

Hochschule Anhalt
Fachbereich 1
Landwirtschaft, Ökotropologie
und Landschaftsentwicklung



Bachelorarbeit

„Untersuchung der Mineralstoffversorgung von
Pferden durch die Analyse von Blutserum in einem
Pensionsstall in Baden-Württemberg.“

Name, Vorname	Hanauska, Teresa
Marikel-Nr.	4064648
Geboren am	04.07.1995
Studiengang	Bachelor Landwirtschaft

1. Gutachter: Prof. Dr. Heiko Scholz

2. Gutachter: M. Sc. Petra Kühne

Bernburg (Saale), den 23. September 2019

Bibliographische Beschreibung

Name, Vorname: Hanauska, Teresa

Thema: Untersuchung der Mineralstoffversorgung von Pferden durch die Analyse von Blutserum in einem Pensionsstall in Baden-Württemberg.

2019 / 72 Seiten / 42 Tabellen / 8 Abbildungen

Bernburg: Hochschule Anhalt
Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie und
Landschaftsentwicklung

Autorreferat:

In der vorliegenden Arbeit wurde in einem Pensionsstall in Baden-Württemberg die Mineralstoffversorgung anhand von elf Probanden untersucht. Die Probanden waren in zwei Untersuchungsgruppen aufgeteilt: 24 h Weidegang und Weidegang nur tagsüber. Der Untersuchungszeitraum war der Übergang von der Stall- zur Weidehaltung von Februar bis Juni 2019.

Dabei wurden Heu-, Gras- und Blutproben genommen; diese wurden analysiert, ausgewertet und mit den Fütterungsdaten der Besitzer in einen Zusammenhang gebracht. Am Tier direkt wurde zu Beginn der Untersuchungen der BCS erfasst.

Ziel der Arbeit war es, praktische Fütterungsempfehlungen zur Versorgung mit Mineralstoffen in der Stallperiode, im Übergang von der Stall- zur Weideperiode und in der Weideperiode geben zu können.

I Inhaltsverzeichnis

Bibliographische Beschreibung	I
I Inhaltsverzeichnis	II
II Tabellenverzeichnis	VI
III Abbildungsverzeichnis	VIII
IV Abkürzungsverzeichnis	IX
1 Einleitung	1
2 Literatur	2
2.1 Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde	2
2.1.1 Lebendmasse	2
2.1.2 Erhaltungs- und Leistungsbedarf	4
2.1.3 Trockenmasseaufnahme	6
2.1.4 Beispiel Rationen	6
2.2 Mineralien-Fütterung	7
2.2.1 Mengenelement - Magnesium	7
2.2.2 Spurenelement - Kupfer	8
2.2.3 Spurenelement - Mangan	8
2.2.4 Spurenelement - Selen	8
2.2.5 Spurenelement - Zink	9
2.3 Mineralienversorgungslage im Blutserum	9
2.3.1 Referenzbereich - Magnesium	9
2.3.2 Referenzbereich - Kupfer	10
2.3.3 Referenzbereich - Mangan	10
2.3.4 Referenzbereich - Selen	10
2.3.5 Referenzbereich - Zink	10
2.4 Mineralien im Pferd / „Verarbeitung“ im Tier	10
2.4.1 Mengenelement - Magnesium	12
2.4.2 Spurenelement - Kupfer	12

2.4.3 Spurenelement - Mangan	12
2.4.4 Spurenelement - Selen	13
2.4.5 Spurenelement - Zink.....	13
2.5 Besonderheiten Stall- und Weidehaltung	14
2.5.1 Fütterung.....	14
3 Zielstellung.....	16
4 Material und Methoden	17
4.1 Betriebsspiegel	17
4.2 Versuchsaufbau und Probanden	17
4.2.1 Probandenbeschreibung.....	17
4.2.2 Der Standort.....	18
4.2.3 Ablaufplan	19
4.2.4 Witterungsverhältnisse zu den Beprobungsterminen	19
4.2.5 Probenahme und Analyse.....	20
4.3 Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde.....	22
4.3.1 Lebendmasse und BCS	22
4.3.2 Futteraufnahme.....	22
4.3.3 Erhaltungs- und Leistungsbedarf sowie Eiweißbedarf	23
4.3.4 Krafftutter	23
4.3.5 Mineralfutter	25
4.3.6 Ergänzungsfutter.....	25
4.4 Aufbereitung Datenmaterial	26
4.5 Auswertung Datenmaterial	26
5 Ergebnisse	28
5.1 Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde.....	28
5.1.1 Lebendmasse und BCS	28
5.1.2 Energiebedarf	29
5.1.3 Eiweißbedarf	32
5.1.4 Inhaltsstoffe der Futtermittel	34
5.1.5 Aufnahme im Mittel aller Probanden	39

5.1.6 Vergleich der zwei Untersuchungsgruppen	40
5.2 Mineralstoffaufnahme	42
5.2.1 Verfügbare Mineralien für ein Pferd im Mittel aller Probanden	42
5.2.2 Verfügbare Mineralien für die Pferde der Untersuchungsgruppen.....	42
5.2.3 Kalkulation der Aufnahme von Mineralstoffen der Probanden und Untersuchungsgruppen	43
5.2.4 Bilanz der Mineralstoffe im Futter beider Gruppen zu den Untersuchungszeitpunkten	46
5.3 Serumspiegel.....	47
5.3.1 Mengenelement - Magnesium	47
5.3.2 Spurenelement - Kupfer.....	48
5.3.3 Spurenelement - Mangan	49
5.3.4 Spurenelement - Selen	50
5.3.5 Spurenelement - Zink.....	50
6 Diskussion	52
6.1 Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde.....	52
6.1.1 Lebendmasse und BCS	52
6.1.2 Inhaltsstoffe der Futtermittel	52
6.1.3 Energieversorgung.....	54
6.1.4 Eiweißversorgung	55
6.2 Mineralstoffversorgung	56
6.2.1 Mengenelement - Magnesium	56
6.2.2 Spurenelement - Kupfer.....	57
6.2.3 Spurenelement - Mangan	59
6.2.4 Spurenelement - Selen	60
6.2.5 Spurenelement - Zink.....	60
6.3 Ableitungen für den Halter	62
6.3.1 Stallperiode	62
6.3.2 Übergangsphase - Stall- zu Weideperiode	62
6.3.3 Weideperiode.....	63
7 Schlussfolgerung	65

8 Zusammenfassung.....	67
9 Literaturverzeichnis	68
Selbstständigkeitserklärung	X

II Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Lebendmasse (LM) ausgewachsener Pferde verschiedener Rassen nach Geh (1994).....	3
Tabelle 2: Körperkonditionsbeurteilung beim Pferd (BCS) (DLG-Verlag, 2003)	4
Tabelle 3: Mittlere Futtertrockensubstanzaufnahme von Pferden (in % der LM)	6
Tabelle 4: Beispielrationen für ein Reitpferd (600 kg), Erhaltungsbedarf (DLG-Verlag, 2003) .	6
Tabelle 5: Beispielrationen für ein Reitpferd (600 kg), leichte Arbeit (DLG-Verlag, 2003)	7
Tabelle 6: Rohfasergehalt und scheinbare Verdaulichkeit der organischen Substanz (FN, 2017)	11
Tabelle 7: Schweißmenge und Schweißzusammensetzung nach Meyer (1990).....	11
Tabelle 8: Probanden - allgemeiner Überblick.....	18
Tabelle 9: Weiden der Untersuchungsgruppen.....	20
Tabelle 10: Zusammensetzung der Kraftfutter.....	24
Tabelle 11: Zusammensetzungen der eingesetzten Mineralfutter.....	25
Tabelle 12: Datengrundlagen der Untersuchungsgruppen	27
Tabelle 13: Lebendmasse nach Geh (1994) und BCS nach DLG-Verlag (2003) der Probanden.....	28
Tabelle 14: Futtertrockensubstanzaufnahme der Probanden.....	29
Tabelle 15: Gesamtenergiebedarf der Probanden in der Stallperiode.....	30
Tabelle 16: Gesamtenergiebedarf der Probanden in der Weideperiode.....	31
Tabelle 17: Gesamtenergiebedarf der Untersuchungsgruppen	32
Tabelle 18: Eiweißbedarf der Probanden.....	33
Tabelle 19: Eiweißbedarf der Untersuchungsgruppen.....	33
Tabelle 20: Inhaltsstoffe Wiesenheu über den Untersuchungszeitraum.....	34
Tabelle 21: Inhaltsstoffe Wiesengras über den Untersuchungszeitraum.....	36
Tabelle 22: Inhaltsstoffe der Kraftfutter	37
Tabelle 23: Prozentuale ME-Aufnahme in MJ ME der Pferde beider Gruppen zu den Untersuchungszeitpunkten über das Kraftfutter.....	37
Tabelle 24: Inhaltsstoffe der eingesetzten Mineralfutter.....	38
Tabelle 25: Inhaltsstoffe der Ergänzungsfutter.....	39
Tabelle 26: Ausgewählte Parameter der Durchschnittsrationen	39

Tabelle 27: FM-Aufnahme in kg der Pferde beider Gruppen im Untersuchungszeitraum	40
Tabelle 28: TS-Aufnahme in kg der Pferde beider Gruppen im Untersuchungszeitraum	40
Tabelle 29: ME-Aufnahme der Pferde beider Gruppen im Untersuchungszeitraum.....	41
Tabelle 30: XP-Aufnahme in g der Pferde beider Gruppen im Untersuchungszeitraum.....	41
Tabelle 31: XF-Aufnahme in g der Pferde beider Gruppen im Untersuchungszeitraum	41
Tabelle 32: Mineraliengehalt des Futters der Probanden im Untersuchungszeitraum	42
Tabelle 33: Mineralgehalt des Futters der Gruppen im Untersuchungszeitraum.....	43
Tabelle 34: Literaturwerte Mineralienfütterung der Probanden Magnesium in g	44
Tabelle 35: Literaturwerte Mineralienfütterung der Probanden Kupfer in mg	44
Tabelle 36: Literaturwerte Mineralienfütterung der Probanden Mangan in mg	45
Tabelle 37: Literaturwerte Mineralienfütterung der Probanden Selen in mg	45
Tabelle 38: Literaturwerte Mineralienfütterung der Probanden Zink in mg	45
Tabelle 39: Mittelwerte der Literaturwerte Mineralienfütterung beider Gruppen	46
Tabelle 40: Bilanz der Mineralstoffe im Futter beider Gruppen zum 25.02.2019	46
Tabelle 41: Bilanz der Mineralstoffe im Futter beider Gruppen zum 20.05.2019	47
Tabelle 42: Bilanz der Mineralstoffe im Futter beider Gruppen zum 24.06.2019	47

III Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Temperatur- und Niederschlagsverlauf am Standort (Wetteronline, 2019)	19
Abbildung 2: Die Weiden der ersten Untersuchungsgruppe (GoogleMaps, 2019).....	21
Abbildung 3: Die Weide der zweiten Untersuchungsgruppe (GoogleMaps, 2019)	21
Abbildung 4: Verlauf Magnesiumgehalt in mmol/l der beiden Gruppen im Blutserum.....	48
Abbildung 5: Verlauf Kupfergehalt in $\mu\text{mol/l}$ der beiden Gruppen im Blutserum	49
Abbildung 6: Verlauf Mangangehalt in nmol/l der beiden Gruppen im Blutserum	49
Abbildung 7: Verlauf Selengehalt in $\mu\text{mol/l}$ der beiden Gruppen im Blutserum.....	50
Abbildung 8: Verlauf Zinkgehalt in $\mu\text{mol/l}$ der beiden Gruppen im Blutserum	51

IV Abkürzungsverzeichnis

BCS	Body Condition Score , Beurteilungssystem der Körperkondition
Cu	Kupfer , Spurenelement
dvXP	dünndarmverdauliches Rohprotein
Fe	Eisen , Spurenelement
FM	Frischmasse
K	Kalium
LM	Lebendmasse
Max	Maximum
Min	Minimum
Mg	Magnesium , Mengenelement
MJ DE	Mega Joule Digestible Energy , verdauliche Energie
MJ ME	Mega Joule Metabolic Energy , umsetzbare Energie
mm	Millimeter
mmol	Millimol
Mn	Mangan , Spurenelement
MW	Mittelwert
MW ± s	Mittelwert plus/minus Standardabweichung
n	Anzahl
N	Stickstoff

nmol	Nanomol
nXP	nutzbares Rohprotein , Gesamtmenge des im Dünndarm verfügbaren Proteins
pcvXP	präcäcalverdauliches Rohprotein , dünndarmverdauliches Rohprotein
Se	Selen , Spurenelement
TM	Trockenmasse , Anteil im Futter (Anhaltswerte)
TS	Trockensubstanz , Anteil im Futter (Anhaltswerte)
UE	umsetzbare Energie
ü. N.N.	über Normal Null
µmol	Mikromol
vXP	verdauliches Rohprotein
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
XS	Rohstärke
Zn	Zink , Spurenelement

1 Einleitung

Die Gesundheit eines Pferdes ist maßgeblich von dessen Versorgung mit ausreichend Wasser, Energie und Nähr- sowie Ballaststoffen abhängig. Nur bei einer bedarfsgerechten Ernährung des Pferdes mit diesen Grundkomponenten wird das Pferd artgerecht ernährt. Weiter gibt es Zusatzstoffe wie Mengenelemente und Spurenelemente sowie Vitamine, die dem Pferd zur Verfügung stehen sollten.

Bevor das Pferd vom Menschen domestiziert wurde, ernährte sich dieses als Dauerfresser, d.h. viele kleine Mahlzeiten in der ruhigen Vorwärtsbewegung, von Pflanzen, vor allem verschiedenen Gräsern und Kräutern. Während es durch die Steppe zog, nahm es so alle Komponenten in ausreichender Menge zu sich. In der heutigen Haltungsform muss eben diese bedarfsgerechte Fütterung gewährleistet werden. So ist die ausreichende Versorgung mit den Grundkomponenten von großer Bedeutung, aber auch die Zusatzstoffe sind zu berücksichtigen.

Bei der Fütterung der Mineralstoffe ist allgemein bekannt, dass die Halter unterschiedlich füttern und sich auch die einzelnen Mineralfutter unterscheiden. So bekommen manche Pferde bis zu 30 kg Mineralfutter pro Jahr zugefüttert und bei anderen Pferden gestaltet sich die Fütterung gegenteilig, ohne separater Fütterung von Mineralfutter.

Bei der Fütterung von Mineralstoffen ist eine optimale Versorgung zu beachten. Über- und Unterversorgungen führen zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen. Diese Kenntnis nutzen in hohem Maß die Futtermittelhersteller und bringt daher teure Ergänzungsfuttermittel auf den Markt, die dem Pferd verabreicht werden sollen.

In dieser Arbeit wird mit der beschriebenen Grundlage die Mineralstoffversorgung auf einem Betrieb in Baden-Württemberg im Hinblick auf den Versorgungsstand der Pferde während der Stallperiode, im Übergang auf die Weideperiode und während der Weideperiode untersucht. Dabei stellte sich die Frage, welche Verfügbarkeit an Mineralien bei den Pferden im Futter bereits vorlag und ob diese anhand der gegebenen Literaturwerte ausreichend mit den Mineralien versorgt wurden. Außerdem sollte untersucht werden, ob sich die errechneten Werte mit dem Serumspiegel deckten, der die aktuelle Versorgungslage des Pferdes widerspiegelt. So dass im Anschluss eine Fütterungsempfehlung für die Halter gegeben werden konnte.

2 Literatur

2.1 Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde

Die gängigen Pferdefuttermittel lassen sich grundsätzlich in zwei Gruppen unterteilen. Zum einen gibt es rohfaserreiche (strukturierte) Futtermittel und zum anderen konzentrierte Futtermittel. Rohfaserreiche Futtermittel werden weiter unterschieden in feuchte Futtermittel (Weidefutter, Silagen) und trockene Futtermittel (Heu, Stroh). Zu den konzentrierten Futtermitteln zählen Getreidekörner und Mischfutter, die beim Pferd allgemein als Kraffutter bezeichnet werden. Rüben, Rübennachprodukte und Möhren zählen trotz ihrer kraffutterähnlichen Energiedichte in Bezug auf die Trockensubstanz zu den Feuchtfuttermitteln.

Mineralien werden unterschieden in Mengenelemente (Kalzium, Phosphor, Magnesium, Natrium, Kalium und Chlor) und Spurenelemente (Eisen, Kupfer, Kobalt, Zink, Mangan, Jod und Selen). Sie sind wichtige Bestandteile der Nahrung, deren Bedarf die Rationen abdecken sollten.

Um die Inhaltsstoffe, insbesondere die Mengen- und Spurenelemente eines Futtermittels zu analysieren wird das Weender Analyseverfahren angewendet. Dabei befinden sich die Mengen- und Spurenelemente in der Rohasche (XA), neben unlöslichen Stoffen wie Sand und Ton.

2.1.1 Lebendmasse

Verschiedene Rassen haben eine unterschiedliche Körpergröße und damit verbunden auch ein unterschiedliches Durchschnittsgewicht. Tabelle 1 veranschaulicht die Durchschnittsgewichte verschiedener Pferderassen nach GEH (1994). Dabei wurden die durchschnittlichen Massen von Stuten und Wallachen einer Rasse errechnet. Die Lebendmasse eines Pferdes ist die wichtigste Grundlage für die Futterplanung und gibt Aufschluss über die Versorgungslage des Tieres.

Tabelle 1: Lebendmasse (LM) ausgewachsener Pferde verschiedener Rassen nach GEH (1994)

Rasse	LM (in kg)
Deutsches Reitpony	300 - 350
Isländer	350 - 400
Araber	450
Haflinger	450
Fjordpferd	400 - 450
Quarter Horse	530
Deutsches Warmblut	550 - 650
Traber	550 - 600
Württembergischer	600 - 650

Body-Condition-Score

Die Beurteilung der Körperkondition ist ein wichtiges Mittel um die Versorgungslage des Tieres detailliert zu überprüfen und demnach die Fütterung auf das jeweilige Pferd anzupassen. Bei der Beurteilung des BCS wird in neun Grade unterteilt, wobei Grad fünf das Ziel der Fütterung ist. Die Beurteilung erfolgt über Inspektion und Palpation, dabei wird überwiegend das Unterhautfett der Tiere eingestuft nicht aber das Gebäude der Pferde (DLG-VERLAG, 2003). Tabelle 2 listet die verschiedenen Grade und ihre Merkmale, nach DLG-VERLAG (2003). Die CLINQUE DE GROSBOIS (2019) sieht Grad fünf und sechs als optimal an, bei einem BCS ab 8 können gesundheitliche Probleme auftreten. Diese wären eine erhöhte Belastung des Atmungs- und Kreislaufsystems, ein erhöhtes Risiko für Hufrehe sowie für orthopädische Probleme bei jungen Pferden, des Weiteren eine erhöhte Belastung der Hufe, der Gliedmaßen und der Gelenke. Außerdem Schwierigkeiten bei der Regulierung der Körpertemperatur und eine erhöhte Einlagerung von Viszeraalfett und damit verbunden eine Überlastung von Leber und Niere. Die Fruchtbarkeit der Tiere nimmt ab und sie zeigen sich träge und abgeschlagen.

Tabelle 2: Körperkonditionsbeurteilung beim Pferd (BCS) (DLG-VERLAG, 2003)

Grad	Benennung	Sichtbare und fühlbare äußere Erscheinung
1	extrem ausgezehrt	extreme Auszehrung: Wirbelsäule, Rippen, Schweifansatz, Hüft- und Sitzbeinhöcker treten deutlich hervor; auch Widerrist, Schultern und Nacken treten deutlich hervor; kein Fettgewebe fühlbar
2	ausgezehrt, sehr mager	Auszehrung; leichter Fettüberzug über den Dornfortsätzen; Abrundung über den Seitenfortsätzen der Lendenwirbel; Wirbelsäule, Rippen, Schweifansatz, Hüft- und Sitzbeinhöcker treten noch hervor; Skelettmuskulatur des Widerrists, der Schultern und des Nackens sichtbar
3	abgemagert	Dornfortsätze der Wirbelsäule teilweise mit Fett abgedeckt, aber noch sichtbar; Seitenfortsätze der Wirbelkörper nicht fühlbar; leichter Fettüberzug über den Rippen; der Schweifansatz tritt deutlich hervor; Sitzbeinhöcker nicht sichtbar; Widerrist, Schultern und Nacken treten noch hervor
4	geringfügig mager	nur leichte Kammbildung über dem Rücken; Rippenkonturen sichtbar; fühlbare Fettauflagerungen am Schweifansatz; die Hüftbeinhöcker sind nicht zu sehen; Knochen von Widerrist, Schultern und Nacken sind nicht hervorgetreten
5	moderat, durchschnittlich	flacher Rücken; Rippen nicht erkennbar, jedoch fühlbar; lockeres Fettgewebe um den Schweifansatz; abgerundeter Widerrist
6	mäßig fleischig, dick	Rückenpartie leicht gebogen; lockere Fettabdeckung über den Rippen, Fettablagerungen seitlich des Widerrists, hinter den Schultern und entlang des Nackens
7	fleischig, „dick und rund“	Rückenpartie gebogen; einzelne Rippen fühlbar, Fettablagerungen zwischen den Rippen; weiches Fettgewebe am Schweifansatz; Fettpolster entlang des Widerrists, hinter den Schultern und entlang des Nackens
8	fett, deutlich aufgespeckt	Biegung der Rückenpartie; Rippen schwer fühlbar; sehr weiches Fettgewebe um den Schweifansatz; die Partie um den Widerrist ist mit Fett abgedeckt; deutliche Verdickung des Nackens; Fettauflagerungen an den Innenschenkeln
9	stark verfettet, adipös	sichtbare Biegung in der Rückenpartie; ungleichmäßige Fettauflagerung über den Rippen; Anfüllung des Schweifansatzes mit Fett sowie entlang des Widerrists, des Nackens und hinter den Schultern; die Fettpolster der Innenschenkel reiben aneinander; die Flanke ist mit Fett aufgefüllt

2.1.2 Erhaltungs- und Leistungsbedarf

Energiebedarf

Der Energiebedarf eines jeden Pferdes setzt sich individuell zusammen aus seinem Erhaltungsbedarf plus seinem Leistungsbedarf. Der Leistungsbedarf variiert dabei stark in Abhängigkeit von der geleisteten Arbeit der Pferde. Nach DLG-VERLAG (2003) wird unterschieden in leichte Arbeit, definiert über ein Plus von bis zu 20 % des Erhaltungsbedarfes. Mittlere Arbeit mit ca. 20 - 33 % des Erhaltungsbedarfes und schwere Arbeit von 33 - 50 % des Erhaltungsbedarfes.

Der Erhaltungsbedarf eines Pferdes wird anhand seiner Lebendmasse errechnet, dennoch wird der Erhaltungsbedarf zusätzlich beeinflusst von der Körperkondition des Pferdes. So

muss beim Berechnen des Erhaltungsbedarfs auch die Rasse, der Trainingszustand und der Ernährungszustand, aber auch die Haltungsform berücksichtigt werden (FN, 2017).

Der Energieerhaltungsbedarf errechnet sich nach der FN (2017) aus einem Faktor von 0,52 MJ ME mal der metabolischen Körpergröße: $\text{kg LM}^{0,75}$. Der Faktor ist dabei kein starrer Wert sondern lässt sich aufgrund der beeinflussenden Variablen variieren zwischen 0,34 und 0,74 MJ ME (FN, 2017).

Diesen Faktor gibt LÜBKE (2017) für Pferde in Boxenhaltung bei einem BCS von 5 bis 6 und einem durchschnittlichen Trainingszustand (Freizeitpferd) für Warmblüter (400 - 800 kg) mit 0,52 an. Ponys (100 - 600 kg) haben eine Faktor von 0,40 und sonstige Rassen (300 - 800 kg) eine Faktor von 0,40 - 0,50. Übergewichtigen Pferde, ab einem BCS > 6, sollten ca. 10 - 15 % weniger Energie über die Ration zugeführt werden. Untergewichtige Pferde (BCS < 4) sollten hingegen ca. 10 - 15 % mehr Energie zugeführt bekommen. Reitpferde vom Sportpferdetyp sowie nicht genannte Rassen sollten wie Warmblutpferd eingestuft werden. Bei der Haltung in einem Offenstall, Gruppenhaltung oder stundenweisem Weidegang sowie Weidegang auf kleinen Weiden in Kleingruppen unter fünf Pferden ist ein Zuschlag von bis zu 10 % zu geben. Bei einer Weidehaltung in der Herde von über fünf Pferden auf großen Flächen und auch auf Hangkoppeln sind Zuschläge von bis zu 50 % zu geben. Weiter sieht die FN (2017) für den Leistungsbedarf eine pauschale Ermittlung vor, der sich bei leichter Arbeit um 25 % des Erhaltungsbedarfs erhöht.

Eiweißbedarf

Der Eiweißbedarf eines Pferdes wurde früher in g verdaulichem Rohprotein (vXP) angegeben. Dieser Wert ist für die Pferdefütterung nicht geeignet, da durch ihn das Eiweiß in der Ration überbewertet wird. Ein Teil des angegebenen Eiweißes kann erst im Dickdarm des Pferdes mikrobiell aufgeschlossen werden, was dazu führt, dass das Eiweiß nur geringfügig absorbiert werden kann. Die neue Angabe des Proteinbedarfes erfolgt in g dünndarmverdaulichem Rohprotein (dvRp) oder auch präcäcalverdaulichem Rohprotein (pcvRp). Denn die Absorption von Aminosäuren aus dem Dünndarm ist entscheidend für die Eiweiß-/Aminosäurenversorgung. Für den täglichen Erhaltungsbedarf gilt folgende Formel an dvRp: $3 \text{ g/kg LM}^{0,75}$ (FN, 2017). Bei zusätzlicher leichter Arbeit des Pferdes erhöht sich der Eiweißbedarf um 80 g/Tag (JEROCH, 2008).

Zusätzlich muss das Verhältnis von Eiweiß zu Energie berücksichtigt werden, das bei Reitpferden bei 6 g dvRp : 1 MJ ME betragen sollte. Ein Eiweißüberhang von 18 dvRp : 1 MJ ME sollte nicht überschritten werden. Überschüssiges Eiweiß wird vom Pferd vorwiegend als Energiequelle genutzt, was wiederum die Leber, die Nieren und den Sauerstoffhaushalt des Pferdes zusätzlich belastet (FN, 2017).

