird. Die Versorgung mit Eisen spielt bei Fohlen für die Blutbildung eine besonders große Rolle, so dass der geringe Eisengehalt in der Stutenmilch zunächst intern kompensiert werden kann. Eine übermäßige Absorption des Spurenelements ist durch die homöostatische Regulation des Heparin nicht möglich, da dieses den Eisengehalt in Dünndarmzellen durch vermehrten Abbau von Ferroportin hoch hält. Generell enthalten die üblichen Pferdefuttermittel mehr Eisen als für eine Bedarfsdeckung nötig wäre, weshalb die Versorgung mit dem Spurenelement bei ausgewachsenen Pferden als sichergestellt anzusehen ist. Es ist aber zu berücksichtigen, dass ein zunehmendes Alter der Pferde, das Vorhandensein von Phytat sowie Antagonisten, wozu auch Zink, Kupfer und Mangan gehören, sowie hohe Gehalte an Kalzium und Phosphor die Resorption hemmen können. Auf die aktuelle Versorgungslage kann mittels einer Harn- oder Blutanalyse rückgeschlossen werden, wobei aber nur ein geringer Zusammenhang zwischen der Fütterung und dem Gehalt in Serum bzw. Plasma besteht (JEROCH et al., 2008; MEYER und COENEN, 2014).

Besonders bei Jungpferden sollte auf eine ausreichende Kupferversorgung geachtet werden, um Wachstumsstörungen vorzubeugen. Die jeweiligen Bedarfswerte für Zuchtstuten, Jungpferde und Reit- bzw. Arbeitspferde können der Tabelle 3 entnommen werden. Für Pferde im Erhaltungsstoffwechsel ist der Kupfergehalt in Gras und Graskonserven meist ausreichend. Zuchtstuten und junge Pferde im Wachstum sind aber besonders bei unterdurchschnittlichen Kupfergehalten im Raufutter oft unterversorgt, weshalb die Zugabe eines geeigneten Ergänzungsfutters in solchen Fällen empfehlenswert ist. Da auch die Stutenmilch nur einen geringen Gehalt des Spurenelements vorzuweisen hat, ist der Kupfergehalt in Ergänzungsfuttern für Saugfohlen deutlich höher anzusetzen. Der Zusammenhang zwischen der Fütterung und dem Blutplasmagehalt ist bei diesem Mineralstoff gering. Eine Untersuchung der Leber hat hier eine höhere Aussagekraft (HOFMANN, 2000; MEYER und COENEN, 2014).

Der Zinkbedarf liegt laut Tabelle 3 zwischen 34 und 50 mg je kg Futtertrockenmasse in Abhängigkeit von den jeweiligen aktuellen Anforderungen an das Pferd. Es ist allerdings von einem erhöhten Bedarf auszugehen, sollte der Getreideanteil in der Ration hoch sein und dem Pferd damit viel Phytinsäure zugeführt werden. Ein hohes Angebot an Kalzium und

2. Literatur

Kupfer kann den Zinkbedarf zudem erhöhen. Grund hierfür ist die Bildung schwerlöslicher Komplexe von Kalzium und Zink mit Phytinsäure. Dies geschieht überwiegend bei basischem pH-Wert im Dünndarm. Aus diesen Phytat-Komplexen kann Zink nur durch Phytase zur Resorption freigesetzt werden. Die aktuelle Versorgungslage kann mit Hilfe einer Harn- oder Blutuntersuchung beurteilt werden, wobei aber zu berücksichtigen ist, dass nur ein geringer Zusammenhang zwischen der Fütterung und dem Plasmagehalt besteht (JEROCH et al., 2008; MEYER und COENEN, 2014).

In tierischen Geweben ist das Spurenelement Mangan nur in sehr geringen Mengen enthalten. Lediglich in Knochen, Leber, Nieren und Pankreas sind höhere Gehalte des Mineralstoffs vorzufinden. Der Bedarf an Mangan, welcher in Tabelle 3 aufgeführt ist, wird trotz dieser relativ niedrigen Mengen im Körper recht hoch angesetzt. Für Pferde wurden diese Werte anhand von Beobachtungen bei anderen Tierarten übernommen. Generell bestehen keine Probleme bezüglich der bedarfsdeckenden Versorgung der Pferde mit diesem Spurenelement, da sowohl Gras, Heu und auch Kleien bei durchschnittlichen Mangangehalten bereits mit einem kg Trockensubstanz den Tagesbedarf mehrfach abdecken. Unterdurchschnittliche Werte sind nur auf kalkhaltigen Böden mit hohem pH-Wert und auf leichten Sandböden zu erwarten. Da kaum Untersuchungen beim Pferd vorliegen, kann nicht abschließend beurteilt werden, ob die Versorgungslage über ein Blutbild dargestellt werden kann (MENKE und HUSS, 1987; MEYER und COENEN, 2014).

Die Toleranz des Pferdes gegenüber einer Über- oder Unterversorgung mit dem Spurenelement Selen ist gering, weshalb eine bedarfsgerechte Versorgung angestrebt werden sollte. Der Bedarf wird bei Pferden gemäß Tabelle 3 mit 0,1 mg pro kg Futtertrockenmasse angesetzt. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass der Selengehalt in den Futtermitteln teilweise erheblich variiert und aufgrund der Abhängigkeit des Gehaltes in den Pflanzen vom Boden standortabhängig ist. Die Resorption dieses Elements liegt zwischen 35 % und 100 % und erfolgt relativ rasch. Hemmend auf die Verwertbarkeit des Elements wirken Antagonisten, wie Schwefel, Kalzium und Kupfer, sowie hohe Gehalte an ungesättigten Fettsäuren. Da bei dem Spurenelement nur eine geringe homöostatische Regulation greift, wird der Versorgungszustand der Tiere durch alle Körperteile abgebildet. Als Indikator eignet sich vor allem die Aktivität der Glutathionperoxidase (JEROCH et al., 2008; MEYER und COENEN, 2014).

2. Literatur

Der Bedarf des Pferdes an Jod und Kobalt ist ebenfalls der Tabelle 3 zu entnehmen. Während bei Kobalt von einer bedarfsgerechten Versorgung durch Einsatz der üblichen Futtermittel ausgegangen werden kann, ist dies bei Jod vermutlich nur in den Küstenregionen aufgrund des jodreichen Grundfutters zu gewährleisten. Eine Verbesserung der Versorgung ist durch jodreiche Futtermittel oder jodangereicherte Mineralstoffmischungen zu gewährleisten. Hemmend auf die Resorption wirken überwiegend Antagonisten wie Nitrate und Kalzium. Ebenso wie bei Selen ist die homöostatische Regulation auch bei Jod relativ gering, so dass auch hier der Versorgungszustand durch alle Körperteile reflektiert wird. Die Versorgungslage mit dem Spurenelement Jod kann bei Pferden gut über eine Harnuntersuchung bestimmt werden (JEROCH et al., 2008; MEYER und COENEN, 2014).

2.4 Folgen einer unpassenden Versorgung mit bestimmten Mineralstoffen

Um Einschränkungen des Wohlbefindens oder gar gesundheitliche Schäden des Pferdes zu vermeiden, sollte der Bedarf an Mengen- und Spurenelementen bei der Rationsplanung stets berücksichtigt werden. Eine Über- oder Unterversorgung mit einzelnen Elementen kann z.B. einen Leistungsabfall, Fruchtbarkeitsstörungen oder gar weitreichende gesundheitliche Konsequenzen zur Folge haben. Die möglichen Auswirkungen einer solchen überflüssigen oder unzureichenden Bereitstellung an Mineralstoffen sollen im Folgenden genauer betrachtet werden (KIRCHGEßNER, 2014).

Ein Mangel an Kalzium, der durch einen Phosphorüberschuss noch verstärkt werden kann, kann sich deutlich negativ auf das Knochengestüt des Pferdes auswirken. Ein negativer sekundärer Hyperparathyreoidismus ist die Folge. Dabei wird aufgrund des Mangels an dem Mengenelement zunächst durch das Parathormon aus der Nebenschilddrüse das metabolische Knochengewebe abgebaut. Besteht diese Unterversorgung längerfristig, so wird nach und nach auch das funktionelle Knochengewebe durch faseriges Ersatzgewebe ausgetauscht. Die Folgen können sichtbare Umfangsvermehrungen, unspezifische Lahmheiten oder gar Sehnenabriss und Rückenwirbelfrakturen sein. Ein Kalziumüberschuss hingegen stellt bis zur dreifachen Überschreitung des Normbedarfs bei ausreichender Versorgung mit anderen Mineralstoffen kein großes Problem für Pferde dar. Lediglich das Risiko einer Harnsteinbildung nimmt durch die renale Kalziumausscheidung zu.

2. Literatur

Eine Überversorgung mit Phosphor verschlechtert einerseits die Verwertung von Kalzium, kann aber auch die Bildung von Darmsteinen begünstigen. Ein Phosphormangel kann je nach Dauer und Umfang sowohl eine reduzierte Futteraufnahme als auch Wachstumsstörungen und einen erniedrigten Phosphor- und Aschegehalt der Knochen verursachen (JEROCH et al., 2008; MEYER und COENEN, 2014).

Eine zu geringe Versorgung mit dem Mengenelement Magnesium kann sich durch eine erhöhte Erregbarkeit, Muskelzittern, Muskelkrämpfe oder Tetanien zeigen. Ein Überschuss an diesem Mengenelement kann zu Durchfällen führen. Auch eine vermehrte Kalziumausscheidung kann die Folge sein, insbesondere bei gleichzeitigem Phosphormangel. Allerdings ist ein Überschuss an Magnesium in der Praxis nicht zu beobachten. Für einen Natriummangel spricht hingegen das Fressen von Erde, ein geringer Appetit, Gewichtsverlust sowie Leistungsschwäche. Häufig resultieren Unterversorgungen mit Natrium und Chlor aus den hohen Abgaben über den Schweiß oder auch aufgrund von Durchfällen. Ein Chlormangel zeigt sich dabei nur schwach durch klinische Symptome. Eine Überversorgung mit den Elementen Natrium und Chlor, welche beispielsweise bei freiem Zugang zu Salzquellen möglich ist, kann bei ausreichender Verfügbarkeit von Wasser durch renale Ausscheidungen ausgeglichen werden. Es besteht aber die Möglichkeit einer Entstehung von Ödemen, sollte die Zufuhr an Natriumchlorid die Ausscheidungsfähigkeit übersteigen. Intensiv gedüngtes Weidefutter und hohe Melasseanteile können zu einem Kaliumüberschuss führen, welcher aber von Pferden toleriert wird. Lediglich bei extremen Mengen ist ein Anstieg von Wasseraufnahme und Harnmenge zu beobachten. Ein Mangel an diesem Mengenelement führt zu Fressunlust und Muskelschwäche. Eine solche Unterversorgung ist aber nur selten vorzufinden. Lediglich bei Hochleistungspferden kann es zu Hypokaliämien kommen, welche die Herzfunktion nachteilig beeinflussen können (JEROCH et al., 2008; MEYER und COENEN, 2014).

Auch eine Über- oder Unterversorgung mit Spurenelementen kann weitreichende Folgen haben. Ein Mangel an Eisen kann beispielsweise zu Leistungsschwäche, Infektionsanfälligkeit und angestrenzter Atmung führen, da nicht genügend Hämoglobin und Myoglobin gebildet werden kann und somit die Anzahl an roten Blutkörperchen rückläufig ist. Ein solcher Mangel ist allerdings nur gelegentlich bei Rennpferden, Pferden mit Parasitenbefall oder zu früh geborenen Fohlen vorzufinden. Eine Überversorgung mit dem

2. Literatur

Spurenelement kann die Verwertung von Phosphor, Kupfer, Mangan und Zink einschränken oder zu hohen Haptocidinfreisetzung führen. Nehmen Pferde eine zu große Menge an Kupfer auf, so können sie dies über eine gewisse Zeit tolerieren. Allerdings kann eine dauerhafte Überversorgung, aufgrund der Speicherung des Mineralstoffs in der Leber, eben diese schädigen und die Verwertung von Zink einschränken. Steht allerdings nur eine zu geringe Menge an Kupfer zur Verfügung, so kann dies bei älteren Pferden zu Gefäßrupturen und Pigmentverlusten führen. Bei wachsenden Fohlen können Anämien und Skelettveränderungen die Folge sein, während bei tragenden Stuten die Gefahr besteht, dass eine zu geringe Menge des Spurenelements in die fetale Leber eingelagert wird. Ein Mangel an Zink drückt sich durch borkige Auflagerungen, Verdickungen der Haut, Haarausfall und eine erhöhte Infektionsneigung aus. Ein solcher Mangel konnte aber bisher nur unter experimentellen Bedingungen beobachtet werden. Da Zink zu den weniger toxischen Spurenelementen gehört, sind Vergiftungserscheinungen erst ab mehr als 500 mg Zink pro kg TS zu erwarten. Ein Überschuss des Spurenelements Mangan kann bei Pferden festgestellt werden, welche mit Grünfütter mit stark überhöhten Mangangehalten ernährt werden. Die Folge sind oft Anämien, welche vermutlich durch eine Beeinträchtigung der Eisenaufnahme ausgelöst werden. Ein Mangel an dem Spurenelement zeigt sich durch vermindertes Wachstum, anomale Skelettentwicklung und Störungen im Zentralnervensystem. Die Ursache ist hierbei meist eine gestörte Synthese von Mucopolysacchariden und Glycoproteinen. Dadurch wird weniger Schleim produziert und mehr Knorpel gebildet, wobei der Gehalt an Asche im Skelett vermindert ist. Blutarmut, Hautveränderungen und Wachstumsstillstand sind auf einen Mangel an Vitamin B12 zurückzuführen, welcher aufgrund einer Unterversorgung mit Kobalt entstehen kann. Ein Mangel an Jod zeigt sich meist durch die Entstehung eines Kropfs. Sollte dieser Zustand länger andauern, so kann es auch zu Appetitlosigkeit, Lethargie oder Haarausfall kommen. Die Auslöser einer solchen Unterversorgung können einerseits zu geringe Jodgehalte im Futter aber auch Bestandteile des Futters sein, welche die Bildung der Schilddrüsenhormone hemmen. Dazu gehören einwertige Ionen, wie Thiozyanate oder Isothiozyanate, aber auch Nitrat (JEROCH et al., 2008; MEYER und COENEN, 2014).

Für Fohlen kann besonders ein Mangel am Spurenelement Selen gefährlich werden. Steht tragenden Stuten nur eine ungenügende Menge an diesem Spurenelement zur Verfügung, so können degenerative Herzmuskel- und Skelettveränderungen bei den Neugeborenen die

2. Literatur

Folge sein. Klinische Anzeichen für eine solche Mangelversorgung sind die Schmerzhaftigkeit der Muskulatur, ein steifer Gang, Lahmheit oder Saugschwierigkeiten. Sollte die Unterversorgung nicht rechtzeitig erkannt werden, sterben die Fohlen meist innerhalb der ersten Lebenswochen. Bei ausgewachsenen Pferden sind tödliche Folgen eines Selenmangels nicht bekannt, wobei aber die allgemeine Infektionsabwehr geschwächt wird. Zudem sind Fruchtbarkeitsstörungen und Durchfälle denkbar. Eine Überversorgung kann hingegen auch bei adulten Tieren schwerwiegende Folgen haben. Bereits bei Gehalten von 2 mg Selen pro kg Futtertrockenmasse oder einer längerfristigen Aufnahme an überhöhten Gehalten kann es zu chronischen Vergiftungen kommen. Anzeichen können ringförmige Einschnürungen an den Hufen, Ausschühen der Hufkapsel, Haarverlust an Mähne und Schweif oder auch eine unspezifische Lahmheit sein. Ausgelöst werden diese Symptome durch die Verdrängung des Schwefels bei der Bildung von Keratin. Begleitet werden diese äußerlichen Anzeichen eines Selenüberschusses von pathologischen Veränderungen, wobei überwiegend Leberschäden zu nennen sind. Aus diesen Gründen ist eine bedarfsgerechte Fütterung bei dem Mineralstoff Selen besonders wichtig, um sowohl Unter- als auch Überversorgungen bestmöglich zu vermeiden (JEROCH et al., 2008; MEYER und COENEN, 2014).

Eine Beurteilung der Energie- und Nährstoffversorgung des Pferdes ist anhand der Futteraufnahme oder mittels einer „Analyse bestimmter Parameter am Tier“, wie etwa der Blut- und Harnzusammensetzung, möglich (MEYER und COENEN, 2014). Um eine längerfristige, unpassende Versorgung mit Mengen- und Spurenelementen und die daraus resultierenden Folgen zu vermeiden, sollte der Versorgungszustand des Pferdes regelmäßig überprüft werden. Wird die Analyse des Versorgungsgrades mittels eines Blutbildes durchgeführt, so gibt die Literatur die in Tabelle 4 dargestellten Mindest- und Maximalgehalte für die einzelnen Elemente im Blut vor. Eine Über- oder Unterschreitung dieses Referenzbereichs kann demnach auf eine unpassende Versorgung mit dem jeweiligen Mineralstoff hindeuten (MEYER und COENEN, 2014).

2. Literatur

Tabelle 4: Referenzbereiche der Parameter im Blut zur Beurteilung der Versorgungslage (eigene Darstellung mit Daten nach MEYER und COENEN (2014))

Mengen-/Spurenelement	marginale Versorgung	überhöhte Versorgung
Kalzium	< 2,40 mmol/l	> 3,40 mmol/l
Phosphat	< 0,70 mmol/l	> 1,70 mmol/l
Natrium	< 132,00 mmol/l	> 146,00 mmol/l
Kalium	< 2,80 mmol/l	> 4,80 mmol/l
Magnesium	< 0,50 mmol/l	> 40,00 mmol/l
Kupfer	< 7,87 µmol/l	> 39,35 µmol/l
Zink	< 7,65 µmol/l	> 22,95 µmol/l
Selen	< 0,50 µmol/l	> 3,20 µmol/l
Eisen	< 12,54 µmol/l	> 35,82 µmol/l

2.5 Grobfutteranalysen

Um eine unpassende Versorgung von Pferden mit Energie, Eiweiß und Mineralstoffen zu vermeiden, ist aufgrund der großen Schwankungsbreite der ernährungsphysiologischen Futterinhaltsstoffe eine Laboranalyse des Grundfutters zu empfehlen. Ausgehend von den Werten dieser Raufutteruntersuchung ist eine „bedarfsgerechte Fütterung und eine sinnvolle Ergänzung mit Kraft- und Ergänzungsfuttermitteln“ erst möglich (SITZENSTOCK et al., 2017). Somit können demnach durch falsche Fütterung verursachte Über- und Unterversorgungen und daraus resultierende Erkrankungen verhindert werden (SITZENSTOCK et al., 2017).

Einen groben Anhaltspunkt für die Gehalte an Inhaltsstoffen sowie Mengen- und Spurenelementen im Grundfutter können verschiedene Futterwerttabellen liefern. Auch diese unterscheiden sich aber teilweise bereits erheblich hinsichtlich der Werte. So sind in ausgewählter Literatur die in den Tabellen 5 und 6 zusammengestellten Angaben zu finden (SITZENSTOCK et al., 2017).

2. Literatur

Tabelle 5: Nährwerte und Inhaltsstoffe in der Trockensubstanz von Heu (eigene Darstellung mit Daten nach JEROCH et al. (2008), LFL (2013) und MEYER und COENEN (2014))

	Ra (g/kg)	Rp (g/kg)	Rfe (g/kg)	Rfa (g/kg)	Energie (MJ/kg)
Meyer und Coenen					
gute Qualität, 1. Schnitt	80	140	26	260	8,02 (ME)
mittlere Qualität, 1. Schnitt	80	120	26	300	7,32 (ME)
überständig, 1. Schnitt	80	95	26	320	6,98 (ME)
LfL Bayern					
Rispenspreizen, 1. Schnitt	-	115	30	282	9,98 (DE)
Mitte der Blüte, 1. Schnitt	-	98	23	315	9,23 (DE)
abgeblüht, 1. Schnitt	-	82	20	350	7,98 (DE)
Jeroch, Drochner und Simon					
1-2 Nutzungen, grasreich, 1. Schnitt	67	97	20	301	-
1-2 Nutzungen, klee- und kräuterreich, 1. Schnitt	84	92	22	297	-

2. Literatur

Tabelle 6: Gehalte an Mengen- und Spurenelementen in der Trockensubstanz von Heu (eigene Darstellung mit Daten nach JEROCH et al. (2008), LFL (2013) und MEYER und COENEN (2014))

	Ca (g/kg)	P (g/kg)	Mg (g/kg)	Na (g/kg)	K (g/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Se (mg/kg)
Meyer und Coenen								
gute Qualität, 1. Schnitt	5,2	3,6	1,7	0,6	20,0	9,3	34,9	0,06
mittlere Qualität, 1. Schnitt	4,8	3,1	1,7	0,6	19,0	9,3	34,9	0,06
überständig, 1. Schnitt	4,5	2,8	1,7	0,6	18,0	9,3	34,9	0,06
LfL Bayern								
Rispenspreizen, 1. Schnitt	4,4	2,9	1,8	0,4	-	-	-	-
Mitte der Blüte, 1. Schnitt	4,0	2,5	1,6	0,4	-	-	-	-
abgeblüht, 1. Schnitt	3,8	2,0	1,5	0,4	-	-	-	-
Jeroch, Drochner und Simon								
Ähren- /Rispenschieben, 1. Schnitt	9,1	2,8	2,1	0,6	-	-	-	-
Blüte, 1. Schnitt	7,2	2,7	2,0	0,75	-	-	-	-

Eine Projektarbeit der Hochschule Osnabrück kam zu dem Ergebnis, dass die Spannweite der ernährungsphysiologischen Inhaltsstoffe von Grobfutter starken Schwankungen unterliegt und ohne Laboranalyse nicht abzuschätzen ist. Die Studenten hatten dabei

2. Literatur

Analysewerte von 1260 Grobfutterproben gesammelt und ausgewertet. Die Resultate sind in der nachfolgenden Tabelle 7 dargestellt (SITZENSTOCK et al., 2017).

Tabelle 7: Schwankungsbreiten ausgewählter ernährungsphysiologischer Inhaltsstoffe je kg Trockenmasse aus 1260 Grobfutteranalysen (SITZENSTOCK et al., 2017)

Inhaltsstoff je kg Trockenmasse	Mittelwert \pm Standardabweichung	Minimum	Maximum
Energie [MJ ME]	8,7 \pm 0,7	4,1	11,2
verdauliches Rohprotein [g]	71,3 \pm 26,9	0,0	183,0
Rohfaser [g]	291,1 \pm 32,7	161,0	428,0
Zucker [g]	103,4 \pm 37,9	4,0	298,0
Calcium [g]	4,6 \pm 1,6	1,5	18,7
Phosphor [g]	1,7 \pm 0,8	0,5	6,9
Ca:P-Verhältnis	3,0 \pm 0,9 : 1	0,6 : 1	5,4 : 1
Kupfer [mg]	6,8 \pm 2,7	2,2	37,8
Selen [μ g]	65,0 \pm 60,0	5,0	592,0

Die Tabelle 7 verdeutlicht die enormen Schwankungsbreiten der einzelnen Inhaltsstoffe, wobei nicht nur die Energie- und Proteingehalte betroffen sind, sondern auch die Gehalte an Mengen- und Spurenelementen. Demnach können Futterwerttabellen zwar einen groben Anhaltspunkt für die Rationserstellung liefern, eine exakte Bedarfsdeckung ist aber nur mittels einer Analyse des Grundfutters möglich. Die unterschiedlichen Gehalte an Inhalts- und Nährstoffen sind laut SITZENSTOCK et al. (2017) auf verschiedene Einflussfaktoren zurückzuführen. So beeinflussen beispielsweise „die Gräser- und Kräuterzusammensetzung, die Bodenqualität und Düngung, der Schnittzeitpunkt, die Schnitanzahl, die Trocknungsdauer und die Konservierung [...] sowie die Lagerung des Grobfutters“ die ernährungsphysiologische Qualität (SITZENSTOCK et al., 2017).

2. Literatur

Auch die LUFA Nord-West hat die Ergebnisse der Grundfutteranalysen des Jahres 2017 ausgewertet und mit den Inhaltsstoffen der Vorjahre verglichen. Während die Unterschiede zwischen den Mittelwerten der einzelnen Jahre relativ gering sind, so schwanken die Werte der Inhaltsstoffe im Jahr 2017 stark. Die Mittelwerte und Schwankungsbreiten der Inhaltsstoffe und Energiegehalte der Jahre 2012 bis 2017 sind in der Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Inhaltsstoffe und Energiegehalte von Grundfutterproben 2012 bis 2017 (LUFA, 2017)

Heu	Inhaltsstoffe und Energiegehalte 2012 - 2017						
	Mittelwerte / (Schwankungsbreiten, 2%-, 98%-Perzentil)						
	2017	2016	2015	2014	2013	2012	Zielwerte
Trockensubstanz (TS) in %	86,1 (77,2 - 92,8)	85,3	84,2	84,1	85,8	85,0	> 85
Rohprotein (% der TS, N x 6,25)	9,8 (5,3 - 17,8)	9,7	9,4	9,1	10,9	10,4	< 12
Rohfaser (% der TS)	30,8 (22,8 - 37,1)	32,2	32,9	32,5	30,3	30,7	27 - 32
Rohasche (% der TS)	6,4 (3,9 - 9,5)	7,4	6,5	6,6	7,7	7,2	< 10
ME-Pferd (MJ/kg TS)	7,3 (6,2 - 8,4)	6,9	6,8	6,8			
DE-Pferd (MJ/kg TS)	8,7 (7,5 - 9,8)	8,3	8,2	8,2	8,3	8,5	> 8,5
verd. Protein (% der TS)	5,4 (3,0 - 9,4)	5,7	6,2	5,6	6,2	6,4	< 8

Ebenso wie bei den in der Tabelle 8 verdeutlichten Inhaltsstoffen und Energiegehalten ist auch der Unterschied der Gehalte an Mengen- und Spurenelementen zwischen den Proben des Jahres 2017 größer als die Schwankungsbreite zwischen den Mittelwerten der Jahre 2012 bis 2017. Die entsprechenden Werte sind in der Tabelle 9 dargestellt.

