

PNS Dr. Udo Dübbert
Spurenelement- u. Mineralstoffanalytik



Spurenelement- u. Mineralstoffanalysen beim Pferd

PNS Dr. U. Dübbert • Spurenelement- u. Mineralstoffanalytik
Lehmweg 67a • 25492 Heist
Tel.: 04122- 953527 Fax: -953528 eMail: info@traceelements.de

Spurenelement- und Mineralstoffanalytik bei PNS

PNS Dr. Udo Dübbert führt Spurenelement- und Mineralstoffanalysen nicht nur im Humanbereich, sondern auch bei Tieren durch. Dies betrifft vor allem Analysen bei Pferden neben der Anwendung bei Hunden und Katzen. Dr. U. Dübbert ist Chemiker mit langjähriger Berufserfahrung bei pharmazeutischen Herstellern sowie in der Lebensmittelherstellung- und Entwicklung, speziell auch in dem Bereich Diätetika. Seit 1997 wurden zahlreiche Spurenelement- und Mineralstoffanalysen im labordiagnostischen Bereich von Humanproben durchgeführt. Parallel wurden Referenzdaten zu Pferden mit Mähnenhaarproben und Blutproben gewonnen.

Die besonderen Verhältnisse der Pferdefütterung mit relativ homogenen Fütterungsregimen führen zu einer guten Korrelation zwischen der Fütterung und den Spurenelement- und Mineralstoffanalysen. Fütterungsfehler, ein Zuviel oder ein Defizit lassen sich so mit Spurenelement- und Mineralstoffanalysen schnell erkennen und abstellen. Einzelne Defizite sind z.B. auf Bodenbeschaffenheiten der genutzten Weiden zurückzuführen, aber auch auf fehlende Mineralstoff-Zufütterung zum Grundfutter bzw. eine unzureichende Grundfutter-Zusammenstellung. Ebenfalls lassen sich Schädigungen durch Umweltbelastungen nachweisen.

Mit einer einmaligen Untersuchung z.B. einer Mähnenhaarprobe lassen sich Auffälligkeiten, die aus der Fütterung resultieren, feststellen und später abstellen. Ein Defizit bei den Mineralstoffen oder Spurenelementen lässt sich so langfristig vermeiden, ebenfalls übertriebener Aufwand in der Fütterung, der langfristig nur zu überhöhten Fütterungskosten führt.

Weitere Anwendungen der Spurenelement- und Mineralstoffanalyse bei Pferden bietet der 'Pferde-TÜV' beim Kauf und Verkauf. Mit der vorstehenden Untersuchung können Umweltbelastungen (z.B. Schwermetalle) sowie eine beim Vorbesitzer durchgeführte, ausgewogene Fütterung erkannt und belegt werden. Käufer und Verkäufer können den erforderlichen Status bei dem betreffenden Pferd dokumentieren, was zu einer besser gesicherten Werteinschätzung beim Kauf oder Verkauf eines Pferdes führt.

Die Untersuchungsmethode

Die Analytik der Mineralstoffe und Spurenelemente wird in einem modernen Labor mittels ICP-MS (induktiv gekoppeltes Plasma, Messung mittels Massenspektrometrie) durchgeführt. Bei der ICP-MS durchströmt ein Trägergas ein hochfrequentes Wechselfeld im Messgerät. Man erhält bei diesem Messverfahren ein physikalisches Plasma mit Temperaturen von 8.000 bis 10.000 °C. In die Hochtemperaturzone dieses Plasmas werden die Proben in flüssiger Form eingespritzt. Die entstehenden geladenen Teilchen werden in einem Magnetfeld nach ihren Massen detektiert

Die Methode zeichnet sich durch außerordentlich niedrige Nachweisgrenzen und die Möglichkeit der simultanen Mehrelementemessung aus. Die in den Proben zu erwartenden Elementkonzentrationen sind in der Regel ein bis zwei Zehnerpotenzen größer als die Nachweisgrenzen für die Elemente. Damit werden sichere und zuverlässige Ergebnisse erreicht. Neben Haarproben können auch Blutproben (Blutplasma, Vollblut) und Urinproben eingesandt werden.

Anschrift:
PNS Dr. Udo Dübbert
Spurenelement- u. Mineralstoffanalytik
Lehmweg 67 a
25492 Heist

Tel.: 04122 – 943527

Fax: 04122 – 953528

Für die Spurenelement- und Mineralstoffuntersuchung bei Pferden finden Sie in dieser Broschüre folgende Informationen:

	Seite
Grundlagen zu den Spurenelementen und Mineralstoffen, ausführliche Behandlung folgender Elemente: K, Na, Ca, Mg, P, Fe, Zn, Cu, Se, Mo, Co, Mn, Cr, Ba, Ni, Al, As, Pb, Cd, Hg, Ag, Tl	4 – 5
1. Mineralstoffe	
Kalium	5
Natrium	5
Calcium	5
Phosphor	6
Magnesium	7
2. Essentielle Spurenelemente	
Eisen, Zink, Mangan	8
Kupfer	9
Selen, Molybdän	10
Cobalt, Jod	11
3. Ultrapurenelemente u. andere	
Vanadium	11
Chrom, Strontium, Barium, Lithium, Bor, Bismut	12
Silicium,	13
4. Toxische Elemente	13
Aluminium, Arsen, Blei, Nickel,	14
Quecksilber, Cadmium, Silber, Thallium	14
Besonderheiten bei der Fütterung einzelner Pferdearten in Hinsicht auf die Spurenelemente und Mineralstoffe	15
Schweißverlust von Elektrolyten	15
Stuten und Fohlen	17
Hochleistungspferde	17
Arbeitspferde	17
Ponys und Kleinpferde	18
Elementprofile für die Spurenelement u. Mineralstoffanalyse b. Pferd	18
Probenahme bei den verschiedenen Probenarten	19
Befundbeispiel, Auswertung einer Mähnenhaarprobe	20- 26
Vergleich der Mähnenhaarprobe mit den Probenarten aus Körperflüssigkeiten, Vor- und Nachteile, erreichbare Aussagen	27
Tabelle mit Kurzinformationen zu den einzelnen Elementen	28 – 32
Literaturhinweise	32
Hinweise zu der verfügbaren Broschüre für Pferdehalten	33
Das verwendete Formular ´Analysenanforderung´	34
Formular ´Anforderung von Probenahme- und Versandmaterial´	35
Geschäftsbedingungen PNS Dr. U. Dübbert	36
Anhang: Tabellen zur Fütterung	37 – 43
Eine aktuelle Preisliste ist am Ende der Broschüre beigefügt	

Grundlagen zu den Spurenelementen und Mineralstoffen

Als Spurenelemente wird eine Reihe von Elementen bezeichnet, die im Organismus nur „in Spuren“ vorhanden sind.

Die **Spurenelemente** kann man bei den Tieren folgendermaßen in Gruppen einteilen:

Elemente, die für den Organismus notwendig sind (essentielle Spurenelemente), wobei ein Mangel zu manifesten Symptomen führt. Hierzu gehören: Eisen, Kupfer, Zink, Chrom, Selen, Calcium, Magnesium, Cobalt, Molybdän, Jod, Silicium, Fluor und Mangan.

Zu den folgenden Elementen sind nur wenige Daten in der Literatur zur Essentialität vorhanden:
Zinn, Nickel, Vanadium, Arsen; je nach Datenquelle werden sie unterschiedlich zugeordnet.

Folgende Elemente wirken im Organismus des Pferdes in größeren Mengen toxisch:
Cadmium, Blei, Quecksilber, Arsen, Selen, Bor, Zinn, Thallium, .

Weiterhin muß man auch von ´toxischen´ Spurenelementen sprechen, wenn eine Belastung mit folgenden Schwermetallen gemessen wird: Silber, Palladium

Die **Mineralstoffe** sind in größeren Anteilen im Körper des Tieres vorhanden als die Spurenelemente; man spricht deshalb auch von ´Mengenelementen´. Hierzu gehören folgende Elemente:

Kalium, Natrium, Chlorid, Calcium, Magnesium und Phosphor

Wir teilen die Elemente bei unseren Analysen in folgende Gruppen ein, die wir in den Messprotokollen getrennt auflisten:

1. Mineralstoffe
2. Essentielle Spurenelemente
3. Ultraspurenelemente und andere Elemente
4. Toxische Spurenelemente

Die Einteilung zu den einzelnen Gruppen kann sich dabei durchaus ändern, denn zu den einzelnen Elementen werden laufend neue Erkenntnisse zur tiermedizinischen und physiologischen Bedeutung gewonnen, so können Elemente aus der Gruppe 3 sich in absehbarer Zeit durchaus als streng ´essentiell´ bestätigen.

Als Beispiel mag Arsen angeführt sein, von dem auch eine Essentialität mit mindestens vorhandenen Spuren in der menschlichen Nahrung berichtet wird, ebenfalls wird es beim Tier eingesetzt, um in niedrigen Dosen den Fellglanz zu verbessern. Als Arsenik ist aber Arsen ein klassisches Gift.

Bei Tieren sieht im Einzelfall die Datenlage völlig anders aus als beim Menschen: Selbst bei typisch toxischen Schwermetallen erscheinen die tierexperimentellen Daten deshalb teilweise widersprüchlich. Für Ratten gilt z.B. eine Essentialität für Blei, das beim Menschen und auch beim Pferd ausschließlich als toxisches Element behandelt wird.

Hinweise zu den einzelnen Elementen

1. Mineralstoffe:

Natrium

Die ausreichende Versorgung mit Natrium beim Pferd hängt mit dem Wasser- und Energiehaushalt zusammen. Über den Schweiß wird bei körperlicher Belastung Wasser und Wärmeenergie abgegeben. Schwitzen hat die Funktion der Thermoregulation, weil über die Verdunstung auf der Körperoberfläche Wärme entzogen wird. Gleichzeitig verliert aber der Körper über den Schweiß auch die darin enthaltenen Elektrolyten. Dies sind vor allem Natrium, Kalium, Chlorid und auch Calcium.

Starke Elektrolytverluste äußern sich in allgemeiner Schwäche und Muskelschwäche. Die Durststimulation wird bei Dehydratation herabgesetzt, das Pferd verweigert trotz eines physiologischen Bedarfs die Aufnahme von Wasser und Futter.

Dehydratation und Elektrolytverlust kommen häufig bei Pferden vor, wenn durch langdauernde körperliche Arbeit oder schweres Arbeiten in kurzen Intervallen belastet wird (siehe S. 13, Ausführungen zu Schweißverlust beim Pferd).

Aus der Haarmineralanalyse kann man jedoch nur die langfristigen Defizite erkennen. Bei einem Futter mit einer jeweils guten Elektrolytversorgung und häufigem Schweißverlust kann die Mähnenhaaranalyse ausgeglichen erscheinen. Zur Überprüfung der Versorgung mit Natrium und einer Unterdeckung kann eine Urinprobe aus dem betreffenden Zeitraum gewonnen werden. Gehalte von weniger als 200 mg /L Natrium weisen eine Defizit aus.

Zur Vorbeugung von Elektrolytverlusten können Elektrolytmischungen gegeben werden. Wasser sollte bei solchen Belastungen in kurzen Abständen angeboten werden.

Beim Ausgleich der Elektrolytverluste müssen nicht fertige Lösungen verwendet werden, sondern es kann auch eine Salzmischung aus $\frac{3}{4}$ der Menge an gleichen Teilen Natrium- und Kaliumchlorid sowie $\frac{1}{4}$ Calciumcarbonat (Futterkalk) zur Anwendung kommen. Die Dosierung richtet sich nach dem Schweißverlust und den Defiziten, die aus der Futterration resultieren (siehe S. 13).

Im Körper werden die Anteile dieser Elektrolytmischungen nicht gespeichert, deshalb sollten sie vor, während und nach der schweren Arbeit bzw. zu den Tränkezeiten gegeben werden. In der Tränke selbst sollten sie allerdings nicht eingemischt sein, weil die Wasseraufnahme hierdurch herabgesetzt wird.

Kalium

Ein Pferd mit 500 kg LM (= Lebendmasse) enthält rund 1000 g Kalium, das zu rund 90% intrazellulär, in der Muskulatur und in den Erythrozyten gespeichert ist. Kalium hält den osmotischen Druck innerhalb der Zellen aufrecht. Daneben sind zahlreiche andere Funktionen bekannt, wie die Aktivität verschiedener Enzyme bei der Glykolyse und der oxydativen Phosphorylierung.

Der tägliche Bedarf an Kalium liegt bei 50 mg/kg LM, bei arbeitenden Pferden ist der Bedarf wesentlich höher, weil ein Verlust (siehe ´Elektrolyten´ und Natrium) der Elemente Natrium, Kalium, Chlorid und Calcium ausgeglichen werden muß.

Calcium

Die Hypocalcämie sind ebenso wie die Hypomagnesiämie durch Muskelzuckungen und eine erhöhte Herzfrequenz gekennzeichnet. In schweren Fällen kommt es zum Festliegen und zum Verenden des Pferdes innerhalb weniger Stunden.

Die Hypocalcämie kann bei laktierenden Stuten durch den Calciumverlust über die Milch auftreten. Weiterhin führen Streßfaktoren wie Wetterumschwung, Erkrankungen, Traumata, Überanstrengung und Transport zur Auslösung von Hypocalcämie. Diese läßt sich verhindern, wenn mindestens 0,5% Calcium in der Gesamtration verfüttert werden.

Bei Verfütterung von Rauhfutter ist in der Regel ein Zusatz von 60 bis 85 g Futterkalk zur Tagesration bei einem Normalpferd mit 500 kg Gewicht ausreichend.

Für den Knochenaufbau aus dem vorhandenen Knorpelgewebe ist ein ausreichende Versorgung mit Calcium und Phosphor erforderlich. Die betreffenden Mineralstoffe müssen aber nicht nur in ausreichender Menge, sondern auch in verfügbarer Form vorhanden sein. Phosphor, der an organische Verbindungen und an das Phytat in Körnerprodukten gebunden ist, hat eine eingeschränkte Bioverfügbarkeit. Getreide ist reich an Phytat, der Phytatgehalt steigt mit zunehmender Reife des Getreides.

Im Überschuss verfüttertes Phosphat und auch Oxalate (Rübenblattsilagen) binden Calcium im Darm und können so die Resorptionsrate aus dem Futter weiter senken. Trotz ausreichender Zufuhr kann es dann über die verminderte Resorption zu einer Mangelversorgung kommen.

Eine Überversorgung mit Calcium belastet nicht nur die Nieren des Pferdes, sondern kann auch die Absorption einiger Spurenelemente verringern, das gilt für Zink, Mangan und Eisen. Sind die letzteren Elemente nur in mäßigen Anteilen an der unteren Grenze der Empfehlungen vorhanden, kann durch eine übermäßige Calciumzufuhr eine Mangelsituation bei diesen Spurenelementen entstehen.

Calcium sollte deshalb in der Gesamtration bezogen auf die Gesamttrockenmasse nicht höher als 1% liegen.

Genauso hat aber ein Überschuss an Zink, Mangan und Eisen einen nachteiligen Einfluss auf die Calcium- und auch auf die Phosphataufnahme.

Phosphor

Neben Calcium ist eine ausreichende Versorgung mit Phosphor notwendig. Phosphor wird vor allem in anorganischer Form als Phosphat gut verwertet, während organisch gebundener Phosphor, z.B. in Form von Phytat eine geringere Verfügbarkeit hat. Getreide ist reich an Phytat, mit zunehmendem Reifezustand wächst der Phytatgehalt in den Körnern. Hierdurch ergibt sich eine geringere Verfügbarkeit des Phosphors aus Getreidekörnern gegenüber dem Phosphor aus Rauhfutter oder in Mineralfuttermitteln. Vergleichsweise gilt für die Verdaulichkeit des Phosphors aus Krafftutter nur 29 bis 32%, im Rauhfutter dagegen 44 bis 46%,

während aus anorganischen Mineralfuttermitteln Phosphor mit ca. 58% aufgenommen wird.