Für die bessere Vergleichbarkeit der korrekten Eiweißaufnahme mit den Analyseergebnissen der Futtermittel kann der Eiweißbedarf auch nach WEYRAUCH (2011) berechnet werden. So wird angenommen, dass das Pferd mit Arbeitsleistung einen Bedarf an 5 g Rohprotein pro MJ ME hat. Allerdings können vom Pferd auch 2 g pro kg LM toleriert werden.

2.1.3 Trockenmasseaufnahme

Die Futtermittelaufnahme eines Pferdes ist begrenzt, jedoch abhängig von dessen Körpergröße und zusätzlich geleisteten Arbeit. Tabelle 3 gibt die mittlere Futterrockensubstanzaufnahme für unterschiedlich große Rassen an. Die Angaben sind hierbei in Prozent der Lebendmasse zu verstehen (GEH, 1994).

Tabelle 3: Mittlere Futterrockensubstanzaufnahme von Pferden (in % der LM)

Rassen	Erhaltung	Arbeit
kleine	1,3 - 1,6 % LM	1,8 - 2,9 % LM
mittlere	1,2 - 1,4 % LM	1,5 - 2,4 % LM
große	1,0 - 1,3 % LM	1,3 - 2,2 % LM

2.1.4 Beispiel Rationen

Ein Deutsches Reitpferd mit 600 kg hat bei leichter Arbeit einen Energiebedarf von 73 - 90 MJ DE und einen Eiweißbedarf von 365 - 455 g vXP. Beispielrationen für ein Reitpferd, auf der Grundlage des Erhaltungsbedarfs, ohne Arbeit mit einem Gewicht von 600 kg und einem zusätzlichen Salzleckstein, können nach dem DLG-VERLAG (2003) wie folgt aussehen:

Tabelle 4: Beispielrationen für ein Reitpferd (600 kg), Erhaltungsbedarf (DLG-VERLAG, 2003)

Ration	I	II	III	IV	V	VI
Futtermittel	kg Futtermittel/Tag					
Wiesenheu	7,50	6,00	6,00	4,00	3,00	2,00
Futterstroh	2,00	3,00	3,00	1,50	2,00	2,00
Maissilage	-	-	-	10,00	-	-
Anwelksilage (Gras)	-	-	-	-	8,00	6,00
Hafer	-	1,00	-	-	-	1,00
Mohrrüben	2,00	-	-	-	-	-
Ergänzungsfuttermittel zu Heu/Stroh	-	-	1,00	-	-	0,50
Ergänzungsfuttermittel für Sportpferde	0,50	-	-	-	-	-
Mineralfutter	0,10	0,10	-	0,10	0,10	0,05
MJ DE/Tag	73,00	74,00	73,00	75,00	74,00	72,00
g vXP/Tag	455,00	450,00	455,00	430,00	625,00	590,00

Bei zusätzlich leichter Arbeit können Beispielrationen für Reitpferde (600 kg) wie in der folgenden Tabelle 5 (DLG-VERLAG, 2003) gestaltet werden. Dabei sollte immer zusätzlich ein Salzleckstein angeboten werden.

Tabelle 5: Beispielrationen für ein Reitpferd (600 kg), leichte Arbeit (DLG-VERLAG, 2003)

Ration	I	II	III	IV	V	VI
Futtermittel	kg Futtermittel/Tag					
Wiesenheu	5,00	4,50	5,50	5,00	2,00	-
Futterstroh	1,50	2,00	1,50	2,00	1,50	2,00
Maissilage	-	-	-	12,00	-	-
Anwelksilage (Gras)	-	-	-	-	-	8,00
Hafer	2,50	1,00	-	-	1,50	2,00
Gerste	-	2,00	-	-	-	1,00
Mohrrüben	2,50	-	-	-	-	-
Ergänzungsfuttermittel zu Heu/Stroh	-	-	3,00	1,50	-	-
Ergänzungsfuttermittel für Sportpferde	0,50	-	-	-	1,50	-
Mineralfutter	0,10	0,12	-	0,05	0,05	0,10
MJ DE/Tag	85,00	83,00	83,00	86,00	83,00	85,00
g vXP/Tag	570,00	525,00	585,00	510,00	560,00	715,00

2.2 Mineralien-Fütterung

2.2.1 Mengenelement - Magnesium

Magnesium ist ein zweiwertiges Kation, dessen Bedarf in der Regel durch das Grundfutter gedeckt wird. Dabei sollten nach MEYER U. COENEN (2002) dem Pferd 18 mg/kg LM/Tag zugeführt werden. GEH (1994) gibt hingegen eine Magnesium-Empfehlung für die Erhaltung von 10 g/Tag bei 500 kg LM an, bei geringer und mittlerer Arbeit zusätzlich 1 g/Tag für 500 kg LM, was einen Gesamtbedarf von 11 g/Tag für 500 kg LM ergibt. Die FN (2017) nennt einen Bedarf für Magnesium je nach Arbeitsbelastung und damit verbundener Schweißabsonderung von 6 - 10 g/Tag für ein 500 kg schweres Pferd.

Leguminosen enthalten viel Magnesium, und sichern somit die Versorgung. Günstige Futtermittel sind nach MEYER U. COENEN (2002) Klee- oder Luzerneheu. Ein Mangel ist auf intensiv gedüngten Weideflächen mit einem einseitigen Grasbewuchs zu erwarten.

Sobald Pferde ausschließlich Krafffutter erhalten, wird im Mittel nach MEYER U. COENEN (2002) weniger Magnesium absorbiert als bei ausschließlicher Raufutterfütterung bzw. einer gemischten Ration. Allerdings sichern die meisten praxisüblichen Krafffutter wie Getreidekörner und Getreidenachprodukte (Getreide, Kleie) die Magnesiumversorgung.

2.2.2 Spurenelement - Kupfer

Kupfer kommt vermehrt in Trockenschnitzeln, Melasse und Kleie vor, weswegen der Bedarf an Kupfer über diese Futtermittel in der Regel gedeckt ist (FN, 2017). Der Bedarf an Kupfer liegt bei 106 mg für 500 kg LM/Tag und ist bei einer ausgewogenen Fütterung gedeckt (FN, 2017). Den Kupfergehalt, welcher in der Ration enthalten sein sollte, geben GEH (1994) sowie MEYER U. COENEN (2002) mit 8 - 10 mg/kg TS an. GEH (1994) erweitert diesen Wert auf 10 - 15 mg/100 kg LM je Tag für den Gesamtbedarf mit zusätzlich leichter Arbeit. Ein oberer Grenzwert liegt nach MEYER U. COENEN (2002) bei über 50 mg/kg TS. Die FN (2017) gibt an, dass während der Weideperiode (vor allem bei Saugfohlen) eine unregelmäßige Kupferversorgung auftreten kann, da dem Fohlen während dieser Periode nicht genügend Ergänzungsfutter zur Verfügung steht um den Bedarf an Kupfer zu decken. Denn es nimmt Weidefutter nur spielerisch auf, was die Versorgung mit Mineralstoffen nicht garantiert. Außerdem können die Böden kupferarm sein, wodurch die Versorgung des Pferdes mit Kupfer über Weidefutter nicht gedeckt werden kann. Vermehrt treten kupferarme Böden in Küsten- und Flussregionen auf (Sand-, Marschböden) aber auch bei Mooren (NAVALIS, 2019).

2.2.3 Spurenelement - Mangan

Die ausreichende Manganversorgung wird über Grünfutter und Grünfutterkonserven erreicht, wobei die Mangangehalte dieser Futtermittel meist nicht unter 30 mg/kg TS liegen (MEYER U. COENEN, 2002). In der Regel ist Grasheu manganreicher als Luzerne. Tiefere Werte in Grünfutter sind auf leichten sandigen Böden, die stark aufgekalkt wurden und auf kalkhaltigen Böden mit einem hohen pH-Wert zu erwarten. Zudem kommt Mangan in einer erwähnenswerten Menge in Kleie vor (FN, 2002). Nach MEYER U. COENEN (2002) ist die Versorgung mit Mangan durch die Fütterung gesichert. Der Manganbedarf liegt bei 40 mg/kg TS im Futter (MEYER U. COENEN, 2002). Diesen Wert geben ebenso GEH (1994) und die FN (2017) an. Für den Leistungsbedarf durch zusätzliche leichte Arbeit nennt GEH (1994) einen erweiterten Wert von 60 mg/100 kg LM/Tag. Der Maximalwert, der dem Pferd verabreicht werden sollte, liegt bei 150 mg/kg Futter (FN, 2017).

2.2.4 Spurenelement - Selen

Der Selenbedarf eines Pferdes liegt nach GEH (1994) und MEYER U. COENEN (2002) bei 0,10 - 0,12 mg/kg TS. Die Selenmenge für den Leistungsbedarf durch zusätzliche leichte Arbeit gibt GEH (1994) mit 0,15 mg/100 kg LM je Tag an. Die FN (2017) gibt auch einen Bedarf von

0,15 mg/kg TS im Futter an. Nach MEYER U. COENEN (2002) liegt der untere Grenzwert bei 0,025 mg/kg TS, des Weiteren gibt die FN (2017) einen oberen Grenzwert von etwa 2,0 mg Selen pro kg Futtertrockensubstanz an.

Der Bedarf an Selen steigt bei einer erhöhten Aufnahme von Eiweißen und Sulfaten. Außerdem variieren die Selengehalte der Futtermittel sehr stark in Abhängigkeit vom Boden. Verbunden mit der Bodenart, der Düngungsintensität, den Industrieemissionen, dem Vegetationsstadium aber auch der Konservierungsart (MEYER U. COENEN, 2002). In Leinsamen ist ein nennenswerter Bestandteil an Selen enthalten (FN, 2017).

2.2.5 Spurenelement - Zink

GEH (1994) und MEYER U. COENEN (2002) empfehlen eine Zinkgabe von 35 mg/kg TS. Außerdem nennt GEH (1994) einen Wert von 50 mg/100 kg LM je Tag als Leistungsbedarf durch zusätzliche leichte Arbeit. Die FN (2017) empfiehlt einen Wert von höchstens 150 mg/kg Futter. In der Regel ist der Zinkbedarf durch das Grundfutter gesichert, bei ausschließlichem Weidegang kann es aber zu einem knappen Angebot kommen (FN, 2017). Mit einem hohem Zinkbedarf beim Pferd muss nach MEYER U. COENEN (2002) bei solchen Futtermitteln gerechnet werden, in denen hohe Gehalte an Phytinsäure im Futter enthalten sind, wie dies z.B. in Getreidekörnern und Getreidenachprodukten der Fall ist. Gleiches gilt bei einem hohen Angebot an Kalzium und Kupfer.

2.3 Mineralienversorgungslage im Blutserum

Der Serumspiegel gibt Auskunft über die Versorgungslage des Pferdes in Bezug auf die Mineralstoffe. Um das Serum für die Untersuchungen zu bekommen, wird dem Pferd Blut abgenommen. Dieses geronnene Vollblut wird zentrifugiert, wobei die Gerinnungsfaktoren (Fibrinogen) bereits verbraucht wurden. Nach der Zentrifugation setzten sich die Erythrozyten, Leukozyten und Thrombozyten unten im Reagenzglas ab und das Blutserum kann dekantiert werden.

Das gewonnene Blutserum besteht nun aus ungefähr 91 % Wasser, 7 % Proteinen und 2 % Hormonen, Elektrolyten, Nährstoffen und Abfallstoffen. Gelblich gefärbt ist das Blutserum durch das Vorhandensein von Bilirubin (MEYER U. COENEN, 2002).

2.3.1 Referenzbereich - Magnesium

Der Gehalt an Magnesium sollte nach LÖBBING (2003) im Blutserum des Pferde bei 0,7 - 1,0 mmol/l liegen, MEYER U. COENEN (2002) nennen einen ähnlichen Normalwert von 0,75 - 1,00 mmol/l. MORITZ (2014) gibt hingegen eine Magnesiumkonzentration von 0,5 - 0,9 mmol/l im Blutserum des Pferdes als Referenzbereich an. Diesen Wert von 0,5 - 0,9 mmol/l für Magnesium nennt ebenfalls LABOKLIN (2019). Einen weiteren Referenzbereich nennt die

VMF (2019) mit 0,7 - 0,9 mmol/l im Blutserum des Pferdes, ebenfalls diesen Referenzbereich gibt WEBER (2016) an.

2.3.2 Referenzbereich - Kupfer

Die VMF (2019) gibt einen Referenzbereich im Blutserum der Pferde von 18,0 - 21,0 µmol/l an. Einen weiteren Referenzbereich nennt LABOKLIN (2019) mit 7,9 - 21,0 µmol/l im Blutserum der Pferde. Außerdem gibt WEBER (2016) einen Referenzwert von 7,85 - 23,55 µmol/l für Blutserum von Pferden an. Zusätzlich ist nach MEYER U. COENEN (2002) ein Normalwert zwischen 7,9 - 23,6 µmol/l anzustreben.

2.3.3 Referenzbereich - Mangan

WEYRAUCH (2016) nennt für Mangan im Blutserum von Pferden zwei Referenzbereiche die optimal sind. Der erste Bereich liegt zwischen 32,4 und 54,0 nmol/l und der zweite, noch bessere Bereich liegt zwischen 54,0 und 81,0 nmol/l.

2.3.4 Referenzbereich - Selen

Der Referenzbereich von Selen im Blutserum von Pferden liegt nach VMF (2019) im Bereich von 1,3 und 3,2 µmol/l. Das Labor LABOKLIN (2019) und WEBER (2016) nennen allerdings den Referenzbereich von 1,27 - 2,54 µmol/l im Blutserum des Pferdes. MEYER U. COENEN (2002) nennt einen Normalwert von 1,27 - 3,18 µmol/l.

2.3.5 Referenzbereich - Zink

Einen Referenzbereich von Zink im Blutserum des Pferdes gibt LABOKLIN (2019) mit 9,2 - 19,9 µmol/l an. WEBER (2016) gibt für Blutserum von Pferden ein Referenzbereich von 7,65 - 19,88 µmol/l an. Das Labor SYNLAB (2018) nennt einen neuen Referenzbereich für Zink im Blutserum des Pferdes von 5,55 - 11,34 µmol/l. MEYER U. COENEN (2002) sieht einen Normalwert bei 9,2 - 18,4 µmol/l vor.

2.4 Mineralien im Pferd / „Verarbeitung“ im Tier

Verdaulichkeit

In welchem Maße ein Futtermittel vom Darm eines Pferdes aufgenommen wird und nicht wieder über den Kot ausgeschieden wird, ist davon abhängig, wie viel strukturierte Rohfaser in einem Futtermittel enthalten ist. Je höher der Rohfasergehalt eines Futtermittels, desto geringer ist dessen Verdaulichkeit. Also können von einem Futtermittel von geringer Verdaulichkeit weniger Inhaltsstoffe aufgenommen werden. In Tabelle 6 sind ausgewählte Pferdefuttermittel und deren scheinbare Verdaulichkeit der organischen Substanz dargestellt (FN, 2017).

Tabelle 6: Rohfasergehalt und scheinbare Verdaulichkeit der organischen Substanz (FN, 2017)

Futtermittel	Rohfasergehalt (%)	Verdaulichkeit (%)
Stroh	35,0 - 42,0	33,0
Wiesenheu	20,0 - 38,0	45,0 - 66,0
Grünfutter (Weide)	3,5 - 7,5	65,0 - 70,0
Hafer	ca. 10,0	71,0
Futterrüben	9,0 - 11,0	85,0
Maissilage	5,8 - 8,0	72,0

Schweiß

Nach MEYER U. COENEN (2002) produziert das Pferd, ähnlich wie der Mensch, bei einer erhöhten physikalischen Aktivität Wärme. Der Wärmehaushalt wird über die Schweißbildung und anschließende Schweißverdunstung reguliert. Allerdings enthält dieser Schweiß im Gegensatz zum menschlichen Schweiß höhere Elektrolytgehalte, demnach mehr Natrium, Kalium und Chlor. Über die Haut werden somit Mineralien ausgeschieden, auch im Haarkleid des Pferdes werden unbestimmte Mengen an Mineralien gespeichert.

Tabelle 7 gibt Aufschluss über die Schweißmengen und deren Zusammensetzung nach MEYER (1990). Dabei ist die Schweißmenge abhängig von der Dauer und Intensität der Bewegung und dazu von der Umgebungstemperatur. MEYER (1990) gibt für Tabelle 7 eine Faustzahl von rund einem Liter pro 100 kg Lebendmasse pro Stunde an, bei mittlerem Trab und einer Temperatur von 18 - 20 °C.

Tabelle 7: Schweißmenge und Schweißzusammensetzung nach MEYER (1990)

Schweißmenge	l/100 kg LM/Tag	ø
leichte Arbeit	0,5 - 1,0	0,75
mittlere Arbeit	1,0 - 2,0	1,50
schwere Arbeit	2,0 - 5,0	3,50
sehr schwere Arbeit	> 5,0	5,00
Schweißzusammensetzung		Menge
Magnesium		0,05 g/l
Zink		11,00 mg/l
Kupfer		0,30 mg/l
Selen		Spuren

In den folgenden Unterpunkten wird erläutert, wie die verschiedenen Mineralstoffe im Pferd aufgenommen werden, welche Aufgaben die Mineralstoffe in den einzelnen Zyklen des Pferdes erfüllen und wie sich ein Mangel bzw. ein Überschuss auf den Organismus Pferd auswirkt.

2.4.1 Mengenelement - Magnesium

Magnesium ist nach MEYER U. COENEN (2002) von großer Bedeutung für die Funktion einiger Enzyme (Regulierung des Blutzuckerspiegels), besonders im Nerven- und Muskelgewebe des Pferdes (regelt den Herzrhythmus, Freisetzung von Energie im Muskelstoffwechsel). Auch beim Knochenaufbau spielt Magnesium eine wichtige Rolle (Elastizität der Knochen), weswegen vor allem während der Laktation und im Wachstum ein Mehrbedarf zu berücksichtigen ist. Magnesium führt unter anderem auch zu einer Stressreduktion, da es ein Gegenspieler von Calcium ist. Dadurch wird die Erregbarkeit von Nerven und Muskeln herabgesetzt (NAVALIS, 2019). Allerdings muss Magnesium, bevor es vom Pferd absorbiert werden kann, gelöst werden. Es wird vorwiegend passiv im vorderen Dünndarmbereich aufgenommen, sezerniert wird Magnesium im Dickdarm. Den überwiegenden Teil überschüssigen Magnesiums sondert der Pferdekörper über die Nieren ab (MEYER U. COENEN, 2002). Über den Schweiß werden geringe Mengen an Magnesium ausgeschieden, weswegen ein mäßiger Mehrbedarf bei Reitpferden entsteht (MEYER U. COENEN, 2002).

Der DLG-VERLAG (1994) setzt die scheinbare Verdaulichkeit des Magnesiums bei praxisüblichen Rationen mit 30 - 50 % an. MEYER U. COENEN (2002) nennen diesen Wert bei 35 % Verdaulichkeit von Magnesium.

Eine Überversorgung (drei bis vierfache Gabe) des Bedarfs zeigte keine Nachteile. Hingegen würde sich eine Unterversorgung durch eine erhöhte Erregbarkeit des Pferdes, Muskelzittern und Muskelkrämpfe, aber auch ausgeprägte Tetanien zeigen (MEYER U. COENEN, 2002).

2.4.2 Spurenelement - Kupfer

Kupfer ist notwendig für die Nerven-, Blut-, Pigment-, und Bindegewebsbildung, sowie auch für die Knochen- und Knorpelbildung (MEYER U. COENEN, 2002). Eine weitere unentbehrliche Rolle spielt Kupfer bei der Immunabwehr. Bei älteren Pferden mit einer Mangelversorgung sind Gefäßrupturen und Pigmentverluste zu erwarten. Eine Überversorgung wird von den Pferden über mehrere Monate toleriert und ist eher selten. Allerdings sollten erhöhte Werte vermieden werden, da dadurch die Leber geschädigt wird (Kupferspeicherung in der Leber) und in der Folge die Zink- und Kalziumverwertung beeinträchtigt werden kann.

2.4.3 Spurenelement - Mangan

Mangan ist unter anderem essentiell für die Funktion der Eierstöcke, für ein gesundes Knochen- und Knorpelwachstum sowie für den Muskel- und Sehnenstoffwechsel, aber auch

ein wichtiger Cofaktor in einigen Enzymsystemen im Mineral- und Fettstoffwechsel (MEYER U. COENEN, 2002). So schützt Mangan vor freien Radikalen (NAVALIS, 2019). Akute Mangelzustände von Mangan sind kaum bekannt, allerdings kann es zu Störungen beim Aufbau vom Bindegewebe und der Knochenbildung kommen (FN, 2017). Einer der wichtigsten Ursachen für einen Mangel an Mangan, ist die schlechte Resorbierbarkeit dieses Spurenelements, da nur ca. 1 % des im Futter enthaltenen Mangans vom Pferd aufgenommen werden kann (NAVALIS, 2019). Erhöhte Mangangehalte in der Fütterung können zu Anämien führen, welche vermutlich infolge einer beeinträchtigten Eisenabsorption begünstigt wurden. Diese sind allerdings eher selten (MEYER U. COENEN, 2002; FN, 2017).

2.4.4 Spurenelement - Selen

Neben Vitamin E schützt Selen die Zellmembran vor schädlich wirkenden Peroxiden (MEYER U. COENEN, 2002). Dabei wirkt Vitamin E hemmend als Antioxidans, was die Bildung von Peroxiden beeinträchtigt. Das selenhaltige Enzym Glutathionperoxidase inaktiviert hingegen diese Peroxide und schützt somit die Muskelfunktion. Damit fördert eine ausreichende Selenversorgung den Muskelaufbau, stärkt zusätzlich das Immunsystem und ist außerdem essentiell für die Funktion der Schilddrüse (NAVALIS, 2019).

Eine Überversorgung mit Selen beschreibt die FN (2017) als gefährlich, denn diese führt zu Vergiftungserscheinungen wie z.B. Haarausfall, unspezifische Lahmheit, ringförmige Einschnürungen an Hufen und im Extremfall kommt es zum Ausschuheln. Weiterhin ist eine Unterversorgung nicht zu unterschätzen, so verringert diese die Infektionsabwehr und es kommt zu Störungen der Muskelfunktionen aber auch zu degenerativen Skelett- und Herzmuskelveränderungen. Dies zeigt sich in Schmerzhaftigkeit der Muskulatur, steifem Gang, Haarverlusten vor allem des Langhaares, oder unspezifischer Lahmheit.

2.4.5 Spurenelement - Zink

Zink ist als Cofaktor notwendig für viele Enzyme im Kohlenhydrat- und Eiweißstoffwechsel und ist unentbehrlich für die Normalfunktion der Epithelregeneration von Haut und Schleimhäuten sowie die Wundheilung und Zellenbildung (MEYER U. COENEN, 2002). Außerdem ist Zink als integraler Bestandteil in vielen Proteinen enthalten (NAVALIS, 2019). So ist die Synthese von Hormonen (Insulin, Wachstums- und Sexualhormone), die Sehkraft und eine gesunde Immunabwehr abhängig von einer ausreichenden Zinkversorgung.

Eine Mangelversorgung an Zink zeigt sich eher selten, da Mangelerkrankungen bisher nur experimentell erzeugt wurden. Eine Mangelversorgung äußert sich dann aber in der sogenannten Parakeratose. Diese zeigt sich in einer Verdickung der Haut mit borkigen Auflagerungen bei gleichzeitig auftretendem Haarausfall und einer erhöhten Infektionsneigung. Des Weiteren ist eine ausreichende Zinkversorgung für die Festigkeit des Hufhorns notwendig. Das ausgewachsene Pferd ist gegenüber einer Überdosis an Zink sehr tolerant, es kann aber zu einer reduzierten Kupferverwertung kommen (MEYER U. COENEN, 2002; FN, 2017).

2.5 Besonderheiten Stall- und Weidehaltung

2.5.1 Fütterung

Ausgehend von der Haltung der Pferde (Stall- oder Weidehaltung) wird den Pferden unterschiedliches Futter zur Verfügung gestellt. Bei der Stallhaltung wird weitestgehend Heu gefüttert, bei der Weidehaltung fressen sie entweder ausschließlich Gras (direkt von der Wiese) oder sie bekommen Heu sowie Kraftfutter zugefüttert.

Heufütterung

Die Bereitung von Heu ist sehr arbeitsintensiv (DLG-VERLAG, 2003) und ist bei der Bodentrocknung einem hohen Witterungsrisiko ausgesetzt, was zu großen Qualitätsschwankungen führen kann. Der optimale Schnittzeitpunkt für Gras zur Heugewinnung für die Pferdefütterung wäre zu Beginn bis Mitte der Blüte mit einem Anteil von ca. 30 % der Hauptbestandbildner. Bei einer zusätzlichen stabilen Hochdruckwetterlage, um die ausreichende Trocknung des Heus zu gewährleisten. Während dieser Phase des Schnittes liegt der Energiegehalt bei 7 - 8 MJ ME/kg TS (DLG-VERLAG, 2003; MEYER U. COENEN, 2002), der Rohfasergehalt bei ca. 27 % bzw. darüber (DLG-VERLAG, 2003; MEYER U. COENEN, 2002) und der Rohproteingehalt unterhalb von 12 % in der Trockensubstanz (DLG-VERLAG, 2003; MEYER U. COENEN, 2002).

Stallperiode

Während der Stallperiode wird Heu aus der vorangegangenen Vegetationsperiode verfüttert, somit steht die Heufütterung im Vordergrund.

Heu von einer Wiese mittlerer Qualität, hat nach MEYER U. COENEN (2002) die folgenden Gehalte an Spurenelementen. So liegt der Gehalt an Magnesium bei 1,0 - 2,5 g/kg TS, der Gehalt an Kupfer bei 6,0 mg/kg TS, Mangan kommt mit 110,0 mg/kg TS vor, Zink weist 30,0 mg/kg TS auf und Selen kommt mit 0,1 mg/kg TS vor.