2. Literatur

Tabelle 9: Mineralstoff- und Spurenelementgehalte von Grundfutterproben 2012 bis 2017 (LUFA, 2017)

Heu	Mineralstoff- / Spurenelementgehalte 2012 - 2017						
	Mittelwerte / (Schwankungsbreiten)						
	2017	2016	2015	2014	2013	2012	Zielwerte
Calcium (% der TS)	0,48 (0,23 - 1,95)	0,49	0,45	0,49	0,49	0,55	0,5 - 0,7
Phosphor (% der TS)	0,24 (0,12 - 0,42)	0,25	0,24	0,26	0,26	0,25	0,3 - 0,4
Natrium (% der TS)	0,10 (< 0,02 - 0,55)	< 0,02	0,14	0,11	0,10	0,10	> 0,02
Magnesium (% der TS)	0,16 (< 0,02 - 0,42)	0,18	0,17	0,19	0,18	0,19	> 0,15
Kalium (% der TS)	1,89 (0,58 - 3,33)	1,77	1,83	1,94	1,95	1,95	< 3,00
Kupfer (mg/kg der TS)	5,1 (3,1 - 11,5)	5,8	5,9	5,8	6,0	6,2	6 - 10
Zink (mg/kg der TS)	28 (11 - 63)	31	32	30	34	33	40 - 100
Mangan (mg/kg der TS)	123 (21 - 498)	186	153	163	173	148	> 50
Eisen (mg/kg der TS)	221 (51 - 1847)	343	264	303	305	264	> 80

Aus den Tabellen 8 und 9 wird deutlich, dass die Gehalte an Energie, Inhaltsstoffen, Mengen- und Spurenelementen im Jahr 2017 deutlichen Schwankungen unterlagen. Diese Schwankungen waren vermutlich auch in den Jahren zuvor vorhanden. Demnach ist für eine bedarfsgerechte Versorgung sowohl mit Energie und Nährstoffen als auch mit Mengen- und Spurenelementen eine Analyse des Grundfutters notwendig.

3. Zielstellung

Pferdehalter in Bayern und auch deutschlandweit werden in den letzten Jahren vermehrt mit dem Auftreten von Wohlstandserkrankungen beim Pferd konfrontiert. Häufig wird hinter diesen Krankheiten eine fütterungsbedingte Ursache vermutet. Besonders Über- und Unterversorgungen mit bestimmten Nährstoffen sowie mit Mengen- und Spurenelementen scheinen derartige Beeinträchtigungen der Gesundheit und des Stoffwechsels zu begünstigen.

In der vorliegenden Untersuchung soll deshalb analysiert werden, wie sich der aktuelle Versorgungszustand von Pferden mit Mengen- und Spurenelementen in Bayern darstellt. Im Rahmen der Untersuchungen stehen folgende Fragestellungen im Fokus:

1. Welche Energie- und Nährstoffgehalte können bei den Futtermitteln Heu und dem Kraftfutter verschiedener Pferdehalter in Bayern festgestellt werden? Zeigen sich hierbei regionale oder standortspezifische Unterschiede?
2. Welche Gehalte an Mineralstoffen sind in den Grobfuttermitteln und dem Kraftfutter enthalten? Besteht hier die Notwendigkeit einer Ergänzung der Rationen mit Mengen- und Spurenelementen?
3. Welche aktuelle Versorgungslage für ausgewählte Mengen- und Spurenelemente kann bei Pferden aufgrund von einmaligen Blutanalysen abgeleitet werden?

Aus den Ergebnissen sollen den Pferdebesitzern Anhaltspunkte geben werden, auf welche Inhaltsstoffe bei der Auswahl eines Mineralfutters unter den spezifischen Bedingungen in Bayern besonders zu achten sind. Eine Über- oder Unterversorgung der Pferde und eine möglicherweise daraus resultierende Erkrankung soll somit vermieden werden können.

4. Material und Methoden

4.1 Probennahme und Analyse der Heuproben

Für die vorliegende Bachelorarbeit wurde zunächst jeweils eine Mischprobe des Grundfutters von fünf Ställen aus dem Bundesland Bayern gezogen und einmal beprobt. Die Daten zu den einzelnen Ställen sowie deren Pferden können der Tabelle 10 entnommen werden.

Tabelle 10: Angaben zu den teilnehmenden Ställen und deren Pferden

	Stall 1	Stall 2	Stall 3	Stall 4	Stall 5
Regierungsbezirk	Oberpfalz	Mittelfranken	Niederbayern	Schwaben	Oberbayern
Pferde	Pferd 1.1 (Sam)	Pferd 2.1 (Rosi)	Pferd 3.1 (Paris)	Pferd 4.1 (Nic)	Pferd 5.1 (Zaszlos)
	Pferde 1.2 (Ludwig)	Pferd 2.2 (Rosalie)	Pferd 3.2 (Sella)	Pferd 4.2 (Rodeo Drive)	Pferd 5.2 (Joey)
	Pferd 1.3 (Gebar)	Pferd 2.3 (Buxx)	Pferd 3.3 (Helly)	Pferd 4.3 (Hubert)	Pferd 5.3 (Leon)
	Pferd 1.4 (Loisl)	Pferd 2.4 (Macho)	Pferd 3.4 (Piolla)	Pferd 4.4 (Gandur)	Pferd 5.4 (Vevi)
	Pferd 1.5 (Hansi)	Pferd 2.5 (Jana)	Pferd 3.5 (Herta)	Pferd 4.5 (Chexi)	Pferd 5.5 (Antek)
			Pferd 3.6 (Willy)		
			Pferd 3.7 (V.Tegernsee)		
			Pferd 3.8 (Voithberg)		
			Pferd 3.9 (Mozart)		

4. Material und Methoden

Die Analysen der Grundfutterproben wurden bei der LUFA-ITL GmbH in Kiel durchgeführt. Hierbei wurden Parameter für Nährwerte und Inhaltsstoffe als auch für Mineralstoffe und Spurenelemente untersucht, welche gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert sind. Die jeweiligen Methoden zur Analyse der einzelnen Parameter sind in der Tabelle 11 zusammengefasst.

Tabelle 11: Methoden der Analysen der Grundfutterproben der LUFA-ITL GmbH

Parameter	Methode
Trockenmasse	VO (EG) 152/2009, III, A
Wasser berechnet	Berechnung
Rohasche	VO (EG) 152/2009, III, M
Rohprotein	VO (EG) 152/2009, III, C
Rohfaser	VO (EG) 152/2009, III, I
Rohfett	VO (EG) 152/2009, III, H, Verfahren B
DE Pferd	Berechnung GfE 2014
ME Pferd	Berechnung GfE 2014
Selen	DIN EN 16159
Kalzium	DIN EN 15621
Phosphor	DIN EN 15621
Natrium	DIN EN 15621
Kalium	DIN EN 15621
Magnesium	DIN EN 15621
Kupfer	DIN EN 15621
Eisen	DIN EN 15621
Zink	DIN EN 15621
Mangan	DIN EN 15621

4.2 Analytik der Blutproben

Die Analysen der Blutproben wurden von den Laboren SYNLAB GmbH, BioCheck GmbH und LABOKLIN GmbH & Co. KG durchgeführt. Die jeweiligen Methoden zur Analyse der einzelnen Parameter sind in der Tabelle 12 zusammengefasst.

Tabelle 12: Methoden der Analysen der Blutproben der BioCheck GmbH, der SYNLAB GmbH und der LABOKLIN GmbH & Co. KG

Labor	Methoden
BioCheck GmbH	ISE: Kalium, Natrium Photometrie: Kalzium, Magnesium, Phosphat
SYNLAB GmbH	Atomabsorption (AAS): Selen ISE: Kalium, Natrium Photometrie: Kalzium, Kupfer, Magnesium, Phosphat, Zink
LABOKLIN GmbH & Co. KG	Atomabsorption (AAS): Selen Photometrie: Eisen, Kalzium, Kupfer, Magnesium, Phosphat, Zink Potentiometrie: Kalium, Natrium

4.3 Auswertung und Statistik

Die gesammelten Daten der Nährwertgehalte und Inhaltsstoffe in den Heuproben der jeweiligen Ställe wurden miteinander verglichen und Maxima, Minima, Mittelwerte, Standardabweichungen und Schwankungsbreiten herausgestellt. Auch die zusammengetragenen Daten der Mengen- und Spurenelementgehalte im Blut der einzelnen Pferde wurden miteinander verglichen und ebenfalls Maxima, Minima, Mittelwerte, Standardabweichungen und Schwankungsbreiten hervorgehoben. Die Werte für Maxima, Minima, Mittelwerte, Standardabweichungen und Schwankungsbreiten wurden dabei mit Microsoft Excel berechnet. Anschließend folgte eine Gegenüberstellung der Gehalte der

4. Material und Methoden

Mengen- und Spurenelemente in den Heuproben mit den Mittelwerten der Gehalte im Blut der jeweiligen Ställe. Hierbei wurde untersucht, ob sich bei den einzelnen Elementen ein linearer Zusammenhang zwischen den Gehalten im Grundfutter sowie den Gehalten im Blut ergibt. Dies wird über den Wert des Bestimmtheitsmaßes R^2 geprüft, welcher mit Microsoft Excel berechnet wurde.

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

5.1 Energie- und Nährwertgehalte von Heu und Kraftfutter verschiedener Pferdehalter in Bayern

Die Analysen der Heuproben der fünf Ställe zeigten, dass sich das Heu im Trockensubstanzgehalt unterschied. Während bei dem untersuchten Heu aus dem Stall 1 der geringste Trockenmasseanteil von 84,5 % festzustellen war, lag der maximale Wert bei 89,3 % und wurde bei der Probe des Stalls 3 ermittelt. Bei den übrigen Ställen waren Trockensubstanzgehalte in Höhe von 86,1 % (Stall 2), 87,0 % (Stall 4) und 88,0 % (Stall 5) vorzufinden. Der Mittelwert der fünf untersuchten Heuproben aus den verschiedenen Regierungsbezirken Bayerns lag somit bei 86,98 % TS mit einer Standardabweichung von 1,83 %.

In der folgenden Tabelle 13 werden die einzelnen Werte für die enthaltenen Inhaltsstoffe und Energiegehalte in der TS der untersuchten Heuproben zusammengefasst. Hierbei war festzuhalten, dass das Grundfutter im Stall 5 mit 9,3 MJ DE/kg das energiereichste war. Das energieärmste Grundfutter stammte hingegen aus dem Stall 1 und wies 7,2 MJ DE/kg auf. Der Mittelwert der Verdaulichen Energie in der TS aus allen Proben lag bei 8,16 MJ/kg mit einer Standardabweichung von 0,76 MJ/kg. Ebenso wie die Energiegehalte stammten auch das Maximum und das Minimum der Rohproteinwerte in der TS aus den Ställen 5 und 1. Der Eiweißgehalt der Futterprobe aus dem Stall 5 in Oberbayern lag bei 10,4 %, während in der Futterprobe aus dem Stall 1 in der Oberpfalz nur 5,2 % ermittelt wurden. Im Mittel ergab sich bei allen bayerischen Ställen ein Rohproteingehalt in der TS von 7,56 % mit einer Standardabweichung von 1,93 %. Beim Rohfasergehalt stellte sich die Situation genau umgekehrt dar. Hier wurde der Maximalwert von 36,7 % in der Trockenmasse bei der Heuprobe aus dem Stall 1 festgestellt. Die Heuprobe aus dem Stall 5 wies hingegen nur 30,1 % Rohfaser in der TS auf, was somit der geringste Wert war. Der Mittelwert aller Heuproben aus den fünf Ställen bezifferte sich auf 33,06 % der TS mit einer Standardabweichung von 2,36 %. Es war also festzustellen, dass sich die Nährwerte und Inhaltsstoffe der Grundfutterproben regional deutlich unterschieden.

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

Tabelle 13: Nährwerte und Inhaltsstoffe in der Trockensubstanz der Heuproben

	Ra (%)	Rp (%)	Rfa (%)	Rfe (%)	Zucker (%)	DE (MJ/kg)	ME (MJ/kg)
Stall 1	7,2	5,2	36,7	1,0	11,3	7,2	6,1
Stall 2	8,0	7,0	32,7	1,3	9,8	7,9	6,7
Stall 3	5,8	8,3	33,2	1,2	7,3	8,3	6,9
Stall 4	7,5	6,9	32,6	1,3	11,4	8,1	6,8
Stall 5	4,0	10,4	30,1	1,7	11,6	9,3	7,9

Zur Ermittlung der Energie- und Nährwertgehalte der eingesetzten Kraftfutterarten wurden Standardwerte und Herstellerangaben verwendet.

Rund 83% der an der Studie teilnehmenden Pferde wurden mit Hafer gefüttert. Für dieses Kraftfuttermittel fanden sich in verschiedenen Veröffentlichungen unterschiedliche Angaben bezüglich der Inhaltsstoffe. In den drei für diese Bachelorarbeit betrachteten Futterwerttabellen waren für den Energiegehalt und die Inhaltsstoffe des Futtermittels Hafer identische Werte oder Gehalte mit nur geringen Abweichungen angegeben. Der Trockensubstanzgehalt lag dabei immer bei 88 %. Die einzelnen Werte werden in der folgenden Tabelle 14 zusammengefasst.

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

Tabelle 14: Nährwerte und Inhaltsstoffe in der Trockensubstanz von Hafer (eigene Darstellung mit Daten nach JEROCH et al. (2008), LFL (2013) und MEYER und COENEN (2014))

	Ra (g/kg)	Rp (g/kg)	Rfe (g/kg)	Rfa (g/kg)	Energie (MJ/kg)
Meyer und Coenen	33	120	53	116	12,61 (ME)
LfL Bayern	-	123	52	112	13,15 (DE)
Jeroch, Drochner und Simon	33	121	53	116	13,09 (DE)

Neben Hafer wurden zur Deckung des Energiebedarfs bei einigen Pferden auch verschiedene sogenannte Müslis als Kraftfuttermittel eingesetzt. Diese unterschieden sich je nach Hersteller und Einsatzgebiet auch deutlich hinsichtlich der Nährwerte und Inhaltsstoffe. Die jeweiligen Herstellerangaben zu den verwendeten Haferersatzfuttermitteln werden in der anschließenden Tabelle 15 aufgeführt.

Tabelle 15: Nährwerte und Inhaltsstoffe in der Trockensubstanz verschiedener Müslis (eigene Darstellung mit Daten gemäß Herstellerangaben)

	Ra (%)	Rp (%)	Rfe (%)	Rfa (%)	Energie (MJ/kg)
Eggersmann ReVital Cubes	11,0	10,8	5,7	18,4	9,0 (DE)
Eggersmann Struktur getreidefrei	9,5	12,5	6,4	21,7	9,4 (DE)
Lexa Classic Pellet	9,0	12,1	2,8	11,2	9,4 (ME)
Derby Mash	4,0	14,5	4,0	6,5	11,3 (ME)

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

5.2 Mineralstoffgehalte von Heu und Krafffutter verschiedener Pferdehalter in Bayern

In der Tabelle 16 werden die enthaltenen Mengenelemente der untersuchten Heuproben gegenübergestellt. Diese werden in der anschließenden Abbildung 2 noch einmal verdeutlicht. Es geht daraus hervor, dass die maximalen und minimalen Gehalte der einzelnen Mengenelemente jeweils bei den Grobfutterproben unterschiedlicher Ställe festzustellen waren. Während im Heu des Stalls 5 die höchsten Werte für Kalzium und Magnesium gemessen wurden, so lieferte der Stall 1 die Maxima für Phosphor und Kalium. Der höchste Gehalt an Natrium war im Raufutter des Stalls 2 zu finden, wohingegen das Minimum an Natrium ebenso wie das Minimum an Magnesium beim Stall 1 lag. Bei Kalium und Phosphor hatte der Stall 5 die geringsten Werte vorzuweisen. Das Minimum an Kalzium aus allen Proben lag bei 3,10 g/kg TS und war sowohl beim Stall 3 als auch beim Stall 4 zu finden. Im Mittel lag der Kalziumgehalt aller Proben bei 3,86 g/kg TS mit einer Standardabweichung von 0,75 g/kg. Bei Phosphor und Magnesium ergaben sich Mittelwerte von 1,88 g/kg und 1,61 g/kg in der TS mit Standardabweichungen von 0,40 g/kg und 0,79 g/kg. Der Mittelwert für Kalium lag mit 14,36 g/kg TS und einer Standardabweichung von 5,53 g/kg deutlich höher. Bei Natrium lag der Gehalt im Mittel bei 0,484 g/kg in der TS und wies eine Standardabweichung von 0,74 g/kg auf, was überwiegend auf den außerordentlich hohen Gehalt im Heu des Stalls 2 zurückzuführen war.

Tabelle 16: Gehalte an Mengenelementen in der TS der Heuproben (in g/kg)

	Kalzium	Phosphor	Natrium	Kalium	Magnesium
Stall 1	3,90	2,40	0,10	21,00	0,75
Stall 2	4,50	2,00	1,80	12,70	1,50
Stall 3	3,10	1,80	0,22	15,00	1,50
Stall 4	3,10	1,90	0,19	17,00	1,40
Stall 5	4,70	1,30	0,11	6,10	2,90

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

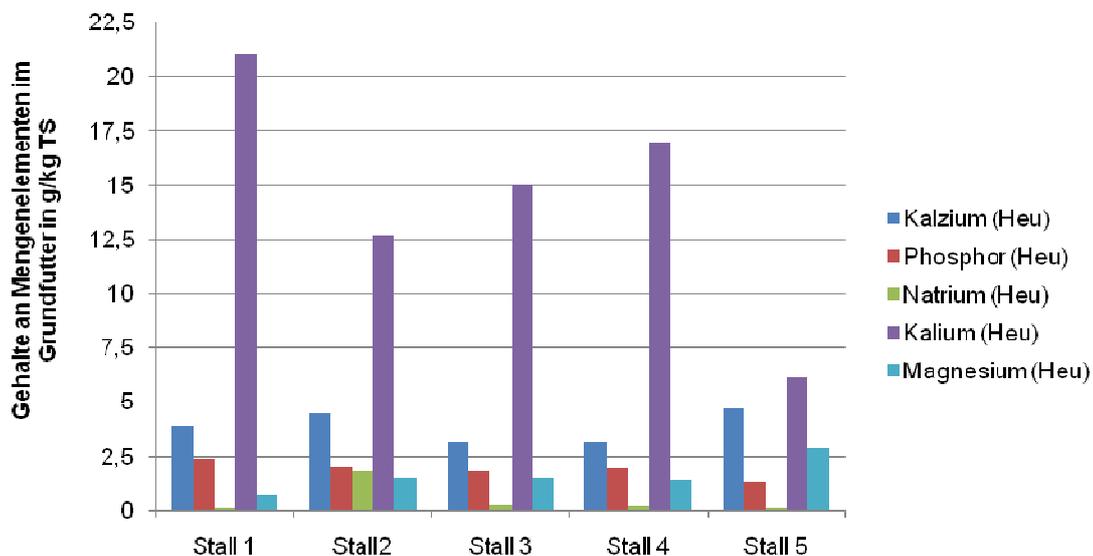


Abbildung 2: Gehalte an Mengenelementen in der TS der Heuproben (in g/kg)

Die bereits dargestellten Mittelwerte, die Standardabweichungen sowie die Schwankungsbreiten der Mengenelemente sind in der folgenden Tabelle 17 nochmals zusammengefasst.

Tabelle 17: Mittelwerte, Standardabweichungen und Schwankungsbreiten der Mengenelemente in der TS der Heuproben (in g/kg)

	Mittelwert (g/kg TS)	Standardabweichung (g/kg TS)	Schwankungsbreite (g/kg TS)
Kalzium	3,86	0,75	1,60
Phosphor	1,88	0,40	1,10
Natrium	0,48	0,74	1,70
Kalium	14,36	5,53	14,90
Magnesium	1,61	0,79	2,15

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

Bei dem Verhältnis von Kalzium zu Phosphor, welches in der Pferdefütterung eine große Bedeutung hat, ergaben sich die in der Tabelle 18 aufgeführten Werte. Dabei war festzustellen, dass sowohl das Grundfutter des Stalls 3, als auch der Ställe 1 und 4 im Bereich eines Verhältnisses zwischen 1:1 und 2:1 lagen. Das Heu des fränkischen Stalls 2 war im Verhältnisbereich 2:1 bis 3:1 angesiedelt. Lediglich das Verhältnis von Kalzium zu Phosphor in der Raufutterprobe des Stalls 5 überschritt den in der Pferdefütterung empfohlenen Bereich zwischen 1:1 und 3:1.

Tabelle 18: Ca:P-Verhältnisse in der TS der Heuproben

	Ca:P-Verhältnis
Stall 1	1,63 : 1
Stall 2	2,25 : 1
Stall 3	1,72 : 1
Stall 4	1,63 : 1
Stall 5	3,62 : 1

In der nachstehenden Tabelle 19 sind die enthaltenen Spurenelemente der untersuchten Heuproben gegenübergestellt. Einige Gehalte werden in der anschließenden Abbildung 3 noch einmal verdeutlicht.

Tabelle 19: Gehalte an Spurenelementen in der TS der Heuproben (in mg/kg)

	Selen	Kupfer	Eisen	Zink	Mangan
Stall 1	0,10	4,40	320,00	16,00	49,00
Stall 2	0,10	7,60	710,00	28,00	110,00
Stall 3	0,11	6,30	310,00	26,00	180,00
Stall 4	0,10	5,20	520,00	27,00	180,00
Stall 5	0,10	5,40	95,00	38,00	140,00

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

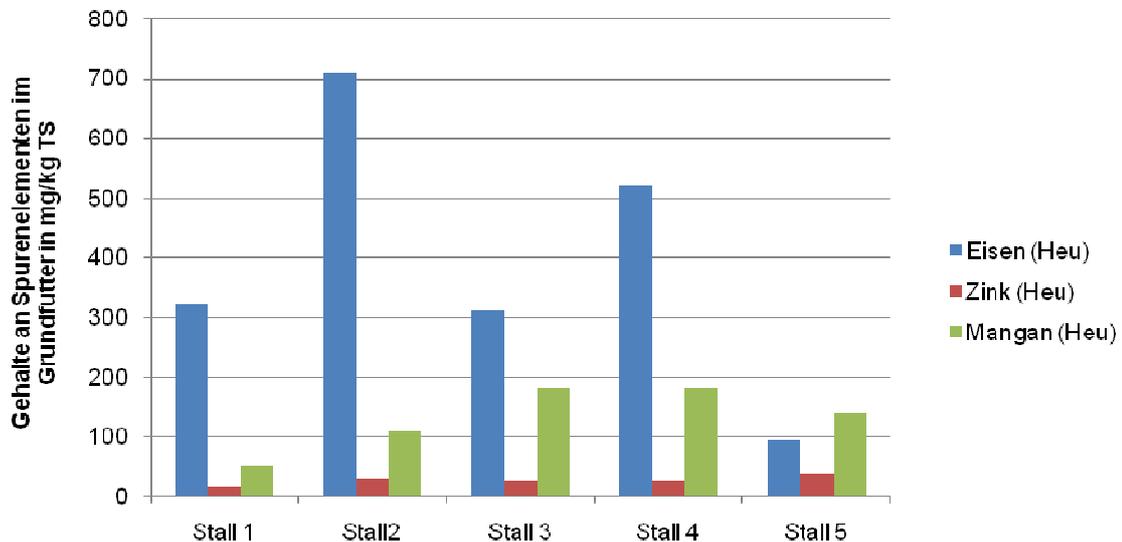


Abbildung 3: Gehalte an Eisen, Zink und Mangan in der TS der Heuproben (in mg/kg)

Aus Tabelle 19 und der Abbildung 3 wird deutlich, dass die Gehalte der verschiedenen Spurenelemente in den Heuproben sehr unterschiedlich waren. Bei dem Element Eisen schwankten die Werte von 95 mg/kg TS bis zu 710 mg/kg TS. Das Minimum war hierbei im Raufutter des Stalls 5, das Maximum in dem des Stalls 2 zu finden. Im Mittel lag der Eisengehalt in der TS aller bayerischen Heuproben bei 391 mg/kg mit einer Standardabweichung von 233,25 mg/kg. Auch Mangan hatte eine Schwankungsbreite von 131 mg/kg TS. Hierbei stammte der geringste Gehalt in der TS mit 49 mg/kg aus dem Stall 1. Das Maximum von 180 mg/kg TS konnte sowohl im Grobfutter des Stalls 3 als auch in dem des Stalls 4 festgestellt werden. Somit waren im Mittel in allen Raufutterproben aus Bayern 131,8 mg Eisen/kg TS mit einer Standardabweichung von 54,87 mg/kg TS enthalten. Der Mittelwert des Elements Zink lag in einem deutlich niedrigeren Bereich. Hier ergab sich aus den Gehalten der fünf bayerischen Heuproben ein Durchschnitt von 27 mg Zink/kg TS mit einer Standardabweichung von 7,81 mg/kg. Der höchste Gehalt war hierbei im Raufutter des Stalls 5 mit 38 mg/kg TS zu finden. Das Minimum lieferte hingegen der Stall 1 mit 16 mg/kg TS.

