Freistaat Thüringen
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

Qualitätsgrundfutter vom Grünland für das Milchvieh und ausreichende Nährstoffversorgung der Fleischrinder

Teilbericht: Untersuchungen zur Versorgung der Mutterkühe mit Nähr-, Mineralstoffen und Spurenelementen auf extensiv genutzten Grünlandflächen unterschiedlicher Naturräume Thüringens

Projekt-Nr.: 95.04

www.thueringen.de/de/tll

Langtitel:	Qualitätsgrundfutter vom Grünland für das Milchvieh und ausreichende Nährstoffversorgung der Fleischrinder Teilbericht: Untersuchungen zur Versorgung der Mutterkühe mit Nähr-, Mineralstoffen und Spurenelementen auf extensiv genutzten Grünlandflächen unterschiedlicher Naturräume Thüringens
Kurztitel:	Futter vom Grünland
Projektleiter:	Dr. Hans Hochberg
Abteilung:	Tierproduktion
Abteilungsleiter:	Dr. Hans Hochberg
Laufzeit:	2010 bis 2013
Auftraggeber:	Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz
Bearbeiter:	Dr. Tina Baumgärtel Dorit Zopf Helena Schaeffer (BASU Mineralfutter GmbH)
Beteiligte Einrichtungen:	BASU Mineralfutter GmbH, Bad Sulza Thüringer Tierseuchenkasse, Rindergesundheitsdienst, Jena Professur für Tierernährung, Universität Halle-Wittenberg vier Thüringer Mutterkuhbetriebe

Jena, November 2013

Dr. Armin Vetter
(Stellv. Präsident)

Dr. Hans Hochberg
(Projektleiter)

Copyright:
Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen und der fotomechanischen Wiedergabe sind dem Herausgeber vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen....4

1 Einleitung....5

2 Material und Methoden....8
2.1 Kurzcharakteristik der Betriebe....9
2.2 Beschreibung der botanischen Zusammensetzung der Pflanzenbestände....10
2.3 Datenerfassung....10
2.3.1 Bodenproben....10
2.3.2 Aufwuchsproben....10
2.3.3 Blut- und Deckhaarproben der Rinder....11

3 Ergebnisse....12
3.1 Botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände....12
3.2 Versorgungslage mit Energie und Protein....16
3.3 Mineralstoffe und Spurenelemente im Boden, Aufwuchs und Tier....19
3.3.1 Calcium....20
3.3.2 Phosphor....22
3.3.3 Magnesium....24
3.3.4 Kalium....25
3.3.5 Schwefel....26
3.3.6 Kupfer....26
3.3.7 Mangan....29
3.3.8 Zink....30
3.3.9 Eisen....32
3.3.10 Selen....33
3.3.11 Molybdän....35
3.3.12 Reproduktionsdaten....36

4 Zusammenfassung....366

Literaturverzeichnis....38

Anhang.... 40

Abkürzungen

AN:	Auen/Niederungen
AUM:	Agrarumweltmaßnahme
AW:	Aufwuchs
BSH:	Buntsandstein-Hügelländer
Corg:	organisch gebundener Kohlenstoff im Boden
FV:	Fleckvieh
GK:	Gehaltsklasse
GLDH:	Glutamatdehydrogenase
HBS:	Hydroxybuttersäure
KULAP:	Programm zur Förderung von umweltgerechter Landwirtschaft, Erhaltung der Kulturlandschaft, Naturschutz und Landschaftspflege
LIM:	Limousin
ME:	Umsetzbare Energie
MG:	Mittelgebirge
MK:	Muschelkalk
MW:	Mittelwert
NEL:	Nettoenergie Laktation
TLUG:	Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie
TP:	Gesamtprotein
UREA:	Harnstoff
XP:	Rohprotein

1 Einleitung

Ein Großteil der Thüringer Grünlandflächen wird durch Mutterkuhhaltung genutzt. Seit Beginn der Förderung über das Programm zur Förderung von umweltgerechter Landwirtschaft, Erhaltung der Kulturlandschaft, Naturschutz und Landschaftspflege (KULAP) im Jahr 1993 wurde ein Teil dieser Flächen extensiviert. Mit dem Prozess der Extensivierung geht eine Umgestaltung der prägenden Pflanzengemeinschaften auf dem Grünland einher, die wiederum mit einer Veränderung in der Nähr-, Mineralstoff- sowie Spurenelementversorgung der Mutterkuhherden verbunden sein kann.
Geografisch lässt sich Thüringen in sieben unterschiedliche Naturräume gliedern, die einen unmittelbaren Bezug zum geologischen Untergrund aufweisen. Die Abbildung A-1 (Anhang) zeigt eine Übersicht über die Verteilung der Naturräume (Hochberg et al., 2013, TLUG, 2012). Danach liegt der Flächenanteil der Buntsandstein-Hügelländer (BSH) bei 26 % und der des Mittelgebirges sowie der Muschelkalk-Platten und -Bergländer (MK) jeweils bei 23 %. Auf die Auen/Niederungen entfallen 4,3 % der Fläche.
Es ist nachgewiesen, dass zwischen dem geologischen Untergrund bzw. Naturraum und dem Mineralstoff- und Spurenelementgehalt im Aufwuchs und der Versorgung weidender Rinder ein Zusammenhang besteht. Zu nennen sind dabei allen voran die umfangreichen und systematischen Untersuchungen von Anke (1964) zum Einfluss des Ausgangsmaterials für die Bodenbildung auf den Mineralstoff- und Spurenelementgehalt in Pflanzen und Deckhaar von Rindern in Thüringen und Sachsen.

Je nach Bodenreaktion ergeben sich Unterschiede in der Pflanzenverfügbarkeit von Mineralstoffen und Spurenelementen. Standorteinflüsse wurden beschrieben für die Gehalte an Calcium (Ca), Phosphor (P), Mangan (Mn), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Selen (Se) und Zink (Zn) im Grünfutter (Anke et al., 1999, 2000, 2001, 2002, 2007, 2008). Dabei weisen Aufwüchse von sauren Böden geringere Gehalte an Ca, P, Cu und Selen auf, während sie reicher an Mn und Zn sind. Aufwüchse von Muschelkalk-Standorten sind hingegen deutlich ärmer an Mn und Zn und jene von Verwitterungs-Standorten ärmer an Se. Der Standort stellt aber nur einen von vielen Einflussfaktoren auf den Gehalt an Mineralstoffen und Spurenelementen im Dauergrünland-Aufwuchs dar. Als weitere Faktoren sind die botanische Zusammensetzung, das Vegetationsstadium zur Nutzung, die Nutzungsfrequenz, die Düngung und die standorttypischen Klimaverhältnisse zu nennen. Mit zunehmendem Vegetationsstadium bis hin zur generativen Phase nimmt der Gehalt an Spurenelementen in den meisten Pflanzen ab (Anke et al., 1999, 2000, 2001, 2007, 2008).

Die Erzeugung eines vermarktungsfähigen Kalbes/Absetzers je Kuh und Jahr ist eine wesentliche Zielstellung der Mutterkuhhaltung Diese Zielstellung wird nur von gesunden und fruchtbaren Kühen erbracht und setzt, neben einer ausreichenden Versorgung mit Protein und Energie, eine adäquate Versorgung mit Mineralstoffen und Spurenelementen voraus. In Tabelle 1 sind die Empfehlungen zur Versorgung mit Mineralstoffen und Spurenelementen zusammengestellt. Basis sind GfE-Empfehlungen für Milchkühe und Aufzuchtrinder (2001), die auch auf Mutterkühe anwendbar sind.

Tabelle 1: Empfehlungen zur Versorgung mit Mineralstoffen und Spurenelementen (GfE, 2001)

	Gehaltswerte in der Ration	tägliche Aufnahme
Mengenelemente	**g/kg TM**	**g/Tag**
Calcium (Ca)	4,0	46 - 64
Phosphor (P)	2,5	29 - 40
Magnesium (Mg)	1,5	17 - 24
Natrium (Na)	1,2	14 - 19
Spurenelemente	**mg/kg TM**	**mg/Tag**
Zink (Zn)	50	575 - 800
Mangan (Mn)	50	575 - 800
Eisen (Fe)	50	575 - 800
Kupfer (Cu)	10	115 - 160
Iod (I)	0,5	5,75 - 8,0
Selen (Se)	0,2	2,3 - 3,2
Kobalt (Co)	0,2	2,3 - 3,2

Insbesondere die Versorgung mit Se und Cu ist bei Mutterkühen während der Weideperiode jedoch oft problematisch. Hohe Defizite im Versorgungsstatus von Mutterkühen in Mecklenburg-Vorpommern machte eine Studie von Wolf et al. (2001) deutlich. Bekannt ist beispielsweise der beschriebene geologisch bedingte Mangel an Selen auf Moorstandorten und Sandböden bzw. der verbreitete Cu-Mangel auf Niedermoorstandorten.
Wie bereits Untersuchungen von Ochrimenko et al. (1998) an Mutterkühen der Rasse Gelbvieh auf einem Muschelkalkstandort zeigten, stellt die Versorgung mit Spurenelementen - insbesondere Zn, Cu und Se - auch auf Thüringer Standorten trotz Vorlage von Mineralfutter durchaus ein Problem dar, da die Tiere offensichtlich nur unzureichende Mengen an Mineralfutter aufnehmen. Zum Aufnahmeverhalten von Mineralfutter auf der Weide existieren bislang kaum Ergebnisse. In früheren Untersuchungen konnten hohe tierindividuelle Unterschiede im Konsum festgestellt werden (Coppock et al., 1972). Als Faktoren, die die Höhe der Mineralfutteraufnahme bestimmen können der Mineralstoffgehalt im Aufwuchs, die Schmackhaftigkeit und Darbietungsform (Konsistenz) des Mineralfutters sowie das Leistungsstadium genannt werden. Entgegen der sich hartnäckig haltenden Meinung, Kühe würden auf Defizite in der Mineralstoffversorgung einfach durch einen erhöhten Konsum von Mineralfutter reagieren, „merken“ Kühe in der Regel nicht, ob ihre Mineralstoffversorgung ausreichend ist oder nicht (Mac Dowell, 1996).

Ein Mangel an Mineralstoffen und Spurenelementen verläuft oftmals ohne eindeutige Anzeichen oder kann sich in Symptomen äußern, die häufig vergleichbar mit anderen Krankheitsbildern sind. Solche Anzeichen sind beispielsweise Fruchtbarkeitsstörungen (Verkalbungen, Anstieg von Schwergeburten und/oder Totgeburten, hohe Zwischenkalbezeiten), eine erhöhte Krankheitsanfälligkeit und/oder ein Abmagern der Tiere. Klinische Symptome treten meist erst bei langanhaltendem Mangel auf. Dabei sind Mutterkühe in Leistung (tragend/säugend) sowie Kälber/Jungrinder von einer Unterversorgung besonders gefährdet.
Neben einem echten Mangel an Mineralstoffen und Spurenelementen werden Mangelsituationen oftmals auch durch die negative Beeinflussung der intestinalen Verfügbarkeit aufgrund einer Überversorgung mit antagonistisch wirkenden Mineralstoffen bzw. Spurenelementen verursacht (sekundärer Mangel). Auf der Weide kommt den Elementen Ca, P und Fe in diesem Zusammenhang die größte Bedeutung zu. Ein Mangel Ca, P und Fe in der Weideperiode kann weitgehend ausgeschlossen werden.