Fütterung auf der Weide

Der Grasaufwuchs hat in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsintensität und dem Vegetationsstadium sowie der Bodenqualität und der botanischen Zusammensetzung sehr unterschiedliche Nährstoffgehalte (DLG-VERLAG, 2003). Für die Nährstoffgehalte können aufgrund dessen nur Schwankungsbereiche aufgeführt, und die wichtigsten Faktoren, durch die die Gehalte variieren, genannt werden (MEYER U. COENEN, 2002). Magnesium kommt im Grünfutter mit einem Gehalt von 0,1 - 0,6 g/kg Frischsubstanz bzw. 1,0 - 2,5 g/kg Trockensubstanz vor. Bei einem vermehrten Anteil an kleeartigen Pflanzen sowie Kräutern können höhere Gehalte vorliegen. Niedrigere Gehalte treten bei jungen und intensiv mit

Stickstoff (N) und Kalium (K) gedüngten Pflanzen auf, sowie bei überständigen und verholzten Pflanzen. Die Werte für Kupfer belaufen sich auf 0,4 - 4,0 mg/kg FM bzw. 2 - 15 mg/kg TM. Kupfer weist niedrige Gehalte in kupferarmen Böden (Sand, Moor, Marsch) und bei einer fehlenden Kupferdüngung auf. Zink kommt mit einem Gehalt von 4 - 20 mg/kg FM oder 15 - 50 mg/kg TM vor, Mangan mit 4 - 100 mg/kg FM bzw. 20 - 400 mg/kg TM im Grünfutter und kann je nach Standort eventuell nicht bedarfsgerecht vorhanden sein. Niedrige Werte an Mangan können auf manganarmen Standorten (Sandböden) oder auch bei hohen pH-Werten im Boden (Kalkverwitterungsböden) auftreten. Der Selengehalt liegt bei 0,01 - 0,03 mg/kg FM bzw. 0,01 - 0,12 mg/kg TM. Niedrige Gehalte kommen auf staunassen und sauren Böden vor, sowie auf Sand-, Moor- und Granitverwitterungsböden. Außerdem nimmt der Gehalt an Selen bei älteren Pflanzen ab.

Des Weiteren variieren der Energie-, Protein- und Rohfasergehalt im Laufe der Vegetationsperiode sehr stark (DLG-VERLAG, 2003; MEYER U. COENEN, 2002). Zu Beginn der Weideperiode ist Gras mit einem hohen Energie- (10 - 11 MJ ME/kg TS) und Rohproteingehalt (150 - 200 g/kg TS) vorhanden, allerdings hat es einen geringen Rohfasergehalt (40 - 50 g/kg TS). Während des weiteren Verlaufes der Weidesaison kann es durch eine zu geringe Fläche pro Pferd und durch Trockenheit zu einer Unterversorgung des Pferdes mit Energie und Protein kommen. Eine Proteinunterversorgung kann auch durch überständiges Gras verursacht werden. Der Gehalt des Grünfutters an Energie sollte bei 8 - 9 MJ ME/kg TS liegen, der Gehalt an Rohprotein bei 100 - 150 g/kg TS und der Rohfasergehalt bei 60 - 70 g/kg TS (DLG-VERLAG, 2003; MEYER U. COENEN, 2002).

Die Versorgung des Pferdes mit ausreichend Gras hängt stark vom Weidemanagement ab (DLG-VERLAG, 2003). Dieses sollte an die Leistungsfähigkeit der Grasnarbe, die Lage der Weide und deren Größe, sowie der Anzahl der Pferde angepasst sein. Bei extensiver Haltung werden die Pferde auf einer Standweide gehalten. Dabei wird die Bewirtschaftung nicht an die Produktivität der Grasnarbe angepasst, weswegen ein Futterüberschuss im Frühsommer und eine Futterknappheit im Sommer und Herbst zu erwarten ist. Vorteilhaft an dieser Bewirtschaftungsweise ist die Ruhe in der Herde und ein geringer Arbeitsaufwand, allerdings können Parasiten auftreten durch die ständige Nutzung der Weide. Weitere Möglichkeiten des Grünlandmanagements sind die Umtriebsweide und die Portionsweide.

Die Umtriebsweide kommt meist bei Ställen mit wenig Fläche zur Anwendung, so verweilen die Pferde nur fünf bis sieben Tage auf der gleichen Koppel und wechseln danach auf eine andere. Vorteil dieses Weidemanagements sind die langen Ruhezeiten der einzelnen Koppeln. Ein Nachteil ist allerdings die Parasitenproblematik, sobald die Verweildauer von fünf bis sieben Tagen überschritten wird (DLG-VERLAG, 2003).

Bei der Portionsweide handelt es sich um die tägliche Zuteilung der abgestimmten Futterfläche in Bezug auf die Ration der Pferde. Diese Form der Weidebewirtschaftung ist aufgrund des Wesens des Pferdes mit seinem großen Bewegungsdrang nicht für die Pferdehaltung geeignet (DLG-VERLAG, 2003)

3 Zielstellung

Die vorliegende Analyse wurde in Baden-Württemberg in einem Pensionsstall für Pferde durchgeführt. Dabei stand die Erfassung und Bewertung der Mineralstoffversorgung der Pferde über Futter- und Blutanalysen im Vordergrund, wobei der Übergang von der Stallhaltung zur Weidehaltung eine besondere Bedeutung aufwies. Vor diesem Hintergrund ergaben sich folgende Fragestellungen:

1. Welcher Energie- und Nährstoffgehalt kann für die eingesetzten Futtermittel untersucht werden und welche Gehalte an ausgewählten Mineralstoffen sind zu beschreiben?
2. Kann über die Bewertung des BCS für die analysierten Pferde eine bedarfsgerechte Fütterung festgestellt werden?
3. Welche Mineralstoffversorgung liegt bei den Tieren, ausgehend von der Analyse des Blutserums, bei den Untersuchungsgruppen der Pferde vor?
4. Gibt es Unterschiede in der Versorgung mit Mineralstoffen im Übergang von der Stall- zur Weidefütterung und kann eine optimale Versorgung der Pferde in den differenzierten Untersuchungszeiträumen gesichert werden?
5. Lassen sich Fütterungsanregungen bezüglich der Mineralien im Übergang von der Stall- zur Weidefütterung aufstellen?

Aus den Ergebnissen sollen praktische Fütterungsempfehlungen zur Versorgung mit Mineralstoffen unter den geprüften Bedingungen abgeleitet werden.

4 Material und Methoden

4.1 Betriebsspiegel

Der Betrieb in Baden-Württemberg, erzeugt seit rund 45 Jahren hauptsächlich Milch mit Kühen der Rasse Deutsche Holstein. Dabei hielt der Betrieb seit Anbeginn Pferde und Ponys im Nebenerwerb.

Mittlerweile wurde der gesamte Stall mit seinen 22 Pferdeplätzen mit Pensionspferden belegt. Diese unterschieden sich in Freizeitpferde, welche nicht für den Turniersport genutzt wurden und Seniorenpferde, die ihre letzten Jahre auf dem Hof verbrachten.

Die Pferde wurden im Winter im Stall gehalten und bekamen tagsüber für jeweils ca. vier Stunden Auslauf auf einem kleinen Paddock. Von den 22 Stallplätzen waren zwölf Boxen und zehn Paddock Boxen. Zwei der Paddock Boxen wurden tagsüber verbunden und eine große Paddock Box hat Platz für zwei Pferde. Während der Weidesaison stand eine Gruppe von fünf Pferden Tag und Nacht auf der Weide.

4.2 Versuchsaufbau und Probanden

Die Untersuchung erfolgte an elf Pferden. Um einen Aufschluss gebenden Überblick über die Versorgung der Pferde mit Magnesium, Kupfer, Mangan, Selen und Zink zu erhalten, wurde den elf Pferden jeweils dreimal Blut abgenommen. Die folgenden Unterpunkte gehen auf den Versuchsaufbau und dessen Probanden genauer ein.

4.2.1 Probandenbeschreibung

Geschlecht, Alter, Rasse, Gesundheitsstatus und Leistungsanforderungen der Pferde wurden bei den Besitzern erfragt und die Daten wurden dementsprechend aufgenommen und erfasst. Außerdem wurde die jeweilige individuelle Fütterung der Pferde durch die Besitzer erfragt und erfasst. Zusätzlich wurde die allgemeine Verfassung der Tiere optisch beurteilt. In Tabelle 8 wurden die einzelnen Parameter der Probanden dargestellt.

Tabelle 8: Probanden - allgemeiner Überblick

Parameter	Probanden
Anzahl der untersuchten Tiere	11
davon Stuten	5
davon Wallache	6
Alter in Jahren 5 - 15	3
Alter in Jahren 16 - 25	4
Alter in Jahren > 25	4
Pony	5
Vollblut	1
Warmblut	2
Spezialrasse	3
Leistung	Keine/leichte Arbeit
Gesundheitsstatus ohne Befund	10
Gesundheitsstatus chronisch auffällig	1
LM in kg	375 - 600
BCS	4 - 6

4.2.2 Der Standort

Der Standort liegt auf 280 m ü. N.N.. Die Region zeigte im Zeitraum der Untersuchungen die klimatischen Verhältnisse wie in Abbildung 1 dargestellt. Die Jahresdurchschnittstemperatur von der Region lag dabei bei 9,2 °C und die durchschnittliche Niederschlagsmenge innerhalb eines Jahres bei 650 - 680 mm. Der Vegetationsbeginn war durchschnittlich am 22.03. des Jahres.

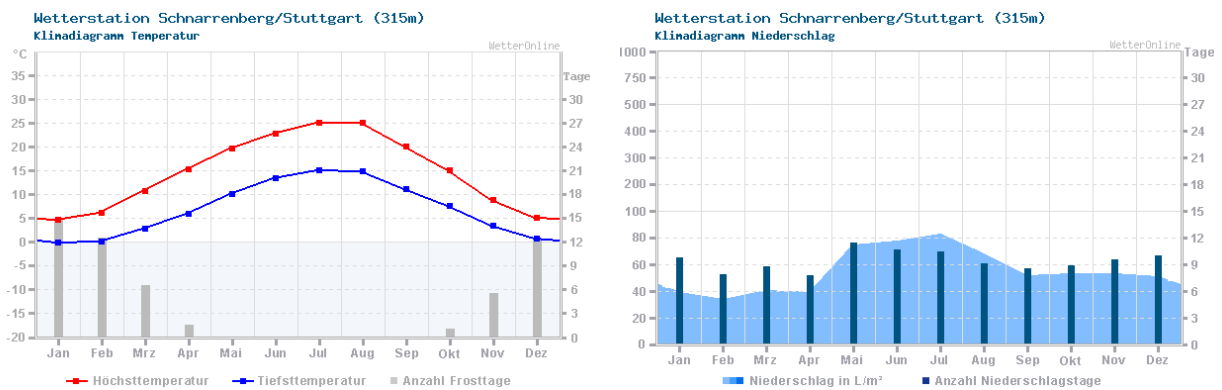


Abbildung 1: Temperatur- und Niederschlagsverlauf am Standort (WETTERONLINE, 2019)

4.2.3 Ablaufplan

Vor Beginn der Probenahmen wurde ein Ablaufplan erstellt. So erfolge die erste Beprobung noch während der Stallperiode, am 25.02.2019. Der zweite Untersuchungszeitpunkt sollte eine Woche nach dem Beginn der Weideperiode stattfinden und war somit zeitlich abhängig vom Beginn der Weidesaison. Die Weideperiode begann am 13.05.2019 und somit erfolgte der zweite Untersuchungszeitpunkt am 20.05.2019. Der dritte und letzte Untersuchungszeitpunkt erfolgte sechs Wochen nach dem Beginn der Weideperiode, dementsprechend am 24.06.2019. Insgesamt wurde jeweils eine Heuprobe zu den drei Untersuchungszeitpunkten genommen, am zweiten und dritten Untersuchungszeitpunkt wurden jeweils zwei Grasproben genommen und an allen drei Untersuchungszeitpunkten wurden jeweils elf Blutproben genommen.

Die Proben wurden aufgeteilt in zwei Untersuchungsgruppen, Gruppe eins setzte sich zusammen aus den Probanden, die nur tagsüber auf der Weide standen und Gruppe zwei aus den Pferden, die während der Weidesaison rund um die Uhr auf der Koppel standen. Demnach wurden Mischproben der Grünland-Aufwüchse genommen sowie Poolproben der Serumproben im Labor erstellt.

4.2.4 Witterungsverhältnisse zu den Beprobungsterminen

Die Witterung hat auf die Heuprobenden keinen Einfluss, jedoch auf die Probennahme der Grünland-Aufwüchse. So wurden die folgenden Daten am jeweiligen Tag erfasst.

Die Nacht vor dem 20.05.2019 brachte Gewitter und eine Temperatur von 13 - 16 °C mit einer Luftfeuchte von 88 % und Wind von 11 km/h. Der frühe Morgen des 20.05.2019 zeigte leichten Regen bei 11 - 12 °C mit einer Luftfeuchte von 94 % und Wind der Geschwindigkeit von 9 km/h. Zum Zeitpunkt der Probenahme war es teilweise sonnig bei 11 - 14 °C, einer Luftfeuchte von 89 % und Wind mit 11 km/h.

In der Nacht vor dem 24.06.2019 gab es vorbeiziehende Wolken bei einer Temperatur von 18 - 25 °C. Die Luftfeuchte betrug 71 % und die Windgeschwindigkeit lag bei 8 km/h. Am frühen Morgen hatte es 15 - 19 °C, die Wetterlage war heiter. Die Luftfeuchte betrug 90 %, die Windgeschwindigkeit lag bei 11 km/h.

der Wind hatte eine Geschwindigkeit von 5 km/h. Zum Zeitpunkt der Probenahme hatte es 22 - 26 °C mit vorbeiziehenden Wolken, einer Luftfeuchte von 72 % und Wind von 10 km/h. Die feuchten Witterungsverhältnisse hätten sich auf die Ergebnisse der Analysen pro kg Futterfrischmasse auswirken können, weswegen für die weitere Auswertung der Gehalt an Inhaltsstoffen pro kg TS genutzt wurde.

4.2.5 Probenahme und Analyse

Heuprobennahme

Die Probenahme der Heuproben erfolgte am zugeteilten Futter der Tiere durch den Stallbesitzer, die gewonnenen Einzelproben der Tiere wurden gut durchmischt.

Grasprobennahme

Die Probenahme der Grünland-Aufwüchse erfolgte über diagonales Überlaufen der Weiden und beliebiger punktueller Mahd mittels einer Sense. Dabei wurden Poolproben der verschiedenen Haltungssysteme erstellt. Die Wallache und Stuten, die halbtags auf verschiedenen Weiden standen, bildeten einen Pool. Dementsprechend ergaben die Aufwüchse der Tag-und-Nacht-Koppel eine weitere Poolprobe.

Den Probanden der ersten Gruppe standen drei Koppeln zur Verfügung. Auf Weide eins befanden sich über den Versuchszeitraum die Proband 1, 6, 8 und 9. Weide zwei stand den Probanden 2 und 3 zur Verfügung. Die letzte Koppel der ersten Gruppe war vorgesehen für die Probanden 7 und 11. Die Probanden 4, 5 und 10 der zweiten Gruppe standen auf Weide vier, auf dieser Weide standen insgesamt fünf Pferde. Für das bessere Verständnis sind die Daten in Tabelle 9 nachzulesen.

Tabelle 9: Weiden der Untersuchungsgruppen

Weide	Untersuchungsgruppe	n Pferde gesamt	n Probanden	Probanden
1	1	6	4	1, 6, 8, 9
2	1	2	2	2, 3
3	1	2	2	7, 11
4	2	5	3	4, 5, 10

Abbildung 2 und 3 zeigen die verschiedenen Weiden der Untersuchungsgruppen.



Abbildung 2: Die Weiden der ersten Untersuchungsgruppe (GOOGLEMAPS, 2019)



Abbildung 3: Die Weide der zweiten Untersuchungsgruppe (GOOGLEMAPS, 2019)

Futtermittelanalysen

Die Untersuchung der Wiesenheuproben und des Weidefutters erfolgte in der LKS - Landwirtschaftliche Kommunikations- und Service- GmbH in Lichtenwalde. Dafür wurden die Proben am Tag der Probenahme eingefroren und alle zusammen am 25.06.2019 an die LKS gefahren. Dort wurden die Proben auf ihre Inhaltsstoffe, insbesondere auf Magnesium, Kupfer, Zink, Mangan und Selen untersucht.

Die Untersuchungsmethoden der Wiesenheuproben und des Weidefutters waren nicht akkreditierte Analysemethoden. Die Trockensubstanz wurde nach VDLUFA III, 3.1, 1976 bestimmt. Rohasche, Rohprotein, Rohfaser, Rohfett, Zucker und ADFom wurden mittels Nahinfrarotspektroskopie analysiert (VDLUFA MB Bd. 31.2 - 31.3, 5 Erg. 2004) und

Magnesium, Kupfer, Mangan, Selen sowie Zink wurden mittels DIN-Verfahren bestimmt (EN ISO 11885, 2009-09).

Blutproben

Die Blutproben wurden durch den Tierarzt Dr. Michael Zender aus der Hohlvene der Pferde entnommen. Dieses geronnene Vollblut wurde zentrifugiert. Nach der Zentrifugation setzten sich die Erythrozyten, Leukozyten und Thrombozyten unten im Reagenzglas ab und das Blutserum konnte dekantiert werden. Das gewonnene Blutserum der Pferde wurde eingefroren und gesammelt. Am 25.06.2019 wurden die Blutproben an die LKS - Landwirtschaftliche Kommunikations- und Service- GmbH in Lichtenwalde gefahren. Die Poolproben wurden im LKS in Lichtenwalde erstellt und mittels nicht akkreditierter Methoden untersucht: FMUAA 172 2019-03 (bichromatische Messung); FMUAA 180 2018-11 (photometrische Bestimmung); FMUAA 228 2017-05 (optische Emmisionsspektroskopie) und FMUAA 163 2019-03 (Titrationsverfahren).

4.3 Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde

4.3.1 Lebendmasse und BCS

Die Bewertung des BCS erfolgte anhand des Schemas des DLG-VERLAGES von 2003 zu Beginn des Untersuchungszeitraumes.

Die Lebendmasse der Pferde wurde anhand ihrer Rasse bestimmt. So hatte jedes Pferd aufgrund seiner rassetypischen Erscheinung und anhand des Zuchtziels ein ungefähres Gewicht, das durch GEH (1994) für die Rassen zu Beginn des Untersuchungszeitraumes bestimmt und so übernommen wurde. Die Lebendmasse der Probanden wurde während des Untersuchungszeitraumes als unverändert angenommen.

4.3.2 Futteraufnahme

Anhand der Literatur (GEH, 1994) wurde die mittlere Aufnahme an Futtertrockensubstanz der einzelnen Probanden berechnet. Somit wurde eine Annahme über die aufgenommene Menge an Heu sowie Grünland-Aufwüchsen im Untersuchungszeitraum gemacht. Zuvor wurde die Trockensubstanz des Zusatzfutters abgezogen. Um die mittlere Aufnahme der Futtertrockensubstanz eines jeden Probanden zu berechnen, wurde für die Probanden nach den Literaturangaben von GEH (1994) der Prozentsatz (1,0 - 2,9) zur Berechnung der mittleren Aufnahme bestimmt. Die mittlere Aufnahme der Futtertrockensubstanz wurde für den Erhaltungsbedarf und den Leistungsbedarf errechnet und somit der Gesamtbedarf berechnet.

4.3.3 Erhaltungs- und Leistungsbedarf sowie Eiweißbedarf

Der Erhaltungs- und Leistungsbedarf der Probanden wurde mit Hilfe der Formel der FN (2017) berechnet und nach LÜBKER (2017) modifiziert. Der Eiweißbedarf der Pferde wurde anhand der Formel der FN (2017) berechnet. Zuvor musste die metabolische Körpermasse der Probanden berechnet werden mit der Formel $\text{kg LM}^{0,75}$.

4.3.4 Kraftfutter

An der Kraftfuttermittellversorgung der Pferde wurde seitens der Besitzer während des beobachteten Zeitraums des Versuches keine Veränderungen vorgenommen. Die Probanden der Untersuchung erhielten während des Untersuchungszeitraumes unterschiedliches Kraftfutter in verschiedenen Mengen, die den Vorstellungen der Besitzer entsprachen. So ergaben sich verschiedene Inhaltsstoffe und Zusammensetzungen der Kraftfutter. Deren Zusammensetzungen sind in Tabelle 10 aufgeführt.

Tabelle 10: Zusammensetzung der Krafffutter

Krafffutter	Zusammensetzung
AMOFELA Allround Pellets	Weizenkleie, Gerste, Mais, Luzernegrünmehl, Sojaschalen, Zuckerrübenmelasse, Zuckerrübenmelasseschnitzel, Maisspindel, Calciumcarbonat, Sonnenblumenextraktionsschrot und Natriumchlorid (BEWEKA, 2019)
Hesta Mix Classic	Gerstenflocken, Luzernehäcksel, Weizenkleie, Haferschälkleie, Ölsaatenmischung (Leinsamen, Sonnenblumen, Fenchelsamen, Schwarzkümmelsamen) 7,2 %, Apfeltrester, Maiskeime 4,5 %; Kräuter (Koriander, Salbei, Fenchel, Majoran, Pfefferminze) 4,2 %, Rübenfasern, Maisflocken, Traubenschalen, Calciumcarbonat (maritim und mineralisch), Bierhefe, Traubenkernextrakt, Salz, Malz-Hefe-Würze, Gerstenkeime, Ölmischung Lein-/Sonnenblumen kaltgepresst 1 %, Seealgenmehl, Weizenkeime, Knoblauch, Erbsenprotein (ST. HIPPOLYT, 2019)
umgequetschter Hafer	Hafer, gold
Mash	Prenatura-Fasern, Leingranulat (blausäurefrei), Apfeltrester, Pre Alpin Struktur-Fasern, Karottentrester, Rote Beete, Karotte, Pastinake, Leinöl (kaltgepresst), Leindotteröl, Flohsamen, Hagebuttenschalen (kernlos), Fenchel, Kümmel (AGROBS, 2019)
Müsli	Pr Alpin Trockengrünfasern, Scharzkümmelpellets, Apfeltrester, pastinake, Rote Beete, Karotte, Ringelblumenblüten, Hagebutten, Sonnenblumenkerne, Leinsamenpellets, Kornblumenblüten, Himbeerblätter, Brombeerblätter, Leinöl (kaltgepresst), Leindotteröl (AGROBS, 2019)
Bierhefe	Trockengrünfasern, Bierhefe (inaktiviert), Leinextraktionsschrot, Rapsöl (AGROBS, 2019)
Müsli, haferfrei	Gerste geflockt, Maisflocken, Weizengrießkleie, Apfeltrester, Weizenflocken, Haferschälkleie, Rübenmelasseschnitzel, Weizenkleie, Melasse, Bierhefe, Seealgenmehl, Natriumchlorid, Dicalciumphosphat, Calciumcarbonat, spezielle Vitamin- und Spurenelementvormischung (MARSTALL, 2019)
Maisflocken	Maisflocken (LEXA, 2019)
Wiesengrascobs	Gräser und Kräuter (AGROBS, 2019)
Luzernegrünpellets	künstlich getrocknete Luzerne, max. 3% Melasse (AGROBS, 2019)
Luzernecobs	ganze Luzernepflanze (AGROBS, 2019)
Heucobs	Heu, schonend getrocknet aus Wiesenaufwuchs (LOUVEN, 2014)
Müsli Lebensfreude	Gerstenflocken, Maisflocken, Weizenkleie, Apfeltrester, gewalzte Gerste, extrahierte Leinsaat, Leinsamenextraktionsschrot, Maiskeime, melasseschnitzel, Melasse, Bierhefe, Luzernehäcksel, gewalzter Hafer, Kalk, Grashäcksel, gewalzter Weizen, österreichisches Berg-Salz, Na-Bicarbonat, magnesiumoxid (SIGLHORSE, 2019)
Mash	Gerstenflocken, Maisflocken, Weizenkleie, gewalzte Gerste, Apfeltrester, Leinsamenextraktionsschrot, Leinsaat, extrahierte Leinsaat, Melasse, Maiskeime, Kalk, österreichisches Berg-Salz, gewalzter Weizen, Bierhefe, na-Bicarbonat, Magnesiumoxid (SIGLHORSE, 2019)

4.3.5 Mineralfutter

Mineralfutter wurde nicht jedem Pferd zugeteilt. Pferde, die Mineralfutter erhielten, bekamen die von den Besitzern vorgesehene Menge. Tabelle 11 stellt die eingesetzten Mineralfutter und deren Zusammensetzung dar.

Tabelle 11: Zusammensetzungen der eingesetzten Mineralfutter

Mineralfutter	Zusammensetzung
Reformin Plus	Calciumcarbonat, Monocalciumphosphat, Natriumchlorid, Weizenkeime, Weizenmehl, Weizenkleie, Bierhefe, Magnesiumoxid, Sojaöl (HÖVELER, 2019)
Isi-Mineralscobs	Weizengrießkleie, Monocalciumphosphat, kohlensaurer Algenkalk, Natriumchlorid, Weizenkleie, Zuckerrübenmelasse, Melasseschnitzel, Maiskleber, Weizenkeime, Bierhefe, Magnesiumoxid, Leinexpellerfeinmehl, Schwarzkümmel, Calciumcarbonat, Seealgen, Hanföl, Rapsöl (LEXA, 2019)
Kiesel Aktiv	Grünmehl, Weizengrießkleie, kohlensaurer Algentalk, Hefe, Malzkeime, Sojaöl, Kieselgur, Klinoptilolith sedimentären Ursprungs (SCHAETTE, 2019)
EQUI-Special	Sojaschrot, Monocalciumphosphat, Calciumcarbonat, Weizengrießkleie, Artischocke, Traubenzucker, Spirulina, Apfeltrester, Sojaöl, Natriumchlorid (EQUI-SPECIAL, 2019)

4.3.6 Ergänzungsfutter

Die genannten Ergänzungsfuttermittel wurden ebenfalls nach dem Ermessen der Besitzer je Pferd individuell eingesetzt. Zu den Ergänzungsfuttermitteln zählten Leinöl, Leingold und Rapsöl, sowie unter anderem Selen-Tabs. Die Tabs bestanden aus Cellulose, Dextrose, Rote Beete, Anis (MASTERHORSE, 2019) und stammten von der Firma Masterhorse. Ein weiteres Ergänzungsfutter waren Teufelskralle-Ingwer-Pellets. Mit der Zusammensetzung aus Ingwer, Weizengrießkleie, Luzernegrünmehl, Teufelskralle, Pflanzenfett (Palm), Leinöl, Eukalyptusblätter, Sprühmolkenpulver und Methylsulphonylmethan (MSM) der Firma Lexa (LEXA, 2019).