Die Quelle für Phosphor und damit Phosphat ist bei der Pferdefütterung überwiegend Getreide, auch wenn die Aufnahme von Phosphor aus dieser Quelle durch die Bindung als Phytat eingeschränkt ist. In Mineralstoffmischungen wird ausschließlich anorganisches Phosphat eingesetzt.

Die Aufnahme von Phosphor beeinflusst auch die Calciumaufnahme. Ein überhöhtes Phosphatangebot führt zur Konkurrenz von Phosphor und Calcium bei der Absorption. Dies führt zu einer verminderten Calciumabsorption im Dünndarm. Eine Überschussfütterung von Phosphat ist deshalb genauso problematisch wie die Zufuhr von Oxalat (Rübenblätter), das ebenfalls die Calciumzufuhr einschränkt.

Während Calcium nur im Dünndarm absorbiert wird, wird Phosphat im Dün- und Dickdarmbereich aufgenommen. Die Phosphataufnahme ist deshalb weniger störanfällig.

Im Gesamtfutter wird ein Calcium : Phosphor- Verhältnis von 1 : 1 bis 1,2 : 1 gewünscht. Unter 1:1 sollte das Gesamtverhältnis Ca:Phosphor nicht sinken. Im Einzelfuttermittel kann das Ca:P-Verhältnis je nach Angebot beim erwachsenen Pferd zwischen 0,8:1 bis 8:1 schwanken für das heranwachsende Pferd sollten Werte zwischen 0,8:1 und 3:1 angestrebt werden. Für das erwachsene Pferd sollten ebenfalls Werte über 6:1 bei Ca:P-Verhältnis vermieden werden.

Zur Kalkulation der Phosphatmengen für die Gesamtration verwende man die Ausführungen unter Calcium, weiterhin gelten für die Sondergruppen folgende Phosphorgehalte:

Saugfohlen:	0,85 % Ca, 0,60% P
Absatzfohlen:	0,70% Ca, 0,50% P
Jährlinge:	0,55% Ca, 0,40% P
Zweijährige:	0,45% Ca, 0,35% P

Magnesium

Magnesium wird häufig zusammen mit Calcium in der Literatur zur Fütterung abgehandelt. Die Resorptionseigenschaften sind ähnlich. Bei der Laktation kann sich neben der Hypocalcämie auch eine Hypomagnesiämie entwickeln.

Ursache ist der starke Verlust von Magnesium über die Milch an das Fohlen.

Die Hypomagnesiämie zeigt sich durch Muskelzuckungen, eine erhöhte Herzfrequenz, steifen Gang und Bewegungsunlust.

Durch tägliche Gaben von jeweils 30 bis 60 g Magnesiumoxid lässt sich bei Pferden das Auftreten einer Weidetetanie mit der Ursache eines Magnesiummangels verhindern. Magnesiumsulfat ist besser löslich, zeigt aber eine schlechte Akzeptanz. Das Magnesiumoxid sollte wie Futterkalk mit einer Getreidemischung verabreicht werden. Auch eine 10%ige Zumischung von Sojaschrot oder Trockenmelasse fördert die Aufnahme. Bei einem geplanten Weidegang sollte schon mehrere Wochen vor dem geplanten Termin die Magnesiumzufuhr erhöht werden.

2. Essentielle Spurenelemente

Eisen

Das Vorhandensein von Eisen ist vor allem im Blutfarbstoff (Hämoglobin) und im Myoglobin der Muskeln sehr wichtig. Rund 60% des gespeicherten Eisens findet sich in den Erythrozyten. Weitere 20% entfallen auf das Myoglobin im Muskelgewebe.

Unter Eisenmangel geht die Zahl der roten Blutkörperchen zurück. Gleichzeitig entsteht eine Leistungsschwäche, Infektanfälligkeit und die Atmung wird ineffektiv und angestrengt. Besonders für Fohlen, aber auch für die tragenden Stuten ist eine ausreichende und höhere Eisenversorgung wichtig, der Bedarf liegt bei beiden Gruppen gegenüber der Erhaltung beim erwachsenen Pferd um 80% höher (bezogen auf kg Lebendmasse). Ein erhöhter Bedarf bei Eisen ist nicht nur bei Blutverlust und in der Wachstumsphase, sondern auch beim Beginn der Leistungssteigerung im Training gegeben. Die Ursache liegt hierbei in dem erhöhten Eisenverlust durch den Schweiß (siehe auch S. 13, Schweißverlust und Kompensation beim Pferd). Normalerweise ist die Eisenversorgung über die Grundfuttermittel gesichert. Eisen wird allerdings auch wie Zink, Mangan und Calcium durch die Phytate in der pflanzlichen Nahrung gebunden.

Für die Zufuhr von Eisen eignen sich die zweiwertigen Verbindungen (Citrat und Fumarat) besser als dreiwertige Verbindungen. Neugeborene Fohlen können bei der Verabreichung über das Futter noch kein Eisen binden.

60 – 100 ppm Eisen werden im Futter als ausreichend angesehen.

Zink

Zu Zink sind in der Tierphysiologie und in der humanen Physiologie die meisten Metallo-Enzyme bekannt. Ein Zinkmangel äußert sich in zahlreichen Erscheinungsbildern. So wird die normale Funktion der Epithelregeneration von Haut und Schleimhäuten gestört. Zinkmangel führt zu Auflagerungen und Verdickungen der Haut (Parakeratose) gleichzeitig kann Haarausfall und eine erhöhte Infektionsneigung, aber auch eine Veränderung am Hufhorn beobachtet werden. Untersuchungen an der Tierärztlichen Hochschule Hannover bestätigten, dass bei erniedrigtem Zinkgehalt in den Hufen nicht nur die Plasmawerte sondern auch die Zinkwerte in den Haaren erniedrigt waren (Coenen, Spitzlei 1996). Zink ist für die Funktion der T-Lymphozyten und damit für die Funktion des Immunsystems erforderlich.

Der tägliche Bedarf an Zink wird beim Pferd mit 50 mg/kg Trockenfuttersubstanz angesetzt. Noch etwas stärker ausgeprägt als bei Magnesium und Calcium gilt für Zink, dass der Gehalt an Phytat im Futter die Aufnahme einschränkt.

Mangan

Mangan hat eine Bedeutung in zahlreichen Enzymsystemen sowohl beim Mineralstoffhaushalt als auch im Fettstoffwechsel. Für die Funktion der Eierstöcke ist Mangan essentiell, deshalb wird besonders hinsichtlich der Rossigkeit bei den Stuten auf eine ausreichende Manganversorgung geachtet.

Eine Plasma- oder Blutkonzentration von weniger als 0,02 ppm Mangan (entspr. 20 mg/l) wird bei Wiederkäuern als untere Grenze angesehen. Für Pferde werden 40 ppm in der Trockenmasse der Gesamtration als generell ausreichend angesehen.

Spurenelementmischungen enthalten meist 0,28 % Mangan.

Für Pferde sind keine Berichte zu einer Toxizität durch Manganaufnahme bekannt, obwohl für andere Tierarten solche Angaben verfügbar sind. Stark überhöhte Mangangehalte im Grünfutter (600 – 1200 mg Mn/kg Trockensubstanz) können jedoch Anämien begünstigen, dies liegt an der Beeinflussung der Eisenresorption.

Bei anderen Tierarten zeigt sich Manganmangel in Wachstumsstörungen, Ataxien oder Verformungen der Gliedmaßen, vergrößerte Gelenke, Steilstellungen der Fesselgelenke, Verdrehungen der Schultergliedmaßen, sowie allgemein verkürzten Knochen mit Folgeerscheinungen wie Lahmheit, Steifheit, Gelenkschmerz und Bewegungsunlust. Weiterhin sind bei anderen Tierarten ein Einfluss auf die Sterilität, eine herabgesetzte Libido, verzögerter Eisprung, eine verminderte Konzeptionsrate und vermindertes Wachstum, Aborte und Totgeburten im Zusammenhang mit Manganmangel gesehen worden.

Meist ist im Grünfutter und Heu ein Mangangehalt über 30mg /kg Trockensubstanz vorhanden. Auf kalkhaltigen Böden mit hohem pH-Wert sowie auf leichten Sandböden, die Mangan-arm sind, sowie sehr stark aufgekalkt wurden, können tiefe Mangangehalte vorkommen. Grundsätzlich ist Luzerne-Heu manganärmer als Grasheu. Eine gute Manganquelle ist neben Weidegras und Heu auch Weizenkleie.

Kupfer

Kupfer ist nicht nur für die Blut- und Pigmentbildung sondern auch für die Bindegewebsfunktion, besonders beim Knorpel wichtig. Letztlich ist wegen der Funktion beim Knorpel auch die Knochenentwicklung von einer normalen Kupferversorgung abhängig. Weiterhin wird für bestimmte Funktionen im Nervensystem Kupfer gebraucht.

So beobachtet man unter mangelnder Kupferversorgung bei Fohlen Anämien und Skelettveränderungen. Schon bei tragenden Stuten mit ungenügender Kupferversorgung wird die Einlagerung von Kupfer in die fötale Leber verhindert, was sich in Entwicklungsstörungen der Fohlen äußert (Schwellungen der Gelenke, generalisierte Osteochondrosen). Eine kupferarme Weide und ausschließliche Ernährung der Fohlen in den ersten Wochen über die Stutenmilch kann den Kupfermangel in der Fohlenentwicklung verstärken. Dieses Problem wird bei kupferarmen Böden deshalb leicht ausgelöst, weil Stutenmilch schon von Natur aus relativ kupferarm ist.

Ältere Pferde neigen unter Kupfermangel zu Gefäßrupturen und Pigmentverlusten.

Bei Pferden liegt erfahrungsgemäß eine relativ hohe Toleranz gegenüber erhöhten Kupfergehalten vor. Während beim Menschen chronisch erhöhte Kupferwerte zu Leberschäden führen und bei Säuglinge Leberzirrhose zu befürchten ist, tolerieren Pferde selbst Gehalte von 800 mg/kg TM über Monate. Allgemein sollten aber Werte über 50 mg/kg TM im Futter vermieden werden. 7 – 12 mg/kg TM sind bei Kupfer ausreichend für die Erhaltung

Molybdän

Molybdän ist in den Getreidekörnern in ausreichender Menge enthalten. Eine Fütterung mit Rauhfutter, Weidegang, aber mit wenig Getreideanteil (Hafer) dafür

aber mit Rübenschnitzeln, Mais, verschiedenen Silagen kann eine Molybdän-arme Zusammenstellung bedeuten.

Selen

Trotz tierartgerechter Fütterung können beim Pferd sowohl ein Selenmangel als auch ein Selenüberschuss auftreten. Beide Erscheinungen sind überwiegend an das Vorkommen von Weiden mit einem Selenmangel oder Selenüberschuss gebunden. Ein Selenüberschuss ist allerdings hauptsächlich für mittelamerikanische Weiden bekannt und dürfte in Deutschland nicht beobachtet werden.

Selenarme Böden werden bei Selenmangelzuständen der Pferde in Mitteleuropa häufig als Ursache nachgewiesen. Gefährdet sind vor allem Pferdehalter, die als Selbstversorger mit einem Selenmangelboden arbeiten.

Durch Düngung der Weide mit Selen oder durch Substitution im Ergänzungsfutter kann der Selenunterschuss jedoch ausgeglichen werden.

Bei hochgradigem Selenmangel sind sowohl das Skelett als auch der Herzmuskel betroffen. Junge Fohlen zeigen eine Beteiligung von Myokard, Zwerchfell und Atmungsmuskulatur. Als Folge bildet sich ein Herzversagen, Dyspnoe oder ein Lungenödem. Bei älteren Fohlen sieht man zumindest ein Festliegen ohne erhöhte Körpertemperatur, erhöhte Herz- und Atemfrequenz, sowie vermehrtes Speicheln, Schwellungen im Bereich der Mähne und Anschwellen des Zungenepithels. Als Auslöser für diese Symptome gilt eine starke Muskelbeanspruchung. Im amerikanischen Schrifttum wird die Erkrankung wegen der auftretenden Blässe des Muskelgewebes als „white muscle disease“ bezeichnet.

Auch wenn weniger häufig auftretend, äußert sich beim erwachsenen Pferd der Selenmangel in Schäden an der Kaumuskulatur und der Muskulatur der Gliedmaßen. Typisch für den Selenmangel ist eine auftretende Steifigkeit nach starker Arbeitsbelastung des Pferdes. Bei tragenden Stuten wird eine Nachgeburtshaltung auf einen Selenmangel zurückgeführt.

Selen gilt als wichtiges Antioxidans. Neben Vitamin E, und zusammen mit Vitamin E noch stärker, schützt es die Zellmembran vor der Wirkung von Peroxiden. Vitamin E hemmt die Bildung von Peroxiden, Selen inaktiviert über die Glutathionperoxidase entstandene Peroxide

Zur Therapie und Prophylaxe bei festgestelltem Selenmangel im Zusammenhang mit Selenmangelboden sind folgende Maßnahmen möglich:

1. Injektion von Selenlösungen durch den Tierarzt, intramuskulär
2. Gabe eines Mineralsalzes mit einem Anteil von 15 bis 30 ppm Selen
3. Fütterung einer Ration mit 0,5 ppm *) Selen bezogen auf die Trockenmasse

Selenmangel tritt nur auf wenn die Selenkonzentration in der Gesamtration unter 0,1 ppm liegt, höhere Konzentrationen als 0,5 ppm sollten vermieden werden. Bei Futteranteilen von mehr als 5 ppm gilt die zugeführte Menge als toxisch. Bei Stuten sollte in der Frühträchtigkeit kein Selen als Injektion oder als Bolus verabreicht werden, weil eine Schädigung der Frucht nicht auszuschließen ist.

Der tägliche Selenbedarf wird beim Pferd auf 0,15-0,20 mg/kg Futter-TM geschätzt.

Werden gleichzeitig hohe Eiweiß und/oder Sulfatmengen aufgenommen, so steigt der Selenbedarf. Dies liegt wohl an der Bindung von Selen über Sulfhydryl (SH)-Gruppen.

*) PPM = Parts per Million, 1 Teil auf 1 Million, z.B. 1mg auf 1 kg

Cobalt

Cobalt wird beim Menschen fast ausschließlich über Cyanocobalamin (enthalten in Fleisch und tierischer Nahrung als Vitamin B12) zugeführt.

Beim Pferd wird Vitamin B12 ausreichend über die Darmbakterien synthetisiert, die aber wiederum eine Cobaltzufuhr in mineralischer Form über das Futter benötigen.

Cobalt wird von einzelnen Darmparasiten (Bandwürmer und Nematoden) spezifischer gebunden als im Vitamin B12. Ein Cobaltmangel in der Mähnenhaar- oder Blutprobe ist häufig ausgelöst durch eine Wurmbesiedlung und wird erst wieder normal, wenn die notwendige Entwurmung durchgeführt wird.

Jod

Die Jodversorgung des Pferdes ist meist ausreichend. Die küstennahen Weiden bieten einen ausreichenden Jodgehalt. In Jodmangelgebieten kann die Stutenmilch einen zu geringen Jodanteil aufweisen, der sich auf die Entwicklung der Fohlen auswirkt. Die Jodversorgung muß dann schon während der Trächtigkeit der Stuten berücksichtigt werden.

Bestimmte Pflanzen, die Blausäure enthalten (Leguminosen, Weißklee, der von Pferden gern angenommen wird) steigern den Jod-Bedarf bis auf das Zweifache. Der Jodbedarf wird mit 0,1 – 0,2 mg/kg Futter-Trockensubstanz definiert. Durch die Verwendung von Jodsalz in den Salzlecksteinen und in Elektrolytmischungen kann der Mindestbedarf ebenfalls komplettiert werden.

3. Ultrapurenelemente und andere

Vanadium

Vanadium wird als essentielles Element angesehen, auch wenn beim Pferd nur wenig Daten zur Verfügung stehen. Bei Ziegen führt Vanadiummangel in der Entwicklung zu Deformationen an den Gliedmaßen.