Ein Mg-Mangel kann gelegentlich in Form der Weidetetanie im Frühjahr auftreten, da die Mg-Verfügbarkeit besonders zu Beginn der Vegetationsperiode durch hohe K- und Rohproteingehalte in Kombination mit geringen Na-Gehalten im jungen Aufwuchs vermindert ist. Dieser Situation kann durch die Vorlage von Mineralstoffmischungen mit höheren Mg-Gehalten zu Weidebeginn vorgebeugt werden.

Selen ist Bestandteil von Enzymen und Proteinen und nimmt auf diese Weise Einfluss auf den Muskel- und Schilddrüsenstoffwechsel. Weiterhin kommt dem Selen gemeinsam mit Vitamin E als Antioxidans eine wichtige Bedeutung für den Schutz von Zellen und Geweben vor freien Radikalen zu. Ein Selenmangel kann mit einer erhöhten Infektionsanfälligkeit sowie Muskelschwäche verbunden sein. Mangelsymptome treten bei Mutterkühen selten auf, können sich aber beispielsweise bei erhöhtem oxidativen Stress im Zusammenhang mit der Verfütterung mikrobiell verdorbener Silagen zeigen. Kälber aus Mutterkuhbeständen können bei Se-Unterversorgung der Mütter unter Muskelschwäche (Weißmuskelkrankheit) leiden, die mit einer Trinkschwäche sowie Festliegen einhergeht und innerhalb von wenigen Tagen zum Tod der Kälber führen kann, da der Herzmuskel ebenfalls stark geschwächt ist oder die Tiere schlichtweg verhungern.
Für die Selenversorgung existiert nur ein enger Bereich zwischen Mangel und Toxizität. Hohe Mengen an Schwefel im Futter können die Bioverfügbarkeit des Selens dramatisch senken. Antagonistisch wirken beispielsweise S, Zn, Fe, Ca und Mg.

Kupfer und Zink sind essentielle Spurenelemente für das Klauenhornwachstum. Beide Elemente sind ebenfalls als Bestandteil zahlreicher Enzyme an der Funktion von Stoffwechselprozessen beteiligt. Ein typisches Anzeichen des Cu-Mangels ist die Depigmentierung und Aufhellung der Fellpartien um die Augen (Kupferbrille). Weiterhin treten Symptome wie Fruchtbarkeitsstörungen, Wachstumsdepressionen bei Kälbern sowie Bewegungsstörungen (Fallsucht), blasse Schleimhäute, Zungenschlagen, Fressen von Erde/Mist (Gefahr der Sekundärerkrankung z.B. durch Clostridien-Infektion), stumpfes Fell und/oder Durchfall bei Kälbern auf. Die Bioverfügbarkeit des Kupfers kann durch hohe Gehalte an Fe, S, Mo und Zn im Futter herabgesetzt sein.
Zink ist hat eine zentrale Bedeutung für die hormonelle Steuerung bei Wachstum und Fruchtbarkeit. Ein Zinkmangel deutet sich in Form von Hautschäden, stumpfem Haarkleid und Klauenproblemen an und kann sich negativ auf die Immunabwehr und das Fruchtbarkeitsgeschehen auswirken (embryonaler Frühtod, Aborte, verminderte Konzeptionsraten). Antagonistisch wirken hohe Gehalte an Ca, Fe, Cu, P und S.

Mangan ist ebenfalls am Fruchtbarkeitsgeschehen beteiligt und eine Unterversorgung kann mit Fruchtbarkeitsstörungen wie Stillbrunst, Aborten, Zystenbildung, verminderten Konzeptionsraten sowie der Geburt lebensschwacher Kälber mit verkürzten Sehnen einhergehen. Hohe Gehalte an Ca, Fe, Mg und P hemmen die Manganresorption aus anorganischen Verbindungen.

Generell können zur Verbesserung der Mineralstoffversorgung bei Mutterkühen sowohl indirekte als auch direkte Methoden Anwendung finden. Als indirekte Methode ist beispielsweise die Selendüngung der Weiden zu nennen. Diese Methode wird allerdings als kritisch betrachtet, da nur eine kurzfristige Wirkung zu erwarten ist und keine Nachwirkung erhalten bleibt (Lorenz und Boehnke, 1999). Eine Düngung von Spurenelementen wird in den meisten Fällen als unökonomisch bewertet. Eine günstigere Möglichkeit, die Verfügbarkeit einiger Mineralstoffe und Spurenelemente zu erhöhen, liegt in der Kalkung stark übersäuerter Böden. Auch eine Etablierung mineralstoffreicher Pflanzenarten (z. B. Weißklee) auf Weideflächen ist denkbar.

Die direkte und sicherste Methode ist das Angebot von Mineralstoffgemischen zur freien Aufnahme über Leckmassen, Lecksteine oder lose, wobei letztere Darbietungsform am besten aufgenommen wird, allerdings auch mit den höchsten Verlusten verbunden ist. Zu beachten ist bei der Planung der Mineralstoffmengen die Bindungsform der Spurenelemente. Es ist bekannt, dass deren Bioverfügbarkeit aus organischen Verbindungen deutlich höher ist als aus anorganischen Verbindungen. Organisch gebundene Spurenelemente sind allerdings teurer als anorganische Bindungsformen. Auch ein Einmischen von Mineralstoffen in Tränkwasser ist unter Umständen möglich. Neuere Untersuchungen zeigen vielversprechende Ergebnisse bei der Verwendung von Pansenboli, die über die gesamte Weideperiode Spurenelemente freisetzen. Diese Methode eignet sich besonders für Herden in schwer zugänglichen Gebieten.

Die Einschätzung der Versorgungslage mit Mineralstoffen und Spurenelementen wird generell anhand von Blutserumwerten vorgenommen. Dieses Medium ist grundsätzlich geeignet, um den Status von P, Mg, Se und Fe abzubilden (Kraft und Dürr, 2005). Deutliche Mangelsituationen können auch für Cu erkannt werden, wobei das geeignetere Medium die Leber darstellt. Die Abbildung des Zn-Status im Blutserum ist hingegen fraglich, da das Skelett (Rippe) einen besseren Aufschluss über die Zn-Versorgung gibt. Die Untersuchung der alternativ genannten Medien ist allerding im Bestand nicht durchführbar. Während mit Blutuntersuchungen nur der momentane Versorgungsstatus abgebildet wird, liefert das Deckhaar hingegen eine Aussage über die Versorgungslage eines längeren Zeitraumes. Während des Haarwachstums werden - je nach Verfügbarkeit - zahlreiche Mineralstoffe und Spurenelemente in unterschiedlichem Maße eingelagert. Der Nachweis im Deckhaar eignet sich für Se, Cu, Mn und Zn (Kraft und Dürr, 2005). Die Einbeziehung mehrerer Medien in die Untersuchung kann die Aussage für einzelne Mineralstoffe und Spurenelemente erhöhen.
Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Klärung der Frage, wie die Versorgungslage der Mutterkühe auf extensivierten Grünlandflächen mit Nährstoffen, Mineralstoffen und Spurenelementen in ausgewählten Naturräumen Thüringens einzuschätzen ist und ob Unterschiede zwischen den einzelnen Standorten (Böden) bestehen. Ausgehend davon sollten konkrete Empfehlungen zur Mineralstoffversorgung mit Bezug zum jeweiligen Naturraum abgeleitet werden.

2 Material und Methoden

In Anlehnung an die naturräumliche Gliederung Thüringens wurden vier Naturräume mit jeweils einem Mutterkuhbetrieb für die Datenerfassung ausgewählt. Die betreffenden Weideflächen sollten dabei sämtlich dem jeweiligen Naturraum zugeordnet werden können. Um mögliche rassebedingte Effekte ausschließen zu können galt als weiteres Auswahlkriterium die vornehmliche Haltung der Rasse Fleckvieh, die in Thüringen 2011 etwa 57 % des Herdbuchbestandes ausmachte.
Tabelle 2 gibt einen Überblick über die naturräumliche Einordnung sowie über den geologischen Untergrund der beprobten Weidegebiete.

Tabelle 2: Einordnung der Mutterkuhbetriebe nach naturräumlichen Standort, Region und Bodenart

Betrieb	Naturraum	Region	Bodenart
A	Buntsandstein-Hügelländer	Saale-Elster-Sandsteinplatte	s2 - lehmiger Sand (vorw. Sedimente des Unteren Buntsandsteins)
B	Mittelgebirge	Schwarza-Sormitz-Gebiet	lg2 - sandiger Lehm, steinig (Schiefer-/Grauwackenschutt)
C	Auen und Niederungen	Thüringer Becken	h2t -toniger Lehm - Vega (Auelehm über Sand, Kies)
D	Muschelkalk-Platten und -Bergländer	Ilm-Saale-Platte	tk - Ton, lehmig, steinig tkg - Ton, lehmig, stark steinig (Sedimente des Oberen Muschelkalkes)

2.1 Kurzcharakteristik der Betriebe

Betrieb A ist im Buntsandsteinhügelland (BSH) angesiedelt und bewirtschaftet 630 ha Grünland. Insgesamt hält der Betrieb neben Milchkühen 400 Mutterkühe (Rasse Fleckvieh).
Betrieb B befindet sich auf einem Mittelgebirgsstandort (MG) und bewirtschaftet 1.350 ha Grünland mit 620 Mutterkühen (Rassen Fleckvieh und Limousin).
Betrieb C nutzt 260 ha Grünland mit 200 Mutterkühen (Rassen Fleckvieh, Limousin, Gebrauchskreuzungen) und wirtschaftet gemäß der Vorgaben des ökologischen Landbaus. Für die beprobten Flächen wurde die KULAP-Maßnahme L2 (Förderung ökologischer Anbauverfahren) beantragt.
Die 210 Mutterkühe (Rasse Fleckvieh) von Betrieb D werden ebenfalls ökologisch gehalten (L1-Flächen).
Von allen vier Betrieben wurde das Verfahren der Umtriebsweide genutzt. Im Frühjahr/Sommer wurden reine Weiden bewirtschaftet. Im Herbst beweideten die Mutterkühe auch Mähweiden. In Tabelle 3 sind die Größen sowie die im Rahmen von KULAP 2000 bzw. 2007 beantragten flächen- bzw. betriebsbezogenen Agrarumweltmaßnahmen (AUM) für die einzelnen Weideflächen dargestellt.
Die Betriebe A und B nahmen im Rahmen des KULAP 2000 die Maßnahme B22 (Einführung/Beibehaltung einer extensiven tiergebundenen Beweidung des gesamten Dauergrünlandes des Betriebes durch Weidenutzung) in Anspruch. Als Beihilfevoraussetzungen galten die Nutzung aller geförderten Flächen im 1. oder 2. Aufwuchs durch Beweidung und die Ausbringung von jährlich maximal 60 kg Reinstickstoff in mineralischer und/oder organischer Form sowie die Bemessung der P- und K-Düngung zur Einhaltung der Gehaltsklasse C. Die Betriebe C und D nahmen im KULAP 2000 bereits die Maßnahme A1 (Förderung ökologischer Anbauverfahren) in Anspruch. Im Rahmen des KULAP 2007 beantragte Betrieb A für die betreffenden Flächen die Maßnahme L4 (Artenreiches Grünland). Von Betrieb B wurde für die reinen Weiden die Maßnahme N221 (Biotoppflege von Bergwiesen und Borstgrasrasen durch Beweidung) beantragt. Diese Maßnahme erfordert den Verzicht auf jegliche Düngungsmaßnahmen. Für die Mähflächen wurde die Maßnahme L4 in Anspruch genommen.