Datenerhebung Kraft- und Zusatzfutter

Die Angaben über die Menge der Kraft- und Zusatzfuttermittel der Probanden erfolgte über die Besitzer der Pferde. Dabei wurde angenommen, dass die Probanden täglich mit dem Kraft- und Zusatzfutter gefüttert wurden. Die Inhaltsstoffe dieser wurden recherchiert und auf vergleichbare Werte umgerechnet. Bei einem angegebenen Wert von z.B. < 0,04 Selen, wurde dieser Wert auf die Hälfte der Detektionslinie gerechnet und mit 0,02 angegeben, um weitere Berechnungen durchführen zu können. Ebenso für das Müsli von Acrobs mit < 0,1 mg für Selen, hier wurde ein Wert von 0,05 für Selen verwendet. Für das Kraftfutter Amofela gab es keine Energieangabe, diese wurde nach der FN (2017) angenommen und auf UE MJ ME/kg TS umgerechnet. Die Angaben für den ungequetschten Hafer stammten für die Trockensubstanz, den Energiegehalt und das dünn darmverdauliche Rohprotein von der FN

(2017) und die Angaben der Mineraliengehalte von MASTERHORSE (2019). Die Trockensubstanz der Bierhefe stammte von der FN (2017), die Mineralstoffgehalte und allgemeinen Inhaltsangaben von ACROBS (2019). Der Energiegehalt, die Trockenst substanz und das Rohfett des Leinöls wurde der FN (2017) entnommen, sowie die Angaben für Rapsöl. Ebenfalls von der FN (2017) stammen die Angaben des Energiegehaltes der Heucobs und die Angaben über Leinsamen.

4.4 Aufbereitung Datenmaterial

Die erhaltenen Ergebnisse der Analysen von Serum-, Wiesengras und Wiesenheuproben und ebenso Daten aus Befragungen der Pferdebesitzer und Beobachtungen wurden zur Aufbereitung in Numbers-Tabellen eingetragen des Programmes Numbers der Firma Apple Inc. 2019. Weiterführend erfolgte mit Pages von Apple Inc. 2019 die Darstellung des Datenmaterials in Diagrammen. Überarbeitet wurden die Daten mit Numbers von Apple Inc. 2019 und Pages von Apple Inc. 2019. Für die statistische Auswertung wurden der Mittelwert, Maximum, Minimum und die Standardabweichung bestimmt.

Um eine einheitliche Übersicht zu den verschiedenen Futterproben zu erhalten, wurde das Datenmaterial des Kraft- und Mineralfutters durch Umrechnen der Inhaltsstoffe von kg FM in kg TS aufbereitet. Hierfür wurde die Trockensubstanz von 88 % bei Kraftfutter, sowie eine Trockensubstanz von 91 % bei Mineralfutter und Mineralcobs angenommen.

4.5 Auswertung Datenmaterial

Die Analyse der Blutproben der Pferde erfolgte anhand von Poolproben (also nicht anhand von Einzelproben). Je Untersuchungstag entstanden zwei Poolproben, wovon Untersuchungsgruppe eins jene Pferde enthielt, die während der Weideperiode nur tagsüber auf der Koppel standen. Die Poolprobe der zweiten Untersuchungsgruppe enthielt jene Pferde die während der Weideperiode Tag und Nacht auf der Weide standen.

Tabelle 12: Datengrundlagen der Untersuchungsgruppen

Untersuchungsgruppe	1	2
Probanden	1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 11	4, 5, 10
n Probanden	8	3
n Heuproben	3	1
n Grasproben	2	2
n Blutproben	3	3

Für die Auswertung des Datenmaterials wurden die in Numbers von Apple Inc. 2019 eingetragenen Daten mit Hilfe dieses Programmes über den Mittelwert, die Standardabweichung sowie Maximum und Minimum ausgewertet. Weiter wurden Diagramme in Pages der Firma Apple Inc. 2019 erstellt.

5 Ergebnisse

5.1 Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde

5.1.1 Lebendmasse und BCS

Die Lebendmasse der Probanden wurde anhand der Literaturangaben nach GEH (1994) zu Beginn des Untersuchungszeitraumes geschätzt und lagen im Mittel bei 473 ± 76 kg (Tab. 13). Über den Zeitraum der Untersuchungen blieb die geschätzte Lebendmasse der Pferde weitestgehend unverändert, ebenso verhielt sich auch der BCS und die allgemeine Verfassung der Tiere. Der BCS der Pferde wurde anhand der Literaturangaben nach DLG-VERLAG (2003) bestimmt und zeigte über den Untersuchungszeitraum hinweg keine Veränderungen. Der Mittelwert lag bei 5,3 mit einer Standardabweichung von $\pm 0,6$.

Tabelle 13: Lebendmasse nach GEH (1994) und BCS nach DLG-VERLAG (2003) der Probanden

Proband	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	MW \pm s (Max/Min)
LM (kg)	450	425	400	375	530	550	400	425	550	600	500	473 ± 76 (600/375)
BCS	6	6	6	5	4	5	5	5	6	5	5	$5,3 \pm 0,6$ (6/4)

Futtertrockenmasseaufnahme

Um die mittlere Aufnahme der Futtertrockensubstanz eines jeden Probanden zu berechnen, wurde für die Probanden nach den Literaturangaben von GEH (1994) der Prozentsatz (1,0 - 2,9) zur Berechnung der mittleren Aufnahme bestimmt. Die mittlere Aufnahme der Futtertrockensubstanz wurde anhand des Erhaltungsbedarf und des Leistungsbedarf errechnet und somit der Gesamtbedarf berechnet und in Tabelle 14 dargestellt. Der Mittelwert des Erhaltungsbedarfs lag bei 5,89 kg Futter-TS/Tag, der Mittelwert aller Probanden des Leistungsbedarfs lag bei 2,57 kg Futter-TS/Tag und der des Gesamtbedarfs bei 8,46 kg Futter-TS/Tag. Zusätzlich ist darauf hinzuweisen, dass Proband vier und sieben einen Leistungsbedarf von 0,00 kg Futter-TS/Tag hatten. Diese beiden Probanden hatten auch den geringsten Gesamtbedarf. Den höchsten Leistungs- und Gesamtbedarf wies Proband 10 auf. Den höchsten Erhaltungsbedarf hatten Proband 6, 9 und 10, der geringste Erhaltungsbedarf zeigte sich bei Proband 4.

Tabelle 14: Futtertrockensubstanzaufnahme der Probanden

Proband	Futtertrockensubstanzaufnahme pro Tag in kg		
	Erhaltungsbedarf	Leistungsbedarf	Gesamtbedarf
1	5,85	3,15	9,00
2	5,53	2,97	8,50
3	5,20	2,80	8,00
4	4,88	2,62	7,50
5	6,36	0,00	6,36
6	6,60	3,30	9,90
7	5,20	0,00	5,20
8	5,53	2,97	8,50
9	6,60	3,30	9,90
10	6,60	3,60	10,20
11	6,50	3,50	10,00
MW ± s (Max/Min)	5,89 ± 0,66 (6,60/4,88)	2,57 ± 1,30 (3,60/0,00)	8,46 ± 1,61 (10,20/5,20)

5.1.2 Energiebedarf

Um den Erhaltungsbedarf berechnen zu können, wurde zunächst die metabolische Körpergröße der Probanden mit der Formel $kg \cdot LM^{0,75}$ berechnet.

Zusätzlich wurde für die Berechnung des Erhaltungsbedarfs der Probanden für jeden Probanden der Faktor bzw. die MJ ME bestimmt, sowohl in der Stallperiode, als auch in der Weideperiode. Die Zahlen in den Tabellen 15 und 16 setzten sich aus der Literatur nach LÜBKE (2017) zusammen. Während der Stallperiode erhielten alle Pferde einen Zuschlag (Faktor Stallperiode) von 10 %, da sie stundenweise Auslauf hatten, bzw. in einem Offenstall standen. Der Proband mit einem BCS von 4 erhielt hingen zusätzlich einen Aufschlag von 5 %, aufgrund seines BCS.

Für den Leistungsbedarf wurde der Erhaltungsbedarf mit 0,25 multipliziert, da die Pferde leichte Arbeit verrichteten. Lediglich Proband 5 und 7 bekamen keinen Zuschlag. Proband 5 durfte aufgrund einer Verletzung nur Schritt gehen und Proband 7 befand sich bereits im Ruhestand und verrichtete keine Arbeit mehr.

Das Mittel des Gesamtbedarfes aller Probanden lag bei 69,2 MJ ME. Den Maximalwert von 86,7 MJ ME erreichte Proband 10 und den Minimalwert von 49,2 MJ ME erreichte Proband 7. Proband eins lag am nächsten am Mittelwert, unter dem Mittelwert lagen Probanden 2, 3, 4, 5, 7 und 8. Über dem Mittelwert befanden sich Probanden 1, 6, 9, 10 und 11.

Tabelle 15: Gesamtenergiebedarf der Probanden in der Stallperiode

Proband	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	n	MW ± s (Max/Min)
LM (kg)	450	425	400	375	530	550	400	425	550	600	500	11	473 ± 76 (600/375)
kg LM^{0,75}	98	94	89	85	110	114	89	94	114	121	106	11	101 ± 12 (121/85)
MJ ME	0,52	0,50	0,50	0,50	0,52	0,52	0,50	0,52	0,52	0,52	0,52	11	0,51 ± 0,01 (0,52/0,50)
Faktor Stallperiode	1,10	1,10	1,10	1,10	1,15	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	11	1,105 ± 0,015 (1,15/1,10)
Faktor Leistungsbedarf	1,25	1,25	1,25	1,25	1,00	1,25	1,00	1,25	1,25	1,25	1,25	11	1,205 ± 0,101 (1,25/1,00)
Erhaltungsbedarf Stallperiode (MJ ME)	55,9	51,5	49,2	46,9	66,1	65,0	49,2	53,5	65,0	69,3	60,5	11	57,45 ± 8,00 (69,3/46,9)
Leistungsbedarf Stallperiode (MJ ME)	14,0	12,9	12,3	11,7	0,0	16,2	0,0	13,4	16,2	17,3	15,1	11	11,74 ± 6,07 (17,3/0,0)
Gesamtbedarf Stallperiode (MJ ME)	69,9	64,4	61,5	58,6	66,1	81,2	49,2	66,9	81,2	86,7	75,6	11	69,2 ± 11,2 (86,7/49,2)

Für die Weidesaison wurde der Erhaltungsbedarf an die Weideform angepasst. Daraus ergab sich ein Zuschlag (Faktor Weideperiode) für die einzelnen Probanden. Probanden 1, 6, 8 und 9 erhielten einen Zuschlag von 20 %, da sie auf einer Weide mit mehr als fünf Pferden gehalten wurden. Für die Probanden 2 und 3 gab es einen Zuschlag von 15 %, diesen beiden stand zusätzlich zur Offenstallhaltung noch Weidegang zur Verfügung. Den Probanden der zweiten Untersuchungsgruppe (4, 5 und 10) wurde ein Zuschlag von 40 % aufgrund der ständigen Weidehaltung gegeben. Proband 5 erhielt zusätzlich noch 5 % aufgrund des geringen BCS. Bei Proband 7 und 11 änderte sich der Zuschlag nicht.

Tabelle 16: Gesamtenergiebedarf der Probanden in der Weideperiode

Proband	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	n	MW ± s (Max/Min)
LM (kg)	450	425	400	375	530	550	400	425	550	600	500	11	473 ± 76 (600/375)
kg LM^{0,75}	98	94	89	85	110	114	89	94	114	121	106	11	101 ± 12 (121/85)
MJ ME	0,52	0,50	0,50	0,50	0,52	0,52	0,50	0,52	0,52	0,52	0,52	11	0,51 ± 0,01 (0,52/0,50)
Faktor Weideperiode	1,20	1,15	1,15	1,40	1,45	1,20	1,10	1,20	1,20	1,40	1,10	11	1,105 ± 0,015 (1,15/1,10)
Faktor Leistungsbedarf	1,25	1,25	1,25	1,25	1,00	1,25	1,00	1,25	1,25	1,25	1,25	11	1,205 ± 0,101 (1,25/1,00)
Erhaltung s-bedarf Weideperiode (MJ ME)	61,0	53,8	51,4	59,7	83,3	70,9	49,2	58,4	70,9	88,3	60,5	11	64,29 ± 12,67 (88,3/49,2)
Leistungsbedarf Weideperiode (MJ ME)	15,2	13,5	12,9	14,9	0,0	17,7	0,0	14,6	17,7	22,1	15,1	11	13,06 ± 6,93 (22,1/0,0)
Gesamtbedarf Weideperiode (MJ ME)	76,2	67,3	64,3	74,6	83,3	88,6	49,2	73,0	88,6	110,3	75,6	11	77,36 ± 15,72 (110,3/49,2)

Gesamtenergiebedarf der Untersuchungsgruppen

Der Gesamtbedarf der zwei Untersuchungsgruppen für die Stall- als auch Weideperiode setzt sich wie in Tabelle 17 dargestellt zusammen. Untersuchungsgruppe eins hatte dabei eine Anzahl von acht Datensätzen und Untersuchungsgruppe zwei eine Anzahl von drei. Bei Betrachtung der Mittelwerte der Untersuchungsgruppen im Gesamtbedarf fiel auf, dass Untersuchungsgruppe zwei sowohl während der Stallperiode, als auch während der Weideperiode einen höheren Energiebedarf hatte.

Tabelle 17: Gesamtenergiebedarf der Untersuchungsgruppen

	Untersuchungsgruppe 1	Untersuchungsgruppe 2
Parameter	MW ± s (Max/Min)	MW ± s (Max/Min)
Erhaltungsbedarf Stallperiode (MJ ME)	56,2 ± 6,5 (65,0/49,2)	60,8 ± 12,1 (69,3/46,9)
Leistungsbedarf Stallperiode (MJ ME)	12,5 ± 5,3 (16,2/0,0)	9,7 ± 8,8 (17,3/0,0)
Gesamtbedarf Stallperiode (MJ ME)	68,7 ± 10,8 (81,2/49,2)	70,4 ± 14,6 (86,7/58,6)
Erhaltungsbedarf Weideperiode (MJ ME)	59,5 ± 8,2 (70,9/49,2)	77,1 ± 15,3 (88,3/59,7)
Leistungsbedarf Weideperiode (MJ ME)	13,3 ± 5,7 (17,7/0,0)	12,3 ± 11,3 (22,1/0,0)
Gesamtbedarf Weideperiode (MJ ME)	72,8 ± 13,0 (88,6/49,2)	89,4 ± 18,6 (110,3/74,6)

5.1.3 Eiweißbedarf

Der Erhaltungseiweißbedarf (dvRp) der Probanden wurde nach der Formel der FN (2017) berechnet, dabei wurde die metabolische Körpergröße mal drei genommen. Um anschließend den Gesamtbedarf an Eiweiß (dvRp) zu erhalten, wurde zum Erhaltungsbedarf an Protein noch der Leistungsbedarf an Protein von 80 g/Tag addiert (JEROCH, 2008). Ebenso wurde der Gesamteiweißbedarf (XP) in der Stallperiode sowie Weideperiode und der Maximalwert nach WEYRAUCH (2011) berechnet. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Tabelle 18 dargestellt. Im Mittel aller Probanden ergab sich ein Maximalwert an Protein von 946 ± 152 g. Den höchsten Maximalwert wies Proband 10 auf. Allerdings hatten auch Proband 6 und 9 einen erhöhten Maximalwert. Den geringsten Maximalwert wies Proband 7 auf.

Tabelle 18: Eiweißbedarf der Probanden

Proband	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	n	MW ± s (Max/Min)
LM (kg)	450	425	400	375	530	550	400	425	550	600	500	11	473 ± 76 (600/375)
kg LM ^{0,75}	98	94	89	85	110	114	89	94	114	121	106	11	101 ± 12 (121/85)
Gesamteiweißbedarf g (dvRp)	373,1	360,8	348,3	335,6	331,4	420,7	268,3	360,8	420,7	443,7	397,2	11	369,16 ± 49,96 (443,7/268,3)
Gesamteiweißbedarf g Stallperiode	349,3	321,8	307,5	292,9	330,3	406,0	246,0	334,6	406,0	433,4	378,0	11	345,98 ± 55,81 (433,4/246,0)
Gesamteiweißbedarf g Weideperiode	381,0	336,4	321,4	372,8	416,4	442,9	246,0	365,1	442,9	551,6	378,0	11	386,78 ± 78,59 (551,6/246,0)
Gesamteiweißbedarf g Maximal	900	850	800	750	1060	1100	800	850	1100	1200	1000	11	946 ± 152 (1200/750)

Eiweißbedarf der Untersuchungsgruppen

Der Eiweißbedarf der beiden Untersuchungsgruppen setzte sich wie in Tabelle 19 dargestellt zusammen. Bei Betrachtung der Mittelwerte der Untersuchungsgruppen im Gesamteiweißbedarf fiel auf, dass Untersuchungsgruppe eins unter dem Mittelwert der Gesamtheit lag und Untersuchungsgruppe zwei knapp darüber.

Tabelle 19: Eiweißbedarf der Untersuchungsgruppen

	Untersuchungsgruppe 1	Untersuchungsgruppe 2
Parameter	MW ± s (Max/Min)	MW ± s (Max/Min)
Gesamteiweißbedarf g (dvRp)	368,8 ± 49,1 (420,7/268,3)	370,2 ± 63,6 (443,7/331,4)
Gesamteiweißbedarf g Stallperiode	343,6 ± 54,0 (406,0/246,0)	352,2 ± 72,8 (433,4/292,9)
Gesamteiweißbedarf g Weideperiode	364,2 ± 64,9 (442,9/246,0)	447,0 ± 93,2 (551,6/372,8)
Gesamteiweißbedarf g Maximal	925,0 ± 125,4 (1100,0/800,0)	1003,3 ± 230,3 (1200,0/750,0)

5.1.4 Inhaltsstoffe der Futtermittel

Wiesenheu

Das Wiesenheu hatte während des Untersuchungszeitraumes die in Tabelle 20 dargestellten Inhaltsstoffe. Die Daten des Wiesenheus des ersten Untersuchungszeitpunktes (Wiesenheu 1) waren für beide Untersuchungsgruppen von Bedeutung. Wiesenheu 2 und 3 waren hingegen nur für die Untersuchungsgruppe eins von Bedeutung, da Untersuchungsgruppe zwei Tag und Nacht auf der Weide stand. Der Energiegehalt von Wiesenheu eins zu Wiesenheu zwei fiel ab und stieg zu Wiesenheu drei stark an. Der Rohaschegehalt des Wiesenheus eins stieg zu Wiesenheu zwei an und sank zu Wiesenheu drei stark ab. Der Rohproteingehalt stieg von Wiesenheu eins bis zu Wiesenheu drei kontinuierlich an. Der Gehalt des nutzbaren Rohproteins blieb bei den ersten beiden Wiesenheuproben konstant und stieg zum dritten Untersuchungszeitpunkt an. Der Magnesiumgehalt stieg von Wiesenheu eins zum zweiten Untersuchungszeitpunkt an und sank zum letzten Untersuchungszeitpunkt ab. Der Gehalt an Kupfer stieg zur Mitte des Untersuchungszeitraumes stark an und fiel zum dritten Untersuchungszeitpunkt leicht ab. Der Mangangehalt sank zu Wiesenheu zwei hin stark ab und stieg im Anschluss wieder leicht an. Der Selengehalt von Wiesenheu eins und zwei lag bei 0,02 mg Selen/kg TS. Wiesenheu drei hatte einen Selengehalt von 0,05 mg/kg TS. Der Zinkgehalt sank im Untersuchungszeitraum kontinuierlich ab.

Tabelle 20: Inhaltsstoffe Wiesenheu über den Untersuchungszeitraum

Inhaltsstoffe	Wiesenheu 1 (25.02.2019)	Wiesenheu 2 (20.05.2019)	Wiesenheu 3 (24.06.2019)
TS (g/kg FM)	920,00	883,00	914,00
UE (MJ/kg TS)	7,70	7,50	8,50
XA (g/kg TS)	54,00	58,00	51,00
XP (g/kg TS)	58,00	69,00	71,00
XF (g/kg TS)	354,00	365,00	346,00
XL (g/kg TS)	13,00	13,00	13,00
XS (g/kg TS)	112,00	101,00	138,00
nXP (g/kg TS)	94,00	94,00	105,00
Mg (g/kg TS)	1,80	1,90	1,50
Cu (mg/kg TS)	3,90	4,40	4,30
Mn (mg/kg TS)	255,90	98,40	111,90
Se (mg/kg TS)	< 0,04	< 0,04	0,05
Zn (mg/kg TS)	29,70	27,80	25,30

Wiesengras

Die Mischproben des Wiesengrases hatten während des Untersuchungszeitraumes die in Tabelle 21 angegebenen Inhaltsstoffe. Der Energiegehalt des Wiesengrases der ersten und zweiten Untersuchungsgruppe sank vom ersten zum zweiten Untersuchungszeitpunkt ab, das der ersten Gruppe allerdings stärker. Der Rohaschegehalt beider Untersuchungsgruppen stieg zum 24.06.2019 an, wobei der Rohaschegehalt der zweiten Untersuchungsgruppe höher lag als jener der ersten Untersuchungsgruppe. Der Rohproteingehalt der ersten Untersuchungsgruppe fiel gegen Ende des Untersuchungszeitraumes ab. Der Rohproteingehalt der zweiten Untersuchungsgruppe hingegen nahm im Untersuchungszeitraum zu. Der Rohfasergehalt beider Untersuchungsgruppen nahm zu, ebenso der Magnesiumgehalt. Dabei lag der Magnesiumgehalt der ersten Untersuchungsgruppe zum 20.05.2019 höher als der der zweiten Untersuchungsgruppe und zum 24.06.2019 lag der Wert der zweiten Untersuchungsgruppe höher als selbiger der ersten. Der Kupfergehalt beider Untersuchungsgruppen nahm ebenfalls zu, Untersuchungsgruppe zwei zeigte allerdings geringere Werte. Untersuchungsgruppe eins hatte zum 20.05.2019 einen um 15 mg/kg TS geringeren Mangangehalt als Untersuchungsgruppe zwei. Dies änderte sich zum 24.06.2019, Untersuchungsgruppe zwei hatte dann einen um 13 mg Mangan/kg TS geringeren Mangangehalt als Untersuchungsgruppe eins. Der Selengehalt des Wiesengrases der Untersuchungsgruppe eins war gleich 0,00. Der Gehalt an Selen der zweiten Untersuchungsgruppe war zum 20.05.2019 unter 0,04 mg/kg TS, weswegen der mit 0,02 (der Hälfte der Dedektionslinie) mg Selen/kg TS angenommen wurde. Zum 24.06.2019 lag der Selengehalt der zweiten Untersuchungsgruppe ebenfalls bei 0,00. Der Zinkgehalt beider Untersuchungsgruppen nahm vom 20.05.2019 bis zum 24.06.2019 zu.

Tabelle 21: Inhaltsstoffe Wiesengras über den Untersuchungszeitraum

Inhaltsstoffe	Wiesengras 1 (20.05.2019) Untersuchungs gruppe 1	Wiesengras 2 (20.05.2019) Untersuchungs gruppe 2	Wiesengras 3 (24.06.2019) Untersuchungs gruppe 1	Wiesengras 4 (24.06.2019) Untersuchungs gruppe 2
TS (g/kg FM)	186,00	186,00	275,00	290,00
UE (MJ/kg TS)	10,20	9,80	8,80	8,80
XA (g/kg TS)	77,00	83,00	105,00	127,00
XP (g/kg TS)	129,00	123,00	118,00	139,00
XF (g/kg TS)	267,00	289,00	303,00	308,00
XL (g/kg TS)	25,00	21,00	22,00	25,00
XS (g/kg TS)	172,00	171,00	100,00	82,00
nXP (g/kg TS)	131,00	126,00	114,00	117,00
Mg (g/kg TS)	1,70	1,60	2,00	2,10
Cu (mg/kg TS)	5,50	4,70	6,50	6,20
Mn (mg/kg TS)	36,00	51,10	83,00	70,00
Se (mg/kg TS)	0,00	< 0,04	0,00	0,00
Zn (mg/kg TS)	24,00	26,60	28,00	29,00

Kraftfutter

Die Probanden der Untersuchung erhielten während des Untersuchungszeitraumes unterschiedliche Kraftfutter in verschiedenen Mengen, den jeweiligen Vorstellungen der Besitzer entsprechend. So ergaben sich verschiedene Inhaltsstoffe und Zusammensetzungen der Kraftfutter. Die Inhaltsstoffe der Kraftfutter sind in Tabelle 22 aufgeführt. Den höchsten Energiegehalt wies Kraftfutter acht auf, mit 15 MJ ME/kg TS. Den geringsten Energiegehalt hatten die Kraftfutter neun, elf und zwölf mit jeweils 8 MJ ME/kg TS. Der Maximalwert an Rohprotein lag bei 334 g/kg TS und wurde von Kraftfutter sechs erreicht, den geringsten Wert mit 98 g/kg TS Rohprotein wiesen Kraftfutter zwölf auf. Die Mineraliengehalte der Kraftfutter gestalteten sich sehr unterschiedlich, im Folgenden sind lediglich die Maximal- und Minimalwerte beschrieben. Für Kraftfutter sechs wurden keine Angaben zu Kupfer und Mangan herausgegeben. Zusätzlich machte Kraftfutter acht keine Angaben zu Kupfer, Mangan, Selen und Zink. Den höchsten Gehalt an Magnesium wiesen Kraftfutter zwei und sieben auf. Einen Minimalwert von 0,03 g/kg TS Magnesium hatte Kraftfutter sechs. Mit 79,55 mg/kg TS Kupfer hatte das Kraftfutter zwei den höchsten Wert an Kupfer, den geringsten Wert an Kupfer hatte Kraftfutter sechs. Kraftfutter zwei zeigte außerdem den höchsten Gehalt an Mangan (340,9 mg/kg TS), den geringsten Wert hatte Kraftfutter drei mit 21,9 mg/kg TS Mangan. Den Maximalwert an Selen hatte mit 21,82 mg/kg

TS Krafffutter sieben. Den Minimalwert zeigte Krafffutter zwölf mit 0,01 mg/kg TS Selen. Zink zeigte sich erneut am häufigsten in Krafffutter zwei mit 431,8 mg/kg TS, den geringsten Wert wies Krafffutter sechs mit 11,6 mg/kg TS Zink auf.