Vanadium wird eine Beteiligung im Kohlenhydrathaushalt zugesagt. Im Tierversuch konnten mit Vanadium die Blutzuckerwerte bei Ratten gesenkt werden, der Effekt stellte sich unabhängig vom Insulin ein.

Pflanzliche Öle besitzen einen signifikanten Vanadiumgehalt. Werden solche Öle (z.B. Sonnenblumenöl, Erdnussöl und Rapsöl) als Futtermittel eingesetzt, wird auch Vanadium als Spurenelement zugeführt. Entsprechend ist auch in Sojabohnen und dem entsprechenden Schrot ein Vanadiumanteil anzunehmen.

Vanadiumverbindungen werden in der Mineralölindustrie als Katalysator verwendet. Eine Weidehaltung neben stark befahrenen Straßen kann deshalb auch zu erhöhten Vanadiumwerten führen.

Zu hohe Vanadiumwerte dürften beim Pferd nicht vorkommen, dies ist auf die Inhalation von Vanadium-haltigen Stäuben in der Erzaufbereitung und Verhüttung beschränkt, was beim Pferd auszuschließen ist. .

Chrom

Eine wichtige Beteiligung von Chrom im Kohlenhydratstoffwechsel ist physiologisch belegt. Chrom ist in Körnern, speziell in den Keimen ausreichend vorhanden, weshalb ein ausgeprägter Mangel bei Pferden selten vorkommen wird. Bei einem Grundfutter, das weniger Getreideanteil enthält, ist aber auch mit niedrigen Chrom-Werten beim Pferd zu rechnen.

Strontium

Strontium ist eine normale Begleitsubstanz zum Calcium im Stoffwechsel. Da es sich chemisch nicht stark von Calcium unterscheidet, laufen die Strontiumwerte quasi parallel zum Calciumhaushalt. D.h. ein Calciumüberschuss äußert sich in der Regel auch als Strontiumüberschuss, umgekehrt zeigt ein Calciummangel dann auch niedrige Strontiumwerte.

Barium

Erhöhte Bariumwerte sind seltene Beobachtungen beim Pferd, allerdings wird Barium als Bariumsulfat noch breit verwendet. Es dient nicht nur als Kontrastmittel bei der Röntgendarstellung des Magen-Darm-Traktes, sondern ist Pigment bei Farben und Textilhilfsmittel. Die weißen Farben im Stall können durchaus Barium enthalten (taucht auf den Beschriftungen der Behältnisse bei Farben die Verwendung des Begriffes 'Echtweiss' auf, ist dies ein Hinweis auf einen Anteil an Bariumsulfat als Pigment). Deutliche Bariumbelastungen führen zu neurologischen Störungen. Kieselerde-/Tonerde-Produkte (Kaolin), die als Futterergänzungsmittel verwendet werden, können Bariumsulfat als Untermischung enthalten.

Lithium

Bei Lithium wird eine Essentialität im Inositol-Stoffwechsel beschrieben. Lithium ist meist schon im Trinkwasser ausreichend vorhanden. Mangelerscheinungen sind beim Pferd bisher nicht nachgewiesen

Bor

Bor kann durch Bor-haltigen Dünger aufgenommen werden. Bor wird weiterhin als Borwasser in Externa verwendet, aus denen eine Aufnahme in den Körper möglich ist. Während bei Pflanzen Bor essentiell ist, kann der Bedarf bei Tieren nicht belegt werden. Erhöhte Borwerte als Belastung im Körper führen zu Schleimhaut-entzündungen.

Bismut

Ist in Wundpudern und Externa enthalten, weil damit eine gute oberflächliche Desinfektion erreicht wird. Die bei Pferden vereinzelt beobachteten erhöhten Bismutbelastungen sind ausnahmslos unbedenklich, weil erst bei Tagesdosen von mehreren Gramm und dies in chronischer Anwendung schädliche Effekte von Bismut zu erwarten sind.

Silicium

Wird für die Funktion der Haut, die Skelettstabilität und das gesunde Fell diskutiert. Durch die pflanzliche Kost bei der Fütterung werden meist ausreichende Silizium-Anteile gesichert.

Ein weiterer wichtiger Punkt für die Beteiligung von Silizium sind beim Pferd die Hufe. Auch bei der Abkapselung von Infektherden soll Silizium beteiligt sein. Eine Beteiligung bei immunkompetenten Zellen wird diskutiert.

4. Toxische Spurenelemente

Aluminium

Aluminium wird über die pflanzliche Nahrung des Pferdes zugeführt. Zu hohe Aluminiumwerte können auf einen zu hohen Gehalt von Aluminiumbeimengungen im Futterkalk von Mineralstoffmischungen hindeuten. Selbst reines Calciumcarbonat, das aus Marmor (‘Massa carrara’) gewonnen wird, kann beträchtliche Aluminiumbeimengungen enthalten. Hohe Aluminium-Anteile schränken wiederum die Phosphat-Resorption ein, weil schwerlösliches Aluminiumphosphat gebildet wird. Bei Tonböden und Erdefressen kann die Aluminiumaufnahme deutlich erhöht sein.

Arsen

Arsen wird in seltenen Fällen über das Futter aufgenommen. Für die Herkunft kommen arsenhaltiger Pestizide in Frage. In der Nähe von Kohlekraftwerken und von Heizwerken auf Kohlebasis kann eine erhöhte Arsenbelastung der umgebenden Flächen bestehen, weil Braunkohle und bestimmte Kohlearten erhöhte Arsengehalte aufweisen. Beim Pferd ist eine Arsenbelastung aber mehr eine exotische Beobachtung. Sie kommt aber vereinzelt vor. So sieht man bei Erdefressen erhöhte Arsenbelastungen, wenn über Sedimente im Boden Arsen aufgenommen wird.

Blei

Blei kann im Material von alten Wasserleitungen enthalten sein. Auch ältere Kupferleitungen und Messingarmaturen enthalten einen Bleianteil. In der Wasserversorgung ist dieser Bleianteil vor allem dann problematisch, wenn ein weiches Wasser vorliegt, das aus der Luft CO₂ aufnimmt und dann aufgrund geringer Pufferkapazität und einem niedrigen pH-Wert (saurer Wasser !) sehr korrosiv in den Kupferrohren wirkt. Das dabei ebenfalls gelöste Kupfer ist für das Pferd demgegenüber relativ unproblematisch. Blei kann ebenfalls aus Gewehrschrot stammen, das auf der Weide aufgenommen wird. Früher kam das Blei aus Autoabgasen und den Depositionen entlang der Straßen, dies spielt dank der Abgaskatalysatoren keine Rolle mehr. Dafür bringen die Katalysatoren langfristig neue Schwermetallablagerungen wie z.B. Platin oder Palladium und Indium.

Nickel

Auch wenn Nickel bei Mensch und Tier als essentielles Spurenelement gilt, sind vereinzelt höhere Belastungen festzustellen, die von metallischen Geräten stammen können, die aus nickelhaltige Legierungen gefertigt wurden. Kakaoschalen, die teilweise in der Pferdefütterung verwendet werden, können ebenfalls erhöhte Nickelanteile aufweisen. Der Einsatz von Kakaoschalen ist aber wegen des Theobrominanteils sehr begrenzt.

Quecksilber

Vereinzelt wird beim Pferd in den Spurenelementanalysen auch Quecksilber gefunden. Solche Befunde haben ihren Ursprung meist in der mehrfachen Verwendung von quecksilberhaltigen Lösungen als lokales Desinfektionsmittel. In der

Literatur sind auch Kontaminationen durch Verpackungsmittel nachgewiesen worden, die auf der Weide gefressen wurden.

Cadmium

So wie Cadmium in der menschlichen Ernährung vorkommt, z.B. als erhöhter Gehalt in Körnerprodukten, ist auch ein Eintrag über verfüttertes Getreide möglich. Cadmium stammt bei landwirtschaftlichen Erzeugnissen meist aus dem Cadmiumgehalt in Phosphatdünger. Starke Cadmium-Verseuchungen sind z.T. auf regionale industrielle Einflüsse zurückzuführen. So können in der Nähe von Zinkhütten starke Bodenbelastungen von Cadmium auftreten. Cadmium ist in den Mähnenhaaren der Pferde sehr gut nachzuweisen.

Silber

Auffälligkeiten mit erhöhten Silberwerten können von der Verwendung von silberhaltigen Desinfektionsmittel stammen. Die Behandlung des Tränkewassers mit Silber zur Desinfektion ist keine gute Lösung, weil das Pferd eine Silberbelastung nicht abbauen kann. Silber bindet vor allem an das Nervengewebe und an die aktiven Zentren von Enzymen. Wenn silberhaltige Antibiotika nach chirurgischen Eingriffen verwendet werden (Silbersulfadiazin), sieht man ebenfalls erhöhte Silberwerte. Silberhaltiges Puder, das auf entzündeter Haut verwendet wird, kann von den Pferden abgeleckt werden.

Thallium

Thallium ist in Spuren im Meerwasser und auch im Trinkwasser vorhanden. In der Gegend von Zementwerken wird es durch die Abgase vermehrt auf den umgebenden Weiden und Äckern deponiert. Durch die vorgenannte Quelle können auch belastete Getreidepartien in die Pferdefütterung gelangen. Direkte Thalliumvergiftungen sind bei Pferden ebenfalls möglich durch die Verwendung von Thallium als Rodentizid (Rattengift). In der Bundesrepublik ist eine solche Thalliumanwendung wohl nicht gestattet, jedoch wird Thallium in Frankreich und südlichen EG-Ländern noch routinemäßig eingesetzt. Bei chronischer Vergiftung sind Gewichtsverlust, Sehstörungen und Nervenentzündungen zu beobachten. Eine akute Vergiftung führt zum Haarausfall.

Thallium kann durch eine Komplexverbindung, das 'Berliner Blau' im Verdauungstrakt gebunden werden. Ähnlich wie Cäsium 134 und Cäsium 137 als einwertiges Metall-Ion durch die Zufütterung z.B. bei den Rentieren der Lappen schon seit Jahren gebunden wird.

Die Lappen in Finnland und Norwegen konnten so die radioaktive Belastung ihrer Tiere mit dem Cäsium-Fallout (Tschernobyl) verringern. Die Futterergänzung ist dort noch im Einsatz. Auf dem gleichen Effekt beruht die Bindung von Thallium durch Berliner Blau aus dem Futter im Magen-Darm-Trakt.

Besonderheiten bei der Fütterung einzelner Pferdearten in Hinsicht auf die Spurenelemente und Mineralstoffe

Schweißverlust von Elektrolyten

Die Schweißmenge hängt von der Schwere der Arbeit und vom Trainingszustand der Pferde ab. Pferde regulieren ihre Körpertemperatur über die Schweißmenge.

Der Verlust von einigen Mineralstoffen und Spurenelementen (Elektrolyten) hängt von der Schweißmenge ab. Je nach Belastung und Arbeit des Pferdes ergeben sich kleinere oder größere Elektrolytverluste über den Schweiß. Schwere und sehr schwere Schweißverluste bleibt Hochleistungspferden (Trabrennen oder Galopprennen) oder Arbeitspferden (Holzverrückten, Waldarbeit) vorbehalten.

Tabelle 1: Schweißmenge in Abhängigkeit von der Schwere der Arbeit

Schweißmenge	L/100 kg LM/Tag	Durchschnittswert
leichte Arbeit	0,5 – 1	0,75
mittlere Arbeit	1 – 2	1,50
schwere Arbeit	2 – 5	3,5
sehr schwere Arbeit	> 5	5,00

nach Meyer 1990

Der eigentliche Verlust an Elektrolyten ist vor allem bei Natrium und Chlorid beträchtlich. Daneben geht auch Kalium, Calcium sowie auch Magnesium und Zink verloren. Selbst Eisen, Kupfer und Selen können bei chronischen Schweißverlusten ins Defizit gelangen.

Tabelle 2: Zusammensetzung von Schweiß beim Pferd

	g/l		mg/l
Natrium	3,1	Phosphor	< 10
Kalium	1,6	Zink	11
Chlorid	5,5	Eisen	5
Calcium	0,12	Kupfer	0,3
Magnesium	0,05	Selen	Spuren
Stickstoff	1 – 3		

nach Meyer 1990

Bei starkem Schweißverlust kann nach der aufgeführten Tabelle eine Elektrolytmischung gegeben werden, die die Verluste ausgleicht. Das Pferd kann wohl seine renalen Verluste einschränken, es wird aber die vorgenannte Schweißzusammensetzung aus dem Plasma jeweils entnommen und ein stark schwitzendes Pferd kann mit seinen Plasmawerten problematisch entgleisen, wenn keine Elektrolyte zugeführt werden.

Stuten und Fohlen

Bei den Stuten wird über eine Erhöhung der Energiezufuhr und mit β -Carotingaben Einfluss auf die Eierstocktätigkeit genommen. Für die Funktion der Eierstöcke und damit für die gewünschte Trächtigkeit ist unter den Spurenelementen vor allem Mangan wichtig.

Je nach Monat der Trächtigkeit ist bei Stuten eine erhöhte Kraffutter- und eine höhere Mineralfuttermenge erforderlich. Als grobe Fütterungsregel gilt: im 8. Monat ein Kilo Hafer in der Ration zusätzlich, im neunten und zehnten Monat zwei Kilo, im

elften Monat drei Kilo. Für eine hochtragende Stute sollte man jedoch die Tagesrationen genauer als mit der alten 'Heu-Hafer'-Denkweise kalkulieren. Neben dem erhöhten Eiweißbedarf und der Mineralfutterergänzung muss auch der erhöhte Vitaminbedarf beherrscht werden.

Bei den Fohlen ist der erhöhte Bedarf an Calcium und Phosphor sowie Eiweiß für die Skelettbildung und das Wachstum zu berücksichtigen. Das Eiweiß muss hochwertig sein und ausreichend Lysin garantieren. Wenn die Stute genug Milch gibt, ist die Entwicklung bei einer Weidehaltung zusammen mit den Stuten unproblematisch.

Wenn sogenannte Fohlenstarter aus Kuhmilch zugefüttert werden, kann aus der folgenden Tabelle leicht erkannt werden, wie diese Produkte gegenüber der Kuhmilch verändert sein müssen, damit sie der Stutenmilch nahe kommen.

Tabelle 3: Zusammensetzung der Stutenmilch im Vergleich zur Kuhmilch in g/L

Laktationsstadium Wochen	TM	Roh-Protein	Roh-Fett	Lactose	Energie MJ	Ca	P	Mg	Na	K	Cl	Cu	Zn	Fe
Kolostrum	200	100	10	50	3,78	0,9	0,80	0,50	0,60	1,40	1,00	1,00	6,0	1,3
1. – 4.	107	27	18	62	2,44	1,2	0,73	0,09	0,23	0,70	0,35	0,45	2,5	0,9
5. – 8.	105	22	17	64	2,32	1,0	0,60	0,06	0,19	0,50	0,30	0,26	2,0	0,7
9 – 21.	100	18	14	65	2,12	0,80	0,50	0,045	0,15	0,40	0,30	0,20	1,8	0,5
Kuhmilch														
Sammel milch	130	31,5	40,5	50	2,8	1,3	2,1	0,1	0,5	1,5	1,0	0,1	0,38	0,45

Stutenmilch enthält deutlich weniger Fett und Protein und auch Phosphat als Kuhmilch, der Lactose-Gehalt ist demgegenüber meist höher als bei Kuhmilch. Mit den höheren Mineralstoff- und Spurenelementgehalten deckt die Kuhmilch oder ein aus Magermilchpulver und zugesetztem Pflanzenfett hergestellter Milchaustauscher den erhöhten Bedarf der Fohlen in den ersten Aufzuchtwochen. Der Bedarf an Eisen und Kupfer ist beim Fohlen jedoch höher. Bei der Stutenmilch wird trotz niedrigem Phosphatanteil gegenüber der Kuhmilch eine optimale Calciumausnutzung erreicht.