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

Auch der Gehalt an dem Spurenelement Kupfer wies eine relativ breite Streuung auf. Im Mittel enthielten die bayerischen Heuproben in der TS 5,78 mg/kg. Die Standardabweichung betrug dabei 1,22 mg/kg TS. Das Maximum an Kupfer war dabei im Grobfutter des Stalls 2 mit 7,60 mg/kg TS zu finden, während der Stall 1 mit 4,40 mg/kg in der TS das Minimum lieferte. Im Gegensatz zu allen anderen Spurenelementen wies Selen keine Streuung auf. In vier von fünf Heuproben war in der TS ein Selengehalt von 0,10 mg/kg festzustellen. Lediglich im Raufutter des Stalls 3 war ein geringfügig höherer Wert von 0,11 mg/kg TS zu finden. Dieser Wert war demnach auch das Maximum des Selengehalts aller Heuproben. Die einzelnen Werte der Elemente Kupfer und Selen aller fünf Grobfutterproben werden in der nachfolgenden Abbildung 4 zudem grafisch dargestellt.

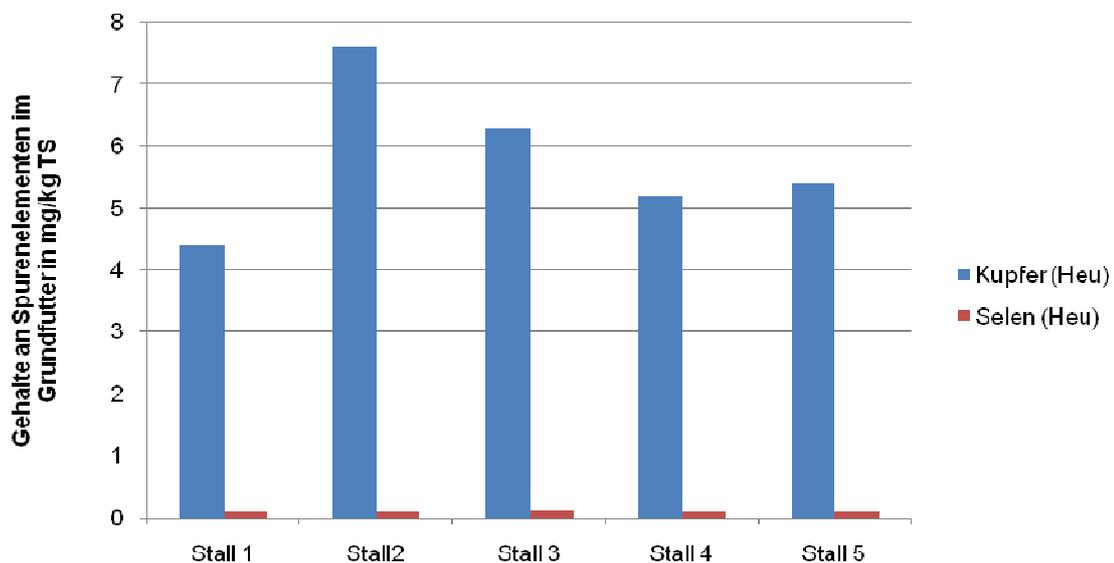


Abbildung 4: Gehalte an Kupfer und Selen in der TS der Heuproben (in mg/kg)

In der Tabelle 20 sind die bereits dargestellten Mittelwerte, die Standardabweichungen sowie die Schwankungsbreiten der Spurenelemente nochmals zusammengefasst.

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

Tabelle 20: Mittelwerte, Standardabweichungen und Schwankungsbreiten der Spurenelemente in der TS der Heuproben (in mg/kg)

	Mittelwerte (mg/kg TS)	Standardabweichungen (mg/kg TS)	Schwankungsbreiten (mg/kg TS)
Kupfer	5,78	1,22	3,20
Eisen	391,00	233,25	615,00
Zink	27,00	7,81	22,00
Mangan	131,80	54,87	131,00
Selen	0,10	0,00	0,01

Zur Ermittlung der Gehalte an Mengen- und Spurenelementen der eingesetzten Kraffutterarten wurden ebenfalls Standardwerte und Herstellerangaben verwendet.

Für das meist verwendete Kraffuttermittel, den Hafer, fanden sich in der Literatur verschiedene Werte für die Gehalte an Mengen- und Spurenelementen. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle 21 gegenübergestellt.

Tabelle 21: Gehalte an Mengen- und Spurenelementen in der Trockensubstanz von Hafer (eigene Darstellung mit Daten nach JEROCH et al. (2008), LFL (2013) und MEYER und COENEN (2014))

	Ca (g/kg)	P (g/kg)	Mg (g/kg)	Na (g/kg)	K (g/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Se (mg/kg)
Meyer und Coenen	1,25	3,75	1,14	0,23	4,66	3,41	26,14	0,22
LfL Bayern	1,20	3,60	1,20	0,40	-	-	-	-
Jeroch, Drochner und Simon	1,20	3,50	1,40	0,38	-	-	-	-

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

Neben Hafer wurden bei einigen Pferden auch verschiedene sogenannte Müslis als Kraftfuttermittel eingesetzt. Diese unterschieden sich je nach Hersteller und Einsatzgebiet auch deutlich hinsichtlich der Gehalte an Mengen- und Spurenelementen. Die jeweiligen Herstellerangaben zu den verwendeten Haferersatzfuttermitteln sind in der anschließenden Tabelle 22 aufgeführt. Da die Spurenelemente den Müslis in verschiedenen Bindungsformen zugesetzt werden, ist hier zu berücksichtigen, dass ein direkter Vergleich nur schwer möglich ist.

Tabelle 22: Gehalte an Mengen- und Spurenelementen in der Trockensubstanz verschiedener Müslis (eigene Darstellung mit Daten gemäß Herstellerangaben)

	Ca (%)	P (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Cu (%)	Zn (%)	Se (%)
Eggersmann ReVital Cubes	1,80	0,60	0,30	0,50	-	0,005	0,029	0,00009
Eggersmann Struktur getreidefrei	1,60	0,40	0,25	0,20	-	0,002	0,012	0,00004
Lexa Classic Pellet	1,50	0,50	0,30	0,30	1,60	0,002	0,007	0,00002
Derby Mash	0,20	0,55	0,30	0,10	-	0,0008	-	-

5.3 Gehalte an Mengen- und Spurenelementen in Blutproben verschiedener Pferde in Bayern

Um die Versorgungslage von den Pferden der fünf bayerischen Ställe einschätzen zu können, wurden von fünf bis neun Pferden pro Stall Blutproben gezogen und analysiert. Hierbei standen vor allem die Gehalte an Mengen- und Spurenelementen im Blutserum im Vordergrund.

Die Werte für die Versorgung mit Mengenelementen werden in den nachfolgenden Tabellen dargestellt. Da die Blutproben von drei unterschiedlichen Laboren analysiert worden sind, werden die Ergebnisse in nach Labor getrennten Tabellen zusammengefasst.

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

Tabelle 23: Gehalte an Mengenelementen in Blutproben des Stalls 1 (Analyse durch SYNLAB)

	Calcium (mmol/l)	Phosphat (mmol/l)	Natrium (mmol/l)	Kalium (mmol/l)	Magnesium (mmol/l)
Pferd 1.1	2,91	1,20	135,00	3,70	0,82
Pferd 1.2	2,75	1,26	139,00	4,60	0,66
Pferd 1.3	2,99	1,69	135,00	4,70	0,85
Pferd 1.4	3,04	0,85	137,00	3,50	0,76
Pferd 1.5	2,97	0,87	135,00	5,90	0,65
Referenzbereich	2,50 - 3,40	0,65 - 1,45	125,00 - 150,00	2,80 - 4,50	0,50 - 0,90

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

Tabelle 24: Gehalte an Mengenelementen in Blutproben der Ställe 2,4 und 5 (Analyse durch LABOKLIN)

	Calcium (mmol/l)	Phosphat (mmol/l)	Natrium (mmol/l)	Kalium (mmol/l)	Magnesium (mmol/l)
Pferd 2.1	3,30	0,80	138,00	5,10	0,90
Pferd 2.2	3,20	0,90	141,00	6,20	0,90
Pferd 2.3	3,00	1,40	138,00	5,20	0,70
Pferd 2.4	3,20	1,00	140,00	6,10	0,70
Pferd 2.5	2,90	0,90	146,00	4,80	0,40
Pferd 4.1	3,20	0,90	139,00	4,10	0,50
Pferd 4.2	3,00	1,00	139,00	2,20	0,60
Pferd 4.3	3,00	0,90	136,00	4,20	0,70
Pferd 4.4	3,10	0,90	137,00	4,70	0,60
Pferd 4.5	2,90	0,90	136,00	4,20	0,60
Pferd 5.1	3,10	0,80	137,00	3,80	0,70
Pferd 5.2	3,30	0,60	136,00	3,00	0,90
Pferd 5.3	3,30	1,10	139,00	4,20	0,80
Pferd 5.4	3,50	0,60	130,00	4,10	0,80
Pferd 5.5	3,30	0,60	137,00	4,20	0,70
Referenzbereich	2,50 - 3,40	0,70 - 1,50	125,00 - 150,00	2,80 - 4,50	0,50 - 0,90

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

Tabelle 25: Gehalte an Mengenelementen in Blutproben des Stalls 3 (Analyse durch BioCheck)

	Calcium (mmol/l)	Phosphat (mmol/l)	Natrium (mmol/l)	Kalium (mmol/l)	Magnesium (mmol/l)
Pferd 3.1	2,00	0,84	135,00	4,80	0,70
Pferd 3.2	2,30	0,74	138,00	3,40	0,80
Pferd 3.3	2,20	0,87	138,00	3,60	0,80
Pferd 3.4	2,00	0,68	139,00	4,90	0,80
Pferd 3.5	2,10	1,13	139,00	4,70	0,70
Pferd 3.6	2,00	0,65	138,00	3,90	0,80
Pferd 3.7	2,20	0,71	139,00	4,50	0,70
Pferd 3.8	2,10	1,13	137,00	4,70	0,70
Pferd 3.9	2,20	0,74	137,00	3,90	0,80
Referenzbereich	2,80 - 3,20	0,65 - 1,52	137,00 - 144,00	2,60 - 4,70	0,70 - 1,00

Bei der Betrachtung der Gehalte an Mengenelementen im Blut der Pferde waren einige Auffälligkeiten festzustellen. Alle Pferde des Stalls 3 unterschritten den Referenzbereich der Kalziumversorgung deutlich, während die Pferde des Stalls 5 Werte an der oberen Grenze des Referenzbereichs vorwiesen. Pferd 5.4 überschritt den oberen Grenzwert von 3,40 mmol/l sogar um 0,10 mmol/l. Bei Phosphat hingegen unterschritten 3 Pferde des Stalls 5 den Referenzbereich. Die Obergrenze des Referenzbereichs überschritt nur Pferd 1.3 mit 1,69 mmol/l. Insgesamt waren bei diesem Mineralstoff die Werte von fast 80 % der Tiere in der unteren Hälfte des Referenzbereichs angesiedelt. Den Referenzbereich von Natrium unterschritt nur Pferd 3.1, wobei die Werte der restlichen Pferde des Stalls 3 auch an der Untergrenze lagen. Beim Mengenelement Kalium überschritten 11 Pferde aus verschiedenen Ställen den oberen Grenzwert, wobei alle 5 Pferde des Stalls 2 zu dieser Gruppe gehörten. Auch 60 % der Pferde aus Stall 1 wiesen überhöhte Werte auf. Eine Unterschreitung des Referenzbereichs war nur bei Pferd 4.2 festzustellen, während die Werte der anderen Pferde

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

aus Stall 4 im oberen Drittel des Referenzbereichs lagen, bzw. Pferd 4.4 diesen sogar überschritt. Bei Magnesium lagen bis auf eine Unterschreitung durch Pferd 2.5 alle Werte im Referenzbereich. Die Mittelwerte, die Standardabweichungen, die Schwankungsbreiten sowie die vom jeweiligen Labor angegebenen Referenzbereiche sind in den nachstehenden Tabellen 26 und 27 gegenübergestellt.

Tabelle 26: Mittelwerte, Standardabweichungen, Schwankungsbreiten und Referenzbereiche von Kalzium, Phosphat und Natrium im Blut von Pferden aus bayerischen Ställen

		Mittelwert	Standardabweichung	Schwankungsbreite	Referenzbereich
Kalzium (mmol/l)	Stall 1	2,93	0,11	0,29	2,50 - 3,40
	Stall 2	3,12	0,16	0,40	2,50 - 3,40
	Stall 3	2,12	0,11	0,30	2,80 - 3,20
	Stall 4	3,04	0,11	0,30	2,50 - 3,40
	Stall 5	3,30	0,14	0,40	2,50 - 3,40
Phosphat (mmol/l)	Stall 1	1,17	0,34	0,84	0,65 - 1,45
	Stall 2	1,00	0,23	0,60	0,70 - 1,50
	Stall 3	0,83	0,18	0,48	0,65 - 1,52
	Stall 4	0,92	0,04	0,10	0,70 - 1,50
	Stall 5	0,74	0,22	0,50	0,70 - 1,50
Natrium (mmol/l)	Stall 1	136,20	1,79	4,00	125,00 - 150,00
	Stall 2	140,60	3,29	8,00	125,00 - 150,00
	Stall 3	137,78	1,30	4,00	137,00 - 144,00
	Stall 4	137,40	1,52	3,00	125,00 - 150,00
	Stall 5	135,80	3,42	9,00	125,00 - 150,00

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

Tabelle 27: Mittelwerte, Standardabweichungen, Schwankungsbreiten und Referenzbereiche von Kalium und Magnesium im Blut von Pferden aus bayerischen Ställen

		Mittelwert	Standardabweichung	Schwankungsbreite	Referenzbereich
Kalium (mmol/l)	Stall 1	4,48	0,95	2,40	2,80 - 4,50
	Stall 2	5,48	0,63	1,40	2,80 - 4,50
	Stall 3	4,27	0,57	1,50	2,60 - 4,70
	Stall 4	3,88	0,97	2,50	2,80 - 4,50
	Stall 5	3,86	0,51	1,20	2,80 - 4,50
Magnesium (mmol/l)	Stall 1	0,75	0,09	0,20	0,50 - 0,90
	Stall 2	0,72	0,20	0,50	0,50 - 0,90
	Stall 3	0,76	0,05	0,10	0,70 - 1,00
	Stall 4	0,60	0,07	0,20	0,50 - 0,90
	Stall 5	0,78	0,08	0,20	0,50 - 0,90

Wie bereits bei der Betrachtung der Kalziumversorgung der einzelnen Pferde festzustellen war, so lag auch der Mittelwert des Stalls 3 unterhalb des Referenzbereichs bei 2,12 mmol/l mit einer Standardabweichung von 0,11 mmol/l. Der Mittelwert des Stalls 5 hingegen lag im oberen Fünftel des Referenzbereichs bei 3,30 mmol/l mit einer Standardabweichung von 0,14 mmol/l. Die Schwankungsbreiten der Werte für die Kalziumversorgung der Pferde in den jeweiligen Ställen lagen zwischen 0,29 mmol/l und 0,40 mmol/l und waren geringer als die Schwankungsbreite zwischen den Mittelwerten der Ställe mit 1,18 mmol/l. Bei den Mengenelementen Phosphat, Natrium und Magnesium lagen alle Mittelwerte innerhalb des Referenzbereichs. Die stallinternen Schwankungsbreiten des Mineralstoffs Phosphat waren sehr unterschiedlich und reichten von 0,10 mmol/l bis zu 0,84 mmol/l. Damit waren die stallinternen Schwankungen größer als der Unterschied zwischen den Mittelwerten der jeweiligen Ställe in Höhe von 0,43 mmol/l. Nur die Versorgungswerte innerhalb des Stalls 4 waren mit einer Schwankungsbreite von 0,10 mmol/l relativ homogen. Auch bei Natrium

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

waren die Schwankungsbreiten der Ställe 2 und 5 höher als die Schwankungsbreite zwischen den Mittelwerten mit 4,80 mmol/l. Der höchste Mittelwert stammte dabei aus Stall 2 mit 140,60 mmol/l, während der geringste aus dem Stall 5 mit 135,80 mmol/l kam. Bei Magnesium überschritten die Schwankungsbreiten innerhalb der Ställe ebenfalls die Schwankungsbreite der Mittelwerte in Höhe von 0,18 mmol/l. Lediglich im Stall 3 war die Schwankungsbreite mit 0,10 mmol/l geringer als der Unterschied der Mittelwerte. Während die Mittelwerte sich im Bereich zwischen 0,60 mmol/l und 0,78 mmol/l befanden, so lagen die Schwankungsbreiten innerhalb der einzelnen Ställe zwischen 0,10 mmol/l und 0,50 mmol/l. Der Mittelwert der Kaliumversorgung in Stall 2 überschritt den Referenzbereich und lag bei 5,48 mmol/l, wobei die Schwankungsbreite in diesem Stall 1,40 mmol/l und die Standardabweichung 0,63 mmol/l betrug. Auch hier war die Schwankungsbreite zwischen den Mittelwerten mit 1,62 mmol/l geringer als die Schwankungsbreiten der Ställe 1 und 4. Die Mittelwerte der einzelnen Mengenelemente werden in den nachfolgenden Abbildungen 5 und 6 grafisch dargestellt.

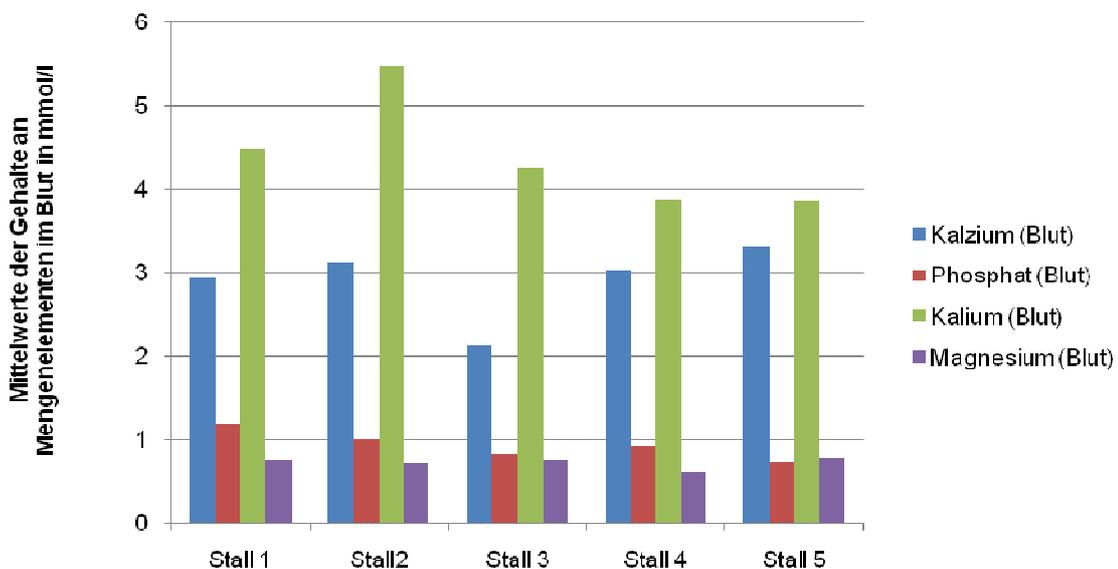


Abbildung 5: Mittelwerte der Versorgung mit den Mengenelementen Kalzium, Phosphat, Kalium und Magnesium in den Blutproben der einzelnen Ställe (in mmol/l)

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

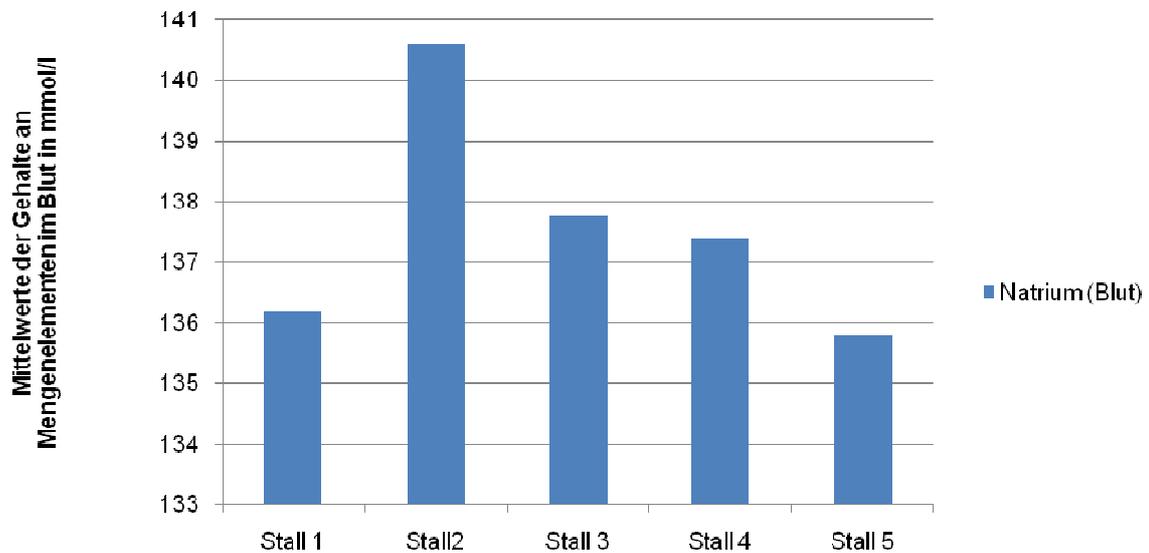


Abbildung 6: Mittelwerte der Versorgung mit dem Mengenelement Natrium in den Blutproben der einzelnen Ställe (in mmol/l)

Die Werte für die Versorgung mit Spurenelementen sind in den nachfolgenden Tabellen dargestellt. Da die Blutproben von drei unterschiedlichen Laboren analysiert worden sind, werden die Ergebnisse in nach Labor getrennten Tabellen zusammengefasst.

Tabelle 28: Gehalte an Spurenelementen in Blutproben des Stalls 1 (Analyse durch SYNLAB)

	Kupfer ($\mu\text{mol/l}$)	Zink ($\mu\text{mol/l}$)	Selen ($\mu\text{mol/l}$)	Eisen ($\mu\text{mol/l}$)
Pferd 1.1	14,13	9,03	0,72	-
Pferd 1.2	16,33	11,62	0,71	-
Pferd 1.3	11,93	10,10	0,54	-
Pferd 1.4	12,72	11,48	1,09	-
Pferd 1.5	13,03	9,33	0,62	-
Referenzbereich	7,90 - 23,60	9,20 - 16,90	0,89 - 2,54	-

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

Tabelle 29: Gehalte an Spurenelementen in Blutproben der Ställe 2,4 und 5 (Analyse durch LABOKLIN)

	Kupfer ($\mu\text{mol/l}$)	Zink ($\mu\text{mol/l}$)	Selen ($\mu\text{mol/l}$)	Eisen ($\mu\text{mol/l}$)
Pferd 2.1	9,20	11,30	1,14	37,90
Pferd 2.2	14,40	14,20	0,57	40,20
Pferd 2.3	10,10	11,30	1,69	30,40
Pferd 2.4	13,50	11,40	1,69	30,40
Pferd 2.5	12,70	8,20	0,84	24,20
Pferd 4.1	10,40	8,30	1,63	28,10
Pferd 4.2	11,40	7,50	2,07	22,80
Pferd 4.3	13,20	7,50	1,91	30,50
Pferd 4.4	11,00	7,10	1,61	35,80
Pferd 4.5	10,20	7,40	1,63	25,90
Pferd 5.1	15,70	8,10	1,96	21,60
Pferd 5.2	17,30	9,50	2,41	23,20
Pferd 5.3	15,40	6,10	2,76	28,10
Pferd 5.4	9,40	6,00	1,41	19,70
Pferd 5.5	13,60	8,20	1,36	17,30
Referenzbereich	7,90 - 21,00	9,20 - 19,90	1,27 - 2,54	17,90 - 64,50

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

Tabelle 30: Gehalte an Spurenelementen in Blutproben des Stalls 3 (Analyse durch BioCheck)

	Kupfer ($\mu\text{mol/l}$)	Zink ($\mu\text{mol/l}$)	Selen ($\mu\text{mol/l}$)	Eisen ($\mu\text{mol/l}$)
Pferd 3.1	-	-	0,19	-
Pferd 3.2	-	-	0,31	-
Pferd 3.3	-	-	0,19	-
Pferd 3.4	-	-	0,20	-
Pferd 3.5	-	-	0,20	-
Pferd 3.6	-	-	0,42	-
Pferd 3.7	-	-	0,69	-
Pferd 3.8	-	-	1,33	-
Pferd 3.9	-	-	0,69	-
Referenzbereich	-	-	0,89 - 1,91	-

Die Versorgung mit dem Spurenelement Kupfer war bei allen untersuchten Pferden ausreichend. Die Werte lagen also alle innerhalb des Referenzbereichs. Allerdings lag nur der Wert von Pferd 5.2 im oberen Drittel des Referenzbereichs, während die Werte aller anderen Pferde in den unteren zwei Dritteln angesiedelt waren. Bei Zink hingegen unterschritten einige Pferde die Mindestgehalte. So wiesen alle Pferde des Stalls 4 geringere Werte als $9,20 \mu\text{mol/l}$ auf. Auch vier Pferde des Stalls 5 unterschritten den Mindestwert, ebenso wie Pferd 2.5 sowie Pferd 1.1. Insgesamt lagen die Werte für die Zinkversorgung aller Pferde in der unteren Hälfte des Referenzbereichs. Bei Betrachtung der Versorgung mit dem Spurenelement Selen war folgendes auffällig. Acht von neun Pferden des Stalls 3 unterschritten die Grenze der Mindestversorgung teils erheblich. Nur der Wert von Pferd 3.8 lag innerhalb des Referenzbereichs. Ebenso befand sich in Stall 1 nur der Wert des Pferdes 1.4 innerhalb des optimalen Versorgungsbereichs, während die anderen vier Pferde geringere Werte vorwiesen. Bei Stall 2 waren drei der untersuchten Pferde nicht ausreichend mit Selen versorgt, die Werte der anderen beiden lagen im vorgegebenen Referenzbereich.