Tabelle 22: Inhaltsstoffe der Krafffutter

Inhaltsstoffe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TS (g/kg FM)	880	880	880	880	880	900	880	880	880	900	880	880	880	880
UE (MJ/kg TS)	13	12	13	10	10	13	12	15	8	12	8	8	13	14
XA (g/kg TS)	82	107	34	75	77	101	80	17	89	124	123	86	76	63
XP (g/kg TS)	132	114	114	143	127	334	114	106	106	192	190	98	142	140
XF (g/kg TS)	132	136	114	240	258	111	125	26	29	289	249	325	95	69
XL (g/kg TS)	31	49	55	50	74	87	34	45	32	24	41	18	70	67
Mg (g/kg TS)	3,30	3,41	0,69	2,84	2,84	0,03	3,41	1,14	2,73	2,00	2,39	2,39	2,84	2,84
Cu (mg/kg TS)	16,48	79,55	2,36	11,25	8,96	0,37	25,46	-	7,61	7,78	9,89	9,55	22,73	17,05
Mn (mg/kg TS)	54,9	340,9	21,9	96,6	108,5	-	193,2	-	137,5	28,9	105,7	129,5	80,7	60,2
Se (mg/kg TS)	0,33	1,02	0,03	0,09	0,06	-	21,82	-	0,07	0,22	0,14	0,01	0,68	0,57
Zn (mg/kg TS)	87,9	431,8	14,6	46,6	36,3	11,6	363,6	-	40,9	18,9	40,9	37,6	147,7	110,2

Prozentuale Energieaufnahme über das Krafffutter

Zu Beginn des Untersuchungszeitraumes lag die Energieaufnahme in Prozent durch das Krafffutter im Mittel aller Probanden bei 22 %. Dieser Wert fiel zur Weideperiode auf konstante 15 - 16 % im Mittel aller Probanden ab. Tabelle 23 zeigt die Mittelwerte der Untersuchungsgruppen zu den Untersuchungszeitpunkten. Auffallend war dabei der mehr als doppelt so hohe prozentuale Anteil der Energieaufnahme über das Krafffutter in der zweiten Gruppe zu Beginn des Untersuchungszeitraumes.

Tabelle 23: Prozentuale ME-Aufnahme in MJ ME der Pferde beider Gruppen zu den Untersuchungszeitpunkten über das Krafffutter

	25.02.2019	20.05.2019	24.06.2019
Gruppe	MW ± s (Max/Min)	MW ± s (Max/Min)	MW ± s (Max/Min)
1	16,79 ± 10,85 (36,51/4,63)	15,16 ± 10,14 (34,02/4,05)	15,61 ± 10,37 (34,43/4,14)
2	36,31 ± 27,04 (65,68/12,46)	14,72 ± 16,05 (33,25/5,15)	15,89 ± 17,05 (35,57/5,70)

Mineralfutter

Mineralfutter wurden nicht jedem Pferd zugeteilt, nur in dem Maße, wie es der Besitzer vorgesehen hatte. In Tabelle 24 sind die eingesetzten Mineralfutter und deren Inhaltsstoffe aufgeführt. Mineralfutter eins und zwei machten keine Angaben über den Gehalt an Rohprotein, Rohstärke und Rohfett. Zusätzlich gab es zu Mineralfutter zwei keine Angaben über den Gehalt an Rohasche. Den höchsten Magnesium-, Kupfer- und Zinkgehalt der Mineralfutter hatte Mineralfutter zwei (30,77 g Magnesium/kg TS; 1164,84 mg Kupfer/kg TS; 5538 mg Zink/kg TS). Den geringsten Magnesium- und Kupfergehalt hatte Mineralfutter vier mit 13,19 g Magnesium/kg TS sowie 164,84 mg Kupfer/kg TS. Hingegen hatte Mineralfutter vier den höchsten Mangan- und Selengehalt mit 2197,80 mg Mangan/kg TS sowie 51,65 mg Selen/kg TS. Mineralfutter drei hatte den geringsten Mangan- und Selengehalt mit 329,67 mg Mangan/kg TS und 10,99 mg Selen/kg TS. Den geringsten Zinkgehalt wies Krafftutter drei mit 3296,7 mg Zink/kg TS auf.

Tabelle 24: Inhaltsstoffe der eingesetzten Mineralfutter

Inhaltsstoffe	1	2	3	4
TS (g/kg FM)	910,00	910,00	910,00	910,00
XA (g/kg TS)	714,28	-	542,86	351,65
XP (g/kg TS)	-	-	67,03	175,82
XF (g/kg TS)	-	-	78,02	43,96
XL (g/kg TS)	-	-	46,15	54,95
Mg (g/kg TS)	16,48	30,77	28,57	13,19
Cu (mg/kg TS)	659,34	1164,84	769,23	164,84
Mn (mg/kg TS)	1648,35	1703,30	329,67	2197,80
Se (mg/kg TS)	19,78	13,19	10,99	51,65
Zn (mg/kg TS)	5274,73	5538,46	3296,70	5494,51

Ergänzungsfutter

Die Ergänzungsfuttermittel wurden ebenso nach dem Ermessen des Besitzers von Proband zu Proband unterschiedlich eingesetzt. Unter den Ergänzungsfuttermitteln waren Leinöl (1), Leingold (2) und Rapsöl (3), sowie Selen-Tabs (4) und Teufelskralle-Ingwer-Pellets (5). Auffällig an den Ergänzungsfuttermitteln waren nur die Selen-Tabs mit 345,06 mg Selen/kg TS.

Tabelle 25: Inhaltsstoffe der Ergänzungsfutter

Inhaltsstoffe	1	2	3	4	5
TS (g/kg FM)	999	880	999	910	880
UE (MJ/kg TS)	38	20	38	-	-
XA (g/kg TS)	-	-	-	49	38
XP (g/kg TS)	-	182	-	55	69
XF (g/kg TS)	-	72	-	295	83
XL (g/kg TS)	999,9	-	-	41,8	38,6
Se (mg/kg TS)	-	-	-	345,06	-

5.1.5 Aufnahme im Mittel aller Probanden

Die aufgenommene Menge an Frischmasse lag im Mittel der Probanden zum ersten Untersuchungszeitpunkt bei 9,3 kg, dieser Wert stieg zum zweiten Zeitpunkt und fiel im Anschluss wieder ab. Dabei blieb die aufgenommene Menge an kg TS über den Untersuchungszeitraum konstant bei 8,5 kg TS im Mittel der Probanden. Ebenso blieb die ME-Menge der drei Rationen des Untersuchungszeitraumes recht konstant, mit einem Höhepunkt zum zweiten Untersuchungszeitpunkt von fast 80 MJ ME. Die Rohprotein-Menge zum ersten Untersuchungszeitpunkt lag um ca. 320 g tiefer als die Rohprotein-Menge der beiden folgenden Zeitpunkte. Die Rohasche-Menge stieg im Untersuchungszeitraum konstant an. Die Rohfaser-Menge startete mit dem Höchstwert und sank anschließend ab und stieg gegen Ende des Untersuchungszeitraumes wieder an.

Tabelle 26: Ausgewählte Parameter der Durchschnittsrationen

	25.02.2019	20.05.2019	24.06.2019
Parameter	MW ± s (Max/Min)	MW ± s (Max/Min)	MW ± s (Max/Min)
kg FM	9,26 ± 1,74 (11,20/5,74)	29,34 ± 9,96 (52,94/12,59)	20,79 ± 5,92 (34,14/9,78)
Aufnahme kg TS	8,46 ± 1,61 (10,20/5,20)	8,46 ± 1,61 (10,20/5,20)	8,46 ± 1,61 (10,20/5,20)
UE (MJ ME)	70,71 ± 11,13 (88,92/49,43)	79,44 ± 13,10 (100,75/53,07)	75,74 ± 11,72 (91,00/52,43)
XP (g)	592,60 ± 85,69 (752,36/462,49)	915,99 ± 170,39 (1256,18/591,95)	917,21 ± 206,76 (1412,20/577,75)
XA (g)	516,34 ± 104,57 (718,08/335,04)	636,92 ± 133,02 (843,01/377,67)	782,96 ± 214,91 (1272,06/410,83)
XF (g)	2690,89 ± 681,61 (3431,22/1375,92)	2439,11 ± 564,74 (3075,17/1380,86)	2532,63 ± 588,49 (3162,12/1407,70)

5.1.6 Vergleich der zwei Untersuchungsgruppen

Frischmasse-Aufnahme

Die aufgenommene Menge an Frischmasse lag bei beiden Gruppen zum ersten Untersuchungszeitpunkt am tiefsten, stieg zum zweiten Zeitpunkt stark an und sank zum letzten Untersuchungszeitpunkt wieder leicht ab. Dabei lag Gruppe zwei während der Weideperiode immer über Gruppe eins.

Tabelle 27: FM-Aufnahme in kg der Pferde beider Gruppen im Untersuchungszeitraum

	25.02.2019	20.05.2019	24.06.2019
Gruppe	MW ± s (Max/Min)	MW ± s (Max/Min)	MW ± s (Max/Min)
1	9,43 ± 1,70 (10,91/5,74)	25,68 ± 5,87 (31,09/12,59)	19,03 ± 4,17 (22,76/9,78)
2	8,82 ± 2,13 (11,20/7,09)	39,11 ± 13,39 (52,94/26,21)	25,47 ± 8,31 (34,14/17,58)

TS-Aufnahme

Die aufgenommene Menge an Trockensubstanz blieb beiden Gruppen über den Untersuchungszeitraum hinweg konstant.

Tabelle 28: TS-Aufnahme in kg der Pferde beider Gruppen im Untersuchungszeitraum

	25.02.2019	20.05.2019	24.06.2019
Gruppe	MW ± s (Max/Min)	MW ± s (Max/Min)	MW ± s (Max/Min)
1	8,63 ± 1,58 (10,00/5,20)	8,63 ± 1,58 (10,00/5,20)	8,63 ± 1,58 (10,00/5,20)
2	8,02 ± 1,97 (10,20/6,36)	8,02 ± 1,97 (10,20/6,36)	8,02 ± 1,97 (10,20/6,36)

ME-Aufnahme

Die ME-Gehalt beider Gruppen lag zum ersten Untersuchungszeitpunkt am tiefsten, stieg anschließend stark an und fiel zum Ende ab. Dabei fiel die ME-Gehalt der zweiten Gruppe stärker ab als die der ersten Gruppe.

Tabelle 29: ME-Aufnahme der Pferde beider Gruppen im Untersuchungszeitraum

	25.02.2019	20.05.2019	24.06.2019
Gruppe	MW ± s (Max/Min)	MW ± s (Max/Min)	MW ± s (Max/Min)
1	70,34 ± 10,53 (81,32/49,43)	78,96 ± 12,52 (91,81/53,07)	76,53 ± 11,35 (87,13/52,43)
2	71,70 ± 15,13 (88,92/60,53)	80,70 ± 17,48 (100,75/68,65)	73,63 ± 17,48 (91,00/64,17)

XP-Aufnahme

Die XP-Gehalt beider Gruppen nahm zur zweiten Ration stark zu, allerdings nahm die XP-Gehalt der ersten Gruppe zum dritten Untersuchungszeitpunkt leicht ab und jene der zweiten Gruppe stieg weiter leicht an.

Tabelle 30: XP-Aufnahme in g der Pferde beider Gruppen im Untersuchungszeitraum

	25.02.2019	20.05.2019	24.06.2019
Gruppe	MW ± s (Max/Min)	MW ± s (Max/Min)	MW ± s (Max/Min)
1	582,85 ± 75,18 (655,74/462,49)	890,28 ± 146,01 (1024,63/591,95)	849,51 ± 134,66 (982,47/577,75)
2	618,61 ± 124,63 (752,36/505,74)	984,55 ± 246,68 (1256,18/774,48)	1097,74 ± 288,21 (1412,20/846,16)

Rohfaser-Aufnahme

Die XF-Gehalt beider Gruppen hatte zum ersten Untersuchungszeitpunkt ihren Höhepunkt und zum zweiten Zeitpunkt ihren Tiefpunkt. Insgesamt lag die XF-Gehalt der ersten Gruppe immer höher als die der zweiten Gruppe.

Tabelle 31: XF-Aufnahme in g der Pferde beider Gruppen im Untersuchungszeitraum

	25.02.2019	20.05.2019	24.06.2019
Gruppe	MW ± s (Max/Min)	MW ± s (Max/Min)	MW ± s (Max/Min)
1	2821,22 ± 604,16 (3431,22/1599,85)	2536,28 ± 530,65 (3075,17/1380,86)	2614,47 ± 558,45 (3162,12/1407,70)
2	2343,35 ± 892,36 (3134,24/1375,92)	2180,00 ± 686,02 (2891,37/1522,50)	2314,41 ± 736,08 (3076,64/1607,62)

5.2 Mineralstoffaufnahme

5.2.1 Verfügbare Mineralien für ein Pferd im Mittel aller Probanden

Der Magnesiumgehalt im Futter der Probanden im Mittel blieb über den Untersuchungszeitraum konstant um die 17 g/kg TS. Hingegen stieg der Kupfergehalt vom ersten Untersuchungszeitpunkt bis zum dritten Zeitpunkt kontinuierlich an. Der Mangangehalt zeigte zum ersten Untersuchungszeitpunkt einen Höchstwert von 2002 mg. Zum zweiten Zeitpunkt fiel dieser Wert ab, um dann zum dritten Zeitpunkt hin wieder anzusteigen. Der Selengehalt lag zu Beginn des Untersuchungszeitraumes im Mittel aller Probanden ebenfalls sehr hoch, fiel zum zweiten Zeitpunkt ab auf 3,35 mg Selen/kg TS und blieb konstant bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes. Der Zinkgehalt des Futters im Mittel aller Probanden während des Untersuchungszeitraumes lag zu Beginn hoch, fiel zum zweiten Zeitpunkt ab und stieg im Anschluss wieder leicht an.

Tabelle 32: Mineraliengehalt des Futters der Probanden im Untersuchungszeitraum

	25.02.2019	20.05.2019	24.06.2019
Parameter	MW ± s (Max/Min)	MW ± s (Max/Min)	MW ± s (Max/Min)
Mg (g)	17,43 ± 3,24 (22,50/10,69)	16,57 ± 3,25 (22,50/10,69)	17,53 ± 3,45 (22,08/10,53)
Cu (mg)	80,57 ± 44,75 (193,80/35,37)	83,08 ± 46,84 (202,67/38,69)	88,34 ± 46,88 (206,46/40,11)
Mn (mg)	2001,57 ± 529,34 (2594,22/959,90)	639,65 ± 169,65 (941,29/364,05)	882,87 ± 272,21 (1323,52/459,57)
Se (mg)	5,23 ± 11,31 (39,03/0,42)	3,35 ± 5,59 (19,58/0,38)	3,38 ± 5,57 (19,49/0,19)
Zn (mg)	606,13 ± 294,92 (1296,11/205,70)	539,22 ± 285,90 (1264,02/193,70)	550,23 ± 283,15 (1270,35/196,07)

5.2.2 Verfügbare Mineralien für die Pferde der Untersuchungsgruppen

Aus den zugeführten Mineralien pro Proband wurden für die erste und zweite Untersuchungsgruppe Mittelwerte gebildet (Tab. 33). Der Mittelwert des Magnesiums im Futter der ersten Untersuchungsgruppe blieb während des Untersuchungszeitraumes konstant bei 17,23 g Magnesium/kg TS. Der Magnesiumgehalt der zweiten Untersuchungsgruppe hingegen sank zum zweiten Zeitpunkt auf seinen Tiefpunkt ab und stieg zum Ende des Untersuchungszeitraumes stark auf dessen Höhepunkt an. Der Kupfergehalt der ersten Untersuchungsgruppe stieg vom ersten zum zweiten Zeitpunkt an (77,80 mg/kg TS auf 85,67 mg/kg TS) und stieg zum dritten Untersuchungszeitpunkt erneut leicht an. Die zweite Untersuchungsgruppe hatte im Futter hingegen einen Höhepunkt des

Kupfergehaltes zum ersten Zeitpunkt, daraufhin sank der Kupfergehalt ab, um zum Ende hin erneut anzusteigen. Der Mangangehalt im jeweiligen Mittel beider Untersuchungsgruppen des Futters sank vom ersten Zeitpunkt auf den zweiten um mehr als zwei Drittel ab und stieg daraufhin zum dritten Untersuchungszeitpunkt wieder leicht an. Der Selengehalt des Futters im Mittel der ersten Untersuchungsgruppe blieb konstant bei ca. 2 mg/kg TS. Wohingegen der Selengehalt der zweiten Untersuchungsgruppe zu Beginn bei 13,68 mg/kg TS lag, zum zweiten Zeitpunkt auf fast die Hälfte absank (7,01 mg Selen/kg TS) und bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes erneut leicht absank. Der Zinkgehalt des Futters im jeweiligen Mittel beider Untersuchungsgruppen sank vom ersten Untersuchungszeitpunkt zum zweiten ab, um dann zum Ende hin wieder anzusteigen. Dabei gestaltete sich der Abfall im Mittel des Futters der zweiten Untersuchungsgruppe um ca. 140 mg Zink/kg TS stärker als im Mittel des Futters der ersten Untersuchungsgruppe. Der darauffolgende Anstieg beider Untersuchungsgruppen fiel deutlich geringer aus als der vorherige Fall.

Tabelle 33: Mineralgehalt des Futters der Gruppen im Untersuchungszeitraum

	25.02.2019		20.05.2019		24.06.2019	
Untersuchungsgruppe	1	2	1	2	1	2
Parameter	MW	MW	MW	MW	MW	MW
Mg (g)	17,23	17,98	17,23	14,83	17,22	18,37
Cu (mg)	77,80	87,94	85,67	76,16	88,93	86,77
Mn (mg)	2106,70	1721,22	691,76	500,68	976,05	634,38
Se (mg)	2,06	13,68	1,98	7,01	2,06	6,87
Zn (mg)	594,35	637,56	565,85	468,20	574,89	485,18

5.2.3 Kalkulation der Aufnahme von Mineralstoffen der Probanden und Untersuchungsgruppen

Die Tabellen 34 bis 39 zeigen die berechneten Literaturwerte für die Probanden, die ihnen an Mineralien zugeführt werden sollten, ebenso die Mittelwerte der Untersuchungsgruppen.

Magnesium

Um eine ausreichende Versorgung mit Magnesium für den Erhaltungsbedarf garantieren zu können, sollten den Probanden im Mittel 8,52 g Magnesium über die Fütterung pro Tag zugeführt werden (MEYER U. COENEN, 2002). Für den Gesamtbedarf lag der Wert nach GEH (1994) bei 10,41 g Magnesium des Futters im Mittel aller Probanden. Der Mittelwert der Probanden berechnet nach FN (2017) lag bei 7,57 g Magnesium. Aus Tabelle 34 können die einzelnen Werte der Probanden entnommen werden.

Tabelle 34: Literaturwerte Mineralienfütterung der Probanden Magnesium in g

Proband	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
MEYER U. COENEN (2002)	8,10	7,65	7,20	6,75	9,54	9,90	7,20	7,65	9,90	10,80	9,00
GEH (1994) Gesamtbedarf	9,90	9,35	8,80	8,25	11,66	12,10	8,80	9,35	12,10	13,20	11,00
FN (2017)	7,20	8,80	6,40	6,00	8,48	8,80	6,40	6,80	8,80	9,60	8,00

Kupfer

Um eine ausreichende Versorgung mit Kupfer garantieren zu können, sollten den Probanden 67,68 mg Kupfer pro Tag über die Fütterung zugeführt werden. Einen oberen Grenzwert nannten MEYER U. COENEN (2002) mit über 431,46 mg Kupfer pro Tag im Mittel. Für den Gesamtbedarf an Kupfer sah GEH (1994) im Mittel der Probanden einen Wert von 109,98 mg Kupfer vor, der dem Pferd pro Tag über die Fütterung zugeführt werden sollte. Der Mittelwert der Probanden berechnet nach der FN (2017) lag bei 100,32 mg Kupfer. Aus Tabelle 35 können die einzelnen Werte der Probanden entnommen werden.

Tabelle 35: Literaturwerte Mineralienfütterung der Probanden Kupfer in mg

Proband	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
MEYER U. COENEN (2002)	72,0	68,0	64,0	60,0	50,9	79,2	41,6	68,0	79,2	81,6	80,0
MEYER U. COENEN (2002) oberer Grenzwert	459,0	433,0	408,0	382,5	324,4	504,9	265,2	433,5	504,9	520,2	510,0
GEH (1994) Gesamtbedarf	117,0	110,1	104,0	97,5	82,7	128,7	67,6	110,5	128,7	132,6	130,0
FN (2017)	95,4	90,1	84,8	79,5	112,4	116,6	84,8	90,1	116,6	127,2	106,0

Mangan

Um eine ausreichende Versorgung an Mangan garantieren zu können, sollten den Probanden im Mittel 338,4 mg Mangan pro Tag über das Futter zugeführt werden (MEYER U. COENEN, 2002). Die FN (2017) gingen von dem selben Wert aus. Mit zusätzlich leichter Arbeit änderte sich der Mittelwert der Probanden nach GEH (1994) auf den Gesamtbedarf von 622,31 mg Mangan. Aus Tabelle 36 können die einzelnen Werte der Probanden entnommen werden.

Tabelle 36: Literaturwerte Mineralienfütterung der Probanden Mangan in mg

Proband	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
MEYER U. COENEN (2002)	360	340	320	300	354	396	208	340	396	408	400
GEH (1994) Gesamtbedarf	630	595	560	525	572	726	448	595	726	768	700
FN (2017)	360	340	320	300	254	396	208	340	396	408	400

Selen

Um eine ausreichende Versorgung an Selen garantieren zu können, sollte den Probanden im Mittel 0,85 mg Selen pro Tag über das Futter zugeführt werden (MEYER U. COENEN, 2002). Die FN (2017) nannte das Mittel der Probanden bei 1,27 mg Selen. Einen Gesamtbedarf von 1,73 mg Selen im Mittel der Probanden ergab sich nach GEH (1994). Der untere Grenzwert im Mittel der Probanden lag nach MEYER U. COENEN (2002) bei 0,21 mg Selen. Aus Tabelle 37 können die einzelnen Werte der Probanden entnommen werden.

Tabelle 37: Literaturwerte Mineralienfütterung der Probanden Selen in mg

Proband	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
MEYER U. COENEN (2002)	0,90	0,85	0,80	0,75	0,64	0,99	0,52	0,85	0,99	1,02	1,00
MEYER U. COENEN (2002) unterer Grenzwert	0,23	0,21	0,20	0,19	0,16	0,25	0,13	0,21	0,25	0,26	0,25
GEH (1994) Gesamtbedarf	1,76	1,66	1,56	1,46	1,56	2,01	1,22	1,66	2,01	2,12	1,95
FN (2017)	1,35	1,28	1,20	1,13	0,95	1,49	0,78	1,28	1,49	1,53	1,50

Zink

Um eine ausreichende Versorgung mit Zink garantieren zu können, sollten den Probanden im Mittel 296,10 mg Zink zugeführt werden (MEYER U. COENEN, 2002). Bei zusätzlich leichter Arbeit ergab sich im Mittel der Probanden ein Gesamtbedarf von 532,69 mg Zink (GEH, 1994). Aus Tabelle 38 können die einzelnen Werte der Probanden entnommen werden.

Tabelle 38: Literaturwerte Mineralienfütterung der Probanden Zink in mg

Proband	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
MEYER U. COENEN (2002)	315	298	280	263	223	347	182	298	347	357	350
GEH (1994) Gesamtbedarf	540	510	480	450	488	622	382	510	622	657	600

Aus Tabelle 39 lassen sich die Mittelwerte der Untersuchungsgruppen entnehmen. MEYER U. COENEN (2002) sowie die FN (2017) gaben dabei für die jeweiligen Richtwerte nicht an, ob diese für den Erhaltungs-, Leistungs- oder Gesamtbedarf galten. Nach GEH (1994) lag somit der Gesamtbedarf im Mittel der ersten Untersuchungsgruppe für Magnesium des Futters tiefer als der Gesamtbedarf der zweiten Gruppe. Bei den Spurenelementen ergab sich nach GEH (1994) immer ein höherer Wert bei der ersten Untersuchungsgruppe.

Tabelle 39: Mittelwerte der Literaturwerte Mineralienfütterung beider Gruppen

Parameter	Magnesium in g		Kupfer in mg		Mangan in mg		Selen in mg		Zink in mg	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Untersuchungs- gruppe										
MEYER U. COENEN (2002)	8,33	9,03	69,00	64,16	345	321	0,863	0,802	301,9	280,7
GEH (1994) Gesamtbedarf	10,18	11,04	112,13	104,26	623	622	1,729	1,715	533,1	531,5
FN (2017)	7,40	8,03	98,05	106,35	345	321	1,294	1,203	-	-

5.2.4 Bilanz der Mineralstoffe im Futter beider Gruppen zu den Untersuchungszeitpunkten

Untersuchung am 25.02.2019

In der Betrachtung der Versorgungslage der Untersuchungsgruppen anhand der verfügbaren Mineralien durch das Futter und den errechneten Gesamtbedarf nach GEH (1994) ließ sich erkennen, dass zum ersten Untersuchungszeitpunkt eine Unterversorgung an Kupfer in beiden Untersuchungsgruppen vorlag.