Kolostralmilch zeigt höhere Gehalte bei den Mineralstoffen und Spurenelementen. Diese Werte können aber nur bei einem ausgewogenem Fütterungszustand der Stuten erreicht werden. Wenn bei den Stuten hier Defizite vorliegen, ist auch die Kolostralmilch und die Milch der ersten Wochen bei einigen für das Fohlen wichtigen Bestandteilen knapp und das Defizit überträgt sich auf das Fohlen, wo es die körperliche Entwicklung stören kann.

Fällt die Kolostralmilch aus, muss bei der Fohlenernährung angepasst vorgegangen werden.

Hochleistungspferde **(Rennpferde und Turnierpferde)**

Bei dieser Gruppe wird das Training der Pferde auf einen sehr hohen Leistungsbedarf für kurze Zeitspannen ausgerichtet. Dementsprechend wird der Grundumsatz deutlich gesteigert. Rennpferde zeigen einen bis auf das Doppelte gesteigerten Grundumsatz. Gleichzeitig soll der Darminhalt möglichst niedrig gehalten werden,

damit er nicht bei den hohen Belastungen stört. Pferde regeln über den Schweißverlust und über die Verdunstung von Wasser auf der Haut ebenfalls wie menschliche Hochleistungssportler ihre Körpertemperatur. Im Gegensatz zum Menschen ist aber der Schweiß in der Zusammensetzung nicht angepasst. Während beim Menschen der Schweißverlust von Natrium und Kalium gegenüber einem Hobbysportler bei Hochleistungssportlern angepasst (gesenkt) ist, indem der Gehalt von Natrium und Kalium im Schweiß niedriger ist, verliert das Hochleistungspferd bei der Belastung entsprechend zur Schweißmenge die Elektrolyten wie schon auf Seite 13 ausgeführt.

Dieser Verlust muss gesondert, aber auch z.T. mit dem Futter ausgeglichen werden, ansonsten können sehr schnell Defizite auftreten, die zu Leistungseinschränkungen führen. Üblicherweise werden in den Wettkampfpausen bei Hochleistungspferden deshalb Elektrolytmischungen gegeben.

Arbeitspferde

Auch wenn der reine Arbeitseinsatz bei Pferden heute eine seltene Ausnahme darstellt, so wird das Pferd doch noch vereinzelt im starken Arbeitseinsatz verwendet. Pferde, die zum Beispiel in der Forstarbeit beim Holzrücken oder als Zugpferd an Kutschen und Wagen eingesetzt werden haben einen deutlich erhöhten Futter- und damit Energiebedarf. Der Bedarf an Mineralstoffen, aber auch an Elektrolyten und an Spurenelementen muss hier angepasst sein, um Defizite zu vermeiden.

Ponies und Kleinpferde

Diese Gruppe hat meist eine gute Hautisolation und wird deshalb leichtfuttrig gehalten, damit einer Verfettung vorgebeugt wird. Die Rationen sind eiweiß- und energiearm. Ein Bedarf von vitaminisierten Mineralstoffmischungen ist umso mehr gegeben, weil die Mineralstoffe und Spurenelemente nicht ausreichend aus dem Kraftfutter gezogen werden können.

Element-Profile für die Spurenelement- und Mineralstoffanalyse beim Pferd:

Die folgenden Profile werden gemessen. Einzelelementmessungen sind möglich. Sonderbestimmungen und erforderliche Methodenentwicklungen müssen bei Auftragserteilung vereinbart werden. Im Ergebnisbericht werden die aktuellen Untersuchungsdaten mit den Referenzwerten numerisch und grafisch verglichen.

Profil P1:

Gesamtspektrum Haare (bevorzugt Mähnenhaar, Material aus Mähnenhaar-Verzug)

Aluminium	Chrom	Molybdän	Silicium
Arsen	Cobalt	Natrium	Strontium
Barium	Eisen	Nickel	Thallium
Bismut	Kalium	Palladium	Vanadium
Blei	Kupfer	Phosphor	Zink
Bor	Lithium	Quecksilber	Zinn
Cadmium	Magnesium	Selen	
Calcium	Mangan	Silber	

Profil P2

Gesamtspektrum Vollblut (alle Elemente aus den Vollblut gemessen)

Antimon	Chrom	Lithium	Silber
Arsen	Cobalt	Magnesium	Silicium
Barium	Eisen	Mangan	Strontium
Beryllium	Gallium	Molybdän	Thallium
Blei	Germanium	Nickel	Vanadium
Bor	Jod	Phosphor	Zink
Cadmium	Kalium	Quecksilber	
Calcium	Kupfer	Selen	

Profil P3

Gesamtspektrum Plasma

(es sollte möglichst beim Tierarzt und Therapeuten das Blutplasma durch Zentrifugation frisch gewonnen werden. Plasma nach der Zentrifugation abgießen in ein Dekantierröhrchen (siehe Hinweise zur Probenahme).

(Elemente wie P2)

Profil P4

Gesamtspektrum Urin

(Elemente wie P2)

Es wird Kreatinin bestimmt, so dass unabhängig von der Ausscheidungsleistung jeweils auf 1 mg Kreatinin bezogen werden kann).

Hinweise zur Probenahme beim Pferd:

Routinemäßig werden Proben von Haaren, bevorzugt Mähnenhaar, Blutplasma, Vollblut oder Urin untersucht (Weitere Probenarten sind auf Anfrage möglich)

Bei der Untersuchung im Blutplasma sollte vom Tierarzt oder Therapeuten Vollblut in der Monovette zur Blutentnahme frisch zentrifugiert werden (s.u.). Das Blutplasma wird nach dem Aufschrauben der Monovetten in ein Dekantierröhrchen abgegossen. Wird Vollblut eingesandt und dieses erst im Labor, nach dem Postversand zentrifugiert, erhält man bei mehreren Elementen, die intrazellulär in höheren Konzentrationen vorliegen als extrazellulär, Störungen der Messwerte in verschiedenem Ausmaß durch die nicht vermeidbare Hämolyse der Erythrozyten. Deutlich gestört sind dann Kalium, Eisen, Zink und Magnesium (Zink bindet im Blut zu 90% an die Erythrozyten, Magnesium, Selen zu 70%). Von der Einsendung einer Vollbutprobe, mit dem Auftrag „Gesamtspektrum Plasma“ ist deshalb Abstand zu nehmen.

Wichtige Hinweise zur Probenahme

Haare, Mähnenhaar:

Die Haarabnahme erfolgt möglichst in Hautnähe (die Menge von 2 Teelöffeln, gestrichen voll entspricht etwa 0,5g).

Für die Mähnenhaarprobe muss nicht Material aus Mähnenverzug verwendet werden, wird brauchen die Haarwurzeln nicht. Wenn Mähnenhaar durch Verzug gewonnen wird, die Haarbälge abscheiden und die hautnahen Haarteile 2-4 cm lang herausschneiden und versenden. Die Haarprobe braucht nicht gewaschen zu werden, da sie im Labor vor dem Probenaufschluss mit einer Aceton-Wasser-Mischung gereinigt wird, um Staub und anhaftendes Fett zu entfernen.

Vollblut:

1. Monovette (7,5 ml Sarstedt blau, NH₄-Heparin) mit Venenblut füllen
2. Mehrfach schwenken (nicht schütteln), um Koagulation zu vermeiden
3. Sofortiger Versand bzw. gekühlt lagern bis zum Versand

Blutplasma:

1. Monovette (7,5 ml Sarstedt blau, NH₄-Heparin) mit Venenblut füllen
2. Mehrfach schwenken (nicht schütteln), um Koagulation zu vermeiden
3. Vollblut nach spätestens ca. 15 Min. zentrifugieren (ca. 5 min bei 5000 U/min)
4. Blutplasma in Transportröhrchen abfüllen
5. Blutplasma kühl lagern bzw. sofort versenden (oder vor Versand einfrieren)

Urin:

1. Spontanurin (Mittelstrahl) mit Sammelbecher aufnehmen lassen
2. 10-15 ml in ein Transportröhrchen abfüllen
3. Sofortiger Versand oder bis zum Versand kühl lagern bzw. einfrieren

Die Aussage der Ergebnisse wird verbessert, wenn mehrere Urinproben während des Tages gewonnen werden und eine Mischprobe erzeugt wird. Hierzu die gefüllten Sammelbecher jeweils bis auf 50 ml entleeren. Den Inhalt mehrerer Proben in einem Sammelbecher zusammenführen, diesen durchmischen und 10 – 15 ml in das Transportröhrchen abgießen.

Befund

Mineralstoffe und Spurenelemente beim Pferd

Therapeut/Halter:	Tierarzt X... Y....., Halter Z	Seite:	1
Patienten-ID:	PNS-V00310	Analyseprogramm:	Gesamtspektrum in Pferdehaar
Patient:	"G... "	Eingangsdatum:	29.10.2004
Geburtsdatum / Alter:	8 Jahre	Erstellungsdatum:	15.11.2004
Geschlecht (m / w):	Stute		
Rasse:	Warmblut		

I. Meßergebnisse

Untersuchungsmaterial: **Mähnenhaar**

Mineralstoffe

Element	Einheit	Referenzbereich	Patient	Referenzbereich
Kalium	mg/g	0,1 - 0,4	0,245	
Natrium	mg/g	0,1 - 0,4	0,492	
Calcium	mg/g	0,5 - 2	0,860	
Phosphor	mg/g	0,2 - 0,6	0,517	
Magnesium	mg/g	0,2 - 0,6	0,162	

Essentielle Spurenelemente

Element	Einheit	Referenzbereich	Patient	Referenzbereich
Eisen	µg/g	35 - 150	22,95	
Mangan	µg/g	1,5 - 20	0,853	
Zink	µg/g	120 - 250	131,0	
Kupfer	µg/g	5,5 - 10	7,071	
Selen	µg/g	1,25 - 4,5	3,361	
Cobalt	µg/g	0,02 - 0,1	0,016	
Molybdän	µg/g	0,15 - 0,4	0,142	
Zinn	µg/g	0,8 - 2,5	1,858	

Ultraspurenelemente und andere Elemente

Element	Einheit	Referenzbereich	Patient	Referenzbereich
Vanadium	µg/g	0,1 - 1	0,237	
Chrom	µg/g	0,2 - 1,2	0,210	
Strontium	µg/g	1 - 10	1,778	
Lithium	µg/g	0,05 - 0,6	0,047	
Bor	µg/g	0,7 - 15	1,522	
Bismut	µg/g	0,1 - 0,5	0,353	
Barium	µg/g	0,6 - 3	0,608	
Silicium	µg/g	20 - 300	42,60	

Toxische Elemente

Element	Einheit	Schwellwert	Patient	Schwellwert
Aluminium	µg/g	< 150	26,84	
Blei	µg/g	< 7	0,126	
Nickel	µg/g	< 3,5	0,139	
Arsen	µg/g	< 1	0,526	
Quecksilber	µg/g	< 0,3	0,097	
Cadmium	µg/g	< 0,3	0,099	
Thallium	µg/g	< 1,5	0,671	
Palladium	µg/g	< 0,5	0,018	
Silber	µg/g	< 0,15	0,090	

II. Befundbeschreibung

1. Mineralstoffe im Mähnenhaar

Die aufgeführten Referenzwerte sind Durchschnittswerte von Pferden, die in normaler Erhaltungsfütterung standen. Kalium liegt mitten im Referenzbereich für eine Erhaltungsfütterung, der Natriumwert liegt leicht oberhalb dieses Referenzbereiches. Calcium liegt in der unteren Hälfte des Referenzbereiches. Phosphor liegt im oberen Referenzbereich für eine Erhaltungsfütterung, es liegt hier damit höher als Calcium. Magnesium ist leicht im Defizit unterhalb des Referenzbereiches für eine Erhaltungsfütterung (s. III. Bewertung).

2. Essentielle Spurenelemente im Mähnenhaar

Eisen liegt in der Haarprobe leicht unterhalb des Referenzbereich. Mangan liegt im Defizit. Zink ist unauffällig im unteren Referenzbereich. Kupfer ist unauffällig im Referenzbereich. Selen ist gut ausgestattet etwas über der Mitte des Referenzbereiches. Cobalt und Molybdän sind leicht im Defizit. Zinn ist etwas über der Mitte des Referenzbereiches (s. III. Bewertung).

3. Ultrapurenelemente und andere Elemente im Mähnenhaar

Vanadium ist unauffällig im unteren Referenzbereich. Chrom ist niedrig ausgestattet dicht am unteren Rand des Referenzbereiches. Strontium ist niedrig im unteren Referenzbereich, Lithium ist am unteren Rand des Referenzbereiches, Bor niedrig im Referenzbereich. Bismut ist etwas über der Mitte des Referenzbereiches. Barium liegt niedrig auf dem unteren Rand des Referenzbereiches, Silicium ist niedrig im unteren Referenzbereich (s. III. Bewertung).

4. Toxische Elemente im Mähnenhaar

Bei den toxischen Elementen ist keine Überschreitung der jeweiligen Schwellwertes zu sehen. Bei Arsen und Silber sind leichte Einträge zu sehen, die aber klar unterhalb der Schwellwerte liegen. Die weiteren Elemente dieser Gruppe liegen mit den Einträgen jeweils deutlich unterhalb der Schwellwerte (s. III. Bewertung).

III. Bewertung

Die hier aufgeführten Referenzwerte sind bei Pferden erhoben, die ohne besondere Leistungsanforderungen in sogenannter Erhaltungsfütterung standen.

Bei leichten bis mittleren Leistungsanforderungen wird eine höhere Ausstattung bei den Mineralstoffen, insbesondere bei **Kalium und Natrium** angestrebt, um stärkere Einbrüche mit verlängerten Erholungsphasen jeweils durch den Schweißverlust zu vermeiden. Der Wert für Kalium in der Mähnenhaarprobe liegt hier in der Mitte des Referenzbereich für eine Erhaltungsfütterung. Natrium liegt etwas oberhalb dieses Referenzbereiches.

Bei leichten bis mittleren Leistungsanforderungen wird in der Regel eine Kaliumausstattung angestrebt, die Werte in der Haarprobe von 1,0 bis 1,2 mg/g liefert. Entsprechend wird eine Natriumausstattung gewählt, die sogar etwas höhere Werte als bei Kalium mit 1,2 bis 1,4 mg/g erreicht. Beide Grundausstattungen sind hier niedrig, auch wenn der Natriumwert etwas über dem Erhaltungsbereich liegt. Bei Leistungsanforderungen mit Schweißverlust kann es hier zu Leistungseinbrüchen kommen, die Erholungszeit nach Leistungsanforderungen kann sich deutlich verlängern.

Bei **Calcium** werden meist Ausstattungen von 1,6 bis 2,0 mg/g bei leichter bis mittlere Arbeit gesucht. Der hier vorliegende Calciumwert erreicht diesen Bereich bei weitem nicht. Ein Pferd im vollen Leistungsalter sollte eine gute Grundausstattung und damit Calciumwertung haben. Der **Phosphorwert** ist hier unauffällig im Referenzbereich, er passt noch zu dem Calciumwert. Dies bedeutet, dass das angebotene Calcium und Phosphat auf gut verwertet wird, aber es ist für ein Sportpferd mit leichten oder mittleren Leistungsanforderungen eine niedrige Ausstattung. Durch die Fütterung mit den empfohlenen Mengen einer Standardmineralfuttermischung (Achtung bei Stuten muß etwas höher dosiert werden) wird die Calciumzufuhr angehoben.