Tabelle 3: Größen sowie 2000 und 2007 beantragte AUM der Weideflächen

Betrieb	Weidefläche	Größe (ha)	Nutzungstyp	Beantragung AUM	
				KULAP 2000	KULAP 2007
A	1; 5	6,78	Dauerweide	B22; C52*	L4
	2; 3; 4	9,12	Dauerweide	B22	L4
B - Weidegebiet 1	1a	2,33	Dauerweide	B22	N221
	1b; c	15,1	Dauerweide	B22	N221
B - Weidegebiet 2	2; 3; 4	11,57	Dauerweide	B22	N221
	5; 6	5,55	Mähweide	B22	L4
C	1a	8,26	Mähweide	A1	L1
	1b	5,59	Mähweide	A1	L1
	2a; b	16,1	Mähweide	A1	L1
D	1	10,7	Mähweide	A1	L1
	2	5,32	Mähweide	AL**	L1
	3; 4	6,15	Mähweide	A1*	L1
	5	8,35	Mähweide	AL**	L1
	6; 7	14,87	Mähweide	AL**	L1
	8	1,34	Mähweide	A1	L1

* davon 2 ha Streuobstwiese mit C52 (KULAP 2007), ** kein KULAP sondern sonstige Ackerfutterfläche

2.2 Beschreibung der botanischen Zusammensetzung der Pflanzenbestände

Die vegetationskundlichen Aufnahmen wurden im Frühjahr 2012 zum Zeitpunkt der Weidereife (kurz vor Austrieb) dankenswerter Weise von einer fachkundigen Kollegin (Ref. 540) vorgenommen. Anhand der Ertragsanteilsschätzungen der einzelnen, präsenten Pflanzenarten konnte eine Aussage zu den Hauptbestands-bildenden Arten auf jeder Weidefläche getroffen werden. Geschätzt wurden daraus das Verhältnis von Gräsern, Leguminosen und Kräutern in den Pflanzenbeständen. Aus den Anteilen der einzelnen Arten konnte zudem die Futterwertzahl (gewogenes Mittel) der Bestände nach Klapp et al. (1953) bestimmt werden. Eine Aussage zur Artenvielfalt der jeweiligen Bestände ließ sich ebenfalls ableiten.

2.3 Datenerfassung

2.3.1 Bodenproben

Im Frühjahr 2011 wurden kurz vor Weideaustrieb aus dem Oberboden der Grünlandflächen des gesamten Weidegebietes der jeweiligen „Testherde“ Bodenproben in deiner Tiefe von 0 - 10 cm entnommen. Die Entnahme erfolgte entlang einer „Zickzacklinie“ über die gesamte Fläche. Für jede Weidefläche wurde eine Probenmenge von 300 bis 500 g gesammelt und im Bodenlabor der TLL in Jena auf die Parameter pH, Corg, $CaCO_3$, P, K, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn, Se und Mo untersucht.

2.3.2 Aufwuchsproben

Die Entnahme der Aufwuchsproben erfolgte mit Hilfe eines 0,25 m^2 Zählrahmens und einer Schere, wobei beim Schnitt etwa 5 cm Stoppelhöhe auf der Fläche verblieben. Die Probenahme wurde ebenfalls auf jeder Fläche entlang einer „Zickzacklinie“ vorgenommen. Je Hektar wurde insgesamt etwa 1 m^2 beprobt. Um eine Aussage zur Sicherheit bzw. Reproduzierbarkeit

(Wiederholbarkeit) der Aufwuchsproben zu erhalten bzw. ggf. Ausreißer feststellen zu können, wurden auf allen Flächen zunächst die 1. Aufwüchse im Stadium der Weidereife kurz vor dem Weideaustrieb sowohl 2011 als auch 2012 beprobt.
In Betrieb A bestand im Jahr 2011 außerdem die Möglichkeit die Folgeaufwüchse jeweils kurz vor der Beweidung zu beproben, um einen Vergleich der Futterwertparameter sowie des Mengen- und Spurenelementgehaltes zwischen den einzelnen Aufwüchsen einer Fläche anstellen zu können. In der Weideperiode 2012 wurden im Zeitraum um die Entnahme der Blut- und Haarproben die Spätsommer- bzw. Herbstaufwüchse der noch zu beweidenden Flächen beprobt.
Das Pflanzenmaterial wurde gekühlt umgehend ins TLL eigene Labor nach Jena transportiert, gewogen und zunächst vorgetrocknet. Daran schloss sich die Analyse der TM, Weender-Rohnährstoffe, Gehalte an ME und NEL sowie der folgenden Mengen- und Spurenelemente (Ca, P, Mg, Na, K, S, Cl, Cu, Mn, Zn, Fe, Se, Mo) an.

2.3.3 Blut- und Deckhaarproben der Rinder

Aus jeder Mutterkuhherde wurde eine repräsentative Stichprobe augenscheinlich gesunder Kühe im vergleichbaren Alter und Leistungsstadium ausgewählt (Tab. 4).

Tabelle 4: Daten zur Herdengröße, Stichprobenumfang, sowie Laktationsnummer und Kalbezeitraum

Betrieb	Herden-größe	Stichproben-anzahl	Laktationsnummer im Sept. 2012	Kalbezeitraum 2012
A	15	10 (ab 09/2012: 9)	3 bis 5*	April/Mai
B	10 (LIM)	5	4	Mai/Juni**
	10 (FV)	5 (01/2012: 4)	4 bis 6	Mai-Juli***
C	50	9 (01/2012: 8)	4 bis 5	Februar-April#
D	50	Keine Datenerfassung möglich		ganzjährig (v.a. Nov.-April)

* ein Tier in 7. Laktation, **ein Tier ohne Kalbung, ein Tier ohne Kalbung 2011 kalbte am 20.10.12,
# ein Tier mit Kalbung am 25.10.2011; ein Tier mit Kalbung am 16.08.2012

Mit der Entnahme von Blut- und Deckhaarproben wurde in den Betrieben A und B erstmalig Ende September 2011 im Rahmen eines Testlaufes begonnen. Blut wurde von einem Mitarbeiter des Thüringer Rindergesundheitsdienstes aus der Schwanzvene entnommen. Die Entnahme von Haarproben (Schnitttiefe 1 mm) erfolgte mittels Akku-Schermaschine auf der rechten Seite zwischen Schulterpartie und Flanke. Bei starker Verschmutzung dieser Körperpartie wurde auf der linken Seite geschnitten.
Die Blutproben wurden im Labor des TGD auf die Stoffwechselparameter Gesamtprotein (TP), Glutamatdehydrogenase (GLDH), Hydroxybuttersäure (HBS) sowie ab 01/2012 Harnstoff (UREA) untersucht, um zunächst die Versorgungslage mit Energie und Protein einschätzen zu können. Auch die Bestimmung von Mangan im Vollblut, sowie die Zentrifugation des Blutserums erfolgte über den TGD. Die übrigen Gehalte an Mengen- und Spurenelementen (Ca, P, Mg, Cu, Zn, Fe und Se) im Blutserum wurden im Labor der TLL analysiert.
Die Analyse der o. g. Mengen- und Spurenelemente im Deckhaar erfolgte nach Entfettung und Waschung im Labor der Professur für Tierernährung der Universität Halle-Wittenberg.

Den fünf „Testherden“ wurde in der Weideperiode 2012 ein einheitliches Mineralfutter (BASU, Mischung 2715 bzw. 702716 = vergleichbare Mischungen konventionell bzw. ökologisch) vorgelegt, um den Einflussfaktor „Mineralfutterzusammensetzung“ möglichst konstant zu halten. Im Anhang, Tabelle A-1 ist die Zusammensetzung des Mineralfutters abgebildet.

3 Ergebnisse

Die Mutterkuhherde des Betriebes D konnte aufgrund der Unruhe der Tiere und des hohen arbeitstechnischen Aufwandes leider nicht beprobt werden. Somit beschränkte sich die Datenerhebung für Betrieb D auf die Bodenuntersuchung und die Untersuchung des Pflanzenmaterials (Aufwuchs).

Mögliche Fehlerquellen bzw. Schwächen der Untersuchung, deren Einfluss auf die Ergebnisse nicht ausgeschlossen werden kann, sollen im Folgenden kurz skizziert werden:

- Bei der Gewinnung von Aufwuchsproben mittels Zählrahmen wir das selektive Fressverhalten der Tiere nicht berücksichtigt. Es wird davon ausgegangen, dass der gesamte Aufwuchs verzehrt wird. Durch ein selektives Fressverhalten der Tiere kann es jedoch zu einer verstärkten Aufnahme bzw. Meidung mineralstoffreicher bzw. -armer Pflanzen kommen.
- Zum Zeitpunkt der Entnahme der Blut- und Deckhaarproben befanden sich die Tiere in einem unterschiedlichen Laktationsstadium. Während die Kalbeperiode in den Betrieben A und B schwerpunktmäßig in die Monate Mai und Juni fiel, kalbten die Tiere in Betrieb C bereits Ende Februar. Hier ist der unterschiedliche Bedarf der Tiere (v. a. an Protein und Energie) zu berücksichtigen.
- Es erfolgte keine Untersuchung des Tränkwassers. Möglicherweise nahmen die Tiere aber über die Tränke bereits unterschiedliche Mengen an Mineralstoffen und Spurenelementen auf.
- In der Weideperiode 2011 (Testphase) sowie während der Stallperiode wurde den Herden kein einheitliches Mineralfutter vorgelegt. Dies war aus organisatorischen Gründen nicht möglich. Unterschiedliche Mineralstoffzusammensetzungen in den Mischungen können zu einer veränderten Versorgungslage geführt haben. Die vorgelegte Menge lag in der Stallperiode aber einheitlich bei 100 bis 120 g/Tier und Tag.

3.1 Botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände

Die Tabellen 5 bis 8 enthalten einen Überblick über die botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände in den einzelnen Weidegebieten. Für eine optimale Zusammensetzung sind Anteile von 70 % wertvollen Gräsern, 15 % Leguminosen und 15 % wertvollen Kräutern wünschenswert.
Auf den im Herbst beweideten Mähflächen der Betriebe A und B erfolgten aus arbeitswirtschaftlichen Gründen keine Vegetationsaufnahmen. Der Pflanzenbestand auf dem BSH-Standort (Betrieb A) setzte sich aus 69 - 89 % Gräsern, 0 - 15 % Leguminosen und 6 - 16 % Kräutern zusammen. Die dominierenden Gräserarten waren für die einzelnen Weideflächen unterschiedlich. Während Rotschwingel auf der Fläche 3a bestandsbildend wirkte, dominierten auf den übrigen Flächen Knaulgras, Wiesenschwingel oder Wiesenfuchsschwanz. Der Leguminosenanteil entfiel in der Hauptsache auf Weißklee. In der Klasse der Kräuter setzte sich mit einem Anteil von 3 - 15 % auf allen Flächen Löwenzahn durch. Die Artenzahl lag für die betreffenden Flächen in einem Bereich zwischen 11 und 39. Für die Futterwertzahl (Klapp et al., 1953) wurde eine Spanne von 5,06 - 6,91 ermittelt.