Tabelle 40: Bilanz der Mineralstoffe im Futter beider Gruppen zum 25.02.2019

Parameter	Magnesium in g		Kupfer in mg		Mangan in mg		Selen in mg		Zink in mg	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Verfügbare Mineralien im Futter	17,23	17,98	77,80	87,94	2107	1721	2,060	13,680	594,4	637,6
GEH (1994) Gesamtbedarf	10,18	11,04	112,13	104,26	623	622	1,729	1,715	533,1	531,5
Differenz	7,05	6,94	-34,33	-16,32	1484	1099	0,331	11,965	61,3	106,1

Untersuchung am 20.05.2019

Bei der Betrachtung der Versorgungslage zum zweiten Zeitpunkt zeigte sich ebenfalls eine Unterversorgung mit Kupfer, wie zum ersten Zeitpunkt in beiden Untersuchungsgruppen.

Dabei nahm die Unterversorgung in Gruppe eins ab und in Gruppe zwei zu. Zusätzlich kam allerdings noch eine Mangan- und Zinkunterversorgung in der zweiten Gruppe hinzu.

Tabelle 41: Bilanz der Mineralstoffe im Futter beider Gruppen zum 20.05.2019

Parameter	Magnesium in g		Kupfer in mg		Mangan in mg		Selen in mg		Zink in mg	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Untersuchungs- gruppe										
Verfügbare Mineralien im Futter	17,23	14,83	85,67	76,16	692	501	1,980	7,010	565,9	468,2
GEH (1994) Gesamtbedarf	10,18	11,04	112,13	104,26	623	622	1,729	1,715	533,1	531,5
Differenz	7,05	3,79	-26,46	-28,10	69	-121	0,251	5,295	32,8	-63,3

Untersuchung am 24.06.2019

Zum letzten Untersuchungszeitpunkt lag weiterhin eine Kupferunterversorgung vor, die aber in beiden Gruppen leicht abnahm. Die Manganunterversorgung aus dem zweiten Zeitpunkt der zweiten Gruppe lag nicht mehr vor, aber die Zinkunterversorgung war noch vorhanden, wenn sie auch leicht abnahm.

Tabelle 42: Bilanz der Mineralstoffe im Futter beider Gruppen zum 24.06.2019

Parameter	Magnesium in g		Kupfer in mg		Mangan in mg		Selen in mg		Zink in mg	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Untersuchungs- gruppe										
Verfügbare Mineralien im Futter	17,22	18,37	88,93	86,77	976	634	2,060	6,870	574,9	485,2
GEH (1994) Gesamtbedarf	10,18	11,04	112,13	104,26	623	622	1,729	1,715	533,1	531,5
Differenz	7,04	7,33	-23,20	-17,49	353	12	0,331	5,155	41,8	-46,3

5.3 Serumspiegel

5.3.1 Mengenelement - Magnesium

Der Magnesiumgehalt des Blutserums lag im Mittel aller Probanden/Poolproben während des Untersuchungszeitraums bei 0,78 mmol/l. Untersuchungsgruppe 1 hatte im Untersuchungszeitraum einen Mittelwert an Magnesium von 0,80 mmol/l, Untersuchungsgruppe 2 hatte hingegen einen Mittelwert von 0,77 mmol/l. Bei der

Betrachtung des Verlaufs der Untersuchungsgruppen, zeigte Gruppe 1 einen konstanten Wert von 0,80 mmol Magnesium pro Liter. Gruppe zwei zeigte hingegen einen Tiefpunkt von 0,70 mmol/l zur Mitte des Untersuchungszeitraumes hin, am 20.05.2019. In Abbildung 4 sind die Magnesiumwerte der beiden Untersuchungsgruppen dargestellt.

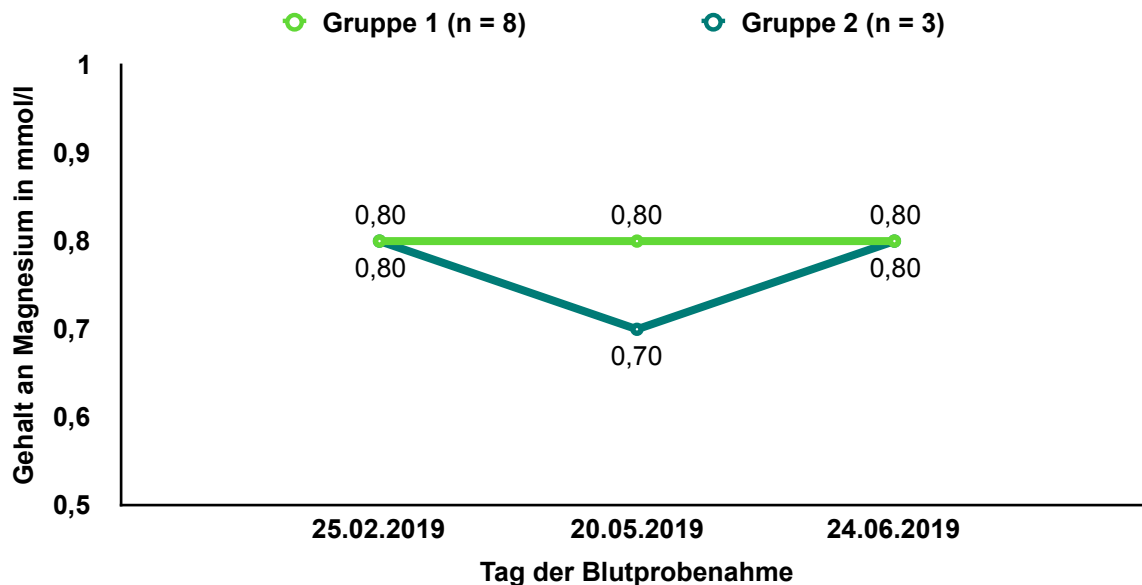


Abbildung 4: Verlauf Magnesiumgehalt in mmol/l der beiden Gruppen im Blutserum

5.3.2 Spurenelement - Kupfer

Der Kupfergehalt des Blutserums lag im Mittel aller Probanden/Poolproben während des Untersuchungszeitraumes bei 14,55 $\mu\text{mol/l}$. Untersuchungsgruppe 1 hatte im Untersuchungszeitraum einen Mittelwert von 14,03 $\mu\text{mol/l}$ Kupfer, Untersuchungsgruppe 2 hatte hingegen einen Mittelwert von 15,07 $\mu\text{mol/l}$. Bei der Betrachtung des Verlaufs beider Untersuchungsgruppen (Abbildung 5), zeigte sich ein konstanter Anstieg des Gehaltes von Kupfer im Blutserum im Untersuchungszeitraum, wobei Untersuchungsgruppe 2 immer höher lag als Untersuchungsgruppe 1. Der Unterschied beider Gruppen näherte sich gegen Ende des Untersuchungszeitraumes allerdings an. So lag zum 25.02.2019 die Differenz noch bei 1,30 $\mu\text{mol/l}$ Kupfer, näherte sich zum 20.05.2019 auf 1,10 $\mu\text{mol/l}$ an und lag zum Ende der Untersuchungen bei 0,70 $\mu\text{mol/l}$.

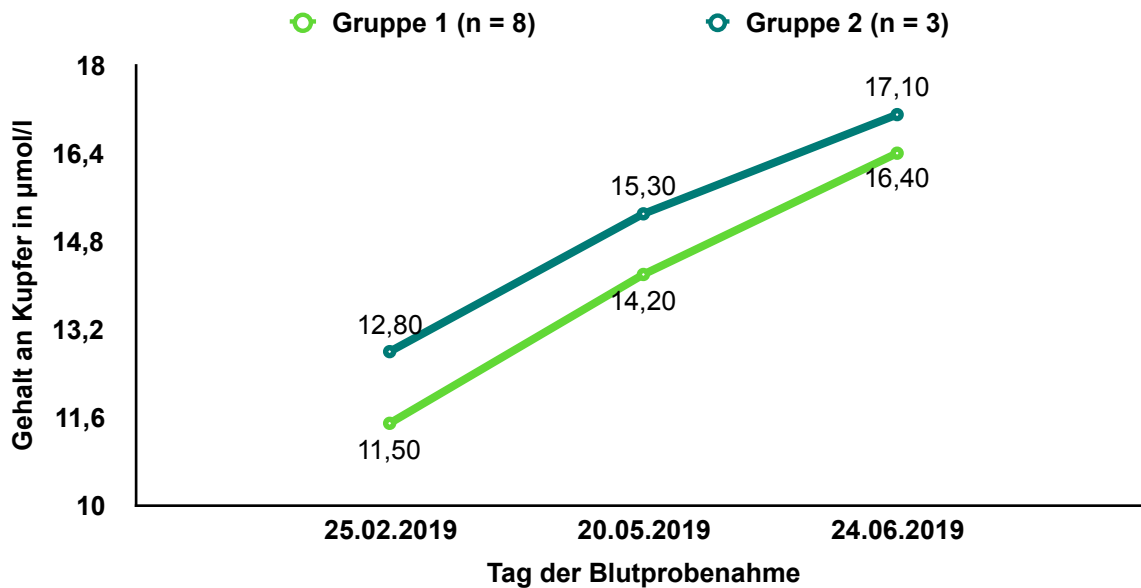


Abbildung 5: Verlauf Kupfergehalt in µmol/l der beiden Gruppen im Blutserum

5.3.3 Spurenelement - Mangan

Der Mangangehalt des Blutserums lag im Mittel aller Probanden/Poolproben während des Untersuchungszeitraums bei 39,78 nmol/l. Untersuchungsgruppe 1 hatte im Untersuchungszeitraum einen Mittelwert von 39,20 nmol/l Mangan, Untersuchungsgruppe 2 hatte hingegen einen Mittelwert von 40,37 nmol/l. Bei der Betrachtung des Verlaufs beider Untersuchungsgruppen zeigte sich ein konstanter Anstieg des Mangangehaltes im Blutserum über den gesamten Untersuchungszeitraum. Dabei traten die größten Differenzen am 20.05.2019 auf; Gruppe zwei wies einen um 2,90 nmol/l höheren Manganwert auf. Der Manganverlauf beider Untersuchungsgruppen ist in Abbildung 6 dargestellt.

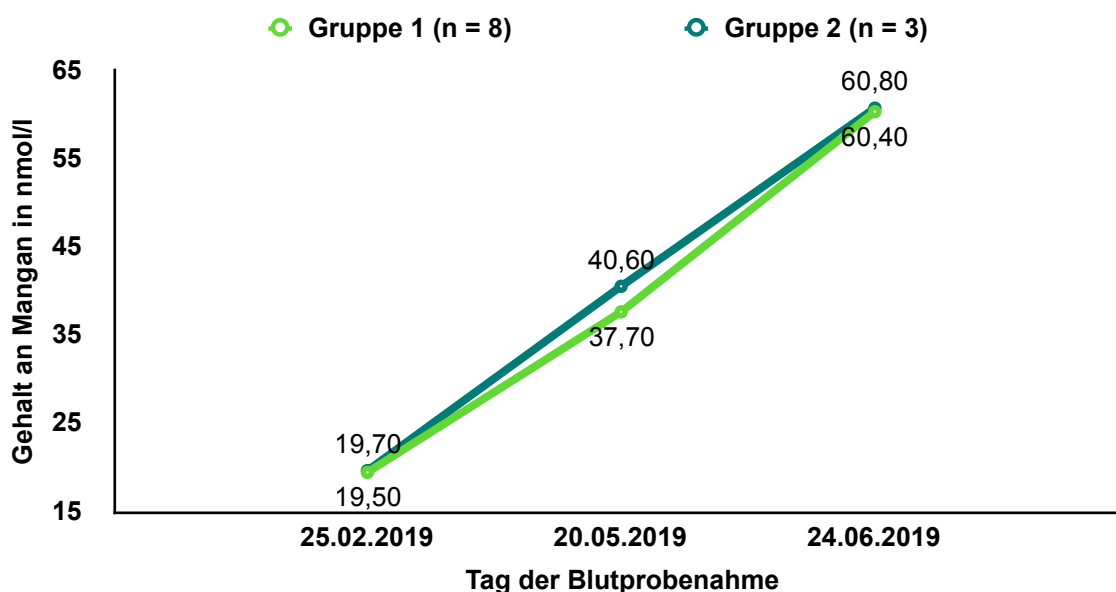


Abbildung 6: Verlauf Mangangehalt in nmol/l der beiden Gruppen im Blutserum

5.3.4 Spurenelement - Selen

Der Selengehalt des Blutserums lag im Mittel aller Probanden/Poolproben während des Untersuchungszeitraums bei 1,18 $\mu\text{mol/l}$. Untersuchungsgruppe 1 hatte im Untersuchungszeitraum einen Mittelwert von 1,35 $\mu\text{mol/l}$ Selen, Untersuchungsgruppe 2 hatte hingegen einen Mittelwert von 1,00 $\mu\text{mol/l}$. Die Poolproben des ersten Untersuchungstages (25.02.2019) ließen aufgrund ihrer geleeartigen Konsistenz keine Selenbestimmung zu. Bei der Betrachtung des Verlaufs der Gehalte beider Untersuchungsgruppen (Abbildung 7) zeigte Untersuchungsgruppe 1 einen leichten Anstieg des Selengehaltes und höhere Werte als Gruppe 2, die Poolproben der zweiten Gruppe hatten einen konstanten Selengehalt von 1,00 $\mu\text{mol/l}$.

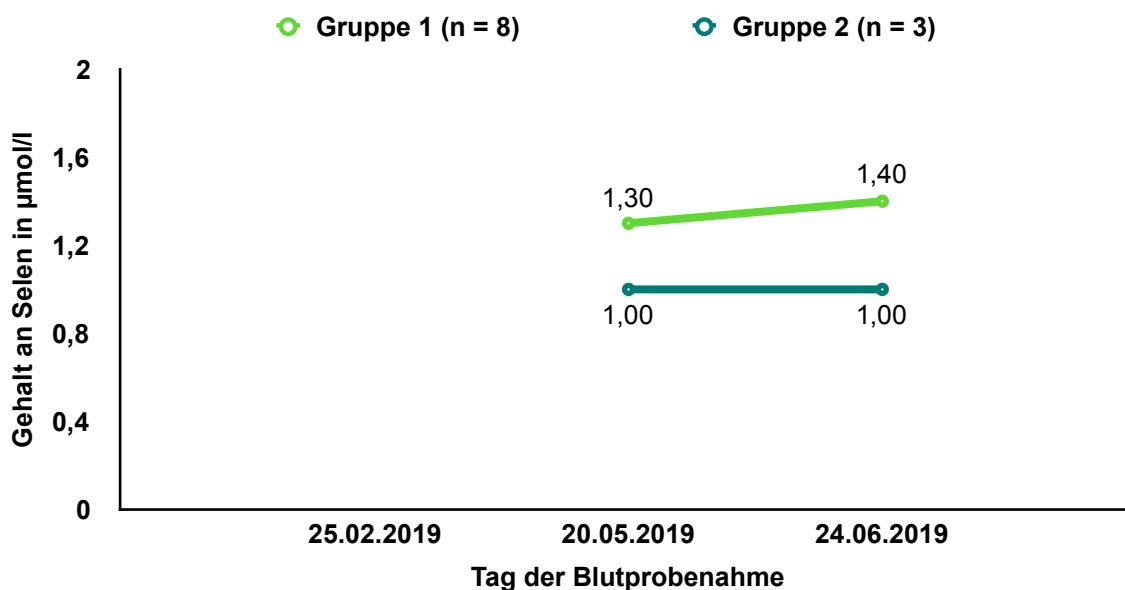


Abbildung 7: Verlauf Selengehalt in $\mu\text{mol/l}$ der beiden Gruppen im Blutserum

5.3.5 Spurenelement - Zink

Der Zinkgehalt des Blutserums lag im Mittel aller Probanden/Poolproben während des Untersuchungszeitraums bei 10,63 $\mu\text{mol/l}$. Untersuchungsgruppe 1 hatte im Untersuchungszeitraum einen Mittelwert von 10,50 $\mu\text{mol/l}$ Zink, Untersuchungsgruppe 2 hatte hingegen einen Mittelwert von 10,77 $\mu\text{mol/l}$. Bei der Betrachtung des Verlaufs beider Untersuchungsgruppen zeigte Gruppe 1 einen leichten Abfall der Kurve zum 20.05.2019 hin, und zum Ende des Untersuchungszeitraumes einen leichten Anstieg auf 11,30 $\mu\text{mol/l}$. Untersuchungsgruppe 2 startete weitaus tiefer als Gruppe 1, stieg aber langsam an zum zweiten Untersuchungstag und überschritt zwischen dem zweiten und dritten Untersuchungstag den Wert der Gruppe 1 und lag somit am Ende des Untersuchungszeitraumes höher als Gruppe 1, bei 15,30 $\mu\text{mol/l}$. Der Zinkverlauf beider Untersuchungsgruppen ist in Abbildung 8 dargestellt.

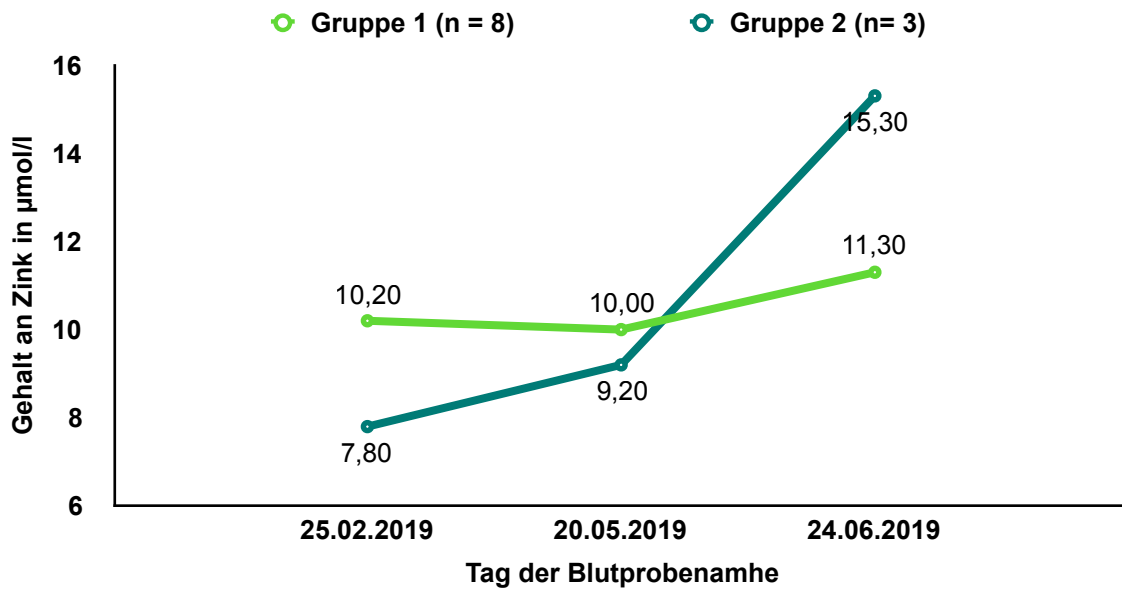


Abbildung 8: Verlauf Zinkgehalt in µmol/l der beiden Gruppen im Blutserum

6 Diskussion

6.1 Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde

6.1.1 Lebendmasse und BCS

Einen geschätzten BCS von 5 nach DLG-VERLAG (2003) hatten Proband vier, sechs, sieben, acht, zehn und elf. Diese sechs Probanden lagen somit im optimalen Bereich der Körperkondition und wurden nach dem BCS beurteilt optimal mit Energie versorgt. Einen zu geringen BCS von vier zeigte Proband fünf. Dieses Pferd wurde demnach mit zu wenig Energie versorgt. An der Fütterung dieses Probanden sollte unbedingt etwas verändert werden, durch einen erhöhten Energiegehalt in der Ration. Proband eins, zwei, drei und neun zeigten einen minimal erhöhten BCS von 6, diese Probanden wurden geringfügig mit Energie übertersorgt. Der BCS befand sich noch im moderaten Bereich CLINQUE DE GROSBOIS (2019) weswegen nur darauf geachtet werden sollte, dass der BCS nicht weiter ansteigt. Bei einem weiteren Ansteigen des BCS mit einhergehendem Übergewicht würde das Pferd vermeidbaren Gesundheitsrisiken ausgesetzt werden. Etwaige Risiken wären die erhöhte Belastung des Atmungs- und Kreislaufsystems, ein erhöhtes Risiko für Hufrehe sowie eine erhöhte Belastung der Hufe, Gliedmaßen und Gelenke. Damit verbunden eine Trägheit aber auch eine erhöhte Belastung der Leber und Nieren (CLINQUE DE GROSBOIS, 2019).

6.1.2 Inhaltsstoffe der Futtermittel

Wiesenheu

Wiesenheu eins hatte zum ersten Untersuchungszeitpunkt einen Kupfergehalt von 3,9 mg/kg TS. Der Mangangehalt lag bei 255,9 mg/kg TS und der Selengehalt lag bei 0,02 mg/kg TS. Nach MEYER U. COENEN (2002) sollte der Kupfergehalt bei 6,0 mg/kg TS liegen, der Gehalt an Mangan bei 110 mg/kg TS und der Selengehalt hätte bei 0,1 mg/kg TS liegen sollen. Der Kupfer- und Selengehalt in Wiesenheu eins war im Vergleich mit der Literatur zu gering, womit die Kupfer- und Selenversorgung der Probanden zum ersten Untersuchungszeitpunkt allein durch das Heu nicht gewährleistet werden konnte. Der Mangangehalt dieses Heus war zu hoch, wodurch durch Wiesenheu eins des ersten Untersuchungszeitpunktes eine Überversorgung der Probanden mit Mangan hätte entstehen können.

Der Kupfergehalt des Wiesenheus zwei zum zweiten Untersuchungszeitpunkt lag bei 4,4 mg/kg TS. Der Mangangehalt lag bei 98,4 mg/kg TS und der Selengehalt lag bei 0,02 mg/kg TS. Außerdem lag der Zinkgehalt bei 27,8 mg/kg TS in Wiesenheu zwei. Nach MEYER U. COENEN (2002) hätte der Kupfergehalt 6,0 mg/kg TS betragen sollen und der Gehalt an Mangan bei 110 mg/kg TS liegen sollen. Der Gehalt an Selen hätte bei 0,1 mg/kg TS liegen müssen und der Zinkgehalt bei 30 mg/kg TS. Somit war im Vergleich mit der Literatur der Kupfer-,

Mangan- und Zink- sowie Selengehalt in Wiesenheu zwei zu gering, womit die Kupfer-, Mangan- und Zink- sowie Selenversorgung der Probanden zum zweiten Untersuchungszeitpunkt durch das Heu nicht gewährleistet war.

Wiesenheu drei wurde zum dritten Untersuchungszeitpunkt verwendet und hatte einen Gehalt an Kupfer von 4,3 mg/kg TS und der Selengehalt lag bei 0,05 mg/kg TS. Außerdem lag der Zinkgehalt bei 25,3 mg/kg TS in Wiesenheu drei. Nach der Literatur durch MEYER U. COENEN (2002) wäre der Kupfergehalt mit 6,0 mg/kg TS optimal gewesen, der Selengehalt sollte bei 0,1 mg/kg TS liegen und der Zinkgehalt bei 30 mg/kg TS. Somit war im Vergleich mit MEYER U. COENEN (2002) der Kupfer- und Zink- sowie Selengehalt in Wiesenheu drei zu gering, womit die Kupfer- und Zink- sowie Selenversorgung der Probanden zu Ration drei durch das Heu hätte nicht gewährleistet werden können.

Die geringen Kupfer- und Selengehalte aber auch der schwankende Mangangehalt des Heus waren auf den Boden zurückzuführen. So stammten die verschiedenen Heuproben wohl von kupfer- und selenarmen sowie manganreichen bzw. -armen Böden. Die Gehalte an Spurenelementen im Boden und damit verbunden die Gehalte im Grünfutter variieren sehr stark entsprechend der Bodenart und der Düngungsintensität (NAVALIS, 2019; FN, 2017). Um eine Übersicht über die vorhandenen Mineralstoffe im Boden zu bekommen, sollte ein Bodenanalyse auch der Böden durchgeführt werden, welche für die Heuproduktion genutzt werden, damit dementsprechend gedüngt werden kann.

Wiesengras

Wiesengras eins der ersten Untersuchungsgruppe zum zweiten Untersuchungszeitpunkt enthielt einen Rohproteingehalt von 129 g/kg TS und einen Rohfasergehalt von 267 g/kg TS. Der Energiegehalt des Wiesengrases zwei der zweiten Untersuchungsgruppe während des zweiten Untersuchungszeitpunktes enthielt 9,8 MJ ME/kg TS, einen Rohproteingehalt von 123 g/kg TS sowie einen Rohfasergehalt von 289 g/kg TS. Zu Beginn der Weideperiode sollte das Gras nach DLG-VERLAG (2003) und MEYER U. COENEN (2002) einen Energiegehalt von 10 - 11 MJ ME/kg TS haben, der Rohproteingehalt sollte bei 150 - 200 g/kg TS liegen und der Rohfasergehalt bei 40 - 50 g/kg TS. Somit lag nach der Literatur der Energiegehalt des Wiesengrases der zweiten Untersuchungsgruppe etwas unter dem Optimalbereich (0,2 MJ ME/kg TS), weswegen eine leichte Unterversorgung der zweiten Untersuchungsgruppe zu Beginn der Weideperiode der Fall hätte sein können. Im Vergleich des Rohproteingehaltes mit der Literatur lag das Wiesenheu beider Untersuchungsgruppen unter dem Optimalbereich der Literatur nach dem DLG-VERLAG (2003) und MEYER U. COENEN (2002), wodurch es zu einer Unterversorgung der Probanden mit Eiweiß hätte kommen können. Im Gegenzug zum Rohproteingehalt war der Rohfasergehalt der beiden Wiesenheuproben erhöht, was allerdings nicht von Nachteilen für die Probanden war, da eine ausreichende Rohfaserversorgung von großer Bedeutung in der Pferdefütterung ist. Allerdings ist das erhöhte Rohfaser der Grund für zu wenig Energie und Rohprotein, diese Werte ergaben sich aus einer späten Ernte des Heus.