Eine etwas gesteigerte Ration an Hafer oder Gerste würde die Phosphatzufuhr noch etwas darüber hinaus steigern. Mineralfuttermischungen enthalten zusätzlich auch noch einige essentielle Spurenelemente, von denen meist 1/3 bis zur Hälfte des jeweiligen

(Befundbeispiel)

Tagesbedarfs der einzelnen Elemente einbezogen ist. Der Verlust von Magnesium ist über den Schweiß ist etwas geringer als bei Calcium, aber auch die Magnesiumausstattung sollte z.T. an die Leistungsanforderungen angepasst sein. Hier ist der **Magnesiumwert im Defizit** leicht unterhalb des Referenzbereiches für eine Erhaltungsfütterung. Ein Defizit bei Magnesium macht sich in Verspannungen bei und nach Belastungen bemerkbar. Das Pferd reagiert empfindlich auf Belastungen, und ist stärker erregbar. Magnesium ist auch im Herzmuskel wichtig und bewirkt dort eine wirtschaftliche Ausnutzung der Herzleistung und damit eine Schonung des Myokards. Der Erhaltungsbedarf an Magnesium ist 20 mg/kg LM und Tag. Bei einem 500 kg-Pferd sollten demnach mindestens 10 g Magnesium pro Tag zugeführt werden, begrenzte Überschüsse sind unkritisch.

Vorübergehend könnte hier Magnesiumhydroxydcarbonat (kohlensaures Magnesia) verwendet werden, um das Defizit auszugleichen.

Das Fütterungsregime kann für die Spurenelemente nach der Tabelle aus der PNS-Broschüre kalkuliert werden.

Wenn keine Salzlecksteine angenommen oder verwendet werden, muss der Natriumbedarf durch Viehsalz oder eine andere Mineralstoffmischung erfüllt werden.

Kalium wird normalerweise über die Grasaufnahme und das Heu bzw. Gras/Heusilage ausreichend abgedeckt. Auch eingeweichte Trockenschnitzel liefern einen guten Beitrag bei der Kaliumversorgung.

Standardmineralfüttermischungen wie Höveler Reformin plus oder von Derby enthalten kein zugesetztes Kaliumsalz. Im Gegenteil ist oft der Kaliumwert bei den Tieren auf der Frühsommerweide üppig ausgestattet. Hier sollte geprüft werden, ob die Heuration noch etwas gesteigert werden kann, oder die Qualität des Heus ausreicht, um eine gute Ausrüstung bei Kalium zu schaffen.

Der **Eisenwert** liegt hier leicht im Defizit, unterhalb des Referenzbereiches. Der Eisenwert im Mähnenhaar korreliert mit dem durchschnittlichen Gesamtplasmaeisenwert. Die Eisenaufnahme hängt von einer ausreichenden Zufuhr von Vitamin C ab. Bei Pferden kann ein niedriger Eisenwert verbessert werden, indem Ascorbylpalmitat in den Hauptfütterergängen zugemischt wird (ca. 4g / 100 kg LM pro Tag). Der Eisenwert in der Haarprobe zeigt die Zufuhr und Resorption an. Zur Bewertung einer ausreichenden Eisenverwertung bei der Blutbildung sollten die Werte für Ferritin und Transferrin (Tierarzt) mit herangezogen werden. Bei einer guten Eisenzufuhr ist das Problem einer gestörten Blutbildung unwahrscheinlich, bei einem Mangel bei der Eisenzufuhr und – resorption ist eine eingeschränkte Blutbildung jedoch möglich. Körnerfutter enthält weniger Eisen und die Eisenaufnahme wird aus Getreide ähnlich wie auch die Zinkaufnahme durch vorhandenes Phytat eingeschränkt. Die Hauptfunktion des Eisens ist die Blutbildung, für die aber auch Kupfer ausreichend vorhanden sein muss (Kupfer liegt hier unauffällig im Referenzbereich und zeigt keinen Überschuss wie die im September untersuchte Probe der Stute „Lea“).

Mangan ist hier im Defizit, unauffällig im Referenzbereich. Wesentliche Funktionen liegen in der Knorpelbeschaffenheit und im Skelettaufbau. Die Einlagerung von Calcium ist an eine ausreichende Manganversorgung gebunden. Einige Enzymsysteme, vor allem Oxidasen benötigen Mangan. Bei Stuten ist Mangan wichtig für eine normale Funktion der Eierstöcke. Bei Mangandefiziten kann es zu Störungen der Rosse kommen. Mangan ist im Körnerfutter und auch im Gras enthalten. Das Mangan sitzt in den Keimen der Körner, deshalb enthalten z.B. Weizenkeime recht viel Mangan. Sandige und kalkhaltige Böden können ärmer sein an Mangan.

Zink ist hier unauffällig im unteren Referenzbereich Zink erfüllt zahlreiche Funktionen. Es wird für das Immungleichgewicht gebraucht, die T-Lymphozyten enthalten Zink. Zink ist erforderlich für eine gute Hufstabilität und für den Haarwuchs. Die Wundheilung wird durch Zinkgaben beschleunigt. Zink kann neben der Zufuhr über eine Mineralstoffkombination auch als Zinkoxid gegeben werden (dieses enthält 80% Zink). Eine betonte Calciumzufuhr (Ausgleich wegen Schweißverlust) kann den Zinkwert niedriger halten. Bei zusätzlichen Futterkalk-Gaben, kann es deshalb erforderlich sein, die Zinkversorgung parallel anzupassen. Um den Zinkwert zu steigern, reicht es deshalb oft nicht aus, die Zinkzufuhr allein über die Gabe einer Mineralstoffmischung zu steigern, denn wenn mehr Calcium gefüttert wird, schränkt das die Zinkaufnahme wieder ein und eine gesteigerte Zinkzufuhr wird damit wiederum begrenzt. Man kann aber zusätzlich Zink mit einem

(Befundbeispiel)

Ergänzungsmittel steigern, z.B. auch mit Zinkoxid-Gaben.

Kupfer, Zink und Mangan benutzen nach der Resorption die gleichen Bindungsstellen an einem Transportprotein. Deshalb gibt es bei hohen Werten einer dieser Komponenten oder von zwei dieser Werte immer eine gewisse Verdrängung der anderen genannten Elemente. Es hat deshalb keinen Sinn, nur eine dieser Komponenten besonders betont zu stützen. Wenn man z.B. Zink deutlich anhebt, muss gewährleistet sein, dass gleichzeitig Kupfer und Mangan ausreichend im Futter vorhanden ist.

Kupfer liegt hier unauffällig im Referenzbereich. Kupfer, Zink und Mangan benutzen nach der Resorption die gleichen Bindungsstellen an einem Transportprotein. Deshalb gibt es bei hohen Werten einer dieser Komponenten oder von zwei dieser Werte immer eine gewisse Verdrängung. Von dem Kupferüberschuss der Stute „Lea“ (Untersuchung vom September 2004) ist hier nichts zu sehen.

Kupfer wird beim Pferd auch für die Calcium-Einlagerung im Skelett gebraucht und es wird in Verbindung mit einer gesunden Knorpelstruktur im Zusammenhang gesehen. Ein Kupferüberschuss sollte aber auch vermieden werden, weil sonst Mangan und Zink etwas verdrängt werden. Bei deutlichen Überschüssen von Kupfer wird die Leber unnötig stimuliert.

Mineralstoffsupplemente, die bei Leistungsanforderungen (sportliche Nutzung) und zur Unterstützung der Wachstumsphase oder bei Stuten gefüttert werden, enthalten neben Natrium, Calcium und Magnesiumsalzen auch Phosphat, Eisen, Mangan, Zink, Kupfer, weiterhin auch Cobalt und Selen. Kaliumsalze sind in den meisten Standardmineralfuttermischungen nicht enthalten, weil man davon ausgeht, dass der Verlust durch Weidegang und/oder Heu ausgeglichen werden kann. Der große Darminhalt des Pferdes dient vor allem als Kaliumpuffer. Wenn über einen Schweißverlust größere Mengen Kalium verloren gehen, wird dieses aus dem Puffer des Darminhalts wieder ersetzt. Bei stärkerer Trainingsarbeit kann aber auch direkt nach der Belastung ein Kaliumverlust über eine Elektrolytlösung ausgeglichen werden.

Selen ist hier gut ausgestattet, der Messwert liegt über der Mitte des Referenzbereiches. Im ausgeglichenen Rahmen wirkt Selen antioxidativ und es arbeitet als Antagonist bei den Schwermetallen, indem es lösliche Komplexe mit Schwermetallen bildet, die wieder ausgeschieden werden können. Wenn Selen-arme Weiden vorliegen, kann es zu Defiziten bei Selen kommen, allerdings kann eine Selen-Düngung der Weide auch leicht zu Überschüssen führen, die dann kaum zu vermeiden sind, wenn man nicht den Weidegang beschränken will.

Wenn Selen angehoben werden sollte ist es besser, ein Selenergänzungsmittel zu verwenden als die Selendüngung. Hier ist keine Selenergänzung erforderlich.

Cobalt ist hier leicht unterhalb des Referenzbereiches. Das Pferd kann wohl Cobalt über die Darmflora verwerten und selbst Vitamin B12 produzieren. In den Standardmineralfuttermischungen ist deshalb auch Cobalt zugesetzt. Nach einer Vitamin B12-Gabe bleibt der Cobaltwert allerdings durch das enthaltene Cobalamin über Wochen erhöht. Cobaltmangel kann beim Pferd im Zusammenhang mit einer Wurmbelastung stehen, weil Bandwürmer und Nematoden das Vitamin B12 aus dem Darminhalt spezifischer binden als das Pferd es aufnehmen kann, was dann zum Mangan an Vitamin B12 führen kann. Hier sollte der Entwurmungstermin überprüft werden, im Zweifel sollte eine Kotprobe über die Notwendigkeit einer Entwurmung entscheiden.

Molybdän ist hier leicht im Defizit, unterhalb des Referenzbereiches. Dieses Spurenelement hat mehrere Oxidasen zu unterstützen. Es ist über die Sulfioxidase bei der Verwertung schwefelhaltiger Aminosäuren (Methionin, Cystein/Cystin) beteiligt. Ein Mangel an Molybdän bedeutet letztlich eine Eiweißverwertungsstörung. Die Einlagerung von Calcium im Skelett ist an die Anwesenheit von Fluor gebunden. Bei der Fluoreinlagerung ist wiederum Molybdän beteiligt. Weitere Oxidase-Systeme, in denen Molybdän beteiligt ist, sind die Aldehydoxidase und die Xanthinoxidase. Molybdän ist vor allem in Körnern enthalten, bei ausreichender Haferfütterung sollte ein Pferd keinen Mangel an Molybdän haben. Hafer würde auch bei den meisten essentiellen Spurenelementen die Versorgung verbessern, auch die Phosphataufnahme wird durch Hafer etwas höher (ebenfalls durch Gerste). Blattkohllarten enthalten ebenfalls etwas mehr Molybdän, wenn man über einen Landwirt an eine saubere Blattkohlsilage kommt, kann man einen Teil des Heus oder der Heusilage damit ersetzen.

(Befundbeispiel)

Vanadium ist hier unauffällig im unteren Referenzbereich. Es ist für den Lipidstoffwechsel und im Kohlenhydratstoffwechsel erforderlich. Eine gute Vanadiumquelle sind ungesättigte Pflanzenöle, die begrenzt dem Grundfutter zugemischt werden können (z.B. 100 – 150 ml täglich bei einem 500 kg-Pferd. Auch mit einer begrenzten Leinsamenzufuhr erhält man aufgrund des enthaltenen Ölanteils einen besseren Vanadiumwert (ungekocht jedoch nicht zuviel geben wegen Blausäuregehalt). Geeignet für die Ergänzung sind Pflanzenöle wie Sojaöl, Sonnenblumenöl und Maiskeimöl, in Olivenöl ist dagegen fast kein Vanadium enthalten.

Chrom ist hier niedrig, nahe dem unteren Rand des Referenzbereiches. Die hauptsächlichste Quelle für Chrom sind die Hüllbereiche der Körner. Kleie enthält deshalb auch mehr Chrom. Kleie bringt aber wiederum mehr Phytat ein und damit wird die Zinkaufnahme etwas eingeschränkt. Kleie kann deshalb nur begrenzt verwendet werden. Eine Erhöhung der Haferration würde die Chromversorgung verbessern. Chrom ist vor allem für den Kohlenhydratstoffwechsel erforderlich. Die schnelle Energiemobilisation aus den Kohlenhydraten benötigt die Anwesenheit von Chrom.

Der **Strontiumwert** ist unauffällig im unteren Referenzbereich. Strontium läuft meist parallel mit Calcium, hat keine wesentlichen eigenen Wirkungen beim Pferd. Strontium wird zusammen mit dem Calcium im Futter als Untermischung vom Calcium aufgenommen.

Lithium ist niedrig am unteren Rand des Referenzbereiches. Mangelerscheinungen zu Lithium sind beim Pferd nicht bekannt. Lithium ist wohl in Pflanzen und auch im Trinkwasser enthalten. Für deutliche Überschüsse gibt es keine bekannte Quelle aus Futtermitteln. Lediglich Pilze könnten etwas höhere Einträge von Lithium verursachen.

Bor liegt unauffällig im unteren Referenzbereich, **Bismut** liegt mitten im Referenzbereich. Mangelerscheinungen sind bei diesen Elementen beim Pferd nicht bekannt. Hohe Überschreitungen könnten bei Bismut Störungen des Nervensystems auslösen, dies konnten wir aber bei Pferden bisher nicht beobachten. Sehr hohe Borwerte führen zu einer stärkeren Wasserbindung im Gewebe. Bei deutlichen Überschüssen mit Bor werden Schleimhautreizungen möglich. Obst enthält teilweise mehr Bor, da aber z.B. kaum Äpfel und schon gar nicht Tomaten bei Pferden gefüttert werden, sieht man keine erhöhten Borwerte bei Pferden. Einzelne Äpfel als 'Belohnung' haben keinen messbaren Nachteil.

Barium liegt niedrig am unteren Rand des Referenzbereiches. Dieses Element ist ebenfalls nicht essentiell (= lebensnotwendig) für das Pferd. Barium kommt überwiegend nur in der schwerlöslichen Form als Bariumsulfat vor. Besser lösliche Bariumsalze wie Bariumcarbonat oder Bariumchlorid und Bariumacetat sind sogar giftig (Bariumcarbonat wird bei Rattengift verwendet. Bei hohen Bariumbelastungen kommt es zu Störungen des Nervensystems. Ein Eintrag von Barium ist möglich durch Abnagen von einfacher Wandfarbe (Echtweiß), die Bariumsulfat enthält. Ebenfalls ist in Spezialzementen (Fugenweiß) Bariumsulfat. Röntgenkontrastmittel für die Darstellung des Magen-/Darmtraktes enthalten auch Bariumsulfat. Bariumsulfat kann auch als Untermischung und Verunreinigung (neben zuviel Aluminiumhydroxid) in Kieselerdeprodukten sein. Bei der Verfütterung von Kieselerde sollte immer die Analyse des Produktes geprüft werden. Schließlich könnte auch im Boden neben Aluminiumoxid und Aluminiumhydroxid Bariumsulfat enthalten sein.

Silicium ist unauffällig im unteren Referenzbereich. Ein Pflanzenfresser wie das Pferd sollte normalerweise ausgewogene Siliciumwerte zeigen. Silicium erfüllt wichtige Funktionen. So wirken die Kieselsäuren als Träger für Silicium auf die Hufbildung, und auf das Haarwachstum sowie auf das Bindegewebe. Kieselsäuren stimulieren die Makrophagen in der Darmschleimhaut und aktivieren damit das körpereigene Immunsystem des Pferdes. Eine gesunde Haut braucht ebenfalls Kieselsäuren. Die Calciumeinlagerung im Skelett ist ebenfalls an die Anwesenheit von Kieselsäuren geknüpft. Eine übermäßige Aufnahme von nachteiligem Aluminium wird durch die Anwesenheit von Kieselsäuren eingeschränkt. Bei einer Fütterung mit ausreichendem Rohfaseranteil sollten auch gute Siliciumwerte resultieren. Im Einzelfall können aber auch Weiden mit niedrigem Kieselsäureanteil vorliegen. Man kann die Aufnahme von Kieselsäuren verbessern, indem Kieselsäuren als Kieselerdeprodukte zugefüttert werden. Allerdings haben wir bei unseren Analysen festgestellt, dass solche Produkte mit Barium und/oder Aluminium-Anteilen untermischt sein können. Die Zufütterung sollte deshalb entweder nur zeitlich begrenzt erfolgen oder es muss ein einwandfreies Kieselerde-Produkt gefunden werden.