Tabelle 5: Betrieb A (BSH) - Zusammensetzung der Pflanzenbestände (10.05.12)

Teilfläche	1a	2	3a	3b	4
Ertragsanteil					
Gräser	*85*	*70*	*90*	*89*	*69*
davon					
Rotschwingel	R	10	77	10	15
Gem. Knaulgras	42	5		31	15
Wiesenschwingel	15	30			14
Wiesenfuchsschwanz	+	+		40	5
Wiesenrispe	15	10		5	15
Gem. Quecke	5	5		3	
Deutsches Weidelgras		10		+	
Leguminosen	*3*	*15*	*4*	*0*	*15*
davon					
Weißklee	3	15	4	+	15
Wiesenrotklee	+	+			+
Kräuter	*12*	*15*	*6*	*11*	*16*
davon					
Gem. Löwenzahn	3	10	5	10	10
Scharfer Hahnenfuß	+	1	1	1	1
Wiesenkerbel				+	3
Gem. Schafgarbe	2	1			
Gamander-Ehrenpreis	2	+		+	+
Stumpfbl. Ampfer	+	1			1
Wiesenbärenklau	+	1			1
Große Brennnessel	1	1		+	+
Artenzahl					
Gräser	14	7	5	10	7
Leguminosen	3	2	1	1	3
Kräuter	22	16	5	5	15
gesamt	39	25	11	19	25
Futterwertzahl	6,47	6,91	5,06	6,51	6,48

Der Gräseranteil auf den Flächen des MG-Standortes (Betrieb B) belief sich auf Werte zwischen 30 und 75 %, wobei die geringsten Anteile auf den Flächen des Weidegebietes 1 ermittelt wurden. Rotschwingel, Deutsches Weidelgras und Weiches Honiggras stellten die bestandsbildenden Gräserarten dar. Es wurde ein Leguminosenanteil von 0 - 20 % geschätzt, wobei Weißklee hier die dominierende Leguminosenart darstellte. Im Weidegebiet 1 kamen kaum Leguminosen vor. Der Kräuteranteil lag in einem Bereich zwischen 22 und 69 %. Die Flächen des Weidegebietes 1 waren am kräuterreichsten. Es dominierte Bärwurz mit Ertragsanteilen bis zu 60 %. Löwenzahn kam auf den Flächen des Weidegebietes 2 bis zu einem Anteil von 15 % vor. Die Artenzahl schwankte zwischen 16 und 38. Es wurden Futterwertzahlen im Bereich von 3,48 - 6,96 berechnet. Der Futterwert schwankte demnach erheblich und kann für Aufwüchse mit hohen Bärwurz-Anteilen aufgrund der geringen Schmackhaftigkeit als gering eingeschätzt werden.

Tabelle 6: Betrieb B (MG) - Zusammensetzung der Pflanzenbestände (05.05.12)

Teilfläche	Weidegebiet 1 (Limousin)			Weidegebiet 2 (Fleckvieh)		
	1a	1b	1c	2	3	4
Ertragsanteil						
Gräser	*55*	*30*	*50*	*58*	*60*	*75*
davon						
Rotschwingel	25	20	15		5	40
Weiches Honiggras	7		10		25	20
Dt. Weidelgras	3		3	35	3	
Wiesenrispe	5		3	10	5	5
Gem. Knaulgras	1		1	3	15	3
Rotstraußgras	5	2	5		3	3
Gem. Hainsimse	1	5	5		1	1
Gem. Rispe	2		2	+	3	1
Leguminosen	*0*	*1*	*0*	*20*	*10*	*3*
davon						
Weißklee	+	1	+	20	10	2
Wiesenrotklee			+	+	+	1
Kräuter	*45*	*69*	*50*	*22*	*30*	*22*
davon						
Bärwurz	24	60	24		2	5
Gem. Löwenzahn	6	3	3	15	12	5
Gamander-Ehrenpreis	3	3	6	3	5	2
Wiesensauerampfer	5	3	5	1	3	3
Spitzwegerich			3	+	3	1
Stumpfbl. Ampfer	+		1	1	1	+
Artenzahl						
Gräser	13	5	16	8	9	10
Leguminosen	2	1	4	2	2	2
Kräuter	22	10	18	17	23	14
gesamt	37	16	38	27	34	26
Futterwertzahl	4,44	3,48	4,11	6,96	5,05	4,61

Die Bestandszusammensetzung auf den auch als Mähweide genutzten Flächen des AN-Standortes (Betrieb C) gestaltete sich relativ einheitlich. Der Gräseranteil lag mit 75 - 86 % relativ hoch. Dominierende Gräserarten waren Deutsches Weidelgras und Wiesenfuchsschwanz. Der Leguminosenanteil war mit 1 - 6 % gering. Der Kräuteranteil belief sich auf 12 - 24 %, wobei Löwenzahn mit Anteilen von 5 bis 15 % dominierend war. Mit einer Artenzahl von 13 - 26 können die Flächen als relativ artenarm eingeschätzt werden. Die Futterwertzahlen lagen mit 6,53 - 6,90 in einem engen und hohen Bereich.

Tabelle 7: Betrieb C (AN) - Zusammensetzung der Pflanzenbestände (24.04.12)

Teilfläche	1a	1b	2a	2b
Ertragsanteil				
Gräser	*84*	*82*	*75*	*86*
davon				
Wiesenfuchsschwanz	31	41	30	40
Dt. Weidelgras	40	20	10	20
Wiesenrispe	+	3	17	3
Gem. Rispe	8	2	5	7
Gem. Quecke		10	10	
Gem. Knaulgras	5	2	3	5
Wiesenschwingel	+	3		1
Leguminosen	*3*	*6*	*1*	*1*
davon				
Weißklee	3	2	1	+
Wiesenrotklee		3		
Zaunwicke		1	+	1
Kräuter	*13*	*12*	*24*	*13*
davon				
Gem. Löwenzahn	5	7	15	7
Kriechender Hahnenfuß	8	2	1	3
Stumpfbl. Ampfer	+	1	3	
Große Klette		1	1	1
Artenzahl				
Gräser	6	8	6	8
Leguminosen	1	4	2	2
Kräuter	6	14	14	16
gesamt	13	26	22	26
Futterwertzahl	6,90	6,76	6,53	6,83

Die deutlichsten Unterschiede in der Bestandszusammensetzung wiesen die Flächen des MK-Standortes auf (Betrieb D). Hier schwankte der Gräseranteil zwischen 32 und 75 %. Wiesenrispe, Knaulgras, Glatthafer, Deutsches Weidelgras und Wiesenschwingel bildeten in der Hauptsache den Gräserbestand. Der Anteil der Gemeinen Quecke belief sich auf einzelnen Flächen auf 10 - 15 %. Die Leguminosenanteile wurden auf 0 - 30 % geschätzt, wobei auf diesem Standort auch Weißklee dominierte. Die Teilfläche 5 wies einen Luzerneanteil von 15 % auf. Es handelte sich hierbei um eine ehemalige Luzernegrasfläche. Die Kräuter machten einen Ertragsanteil von 25 - 47 % aus. Die Flächen wiesen mit 10 - 41 % teils sehr hohe Anteile an Löwenzahn auf. Die Artenzahl lag in einem Bereich zwischen 19 und 44 %, wobei der hohe Anteil nur auf einer schwer mechanisierbaren, extrem extensivierten Teilfläche erreicht wurde. Für die Futterwertzahl wurden Werte zwischen 5,84 und 6,83 ermittelt.

Anhand der innerhalb des Zählrahmens geschnittenen Aufwuchsproben konnten der TM-Erträge für die einzelnen Teilflächen geschätzt werden. Einen Überblick gibt Anhangstabelle A-11. Es zeigten sich deutliche Unterschiede im Ertragsniveau für die einzelnen Standorte. Die geringsten Erträge (1. AW 2011: 4,3 - 9,7 dt TM/ha; 1. AW 2012: 1,2 - 4,2 dt TM/ha) wiesen die Weideflächen des MG-Standortes auf. Für den Standort MK wurden im Mittel die höchsten Erträge geschätzt (1. AW 2011: 9,6 - 19,3 dt TM/ha; 1. AW 2012: 6,5 - 11,8 dt TM/ha). Eine deutliche Ertragsdifferenz war auch zwischen den Jahren 2011 und 2012 feststellbar.

Tabelle 8: Betrieb D (MK) - Zusammensetzung der Pflanzenbestände (10.05.12)

Teilfläche	1a	1b	3	4a	4b	5	6+7	8
Ertragsanteil								
Gräser	*75*	*70*	*52*	*73*	*68*	*32*	*50*	*34*
davon								
Wiesenrispe	30	12	25	10	5	6	20	4
Gem. Knaulgras	5	5	7	30	20	6	3	15
Glatthafer	+	35	1	5	29	2	2	15
Gem. Quecke	10		15	5	10	6	10	
Dt. Weidelgras	24	10				6	10	
Wiesenschwingel	1		5	22	3	6		+
Gem. Rispe	4						5	+
Wiesenlieschgras	r	5						
Weiche Trespe	1			1	1			
Leguminosen	*0*	*0*	*3*	*2*	*4*	*30*	*3*	*30*
davon								
Weißklee	+		3	2	r	10	3	13
Wiesenrotklee			+		1	5		1
Zaunwicke			+	+	3			3
Hopfenklee			r	+				10
Luzerne		+				15	+	
Kräuter	*25*	*30*	*45*	*25*	*28*	*38*	*47*	*36*
davon								
Gem. Löwenzahn	21	27	25	15	10	36	41	24
Große Klette	1	1	5	1	+	+	3	1
Schafgarbe	1	+		2	5	1	2	1
Wiesenkerbel	+	+	1	1	7	1		+
Wiesenbärenklau	1		3	3	1			1
Stumpfbl. Ampfer	1	+	5	1			+	
Ackerkratzdistel	+	+	3	2	1	+	1	
Artenzahl								
Gräser	10	6	7	7	6	8	6	9
Leguminosen	1	1	4	4	4	3	2	7
Kräuter	12	14	15	11	15	11	11	28
gesamt	23	21	26	22	25	22	19	44
Futterwertzahl	6,83	6,61	5,84	6,59	6,12	6,55	6,23	6,07

3.2 Versorgungslage mit Energie und Protein

Die Versorgung mit Protein und Energie ist eine wichtige Grundvoraussetzung für die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Mutterkühen. Ist diese Voraussetzung nicht erfüllt, verpufft auch die Wirkung einer ggf. optimalen Versorgung mit Mengen- und Spurenelementen. Anhand der Rohprotein- und Energiegehalte in den Aufwüchsen und Konservaten, sowie der Ergebnisse aus der Stoffwechseluntersuchung kann die Versorgungslage der Kühe mit Energie und Protein im Frühjahr, Herbst sowie während der Stallperiode grob eingeschätzt werden. Damit der Blutprobenahme in den Betrieben A und B erst 09/2011 und im Betrieb C 09/2012

begonnen wurde, erfolgt die Einschätzung mangels Stoffwechseldaten nur anhand der Protein- und Energielieferung der jeweiligen Aufwüchse.

Tiere der Rasse Fleckvieh und Limousin werden den mittelschweren bzw. schweren Fleischrindrassen (> 750 kg LM) zugeordnet. Nach neueren Empfehlungen der DLG (2009) werden für die Bedarfsermittlung von Mutterkühen die in Tabelle 9 dargestellten vier Leistungsstadien zugrunde gelegt.