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

Im Stall 4 waren keine Unter- oder Überversorgungen festzustellen. Hingegen war im Stall 5 das Pferd 5.3 sogar mit einem Wert von 2,76 $\mu\text{mol/l}$ überversorgt, wobei die Werte der anderen vier Pferde dem Referenzbereich entsprachen. Bei der Versorgung mit Eisen unterschritt nur der Wert von Pferd 5.5 die Untergrenze mit einem Wert von 17,30 $\mu\text{mol/l}$ knapp. Die restlichen vier Pferde des Stalls 5 sowie die Pferde der Ställe 2 und 4 waren ausreichend mit Eisen versorgt.

Um die Werte der einzelnen Ställe besser vergleichen zu können, sind die Mittelwerte, die Standardabweichungen, die Schwankungsbreiten sowie die vom jeweiligen Labor angegebenen Referenzbereiche in der nachstehenden Tabelle 31 gegenübergestellt.

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

Tabelle 31: Mittelwerte, Standardabweichungen, Schwankungsbreiten und Referenzbereiche von Spurenelementen in bayerischen Ställen

		Mittelwert	Standardabweichung	Schwankungsbreite	Referenzbereich
Kupfer (µmol/l)	Stall 1	13,62	1,70	4,40	7,90 - 23,60
	Stall 2	11,98	2,23	5,20	7,90 - 21,00
	Stall 3	-	-	-	-
	Stall 4	11,24	1,19	3,00	7,90 - 21,00
	Stall 5	14,28	3,03	7,90	7,90 - 21,00
Zink (µmol/l)	Stall 1	10,31	1,20	2,59	9,20 - 16,90
	Stall 2	11,28	2,12	6,00	9,20 - 19,90
	Stall 3	-	-	-	-
	Stall 4	7,56	0,44	1,20	9,20 - 19,90
	Stall 5	7,58	1,50	3,50	9,20 - 19,90
Selen (µmol/l)	Stall 1	0,74	0,21	0,55	0,89 - 2,54
	Stall 2	1,19	0,50	1,12	1,27 - 2,54
	Stall 3	0,47	0,38	1,14	0,89 - 1,91
	Stall 4	1,77	0,21	0,46	1,27 - 2,54
	Stall 5	1,98	0,61	1,40	1,27 - 2,54
Eisen (µmol/l)	Stall 1	-	-	-	-
	Stall 2	32,62	6,44	16,00	17,90 - 64,50
	Stall 3	-	-	-	-
	Stall 4	28,62	4,91	13,00	17,90 - 64,50
	Stall 5	21,98	4,07	10,80	17,90 - 64,50

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

Wird das Spurenelement Kupfer betrachtet, so lagen alle Mittelwerte innerhalb des Referenzbereichs. Ebenso wie bei den meisten Mengenelementen war auch bei diesem Spurenelement die Schwankungsbreite der Mittelwerte mit $3,04 \mu\text{mol/l}$ geringer als die Schwankungsbreiten innerhalb der Ställe, welche zwischen $3,00 \mu\text{mol/l}$ und $7,90 \mu\text{mol/l}$ lagen. Bei Zink hingegen unterschritten die Mittelwerte der Ställe 4 und 5 den Referenzbereich, während die Mittelwerte der Ställe 1 und 2 darin lagen. Die größte stallinterne Schwankungsbreite war dabei mit $6,00 \mu\text{mol/l}$ in Stall 2 zu finden, wobei diese auch größer war als die Schwankungsbreite der Mittelwerte mit $3,72 \mu\text{mol/l}$. Die Schwankungsbreiten der Ställe 1, 4 und 5 waren geringer als die Schwankungsbreite der Mittelwerte. Den Referenzbereich für das Spurenelement Selen unterschritten nur die Mittelwerte der Ställe 1 und 3. Dabei war festzustellen, dass die Schwankungsbreite der Mittelwerte mit $1,51 \mu\text{mol/l}$ über den einzelnen stallinternen Schwankungsbreiten lag. Diese befanden sich im Bereich zwischen $0,46 \mu\text{mol/l}$ und $1,40 \mu\text{mol/l}$. Keine Unter- oder Überschreitungen des Referenzbereichs waren bei Eisen vorzufinden. Dabei waren die Schwankungsbreiten der Ställe 2 und 4 in Höhe von $16,00 \mu\text{mol/l}$ und $13,00 \mu\text{mol/l}$ größer als die Schwankungsbreite der Mittelwerte mit $10,64 \mu\text{mol/l}$. Die Mittelwerte der einzelnen Spurenelemente sind in den nachfolgenden Abbildungen 7 und 8 grafisch dargestellt.

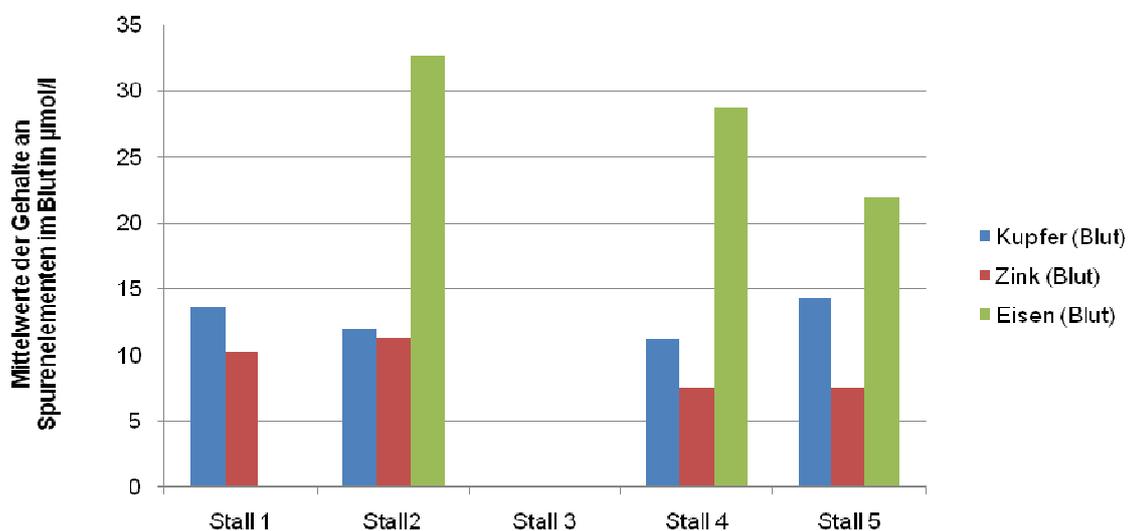


Abbildung 7: Mittelwerte der Versorgung mit den Spurenelementen Kupfer, Zink und Eisen in den Blutproben der einzelnen Ställe (in $\mu\text{mol/l}$)

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

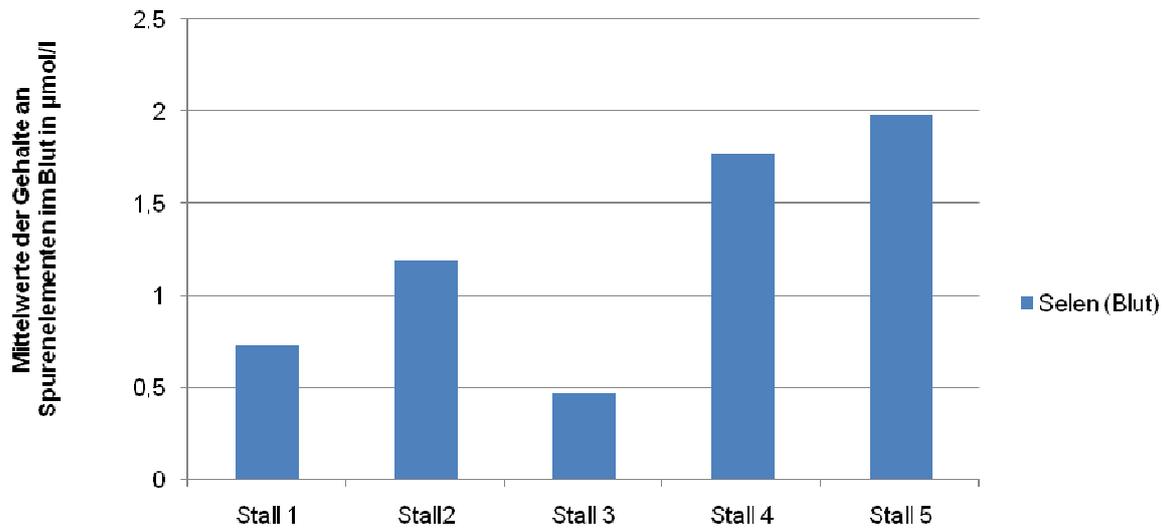


Abbildung 8: Mittelwerte der Versorgung mit dem Spurenelement Selen in den Blutproben der einzelnen Ställe (in µmol/l)

5.4 Vergleich der Gehalte an Mengen- und Spurenelementen im Grundfutter und im Blut der Pferde

Um den Einfluss der Gehalte an Mengen- und Spurenelementen im Futter auf den Gehalt im Blut abschätzen zu können, wurden im folgenden die Ergebnisse der Heuuntersuchungen mit den Ergebnissen der Blutanalysen verglichen.

In der nachstehenden Tabelle 32 sind die Gehalte an Mengenelementen im Heu den Mittelwerten der Gehalte in den Blutproben gegenübergestellt.

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

Tabelle 32: Gegenüberstellung der Gehalte an Mengenelementen in Heuproben und der Mittelwerte der Gehalte an Mengenelementen in Blutproben

		Stall 1	Stall 2	Stall 3	Stall 4	Stall 5
Kalzium	Heuprobe (g/kg TS)	3,90	4,50	3,10	3,10	4,70
	Blutprobe (mmol/l)	2,93	3,12	2,12	3,04	3,30
Phosphor/ Phosphat	Heuprobe (g/kg TS)	2,40	2,00	1,80	1,90	1,30
	Blutprobe (mmol/l)	1,17	1,00	0,83	0,92	0,74
Natrium	Heuprobe (g/kg TS)	0,10	1,80	0,22	0,19	0,11
	Blutprobe (mmol/l)	136,20	140,60	137,78	137,40	135,80
Kalium	Heuprobe (g/kg TS)	21,00	12,70	15,00	17,00	6,10
	Blutprobe (mmol/l)	4,48	5,48	4,27	3,88	3,86
Magnesium	Heuprobe (g/kg TS)	0,75	1,50	1,50	1,40	2,90
	Blutprobe (mmol/l)	0,75	0,72	0,76	0,60	0,78

Bei Betrachtung des Mengenelements Kalzium war festzustellen, dass sich sowohl das Maximum der Gehalte in den Heuproben als auch das Maximum der Mittelwerte der Blutproben bei Stall 5 fand. Der Minimalgehalt von Kalzium in den Heuproben wurde mit 3,10 g/kg TS bei den Proben der Ställe 3 und 4 analysiert, wobei bei den Blutproben das Minimum mit 2,12 mmol/l deutlich bei Stall 3 lag. Die Reihung der maximalen Gehalte an

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

Phosphor in den Heuproben stimmte mit der Reihung der Mittelwerte der Gehalte an Phosphat in den Blutproben überein. Demnach lagen sowohl die Maxima der Heu- als auch der Blutproben bei Stall 1, während beide Minima bei Stall 5 analysiert wurden. Auch bei Natrium stimmte der Maximalgehalt der Heuprobe mit dem maximalen Mittelwert der Blutproben überein und wurde mit 1,80 g/kg TS bzw. 140,60 mmol/l bei Stall 2 diagnostiziert. Allerdings war der prozentuale Unterschied zwischen den Gehalten in den Heuproben deutlich größer als zwischen den Mittelwerten der Gehalte in den Blutproben. Das Minimum in den Heuproben war mit 0,10 g/kg TS bei Stall 1 zu finden, wobei der Mittelwert der Blutproben mit 135,80 mmol/l bei Stall 5 lag. Bei dem Mengenelement Kalium stimmten die Maxima der Heu- und Blutproben nicht überein. Während der maximale Gehalt an Kalium in der Heuprobe des Stalls 1 mit 21,00 g/kg TS zu finden war, lag das Maximum der Mittelwerte in den Blutproben mit 5,48 mmol/l bei Stall 2. Die Minima stimmten dagegen überein und wurden mit 6,10 g/kg TS bzw. 3,86 mmol/l bei Stall 5 analysiert. Bei Magnesium hingegen lieferte Stall 1 trotz dem geringsten Gehalt von 0,75 g/kg TS in der Heuprobe mit 0,75 mmol/l den mittleren Gehalt an Magnesium bezüglich der Mittelwerte der Blutproben. Der geringste Mittelwert der Blutproben stammte dagegen mit 0,60 mmol/l aus Stall 4, wobei dieser Stall nur den zweitgeringsten Gehalt an Magnesium im Heu mit 1,40 g/kg TS vorzuweisen hatte. Die Maxima der Gehalte des Mengenelements stimmten hingegen wieder überein und wurden bei Stall 5 mit 2,90 g/kg TS und 0,78 mmol/l analysiert. Zur Verdeutlichung sind die einzelnen Gehalte nochmals in den folgenden Abbildungen 9 und 10 dargestellt.

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

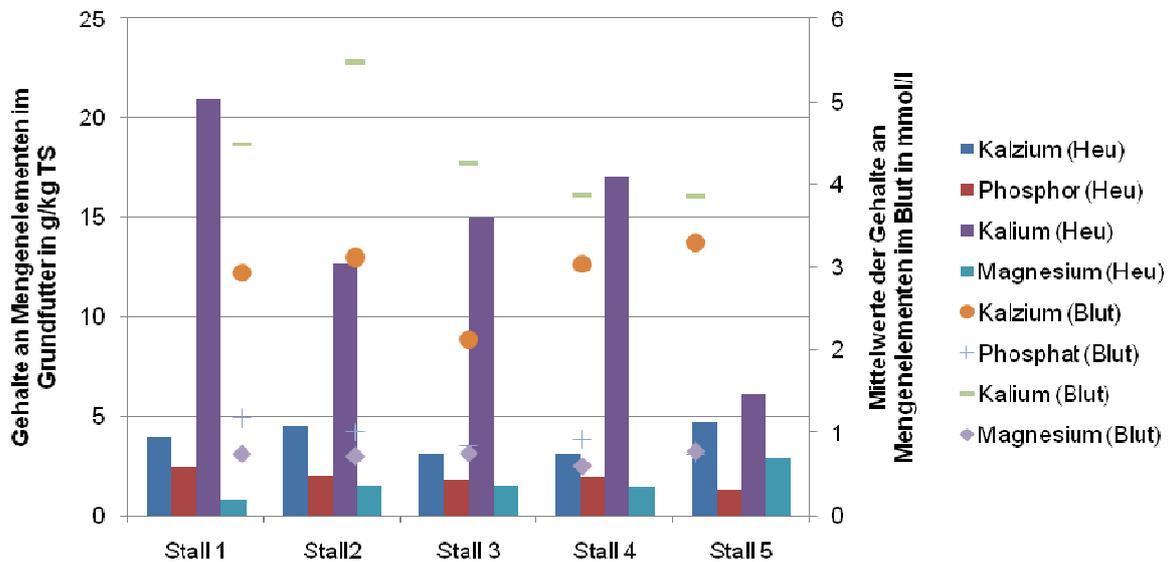


Abbildung 9: Vergleich der Gehalte von Kalzium, Phosphor/Phosphat, Kalium und Magnesium im Grundfutter mit Mittelwerten der Gehalte dieser Elemente im Blut

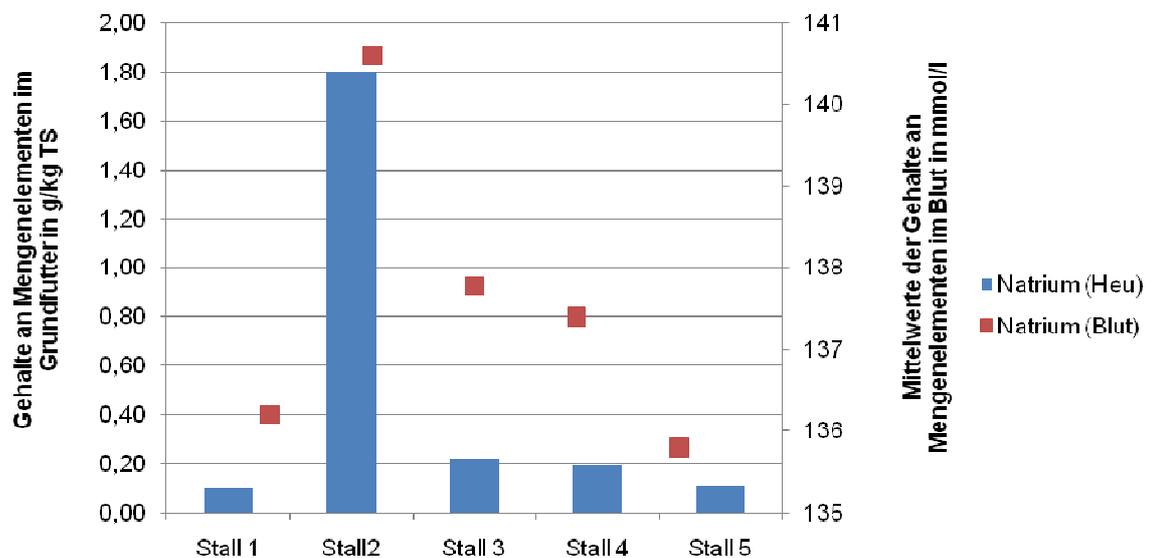


Abbildung 10: Vergleich der Gehalte von Natrium im Grundfutter mit Mittelwerten der Gehalte dieser Elemente im Blut

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

Als Maß für einen linearen Zusammenhang zwischen den Gehalten an Mengenelementen im Grundfutter und den Mittelwerten der Gehalte im Blut wurde das Bestimmtheitsmaß R^2 verwendet. Die Werte des Bestimmtheitsmaßes R^2 für die einzelnen Mengenelemente sowie die Formeln des linearen Zusammenhangs sind in der nachfolgenden Tabelle 33 dargestellt. Da die Kraftfuttermengen bei allen Ställen sehr niedrig waren, wurde die Zufuhr an Mengenelementen über das Krippenfutter nicht berücksichtigt. Bei einem erhöhten Anteil an Kraftfutter in den Rationen hätten die Gehalte der Krippenfutter ebenfalls mit berücksichtigt werden müssen.

Tabelle 33: Formel und Bestimmtheitsmaß eines linearen Zusammenhangs zwischen Gehalten der Mengenelemente in Grundfutterproben und Mittelwerten der Gehalte in Blutproben

Mengenelement	Formel	Bestimmtheitsmaß
Kalzium	$y = 0,423x + 1,267$	$R^2 = 0,489$
Phosphor/Phosphat	$y = 0,403x + 0,175$	$R^2 = 0,926$
Natrium	$y = 2,377x + 136,4$	$R^2 = 0,861$
Kalium	$y = 0,014x + 4,189$	$R^2 = 0,014$
Magnesium	$y = 0,030x + 0,672$	$R^2 = 0,112$

Entsprechend der Tabelle 33 kann festgestellt werden, dass sowohl bei dem Mengenelement Phosphor bzw. Phosphat als auch bei dem Mengenelement Natrium ein signifikanter linearer Zusammenhang zwischen dem Gehalt im Grundfutter und dem Gehalt im Blut bestand. Dieser Rückschluss ergab sich aus dem R^2 -Wert, welcher bei beiden Elementen größer als 0,8 war. Bei den Elementen Kalzium, Kalium und Magnesium war kein linearer Zusammenhang erkennbar, da das Bestimmtheitsmaß nur Werte annahm, die kleiner als 0,5 waren.

In der nachstehenden Tabelle 34 sind die Gehalte an Spurenelementen im Heu den Mittelwerten der Gehalte in den Blutproben gegenübergestellt.

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

Tabelle 34: Gegenüberstellung der Gehalte an Spurenelementen in Heuproben und der Mittelwerte der Gehalte an Spurenelementen in Blutproben

		Stall 1	Stall 2	Stall 3	Stall 4	Stall 5
Kupfer	Heuprobe (mg/kg TS)	4,40	7,60	6,30	5,20	5,40
	Blutprobe ($\mu\text{mol/l}$)	13,63	11,98	-	11,24	14,28
Zink	Heuprobe (mg/kg TS)	16,00	28,00	26,00	27,00	38,00
	Blutprobe ($\mu\text{mol/l}$)	10,31	11,28	-	7,56	7,58
Selen	Heuprobe (mg/kg TS)	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10
	Blutprobe ($\mu\text{mol/l}$)	0,74	1,19	0,47	1,77	1,98
Eisen	Heuprobe (mg/kg TS)	320,00	710,00	310,00	520,00	95,00
	Blutprobe ($\mu\text{mol/l}$)	-	32,62	-	28,62	21,98

Bei dem Spurenelement Kupfer war festzustellen, dass weder die Minima noch die Maxima der Gehalte in den Heuproben mit denen der Mittelwerte der Gehalte in den Blutproben übereinstimmten. Während den Maximalwert des Gehaltes im Heu mit 7,60 mg/kg TS der Stall 2 lieferte, kam das Maximum der Gehalte im Blut mit 14,28 $\mu\text{mol/l}$ aus dem Stall 5. Hingegen stellte der Gehalt von 4,40 mg/kg TS im Heu aus dem Stall 1 den Minimalwert dar, während Stall 4 mit 11,24 $\mu\text{mol/l}$ den minimalen Gehalt im Blut lieferte. Ebenso stellte sich die Sachlage beim Spurenelement Zink dar. So wurde bei Stall 5 mit 38,00 mg/kg TS der maximale Gehalt an Zink im Grundfutter festgestellt, wohingegen dieser Stall den zweitgeringsten Mittelwert der Gehalte im Blut mit 7,58 $\mu\text{mol/l}$ lieferte. Dabei lag der Wert nur

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

0,02 $\mu\text{mol/l}$ über dem geringsten Mittelwert der Gehalte im Blut, welchen der Stall 4 lieferte. Der geringste Gehalt im Heu stammte wie bereits bei dem Spurenelement Kupfer mit 16,00 mg/kg TS aus dem Stall 1. Dieser Stall konnte aber bei den Mittelwerten der Gehalte im Blut den zweithöchsten Wert mit 10,31 $\mu\text{mol/l}$ vorweisen. Das Maximum der Gehalte im Blut lag bei 11,28 $\mu\text{mol/l}$ und gehörte zu Stall 2. Bei dem Spurenelement Selen waren die Gehalte im Heu mit 0,10 mg/kg TS bei den Ställen 1, 2, 4 und 5 bzw. 0,11 mg/kg TS bei Stall 3 sehr homogen. Die Gehalte im Blut unterschieden sich hingegen aber enorm. So lieferte der Stall 3 mit einem Mittelwert von 0,47 $\mu\text{mol/l}$ den geringsten Gehalt, während ein Gehalt von 1,98 $\mu\text{mol/l}$ aus Stall 5 das Maximum darstellte. Die Maxima und Minima für die Gehalte an Eisen in den Heu- und Blutproben stimmten bei den Ställen 2, 4 und 5 überein. Hierbei lieferte Stall 2 mit einem Gehalt im Grundfutter von 710,00 mg/kg TS sowie einem Mittelwert des Gehalts im Blut von 32,62 $\mu\text{mol/l}$ jeweils den höchsten Wert. Die geringsten Gehalte waren für dieses Spurenelement bei Stall 5 mit Werten in Höhe von 95,00 mg/kg TS im Heu sowie 21,98 $\mu\text{mol/l}$ im Blut zu finden. Zur Verdeutlichung sind die einzelnen Gehalte nochmals in den folgenden Abbildungen 11, 12 und 13 dargestellt.