(Befundbeispiel)

Bei den **toxischen Elementen** ist hier keine Überschreitung der jeweiligen Schwellwerte zu sehen.

Erhöhte Einträge bei den toxischen Elementen können verschiedene Ursachen haben: Edelmetalle in den Gebissen führen vereinzelt zu erhöhten Einträgen von Silber oder Palladium. Silber kann durch Desinfektionsmittel oder durch Antibiotika (Silbersulfadiazin) erhöht zugeführt werden. Durch Nagen an druckimprägnierten Zäunen gibt es vereinzelt leicht auffällige Arsenwerte (die grüne Druckimprägnierung bei Zäunen kann Kupferarsenit enthalten). Durch Erdefressen gibt es auch erhöhte Aluminiumwerte, nicht nur durch die oben bei Silicium angesprochenen unsauberen Ergänzungsmittel.

So sieht man teilweise schon bei jungen Pferden durch Edelmetalle in den Gebissen erhöhte Einträge von Silber oder Palladium. Silber kann durch Desinfektionsmittel oder durch Antibiotika (Silbersulfadiazin) erhöht zugeführt werden. Durch Nagen an druckimprägnierten Zäunen gibt es vereinzelt leicht auffällige Arsenwerte (die grüne Druckimprägnierung kann Kupferarsenit enthalten). Dagegen sind erhöhte Belastungen mit Blei, Cadmium oder Thallium und Nickel bei Pferden selten.

IV. Zusammenfassung, Empfehlungen

Die Ausstattung bei den Mineralstoffen sollte an die Leistungsanforderungen angepasst sein. Bei leichten bis mittleren Leistungsanforderungen könnte dieses Pferd eine höhere Grundausrüstung bei den Mineralstoffen Kalium, Natrium, Calcium und Magnesium haben. Diese würde durch das Zufüttern einer Standardmineralfuttermischung (Dosierung nach Herstellerangaben) in der Regel (bis auf Kalium) erreicht.

Die Kaliumzufuhr könnte aber über eine Weide mit kontrolliertem Weidegang, gutes und Mher Heu, evtl. auch Trockenschnitzel korrigiert werden. Bei Bedarf kann direkt nach Leistungsanforderungen mit einer Elektrolytmischung der Verlust an Kalium und Natrium ausgeglichen werden. Durch mehr Hafer oder Gerste würde die Phosphatzufuhr noch leicht steigen. Hafer wäre auch eine Quelle für eine bessere Ausstattung mit Molybdän und Chrom. Z.T. kann Mangan und Chrom auch über ein Mash mit Kleie und Weizenkeimen verbessert werden, in diesen Mash kann man eine Pflanzenölratio einrühren.

Die Eisenzufuhr und Resorption würde steigen, wenn in den Hauptfuttergängen Ascorbylpalmitat hinzugefüttert würde. Vorübergehend kann für zwei Monate noch 1/3 des Tagesbedarfs an Magnesium über Magnesiumhydroxidcarbonat (kohlen-saures Magnesia) neben dem Anteil aus der Standardmineralfuttermischung ergänzt werden.

Die Manganzufuhr kann auch über eine Manganlösung angehoben werden (Vorschlag in der Anlage).

PNS Dr. U. Dübbert
Lehmweg 67 a
25492 Heist

Bei Rückfragen:
Tel.: 04122 – 953527
Fax: 04122 – 953528

E-Mail: info@traceelements.de

Anhang

Vorschlag zur vorübergehenden Mangansubstitution beim Pferd:
Der Tagesbedarf an Mangan wird bei Zuchtpferden und bei Arbeit mit 0,8 mg pro kg Lebendgewicht angesetzt (Meier und GEH, 1994).

Bei Stuten wird ein höherer Bedarf von 1 mg Mn pro kg LM und Tag angenommen, der vor allem vor und während der Rosse wichtig ist. Auf die Trockenfuttermenge bezogen wird von 40 mg/kg Mangangehalt ausgegangen. Wenn 100 mg pro Tag an Mangan ergänzt werden,

(Befundbeispiel)

entspricht das 25% der täglichen Gesamtzufuhr bei einem 500 kg-Pferd, bei einer Stute mit 500 kg sind das 20 % der Gesamtzufuhr an Mangan.

Beim Apotheker kann eine Lösung von 15,1 g Mangan (II)-sulfat (wasserfrei) in 1 L Wasser hergestellt werden (Konservierung mit 0,1% Sorbinsäure oder Kaliumsorbat (E200/E202)). Diese Lösung enthält 5,4938 g Mangan pro Liter und ist 0,1molar. (Atomgewicht Mangan 54,938, Molekulargewicht $MnSO_4$ 151). Konservierung mit 0,1% Sorbinsäure oder Kaliumsorbat (E200/E202).

Wenn hiervon täglich 20 ml (in einem Mash mit etwas Kleie, Melasse, kurz aufgekochtem Leinsamen usw. reichen) , so sind das 109,34 mg Mangan täglich bei einem 500 kg-Pferd. Die Menge von einem Liter reicht dann für ca. 50 Tage. Wenn gleichzeitig die Zufuhr über das Grundfutter und die Mineralstoffmischung gesteigert wurde, ist der Manganwert erwartungsgemäß dann normalisiert.

Man kann bei einer Stute auch mit 30 ml dieser Lösung beginnen und nach 3-4 Wochen auf 20 ml reduzieren, wenn gleichzeitig die Mineralstoffmischung und die Körnerration etwas angehoben wird.

Erläuterungen zur Differenzierung zwischen Mähnenhaaranalyse und Blutproben (Untersuchung von Blutplasma- oder Vollblut) bzw. Urinproben

Die Mähnenhaaranalyse eignet sich vor allem für ein erstes Screening der Spurenelemente und Mineralstoffe. Es besteht eine ausreichende Korrelation bei den Mineralstoffen, den essentiellen Spurenelementen, den Ultraspurenelementen und den toxischen Spurenelementen.

Liegen hier bei einer Haaranalyse deutliche Überschreitungen der Schwellwerte vor, muß gefragt werden, ob nicht durch die festgestellte Exposition auch chronische Schädigungen im Körper verursacht werden. Eine Blutprobe kann zum gleichen Zeitpunkt der Messung aber völlig unauffällig hinsichtlich der toxischen Elemente sein, weil die Depositionen in anderen Geweben vorliegen (Knochen, Nieren, Nervengewebe) und sich im Blut nicht bemerkbar machen.

In den Haaren werden sämtliche Elemente, die in den Körperflüssigkeiten auftauchen, praktisch passiv durch das Haarwachstum in der Proteinstruktur der Haare eingelagert. Die Haare sind in den einzelnen nachgewachsenen Segmenten praktisch ein 'Logbuch' der Zufuhr bei den Mineralstoffen und Spurenelementen.

Bei den essentiellen Spurenelementen ist die logische Interpretation einer Haaranalyse zu einzelnen Mangelzuständen auch in Abhängigkeit der bestehenden Fütterung zu sehen. Ein Zinkmangel, der in den Haaren festgestellt wird, kann möglicherweise nicht mehr bestehen, weil die Weidehaltung mit einer mangelnden Zinkversorgung schon beendet wurde. Die Befunde der Spurenelement- und Mineralstoffanalyse müssen immer im Zusammenhang mit der Fütterung über das Probenintervall gesehen werden.

Die parallele Vorgehensweise ermöglicht z.B. die Aussage, dass aktuell eine Mangel-Situation besteht (Plasmaprobe oder Vollblutprobe) und chronisch, auf mehrere Monate gesehen, ebenfalls ein Mangel festzustellen war (Defizit bei der Mähnenhaarprobe), womit z.B. die Indikation für eine Substitution von Zink oder eine erforderliche Fütterungsumstellung sehr deutlich wird.

Bei einzelnen Elementen können die Körperpools besser bewertet werden, wenn anstelle von Plasmaproben Vollblutuntersuchungen durchgeführt werden. Dies ist begründet, wenn bei den Elementen in den Erythrozyten höhere Konzentrationen vorliegen als im Plasma (Gilt nicht für Eisen, weil dies vom Hämoglobin beeinflusst in vergleichsweise hoher Konzentration in den Erythrozyten vorliegt). Das gilt aber z.B. für differenzierte Bewertungen bei Zink und Magnesium. Für eine Untersuchung der toxischen Elemente aus Blutproben sind ebenfalls Vollblutproben besser geeignet als Plasmaproben (Blei und Cadmium binden stärker an die Erythrozyten, Thallium wird wie Kalium intrazellulär gespeichert).

Die Haarproben selbst zeigen unterschiedliche Aussagen aufgrund der unterschiedlichen Länge. Bevorzugt sollten die proximalen Teilstücke des Mähnenhaars für die Proben verwendet werden, das sind die Teile, die nah an der Haarwurzel stehen. Werden Striegel und Kämmen verwendet, die einen typischen Metallabrieb auf den Haaren haben, ist es nicht ausgeschlossen, dass einzelne Werte (z.B. Aluminium) durch oberflächlichen Abrieb auf den Haaren beeinflusst werden. Meist ist aber an den proximalen Haarteilen noch kein Abrieb festzustellen.

Die benötigte Probenmenge von 0,5 g (entspricht 2 gestrichenen Teelöffeln) sollte eingehalten werden, weil niedrigere Probenmengen bei der Haarprobe die Genauigkeit der Messungen verschlechtern.

Aus Urinproben sind primär Aussagen zur Ausscheidung zu gewinnen. Da die Gewinnung einer Urinprobe schon einige Erfahrung im Pferdeumgang notwendig macht, ist der Einsatz schon von vornherein weniger häufig. Neue 'Patentrezepte' bei der Gewinnung der Urinproben sind hier nicht bekannt. Tierärzte mit Erfahrung in der Akupunktur kennen aber einen Akupunkturpunkt, dessen Reizung zum spontanen Wasserlassen beim Pferd führt.

Mineralstoffe und Spurenelemente

Tabelle zur Übersicht

Mineral-Stoffe	Ziel-/Depot-Organ	Mangel-/Überschuss-Erscheinungen	Bedeutung für Organismus, Bemerkungen	Futtermittel, Quelle	Untersuchungs-material
Calcium Ca	Knochen (99%), Nieren, Gastrointestinal trakt, Herz, Haut, Lunge, Schilddrüse, Gonaden	Hypocalcämie: Bei Jungpferden führt Calciummangel zu Wachstumsstörungen der Gliedmaßen, bei erwachsenen Pferden Entkalkung der Knochen (Osteodystrophie); Hypoparathyreoidismus, häufig, bei fehlender Mineralstoffsubstitution von Grundfuttermitteln Hypercalcämie: bei mehr als 250%iger Überversorgung mit Ca sind Störungen der Blutbildung möglich. Im Überschuss angebotenes Ca muß über die Nieren ausgeschieden werden. Häufig Mißbrauch von Mineralstoffen oder Ergänzungsfuttern, einseitige Luzerne/Kleefütterung	Zusammenhang mit Phosphat betrachten. (Ca/P-Verhältnis); antagonistisch zu Zn; Rolle bei Blutgerinnung, Zellmembranstabilisierung; bei Corticoidgabe kann auch Hypocalcämie auftreten, Vitamin D-Mangel, bei Überdosierung von Vitamin A und D Hypercalcämie; Zu hohe Phosphatzufuhr kann auch Calciummangel bewirken	Ca:P-Verhältnis der täglichen Gesamtration soll bei 1,5:1 bis 3:1. Ergänzung von Ca meist notwendig, da bis auf Trockenschnitzel das Ca:P-Verhältnis unter 1,5 liegt. Futterkalk, einfache Mineralstoffmischungen	Blutplasma, Sammelurin, auch in den Haaren
Phosphor, Phosphat P	Knochen (80%), Zähne, Niere	Hypophosphatämie: Nebenschilddrüsenkrankung, selten, evtl. bei Zuchttieren und Weidehaltung Hyperphosphatämie: Bei einseitiger Kleiefütterung oder mit anderen Getreidenachprodukten	Zusammenhang mit Ca betrachten, Tag-Nacht-Rhythmus, erniedrigt bei Vitamin D- und Ca-Mangel; zuviel Al im Futter hemmt die P-Aufnahme	Getreideration, Hafer, Getreidenachprodukte, Futterphosphate	Blutplasma, Mähnenhaar, nicht den P-Gehalt im Urin für Phosphoraufnahme und Verwertung verwenden .
Kalium K	Gewebsflüssigkeiten, intrazellulär	Hypokaliämie: vorübergehend nach hohem Schweißverlust. Hyperkaliämie: Nach Aufnahme von hohen Mengen Gras, Heu, Silagen von intensiv gedüngten Weiden. Verletzungen, innere Blutungen lösen eine Hypokaliämie aus.	Darminhalt dient als Reservoir. Begrenzte Überschüsse werden toleriert. Quarterhorses haben eine teilweise vererbte Problematik mit Hyperkaliämie und Symptomen, Kaliumzufuhr muss dann kontrolliert werden	Kaliumbedarf wird bei normalen Futterrationen problemlos gedeckt. Kaliumverluste durch Schwitzen, Durchfall und zu hohe Natriumgaben. Bei stark beanspruchten Sportpferden kann Kaliummangel durch stärker melassierte Futtermittel ausgeglichen werden.	Blutplasma, Sammelurin, (Querschnittswert: Mähnenhaar)
Natrium Na	Körperflüssigkeiten, extrazellulär	Mangel an Natrium: Lecksucht und Aufnahme von Erde und Graswurzeln Vorkommen bei Pferden mit hohem Schweißverlust oder Durchfällen. Zu langer Weidegang vor allem im Frühsommer mit satten Weiden (parallel		Grundbedarf für mittleres Pferd (500 kg) bei 10g pro Tag, kann bei starker Belastung bis auf 125 g steigen. Salzlecksteine zusätzlich anbringen, bei	Blutplasma, Sammelurin Na >200 mg/L. (Querschnittswert: Mähnenhaar)

		Eiweißüberschuß) Natriumüberschuß: Evtl. bei Saugfohlen mit Zugang zu Lecksteinen		Fohlen und Jung- pferden wird teil- weise übermäßige Aufnahme beob- achtet (Durchfälle).	
Magne- sium	Knochen, Herz, Leber, ZNS, Muskulatur	Hypomagnesiämie: neuromuskuläre Übererregbarkeit, gastrointestinale u. kardiale Beschwerden, Diurese, Vorkommen: evtl. bei intensiv gedüngten Weiden Hypermagnesiämie: Nierenversagen, Diarrhoe, Hyporeflexie, Hypotonie Bei normaler Fütterung nicht zu erwarten	Wichtig für Muskel- und Nervenfunktion.	Grundbedarf über Grundfutter in der Regel gedeckt. Bei Viel Schwitzen erhöhter Bedarf.	Mähnenhaar, Blutplasma