In Wiesengras eins lag der Selengehalt bei 0,00 mg/kg TS. In Wiesengras zwei lag ein Selengehalt von 0,02 mg/kg TS vor. Nach der Literatur (MEYER U. COENEN, 2002) hätte der Selengehalt bei 0,01 - 0,12 mg/kg TS liegen sollen. Im Vergleich mit der Literatur lag der Selengehalt bei Wiesengras zwei, welches der zweiten Untersuchungsgruppe zur Verfügung stand, im Optimalbereich (MEYER U. COENEN, 2002), wobei dieser Wert nur die Hälfte der Dedektionslinie darstellte und es somit gut möglich wäre, dass ebenfalls in diesem Wiesengras kein Selen vorhanden war. Der nicht vorhandene und damit zu geringe Selengehalt in Wiesengras eins ist auf die sehr unterschiedlichen Selengehalte der deutschen Standorte zurückzuführen, wobei an vielen Standorten ein unzureichender Selengehalt normal ist. Da Selen nicht bedarfsdeckend vorhanden war, muss das Defizit mit dem Kraftfutter bzw. Zusatzfutter ausgeglichen werden.

Wiesengras drei, welches der ersten Untersuchungsgruppe zum dritten Untersuchungszeitpunkt angehörte, zeigte einen Rohfasergehalt von 303 g/kg TS. Der Rohfasergehalt des Wiesengrases vier, welches der zweiten Untersuchungsgruppe während des dritten Untersuchungszeitpunktes angehörte, enthielt 308 g Rohfaser/kg TS. Im Verlauf der Weideperiode sollte das Gras nach DLG-VERLAG (2003) und MEYER U. COENEN (2002) einen Rohfasergehalt von 60 - 70 g/kg TS aufweisen. Es musste zu viel Fläche pro Pferd während der Weideperiode vorhanden gewesen sein, da der Rohfasergehalt zu hoch lag.

Der Selengehalt lag in Wiesengras drei und vier bei 0,00 mg/kg TS. Nach der Literatur (MEYER U. COENEN, 2002) hätte der Selengehalt bei 0,01 - 0,12 mg/kg TS liegen sollen. In beiden Wiesengrasproben war kein Selen vorhanden und somit eine Unterversorgung zu erwarten. Der nicht vorhandene Selengehalt ist auf die sehr unterschiedlichen Selengehalte der deutschen Standorte zurückzuführen, wobei auf vielen Standorten ein unzureichender Selengehalt üblich ist. Da Selen nicht bedarfsdeckend vorhanden war, musste das Defizit mit dem Kraftfutter bzw. Zusatzfutter ausgeglichen werden (FN, 2017).

6.1.3 Energieversorgung

Der Energiegehalt des Futters aller Probanden im Mittel der ersten Ration lag während der Stallperiode bei 71 MJ ME. Der errechnete Gesamtenergiebedarf im Mittel aller Probanden während der Stallperiode lag nach der FN (2017), modifiziert durch LÜBKE (2017) bei 69,2 MJ ME. Demnach wurden im Mittel alle Probanden adäquat versorgt.

Das Mittel der Probanden zum zweiten Untersuchungszeitpunkt während der Weideperiode lag bei 79 MJ ME. Der berechnete Soll-Gesamtenergiebedarf im Mittel aller Probanden während der Weideperiode lag nach der FN (2017), modifiziert durch LÜBKE (2017) bei 77 MJ ME. Somit stieg der Überschuss an Energie von dem ersten zum zweiten Untersuchungszeitpunkt an, war aber noch nicht von großer Bedeutung und die Probanden wurden im Mittel angemessen mit Energie versorgt.

Das Mittel der Probanden zum dritten Untersuchungszeitpunkt in der Weideperiode lag bei 76 MJ ME. Der errechnete Gesamtenergiebedarf im Mittel aller Probanden während der

Weideperiode lag nach der FN (2017), modifiziert durch LÜBKE (2017) bei 77 MJ ME. Somit sank der Energiegehalt vom zweiten zum dritten Untersuchungszeitpunkt ab und die Probanden waren im Mittel aller mit etwas zu wenig Energie versorgt, was sich aber noch im angemessenen Bereich befand.

Der Energiegehalt im Mittel der ersten Untersuchungsgruppe zum 25.02.2019 (Stallperiode) lag bei 70 MJ ME, der der zweiten Untersuchungsgruppe lag bei 72 MJ ME. Untersuchungsgruppe eins hätte mit 68,7 MJ ME (FN, 2017; mod. LÜBKE, 2017) während der Stallperiode versorgt werden müssen. Dieser Wert hätte bei der zweiten Untersuchungsgruppe bei 70,4 MJ ME liegen sollen. Somit wurden beide Gruppen adäquat mit Energie versorgt.

Der Energiegehalt im Mittel der ersten Untersuchungsgruppe zum zweiten Zeitpunkt (Weideperiode) lag bei 79 MJ ME, der der zweiten Untersuchungsgruppe lag bei 81 MJ ME. Untersuchungsgruppe eins hätte allerdings nur mit 72,8 MJ ME (FN, 2017; mod. LÜBKE, 2017) während der Weideperiode versorgt werden müssen, Untersuchungsgruppe zwei hätte mit 89,4 MJ ME versorgt werden sollen. Dementsprechend wurde Gruppe eins ausreichend mit Energie versorgt, Gruppe zwei hingegen an Energie unterversorgt.

Der Energiegehalt im Mittel der ersten Untersuchungsgruppe lag zum 24.06.2019 (Weideperiode) bei 77 MJ ME, der der zweiten Untersuchungsgruppe lag bei 74 MJ ME. Untersuchungsgruppe eins hätte mit 72,8 MJ ME (FN, 2017; mod. LÜBKE, 2017) während der Weideperiode und somit zum dritten Untersuchungszeitpunkt versorgt werden müssen. Dieser Wert hätte bei der zweiten Untersuchungsgruppe bei 89,4 MJ ME liegen sollen. Weswegen Gruppe eins erneut ausreichend mit Energie versorgt wurde und Gruppe zwei hingegen an Energie unterversorgt wurde.

Allerdings erfolgte eine Kalkulation der Futtermittelaufnahme pro Pferd anhand der Trockenmasseaufnahme nach GEH (1994), weswegen die weitere Diskussion der Energieaufnahme nicht korrekt wäre. Demzufolge ist hier ein weiterer Untersuchungsansatz zu nennen, die Messung und Analyse der Futtermittelaufnahme der Pferde.

6.1.4 Eiweißversorgung

Die Eiweißversorgung lag im Mittel aller Probanden sowie im Mittel der ersten Untersuchungsgruppe zu den drei Untersuchungszeitpunkten über dem Bedarf nach WEYRAUCH (2011), dennoch wurde der Maximalwert nicht überschritten. Folglich kann von einer optimalen Eiweißversorgung der Probanden im Mittel sowie der Probanden im Mittel der ersten Untersuchungsgruppe ausgegangen werden. Ebenso lagen die Werte der Untersuchungsgruppe zwei zum ersten und zweiten Untersuchungszeitpunkt im optimalen Bereich. Während des dritten Untersuchungszeitpunktes lag der Mittelwert der zweiten Gruppe bei einer Menge von 1098 g XP. Die Literatur sieht nach WEYRAUCH (2011) einen Maximalwert der zweiten Gruppe von 1003 g XP vor. Dieser Maximalwert wurde um 95 g XP überschritten. Das überschüssige Eiweiß wurde weiterhin vom Pferd mit dem verbrauchen

von Energie abgebaut, was die Leber und Nieren bzw. der Sauerstoffhaushalt der Pferde vermehrt belastet haben könnte (FN, 2017). Die erhöhte Menge an Rohprotein konnte nicht vom Wiesengras vier der zweiten Gruppe stammen, da dieses Wiesengras mit seinem Gehalt an Rohprotein nach DLG-VERLAG (2003) und MEYER U. COENEN (2002) im optimalen Bereich lag. Weiter könnte ein Grund für die erhöhte Eiweiß-Menge die Kraffutterfütterung der Probanden sein.

6.2 Mineralstoffversorgung

6.2.1 Mengenelement - Magnesium

Die Magnesiumversorgung im Mittel aller Probanden lag im Futter sowie im Blutserum im Optimalbereich der Literaturwerte (GEH, 1994; MEYER U. COENEN, 2002; FN, 2017; LÖBBING, 2003; VMF, 2019; WEBER, 2016; MORITZ, 2014; LABOLKIN, 2019) zu allen drei Untersuchungszeitpunkten, ebenso zeigte sich das Mittel der Probanden der ersten Untersuchungsgruppe.

Der Magnesiumgehalt des Futters lag im Mittel der Probanden der zweiten Gruppe ebenfalls im literaturseitig genannten Optimalbereich (GEH, 1994; MEYER U. COENEN, 2002; FN, 2017). Allerdings sank der Magnesiumgehalt des Futters vom ersten (18 g Magnesium) zum zweiten Untersuchungszeitpunkt auf einen Tiefpunkt von 15 g Magnesium ab und stieg zum dritten Zeitpunkt wieder auf 18 g Magnesium an. Dieser Tiefpunkt im Übergang von der Stall- zur Weideperiode zeigte sich auch im Blutserum der Probanden der zweiten Gruppe. Der Magnesiumgehalt der zweiten Untersuchungsgruppe des Blutserums fiel von 0,80 auf 0,70 mmol/l im Mittel der Probanden und stieg zum dritten Untersuchungszeitpunkt wieder an auf 0,80 mmol/l Magnesium. Somit wurde bis auf die Literatur nach MEYER U. COENEN (2002) der Referenzbereich nach LÖBBING (2003), VMF (2019), WEBER (2016) und MORITZ (2014) sowie LABOKLIN (2019) erreicht. Der Referenzbereich für Magnesium lag nach MEYER U. COENEN (2002) zwischen 0,75 und 0,90 mmol/l Blutserum. In der Übergangsphase war somit Untersuchungsgruppe zwei um 0,05 mmol/l Magnesium im Blutserum unterhalb des Referenzbereiches. Grund dafür ist der geringere Magnesiumgehalt des Grünfutters der zweiten Untersuchungsgruppe. Da die Probanden dieser Gruppe nun kein Heu zusätzlich gefüttert bekamen, reichte für den Referenzbereich des Blutserums nach MEYER U. COENEN (2002) der Magnesiumgehalt des Futters nicht mehr aus. Gegen diese These sprach allerdings der mehr als ausreichende Magnesiumgehalt des Futters zum zweiten Untersuchungszeitpunkt der zweiten Untersuchungsgruppe. Ein weiterer Einflussfaktor auf den Serumgehalt ist die Verdaulichkeit der Futtermittel. Trotz des hohen Wertes an Magnesium zum Untersuchungszeitpunkt der zweiten Gruppe zur Übergangsphase hätte der Wert nicht abfallen dürfen, da die Verdaulichkeit der Grünfuttermittel wesentlich höher liegt als die des Heus (FN, 2017). Dennoch musste sich der Verdauungsapparat des Pferdes in

der Übergangsphase auf die gegebene Futtersituation von ausschließlich Wiesengras als Grundfuttermittel einstellen, weswegen der Magnesiumwert des Blutserums zur Übergangsphase abfiel, obwohl laut der gefütterten Ration und dem Bedarf der Probanden dem Pferd ausreichend Magnesium zur Verfügung stand.

Die kurzfristige Unterschreitung des Referenzbereiches nach MEYER U. COENEN (2002) hatte für die drei Probanden der zweiten Untersuchungsgruppe keine Folgen, da eine kurzfristige und minimale Unterversorgung nicht von Bedeutung war.

6.2.2 Spurenelement - Kupfer

Der Kupfergehalt im Futter aller Probanden im Mittel lag nach der Literatur von GEH (1994) sowie FN (2017) unter dem Kupferbedarf, weswegen ausgehend vom Bedarf im Futter eine Unterversorgung vorlag. Nach MEYER U. COENEN (2002) lag jedoch keine Unterversorgung vor. Dies zeigte sich ebenso im Futter im Mittel aller Probanden zu den zwei weiteren Untersuchungszeitpunkten. Der Mittelwert des Kupfergehaltes im Blutserums aller Probanden während des Untersuchungszeitraumes lag bei 14,55 mmol/l. Damit wurde der Referenzbereich nach VMF (2019) von 18,00 - 21,00 $\mu\text{mol/l}$ unterschritten. Die weiteren Referenzbereiche nach LABOKLIN (2019) und WEBER (2016) sowie MEYER U. COENEN (2002) wurden nicht unterschritten. Ebenso verhielten sich die Mittelwerte der Probanden des Blutserums während des Untersuchungszeitraumes. Folglich wurden die Untersuchungsgruppen zu den Untersuchungszeitpunkten genauer betrachtet.

Bei Betrachtung der einzelnen Untersuchungsgruppen zeigte Gruppe eins einen Mittelwert von 14,03 μmol Kupfer/l Blutserum während des Untersuchungszeitraumes und Gruppe zwei einen Mittelwert von 15,07 $\mu\text{mol/l}$. Somit waren wie im Mittel aller Probanden die beiden Untersuchungsgruppen nur nach VMF (2019) an Kupfer unterversorgt. Nach der weiteren Literatur lag keine Unterversorgung der Untersuchungsgruppen im Mittel vor. Jedoch lag der Mittelwert der Untersuchungsgruppe zwei höher als jener der Gruppe eins. Dieser erhöhte Wert der zweiten Untersuchungsgruppe ließ sich nicht mit den Durchschnittsrationen des Futters der Untersuchungsgruppen erklären, da sich der Unterschied bei den beiden Gruppen im Verlauf ausglich. Allerdings könnte die bessere Verdaulichkeit des Grünfutters ein Kriterium für den höheren Wert der zweiten Untersuchungsgruppe sein (FN, 2017). Außerdem könnte die vorhandene Unterversorgung nach VMF (2019) im Blutserum durch den geringen Kupfergehalt der zugeführten Futtermittel während der Untersuchungszeitpunkte begründet werden.

Die erste Untersuchungsgruppe wies eine Aufnahme an Kupfer über das Futter von 77,80 mg zum ersten Untersuchungszeitpunkt auf. Dieser Wert betrug bei Untersuchungsgruppe zwei 87,94 mg Kupfer. Nach der FN (2017) ließ sich für die erste Untersuchungsgruppe ein Bedarf von 98,05 mg Kupfer berechnen sowie nach GEH (1994) ein Gesamtbedarf von 112,13 mg Kupfer. Für Untersuchungsgruppe zwei lag der Bedarf nach der FN (2017) bei

104,26 mg Kupfer, der selbe Bedarf ließ sich für den Gesamtbedarf nach GEH (1994) berechnen. Somit wurden beide Gruppen im Mittel zum ersten Untersuchungszeitpunkt nach der FN (2017) sowie GEH (1994) mit Kupfer unterversorgt.

Untersuchungsgruppe eins hatte einen Mittelwert der Aufnahme über das Futter der Probanden zum zweiten Untersuchungszeitpunkt von 85,67 mg Kupfer und bei Untersuchungsgruppe zwei lag dieser Wert bei 76,16 mg Kupfer. Im Mittel der ersten Untersuchungsgruppe nach der FN (2017) ergab die Berechnung einen Bedarf von 98,05 mg Kupfer sowie nach GEH (1994) ein Gesamtbedarf von 112,13 mg Kupfer. Für Untersuchungsgruppe zwei lag der Bedarf nach der FN (2017) bei 104,26 mg Kupfer und der Gesamtbedarf nach GEH (1994) lag bei 104,26 mg Kupfer. Weswegen sich auch in den beiden Untersuchungsgruppen im Mittel ein Kupfermangel nach GEH (1994) und der FN (2017) ergab.

Untersuchungsgruppe eins hatte eine Kupferaufnahme von 88,93 mg Kupfer zum dritten Untersuchungszeitraum, dieser Wert lag bei Untersuchungsgruppe zwei bei 86,77 mg. Die erste Untersuchungsgruppe hätte im Mittel nach der FN (2017) einen Bedarf von 98,05 mg Kupfer gehabt sowie nach GEH (1994) ein Gesamtbedarf von 112,13 mg Kupfer. Für Untersuchungsgruppe zwei galt ein Bedarf nach der FN (2017) von 104,26 mg Kupfer und nach GEH (1994) ein Gesamtbedarf mit dem selben Wert. Auch zum dritten Untersuchungszeitpunkt zeigte sich dadurch eine Unterversorgung der Untersuchungsgruppen im Mittel nach FN (2017) sowie nach dem Gesamtbedarf von Geh (1994).

Zusammengefasst ergab sich in Untersuchungsgruppe eins eine kontinuierlich sinkende Unterversorgung nach Geh (1994) und FN (2017), die Werte blieben aber im Bereich der Unterversorgung. Die Untersuchungsgruppe zwei zeigte im Verlauf einen ausgeprägteren Rückgang mit dem Erreichen des Tiefpunktes zum zweiten Untersuchungszeitpunkt.

Zur Betrachtung des Verlaufes des Kupfergehaltes im Blutserum beider Untersuchungsgruppen war zu erwähnen, dass bei beiden im Verlauf des Untersuchungszeitraumes der Kupfergehalt im Blutserum konstant anstieg, aber Untersuchungsgruppe zwei immer einen höheren Wert hatte als Untersuchungsgruppe eins. Der Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen nahm immer mehr ab (von 1,3 $\mu\text{mol/l}$ auf 0,7 $\mu\text{mol/l}$). Ebenso lag bei Betrachtung der Mittelwerte in den Verlaufswerten der Untersuchungsgruppen nur eine Unterversorgung nach VMF (2019) in allen Werten vor. Diese Werte bestätigten somit die Unterversorgung im Futter der Gruppen zu den Untersuchungszeitpunkten (FN, 2017; GEH, 1994). Ansonsten lagen die Verlaufswerte beider Untersuchungsgruppen während des gesamten Untersuchungszeitraums im Referenzbereich, was wiederum die Literaturwerte im Futter nach MEYER U. COENEN (2002) bestätigte. Der im Verlauf ansteigende Kupfergehalt lässt darauf schließen, dass das Wiesengras eine bessere Verdaulichkeit hatte als das Wiesenheu. Dies kann auch den Unterschied zwischen den beiden Gruppen erklären, da Untersuchungsgruppe zwei nur

Wiesengras als Grünfütter bekam und somit mehr Kupfer aufnehmen konnte als Gruppe eins, welche etwa zur Hälfte der Ration Wiesenheu erhielt, allerdings nicht zur ersten Ration. Der konstante Anstieg des Kupfergehaltes im Blutserum bestätigte ebenfalls den Verlauf des Kupfergehaltes im Futter der ersten Untersuchungsgruppe. Dennoch spiegelte sich der Einknick bei der zweiten Untersuchungsgruppe zum zweiten Zeitpunkt nicht wieder und konnte somit im Blut nicht nachgewiesen werden.

6.2.3 Spurenelement - Mangan

Eine auffällige Mangan-Menge zeigte sich im Mittel der Probanden des Futters bei den Untersuchungsgruppen zu dem ersten Untersuchungszeitpunkt. So lag der Mangangehalt beider Gruppen im Futter im adäquaten Bereich, allerdings wurde der Mangangehalt im Blutserum beider Gruppen zum ersten Zeitpunkt nach WEYRAUCH (2016) unterschritten. Beide Gruppen zeigten einen Gehalt von 20 mmol Mangan/l Blutserum. Der Referenzbereich nach WEYRAUCH (2016) lag bei 32 - 81 mmol Mangan/l Blutserum. Somit lag eine Manganunterversorgung beider Gruppen zum ersten Untersuchungszeitpunkt vor. Daher musste von einer schlechten Verdaulichkeit des Heus ausgegangen werden, da sich ansonsten die Mangangehalte des Blutserums analog zum Mangangehalt des Futters verhalten hätten. Diese schlechtere Verdaulichkeit des Heus zeigte sich ebenso im Übergang von Stall- zur Weideperiode. So lagen zu diesem Zeitpunkt wieder beide Gruppen im Referenzbereich nach WEYRAUCH (2016), allerdings zeigte Untersuchungsgruppe eins einen niedrigeren Wert als Untersuchungsgruppe zwei. Dieser niedere Wert ließ sich ebenfalls auf die geringere Verdaulichkeit des Heus zurückführen. Denn Untersuchungsgruppe eins erhielt im Gegensatz zu Gruppe zwei zu diesem Untersuchungszeitpunkt weiterhin Heu. Außerdem enthielt das Wiesenheu zum Wechsel von Stall- auf Weidehaltung einen zu geringen Mangangehalt, wodurch der tiefere Wert der ersten Untersuchungsgruppe weiterhin begünstigt wurde. Entgegen der Blutwerte verhielt sich die Mangan-Menge im Futter der zweiten Gruppe zum zweiten Untersuchungszeitpunkt. Der Mittelwert dieser Gruppe lag bei 501 mg Mangan. Nach GEH (1994) hätte diese Gruppe einen Gesamtbedarf von 623 mg Mangan gehabt, weswegen bei dieser Gruppe eine Unterversorgung anhand der Futterberechnungen nach GEH (1994) vorlag. Zu Untersuchungsgruppe zwei war zu erwähnen, dass diese Probanden von der Stallhaltung in die komplette Weidehaltung wechselten und somit das Wiesenheu als Manganquelle komplett durch Wiesengras ersetzt wurde. Dieses Wiesengras zwei enthielt mehr Mangan als das Wiesengras eins der ersten Untersuchungsgruppe, dennoch stand den Pferden der zweiten Untersuchungsgruppe weniger Mangan zur Verfügung, da sie kein Wiesenheu (2) erhielten, welches ca. 40 mg Mangan im kg TS mehr enthielt. Somit reichte das Grundfutter der zweiten Untersuchungsgruppe zur zweiten Ration nicht aus, um den Manganbedarf der einzelnen Probanden abzudecken. Dieses Defizit müsste mit manganreicheren Futtermitteln in Form von Kraft- und Ergänzungsfuttermitteln in der Übergangsphase von Stall- zu Weideperiode ausgeglichen werden. Die Unterversorgung der einzelnen Probanden war

jedoch nur kurzfristig, weswegen die Funktion der Eierstöcke sowie der Muskel- und Sehnenstoffwechsel nicht beeinträchtigt wurde. Des Weiteren ist Mangan ein Cofaktor im Mineral- und Fettstoffwechsel (MEYER U. COENEN, 2002) und schützt zusätzlich vor freien Radikalen (NAVALIS, 2019), wodurch in diesen Stoffwechseln bei den einzelnen Probanden bei einer längeren Unterversorgung, die sich allerdings nicht zeigte, Probleme hätten auftreten können.

6.2.4 Spurenelement - Selen

Der Selengehalt im Blutserum lag im Mittel aller während des Untersuchungszeitraumes bei 1,18 µmol/l. Das Blutserum von Pferden sollte nach VMF (2019) einen Gehalt von 1,30 - 3,20 µmol/l haben, nach LABOKLIN (2019) und WEBER (2016) 1,27 - 2,54 µmol/l und nach MEYER U. COENEN (2002) sollte Blutserum von Pferden einen Gehalt an Selen von 1,27 - 3,18 µmol/l haben. Somit war das Mittel aller Probanden während des Untersuchungszeitraumes nach den Referenzbereichen der Literatur an Selen unterversorgt, da die Referenzbereiche nicht erreicht wurden.

Im Mittel der Untersuchungsgruppen während des Untersuchungszeitraumes lag Gruppe zwei bei 1,00 µmol Selen/l Blutserum. Somit zeigte Gruppe zwei im Mittel während des Untersuchungszeitraumes einen Wert unter den Referenzbereichen der Literatur liegend und wurde somit an Selen unterversorgt.

Untersuchungsgruppe zwei zeigte im Verlauf des Blutserums einen konstanten Wert von 1,00 µmol Selen/l. Diese Gruppe war also mit Selen unterversorgt worden. Die Unterversorgung der zweiten Gruppe zeigte sich nicht im Futter der gesamten Gruppe während der drei Untersuchungszeitpunkte. Allerdings zeigte sich besonders an Proband zehn eine Unterversorgung in der Fütterung. Der Selengehalt der Böden variiert sehr stark, weswegen eine ausreichende Selenversorgung durch das Kraft- und Zusatzfutter abgedeckt werden sollte. Durch eine Unterversorgung mit Selen kann der Muskelaufbau, das Immunsystem aber auch die Funktion der Schilddrüse beeinträchtigt werden (FN, 2017). Weswegen die ausreichende Selenversorgung der Probanden der zweiten Gruppe kontrolliert und reguliert werden sollte, sodass der Bedarf der Probanden gedeckt werden kann. Somit wurde eine Selenzufütterung vor allem während kompletter Weidehaltung empfohlen.

6.2.5 Spurenelement - Zink

In der zweiten Untersuchungsgruppe zeigte sich der Verlauf der Wert des Zinkgehalts im Blutserums eher weniger konstant. Zum 25.02.2019 lag der Serumgehalt an Zink in der zweiten Untersuchungsgruppe bei 7,8 µmol/l. Der Referenzbereich lag für Zink im Blutserum des Pferdes nach LABOKLIN (2019) bei 9,2 - 19,9 µmol/l, für WEBER (2016) bei 7,65 - 19,88 µmol/l und für SYNLAB (2018) bei 5,55 - 11,34 µmol/l. Des Weiteren nannten MEYER U.

COENEN (2002) einen Referenzbereich von 9,2 - 18,4 µmol/l. Somit wurde der Referenzbereich nach LABOKLIN (2019) und MEYER U. COENEN (2002) unterschritten und nach dieser Literatur lag eine Unterversorgung mit Zink vor. Allerdings wurde zu diesem Untersuchungszeitpunkt der Referenzbereich nach WEBER (2016) und SYNLAB (2018) nicht unterschritten, folglich war die Versorgung mit Zink optimal, aber im unteren Bereich der Empfehlungen. Gegen diesen tieferen Wert im Blutserum im Vergleich zur ersten Untersuchungsgruppe sprachen die Mittelwerte des ersten Untersuchungszeitpunktes im Futter der zwei Gruppen. In der Fütterung zeigten beide Untersuchungsgruppen eine optimale Zinkversorgung zum ersten Untersuchungszeitpunkt. Grund für den dennoch tiefen Wert im Blutserum der zweiten Untersuchungsgruppe dürfte die schlechte Verdaulichkeit des Heus sein. Diese liegt nach FN (2017) bei 45 - 66 %, weshalb vom Pferd nicht ausreichend Zink aufgenommen werden konnte, obwohl es dem Pferd in ausreichender Menge nach GEH (1994) zugeführt wurde. In den Referenzbereichen wurden bereits Verdaulichkeiten grob berücksichtigt, allerdings kann der Rohfasergehalt hier eine Rolle spielen, da überständiges Futter eine geringere Verdaulichkeit aufweist.