Tabelle 9: Empfehlungen zur Protein- und Energieversorgung von Mutterkühen schwerer Rassen (DLG, 2009)

Leistungsstadium	**TM-Aufnahme** (kg/Tag)	**Rohprotein** (g/Tag bzw. % der TM)	**ME** (MJ/Tag bzw. MJ/kg TM)
Kalbung bis 150. Säugetag	15,0 - 16,0	2.240 bzw. 14,5	160 bzw. 10,0 - 10,8
151. Säugetag bis Absetzen	14,5 - 15,5	1.885 bzw. 12,5	145 bzw. 9,2 - 10,0
Absetzen bis 8. Trächtigkeitsmonat	11,5 - 12,5	1.140 bzw. 8,5 – 9,5	95 bzw. 7,2 - 8,0
9. Trächtigkeitsmonat bis Kalbung	11,5 - 12,5	1.540 bzw. 12,5	110 bzw. 8,6 - 9,4

Die Frühjahrsaufwüchse wiesen Ende April 2011 in allen vier Betrieben teils deutlich > 15 % XP sowie > 12,0 MJ ME/kg TM auf (Daten nicht gezeigt). Selbst bei Unterstellung des höchsten Bedarfes bei Frühjahrskalbung kann die Versorgung mit Protein und Energie als bedarfsdeckend eingeschätzt werden. Die weiteren Aufwüchse wurden nur in Betrieb A untersucht (Anhang, Tab. A-3). Es zeigte sich, dass der 2. AW im Juli 2011 mit lediglich 14,3 (13,6 - 16,1) % XP und 10,5 (10,3 - 10,7) MJ ME/kg TM im Jahresverlauf die geringsten Werte aufwies. In diesem Zeitraum kann es somit zu einer leichten Unterversorgung gekommen sein. In den Spätsommer- und Herbstaufwüchsen steigen besonders die XP- aber auch die ME-Konzentrationen wieder auf 18,2 (Ende August) und 19,9 % (Ende Oktober) bzw. 10,6 und 11,4 MJ/kg TM an. Die Schwankungsbreite nimmt allerdings zu. Dem Anhang, Tabelle A-10, ist außerdem zu entnehmen, dass die Trockenmasseerträge ab Ende August erwartungsgemäß deutlich zurückgingen. Defizitäre Versorgungslagen könnten daher durch eine deutlich verringerte TM-Aufnahme bedingt sein. Aufgrund der in den Abbildungen 1 und 2 dargestellten Stoffwechselwerte (Gesamtprotein, GLDH und HBS), die sich weitgehend im Normalbereich (farblich hinterlegte Bereiche bzw. gestrichelte Linien) befanden, kann auf eine ausreichende Versorgung geschlossen werden. Die TP-Werte der beiden Herden auf dem MG-Standort lagen im unteren Bereich bzw. für die Limousin-Tiere in Weidegebiet 1 leicht unterhalb des Normalbereiches.

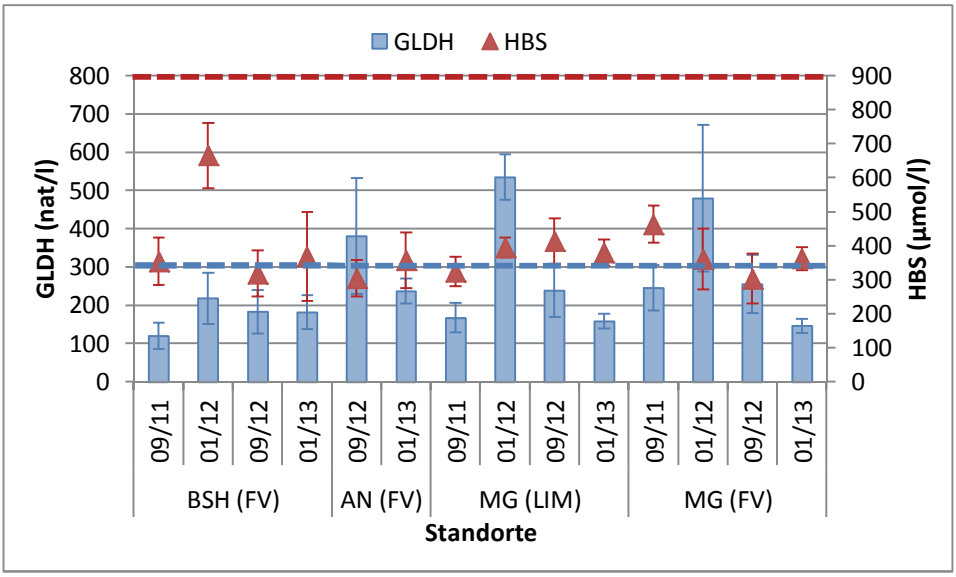

Abbildung 1: Gehalte an GLDH und HBS im Blutserum der Rinder

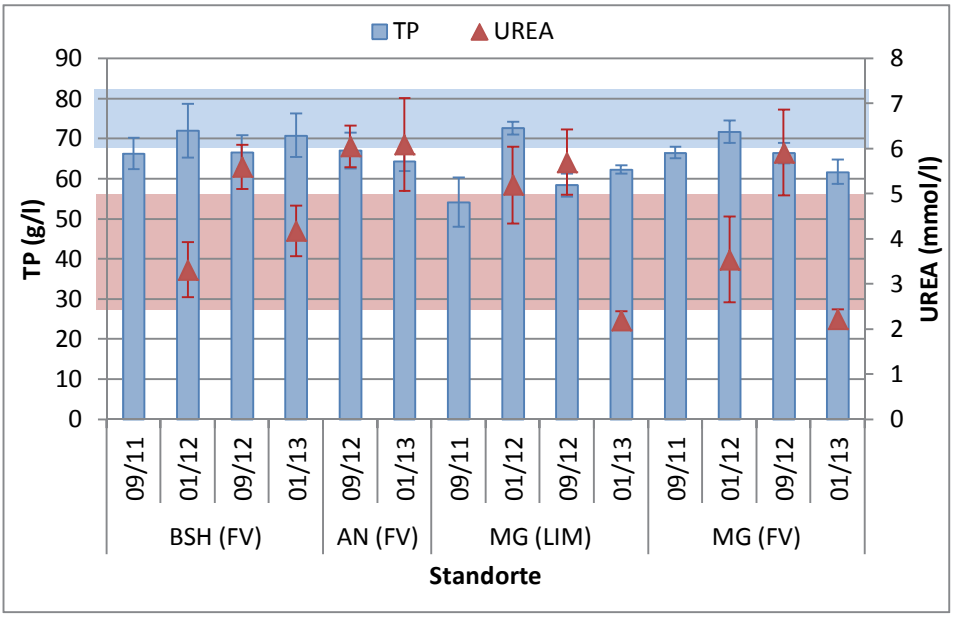

Abbildung 2: Gehalte an Gesamtprotein (TP) und Harnstoff (UREA) im Blutserum der Rinder

Die Gehalte der während der Stallperiode 2011/2012 eingesetzten Futtermittel an Nährstoffen, Mineralstoffen und Spurenelementen finden sich im Anhang, Tabelle A-9. In der Stallperiode 2011/2012 deutete sich anhand des geringen Futterwertes der Grassilage sowie der stark erhöhten Konzentrationen an GLDH im Blutserum der Tiere in Betrieb B ein deutlicher Energiemangel an (Abb. 1). Die hohen GLDH-Werte könnten aber auch eine Folge der unzureichenden mikrobiologischen Qualität der Grassilage (Befall mit verderbanzeigenden Bakterien, Schimmel und Hefen), des Heues (Schimmelbefall) sowie der Pressschlempe (hoher Gehalt an Hefen) sein (Daten nicht gezeigt), wobei insbesondere Schimmel zu einer erhöhten Leberbelastung führen kann. Dank der Vorlage von Pressschlempe konnte jedoch eine ausreichende Proteinversorgung erzielt werden, wie die TP- und UREA-Werte in Abbildung 2 zeigen. Die Versorgungslage in Betrieb A kann sowohl aus Sicht des Proteins als auch aus Sicht der Energie als ausreichend bezeichnet werden. Die Grassilagen wiesen keine Verderbsanzeichen auf und die Stoffwechselwerte lagen alle im Normalbereich.

Im Frühjahr 2012 wiesen die Aufwüchse aller Betriebe ebenfalls eine den Bedarf deutlich übersteigende Ausstattung mit Rohprotein (> 16 %) und ME (≥ 12 MJ/kg TM) auf (Anhang, Tab. A-4 bis A-8).
Die Herbstaufwüchse zum Zeitpunkt der Blutentnahme im September 2012 enthielten teils bereits eine zu geringe Energie- und Proteindichte, um den Bedarf - insbesondere der noch Mutterkühe mit < 150 Säugetagen (Betrieb A und B) - adäquat decken zu können (Anhang, Tab. A-4 bis A-8). Die TP-Konzentrationen im Blutserum der Tiere aller Standorte unterschritten den Normalbereich jedoch nur knapp. Interessanterweise lagen die mittleren UREA-Konzentrationen in allen vier Herden oberhalb des vom TGD angegebenen Normalbereiches von 2,5 - 5 mmol/l. Möglicherweise ist dies im Zusammenhang mit der Grünfutteraufnahme zu sehen. Allgemein bekannt ist, dass Milchkühe mit Weidegang auch deutlich höhere Milchharnstoffwerte erreichen als bei reiner Konservatfütterung. Das Grünfutter enthält zwar genug Protein, welches aber in hohem Maße im Pansen abgebaut wird. Insbesondere Herbstaufwüchse liefern allerdings oftmals zu wenig Energie für die Synthese von mikrobiellem Protein, das die Kuh in Form von nXP nutzen kann. Überschüssiges Protein wird im Pansen zu Ammoniak abgebaut und in der Leber zu Harnstoff umgewandelt. Zu hohe Mengen an entstehendem Ammoniak können somit die Leber belasten. Die Parameter des Energiestoffwechsels zeigten keine Auffälligkeiten. Einzeltiere überschritten den Orientierungswert für die GLDH-Konzentration geringfügig.
In der Stallperiode 2012/2013 (Futterwerte der Konservate im Anhang, Tab. A-10) konnte sowohl für die trockenstehenden Kühe als auch für die noch säugenden Tiere (> 200. Säugetag) auf dem BSH-Standort (Betrieb A) zum Zeitpunkt der Blutprobenahme im Januar 2013 eine ausreichende Protein- und Energieversorgung festgestellt werden. Die Winterration setzte sich aus 25 kg Grassilage (11,2 % XP; 8,9 MJ ME/kg TM), 5 kg Maissilage und 2 kg Stroh zusammen. Die Grassilage des MG-Standortes (Betrieb B) wies in diesem Jahr eine deutlich bessere Futterqualität und Nährstoffausstattung (11,9 % XP; 9,4 MJ ME/kg TM) auf, so dass von einer adäquaten Nährstoffversorgung ausgegangen werden kann. Die GLDH-Konzentration war deutlich geringer als im Vorjahr und befand sich im Normalbereich. Die TP- und UREA-Werte deuten eine geringfügige Proteinunterversorgung an. Neben Grassilage wurde den Kühen (ohne Kälber) Heu bzw. Stroh vorgelegt. Die Kühe auf dem AN-Standort (Betrieb C) erhielten während der Stallperiode Luzernesilage und Luzerneheu. Eigentlich sollte der Proteinbedarf dadurch gedeckt sein. Dennoch zeigten die TP-Werte im Blutserum eine - wenn auch nur sehr leichte - Unterversorgung mit Protein an. Der mittlere UREA-Wert liegt mit 6,1 mmol/l über dem Normalbereich. Möglicherweise kommt dafür die o.g. Erklärung in Betracht. Es fehlte im Pansen die Energie, um das Protein der Luzerne in mikrobielle Masse umzuwandeln.

3.3 Mineralstoffe und Spurenelemente im Boden, Aufwuchs und Tier

Anhand des pH-Wertes, des Humusgehaltes und der Makro- und Mikronährstoffgehalte im Feinboden wurde eine Zuordnung der beprobten Böden in die entsprechenden Gehaltsklassen vorgenommen (nach Zorn et al, 2007). Die Zuordnung ist dem Anhang, Tabelle A-2 zu entnehmen. Da für die Spurenelemente Zn, Mn, Se in Grünlandböden keine regionalen Richtwerte existieren, wurde bei der Einstufung auf Richtwerte aus Österreich zurückgegriffen (BMLFUW, 2006).