Essen- tielle Spuren- elemente	Ziel-/Depot- Organe	Mangel-/Überschuss- Erscheinungen	Bedeutung für Organismus, Bemerkungen	Futtermittel, Quelle	Untersuch.- material
Zink	Haut, borkige Veränderun- gen, Bindege- webe, Fellwuchs, Haarausfall, Immunsystem Gonaden Zeugungs- fähigkeit der Hengste, Fertilität der Stuten Gastrointesti- naltrakt, Blut, Herz, Schleimhaut, Knochen, Niere, Pankreas, Eierstöcke	Zinkmangel: evtl bei überhöhter Calcium- und Kleiegabe oder Weiden mit überwiegendem Grasanteil; Hautschäden, verdickte Haut, borkige Ablagerungen, Parakeratose Zinküberschuss: Selten, bei Fohlen auf kontaminierten Flächen, Belecken von verzinkten Stalleinrichtungen.	Härte der Hufe, Festigkeit und Hornbildung, Steuerung des Immunsystems, T-Lymphozyten, Aufnahme konkurrierend mit Eisen, Kupfer, Mangan, zu hohe Zinkzufuhr reduziert die Kupferverwer- tung	Getreide, Rübenblattsilage	Vollblut, Blutplasma, Mähnenhaar
Cobalt Co	Baustein im Vitamin B12, Blutbildung	Kobaltmangel bedeutet auch Vitamin B12-Mangel. Bei Wurmerkrankungen kann das gesamte Cobalt von den Parasiten verbraucht werden, Cobaltmangel ist deshalb auch ein Hinweis auf Parasiten	Aktiviert Enzyme, Vitamin B12 wird durch Darmbakterien synthetisiert, die Cobalt über das Futter benötigen.	Sand- und Verwitterungsbö- den zeigen weniger Cobalt. Sonst durch Futtermittel gedeckt	Vollblut oder Blutplasma, Mähnenhaar, Urin
Eisen Fe	Erythropoeti- sches Sys- tem, Milz, Leber, Niere, Knochen, Haare	Verluste über Schweiß, Milch und Blut, Parasitenbefall.	Bedarf 0,5 g täglich bei 500 kg-Pferd. Erhöhter Bedarf bei trächtigen Stuten (letztes Drittel der Trächtigkeit)	Eisenergänzung über Mineralfutter möglich.	Vollblut, Blutplasma, Urin, Mähnenhaar

Jod J	Schilddrüse, Mindest- Bedarf	Jodmangel selten, bei küstenfernen Jodmangelböden Jodüberschuss: Übertriebene Jodsubstitution	Über 95% des Jodbestands in der Schilddrüse	Algenpräparate, Überfütterung möglich	Urin
Kupfer Cu	Niere, ZNS, Intestinaltrakt, Leber, Erythroet. System, Kno- chen, Haut, Knorpelbil- dung bei Fohlen	Kupfermangel bei Saugfohlen: Knorpelerkrankungen (Osteochondrose) Kupferarme Weiden	Blut- und Pigmentbildung, Knochenentwick- lung; Fohlen mit schlechten Kupferreserven über die Stuten und Cu-arter Fütterung.	Ausgewogene Fütterung deckt den Bedarf.	Vollblut, Blutplasma, Mähnenhaar
Mangan Mn	Knochen- und Fettstoff- wechsel, Funktion der Eierstöcke, Rossigkeit der Stuten. Skelettbildung bei Fohlen	Manganmangel auf hochaufgekalkten Weiden oder Kalkverwitterungs- böden, bei wachsenden Fohlen. Starke Mangan- übersversorgung führt zu Anämien, vorkommen nur bei Weidehaltung auf extrem sauren Böden.		Versorgung über Grundfutter meist gedeckt. Auf sandigen und kalkhaltigen Böden ist der Mangangehalt niedriger.	Vollblut, Plasma, Mähnenhaar, Urin
Molybdän Mo	Leber, Niere, Knochen	(M) Eiweissverwertungs- störung bei schwefel- haltigen Aminosäuren. Einlagerung von Fluor in Knochen und Zähne gestört	Skelttaufbau und Zahnbildung	Getreide	Mähnenhaar, Vollblut
Selen Se	Haut, Schleimhaut, Gastrointestin altrakt, Niere, Leber, Herz, Knochen, Blut, Schilddrüse, Milz, Muskulatur, Immunsystem Hoden, Haar	(M): selenarme Böden (eigene Weidehaltung), besonders Fohlen gefährdet. (T): Haarausfall, Blindheit, Aushufen	Schutz der Zellmembran, Antioxidantien, zusammen mit Vitamin E	Im Grünfutter ist wenig Selen, Anteil in Getreide, Bedarf Bei 0,1 – 0,2 mg/kg TM im Futter	Mähnenhaar, Vollblut, Plasma, Urin
Zinn Sn	Blutbildung, Schleimhaut, Haut, Lunge, ZNS, Leber, Niere, Muskel	(M): Blutbildung, möglicherweise Haarwachstum u. Wachstum (T): lokale Irritationen der Haut und Schleimhaut, Krämpfe, Lähmung, Lebervergrößerung	Blutbildung, Wachstum, Haarwachstum	Intoxikationen: Fungizide, Behandlungsmitt el von Holz	Mähnenhaar, Urin

Ultra- spuren- Elemente	Ziel-/Depot- Organe	(M)anglerscheinungen (T)oxizitätssymptome	Bedeutung für Organismus, Bemerkungen	Futtermittel, Quelle	Untersuch.- material
Barium Ba		(T): Polyneuropathie		Echtweiß in weißer Farbe, Nagen an Farbbelägen, Röntgenkontrast mittel bei	Mähnenhaar, Urin

				Magen-Darmdarstellung.	
Bor B	Keine Bedeutung für Ernährung beim Tier	(T): Schleimhautschäden		Anwendung von Borwasser, Externa, borhaltiger Dünger, Obst z.B. Tomaten, Äpfel	Blutplasma, Mähnenhaar
Lithium Li			Hinweise für Bedeutung im Phosphathalt, Inositol	Trinkwasser	Blutplasma, Mähnenhaar, Urin
Strontium Sr	Knochen, Lunge	M: Skelettwachstumsstörungen ? T: Änderung der Knochenstruktur und des Ca-Metabolismus, Lungenfibrose, Urämie		Aufnahme parallel zu Ca, da chemisch nicht von Ca unterschieden, Ausnahme Schilddrüsen	Mähnenhaar, Urin

Toxische Elemente	Ziel-/Depotorgane	Toxizitätssymptome	Bedeutung für Organismus, Bemerkungen	Quelle	Untersuchungsmaterial
Arsen As	Haut, Schleimhaut, Haare, peripheres Nervensystem, Blut, Knochen, Gastrointestinaltrakt		Überwiegend toxische Wirkungen	Belastetes Futter, Umwelt, Weide (Braunkohlekraft- oder Heizwerke)	Urin, Mähnenhaar, Blutplasma
Nickel Ni	Hinweise für Essentialität, kein Mangel beim Pferd	(M): beim Pferd keine bekannt (T): Nickelsalze, Kontakt mit Metall, mögl. Hautschäden		Nickelmetall	Vollblut, Blutplasma, Mähnenhaar
Blei Pb	Erythropoetisches System, glatte Muskulatur, Nervensystem, Knochen, Leber, Niere, Lunge, Gastrointestinaltrakt, Gonaden, Haut, Myokard		Toxische Wirkungen	Nagen an Farbbelegungen, belastetes Futter, Umwelt (Weide mit Bleibelastung von Jagdbetrieb)	Vollblut, Urin, Mähnenhaar
Cadmium Cd	Niere, Leber, Schleimhaut ZNS, Pankreas, Milz, Lunge, Placenta, Milchdrüsen		Toxische Wirkungen	Nagen an Farbbelegungen, Umweltbelastung Getreide, Weide	Vollblut, Blutplasma, Urin, Haare
Quecksilber Hg	Niere, ZNS, Schleimhäute Leber, Blut,	Schleimhaut-, Nieren-, ZNS-Schäden, ulzerohämorrh. Kolitis,	Bei bestehender Zufuhr wird Hg im Vollblut	Desinfektionsmittel,	Vollblut, Haare

	Knochen		gefunden, zurückliegende Kontaminationen sind im Skelett und Neugebilde deponiert.		
Bismut Bi	Leber, Niere, ZNS, Haut, Schleimhäute	(T): toxische Werte werden beim Pferd nicht erreicht		Desinfektionsmittel	Blutplasma, Urin, Haare
Silber Ag	Nervengewebe, Haut, Schleimhaut, Gastrointestinaltrakt	(T): Polyneuropathie, Schleimhautveränderungen, Sehstörungen	Bindet am Nervengewebe und an Enzyme	Desinfektionsmittel, Trinkwasserbehandlungsmittel, Wundpuder mit Silber	Mähnenhaar, Blutplasma

Literaturverzeichnis:

Lewis, Lon D. :“Einfluß der Ernährung auf die Entwicklung des Bewegungsapparates und seine Erkrankungen“ in Adam's Lahmheit bei Pferden, Hrsg. Ted S. Stashak, 4. Auflage, deutsche Übersetzung, Verlag M. & H. Schaper Alfeld-Hannover.

Meyer, Helmut, „Pferdefütterung“, 3. Aktualisierte Auflage, Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin – Wien 1996

Pferdehaltung, Band 4 Richtlinien für Reiten und Fahren, Deutsche Reiterliche Vereinigung e.V, 8. Aufl. 1992

Menke, Karl-Heinz, Huss Walter Tierernährung und Futtermittelkunde, 3. Aufl. 1987 UTB, Verlag Eugen Ulmer , Stuttgart

Borst, Bettina, „Pferde richtig füttern“ Müller Rüschnikon Verlags AG, Cham 1997

Heike Gross, „Was mein Pferde nicht fressen darf, Giftpflanzen und anderes Ungenießbares“ Cadmos Fotoratgeber, Cadmos Verlag Lüneburg 2000

Meyer, Helmut, Aktuelles aus der Pferdeernährung, Lohmann Information Nov/Dez. 1990, S. 9, Hrsg. LOHMANN und CO. AG

Spitzlei, S. „Untersuchung zur Zusammensetzung des Hufhorns beim Pferd, deren Bedeutung für die Stabilität und Beziehung zur Nährstoffversorgung. Diss., Tierärztliche Hochschule, Hannover, 1996

Coenen, M. und Spitzlei, S. Zur Zusammensetzung des Hufhorns in Abhängigkeit von Alter, Rasse und Hufhornqualität, Pferdeheilkunde 1996, 12:3, 279-283

Asano R., Suzuki K., Otsuka T., Otsuka M., Sakurai H., Concentrations of toxic metals and essential minerals in the mane hair of healthy racing horses and their relation to age; J. Vet. Med. Sci, 2002, Jul; 64 (7): 607-10

Zur Kurzinformation von Pferdehaltern über die Spurenelement- und Mineralstoffanalyse versenden wir unentgeltlich eine kleine Broschüre. Anforderung zusammen mit Probenahme- u. Versandmaterial (s. Formular) oder telefonisch.



Anforderung für eine Analyse beim Pferd

(Bitte in Druckschrift ausfüllen und mit der Probe versenden)

Name des Tieres: _____

Vollblut Warmblut Kaltblut Rasse: _____

Geschl.: Stute Hengst Wallach Alter: ____ Jahre Gewicht: ____ kg

Krankheiten/Störungen: _____

Tierhalter:

Vor und Zuname: _____

Straße: _____

PLZ: _____ Wohnort: _____

Telefon: _____ Fax: _____

Tierarzt/Untersucher:

Vor und Zuname: _____

Straße: _____

PLZ: _____ Wohnort: _____

Telefon: _____ Fax: _____

Probenmaterial (getrennte Formulare bei mehreren Probenarten!):

Haare Vollblut-Monovette Blutplasma Urin

Datum der Probenahme: _____ evtl. eigene Probennummer: _____

Diese Probe ist: 1. Test des Tieres
 Wiederholung von Labor-Probennummer: _____

Gewünschte Untersuchung

Profil: _____ (Kürzel) Einzelelement: _____

Ergebnisübermittlung

An: Halter des Tieres Tierarzt/Untersucher
per: Post zusätzlich per Fax (Fax-Nummer oben eintragen!)

Rechnung an: Halter (Adresse oben eintragen!) Tierarzt/Untersucher

Datum

Unterschrift des Halters

Für Fehler, die durch unsachgerechte Probenahme entstanden sind, können wir keine Haftung übernehmen.
Mit dem Auftrag akzeptieren sie die Allgemeinen Geschäftsbedingungen.

Bestellung Probenahme- und Transportmaterial
(für Mineralstoff- und Spurenelementanalytik)

per Post oder Fax an (paßt auch in einen Fensterumschlag DIN lang):

PNS Dr. U. Dübbert
- Speziallabor -
Lehmweg 67 a
25492 Heist

Fax-Nr.: 04122 - 953528

Hiermit bestellen wir (bitte Anzahl eintragen):

- _____ Set für Mähnenhaar (Haarbeutel mit Briefumschlägen)
- _____ Set für Blutplasma (wie vorstehend + Dekantierröhrchen)
- _____ Set für Vollblut (Monovetten + Versandmaterial)

(bitte haben Sie Verständnis, dass bei Erstbestellung ohne Einsendung einer ersten Probe jeweils nur maximal je 3 Sets versendet werden, ausgenommen Sets für Haarproben)

- _____ Kurzbroschüren für den Pferdehalter, Thema: Spurenelement- und Mineralstoffanalysen beim Pferd, Hinweise für den Pferdehalter

Bitte senden Sie das Material an folgende Adresse:

Name, Tierarztpraxis oder Gestüt, Reitstall

Straße, Nr.

_____ _____
PLZ Ort

_____ _____
Telefon Fax

Datum

Stempel, Unterschrift

Geschäftsbedingungen

Auftragsbearbeitung

Die Aufträge werden in der Reihenfolge ihres Einganges bearbeitet. Die Ergebnisse stehen dem Auftraggeber innerhalb von 10 - 12 Werktagen nach Eingang der Proben zur Verfügung. Sonderbestimmungen und erforderliche Methodenentwicklungen müssen bei Auftragserteilung vereinbart werden.

Probenahme und Materialversand

Für die Probenahme und den Versand von Proben aus den Körperflüssigkeiten (Blut, Plasma, Urin) sind die erforderlichen Materialien zu benutzen. Für Fehler, die durch fehlerhafte Probenahme oder unkorrekten Versand entstehen, kann keine Haftung übernommen werden. Bei der Einsendung der Proben ist durch den Auftraggeber die Vollständigkeit der Angaben auf den notwendigen Formularen (Analyseanforderung) und den Probebehältnissen zu gewährleisten. Der Versand der Proben erfolgt durch den Auftraggeber, soweit keine anderen Vereinbarungen bestehen. Der Versand hat an die Firmenanschrift zu erfolgen.

Probenahme- und Transportmaterial wird auf Bestellung kostenlos zur Verfügung gestellt. Für die Haarproben (bevorzugt Mähnenhaar) ist der Versand in dicht verschlossenen Briefumschlägen ausreichend, möglicherweise zusätzlich in kleinen Tüten oder Polyethylenbeuteln. Bestellungen von Probenahme- und Versandmaterial sind schriftlich, per Post oder Fax möglich. Der Versand des bestellten Materials erfolgt auf dem Postweg und auf Gefahr des Auftraggebers.

Zahlungsbedingungen

Die Rechnung wird mit dem Analyseergebnis zugesandt. Die Rechnungsbeträge sind zahlbar innerhalb 15 Tagen.

Gerichtsstand

Für Kaufleute und Wiederverkäufer gilt ausschließlich der Gerichtsstand Elmshorn.