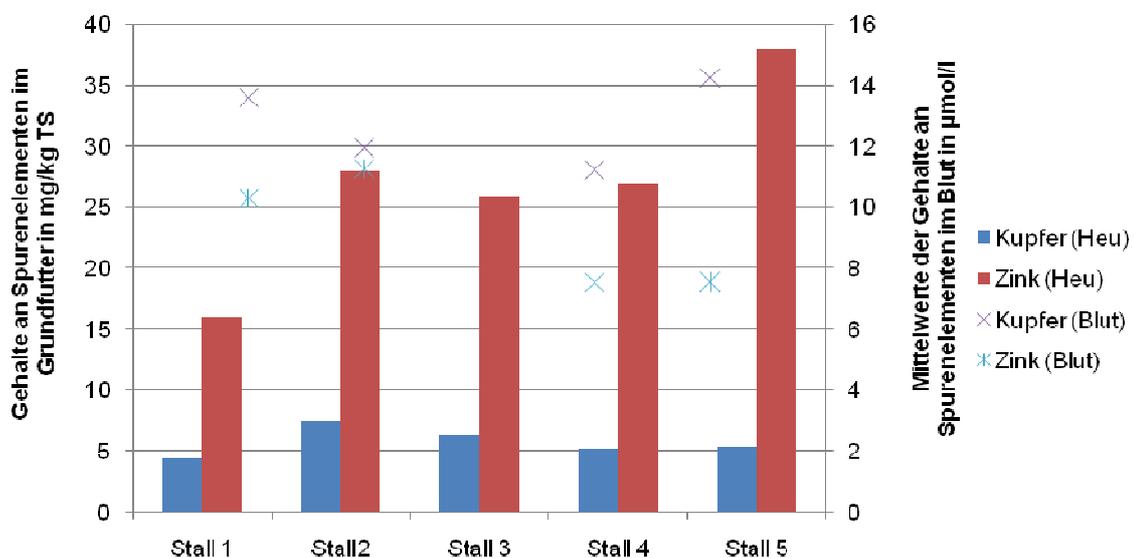


Abbildung 11: Vergleich der Gehalte von Kupfer und Zink im Grundfutter mit Mittelwerten der Gehalte dieser Elemente im Blut

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

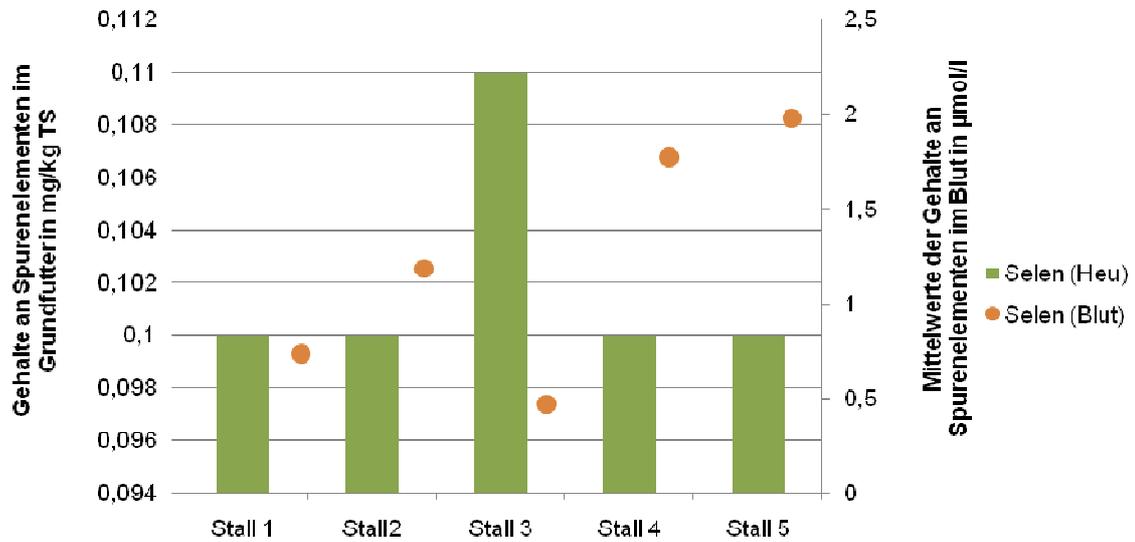


Abbildung 12: Vergleich des Gehaltes von Selen im Grundfutter mit Mittelwert des Gehaltes dieses Elementes im Blut

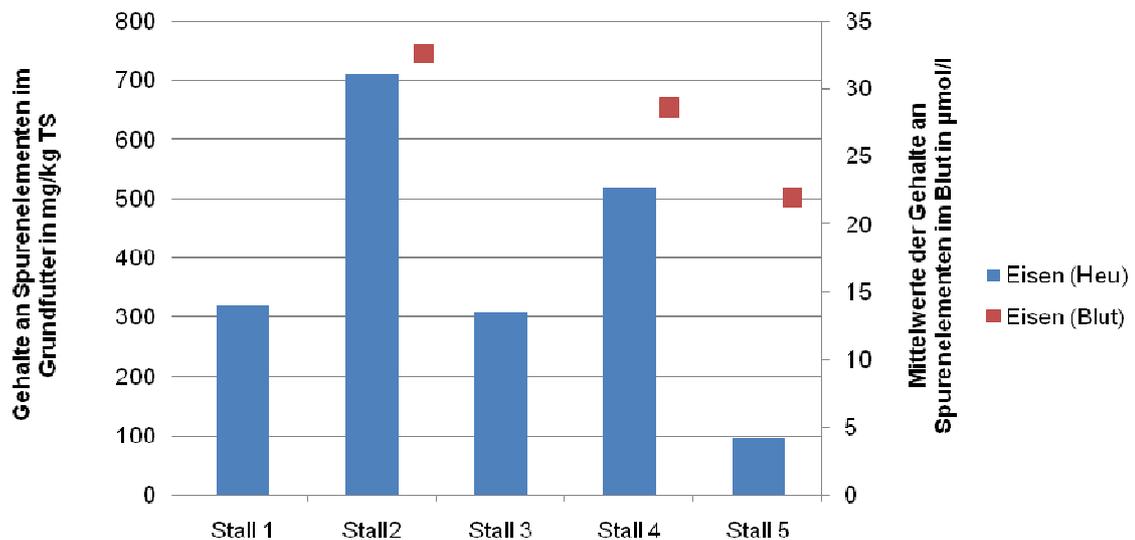


Abbildung 13: Vergleich des Gehaltes von Eisen im Grundfutter mit Mittelwert des Gehaltes dieses Elementes im Blut

Als Maß für einen linearen Zusammenhang zwischen den Gehalten an Spurenelementen im Grundfutter und den Mittelwerten der Gehalte im Blut wurde ebenso wie bei Betrachtung der

5. Aktueller Versorgungszustand von Pferden mit ausgewählten Mengen- und Spurenelementen in Bayern

Mengenelemente das Bestimmtheitsmaß R^2 verwendet. Die Werte des Bestimmtheitsmaßes R^2 für die einzelnen Spurenelemente sowie die Formeln des linearen Zusammenhangs sind in der nachfolgenden Tabelle 35 dargestellt. Da die Kraftfuttermengen bei allen Ställen sehr niedrig waren, wurde die Zufuhr an Spurenelementen über das Krippenfutter, ebenso wie bei den Mengenelementen, nicht berücksichtigt. Bei einem erhöhten Anteil an Kraftfutter in den jeweiligen Rationen hätten die Gehalte der Krippenfutter ebenfalls mit berücksichtigt werden müssen.

Tabelle 35: Formel und Bestimmtheitsmaß eines linearen Zusammenhangs zwischen Gehalten der Spurenelemente in Grundfutterproben und Mittelwerten der Gehalte in Blutproben

Spurenelement	Formel	Bestimmtheitsmaß
Kupfer	$y = -0,408x + 15,09$	$R^2 = 0,157$
Zink	$y = -0,115x + 12,32$	$R^2 = 0,296$
Selen	$y = -94,91x + 10,90$	$R^2 = 0,429$
Eisen	$y = 0,017x + 20,22$	$R^2 = 0,994$

Die Tabelle 35 zeigt, dass ebenso wie bei den Mengenelementen Phosphor bzw. Phosphat sowie Natrium bei dem Spurenelement Eisen ein hohes Bestimmtheitsmaß vorlag. Demnach bestand auch bei diesem Element ein signifikanter linearer Zusammenhang zwischen dem Gehalt an Eisen im Grundfutter und dem Gehalt im Blut. Die geringen R^2 -Werte der Spurenelemente Kupfer, Zink und Selen ließen auf keinen linearen Zusammenhang schließen.

6. Diskussion

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, den Versorgungszustand von Pferden in Bayern in Abhängigkeit von den Nährstoffgehalten der Futtermittel zu beurteilen. Die gewonnenen Ergebnisse sollen im Folgenden diskutiert werden.

Energie- und Nährstoffgehalte im Futter

Hierfür wurden zunächst die Inhaltsstoffe und Energiegehalte von Rau- und Kraftfuttermitteln verglichen. Dabei waren deutliche Schwankungen zwischen den Proben der einzelnen Ställe sowohl hinsichtlich der Gehalte an Rohasche, Rohprotein, Rohfett und Rohfaser als auch der Energiegehalte festzustellen. Auch die verwendeten Literaturwerte nach JEROCH et al. (2008), LFL (2013) und MEYER und COENEN (2014) unterschieden sich vor allem in den Gehalten an Rohprotein, Rohfaser und Energie deutlich. Die festgestellten Schwankungen entsprechen den Ergebnissen der Studien der Hochschule Osnabrück sowie der LUFÄ Nord-West, wonach die Schwankungsbreiten der Inhaltsstoffe sehr groß sind. Demnach können Futterwerttabellen zwar Anhaltspunkte für die Rationsgestaltung liefern, wobei aber eine deutliche Abweichung der tatsächlichen Gehalte möglich ist. Eine Analyse im Labor sollte deshalb trotzdem durchgeführt werden. Die starken Schwankungen sind nach SITZENSTOCK et al. (2017) durch den Schnittzeitpunkt, die Schnittanzahl, das Verhältnis von Kräutern und Gräsern, die Düngung sowohl die Bodenqualität zu begründen. Dadurch lässt sich auch die regionale Unterschiedlichkeit der Grundfutterproben erschließen (SITZENSTOCK et al., 2017).

Bei dem Kraftfuttermittel Hafer, welches bei rund 83 % der untersuchten Pferde eingesetzt wurde, waren bei den Literaturwerten nach JEROCH et al. (2008), LFL (2013) und MEYER und COENEN (2014) kaum Unterschiede hinsichtlich der Gehalte an Rohasche, Rohprotein, Rohfett und Rohfaser vorhanden. Auch beim Gehalt an Energie waren kaum Unterschiede zwischen den einzelnen Futterwerttabellen festzustellen. Die eingesetzten Kraftfuttermischungen, sogenannte Müslis, unterschieden sich hinsichtlich der Gehalte an Rohasche, Rohprotein, Rohfett, Rohfaser und auch hinsichtlich der Energie deutlich. Manche Mischungen waren dabei durchaus vergleichbar mit Hafer, während andere deutlich von den Gehalten im Hafer abwichen. Die geeignete Kraftfutterart sollte demnach entsprechend der

6. Diskussion

Nährstoff- und Energiegehalte in Abstimmung mit den Gehalten im Raufutter ausgewählt werden.

Gehalte an Mengenelementen im Futter

Ebenso wie die Nährwerte schwankten auch die Gehalte an Mengenelementen stark. Dabei lagen die meisten Gehalte der einzelnen Ställe unterhalb der Literaturwerte nach JEROCH et al. (2008), LFL (2013) und MEYER und COENEN (2014). Die Werte für die einzelnen Mengenelemente waren allerdings auch in der Literatur sehr unterschiedlich. Die Studie der Hochschule Osnabrück sowie die Berechnungen der LUFA Nord-West zeigten ebenso die hohen Schwankungsbreiten ausgewählter Mengenelemente auf. Der Mittelwert des Mengenelements Kalzium der untersuchten Heuproben aus Bayern lag mit 3,86 g/kg TS aber unterhalb der Mittelwerte der beiden Studien mit 4,6 und 4,9 g/kg TS. Bei Phosphor stimmte der Mittelwert der Heuproben mit 1,88 g/kg TS in etwa mit dem Mittelwert der Hochschule Osnabrück in Höhe von 1,70 g/kg TS überein. Der Mittelwert der LUFA Nord-West lag mit 2,5 g/kg TS hingegen höher und ungefähr auf dem Niveau der Tabellenwerte der LFL (2013), welche sich zwischen 2,0 und 2,9 g/kg TS befanden. Entsprechend der großen Schwankungen der Gehalte an Kalzium und Phosphor waren auch die Ca:P-Verhältnisse der einzelnen Heuproben sehr unterschiedlich. Während die Hochschule Osnabrück ein mittleres Verhältnis von 3,0 ermittelt hatte, schwankten die Verhältnisse der bayerischen Ställe zwischen 1,63 und 3,62. Eines der Verhältnisse lag demnach auch außerhalb dem laut der Literatur akzeptablen Bereich von 1,0 bis 3,0 (LUFA, 2017; MEYER und COENEN, 2014; SITZENSTOCK et al., 2017).

Die Schwankungen der Mengenelemente Natrium, Kalium und Magnesium waren ebenfalls deutlich. Dabei lagen die Gehalte der untersuchten Heuproben bis auf wenige Ausnahmen ebenfalls unterhalb der Literaturwerte nach JEROCH et al. (2008), LFL (2013) und MEYER und COENEN (2014). Auch zwischen den Futterwerttabellen waren dabei Schwankungen für die einzelnen Gehalte festzustellen. Bei der Studie der Hochschule Osnabrück waren keine Angaben zu den Mengenelementen Natrium, Kalium und Magnesium vorzufinden. Wurden die Mittelwerte der untersuchten Proben in Höhe von 0,48, 14,36 und 1,61 g/kg TS betrachtet, so lagen diese alle unterhalb der Angaben von MEYER und COENEN (2014) mit 0,6, 19,0 und 1,7 g/kg TS für Natrium, Kalium und Magnesium. Die LUFA Nord-West ermittelte für Natrium im Jahr 2016 einen mittleren Gehalt unter 0,2 g/kg TS, was unterhalb

6. Diskussion

des Mittelwerts der bayerischen Ställe lag. Die Mittelwerte für Magnesium und Kalium lagen mit 1,8 und 17,7 g/kg TS hingegen über den mittleren Gehalten aus Bayern (LUFÄ, 2017; SITZENSTOCK et al., 2017).

Insgesamt waren also sowohl in Bayern als auch deutschlandweit, wie durch die Studien der LUFÄ Nord-West sowie der Hochschule Osnabrück belegt, starke Schwankungen hinsichtlich der Gehalte von Mengenelementen im Raufutter festzustellen. Dabei lagen die Gehalte der bayerischen Proben unterhalb des deutschlandweiten Durchschnitts sowie der Literaturwerte. Zurückzuführen sind die unterschiedlichen Gehalte an Mengenelementen wohl ebenso wie die unterschiedlichen Gehalte an Nährstoffen auf verschiedene Bodenqualitäten und Düngungssysteme, variable Schnitthäufigkeiten und -zeitpunkte, wechselnde Witterungsbedingungen sowie eine inhomogene Gräser- und Kräuterzusammensetzung (JEROCH et al., 2008; SITZENSTOCK et al., 2017).

Die Gehalte an Mengenelementen im Kraftfutter Hafer waren bei den Futterwerttabellen nach JEROCH et al. (2008), LFL (2013) und MEYER und COENEN (2014) bis auf leichte Differenzen bei Natrium sehr ähnlich. Die Gehalte in Kraftfuttermischungen schwankten allerdings enorm und wichen dabei teilweise deutlich von den Gehalten im Hafer ab. Für eine passende Versorgung mit Mengenelementen sollte das Kraftfutter also ebenfalls in Abhängigkeit der Gehalte im Raufutter gewählt werden.

Werden die Gehalte an Mengenelementen in den untersuchten Grundfutterproben mit den empfohlenen Mengenelementgehalten je kg Futterrockensubstanz zur bedarfsdeckenden Versorgung der Tiere nach JEROCH et al. (2008) verglichen, so ist festzustellen, dass die Werte der Elemente Kalzium, Phosphor und Natrium in den meisten Fällen unterhalb der Versorgungsempfehlung liegen. Lediglich der Gehalt an Natrium des Grundfutters aus Stall 2 liegt mit 1,8 g/kg TS innerhalb des empfohlenen Bereichs. Bei den Elementen Kalium und Magnesium überschreiten alle Grundfutterproben die empfohlenen Werte teilweise sogar um ein Vielfaches. Auch die nach JEROCH et al. (2008), LFL (2013) und MEYER und COENEN (2014) angegebenen Gehalte an Kalzium und Natrium in dem Kraftfuttermittel Hafer liegen unterhalb der Versorgungsempfehlungen nach JEROCH et al. (2008). Die Gehalte an Phosphor und Kalium liegen hingegen im empfohlenen Bereich für eine bedarfsdeckende Versorgung. Bei dem Mengenelement Magnesium liegen die Literaturangaben für die Gehalte im Hafer sogar oberhalb des empfohlenen Wertes von 0,6 g/kg TS. Bei den

6. Diskussion

betrachteten Kraftfuttermischungen sind die Gehalte an Mengenelementen gemäß Herstellerangaben sehr unterschiedlich. Demnach liegen die Gehalte an Kalzium in drei von vier Müslis deutlich oberhalb des von JEROCH et al. (2008) empfohlenen Bereichs. Bei dem vierten betrachteten Müsli liegt der Gehalt allerdings unterhalb der Versorgungsempfehlung. Bei dem Mengenelement Phosphor und Natrium liegen hingegen die Gehalte von zwei der betrachteten Müsli innerhalb des nach JEROCH et al. (2008) bedarfsdeckenden Bereichs, während die Gehalte zweier anderer Kraftfuttermischungen diesen Bereich knapp überschreiten. Hinsichtlich des Mengenelements Magnesium liegen die Werte aller Müslis deutlich oberhalb des empfohlenen Gehaltes. Für Kalium ist nur bei einem Müsli ein Gehalt angegeben, welcher aber ebenfalls den von JEROCH et al. (2008) empfohlenen Bereich übersteigt. Demnach wäre bei einer Fütterung von Heu und Hafer eine geeignete Ergänzung der Mengenelemente Kalzium und Natrium als sinnvoll anzusehen. Bei den Elementen Kalium und Magnesium hingegen scheint eine Ergänzung durch ein entsprechendes Zusatzfutter überflüssig. Ebenso wäre bei dem Mengenelement Phosphor eine Ergänzung bei einem hohen Anteil an Hafer in der Ration wohl nicht nötig. Bei dem Einsatz von Müslis als Kraftfuttermittel scheint die Versorgung mit Phosphor, Natrium, Kalium und Magnesium ausreichend. Lediglich bei einer Kraftfuttermischung könnte eine zusätzliche Versorgung mit dem Element Kalzium sinnvoll sein. Allerdings sind bei der Abschätzung der Notwendigkeit einer Ergänzung von Mengenelementen die Anteile von Grund- und Kraftfutter an der jeweiligen Ration sowie die Fütterungsempfehlungen für die eingesetzten Kraftfuttermischungen zu berücksichtigen. Sollten beispielsweise nur geringe Mengen eines Kraftfutters bzw. einer Kraftfuttermischung zum Einsatz kommen, so können diese die mangelnde Versorgung aus dem Grundfutter bei den Elementen Kalzium, Phosphor und Natrium wohl nicht ausgleichen. Für eine genaue Ermittlung des Bedarfs einer ergänzenden Fütterung von Mengenelementen sollte deshalb für jedes Pferd eine Rationsberechnung unter Berücksichtigung der Futteraufnahme durchgeführt werden.

Gehalte an Spurenelementen im Futter

Die Gehalte an Spurenelementen schwankten ebenso wie die Mengenelemente in den bayerischen Heuproben deutlich. Lediglich beim Spurenelement Selen waren alle Proben mit 0,1 mg/kg TS ungefähr identisch. Die Gehalte lagen damit unter dem Tabellenwert nach MEYER und COENEN (2014) und dem Mittelwert der Studie der Hochschule Osnabrück, die

6. Diskussion

beide 0,6 mg/kg TS betragen. Der Mittelwert von Kupfer war mit 5,78 mg/kg TS ungefähr identisch mit dem Mittelwert der Berechnungen der LUFA Nord-West in Höhe von 5,8 mg/kg TS, lag aber unter dem Mittelwert der Studie der Hochschule Osnabrück mit 6,8 mg/kg TS. Die Literaturwerte nach MEYER & COENEN (2014) lagen mit 9,3 mg/kg TS deutlich über dem bayerischen Durchschnitt. Ebenso setzten MEYER und COENEN (2014) für Zink mit 34,9 mg/kg TS einen deutlich höheren Gehalt an, als der Mittelwert der bayerischen Heuproben mit 27,0 mg/kg TS. Die LUFA Nord-West ermittelte für das Jahr 2016 einen mittleren Zinkgehalt in Höhe von 31 mg/kg TS, welcher damit den bayerischen Gehalt ebenfalls überschritt. Die Schwankungsbreiten von Mangan und Eisen waren zwischen den bayerischen Ställen ebenfalls enorm. Die Mittelwerte der beiden Elemente lagen in Bayern mit 131,8 mg/kg TS und 391,0 mg/kg TS über dem deutschlandweiten Durchschnitt der LUFA Nord-West in Höhe von 123,0 mg/kg TS und 221,0 mg/kg TS. Tabellenwerte waren für diese beiden Spurenelemente in der betrachteten Literatur nicht vorhanden (LUFA, 2017; SITENSTOCK et al., 2017).

Die Ursachen für die hohen Schwankungsbreiten sowohl in Bayern als auch deutschlandweit liegen vermutlich ebenfalls wie bei den Mengenelementen bei unterschiedlichen Bodentypen und Bodenqualitäten, sowie verschiedenen Düngungssystemen und variablen Schnittzeitpunkten und -häufigkeiten (SITZENSTOCK et al., 2017).

Für das Kraftfutter Hafer waren kaum Literaturwerte für die Gehalte an Spurenelementen vorhanden. Bei den drei betrachteten Futterwerttabellen waren lediglich bei MEYER und COENEN (2014) Gehalte für Kupfer, Zink und Selen in Höhe von 3,41 mg/kg TS, 26,14 mg/kg TS und 0,22 mg/kg TS aufgeführt. Bei den Kraftfuttermischungen schwankten die Gehalte für die Spurenelemente Kupfer, Zink und Selen deutlich. So waren Kupfergehalte von 8 mg/kg TS bis hin zu 50 mg/kg TS vorzufinden. Während in einem Müsli kein Zink enthalten war, lag der maximale Gehalt an dem Spurenelement in den drei anderen Kraftfuttermischungen bei 29 mg/kg TS. Auch der Selengehalt schwankte zwischen 0 mg/kg TS bis hin zu 0,09 mg/kg TS. Bei den Kraftfuttermischungen sind meist aber unterschiedliche Spurenelementverbindungen zugesetzt, weshalb die Bioverfügbarkeit der enthaltenen Spurenelemente deutlich schwanken kann. Ein direkter Vergleich ist aufgrund der unterschiedlichen Bindungsformen somit nur schwer möglich.

6. Diskussion

Bei Vergleich der Gehalte an Spurenelementen in den untersuchten Grundfutterproben mit den empfohlenen Spurenelementgehalten je kg Futterrockensubstanz zur bedarfsdeckenden Versorgung der Tiere nach MEYER und COENEN (2014) ist festzustellen, dass die Werte der Elemente Kupfer und Zink unterhalb der Versorgungsempfehlung liegen. Die Gehalte an Eisen und Mangan im Grundfutter liegen hingegen über den zur Bedarfsdeckung erforderlichen Werten. Lediglich bei Stall 1 kann es zu Engpässen bei der Manganversorgung kommen, wenn die Leistung der Pferde über den Erhaltungsbedarf hinausgeht. Bei dem Spurenelement Selen können die Gehalte in den Grundfutterproben den Bedarf im Erhaltungszustand nach MEYER und COENEN (2014) decken. Für die Abdeckung des Leistungsbedarfs durch Wachstum, Trächtigkeit, Laktation oder Arbeit ist der Gehalt im Grundfutter aber nicht ausreichend. Bei der Bewertung der Spurenelementgehalte des Kraftfutters Hafer können nur Werte für Kupfer, Zink und Selen von MEYER und COENEN (2014) herangezogen werden. Werden diese mit den empfohlenen Gehalten an Spurenelementen zur bedarfsdeckenden Versorgung in der Futterrockenmasse verglichen, so kann festgestellt werden, dass die Gehalte an Kupfer und Zink unterhalb des empfohlenen Bereichs liegen. Lediglich ein ausreichender Gehalt an Selen ist bei Hafer vorhanden. Die Kupfergehalte in drei der betrachteten Kraftfuttermischungen überschreiten den Erhaltungsbedarf teilweise um ein Vielfaches. Mit diesen Müslis könnte auch der Kupferbedarf bei Arbeitsleistung oder Trächtigkeit abgedeckt werden. Lediglich bei einer Kraftfuttermischung reicht der Gehalt von 8 mg/kg TS nicht aus um eine bedarfsgerechte Versorgung im Erhaltungsstoffwechsel zu gewährleisten. Die Gehalte an den Spurenelementen Zink und Selen sind in keinem der betrachteten Müslis ausreichend, um die Pferde im Erhaltungsstoffwechsel bedarfsgerecht zu versorgen.