Tabelle 10 gibt einen Überblick über mittlere Gehalte an Mengen- und Spurenelementen einiger grünlanddominierender Pflanzenarten. Es wird deutlich, dass zwischen den einzelnen Pflanzenfraktionen der Gräser, Leguminosen und Kräuter teils große Unterschiede bestehen. Während Gräser ärmer an Ca und Cu sind, enthalten sie teils mehr Mn als beispielsweise Kleearten. Besonders reich an Mineralstoffen und Spurenelementen sind beispielsweise Zaunwicke, Löwenzahn und Wiesenkerbel.

Tabelle 10: Mittlere Gehalte an Mengen- und Spurenelementen in ausgewählten Pflanzenarten des Grünlandes nach Anke et al. (1999, 2000, 2001, 2004, 2007, 2008)

	Calcium	Magnesium	Mangan	Eisen	Zink*	Kupfer
Dt. Weidelgras	k. A.**	3,2	61	146	k. A.	7,7
Glatthafer	2,4	2,9	53	80	k. A.	5,9
Knaulgras	2,9	3,2	94	99	52	8,7
Wiesenschwingel	k. A.	3,1	45	122	k. A.	7,7
Wiesenrispe	2,8	k. A.	37	104	k. A.	7,4
Wiesenfuchsschwanz	1,9	2,5	k. A.	k. A.	47	k. A.
Wiesenrotklee	13	3,3	42	140	k. A.	11,1
Weißklee	15	3,5	43	203	50	10,3
Gelbklee	12	2,6	44	186	k. A.	8,8
Zaunwicke	8,3	4,2	65	240	k. A.	10,7
Vogelwicke	8,3	1,7	29	141	k. A.	k. A.
Löwenzahn	12	3,9	50	218	53	14,5
Stumpfbl. Ampfer	k. A.	k. A.	39	176	k. A.	k. A.
Schafgarbe	8,4	2,9	65	143	73	11,8
Wiesenkerbel	17	2,8	61	164	k. A.	9,1
Spitzwegerich	17	3,0	28	180	69	11,3

* saure Standorte, ** k. A. - keine Angabe

Die Anhangstabellen A-4 bis A-8 geben neben dem Nährstoffgehalt die mittleren Gehalte (MW und Minimal-/Maximalwerte) an Mineralstoffen und Spurenelementen der Frühjahrs- und Herbstaufwüchse der einzelnen Standorte aus dem Jahr 2012 wieder.
Die Konzentrationen der Mineralstoffe und Spurenelemente (MW und Minimal-/Maximalwerte) im Blutserum und Deckhaar der Mutterkühe sind im Angang, Tabellen A-12 bis A-21 dargestellt.

3.3.1 Calcium

Die $CaCO_3$-Gehalte der Böden und die Ca-Konzentrationen der Aufwüchse sind in Abbildung 3 dargestellt. Deutliche Unterschiede zeigen sich im $CaCO_3$-Gehalt der Böden. Während in den Böden des BSH sowie des MG kein $CaCO_3$ nachgewiesen werden konnte, wiesen die Böden des MK erwartungsgemäß die höchsten Gehalte auf. Die Böden der AN und des MK sind nahezu ausnahmslos der pH-Klasse E zuzuordnen. Für die Böden der Standorte BSH bzw. MG wurden die pH-Klassen C bzw. A und B ermittelt.
Die Werte lassen eine Beziehung zwischen dem $CaCO_3$-Gehalt des Bodens und dem Ca-Gehalt des Aufwuchses zumindest für die Standorte BSH, MK-PB und AN erkennen. Auf dem MG-Standort wurden, trotz $CaCO_3$-Gehaltes im Boden unterhalb der Nachweisgrenze, teils hohe Ca-Gehalte im Aufwuchs, insbesondere auf den Mähflächen, gefunden. Die Ursache dafür liegt vermutlich im hohen Anteil an Ca-reichem Rotklee auf diesen Flächen. Die höchsten Ca-Gehalte im Rotklee fand Anke (1964) auf Muschelkalk-Standorten.

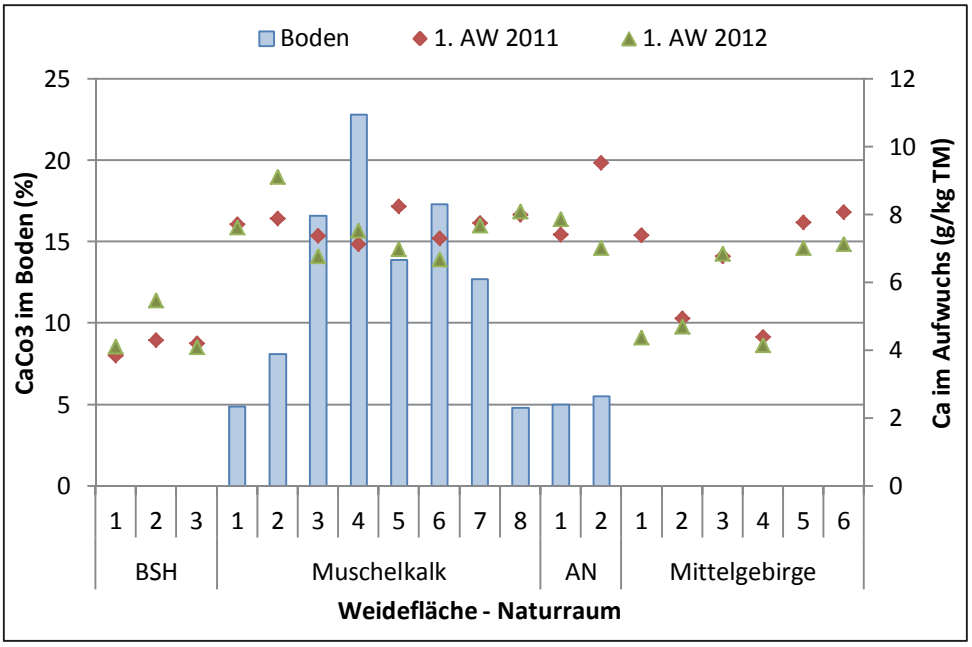

Abbildung 3: Gehalte an $CaCO_3$ im Boden und Ca im Aufwuchs

Wie Abbildung 4 zeigt lagen die Blutserumwerte für Calcium im empfohlenen Referenzbereich zwischen 2,35 und 2,82 mmol/l. Eine Abhängigkeit vom Standort war nicht erkennbar. Die Werte wiesen nur geringe tierindividuelle Schwankungen auf. Ein jahreszeitlicher Effekt konnte ebenfalls nicht ausgemacht werden. Lediglich die Tiere der Limousin-Stichprobe lagen im Januar 2013 deutlich über den Werten vom September 2012. Es ist allerdings anzumerken, dass das Blutserum aufgrund der homöostatischen Regulierung des Ca-Stoffwechsels kein geeignetes Medium zur Bestimmung der Versorgungslage von Ca ist. Ein Ca-Mangel kann allerdings erkannt werden. Der Ca-Gehalt im Deckhaar war von hohen Streuungen gekennzeichnet und lag im Bereich zwischen 1,6 und 3,2 g/kg TM. Die Tiere auf dem Standort AN zeigten eine deutliche Überlegenheit gegenüber den Tieren auf den übrigen Standorten. In besonderem Maße gilt dies für die Probenahme im September. Die Ursache dafür könnte im Einsatz Ca-reicher Luzernesilage während der Stallperiode liegen, der mit einem höheren Einbau von Ca ins Deckhaar verbunden sein könnte. Eine Abhängigkeit des Ca-Gehaltes im Deckhaar (1,8 – 2,7 g/kg TM) vom Ca-Gehalt im Aufwuchs konnte von Anke (1964) allerdings nicht gefunden werden. Combs (1987) beschreibt das Deckhaar allerdings als weniger geeigneten Indikator für den Ca-Status, da es nicht sensibel genug auf Veränderungen reagiert.

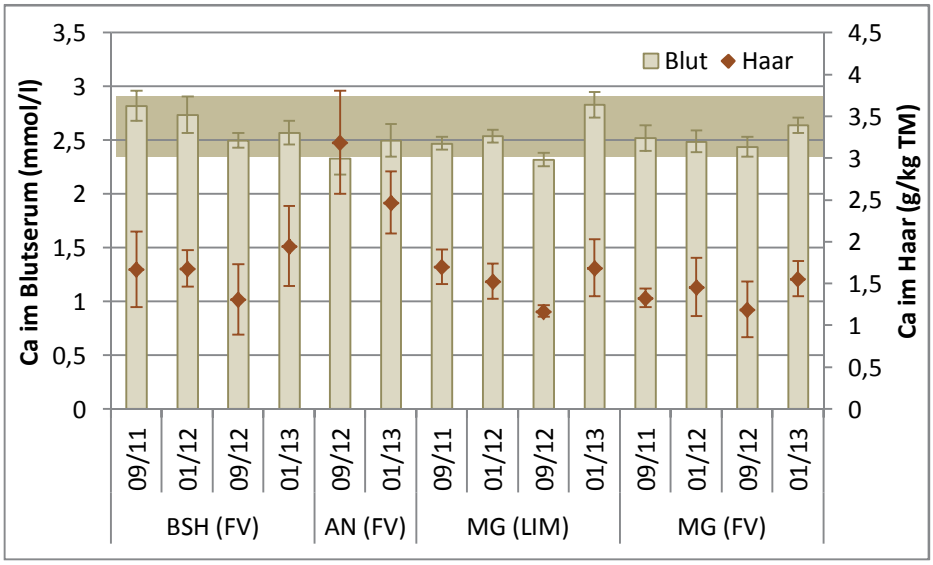

Abbildung 4: Calciumgehalte in Blutserum und Deckhaar der Rinder

Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass die Versorgung der Mutterkühe mit Ca offenbar kein Problem darstellt. Die Ca-Gehalte waren mit > 4 g/kg TM - mit Ausnahme einer Weidefläche - sowohl im Weide- als auch im Winterfutter zu jeder Zeit bedarfsdeckend (Anhang, Tab. A-4 bis A-10).

3.3.2 Phosphor

Wie Abbildung 5 zeigt, wiesen die Standorte BSH und MG die geringsten Phosphatgehalte im Boden auf. Es ist allerdings zu beachten, dass die P- Düngung deutlich größere Auswirkungen auf den P-Gehalt im Boden ausübt als der geologische Untergrund. Möglicherweise sind die Unterschiede also düngungsbedingt. Der P-Gehalt der Böden der Standorte AN und MK entspricht - mit einer Ausnahme - der Gehaltsklasse E und der des Standortes BSH der Gehaltsklasse C. Auf dem MG-Standort wurden GK von B bis D festgestellt.
Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen P im Boden und im Aufwuchs ließ sich nicht feststellen. Allerdings traten die höchsten P-Gehalte im Aufwuchs auch auf den P-reichsten Böden auf. P-arme Böden können jedoch auch P-reiche Aufwüchse hervorbringen. Der P-Gehalt im Futter sollte für Kühe bei etwa 2,5 g/kg TM liegen. Im Weidefutter sowie in den Grassilagen ist in der Regel ausreichend P enthalten (Anhang, Tab. A-4 bis A-10). Geringere P-Gehalte können ggf. spät genutzte bzw. Herbstaufwüchse aufweisen. Luzernesilage, Maissilage und spät geschnittenes Heu enthalten meist < 2,5 g P/kg TM. Bei Einsatz dieser Futtermittel ist eine P-Ergänzung über Mineralfutter dringend zu empfehlen.