Der zweite Wert der zweiten Untersuchungsgruppe war leicht angestiegen auf 9,2 µmol Zink/l Blutserum. Mit diesem Wert befand sich die zweite Untersuchungsgruppe ebenfalls im Optimalbereich der Referenzbereiche nach der Literatur. So stieg mit dem Umstellen von Stall- auf komplette Weidehaltung der Zinkgehalt im Blutserum an, weswegen eine bessere Zinkversorgung durch die Weidehaltung ermöglicht wurde. Dies bestätigte auch der dritte Wert der zweiten Untersuchungsgruppe. Dieser Wert lag bei 15,3 µmol/l. Allerdings wurde damit nach Synlab (2018) der Referenzbereich überschritten, wohingegen die anderen Referenzbereiche nicht überschritten wurden. Die Überschreitung dieses einen Referenzbereiches ist dennoch als eine adäquate Versorgung mit Zink anzusehen, da eine Überversorgung vom Pferd toleriert wird. Somit zeigte sich die Zinkversorgung auf der Weide deutlich besser, weswegen auf eine schlechtere Verdaulichkeit des Heus zu schließen war.

Entgegengesetzt zum Blutwert zeigte sich die Versorgung der Probanden mit Zink nach den Futterwerten. So lag der Zinkgehalt der zweiten Untersuchungsgruppe zum zweiten Zeitpunkt im Futter bei 468,20 mg Zink. Untersuchungsgruppe zwei hätte mit 280,70 mg Zink nach MEYER U. COENEN (2002) versorgt werden müssen, der Gesamtbedarf lag bei dieser Gruppe nach GEH (1994) bei 531,53 mg Zink. Die zweite Gruppe wurde nach GEH (1994) im Gesamtbedarf an Zink unterversorgt. Zum dritten Untersuchungszeitpunkt lag die Zink-Menge in der zweiten Untersuchungsgruppe bei 485,18 mg Zink. Untersuchungsgruppe zwei hätte mit 280,70 mg Zink nach MEYER U. COENEN (2002) versorgt werden müssen, der Gesamtbedarf lag in dieser Gruppe nach GEH (1994) bei 531,53 mg Zink. Untersuchungsgruppe zwei wurde also nach GEH (1994) im Gesamtzinkbedarf mit Zink unterversorgt.

Ein zu tiefer Zinkgehalt zeigte sich nur im Heu der ersten Untersuchungsgruppe zu den zwei letzteren Zeitpunkten, weswegen ein zu geringer Zinkgehalt in den Grundfuttermitteln nicht

ausschlaggebend war für die Zinkunterversorgung anhand der Futterwerte der zweiten Untersuchungsgruppe. Folglich war die Kraftfutterfütterung der einzelnen Probanden für die Unterversorgung verantwortlich. Eine mangelnde Zinkversorgung kann zwar auch durch einen erhöhten Weidegang begünstigt werden, allerdings hätte sich dies in den Blutwerten zeigen müssen, was aber nicht der Fall war. Daher war von einer optimalen Zinkversorgung auszugehen. Des Weiteren ist bei diesen Probanden die geringe Zinkversorgung als adäquat anzunehmen, da eine leichte Unterversorgung von den Pferden toleriert wird und nach den Blutwerten keine Unterversorgung festgestellt wurde.

6.3 Ableitungen für den Halter

6.3.1 Stallperiode

Während der Stallperiode sollte anhand der Futterwerte und der errechneten Bedarfswerte vor allem die ausreichende Kupferversorgung bedacht werden. Denn nach GEH (1994) an Kupfer lag eine Unterversorgung mit Kupfer in beiden Untersuchungsgruppen vor. Diese Unterversorgung zeigte sich auch bei der Analyse der Poolproben des Blutserums bei beiden Untersuchungsgruppen. Diese Unterversorgung mit Kupfer lag allerdings nur beim Vergleich mit einem Literaturwert (VMF, 2019) vor, weswegen von einer adäquaten Kupferversorgung aufgrund der Blutwerte ausgegangen werden konnte und keine gezielte Kupferzufuhr erfolgen musste, da die Blutwerte den Wert des Futters nicht bestätigten.

Des Weiteren zeigte sich bei den Blutwerten eine Unterversorgung mit Mangan bei beiden Untersuchungsgruppen, was darauf schließen lässt, dass die Mangan-Mengen des Futters den Optimalbereichen entsprachen und dass die Verdaulichkeit des Heus nicht optimal war, wodurch der Mangangehalt im Blutserum so gering ausfiel. Weswegen während der Stallperiode eine gezielte Manganzufütterung erfolgen sollte.

Eine Unterversorgung mit Zink zeigte sich auch im Blutserum der zweiten Untersuchungsgruppe. Diese Unterversorgung war nicht durch die Futtermittel zu begründen, sondern vielmehr mehr durch die mangelnde Verdaulichkeit der Futtermittel und die unterschiedliche Verdaulichkeit bei den Pferden, da das Heu beider Gruppen ausreichend Zink enthielt und nur Gruppe zwei die Unterversorgung zeigte. Seitens der Halter sollte eine Zinkzufütterung erfolgen.

Die Versorgungslage aufgrund der Blutwerte an Selen konnte zur Stallperiode nicht ermittelt werden, da die Untersuchung im Labor der zweiten Poolproben auf Selen nicht möglich war und somit keine Ergebnisse vorlagen.

6.3.2 Übergangsphase - Stall- zu Weideperiode

In der Übergangsphase zeigte sich bei den Futterwerten erneut eine Unterversorgung mit Kupfer beider Gruppen, wobei sich die Kupferunterversorgung der zweiten Gruppe weiter

zunahm. Diese Unterversorgung zeigte sich auch bei der Analyse der Poolproben des Blutserums bei beiden Untersuchungsgruppen. Diese Unterversorgung mit Kupfer lag allerdings nur beim Vergleich mit einem Literaturwert (VMF, 2019) vor, weswegen von einer adäquaten Kupferversorgung aufgrund der Blutwerte ausgegangen werden konnte und keine gezielte Kupferzufütterung erfolgen musste, da die Blutwerte den Wert des Futters nicht bestätigten. Eine Überversorgung mit Kupfer lag aufgrund der Blutwerte nicht vor und war auch nicht zu erwarten. Also würde eine dennoch erfolgende prophylaktische Kupferzufütterung der Pferde, von den Pferden aufgrund deren Blutwerte toleriert werden. Somit lag es im Ermessen des Halters ob eine weitere Kupferzufütterung während der Übergangsphase erfolgt.

Eine weitere Unterversorgung bei der Fütterung zeigte sich in der Übergangsphase bei Mangan und Zink in der zweiten Untersuchungsgruppe. Was bei beiden Elementen nicht durch das Grundfutter und dessen Gehalte zu begründen war und sich auch nicht in den Blutwerten zeigte. Diese Unterversorgung zeigte sich nur anhand eines Literaturwertes (GEH, 1994), der aufgrund der optimalen Versorgung anhand der Blutwerte vernachlässigt werden konnte und eine optimale Mangan- sowie Zinkversorgung der Probanden zur Übergangsphase vorlag.

In der Übergangsphase war Untersuchungsgruppe zwei beurteilt anhand der Analyse des Blutserums mit Magnesium unterversorgt. Das Wiesen gras dieser Gruppe hatte einen geringen Magnesiumgehalt. Außerdem musste sich der Verdauungsapparat des Pferdes auf das ausschließliche Wiesen gras einstellen, was eine verminderte Resorption nach sich zog. Und somit sind die Pferde an Magnesium unterversorgt worden, obwohl laut der gefütterten Ration und dem Bedarf der Probanden dem Pferd ausreichend Magnesium zur Verfügung stand. Die kurzfristige Unterschreitung des Referenzbereiches war für die Probanden nicht von Bedeutung. Die Zufütterung von Magnesium wäre optional zu empfehlen, ist aber nicht als zwingend anzusehen.

Zusätzlich zeigte sich bei Selen eine Unterversorgung im Blutserum der zweiten Untersuchungsgruppe. Diese Unterversorgung fand sich jedoch nicht in den Futterwerten. Die Verdaulichkeit des Grünfutters, bzw. die Resorption war in der Übergangsphase als vermindert einzustufen, da das Futter überständig war und die hohen Rohfasergehalte die verminderte Verdaulichkeit des Futters begünstigten, weswegen eine Zufütterung von Selen in der zweiten Gruppe erfolgen sollte. Der Selengehalt der Böden variiert sehr stark, weswegen eine ausreichende Selenversorgung durch das Kraft- und Zusatzfutter gewährleistet werden sollte.

6.3.3 Weideperiode

Ausgehend von dem Futter welches den Probanden zur Verfügung stand lag keine Unterversorgung mit Kupfer vor, obwohl das Wiesenheu drei, welches der ersten Gruppe gefüttert wurde, einen zu geringen Kupfergehalt aufwies. Bestätigt wurde diese optimale Versorgungslage der Pferde anhand deren Blutwerten. So lag nach LABOKLIN (2019), WEBER

(2016) und MEYER U. COENEN (2002) eine ausreichende Kupferfütterung vor. Unterversorgt waren die Probanden der Gruppen lediglich im Vergleich mit einem in der Literatur genannten Wert (VMF, 2019); daher kann die erfolgte Kupferzufuhr als ausreichend eingestuft werden.

Ausgehend von den Futterwerten lag zusätzlich bei Untersuchungsgruppe zwei eine Zinkunterversorgung vor. Die Blutanalysen bestätigten diese Unterversorgung nicht, weswegen von einer optimalen Zinkversorgung ausgegangen wurde und es im Ermessen der Halter lag, ob eine Zufütterung von Zink stattfinden soll oder nicht.

In den Futterwerten der zweiten Gruppe fand sich eine optimale Selenversorgung. Dagegen sprachen jedoch die Blutwerte der zweiten Gruppe, aufgrund derer eine Unterversorgung mit Selen bei der zweiten Gruppe vorlag. Grund für die Unterversorgung war unter anderem Wiesengras vier, welches Gruppe zwei zur Verfügung stand. Wiesengras zwei hatte einen zu geringen Selengehalt, welcher aufgrund des variierenden Selengehaltes der Böden (FN, 2017) zustande kam. Dies in Verbindung mit der zusätzlichen individuellen Fütterung der Pferde ergab im Mittel der Probanden eine ausreichende Selenversorgung, durch die vereinzelt sehr hohe Selenversorgung der Probanden. Wäre dies der Fall gewesen, so hätte sich auch im Blutserum der Poolproben eine optimale Selenversorgung zeigen müssen. Weswegen von fehlerhaften Futterwerten bzw. einer verminderten Resorption aus unbekanntem Gründen ausgegangen werden musste und eine Selenunterversorgung vorlag und es weiter einer Selenzufütterung bedarf, aber auch einer Selendüngung des Grünlands.

7 Schlussfolgerung

Aus den bearbeiteten Daten der Futtermittel- und Serumanalysen können folgende Schlussfolgerungen hinsichtlich der Zielstellungen gezogen werden.

1. Alle drei Heuproben zeigten einen optimalen Energie-, Protein- und Rohfasergehalt. Die Wiesengrasproben beider Gruppen zeigten zum 20.05.2019 einen optimalen Gehalt an Energie, der Rohproteingehalt lag nach der Literatur zu tief und der Rohfasergehalt zu hoch, was zu einer verminderten Resorption der Inhaltsstoffe führte. Das Wiesengras beider Gruppen zum 24.06.2019 hatte einen optimalen Gehalt an Energie und Protein, der Rohfasergehalt lag ebenfalls zu hoch, was ebenfalls zu einer verminderten Resorption der Inhaltsstoffe führte.
Auffällig war ein zu niedriger Kupfer- und Selengehalt aller Heuproben, weiter hatte Heu eins einen zu hohen Mangangehalt und Heu zwei einen zu niedrigen Mangangehalt. In Heu zwei und drei lag ein zu niedriger Zinkgehalt vor. Alle vier Grasproben zeigten einen auffälligen Selengehalt, wobei Gras eins, drei und vier einen zu niedrigen Gehalt aufwiesen und Gras zwei einen optimalen Selengehalt hatte.
2. Alle Probanden, mit Ausnahme von Pferd fünf, zeigten einen BCS von fünf oder sechs, weswegen diese zehn Probanden bedarfsgerecht gefüttert wurden. Proband fünf hatte einen BCS von vier, der sich unter dem optimalen Bereich befand, und wurde somit an Energie unterversorgt, weswegen eine höhere Energiegabe notwendig wurde.
3. Untersuchungsgruppe eins wurde während des Untersuchungszeitraumes optimal mit Magnesium, Selen und Zink versorgt. Der Kupferwert des Blutserums beider Untersuchungsgruppen unterschritt lediglich einen von vier in der Literatur genannten Referenzbereichen, daher wird dennoch von einer optimalen Kupferversorgung ausgegangen. Der Mangangehalt beider Untersuchungsgruppen zeigte sich zum ersten Untersuchungszeitpunkt unter dem Referenzbereich und somit nicht im optimalen Bereich. Zu den nächsten beiden Zeitpunkten lag der Mangangehalt im optimalen Bereich. Die Zinkmenge war zum ersten Untersuchungszeitpunkt zu gering. Der Magnesiumgehalt der zweiten Gruppe war zur Übergangsphase von Stall- zu Weidegang zu niedrig. Außerdem lag der Selengehalt des zweiten und dritten Untersuchungszeitpunktes unter dem Referenzbereich. Somit lag eine Unterversorgung von Zink, Magnesium und Selen zu den genannten Zeitpunkten in Gruppe zwei vor.
4. In der Versorgung mit Mineralien im Übergang von der Stall- zur Weidefütterung zeigten sich in allen drei Untersuchungszeiträumen Unterschiede. Während der Stallperiode sollte unbedingt eine ausreichende Versorgung mit Mangan und Zink gewährleistet werden, da sich die Versorgungslage im Blutserum der Pferde zu diesem Zeitpunkt nicht optimal darstellte. In der Übergangsphase zeigte sich im Gehalt von Magnesium und Selen im Blutserum eine Unterversorgung und in der Weideperiode war eine Unterversorgung an Selen zu erkennen. Somit konnte eine optimale Versorgung mit allen

Mineralstoffen in den differenzierten Untersuchungszeiträumen nicht gewährleistet werden.

5. Die Mineralien Magnesium, Mangan, Zink und Selen benötigten eine besondere Berücksichtigung und sollten zugefüttert werden.

Für weitere Untersuchungen können folgende Ansatzpunkte in Betracht gezogen werden:

1. Die Analyse der Serumproben individuell für jedes Pferd um einen detaillierteren Überblick über die Versorgungsalge der einzelnen Probanden während des Untersuchungszeitraumes zu erhalten.
2. Die Untersuchung des Blutserums über den Zeitraum eines Jahres um einen besseren Überblick bei der Umstellung von Stall- auf Weidehaltung zu erhalten.
3. Validere Ergebnisse würde eine einheitliche Fütterung der Pferde der Untersuchungsgruppen ergeben, um den Bedarf des einzelnen Pferdes genauer betrachten zu können und die Gruppe einheitlicher bewerten zu können. Dazu sollten die Untersuchungsgruppen die gleiche Anzahl Probanden umfassen.
4. Die Futteraufnahme der einzelnen Probanden sollte gemessen werden, um genauere Werte je Pferd ermitteln zu können.
5. Durchführen von Bodenanalysen, um Mineralstoffmängel besser den verschiedenen Böden zuordnen zu können. Dabei sollte nicht nur die Analyse der Böden der verschiedenen Koppeln in Erwägung gezogen werden, sondern auch die der Wiesen, von denen das verfütterte Heu stammt.

8 Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Arbeit galt es, die Versorgungslage der Pferde mit Mineralstoffen im Übergang von Stall- zu Weideperiode zu prüfen. Dabei wurden Daten zum BCS und der einzelnen Fütterung der Probanden erfasst und ausgewertet. Des Weiteren wurden Heu- und Grasproben genommen sowie analysiert. Außerdem erfolgte die Entnahme von Blutproben, die in Poolproben analysiert wurden. Die Grundlage der Untersuchungen waren elf Pferde, die sich in zwei Gruppen aufteilten. Acht Pferde, die sich während der Weidesaison nur tagsüber auf der Weide befanden, bildeten die erste Gruppe. Drei Pferde bildeten die zweite Gruppe, die ganztägig, also Tag und Nacht auf der Weide standen. Die Probanden wurden auf einem Baden-Württembergischen Pensionsstall im Remstal gehalten. Die Datenerfassung erfolgte von Februar 2019 bis Juni 2019.

Die Analysen ergaben, dass im Übergang von der Stall- zur Weideperiode ein Mehrbedarf an Magnesium vorhanden war, als ihn die gegebene Fütterung zu erbringen im Stande war. Außerdem wurde der Bedarf an Mangan und Zink in der Stallperiode nicht ausreichend gedeckt, weswegen eine erhöhte Fütterung an diesen Spurenelementen notwendig wurde. Aufgrund der Datenlage können keine validen Aussagen zum Spurenelement Selen gemacht werden, es gibt jedoch Hinweise darauf, dass Selen nicht ausreichend in den Böden vorhanden war. Die zusätzliche Gabe von selenhaltigen Futtermitteln ist daher zu empfehlen.

9 Literaturverzeichnis

AGROBS (2019)

Agrobs GmbH, Angerbreite 27, 82541 Degerndorf, Florian Berger (Geschäftsführer); Internetseite zu den Inhaltsstoffen und der Zusammensetzung der Futtermittel von Agrobs; Link zuletzt abgerufen am 19.07.2019 <https://www.agrobs.de/pferdefutter/de/legal/impressum/>

BEWEKA (2019)

Beweka Kraftfutterwerk GmbH, Hafenstraße 39, 74076 Heilbronn zu den Inhaltsstoffen und der Zusammensetzung der Amofela Allround Pellets; Link zuletzt abgerufen am 12.07.2019 <https://www.beweka.com/heimtiere/pferd/amofela-allround-pellets.html>

CLINQUE DE GROSBOIS (2019)

Clinique de Grosbois 2019; Quels sont les dangers du surpoids chez le cheval? Comment le corriger? Artikel zuletzt abgerufen am 03.09.2019 <http://www.cliniqueveterinairegrosbois.fr/quels-sont-les-dangers-du-surpoids-chez-le-cheval-comment-le-corriger/>

DLG-VERLAG (1994)

Gesellschaft für Ernährungsphysiologie / Ausschuss für Bedarfsnormen; GT - Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde - Frankfurt am Main: DLG-Verlag, 1994; DLG-Verlags-GmbH, Eschborner Landser. 122, 60489 Frankfurt am Main

DLG-VERLAG (2003)

Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. - Arbeiten der DLG / Band 198: Praxisgerechte Pferdefütterung; Eine Information des DLG-Arbeitskreises Futter und Fütterung; DLG-Verlags-GmbH, Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main

EQUI-SPECIAL (2019)

ESP-Equi-Special Schillerstraße 112/1 73614 Schorndorf: Angaben zu dem Mineralfutter Equi-Special; PDF zuletzt abgerufen am 19.07.2019 http://www.equispecial.de/pdf/Pferd_Equi-Special_Pellets_Forte.pdf

FN (2017)

FNverlag der Deutschen Reiterlichen Vereinigung e.V. GmbH - Bereich Sport, Abteilung Ausbildung und Wissenschaft - Bundesverband für Pferdesport und Pferdezucht Fédération Equestre Nationale (FN), Warendorf 2017: Grundwissen zur Haltung, Fütterung, Gesundheit und Zucht. 18. Auflage; ISBN 978-3-88542-724-7

GEH (1994)

Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere, 1994: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung des Pferdes. DLG-Verlag, Frankfurt/Main.

GOOGLEMAPS (2019)

Google Ireland Limited, Gordon House, Barrow Street, Dublin 4 Irland, 2019

Höveler (2019)

Höveler Pferdefutter EQUOVIS GmbH Industrieweg 110 48155 Münster; Inhaltsstoffe und Zusammensetzung des Mineralfutters; zuletzt abgerufen am 19.07.2019 <https://www.hoeveler.com/hoeveler-pferdefutter/mineralfuttervitamine/original-reformin-plus0.html>

JEROCH (2008)

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

KARTEN (2019)

App Karten von Apple Inc.; Apple verwendet für diese App die Daten von TOMTOM; Screenshot aufgenommen am 17.06.2019

LABOKLIN (2019)

Labor für klinische Diagnostik GmbH & Co. KG; Dr. Elisabeth Müller (Firmenleitung) Steubenstraße 4, 97688 Bad Kissingen
Link zuletzt abgerufen am 08.07.2019 <https://laboklin.com/de/infothek/referenzwerte/hund-katze-pferd/>

LEXA (2019)

Xaver Schule GmbH Riedweg 12 87757 Kirchheim: Informationen zu den Futtermitteln; zuletzt abgerufen am 19.07.2019 <https://www.marstall.de/impressum>

LOUVEN (2014)

Futtermittel Louven e.K., 2011 Erftstraße 49, 41238 Mönchengladbach; Über die Inhaltsstoffe und Zusammensetzung der Heucobs; zusetzt abgerufen am 12.07.2019

https://www.louven-shop.de/product_info.php/info/p13528_louven-heucobs-ganze-palette-33-stk-louven-lix.html

LÖBBING (2003)

C. Löbbing, 2003: Pferdehaltung in Zahlen; Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co., Wollgrasweg 41, 70599 Stuttgart (Hohenheim); ISBN 3-8001-3825-5

LÜBKER (2017)

Pferdeteam K. Lübker, 2017, Moorweg 9, 22889 Tangstedt; Link zuletzt abgerufen am 14.07.2019 <https://www.rationsmanager.com/bedarf/erhaltung/formeln/>

MARSTALL (2019)

Marstall GmbH Mühlenstr. 15 87534 Oberstaufen: Informationen zu der Zusammensetzung sowie Inhaltsstoffen der Futtermittel; zuletzt abgerufen am 19.07.2019 <https://www.marstall.de/impressum>

MASTERHORSE (2019)

Masterhorse GmbH Felsenbergweg 15 71701 Schwieberdingen: Inhaltsstoffe sowie Zusammensetzung der Futtermittel; zuletzt abgerufen am 19.07.2019 https://www.masterhorse.de/vitamine-mineralstoffe/masterhorse-selen-tabs?gclid=Cj0KCQjwjrVpBRCoARIsAFrFuV-cMMNM531NALddgJKZrtoz1HYuZ_jyTTC_S0zCbFChrK4f6q05x1kaAm2BEALw_wcB

MEYER U. COENEN (2002)

H. Meyer und M. Coenen, 2002: Pferdefütterung, 4. erweiterte und aktualisierte Auflage, Parey Buchverlag Berlin 2002; ISBN 3-8263-3398-5

MORITZ (2014)

Moritz, Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin; © Schattauer GmbH 2014
Link zuletzt abgerufen am 08.07.2019 https://www.thieme.de/statics/dokumente/thieme/final/de/dokumente/tw_tiermedizin/2737_Moritz_Anhang_Online_Teil-1.pdf

NAVALIS (2019)

Navalis GmbH, 2019 Echterdinger Straße 57, 70794 Filderstadt, Deutschland, G. Alber (Geschäftsführerin)
Link zuletzt aufgerufen am 08.07.2019 <https://www.navalis-vet.de/navalis-praeparate.html?tierart=8>

SCHAETTE (2019)

Dr. Schaette, SaluVet GmbH Stahlstraße 5 88339 Bad Waldsee: Inhaltsstoffe und Zusammensetzung des Mineralfutters Kieselaktiv; Link zuletzt abgerufen am 19.07.2019 https://www.schaette.de/de/?gclid=Cj0KCCQjw1MXpBRDjARIsAHtdN-3GMY8FY05h2E3d1v07T5JJP8TEWy2cks9pi18s0woyVwEcvZqtC50aAnfUEALw_wcB

SIGLHORSE (2019)

Siglhorse Pferdefutter, Siglmühle GmbH Mühlbachstraße 28 5201 Seekirchen Österreich: Informationen zu Zusammensetzung und Inhaltsstoffen der Futtermittel; Link zuletzt abgerufen am 19.07.2019 <https://www.siglhorse.com/de/futterkammer/muesli/muesli-1/nimms-leicht/>

ST. HIPPOLYT (2019)

St. Hippolyt Mühle Ebert GmbH, 2019: Katalog_Hesta Mix Serie.pdf

SYNLAB (2018)

Synlab Vet News, Juli 2018 www.synlab.de PDF download am 08.07.2019 http://www.synlab.vet/fileadmin/user_upload/general/DE/veterinaer/Grafiken/NEW_sv-NEWS_Zinkstoffwechsel_Pferd_4c_oP.pdf

VMF (2019)

Medizinische Tierklinik, Veterinärmedizinische Fakultät, Universität Leipzig, An den Tierkliniken 11, 04103 Leipzig, Deutschland; Internetseite zu Referenzbereichen beim Pferd, zuletzt abgerufen am 08.07.2019 <http://www.vetmed.uni-leipzig.de/ik/wmedizin/labor/diagnostik/referenzwerte/pferd.htm>

WEBER (2016)

D. Weber, 2016 Medizin und Osteopathie für Pferde, eine Pdf mit dem Titel: Überblick über die wichtigsten Laborparameter <http://www.pferdemedizin-osteopathie-weber.de/files/docs/weber-fachtexte/Labor Diagnostik/Ueberblick%20ueber%20die%20wichtigsten%20Laborparamter%20fertig.pdf>

WEYRAUCH (2011)

S. Weyrauch-Wiegand, 2011; Protein in der Pferdeernährung Link zuletzt abgerufen am 03.09.2019 <https://www.dr-susanne-weyrauch.de/gesundheit/naehrstoffe/protein-in-der-pferdeernaehrung>

WEYRAUCH (2016)

S. Weyrauch-Wiegand, 2016; Mangan - das unterschätzte Spurenelement

Link zuletzt abgerufen am 08.07.2019 <https://www.dr-susanne-weyrauch.de/gesundheitsnaehrstoffe/mangan-komplett-unterschaetzt>

Selbstständigkeitserklärung

Erklärung

Ich versichere, dass ich diese 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.

Bernburg (Saale), den 23. September 2019

Unterschrift der Verfasserin

Teresa Hanauska