Bei einer Fütterung von Heu und Hafer wäre aufgrund des Vergleichs der enthaltenen Spurenelemente in der Futterrockenmasse mit den Versorgungsempfehlungen nach MEYER und COENEN (2014) eine ergänzende Fütterung von Kupfer und Zink als sinnvoll anzusehen. Eine Ergänzung der Spurenelemente Eisen und Mangan scheint hingegen überflüssig. Bei Selen wäre eine Zugabe des Spurenelementes über ein spezielles Präparat bei einem Bedarf, der über den Erhaltungsbedarf hinausgeht, empfehlenswert. Bei einer Verwendung von Kraftfuttermischungen erscheint gemäß den Versorgungsempfehlungen nach MEYER und COENEN (2014) eine bedarfsgerechte Zugabe der Spurenelemente Zink und Selen mittels eines Ergänzungsfutters sinnvoll. Bei dem Spurenelement Kupfer wäre die

6. Diskussion

bedarfsdeckende Versorgung durch drei der Müslis wohl gewährleistet. Lediglich bei einer Kraftfuttermischung wäre eine Ergänzung des Spurenelements zu empfehlen. Insgesamt müssen bei der Abschätzung der Bedarfsdeckung der Spurenelemente ebenso wie bei den Mengenelementen die Anteile von Grund- und Kraftfuttermitteln in der jeweiligen Ration sowie die Fütterungsempfehlungen der einzelnen Futtermittel beachtet werden. Besonders die vom Hersteller angegebenen Mindestmengen für eine bedarfsdeckende Versorgung sollten Berücksichtigung finden, da andernfalls meist eine Zugabe von geeigneten Ergänzungsfuttermitteln nötig wäre. Entsprechend sollte für eine genaue Ermittlung des Bedarfs einer ergänzenden Fütterung von Spurenelementen für jedes Pferd eine Rationsberechnung unter Berücksichtigung der Futteraufnahme durchgeführt werden.

Gehalte an Mengen- und Spurenelementen im Blut

Als Beurteilungskriterium für die Versorgungslage der Pferde in den fünf bayerischen Ställen wurde der Gehalt an Mengen- und Spurenelementen im Blut gewählt. Bei der Analyse der Blutwerte war festzustellen, dass die Gehalte stark schwankten. Dabei waren die Unterschiede der Gehalte im Blut von Pferden aus den gleichen Ställen bei den Mengenelementen Phosphat, Kalium, Natrium und Magnesium meist größer als die Schwankungsbreite zwischen den Mittelwerten der Ställe. Dies war ebenso bei den Spurenelementen Kupfer und Eisen der Fall. Bei dem Mengenelement Kalzium sowie den Spurenelementen Zink und Selen waren hingegen meist die stallinternen Schwankungen größer als die Schwankung zwischen den Mittelwerten der einzelnen Ställe.

Besonders auffällig waren Über- oder Unterschreitungen der von den Laboren angegebenen Referenzbereiche durch eine überwiegende Anzahl der zum jeweiligen Stall gehörenden Pferde. Dies ist bei der Kalziumversorgung der Pferde des Stalls 3 der Fall. Hier unterschritten alle Pferde den Referenzbereich von 2,8 mmol/l bis 3,2 mmol/l, weshalb der Mittelwert dieses Stalls mit 2,12 mmol/l ebenfalls außerhalb des Referenzbereichs lag. Bei Kalium hingegen überschritt der Mittelwert des Stalls 2 mit 5,48 mmol/l den Referenzbereich von 2,8 mmol/l bis 4,5 mmol/l. Dabei lagen die Werte aller Pferde des Stalls 2 deutlich über dem Referenzbereich. Bei dem Spurenelement Zink unterschritten die Mittelwerte der Ställe 4 und 5 mit 7,56 µmol/l und 7,58 µmol/l den Referenzbereich von 9,2 µmol/l bis 19,9 µmol/l. Für den Stall 3 lagen keine Werte für dieses Spurenelement vor. Bei dem Spurenelement Selen lagen sowohl die Werte der Pferde der Ställe 1, 2 als auch 3 unterhalb des

6. Diskussion

Referenzbereichs. Bei Stall 1 unterschritten vier Pferde den Referenzbereich, wodurch der Mittelwert mit $0,74 \mu\text{mol/l}$ unterhalb des Referenzbereichs von $0,89 \mu\text{mol/l}$ bis $2,54 \mu\text{mol/l}$ lag. Bei Stall 2 unterschritten nur drei der fünf Pferde den Referenzbereich von $1,27 \mu\text{mol/l}$ bis $2,54 \mu\text{mol/l}$. Der Mittelwert dieses Stalls lag mit $1,19 \mu\text{mol/l}$ aber trotzdem unterhalb des vom Labor angegebenen Referenzbereichs. Im Stall 3 lag nur der Wert eines von neun Pferden innerhalb des Referenzbereichs. Der Mittelwert in Höhe von $0,47 \mu\text{mol/l}$ lag demnach außerhalb des Referenzbereichs von $0,89 \mu\text{mol/l}$ bis $1,91 \mu\text{mol/l}$. In den meisten Fällen war die Versorgung mit Mengen- und Spurenelementen im Mittel der jeweiligen Ställen allerdings innerhalb des vom Labor angegebenen Referenzbereichs und somit ausreichend.

Werden die Blutwerte mit den in der Literatur angegebenen Referenzbereichen für die einzelnen Parameter verglichen, so ist das Ergebnis identisch dem Vergleich mit den von den Laboren angegebenen Referenzbereichen. Trotz teilweise unterschiedlicher Minimal- und Maximalgehalte, würde gemäß Literaturwerte im Mittel ebenfalls eine Unterversorgung der Pferde aus dem Stall 3 mit dem Mengenelement Kalzium vorliegen. Der literarische Minimalgehalt liegt aber sogar noch unterhalb dem vom Labor festgelegten marginalen Gehalt. Auch die Pferde aus dem Stall 2 wären nach Beurteilung mittels Literaturwerten im Mittel mit Kalium überversorgt. Hier liegt der Maximalgehalt nach MEYER und COENEN (2014) aber noch oberhalb des vom Labor angegebenen höchsten Wertes. Die Pferde der Ställe 4 und 5 wären gemäß Literaturdaten ebenfalls im Durchschnitt mit Zink unterversorgt. Allerdings wäre die Unterschreitung des Mindestgehaltes aus der Literatur um $0,09 \mu\text{mol/l}$ und $0,07 \mu\text{mol/l}$ deutlich geringer als dies im Vergleich mit dem Referenzbereich des Labors der Fall ist. Bei dem Spurenelement Selen hingegen würde nach Literaturwerten gemäß MEYER und COENEN (2014) nur der Mittelwert des Stalls 3 außerhalb des Referenzbereichs liegen. Die Pferde der Ställe 1 und 2 wären gemäß den Literaturangaben ausreichend mit Selen versorgt. Ansonsten ergeben sich keine Unterschiede im Gegensatz zu der Beurteilung mit den vom Labor angegebenen Referenzbereichen.

Es ist allerdings zu beachten, dass die Gehalte an Mengen- und Spurenelementen im Blut nicht direkt auf den Versorgungszustand des Tieres schließen lassen. So hat die körpereigene Regulation einen Einfluss auf den Gehalt mancher Elemente im Blut. Wichtige Regulationsmechanismen sind hierbei die Speicherung, Mobilisierung und Umverteilung

6. Diskussion

zwischen verschiedenen Körperkompartimenten. Die Regulationsmechanismen der Mengenelemente Kalzium und Phosphor sind hier besonders hervorzuheben. Diese Elemente können in großen Mengen im Skelett gespeichert werden. In Mangelsituationen können diese aber relativ schnell und auch in größeren Mengen wieder mobilisiert werden. Durch diese Regulationsmechanismen werden Mangelerscheinungen auch bei einer unzureichenden Versorgung nicht sofort sichtbar, da eine kurzzeitige Unterversorgung kompensiert werden kann. Auch bedarfsüberschreitende Aufnahmen an Kalium und Natrium werden durch die Regulationsmechanismen neutralisiert. Hier können Überschüsse über die Niere ausgeschieden und der Gehalt im Körper kontrolliert werden. Auch Magnesium kann bei homöostatischer Regulation über die Niere ausgeschieden werden. In geringem Maße ist auch eine Mobilisation aus dem Skelett möglich. Die Gehalte an Spurenelementen im Blut können ebenfalls durch homöostatische Regulationsmechanismen angepasst werden. So gehören Speicherung und Mobilisierung auch hier „zu den wesentlichen regulativen Mechanismen, um die verfügbaren Spurenelementgehalte im Organismus konstant zu halten“ (KIRCHGEßNER; 2014). Die zur Speicherung verwendeten Proteine werden je nach Versorgungszustand in unterschiedlichen Mengen hergestellt. Überwiegend werden diese Eiweiße in bestimmten Geweben gespeichert, welche als Speicherorgane fungieren. Die Leber dient dabei als Speicherorgan für Eisen und Kupfer, die Schilddrüse für Jod und die Muskulatur sowie das Skelett für Zink. Durch diese Mechanismen bleibt der Gehalt an intermediär verfügbaren Spurenelementen auch bei unterschiedlich hoher physiologischer Versorgung konstant (JEROCH et al., 2008; KAMPHUES et al., 2009; KIRCHGEßNER, 2014).

Aufgrund dessen empfiehlt sich für eine bessere Abschätzung des Versorgungszustands von Pferden eine Beurteilung verschiedener Parameter, da die Blutwerte nicht zwingend den aktuellen Versorgungszustand wiedergeben. So kann beispielsweise eine Harnanalyse Aufschluss über den Gehalt von Magnesium und Natrium im Organismus geben. Der Versorgungszustand mit Kupfer kann auch mittels einer Untersuchung der Leber abgeschätzt werden. Zudem können „spurenelementabhängige biochemische Größen [...] wie beispielsweise Enzymaktivitäten, Sättigungsgrade spezifischer Spurenelementtransporter sowie Speicherproteine“ den Versorgungszustand der Tiere erschließen lassen (KIRCHGEßNER, 2014; MEYER und COENEN, 2014).

6. Diskussion

Zusammenhang zwischen Gehalten an Mengen- und Spurenelementen im Grundfutter und im Blut der Pferde

Ein linearer Zusammenhang zwischen den Gehalten an Mengen- und Spurenelementen im Grundfutter sowie den Gehalten im Blut der Pferde wurde anhand des Bestimmtheitsmaßes R^2 untersucht. Gemäß der Literatur gibt das Bestimmtheitsmaß R^2 in der einfachen Varianzanalyse an, „wie gut sich [eine] Zielgröße Y mit Hilfe [einer] Einflussgröße A vorhersagen lässt“ (WERMUTH und STREIT, 2007). Das Bestimmtheitsmaß liegt zwischen 0 und 1 und beschreibt, „welcher Anteil der Variation in der Zielgröße durch den Effekt der Variablen A erklärt wird“ (WERMUTH und STREIT, 2007). Im vorliegenden Fall sind demnach die Gehalte im Heu die Variablen A und die Gehalte im Blut die Zielgrößen Y . Demnach ist ein linearer Zusammenhang zwischen dem Gehalt im Grundfutter und dem Gehalt im Blut der Pferde bei den Elementen Phosphor bzw. Phosphat, Natrium und Eisen anzunehmen. Bei diesem Spurenelement sowie den beiden Mengenelementen ist also das Bestimmtheitsmaß R^2 eines linearen Zusammenhangs größer als 0,85. Das Bestimmtheitsmaß R^2 sagt bei diesen Elementen aus, dass 92,6 %, 86,1 % sowie 99,4 % der Variabilität der Gehalte im Blut mit den Gehalten im Heu erklärt werden können. Bei allen anderen Elementen liegt der Wert des Bestimmtheitsmaßes R^2 unterhalb von 0,5. Ein linearer Zusammenhang ist somit nicht anzunehmen. Nur zwischen 1,4 % und 48,9 % der Variabilität der Gehalte an Kalzium, Kalium, Magnesium, Kupfer, Zink und Selen im Blut der Pferde können mit den entsprechenden Gehalten im Heu erklärt werden (WERMUTH und Streit, 2007).

Diese Beobachtungen stimmen allerdings nur teilweise mit den Angaben aus der Literatur überein. So gehen MEYER und COENEN (2014) ebenfalls von einem engen Zusammenhang zwischen Gehalt im Futter und Gehalt im Blut bei dem Mengenelement Phosphor aus. Bei dem Spurenelement Eisen sehen sie hingegen aber nur einen geringen Zusammenhang. Auch für das Mengenelement Natrium sehen MEYER und COENEN (2014) nur bei einer Überversorgung einen engen Zusammenhang. Für die Mengenelemente Kalium und Magnesium ist aus der vorliegenden Arbeit kein linearer Zusammenhang ersichtlich, da das Bestimmtheitsmaß R^2 gering ist. Die Literatur geht hingegen bei diesen Mengenelementen von einem guten Zusammenhang zwischen Fütterung und Blutwerten aus. Bei den Elementen Kalzium, Kupfer und Zink stimmen die Beobachtungen der

6. Diskussion

vorliegenden Arbeit mit der Literatur überein. Hier ist kein bzw. nur ein geringer linearer Zusammenhang zwischen dem Gehalt im Futter sowie dem Gehalt im Blut der Pferde anzunehmen. Bei Selen gehen MEYER und COENEN (2014) im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit aber von einem guten Zusammenhang zwischen Fütterung und Gehalt im Blut aus (MEYER und COENEN, 2014).

Ursachen für geringe Zusammenhänge zwischen den Gehalten im Futter sowie den Gehalten im Blut der Pferde können durch die Absorptions- und Exkretionsraten begründet werden. Dabei werden die Mengenelemente Natrium und Kalium nahezu vollständig aus dem Futter absorbiert. Die Aufnahme von Kalzium, Phosphor und Magnesium wird hingegen stark durch die Bindungsart der Elemente im Futter sowie begleitende Futterbestandteile beeinflusst. Außerdem ist eine gegenseitige Beeinflussung der Mengen- und Spurenelemente denkbar. Auch das Leistungsstadium, der Versorgungszustand sowie das Alter können die Absorptionsrate verändern. Zudem werden Teile der Mineralstoffe wieder aus dem Organismus ausgeschieden. Hierbei sind unvermeidliche Verluste zu nennen, wozu Ausscheidungen über den Speichel, durch Verdauungssekrete sowie durch Zellabtragungen zählen. Aber auch eine regulierte Ausscheidung zur Anpassung des Mineralstoffgehalts im Körper beispielsweise über den Harn ist möglich. Zudem besitzen Tiere bestimmte homöostatische Regulationsmechanismen zur Speicherung und Mobilisierung von Mengen- und Spurenelementen zur Vermeidung von Über- und Unterversorgungen. Diese Mechanismen wurden in diesem Kapitel für die einzelnen Elemente bereits beschrieben. Aufgrund dieser Ursachen kann sich die Verwertung von Mengen- und Spurenelementen aus dem Futter durch das Tier deutlich unterscheiden. Die Verwertbarkeit von Mineralstoffen kann deshalb nur in begrenztem Maße abgeschätzt werden und sich von Tier zu Tier enorm unterscheiden (JEROCH et al., 2008; KIRCHGEßNER, 2014).

Zudem ist zu bedenken, dass die Pferde nicht nur mit dem Grundfutter Heu, sondern auch mit Kraft- und Mineralfuttermitteln versorgt werden. Die Gehalte dieser Futtermittel wurden bei der vorliegenden Arbeit bei der Ableitung eines linearen Zusammenhangs zwischen den Gehalten an Mengen- und Spurenelementen im Grundfutter sowie den Gehalten im Blut nicht berücksichtigt. Es war allerdings, wie unter Punkt 5.2 beschrieben, festzustellen, dass sich die Gehalte auch in den verwendeten Kraftfutterarten bereits erheblich unterscheiden. So schwankten die Gehalte an dem Mengenelement Kalzium beispielsweise von 0,12 %

6. Diskussion

beim Hafer bis hin zu 1,80 % bei einem der verwendeten Müslis. Insgesamt war hier anzumerken, dass die Gehalte der Müslis den Gehalt der Haferkörner meist überschritten. Dies ist wohl oft auf eine zusätzliche Mineralisierung der Kraftfuttermischungen zurückzuführen. Eine abschließende Beurteilung des Zusammenhangs zwischen den Gehalten im Futter und den Gehalten im Blut wäre also wohl nur unter Einbeziehung der zugeführten Mineralstoffe über das Kraft- und Mineralfutter sinnvoll.

Bei Betrachtung der anzunehmenden Versorgungszustände der Pferde entsprechend der Vergleiche der Gehalte an Mengen- und Spurenelementen im Futter mit den für eine bedarfsdeckende Versorgung empfohlenen Gehalten in der Futtertrockenmasse nach JEROCH et al. (2008) und MEYER und COENEN (2014) konnte festgestellt werden, dass Mangelversorgungen bei den Elementen Kalzium und Natrium zu erwarten wären. Bei geringen Anteilen an Kraftfutter in den Rationen wäre wohl ebenso beim Mengenelement Phosphor eine unzureichende Versorgung vorhersehbar. Bei den Mengenelementen Kalium und Magnesium müsste der Bedarf der Pferde gedeckt werden, wobei teilweise sogar Überversorgungen denkbar wären. Dies ist ebenfalls bei dem Spurenelement Eisen zu erwarten. Hingegen sind bei Kupfer und Zink gemäß den Grundfuttergehalten im Vergleich zu den Versorgungsempfehlungen Mangelversorgungen zu erwarten. Bei Selen ist eine unzureichende Versorgung bei Pferden, deren Bedarf über den Erhaltungsbedarf hinausgeht, vorstellbar. Werden nun die Blutwerte der Pferde betrachtet, so ist allerdings festzustellen, dass nur die Pferde aus Stall 3 eine unzureichende Kalziumversorgung vorwiesen. Der Wert eines Pferdes überschritt sogar den vom Labor angegebenen Referenzbereich für eine optimale Versorgung. Bei dem Mengenelement Natrium unterschritt sogar nur ein Pferd aus Stall 3 den Referenzbereich. Auch bei Phosphor lagen nur die Werte von drei Pferden aus dem Stall 5 unterhalb des Referenzbereichs. Drei Pferde aus Stall 1, alle fünf Pferde aus Stall 2, zwei Pferde aus Stall 3 sowie ein Pferd aus Stall 4 überschritten den von den Laboren angegebenen Referenzbereich für Kalium, wobei ein Pferd aus Stall 4 diesen auch unterschritt. Bei Magnesium lag der Wert eines Pferdes aus Stall 2 unterhalb des Referenzbereichs, während die Werte aller anderen Pferde im optimalen Bereich angesiedelt waren. Die nach Literaturwerten für die Versorgung mit Mengenelementen nach JEROCH et al. (2008) zu erwarteten Unterversorgungen mit Kalzium, Natrium und Phosphor waren also überwiegend nicht vorzufinden. Lediglich bei 10 % der Pferde war eine Unterversorgung mit Phosphor festzustellen. Auch die zu erwartende Überversorgung mit

6. Diskussion

Magnesium war gemäß den Blutwerten der Pferde nicht zu bestätigen. Bei 38 % der untersuchten Pferde war die zu erwartende Überversorgung mit Kalium tatsächlich vorzufinden. Bei dem Spurenelement Eisen unterschritt ein Pferd aus Stall 5 den vom Labor angegebenen Referenzbereich, während die Werte der restlichen untersuchten Pferde im Referenzbereich lagen. Ebenso waren bei Kupfer die Werte aller Pferde im Bereich einer ausreichenden Versorgung angesiedelt. Ein Pferd des Stalls 1, ein Pferd des Stalls 2, alle Pferde des Stalls 4 sowie vier Pferde des Stall 5 unterschritten den Referenzbereich für das Spurenelement Zink. Auch bei Selen lagen die Werte einiger Pferde außerhalb des Bereichs einer ausreichenden Versorgung mit dem Spurenelement. Hier unterschritten vier Pferde des Stalls 1, drei Pferde des Stalls 2 sowie acht Pferde des Stalls 3 den Referenzbereich, wobei ein Pferd aus Stall 5 den Bereich sogar überschritt. Die aus dem Vergleich von Versorgungsempfehlungen nach MEYER und COENEN (2014) und analysierten Gehalten der Grundfutterproben resultierende, zu erwartende Überversorgung mit dem Spurenelement Eisen war gemäß der Blutwerte der Pferde also nicht zu bestätigen. Ebenso war die anzunehmende Unterversorgung mit Kupfer nicht vorzufinden. 55 % der untersuchten Pferde wiesen die zu erwartende Unterversorgung mit Zink auf. Den Referenzbereich des Spurenelements Selen unterschritten 52 % der Pferde, wobei gemäß Literaturwerten nach MEYER und COENEN (2014) der Gehalt im Grundfutter für eine Deckung des Erhaltungsbedarfs ausreichend sein müsste. Eine Übereinstimmung zwischen einer zu erwartenden Versorgungslage, gemäß dem Vergleich von Literaturwerten mit Gehalten aus untersuchten Futterproben, und der aktuellen Versorgungslage der Pferde, welche anhand der Gehalte im Blut beurteilt wurde, ist demnach in den meisten Fällen nicht festzustellen. Zusätzlich zu den bereits empfohlenen Rationsberechnungen entsprechend der Futteraufnahme der jeweiligen Pferde, ist also auch eine Berücksichtigung der aktuellen Versorgungslage mittels Untersuchung körpereigener Substrate zur Ermittlung der benötigten Ergänzung von Mengen- und Spurenelementen über spezielle Zusatzfuttermittel zu empfehlen.

Als Ursache für die Unstimmigkeiten zwischen zu erwartenden und tatsächlichen Versorgungslagen sind ebenso die bereits aufgeführten Gründe zu nennen. Hierunter fallen tierindividuelle homöostatische Regulationsmechanismen, das Alter, der Gesundheitszustand, das Leistungsstadium sowie der Versorgungszustand des Tieres. Auch eine unterschiedliche Verwertbarkeit von durch das Futter zur Verfügung gestellten Mengen-

6. Diskussion

und Spurenelementen kann diese Abweichungen erklären (JEROCH et al., 2008; KIRCHGEßNER, 2014).

Für eine höhere Aussagekraft der Untersuchung eines möglichen Zusammenhangs von Fütterung und Gehalt an Mengen- und Spurenelementen im Organismus von Pferden sollte eine größere Stichprobe an Pferde untersucht werden, da die Verwertbarkeit der Mengen- und Spurenelemente eben auch durch das Alter, die aktuelle Versorgungslage, das Leistungsstadium und den Gesundheitszustand der Pferde beeinflusst werden kann. Um mögliche Faktoren der Herabsetzung des Bestimmtheitsmaßes R^2 für einen linearen Zusammenhang zwischen Gehalten an Mengen- und Spurenelementen im Futter sowie im Blut der Pferde zu minimieren, wäre eine erhöhte Stichprobenanzahl empfehlenswert. Denkbar sind dabei Faktoren wie Stoffwechselerkrankungen oder Umwelteinflüsse zur Zeit der Probenahme, wie etwa ein erhöhtes Arbeitspensum oder Aufnahme von mineralstoffreichem Futter kurz vor Entnahme der Probe. Außerdem sollte die bereits diskutierte Eignung des Probenmaterials Blut überdacht und für die Untersuchung andere körpereigene Substrate mit höherer Aussagekraft verwendet werden. Hierbei sind aber vor allem der Aufwand für die Gewinnung des Probenmaterials sowie Aufwand und Kosten für die Analyse des Substrates bei der Auswahl mit einzubeziehen (KAMPHUES et al., 2009; KIRCHGEßNER, 2014).

7. Schlussfolgerung

Entsprechend der vorliegenden Arbeit unterliegen die Gehalte an Inhaltsstoffen, Energie sowie Mengen- und Spurenelementen im Grundfutter bayrischer Pferdehalter großen Schwankungen. Dabei liegen die durch Grobfutteranalysen ermittelten Gehalte der Heuproben meist unterhalb der von Futterwerttabellen angenommenen Gehalte. Als Ursachen für diese Schwankungen kommen standortabhängige Faktoren, wie Witterung und Bodenqualität, aber auch unterschiedliche Managementstrategien, wie etwa die Düngung oder auch Schnittzeitpunkt sowie -häufigkeit, in Frage.

Auch die Versorgungslage von Pferden aus den jeweiligen Ställen, beurteilt aufgrund von Gehalten der jeweiligen Elemente im Blut, ist sehr unterschiedlich. Dabei ist auffällig, dass die Schwankungsbreite der Blutwerte von Pferden aus dem gleichen Stall teilweise größer ist als die Schwankung zwischen den Mittelwerten der einzelnen Ställe. Insgesamt liegen die Werte der meisten Pferde aber in den von den Laboren angegebenen Referenzbereichen, welcher auf eine optimale Versorgung schließen lässt. Lediglich bei den Elementen Kalzium und Selen sind bei 31 % und 52 % der Pferde gemäß der Blutwerte Unterversorgungen festzustellen. Hierbei ist zu beachten, dass die Gehalte im Blut nicht zwangsläufig auf den Versorgungszustand der Pferde mit Mengen- und Spurenelementen schließen lassen. Grund hierfür sind unterschiedliche Speicherungs- und Mobilisierungsmechanismen. Bei manchen Elementen sind deshalb Beurteilungen alternativer körpereigener Substrate aussagekräftiger.