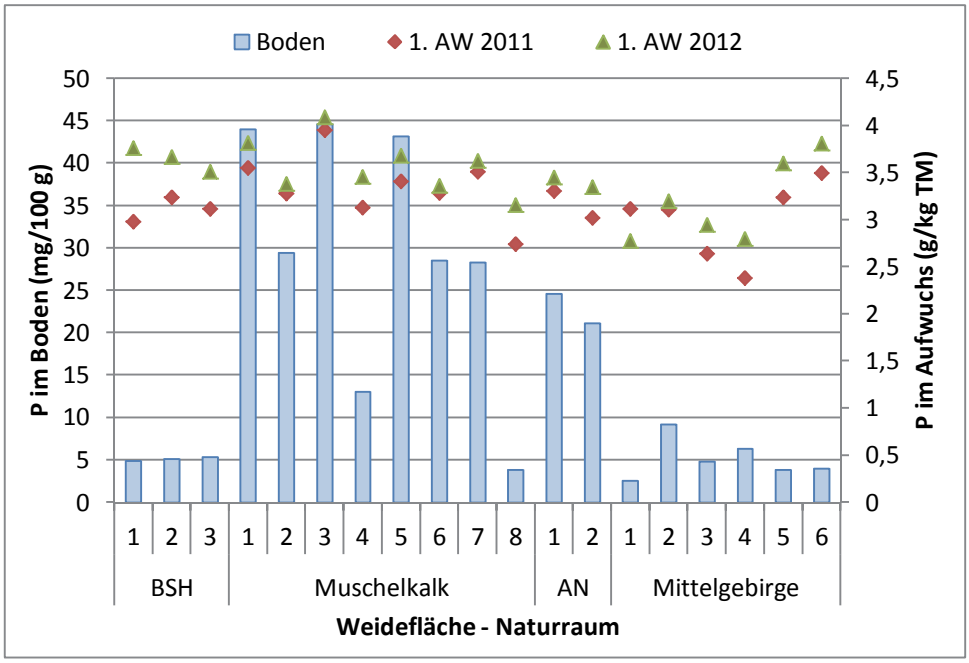

Abbildung 5: P-Gehalte in Boden und Aufwuchs

Die in Abbildung 6 dargestellten P-Gehalte im Blutserum lagen - mit geringer Schwankungsbreite - deutlich oberhalb des angegebenen Referenzbereiches von 1,55 - 2,29 mmol/l. Eine Erklärung dafür kann nicht gegeben werden. Ein Problem in der Probenaufbereitung bzw. Analytik kann nicht ausgeschlossen werden. Die geringsten P-Gehalte weisen die Tiere des BSH- sowie des MG-Standortes (nur FV-Tiere in Weidegebiet 2) auf. Die P-Gehalte im Deckhaar lassen einen jahreszeitlichen Effekt erkennen (Abb. 6). Mit Ausnahme der Tiere des AN-Standortes sind sie in der Stallperiode (Januar) teils deutlich höher. Nach Angaben von Anke (1964) gelten 0,2 g P/kg TM im Deckhaar als unterer Grenzwert für eine ausreichende P-Versorgung. Dieser wurde nur bei den FV-Kühen des MG-Standortes gegen Ende der Weideperiode 2012 mit 0,19 (± 0,01) g/kg TM leicht unterschritten. Wie bereits für Ca beschrieben, sieht Combs (1987) die Eignung des Deckhaares für die Abbildung des P-Status kritisch.

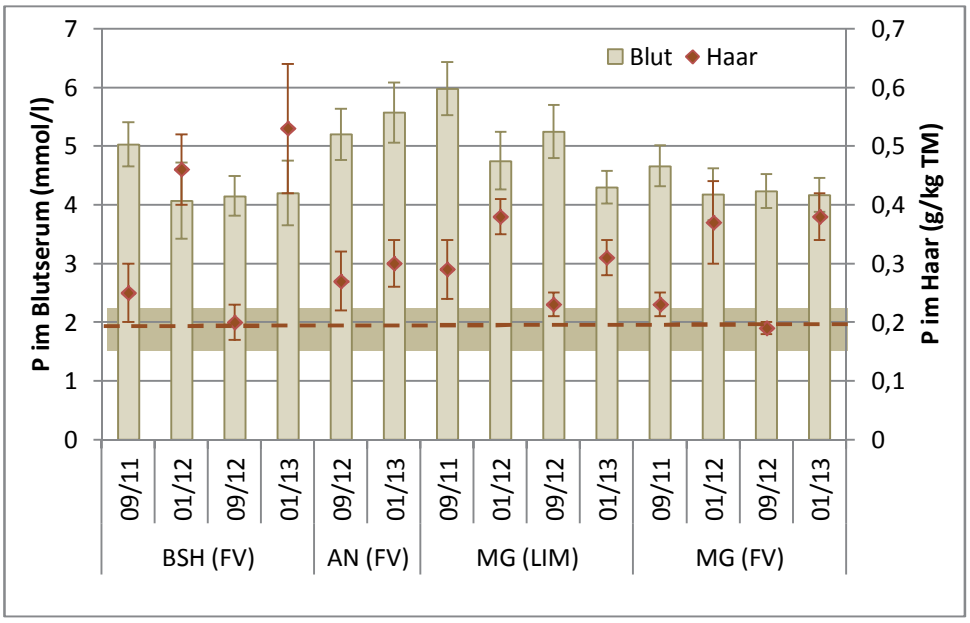

Abbildung 6: P-Gehalte im Blutserum und Deckhaar des Rindes

3.3.3 Magnesium

Wie Abbildung 7 zeigt, waren die höchsten Mg-Konzentrationen im Boden des AN-Standortes zu finden (GK E). Aber auch im Boden der Mähweide (Weidefläche 5 und 6) im MG, sowie in einem Teilstück des MK-Gebietes (ehemalige Ackerfläche) ist relativ viel Mg enthalten. Am Mg-ärmsten waren die Böden der Flächen mit reiner Weidenutzung des MG-Standortes (GK B bis D).

Der Mg-Gehalt im Pflanzenmaterial stellt sich relativ einheitlich dar. Einzig der 1. Aufwuchs der Mähweide auf dem MG-Standort weist, korrespondierend zum Mg im Boden, sehr hohe Mg-Gehalte von > 3 (2011) bzw. > 4 (2012) g/kg TM auf. Möglicherweise könnte der hohe Rotkleeanteil eine Rolle gespielt haben. Zur Bedarfsdeckung der Mutterkühe sollte das Futter mindestens 1,5 g/kg TM enthalten. Dieser Wert wird in allen Weide- und Konservatfuttermitteln erreicht. Bei Betrachtung der Werte in den Anhangstabellen A-4 bis A-8 wird der Anstieg des Mg-Gehaltes in den Herbstaufwüchsen auf allen Standorten deutlich. Im Frühjahr kann sich eine defizitäre Versorgungslage durch gleichzeitig hohe XP- und K-Gehalte im jungen Weidefutter ergeben, da die Mg-Konzentration hier meist noch < 2 g/kg TM liegt.

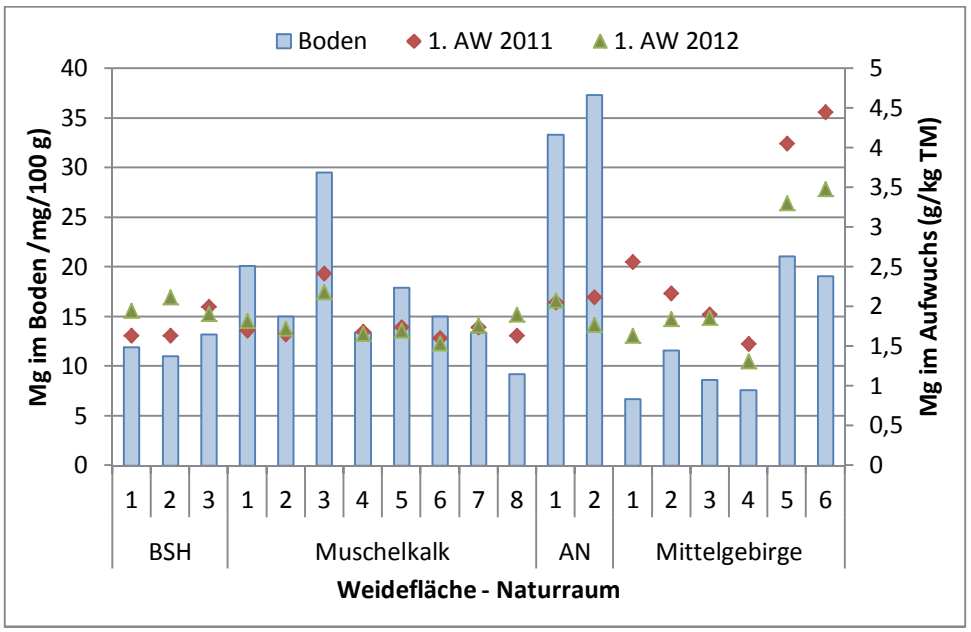

Abbildung 7: Magnesiumgehalte in Boden und Aufwuchs

Die Mg-Werte im Blutserum sind in Abbildung 8 dargestellt und deuten für die Tiere auf den Standorten BSH und AN auf eine ausreichende Versorgung hin, wobei der Versorgungsstatus im BSH ab September 2012 etwas geringer ausfiel. Auf dem MG-Standort ließ sich sowohl im Januar 2012 eine leichte als auch im September 2012 eine ausgeprägtere Unterversorgung feststellen. Möglicherweise liegt die Ursache für die Abnahme der Mg-Konzentration im Blutserum im geringeren Mg-Gehalt des für die Weideperiode 2012 für alle Standorte vereinheitlichten Mineralfutters. Dennoch lässt sich die Unterversorgung im Herbst 2012 nicht abschließend erklären.

Die Mg-Gehalte im Deckhaar liegen einem Bereich zwischen 0,2 - 0,8 g/kg TM und weisen teils hohe tierindividuelle Schwankungen auf. Die hohen Gehalte auf den Standorten BSH bzw. MG im Januar 2013 bzw. 2012 deuten auf einen höheren Versorgungsstatus während der Stallperiode hin. Möglicherweise hat hier eine bessere Versorgung mit Mg über Mineralfutter stattgefunden. Nach Angaben von Anke (1964) zeigen Werte von < 0,25 mg/kg TM eine Mg-Unterversorgung an. Die leichte Unterversorgung, die sich anhand der Blutserumwerte abzeichnet, kann mit Hilfe des Deckhaares bestätigt werden.

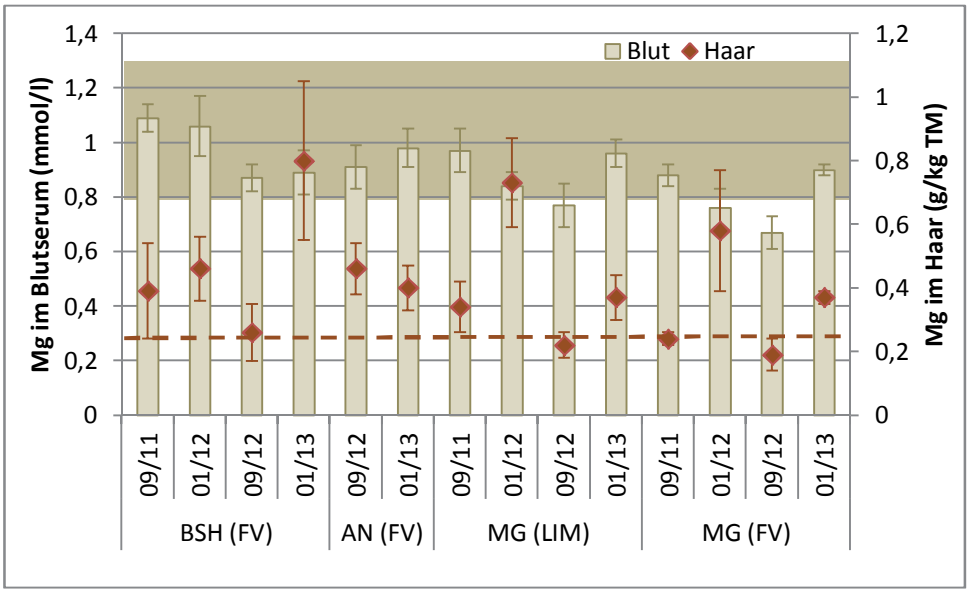

Abbildung 8: Magnesiumgehalte im Blutserum und Deckhaar der Rinder

3.3.4 Kalium

Wie Abbildung 9 zeigt, wiesen die Böden der Standorte MK die höchsten K-Gehalte auf (GK E). Die Böden der übrigen Standorte waren teils deutlich K-ärmer und sind den GK C und D (BSH und AN) bzw. B und C (MG) zuzuordnen. Es besteht eine enge Korrelation zum P-Gehalt der Böden. Unterschiede im K-Gehalt sind dementsprechend ebenfalls der Düngungsintensität zuzuschreiben. Möglicherweise wurden die Mähweiden intensiver mit Festmist/Gülle gedüngt.