Bankverbindung

Sparkasse Herford (BLZ 494 501 20) Kto.-Nr. 1200777314
BIC/SWIFT WLAHDE44XXX IBAN DE84 4945 0120 1200 7773 14

Firmenanschrift

PNS Dr. Udo Dübbert
Spurenelement- u. Mineralstoffanalytik
Lehmweg 67 a
25492 Heist

Stand 9/2013
© Dr. U. Dübbert

Anhang: Tabellen zur Pferdefütterung

Empfehlungen für die tägliche Spurenelementversorgung bei Pferden:

	mg/kg Futtertrocken- substanz	pro kg Lebendgewicht / Tag		
		Erhaltung Zuchtpferde Arbeit	Dimension	Stuten Fohlen
Eisen	60 – 100	1,0	mg	1,8
Kupfer	7 – 12	0,1-0,15	mg	0,2
Zink	50	1,0	mg	1,2
Mangan	40	0,8	mg	1,0
Kobalt	0,05 – 0,1	2,0	µg	2,5
Jod	0,1 – 0,2	3,0	µg	5,0
Selen	0,15 – 0,2	2,5	µg	3,0

Quelle: Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere (GEH)1994: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung des Pferdes. DLG-Verlag, Frankfurt

Einzel Futtermittel für Pferde

Futterart	Vorteile	Nachteile	Verwendung
Weidegras	Umfangreiches Grundfutter mit Eiweißanteil, bei überwiegender Weidenutzung ausreichende für Erhaltung bis leichter, evtl. auch mittlere Arbeit; durch Weidemanagement kann auf die Pflanzenvielfalt Einfluß genommen werden. Unkraut- und Giftkräuter können zurückgedrängt und vermieden werden.	Natriumversorgung speziell bei Fohlen nicht gesichert, bei guter Weide teilweise Überversorgung, überhöhte Eiweißzufuhr bei jungem Gras, im Sommer bei schlechtem Wuchs Zufütterung nötig. Evtl. Calcium u. Magnesium knapp, Zuchttier: angepasste Mineralstoffzufuhr, Kalium bei Weidenutzung ausreichend bis überhöht, Natrium zu knapp	Abgestimmt in der Weidesaison zur Sicherung eines gleichmäßig zusammengesetzten Futters mit möglichst hohem Ertrag. Portionsweidesystem gut geeignet. Weide soll auch Bewegungsraum bieten. Pro Tier sind bei 400 – 600 kg Lebendmasse des Pferdes Ca. 0,4 – 0,6 Hektar Weidefläche optimaler Mindestbedarf.
Trockengrünfutter Heucobs	Durch Trocknungs- und Herstellungsverfahren bleibt der Nährstoffgehalt besser erhalten, relativ hoher β -Carotingehalt	Wegen der feinen Vermahlung kann Rohfutter (Heu) damit nicht ersetzt werden	Als Ergänzung verwendet
Klee- und Luzernegrünfutter	Weißklee wird bevorzugt	Rotklee wird ungern gefressen	
Grassilage	Carotin vom Grünfutter bleibt erhalten, Kohlenhydrate in Milchsäure verwandelt.	Nur bei hohem Pferdebestand kann mit Silagen gearbeitet werden, da die Öffnung der Silos auch einen hohen Abverbrauch erfordert (Nachgärungen vermeiden). Bei Großballensilagen muß Botulismus vermieden werden.	Bei hohem Pferdebestand ist eine gute Konservierung des Futters erreichbar.
Maissilage	Stärkereich, fettreich, aber proteinarm, durch die Silierung ist die Stärke gegenüber Trockenmais aufgeschlossen.	bei Mineralstoffen und Vitaminen nicht ausgeglichen, langsame Gewöhnung an dieses Futter erforderlich	Verwendung zusammen mit angepassten Mineralfutter- und Vitaminmischungen
Wiesenheu	Bei guter Qualität bleibt nicht nur der Wert als Strukturfutter erhalten, sondern auch der Anteil an Eiweiß und Mineralstoffen	Starker Verlust an β -Carotin (70 bis über 90%) bei konventioneller Trocknung. Bei Trocknungsanlagen bleibt 50% des β -Carotin erhalten	Schmackhaftigkeit des Heus hängt ab von Zusammensetzung, Gewinnung und Trocknungsgrad
Rübenblattsilage	Höherer Zinkgehalt	Nur sauberes Material verwenden	Tägliche Mengen bis 2 kg/ kg LM sind möglich
Klee- und Grassilagen	Klee- /Grassilagen mit TM-Gehalt von über 30%, wird gern aufgenommen, bei Stuten und Fohlen mit höherem Proteinbedarf		In der Regel mit 1-2 kg /100 kg LM pro Tag

Futterstroh	Stengelreiches Stroh wird am besten gefressen. Stroh kann durch Behandlung aufgeschlossen werden. Zusammen mit Kraffutter wird teilweise die Funktion von Heu ersetzt.	Übermäßige Strohfütterung birgt das Problem, dass insbesondere alte Pferde dies zuwenig kauen und damit Obstipation und Koliken begünstigt werden.	Dient vor allem der Beschäftigung des Pferdes und zur Regulierung der Futterraufnahme. Bevorzugt hochwertiges Stroh verwenden (Aussehen, Geruch, Griff, Verunreinigungen beurteilen).
Futterrüben	Mengen von 2 – 5kg /100 kg LM sind möglich	Säuberung der Rüben ist das Problem, zuviel Erde, die anhaftet, 2 – 5 kg /100 kg LM und Tag	Nur bei reinen Arbeitspferden
Kartoffeln	Leicht verfügbar.	Können mit Spreu oder Häckseln vermischt werden. Rohe Kartoffeln wegen Trypsininhibitor und Solanin nur in kleinen Mengen. Dämpfen oder Kochen (Kochwasser verwerfen).	Als Kohlenhydratzulage bei starker Arbeit. Arbeitspferde bis 25 kg /Tag, sonst weniger.
Futtermöhren	Gute Lagerung vorausgesetzt, nicht nitratreich (Überdüngung), nicht verfault und keine grünen Köpfe	Enthalten bei ordentlicher Lagerung viel Betacarotin, 50% Zucker und sind schmackhaft.	Allgemein Stuten und Fohlen bis 2 kg/100 LM, Arbeitspferde bis 4 kg /199 LM, getrocknet als Betacarotin-Träger.
Frische Möhrenblätter	Werden gern gefressen, enthalten hohe Carotinmengen	Anhaftende Erde muß entfernt werden	Verwertung bei eigenem Möhrenanbau
Trockenschnitzel	Durch Pektingehalt neben Zuckeranteil 9..16-23%, gern gefressen, aber nur eingeweicht (1:4) geben	Ohne Einweichen Gefahr der Schlundverstopfung und Magenruptur. Können beim Einweichen können sie schnell vergären, besonders bei hohen Temperaturen.	1 Std vor Fütterung einweichen
Futterzucker	Liefert rasch Energie	Verstärkte Milchsäurebildung in Magen und Dünndarm	Bis 0,5 kg/100 kg LM möglich
Haferkörner	Optimaler Ballaststoffanteil Phosphatanteil ausreichend, hoher Spelzanteil, wird gut gekaut, braucht nicht gequetscht oder geschrotet zu werden	Mineralstoffanteil wird bei betonter Haferfütterung nicht gedeckt. Calciumdefizit, Magnesiumdefizit und Natriumdefizit. Bei Heu-Hafer-Ration und Weideauftrieb nur Erhaltungsbedarf bei Mineralstoffen. Mangel an fettlöslichen Vitaminen (außer Vitamin E)	Fütterung unzerkleinert, wenn Gebiss i.O., Mineralstoffbedarf wird nicht gedeckt, ebenfalls nicht Lysinbedarf, Vitamine nur Vitamin E ausreichend. Carotinbedarf kann nur durch Weidegras oder Möhren ausgeglichen werden. Auf Qualität achten.
Maiskörner	Hoher Energieanteil. Nur in Kombination mit viel Rauhfutter, energiereicher als Hafer. Geringe Stärkeverdaulichkeit, fein schroten oder extrudieren	Geringerer Ballaststoffgehalt als bei Hafer	1 kg Mais entspr. 0,85 kg Hafer, bis 0,4 kg /100 kg LM;
Weizenkleie	Hohe Wasserbindung, dadurch leicht abführend,	Bei Überfütterung sind Hyperphosphatämien möglich	in Kombination mit 'stopfendem Futter'; bis 0,2 kg /100 kg LM

Corn-Cob-Mix	Spezielle Ergänzung je nach Bedarf und Produkt	Teurer als Zusammenstellung aus Standardfuttermitteln	Zusammensetzung herausfinden, Zufütterung nach Rationskalkulation
Gerste	Höherer Energiegehalt als bei Hafer. Muss zerkleinert werden (fein schroten). Überhöhte Mengen vermeiden (Hufrehe)	Geringerer Ballaststoff-Mineralstoffanteil als bei Hafer	Braugerste (eiweißärmer) bevorzugt. 1 kg Hafer entspricht 0,9 kg Gerste.
Roggen	Nur in geringen Mengen, Getreidemischfutter mit 10-20%, Zerkleinerung !	Geringer Rohfaseranteil und hoher Kleberanteil, bei einseitiger Fütterung Verkleisterung im Magen	Nach gründlichem Einweichen, vorher Verkleinerung, werden größere Mengen vertragen.
Weizen	Wie vorstehend, nur in geringen Mengen in Mischfutter	Wie oben	Wie oben
Mineralfutter	Höherer Mineralstoffbedarf kann nach Leistung zugefüttert werden	Bedarf muss nach der Futterbilanz kalkuliert werden, sonst wird bei einzelnen Elementen ein Überschuss dosiert.	Ergänzung mit Mineralfutter nach Rationskalkulation und nach Leistungsbeanspruchung.
Kohlensaurer Futterkalk (37 % Ca-Anteil)	Einfache Mineralstoff-Ergänzung bei erhöhtem Ca-Bedarf. Es wird gezielt nur Calcium ergänzt.	Übrige Verluste und Bedarf wird nicht berücksichtigt. Z.B. Elektrolyte, Fe, Mg bei Schweißverlust	Zumischung von 1% zu Getreideschroten und von 3% zu Kleie. Ca : P Verhältnis von 1 : 1 kann dann erreicht werden. Bei akutem Ca-Bedarf Ca-Laktat und Ca-Zitrat. Ca-Phosphat wenn auch Phosphat-Mangel. Phosphorsaurer Futterkalk schmeckt besser.
Viehsalz	Einfache Ergänzung bei Elektrolytverlust, Lecksteine, bei Schweißverlust sind gesonderte Elektrolytmischungen besser	Geschmack, kann nicht im Wasser gereicht werden. Ersetzt nur Natrium- und Chlorid-Verlust, nicht K, Mg, Ca, Fe, Zn	37% Natriumanteil mit 0,25% Eisenoxid versetzt, lose oder als Salzleckstein
Elektrolytmischungen	Schneller Ausgleich der Elektrolyte beim Schweißverlust (Na, K, Cl, Ca)	Weiterer Spurenelementverlust wird evtl. nicht berücksichtigt (z.B. Fe)	Als Sofortmaßnahme bei starker Belastung, evtl. zwischendurch bei Wettkämpfen
Kleien	Hohe Wasserbindung	Ca : P-Verhältnis kann über den hohen P-Anteil gestört werden, ebenfalls Mg-Anteil hoch	Weizenkleie bis zu 0,2 kg / 100 kg LM pro Tag.
Melasse	Hoher Kaliumgehalt (35 g/kg), Natrium (6g / kg) , 50% Zucker, Verbesserung von anderen Einzelfuttermitteln, z.B. Trockenschnitzel	Gewöhnung an starke Süßung des Futters	Zumischung zu Trockenschnitzeln (Einweichen), Mehlen und Mühlenprodukten (Kleie) Reitpferde bis 0,3 kg /100 kg LM.
Leinsamen	Hoher Fett -(40%) und Eiweißanteil (20%). Schleimstoffe binden Wasser bei Verdauung. Anteil Öl-, Linol- und Linolensäure bei Fetten	Lysingehalt weniger günstig als bei Sojaextraktionsschrot.	Verabreichung als Mash. Besonders Jungtiere mit Verdauungsproblemen.

Sojaextraktions- schrot	Bei erhöhtem Eiweißbedarf geeignet (Stuten und Fohlen)	Cystin/Cystein- Methioningehalt geringer als bei Magermilch, muß wegen Trypsininhibitor anteil getoastet oder erhitzt werden.	Hoher Lysinanteil (30g /kg) Begrenzter Zusatz in Krafftuttermischungen (Geschmack)
Sonnenblumen- rückstände	Enthalten wie Leinsamen Schleimstoffe, gut für Verdauung, Glanz des Fells	Anteil Schalen verringert Futterwert, Schalen werden allerdings vertragen.	12 g Lysin / kg bis 35% Eiweiß, Fohlen u. Stuten 0,1 bis 0,3 kg/100 kg LM und Tag
Bierhefe	Hoher Gehalt an Vitaminen , (B-Reihe) auch Biotin und Spurenelementen		
Magermilch, Magermilchpulver	Einfache Dosierung	Magermilch verdirbt leicht, deshalb wird vorher dickgelegt, letzteres führt teilweise bei der Fütterung zu Durchfall, deshalb ist Magermilchpulver besser geeignet	Meist in Fohlenaufzucht-futter enthalten. Magermilchpulver mit 27g Lysin / kg. Bei Fohlen mit 3 – 5 kg frischer Magermilch oder dickgelegt pro Tag möglich
Pflanzenöle	Einfache Dosierung und Zumischung bis zu 15% Anteil im Krippenfutter	Störungen bei der Verdauung von Rohfaser sind möglich, Problem der Seifenbildung in der Verdauung.	Bei Hochleistungspferden zur Energieanreicherung (Reduzierung des Futtermolumens, weniger Staub im Futter, senkt mikrobielle Aktivität im Magen und Darm. Maisöl, Ernußöl und Sojaöl, Rüböl preiswerter und gleichwertig, Ranzidität vermeiden. Max. 0,75 bis 1 g pro kg LM und Mahlzeit, d.h. bei 500 kg-Pferd max. 0,5 L Fett auf die Ration möglich.

Fütterungsfehler, häufige Folgen Koliken oder Hufrehe:

1) Fehler in Futtermittelauswahl oder Rationszusammensetzung

- zu rohstoffarme, stärkereiche Futtermittel (z.B. Weizen und Roggen statt Hafer)
Folge: Darmkatarrhe, Tympanien, Magenüberladungen
- einseitige Verwendung rohfaserreicher, sperriger, eiweißarmer Futtermittel (Stroh)
Folge: Obstipationen im Blinddarm und Kolon
- langfaseriges Futter, das ungenügend gekaut wird (z.B. Rotklee in der Blüte)
Folge: Faserkonglobate im kleinen Kolon
- blähendes Futter (junges Grünfutter, Leguminosen, Klee, Luzerne, Kohlgewächse, Äpfel, Brot)
Folge: Tympanien im Blinddarm und Kolon
- Überhöhte Mengen an Futtermitteln mit hohem Mg- und P-Gehalt (Kleien, Nachmehle)
Folge: Darmsteinbildung
- angefaulte und gefrorene Futtermittel (Rüben, Kartoffeln, Silage)
Folge: Magen- und Darmkatarrhe, Hufrehe
- stark verschmutzte Futtermittel (Rüben und Kartoffeln)
Folge: Magen und Darmkatarrhe, Sandkolik
- Stroh mit hohem Windhalmanteil
Folge: Ileumobstipationen

2) ungenügende Futterqualität:

- verschimmelte Futter: Stroh, Einstreu, Getreide, Brot, Mischfutter
Folge: Kolonobstipationen, Magentympanien und –rupturen, Magen und Darmkatarrhe, Hufrehe
- ungenügend abgelagertes Heu bzw. Hafer
Folge: Magen- und Darmkatarrhe, Hufrehe
- Grünfutter, das in Haufen gelegen und sich erwärmt hat
Folge: Tympanien

3) Fehler in der Futterzubereitung:

- zu kurz gehäckseltes Stroh (unter 2-3 cm)
Folge: Blinddarm-, Kolon-, Hüft Darmobstipationen
- kurz geschnittenes Gras (Rasenmäher)
Folge: Hüft Darmobstipationen, Verfilzung
- Zucker- oder Trockenschnitzel nicht eingeweicht
Folge: Quellung und Schlundverstopfung, primäre Magenüberladung

4) Fehler in der Haltung-, Fütterungs- und Tränketchnik

- zu wenig Mahlzeiten; pH-Wert-Abfall im Caecum
Folgen: wählerische Futteraufnahme, Hufrehe
- unregelmäßige Futterzeiten
- unkontrollierter Zugang zum Kraftfutter
Folge: primäre Magenüberladung

Plötzlicher Futterwechsel, besonders beim Übergang zum Grünfutter

Folge: Hufrehe

- zu starke körperliche Belastung unmittelbar nach der Fütterung
- zu kaltes Wasser
- zu große Wasseraufnahme während des Fressens
- Wassermangel (abgestellte Selbsttränke, hohe Schweißverluste)
Folge: Obstipationen ?