Bei einem Vergleich der gemäß der Blutwerte abzuleitenden Versorgungslagen mit den Gehalten an den jeweiligen Mengen- und Spurenelementen im entsprechenden Grundfutter, sind in der vorliegenden Arbeit nur bei den Elementen Phosphor bzw. Phosphat, Natrium und Eisen lineare Zusammenhänge zu vermuten. Bei den restlichen Elementen scheint kein linearer Zusammenhang vorzuliegen. Werden zudem die empfohlenen Gehalte für die Versorgung mit Mengen- und Spurenelementen aus der Literatur einbezogen, so kann festgestellt werden, dass gemäß der analysierten Gehalte im Grundfutter bei den Elementen Kalzium, Phosphor bzw. Phosphat, Natrium, Kupfer und Zink Mangelversorgungen der mit dem Grobfutter versorgten Pferde vorherrschen müssten. Diese Erwartung kann allerdings mittels der analysierten Gehalte im Blut der Pferde nicht bestätigt werden. Lediglich beim

7. Schlussfolgerung

Spurenelement Zink sind mehr als 50 % der Pferde gemäß den Blutwerten unterversorgt. Eine mögliche Ursache für diese Abweichungen ist die unterschiedliche Verwertbarkeit einzelner Elemente bedingt durch das Vorliegen von Antagonisten sowie das Alter, den Gesundheitszustand und das Leistungsstadium der Pferde. Ebenso tragen die homöostatischen Regulationsmechanismen zu einer unterschiedlichen Ausnutzung der über das Futter zugeführten Mengen- und Spurenelemente durch die Pferde bei, so dass ein Rückschluss vom Gehalt im Futter auf den Gehalt im Blut nicht unbedingt möglich ist.

Die vorliegenden Ergebnisse lassen also folgende Schlussfolgerungen zu:

- Standortspezifische Unterschiede lassen eine Abschätzung der Gehalte an Nährstoffen, Energie sowie Mengen- und Spurenelementen im Heu ohne entsprechende Grundfutteranalyse nicht zu.
- Die aktuelle Versorgungslage von Pferden in Bayern, beurteilt nach den Gehalten an Mengen- und Spurenelementen im Blut, lässt nur bei Kalzium, Zink und Selen auf mögliche, weitverbreitete Mangelversorgungen schließen.
- Die Notwendigkeit einer Ergänzung der Rationen der Pferde mit Mengen- und Spurenelementen kann nur mittels einer Rationsberechnung unter Berücksichtigung der aktuellen Versorgungslage sicher abgeschätzt werden.
- Homöostatische Regulationsmechanismen wie Absorption und Exkretion, sowie Speicherung und Mobilisierung erschweren die Abschätzung der Verwertung der im Futter enthaltenen Mengen- und Spurenelemente durch die Tiere.

Insgesamt kann also festgestellt werden, dass eine allgemeingültige Empfehlung für die Ergänzung der Futterrationen mit Mengen- und Spurenelementen aufgrund standortspezifischer Unterschiede im Grobfutter sowie einer tierindividuellen Verwertbarkeit der jeweiligen Elemente nicht sinnvoll und zielführend erscheint.

8. Zusammenfassung

Die Wohlstandserkrankungen von Pferden in Bayern und deutschlandweit nehmen in den letzten Jahren erheblich zu. Viele Pferdebesitzer wollen dieser Entwicklung durch den Einsatz von Zusatzfuttermitteln entgegenzutreten, welche die Rationen mit Mengen- und Spurenelementen sowie Vitaminen ergänzen. Oft ziehen diese Ergänzungen aber Überversorgungen nach sich, so dass neue Krankheiten ausgelöst bzw. bereits vorhandene Erkrankungen noch verschlimmert werden können.

In der vorliegenden Arbeit wurden Grundfutterproben aus fünf bayerischen Ställen hinsichtlich der Nährstoff-, Energie-, Mengen- und Spurenelementgehalte untersucht. Zugleich wurde das Blut von fünf bis neun Pferden je Stall analysiert. Mit Excel wurden Mittelwerte, Standardabweichungen und Schwankungsbreiten berechnet, um eine bessere Vergleichbarkeit der einzelnen Werte zu ermöglichen. Zudem wurde ein linearer Zusammenhang zwischen den Gehalten an Mengen- und Spurenelementen im Futter sowie im Blut durch Berechnung des Bestimmtheitsmaßes R^2 mittels Excel untersucht.

Bei der Analyse der Grundfutterproben sind standortspezifische Schwankungen der Gehalte festzustellen. Diese sind auf Bodenqualität, Witterung und Unterschiede in der Bewirtschaftung zurückzuführen. Die analysierten Gehalte sind meist geringer als die Angaben aus Futterwerttabellen. Die Versorgungslage der Pferde, beurteilt durch die Blutwerte, lässt auf eine ausreichende Versorgung der bayerischen Pferde schließen. Lediglich bei Kalzium, Zink und Selen sind vermehrt Mangelversorgungen vorzufinden. Aufgrund verschiedener Speicherungs- und Mobilisierungsmechanismen ist aber eine Beurteilung der Versorgungslage über die Gehalte im Blut bei manchen Elementen nicht unbedingt aussagekräftig. Ein linearer Zusammenhang zwischen Fütterung und Gehalte der Mengen- und Spurenelemente im Blut der Pferde ist gemäß der vorliegenden Analysen nur bei den Elementen Phosphor, Natrium und Eisen anzunehmen. Allerdings ist die Verwertung der einzelnen Elemente durch die Pferde von homöostatischen Regulationsmechanismen beeinflusst. Die Absorptions- und Exkretionsraten können also von Tier zu Tier je nach Alter, Gesundheitszustand und Leistungsstadium unterschiedlich sein. Auch die zur Verfügung stehende Menge an Mineralstoffen im Futter hat Einfluss auf die Homöostase.

8. Zusammenfassung

Aufgrund dieser Ergebnisse erscheint es sinnvoll, eine Analyse des Grundfutters sowie eine tierindividuelle Rationsberechnung unter Berücksichtigung der aktuellen Versorgungslage durchzuführen. Nur so kann auf verschiedene Gehalte im Futter sowie eine unterschiedliche Verwertbarkeit der einzelnen Elemente durch die Pferde eingegangen und eine Mangel- bzw. Überversorgung vermieden werden.

9. Literaturverzeichnis

CASTRONOVO (2017)

A. Castronovo: Zu viel des Guten schadet. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 3/2017. München: Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, 2017.

FRITZ (2015)

C. Fritz: Pferde fit füttern - Wie ich mein Pferd artgerecht ernähre. 4. Auflage. Schwarzenbek: Cadmos Verlag, 2015.

HOFMANN (2000)

S. Hofmann: Pferde richtig füttern. München: BLV Verlagsgesellschaft mbH, 2000.

JEROCH et al. (2008)

H. Jeroch, W. Drochner und O. Simon: Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. 2. Auflage. Stuttgart: Eugen Ulmer KG, 2008.

KAMPHUES et al. (2009)

J. Kamphues, M. Coenen, C. Iben, E. Kienzle, J. Pallauf, O. Simon, M. Wanner und J. Zentek: Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung. 11. Auflage. Hannover: Verlag M. & H. Schaper GmbH, 2009.

KIRCHGEßNER (2014)

M. Kirchgeßner: Tierernährung. 14. Auflage. Frankfurt am Main: DLG-Verlag GmbH, 2014.

LFL (2013)

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft: Gruber Tabelle zur Pferdefütterung. 3. Auflage. Freising: o.V., 2013.

LUFA (2017)

LUFA Nord-West: Erste Heuauswertung 2017. Abgerufen am 16.11.2017. <https://www.lufa-nord-west.de/index.cfm/article/1972.html>.

MENKE und HUSS (1987)

9. Literaturverzeichnis

K.-H. Menke und W. Huss: Tierernährung und Futtermittelkunde. 3. Auflage. Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co., 1987.

MEYER und COENEN (2014)

H. Meyer und M. Coenen: Pferdefütterung. 5. Auflage. Stuttgart: Enke Verlag, 2014.

MILLER (1979)

W. J. Miller: Dairy cattle feeding and nutrition. New York: Academic Press Inc., 1979.

SITZENSTOCK et al. (2017)

F. Sitzenstock, P. Graf, R. Krabbenborg und H. Westendarp: Masse und Klasse - Die Bedeutung von Grobfutter. Züchterforum 1/2017. Stuttgart: Matthaes Medien GmbH & Co. KG.

STMELF (2016)

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Bayerischer Agrarbericht 2016. Abgerufen am 11.09.2017. <http://www.agrarbericht-2016.bayern.de/landwirtschaft-laendliche-entwicklung/pferde.html>, 2016.

WERMUTH und STREIT (2007)

N. Wermuth und R. Streit: Einführung in statistische Analysen. Berlin: Springer-Verlag, 2007.

V. Anlagenverzeichnis

1. LUFA Prüfbericht Stall 1.....	XI
2. LUFA Prüfbericht Stall 2.....	XIII
3. LUFA Prüfbericht Stall 3.....	XV
4. LUFA Prüfbericht Stall 4.....	XVII
5. LUFA Prüfbericht Stall 5.....	XIX
6. Übersicht Befundberichte Pferde.....	XXI

VI. Anlagen

1. LUFA Prüfbericht Stall 1

LUFA-ITL GmbH

Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, Germany
www.agrolab.de



LUFA - ITL Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

Atcom-Horse GmbH
Riedweg 12
87757 Kirchheim/Allgäu

Datum 27.03.2017
Kundennr. 10082979

PRÜFBERICHT 2084400 - 242661

Auftrag 2084400 Heu - Stall Graf, Richthofen
Analysennr. 242661
Probeneingang 16.03.2017
Probenahme keine Angabe
Kunden-Probenbezeichnung Heu
Stall Graf, Richthofen
Verpackung Kunststoffbeutel
Futtermittelcode Heu, 7.01.01

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

	Einheit	Ergebnis	Wert i.d.TS	Wert in 88% TS	Methode
Nährwerte/Inhaltsstoffe					
Trockenmasse	%	84,5			VO(EG) 152/2009, III, A
Wasser berechnet	%	15,5			Berechnung
Rohasche	%	6,1	7,2	6,3	VO(EG) 152/2009, III, M
Rohprotein	%	4,4	5,2	4,6	VO(EG) 152/2009, III, C
Rohfaser	%	31,0	36,7	32,3	VO(EG) 152/2009, III, I
Zucker	%	9,5	11,3	9,9	VO(EG) 152/2009, III, J
Rohfett	%	0,8 ^{xx)}	1,0	0,9	VO(EG) 152/2009, III, H, Verfahren B
NDF	%	57,4	67,9	59,8	ISO 16472: 2006
ADF org	%	35,1	41,5	36,5	VDLUFA III, 6.5.2
Cellulase-Test	%	38,6	45,7	40,2	VDLUFA III, 6.6.1
Berechnete Werte (Nährwerte/Inhaltsstoffe)					
N-freie Extraktstoffe	%	42,2	49,9	43,9	Berechnung
Sand (errechnet)	%	<0,3	<0,4	<0,4	Berechnung
nutzbares Rohprotein	g/kg	77,7	92,0	81,0	Berechnung GfE 2008
verd. Eiweiß	g/kg	26,4	31,2	27,5	Berechnung
dünndarmverdauliches Rohprotein	g/kg	17,2	20,4	18,0	Buch 'Ferddefütterung' - Meyer/Coenen - 5. Aufl. - ISBN 978-3830410959
ruminale N-Bilanz	g/kg	-5,4	-6,4	-5,6	Berechnung GfE 2008
ME - Rind	MJ/kg	6,5	7,7	6,8	Berechnung GfE 2008
NEL	MJ/kg	3,7	4,4	3,9	Berechnung GfE 2008
verd. Energie-Pferd (DLG 2003)	MJ/kg	6,1	7,2	6,3	DLG-Fütterwertabelle
DE Pferd	MJ/kg	6,1	7,2	6,4	Berechnung GfE 2014
ME Pferd	MJ/kg	5,2	6,1	5,4	Berechnung GfE 2014
Eiweiß/Energie-Verhältnis	g/MJ		4,3		Berechnung

DOK-12-NAU/25-110-E-PT

AG Kiel
HRB 5796
Ust./VAT-ID-Nr:
DE 613 356 511

Geschäftsführer
Dr. Paul Wimmer



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14082-01-00

Seite 1 von 2

Durch die DAKKS nach
DIN EN ISO/IEC 17025
akkreditiertes
Prüfaboratorium.
Die Akkreditierung gilt
für die in den Urkunde
aufgeführten
Prüfverfahren.

Datum 27.03.2017
Kundennr. 10082979

PRÜFBERICHT 2084400 - 242661

	Einheit	Ergebnis	Wert i.d.TS	Wert in 88% TS	Methode
ELOS	%	39,8	47,1	41,4	VDLUFA III, 6.6.1 (berechnet)
Strukturwert (SW)	/ kg	4,0	4,7	4,1	Berechnung

Mineralstoffe/ Spurenelemente

Selen	mg/kg	0,09 ^{xx)}	0,10	0,09	DIN EN 16159
Calcium	g/kg	3,3	3,9	3,4	DIN EN 15621
Phosphor	g/kg	2,0	2,4	2,1	DIN EN 15621
Natrium	g/kg	0,09 ^{xx)}	0,10	0,09	DIN EN 15621
Kalium	g/kg	17,7	21,0	18,5	DIN EN 15621
Magnesium	g/kg	0,63	0,75	0,66	DIN EN 15621
Kupfer	mg/kg	3,7	4,4	3,9	DIN EN 15621
Eisen	mg/kg	270	320	280	DIN EN 15621
Zink	mg/kg	14	16	14	DIN EN 15621
Mangan	mg/kg	41	49	43	DIN EN 15621

xx) Bei Einzelwerten unter der NWG wurde die Nachweisgrenze und bei Werten zwischen NWG und BG die Bestimmungsgrenze zur Berechnung zugrunde gelegt.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Erläuterung: Substanz: OS=Originalsubstanz, TS=Trockensubstanz

Beginn der Prüfungen: 16.03.2017

Ende der Prüfungen: 23.03.2017

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

E. Wörting

**LUFA - ITL Frau Elena Körting, Tel. 0431/1228-431
Kundenbetreuung Futtermittel**



2. LUFA Prüfbericht Stall 2

LUFA-ITL GmbH

Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, Germany
www.agrolab.de



LUFA - ITL Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

Atcom-Horse GmbH
Riedweg 12
87757 Kirchheim/Allgäu

Datum 23.03.2017
Kundennr. 10082979

PRÜFBERICHT 2082144 - 240636

Auftrag 2082144 Heu - Stall Gottschalk, Oberwellitzleithen
 Analysennr. 240636
 Probeneingang 14.03.2017
 Probenahme keine Angabe
 Kunden-Probenbezeichnung Heu
 Stall Gottschalk, Oberwellitzleithen
 Verpackung Kunststoffbeutel
 Futtermittelcode Heu, 7.01.01

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

	Einheit	Ergebnis	Wert i.d.TS	Wert in 88% TS	Methode
Nährwerte/Inhaltsstoffe					
Trockenmasse	%	86,1			VO(EG) 152/2009, III, A
Wasser berechnet	%	13,9			Berechnung
Rohasche	%	6,9	8,0	7,0	VO(EG) 152/2009, III, M
Rohprotein	%	6,0	7,0	6,2	VO(EG) 152/2009, III, C
Rohfaser	%	28,2	32,7	28,8	VO(EG) 152/2009, III, I
Zucker	%	8,4	9,8	8,6	VO(EG) 152/2009, III, J
Rohfett	%	1,1	1,3	1,1	VO(EG) 152/2009, III, H, Verfahren B
NDF	%	57,0	66,2	58,3	ISO 16472: 2006
ADF org	%	31,6	36,7	32,3	VDLUF A III, 6.5.2
Cellulase-Test	%	38,1	44,2	38,9	VDLUF A III, 6.6.1
Berechnete Werte (Nährwerte/Inhaltsstoffe)					
N-freie Extraktstoffe	%	43,9	51,0	44,9	Berechnung
Sand (errechnet)	%	<0,3	<0,4	<0,4	Berechnung
nutzbares Rohprotein	g/kg	83,5	97,0	85,4	Berechnung GfE 2008
verd. Eiweiß	g/kg	36,2	42,0	37,0	Berechnung
dünndarmverdauliches Rohprotein	g/kg	29,8	34,6	30,4	Buch 'Pferdefütterung' - Meyer/Coenen - 5. Aufl. - ISBN 978-3830410959
ruminale N-Bilanz	g/kg	-3,7	-4,3	-3,8	Berechnung GfE 2008
ME - Rind	MJ/kg	6,8	7,9	7,0	Berechnung GfE 2008
NEL	MJ/kg	3,9	4,5	4,0	Berechnung GfE 2008
verd. Energie-Pferd (DLG 2003)	MJ/kg	6,8	7,9	7,0	DLG-Futtenwerttabelle
DE Pferd	MJ/kg	6,8	7,9	7,0	Berechnung GfE 2014
ME Pferd	MJ/kg	5,8	6,7	5,9	Berechnung GfE 2014
Eiweiß/Energie-Verhältnis	g/MJ		5,3		Berechnung

DQC-121 (10/16)ZNR/DE/PT

AG Kiel
HRB 5796
USt./VAT-ID-Nr:
DE 813 356 511

Geschäftsführer
Dr. Paul Wimmer



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14082-01-00

Seite 1 von 2

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

LUFA-ITL GmbH

Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, Germany
www.agrolab.de



Datum 23.03.2017
Kundennr. 10082979

PRÜFBERICHT 2082144 - 240636

Einheit	Ergebnis	Wert i.d. TS	Wert in 88% TS	Methode	
ELOS	%	41,2	47,8	42,1	VDLUFA III, 6.6.1 (berechnet)
Strukturwert (SW)	/ kg	3,5	4,1	3,6	Berechnung

Mineralstoffe/ Spurenelemente

Selen	mg/kg	0,09 ^{xx)}	0,10	0,09	DIN EN 16159
Calcium	g/kg	3,9	4,5	4,0	DIN EN 15621
Phosphor	g/kg	1,7	2,0	1,8	DIN EN 15621
Natrium	g/kg	1,5	1,8	1,6	DIN EN 15621
Kalium	g/kg	10,9	12,7	11,2	DIN EN 15621
Magnesium	g/kg	1,3	1,5	1,3	DIN EN 15621
Kupfer	mg/kg	6,5	7,6	6,7	DIN EN 15621
Eisen	mg/kg	610	710	620	DIN EN 15621
Zink	mg/kg	24	28	25	DIN EN 15621
Mangan	mg/kg	95	110	97	DIN EN 15621

xx) Bei Einzelwerten unter der NWG wurde die Nachweisgrenze und bei Werten zwischen NWG und BG die Bestimmungsgrenze zur Berechnung zugrunde gelegt.

Erläuterung: Das Zeichen "^c" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Erläuterung: Substanz: OS=Originalsubstanz, TS=Trockensubstanz

Beginn der Prüfungen: 15.03.2017

Ende der Prüfungen: 23.03.2017

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

J-W Franzen

**LUFA - ITL Herr Jann-Wiard Franzen, Tel. 0431/1228-219
Kundenbetreuung Futtermittel**

ZDC-12-104718/28-DE-PZ

AG Kiel
HRB 5796
Ust./VAT-ID-Nr:
DE 813 356 511

Geschäftsführer
Dr. Paul Wimmer



Seite 2 von 2

Durch die DAKKS nach
DIN EN ISO/IEC 17025
akkreditiertes
Prüflaboratorium
Die Akkreditierung gilt
für die in der Urkunde
aufgeführten
Prüfverfahren

3. LUFA Prüfbericht Stall 3

LUFA-ITL GmbH

Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, Germany
www.agrolab.de



Your labs. Your service.

LUFA - ITL Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

Atcom-Horse GmbH
Riedweg 12
87757 Kirchheim/Allgäu

Datum 12.04.2017
Kundennr. 10082979

PRÜFBERICHT 2107318 - 255245

Auftrag 2107318 Heu - Stall Hackl, Wolfsberg
Analysenr. 255245
Probeneingang 31.03.2017
Probenahme keine Angabe
Kunden-Probenbezeichnung **Sammelprobe Heu "Hackl" 1. Schnitt Stall Hackl, Wolfsberg**
Verpackung **Kunststoffbeutel**
Futtermittelcode **Heu, 7.01.01**

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

	Einheit	Ergebnis	Wert i. d. TS	Wert in 88% TS	Methode
Nährwerte/Inhaltsstoffe					
Trockenmasse	%	89,3			VO(EG) 152/2009, III, A
Wasser berechnet	%	10,7			Berechnung
Rohasche	%	5,2	5,8	5,1	VO(EG) 152/2009, III, M
Rohprotein	%	7,4	8,3	7,3	VO(EG) 152/2009, III, C
Rohfaser	%	29,6	33,2	29,2	VO(EG) 152/2009, III, I
Zucker	%	6,5	7,3	6,4	VO(EG) 152/2009, III, J
Rohfett	%	1,1	1,2	1,1	VO(EG) 152/2009, III, H, Verfahren B
NDF	%	62,5	70,0	61,6	ISO 16472: 2006
ADF org	%	35,4	39,6	34,8	VDLUF A III, 6.5.2
Cellulase-Test	%	43,8	49,0	43,1	VDLUF A III, 6.6.1
Berechnete Werte (Nährwerte/Inhaltsstoffe)					
N-freie Extraktstoffe	%	46,0	51,5	45,3	Berechnung
Sand (errechnet)	%	<0,4	<0,4	<0,4	Berechnung
nutzbares Rohprotein	g/kg	86,4	96,8	85,2	Berechnung GfE 2008
verd. Eiweiß	g/kg	44,5	49,8	43,8	Berechnung
dünndarmverdauliches Rohprotein	g/kg	37,9	42,4	37,3	Buch 'Pferdefütterung' - Meyer/Coenen - 5. Aufl. - ISBN 978-3830410959
ruminale N-Bilanz	g/kg	-2,0	-2,2	-1,9	Berechnung GfE 2008
ME - Rind	MJ/kg	6,9	7,7	6,8	Berechnung GfE 2008
NEL	MJ/kg	3,8	4,3	3,8	Berechnung GfE 2008
verd. Energie-Pferd (DLG 2003)	MJ/kg	7,4	8,3	7,3	DLG-Futtenwerttabelle
DE Pferd	MJ/kg	7,4	8,3	7,3	Berechnung GfE 2014
ME Pferd	MJ/kg	6,2	6,9	6,1	Berechnung GfE 2014
Eiweiß/Energie-Verhältnis	g/MJ		6,0		Berechnung

DOC-15-10627450E-01

AG Kiel
HRB 5796
Ust./VAT-ID-Nr.
DE 813 356 511

Geschäftsführer
Dr. Paul Wimmer



Seite 1 von 2

Datum 12.04.2017
Kundennr. 10082979

PRÜFBERICHT 2107318 - 255245

Einheit	Ergebnis	Wert i.d.TS	Wert in 88% TS	Methode	
ELOS	%	40,4	45,2	39,8	VDLUFA III, 6.6.1 (berechnet)
Strukturwert (SW)	/ kg	3,8	4,2	3,7	Berechnung

Mineralstoffe/ Spurenelemente

Selen	mg/kg	0,09 ^{xx)}	0,11	0,09	DIN EN 16159
Calcium	g/kg	2,8	3,1	2,7	DIN EN 15621
Phosphor	g/kg	1,6	1,8	1,6	DIN EN 15621
Natrium	g/kg	0,20	0,22	0,19	DIN EN 15621
Kalium	g/kg	13,4	15,0	13,2	DIN EN 15621
Magnesium	g/kg	1,3	1,5	1,3	DIN EN 15621
Kupfer	mg/kg	5,6	6,3	5,5	DIN EN 15621
Eisen	mg/kg	280	310	270	DIN EN 15621
Zink	mg/kg	23	26	23	DIN EN 15621
Mangan	mg/kg	160	180	160	DIN EN 15621

xx) Bei Einzelwerten unter der NWG wurde die Nachweisgrenze und bei Werten zwischen NWG und BG die Bestimmungsgrenze zur Berechnung zugrunde gelegt.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Erläuterung: Substanz: OS=Originalsubstanz, TS=Trockensubstanz
Beginn der Prüfungen: 31.03.2017
Ende der Prüfungen: 12.04.2017

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.



LUFA - ITL Herr Jann-Wiard Franzen, Tel. 0431/1228-219
Kundenbetreuung Futtermittel

4. LUFA Prüfbericht Stall 4

LUFA-ITL GmbH

Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, Germany
www.agrolab.de



LUFA - ITL Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

Atcom-Horse GmbH
Riedweg 12
87757 Kirchheim/Allgäu

Datum 18.05.2017
Kundennr. 10082979

PRÜFBERICHT 2166652 - 283524

Auftrag 2166652 Bewegungsstall Mindelta, Thannhausen
 Analysennr. 283524
 Probeneingang 08.05.2017
 Probenahme keine Angabe
 Kunden-Probenbezeichnung **Sammelprobe Heu "Bewegungsstall Mindelta" 1. Schnitt**
 Verpackung **Kunststoffbeutel**
 Futtermittelcode **Heu, 7.01.01**

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

	Einheit	Ergebnis	Wert i.d.TS	Wert in 88% TS	Methode
Nährwerte/Inhaltsstoffe					
Trockenmasse	%	87,0			VO(EG) 152/2009, III, A
Wasser berechnet	%	13,0			Berechnung
Rohasche	%	6,5	7,5	6,6	VO(EG) 152/2009, III, M
Rohprotein	%	6,0	6,9	6,1	VO(EG) 152/2009, III, C
Rohfaser	%	28,4	32,6	28,7	VO(EG) 152/2009, III, I
Zucker	%	9,9	11,4	10,0	VO(EG) 152/2009, III, J
Rohfett	%	1,1	1,3	1,1	VO(EG) 152/2009, III, H, Verfahren B
NDF	%	59,7	68,6	60,4	ISO 15472: 2006
ADF org	%	31,8	36,5	32,1	VDLUFA III, 6.5.2
Cellulase-Test	%	36,8	42,3	37,2	VDLUFA III, 6.6.1
Berechnete Werte (Nährwerte/Inhaltsstoffe)					
N-freie Extraktstoffe	%	45,0	51,7	45,5	Berechnung
Sand (errechnet)	%	<0,3	<0,4	<0,4	Berechnung
nutzbares Rohprotein	g/kg	87,1	100,1	88,1	Berechnung G/E 2008
verd. Eiweiß	g/kg	36,0	41,4	36,4	Berechnung
dünndarmverdauliches Rohprotein	g/kg	28,4	32,7	28,8	Buch 'Pferdefütterung' - Mayer/Coenen - 5. Aufl. - ISBN 978-3830410959
ruminale N-Bilanz	g/kg	-4,4	-5,0	-4,4	Berechnung G/E 2008
ME - Rind	MJ/kg	7,1	8,2	7,2	Berechnung G/E 2008
NEL	MJ/kg	4,1	4,7	4,1	Berechnung G/E 2008
verd. Energie-Pferd (DLG 2003)	MJ/kg	7,0	8,0	7,0	DLG-Futterwerttabelle
DE Pferd	MJ/kg	7,0	8,1	7,1	Berechnung G/E 2014
ME Pferd	MJ/kg	6,0	6,8	6,0	Berechnung G/E 2014
Eiweiß/Energie-Verhältnis	g/MJ		5,2		Berechnung

DOC: PRÜFBERICHT-01

AG Kiel
HRB 5796
Ust./VAT-ID-Nr.:
DE 813 356 511

Geschäftsführer
Dr. Paul Wimmer



Seite 1 von 2

LUFA-ITL GmbH

Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, Germany
www.agrolab.de



Your labs. Your service.

Datum 18.05.2017
Kundennr. 10082979

PRÜFBERICHT 2166652 - 283524

Einheit	Ergebnis	Wert i.d.TS	Wert in 88% TS	Methode	
ELOS	%	43,7	50,2	44,2	VDLUF A III, 6.6.1 (berechnet)
Strukturwert (SW)	/ kg	3,6	4,1	3,6	Berechnung

Mineralstoffe/ Spurenelemente

Selen	mg/kg	0,09 ^{xx)}	0,10	0,09	E DIN EN 17053
Calcium	g/kg	2,7	3,1	2,7	DIN EN 15621
Phosphor	g/kg	1,7	1,9	1,7	DIN EN 15621
Natrium	g/kg	0,17	0,19	0,17	DIN EN 15621
Kalium	g/kg	14,8	17,0	15,0	DIN EN 15621
Magnesium	g/kg	1,2	1,4	1,2	DIN EN 15621
Kupfer	mg/kg	4,5	5,2	4,6	DIN EN 15621
Eisen	mg/kg	450	520	460	DIN EN 15621
Zink	mg/kg	23	27	24	DIN EN 15621
Mangan	mg/kg	160	180	160	DIN EN 15621

xx) Bei Einzelwerten unter der NWG wurde die Nachweisgrenze und bei Werten zwischen NWG und BG die Bestimmungsgrenze zur Berechnung zugrunde gelegt.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Erläuterung: Substanz: OS=Originalsubstanz, TS=Trockensubstanz

Beginn der Prüfungen: 08.05.2017

Ende der Prüfungen: 18.05.2017

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

J. W. Franzen

**LUFA - ITL Herr Jann-Wiard Franzen, Tel. 0431/1228-219
Kundenbetreuung Futtermittel**

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlichlich nicht akkreditierte Parameter sind mit dem Symbol " * " gekennzeichnet.

AG Kiel
HRB 5796
Ust./VAT-ID-Nr.
DE 813 358 511

Geschäftsführer
Dr. Paul Wimmer



Seite 2 von 2
DAKKS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14087-01-00

5. LUFA Prüfbericht Stall 5

LUFA-ITL GmbH

Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, Germany
www.agrolab.de



LUFA - ITL Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel

Atcom-Horse GmbH
Riedweg 12
87757 Kirchheim/Allgäu

Datum 03.05.2017
Kundennr. 10082979

PRÜFBERICHT 2135329 - 266984

Auftrag 2135329 Heu - Stall Dr. Fischer, Weilheim
 Analysennr. 266984
 Probeneingang 18.04.2017
 Probenahme keine Angabe
 Kunden-Probenbezeichnung **Sammelprobe Heu "Dr. Fischer" 1. Schnitt**
 Stall Dr. Fischer, Weilheim
 Verpackung **Kunststoffbeutel**
 Futtermittelcode **Heu, 7.01.01**

Die in diesem Dokument berichteten Parameter sind gemäß ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Ausschließlich nicht akkreditierte Parameter sind mit dem Symbol "*" gekennzeichnet.

	Einheit	Ergebnis	Wert i.d.TS	Wert in 88% TS	Methode
Nährwerte/Inhaltsstoffe					
Trockenmasse	%	88,0			VO(EG) 152/2009, III, A
Wasser berechnet	%	12,0			Berechnung
Rohasche	%	3,5	4,0	3,5	VO(EG) 152/2009, III, M
Rohprotein	%	9,2	10,4	9,2	VO(EG) 152/2009, III, C
Rohfaser	%	26,5	30,1	26,5	VO(EG) 152/2009, III, I
Zucker	%	10,2	11,6	10,2	VO(EG) 152/2009, III, J
Rohfett	%	1,5	1,7	1,5	VO(EG) 152/2009, III, H, Verfahren B
NDF	%	56,1	63,7	56,1	ISO 16472: 2006
ADF org	%	30,4	34,5	30,4	VDLUFA III, 6.5.2
Cellulase-Test	%	40,8	46,4	40,8	VDLUFA III, 6.6.1
Berechnete Werte (Nährwerte/Inhaltsstoffe)					
N-freie Extraktstoffe	%	47,3	53,8	47,3	Berechnung
Sand (errechnet)	%	<0,4	<0,4	<0,4	Berechnung
nutzbares Rohprotein	g/kg	95,7	108,8	95,7	Berechnung GfE 2003
verd. Eiweiß	g/kg	54,9	62,4	54,9	Berechnung
dünndarmverdauliches Rohprotein	g/kg	53,9	61,3	53,9	Buch 'Pferdefütterung' - Meyer/Coenen - 5. Aufl. - ISBN 978-3630410959
ruminale N-Bilanz	g/kg	-0,7	-0,8	-0,7	Berechnung GfE 2003
ME - Rind	MJ/kg	7,5	8,5	7,5	Berechnung GfE 2003
NEL	MJ/kg	4,3	4,9	4,3	Berechnung GfE 2003
verd. Energie-Pferd (DLG 2003)	MJ/kg	8,2	9,3	8,2	DLG-Futterwerttabelle
DE Pferd	MJ/kg	8,2	9,3	8,2	Berechnung GfE 2014
ME Pferd	MJ/kg	7,0	7,9	7,0	Berechnung GfE 2014
Eiweiß/Energie-Verhältnis	g/MJ		6,7		Berechnung

Seite 1 von 2

DOC 12 1080086/DE-F1

AG Kiel
HRB 3796
Ust./VAT-ID-Nr.
DE 813 356 511

Geschäftsführer
Dr. Paul Wimmer



LUFA-ITL GmbH

Dr.-Hell-Str. 6, 24107 Kiel, Germany
www.agrolab.de



Datum 03.05.2017
Kundennr. 10082979

PRÜFBERICHT 2135329 - 266984

Einheit	Ergebnis	Wert i.d.TS	Wert in 88% TS	Methode	
ELOS	%	43,6	49,6	43,6	VDLUFA III, 6.6.1 (berechnet)
Strukturwert (SW)	/ kg	3,3	3,8	3,3	Berechnung

Mineralstoffe/ Spurenelemente

Selen	mg/kg	0,09 ^{xx)}	0,10	0,09	E DIN EN 17053
Calcium	g/kg	4,1	4,7	4,1	DIN EN 15621
Phosphor	g/kg	1,1	1,3	1,1	DIN EN 15621
Natrium	g/kg	0,10	0,11	0,10	DIN EN 15621
Kalium	g/kg	5,4	6,1	5,4	DIN EN 15621
Magnesium	g/kg	2,6	2,9	2,6	DIN EN 15621
Kupfer	mg/kg	4,8	5,4	4,8	DIN EN 15621
Eisen	mg/kg	84	95	84	DIN EN 15621
Zink	mg/kg	33	38	33	DIN EN 15621
Mangan	mg/kg	120	140	120	DIN EN 15621

xx) Bei Einzelwerten unter der NWG wurde die Nachweisgrenze und bei Werten zwischen NWG und BG die Bestimmungsgrenze zur Berechnung zugrunde gelegt.

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Bestimmungsgrenze nicht quantifizierbar.

Erläuterung: Substanz: OS=Originalsubstanz, TS=Trockensubstanz

Beginn der Prüfungen: 18.04.2017

Ende der Prüfungen: 27.04.2017

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Bei Proben unbekanntem Ursprungs ist eine Plausibilitätsprüfung nur bedingt möglich. Die auszugsweise Vervielfältigung des Berichts ohne unsere schriftliche Genehmigung ist nicht zulässig.

J-W Franzen

LUFA - ITL Herr Jann-Wiard Franzen, Tel. 0431/1228-219
Kundenbetreuung Futtermittel

DOC-12-10/0088-DEPZ

AG Kiel
HRB 5796
Ust./VAT-ID-Nr.
DE 813 356 511

Geschäftsführer
Dr. Paul Wimmer



Seite 2 von 2

6. Übersicht Befundberichte Pferde

Stall 1 (SYNLAB):							
	Leber						Muskulatur
	Alkalische Phosphatase (U/l)	AST/GOT (U/l)	γ-GT (U/l)	GLDH (U/l)	Bilirubin gesamt (μmol/l)	LDH (U/l)	CK/NAC (U/l)
Sam	115	335	17	4,1	20,52	679	261
Ludwig	408	551	31	4,7	29,08	1029	513
Gubar	156	306	18	4,9	22,24	650	399
Loisl	91	350	17	2,5	30,79	381	149
Hansi	106	712	33	4,1	29,08	597	256
Referenzbereich	< 333	-517	-45	-20,8	8,55 - 47,9	-639	-408

Stall 2 (LABOKUN):							
	Leber						Muskulatur
	Alkalische Phosphatase (U/l)	AST/GOT (U/l)	γ-GT (U/l)	GLDH (U/l)	Bilirubin gesamt (μmol/l)	LDH (U/l)	CK/NAC (U/l)
Rosi	65	152,3	23,8	1,1	34,1	417,2	114
Rosalie	84	210,1	23,1	2,5	20,6	515,7	211
Buxx	71	147,9	12,8	0,9	22,4	405,5	137
Macho	108	187,3	29,3	10	21,4	477,5	125
Jana	96	147,5	16,2	2,8	21,1	343,6	137
Referenzbereich	< 450	< 250	< 25	< 8	8,6 - 59,9	< 400	< 130 (190)

Stall 3 (BioCheck):							
	Leber						Muskulatur
	Alkalische Phosphatase (U/l)	GOT/ASAT (U/l)	γ-GT (U/l)	GLDH (U/l)	Bilirubin (mg/dl)	LDH (U/l)	CK/NAC (U/l)
Paris	104	349	21	5,9		1,2	
Sella	185	423	63	5,6		1,2	
Helly	142	349	11	3,6		0,8	
Piolla	140	317	14	3,6		0,8	
Herta	98	315	7	4,4		1,1	
Willy	11	305	3	4,6		2,8	
Van Tegemsee	187	308	12	3,3		1,3	
Voithberg	310	320	11	6,1		0,8	
Mozart	179	427	19	5,8		0,9	
Referenzbereich	89 - 268	213 - 627	6 - 45	1,4 - 11,4		0,9 - 2,8	

Stall 4 (LABOKUN):							
	Leber						Muskulatur
	Alkalische Phosphatase (U/l)	AST/GOT (U/l)	γ-GT (U/l)	GLDH (U/l)	Bilirubin gesamt (μmol/l)	LDH (U/l)	CK/NAC (U/l)
Nic	62	125,5	6,8	0,9	41,9	218,1	69
Rodeo Drive	79	159,3	14,3	1,2	35,9	338,1	77
Hubert	77	120,2	9,7	1	22,4	330,9	75
Gandur	95	208,1	38,2	22	29	456	101
Chexi	79	122,5	12	0,9	21,7	266,2	66
Referenzbereich	< 450	< 250	< 25	< 8	8,6 - 59,9	< 400	< 130 (190)

Stall 5 (LABOKUN):							
	Leber						Muskulatur
	Alkalische Phosphatase (U/l)	AST/GOT (U/l)	γ-GT (U/l)	GLDH (U/l)	Bilirubin gesamt (μmol/l)	LDH (U/l)	CK/NAC (U/l)
Zaslos	144	207,9	57,5	2,9	17,4	473,7	91
Joey	95	127,9	7	2,9	16,1	394,8	185
Leon	68	174,4	17,5	3	13,6	599,8	90
Vevi	78	151,2	8,1	2,1	20,1	330,1	81
Antek	73	108,8	6,1	1,3	16,4	275,3	102
Referenzbereich	< 450	< 250	< 25	< 8	8,6 - 59,9	< 400	< 130 (190)

Stall 1 (SYNLAB):

	Fettsstoffwechsel		Niere	
	Cholesterin (mmol/l)	Triglyzeride (mmol/l)	Kreatinin ($\mu\text{mol/l}$)	Harnstoff (mmol/l)
Sam	2,31	0,27	134,4	5,99
Ludwig	2,05	0,14	130	3,66
Gebär	1,94	0,17	103,4	4
Loisl	2,36	0,31	160	4,5
Hansi	2,69	0,35	135,3	3,16
Referenzbereich	1,81 - 3,88	<0,57	71 - 159	3,2 - 8,2

Stall 2 (LABOKUN):

	Fettsstoffwechsel		Niere	
	Cholesterin (mmol/l)	Triglyzeride (mmol/l)	Kreatinin ($\mu\text{mol/l}$)	Harnstoff (mmol/l)
Rosi	1,8	0,25	106	4,2
Rosalie	2,1	0,09	107	5
Buxx	2,3	0,25	120	3,8
Macho	2	0,46	130	5,5
Jana	2,3	0,29	120	3,7
Referenzbereich	1,81 - 4,66	<0,97	71 - 159	3,3 - 6,7

Stall 3 (BioCheck):

	Fettsstoffwechsel		Niere	
	Cholesterin (mmol/l)	Triglyzeride (mmol/l)	Kreatinin (mg/dl)	Harnstoff (mg/dl)
Paris			1,3	18,2
Sella			1	55,8
Helly			1,3	4,2
Piolla			1,4	37,3
Herta			1,6	36,3
Willy			1,5	25,9
Van Tegernsee			1,6	36,3
Voithberg			1,4	5,8
Mozart			1,6	14,2
Referenzbereich			1,0 - 1,8	15,1 - 44,1

Stall 4 (LABOKUN):

	Fettsstoffwechsel		Niere	
	Cholesterin (mmol/l)	Triglyzeride (mmol/l)	Kreatinin ($\mu\text{mol/l}$)	Harnstoff (mmol/l)
Nic	1,8	0,3	124	5,1
Rodeo Drive	1,8	0,17	113	4,3
Hubert	2,2	0,12	137	4,3
Gandur	2	0,3	110	4,1
Chexi	1,6	0,28	136	4,8
Referenzbereich	1,81 - 4,66	<0,97	71 - 159	3,3 - 6,7

Stall 5 (LABOKUN):

	Fettsstoffwechsel		Niere	
	Cholesterin (mmol/l)	Triglyzeride (mmol/l)	Kreatinin ($\mu\text{mol/l}$)	Harnstoff (mmol/l)
Zaszlos	2	0,13	110	5,3
Joey	2,3	0,22	97	5,5
Leon	2	0,27	99	7,2
Vevi	2,2	0,23	96	6,5
Antek	1,8	0,1	87	6,8
Referenzbereich	1,81 - 4,66	<0,97	71 - 159	3,3 - 6,7

Stall 1 (SYNLAB):

	Elektrolyte					
	Natrium (mmol/l)	Kalium (mmol/l)	Calcium (mmol/l)	Magnesium (mmol/l)	Chlorid (mmol/l)	Phosphat (mmol/l)
Sam	135,00	3,70	2,91	0,82	97,00	1,20
Ludwig	139,00	4,60	2,75	0,66	99,00	1,26
Gebar	135,00	4,70	2,99	0,85	96,00	1,69
Loisl	137,00	3,50	3,04	0,76	104,00	0,85
Hansi	135,00	5,90	2,97	0,65	98,00	0,87
Referenzbereich	125 - 150	2,8 - 4,5	2,50 - 3,40	0,50 - 0,90	95 - 105	0,65 - 1,45

Stall 2 (LABOKLIN):

	Elektrolyte					
	Natrium (mmol/l)	Kalium (mmol/l)	Calcium (mmol/l)	Magnesium (mmol/l)	Chlorid (mmol/l)	Phosphat anorg. (mmol/l)
Rosi	138,00	5,10	3,30	0,90		0,80
Rosalie	141,00	6,20	3,20	0,90		0,90
Buxx	138,00	5,20	3,00	0,70		1,40
Macho	140,00	6,10	3,20	0,70		1,00
Jana	146,00	4,80	2,90	0,40		0,90
Referenzbereich	125 - 150	2,8 - 4,5	2,5 - 3,4	0,5 - 0,9		0,7 - 1,5

Stall 3 (BioCheck):

	Elektrolyte					
	Natrium (mmol/l)	Kalium (mmol/l)	Calcium (mmol/l)	Magnesium (mmol/l)	Chlorid (mmol/l)	Phosphat (mg/dl)
Paris	135,00	4,80	2,00	0,70		2,60
Sella	138,00	3,40	2,30	0,80		2,30
Helly	138,00	3,60	2,20	0,80		2,70
Piolla	139,00	4,90	2,00	0,80		2,10
Herta	139,00	4,70	2,10	0,70		3,50
Willy	138,00	3,90	2,00	0,80		2,00
Van Tegernsee	139,00	4,50	2,20	0,70		2,20
Voithberg	137,00	4,70	2,10	0,70		3,50
Mozart	137,00	3,90	2,20	0,80		2,30
Referenzbereich	137 - 144	2,6 - 4,7	2,8 - 3,2	0,7 - 1,0		2,0 - 4,7

Stall 4 (LABOKLIN):

	Elektrolyte					
	Natrium (mmol/l)	Kalium (mmol/l)	Calcium (mmol/l)	Magnesium (mmol/l)	Chlorid (mmol/l)	Phosphat anorg. (mmol/l)
Nic	139,00	4,10	3,20	0,50		0,90
Rodeo Drive	139,00	2,20	3,00	0,60		1,00
Hubert	136,00	4,20	3,00	0,70		0,90
Gandur	137,00	4,70	3,10	0,60		0,90
Chexi	136,00	4,20	2,90	0,60		0,90
Referenzbereich	125 - 150	2,8 - 4,5	2,5 - 3,4	0,5 - 0,9		0,7 - 1,5

Stall 5 (LABOKLIN):

	Elektrolyte					
	Natrium (mmol/l)	Kalium (mmol/l)	Calcium (mmol/l)	Magnesium (mmol/l)	Chlorid (mmol/l)	Phosphat anorg. (mmol/l)
Zaszlos	137,00	3,80	3,10	0,70		0,80
Joey	136,00	3,00	3,30	0,90		0,60
Leon	139,00	4,20	3,30	0,80		1,10
Vevi	130,00	4,10	3,50	0,80		0,60
Antek	137,00	4,20	3,30	0,70		0,60
Referenzbereich	125 - 150	2,8 - 4,5	2,5 - 3,4	0,5 - 0,9		0,7 - 1,5

Stall 1 (SYNLAB):		Kohlenhydratstoffwechsel	Proteinstoffwechsel	
	Calcium/Phosphat-Quotient	Glukose (mmol/l)	Albumin (g/l)	Gesamteiweiß (g/l)
Sam	2,4	0,78	30,2	69
Ludwig	2,2	< 0,56	30,8	72
Gebar	1,8	0,61	29,8	77
Loisl	3,6	5	33,6	62
Hansi	3,4	2,33	31,6	63
Referenzbereich		4,4 - 6,7	29 - 44	56 - 73

Stall 2 (LABOKUN):		Kohlenhydratstoffwechsel	Proteinstoffwechsel	
	Calcium/Phosphat-Quotient	Glukose (mmol/l)	Albumin (g/l)	Gesamteiweiß (g/l)
Rosi		4,6	24,8	59,7
Rosalie		3,6	26,6	61,8
Buxx		4,2	33,5	63,7
Macho		4,2	32,2	65,4
Jana		4,5	30,6	57,3
Referenzbereich		3,05 - 4,99	25 - 54	55 - 75

Stall 3 (BioCheck):		Kohlenhydratstoffwechsel	Proteinstoffwechsel	
	Calcium/Phosphat-Quotient	Glukose (mmol/l)	Albumin (g/l)	Gesamteiweiß (g/dl)
Paris				3,7
Sella				4,7
Helly				4,4
Piolla				4,5
Herta				4
Willy				4,3
Van Tegemsee				4,2
Voithberg				5,4
Mozart				3,7
Referenzbereich				5,8 - 7,9

Stall 4 (LABOKUN):		Kohlenhydratstoffwechsel	Proteinstoffwechsel	
	Calcium/Phosphat-Quotient	Glukose (mmol/l)	Albumin (g/l)	Gesamteiweiß (g/l)
Nic		3,3	32,9	60,6
Rodeo Drive		5	23,2	55,3
Hubert		4,5	21,8	53,5
Gandur		4,3	30	65,9
Chexi		4,8	32,6	55,7
Referenzbereich		3,05 - 4,99	25 - 54	55 - 75

Stall 5 (LABOKUN):		Kohlenhydratstoffwechsel	Proteinstoffwechsel	
	Calcium/Phosphat-Quotient	Glukose (mmol/l)	Albumin (g/l)	Gesamteiweiß (g/l)
Zaszlos		4,7	34,7	64,3
Joey		4,8	33,2	64,7
Leon		4,8	29,4	60,9
Vevi		4,2	30,5	62,3
Antek		5,2	34,4	60,1
Referenzbereich		3,05 - 4,99	25 - 54	55 - 75

Stall 1 (SYNLAB):

	Kupfer (µmol/l)	Selen (µg/l)	Zink (µmol/l)	
Sam	14,13	0,72	9,03	
Ludwig	16,33	0,71	11,62	
Gebär	11,93	0,54	10,10	
Loisl	12,72	1,09	11,48	
Hansi	13,03	0,62	9,33	
Referenzbereich	7,9 - 23,6	0,89 - 2,54	9,2 - 16,9	

Stall 2 (LABOKUN):

	Kupfer (µmol/l)	Selen (µg/l)	Zink (µmol/l)	Eisen (µmol/l)
Rosi	9,20	89,80	11,30	37,90
Rosalie	14,40	44,80	14,20	40,20
Buxx	10,10	133,20	11,30	30,40
Macho	13,50	133,40	11,40	30,40
Jana	12,70	66,30	8,20	24,20
Referenzbereich	7,9 - 21,0	100 - 200	9,2 - 19,9	17,9 - 64,5

Stall 3 (BioCheck):

	Kupfer (µmol/l)	Selen (µg/l)	Zink (µmol/l)
Paris		14,70	
Sella		24,70	
Helly		15,10	
Piolla		16,10	
Herta		15,90	
Willy		33,30	
Van Tegernsee		54,60	
Voithberg		104,40	
Mozart		54,20	
Referenzbereich		70,0 - 150,0	

Stall 4 (LABOKUN):

	Kupfer (µmol/l)	Selen (µg/l)	Zink (µmol/l)	Eisen (µmol/l)
Nic	10,40	128,40	8,30	28,10
Rodeo Drive	11,40	162,80	7,50	22,80
Hubert	13,20	150,10	7,50	30,50
Gandur	11,00	126,90	7,10	35,80
Chexi	10,20	128,20	7,40	25,90
Referenzbereich	7,9 - 21	100 - 200	9,2 - 19,9	17,9 - 64,5

Stall 5 (LABOKUN):

	Kupfer (µmol/l)	Selen (µg/l)	Zink (µmol/l)	Eisen (µmol/l)
Zaszlos	15,70	154,40	8,10	21,60
Joey	17,30	189,50	9,50	23,20
Leon	15,40	216,90	6,10	28,10
Vevi	9,40	111,20	6,00	19,70
Antek	13,60	107,10	8,20	17,30
Referenzbereich	7,9 - 21	100 - 200	9,2 - 19,9	17,9 - 64,5

VII. Danksagung

Für die Unterstützung bei der Anfertigung der vorliegenden Bachelorarbeit möchte ich mich bei folgenden Personen besonders bedanken:

Herrn Prof. Dr. Heiko Scholz

für die Betreuung während der Erstellung

Der Firma Atcom Horse GmbH,

besonders Herrn Wolfgang Scheule sowie Frau Dr. Lucia Rettenbeck,

für die Betreuung sowie die finanzielle Unterstützung bei den Analysen der Grundfutterproben

Den Familien Graf, Gottschalk, Hackl, Umgelter und Fischer

für die Zurverfügungstellung der Grundfutterproben sowie der Blutanalysen

Allen Pferdehaltern

für die Zurverfügungstellung der Blutanalysen

Vielen Dank!

VIII. Selbständigkeitserklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht in einem anderen Studiengang als Prüfungsleistung vorgelegt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen (einschließlich der angegebenen oder beschriebenen Software) benutzt habe.

Ort, Datum

Unterschrift