Innerhalb der einzelnen Standorte lässt sich teilweise eine positive Korrelation zu den K-Gehalten im Aufwuchs herstellen. Die geringsten K-Gehalte wurden im 1. Aufwuchs des MG-Standortes gemessen (< 25 g/kg TM). Hier könnte das Vegetationsstadium eine Rolle gespielt haben, da sich der Pflanzenbestand zum Zeitpunkt der Probenahme aufgrund der kühleren Witterungsverhältnisse im Mittelgebirge noch in einem deutlich früheren Stadium befand.

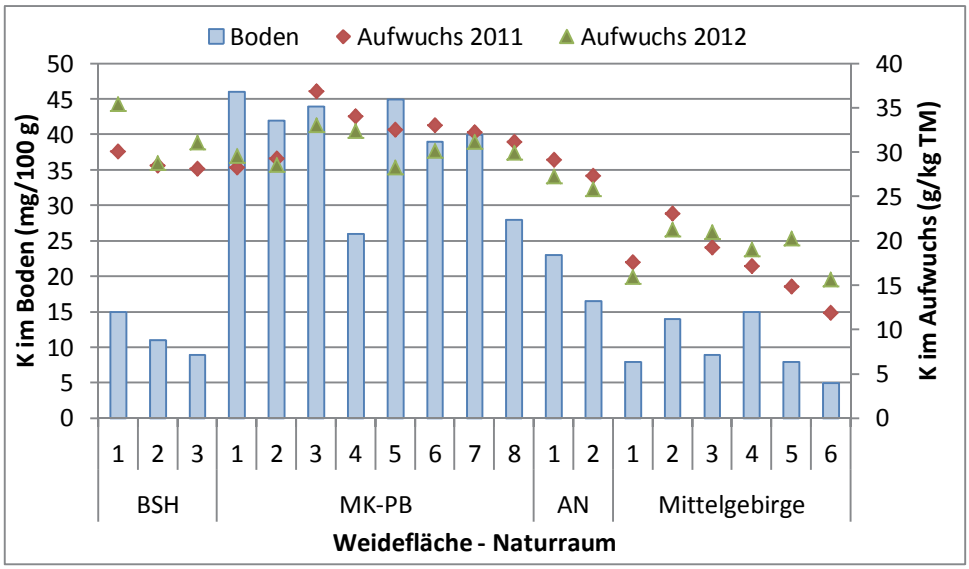

Abbildung 9: Kaliumgehalte in Boden und Aufwuchs

Kaliumgehalte im Blut und Deckhaar wurden nicht untersucht, da der Versorgungsstatus am deutlichsten im Harn abgebildet wird.

3.3.5 Schwefel

Wie Abbildung 10 zeigt, waren die Schwefelgehalte des Bodens auf dem BSH-Standort mit Werten von < 0,3 mg/100 g am geringsten. Die höchsten S-Konzentrationen (> 1,5 mg/100 g) wies der Boden des AN-Standortes auf, dessen Aufwuchs mit ≥ 3,0 mg/kg TM auch am S-reichsten war. Hohe Schwefelgehalte im Weidefutter von > 5 g/kg TM können Bioverfügbarkeit von Cu, Mo und Se hemmen. Hohe S-Gehalte im Weideaufwuchs wurden in vergangenen Zeiten auch durch hohe Immissionen aus der Verbrennung fossiler Energiequellen verursacht. Der Schwefelbedarf der Mutterkühe wird auf etwa 1 g/kg TM geschätzt. Die Versorgung über die Weide kann somit als bedarfsdeckend beurteilt werden.

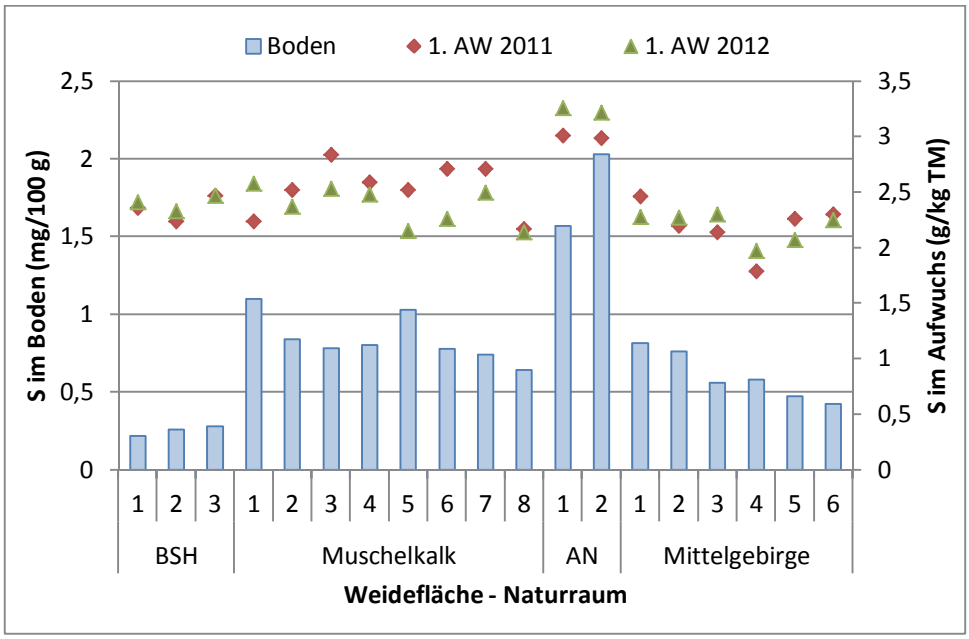

Abbildung 10: Schwefelgehalte in Boden und Aufwuchs

3.3.6 Kupfer

Mit Ausnahme einer Weidefläche im MK-PB (ehemaliger Agrarflugplatz) wiesen die Böden relativ einheitliche Cu-Gehalte auf (Abb. 11). Der Boden des AN-Standortes war kupferreicher als der des BSH-Standortes, ansonsten wurde kein Standorteinfluss sichtbar. Eine Ausnahme bildete die Weidefläche 1 des MK-Standortes mit einem Cu-Gehalt von 11,8 mg/kg Boden. In einer Wiederholungsprobe im Jahr 2012 wurde ein ähnlich hoher Cu-Gehalt gefunden. Eine Erklärung dafür kann nicht gegeben werden. Möglicherweise kann es einen Zusammenhang mit der früheren Nutzung dieser Fläche als Agrarflugplatz geben. Die Gehaltsklassen liegen für die Standorte BSH und AN im Bereich C. Der MG-Standort weist für die Flächen des Weidegebietes 1 mit Gehaltsklasse A eine deutlich geringere Versorgungsstufe auf als die Böden in Weidegebiet 2 mit Gehaltsklasse C. Auf dem MK-Standort sind die Gehaltsklassen A, C sowie E vertreten.

Die Cu-Gehalte im 1. Aufwuchs gestalten sich – abgesehen von Ausreißern auf den Standorten MK und MG - relativ einheitlich und liegen im Bereich zwischen 5,8 und 12,4 bzw. 7,4 und 12, 2 mg/kg TM in den Jahren 2011 bzw. 2012. Besonders hohe Cu-Konzentrationen weist mit 14,5 mg/kg TM Löwenzahn auf (Tab. 10, S. 19). Für eine ausreichende Cu-Versorgung sind Gehalte von mindestens 10 mg/kg TM im Futter erforderlich. Wie die Anhangstabellen A-4 bis A-8 zeigen, wurden Cu-Werte von > 10 mg/kg TM nur in den Frühjahrsaufwüchsen der AN- und MK-Standorte realisiert. Auch die Konservate (Anhang, Tab. A-9 und A-10) wiesen keine ausreichenden Cu-Gehalte auf. Eine Cu-Ergänzung über Mineralfuttergaben scheint daher sowohl in der Stallperiode als auch auf der Weide unerlässlich.

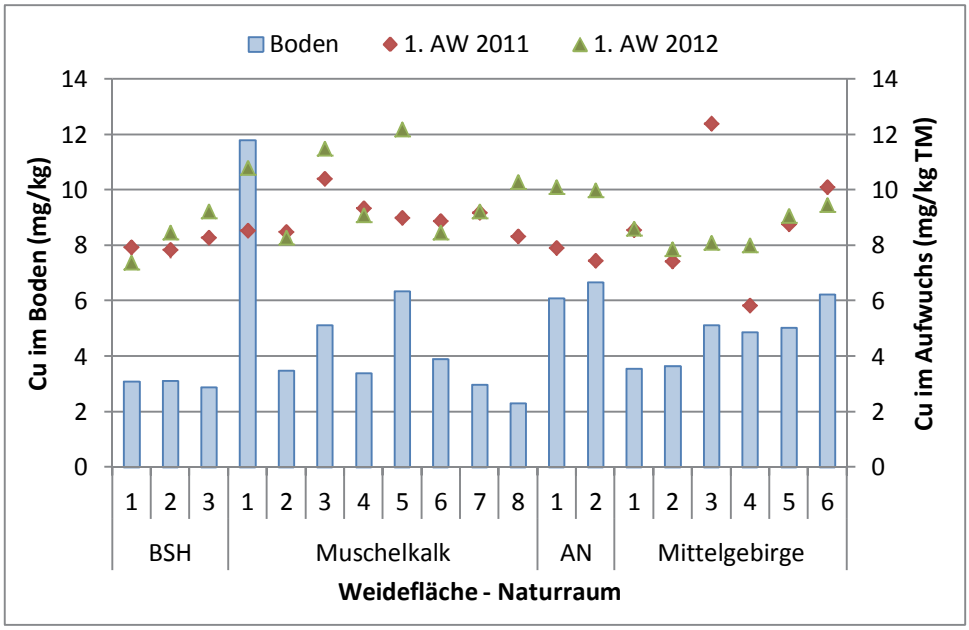

Abbildung 11: Kupfergehalte in Boden und Aufwuchs

Die Werte in Abbildung 12 lassen deutliche Unterschiede im Cu-Versorgungsstatus der Tiere erkennen. Sowohl anhand der Konzentrationen im Blutserum als auch im Deckhaar konnte bei einigen Herden eine teils starke Cu-Unterversorgung festgestellt werden. Als Normalbereich der Cu-Versorgung wird für das Blutserum eine Spanne zwischen 10 und 19 µmol/l angegeben. Es ist bekannt, dass Cu in der Leber gespeichert wird und bei defizitären Versorgungslagen über einen gewissen Zeitraum nachgeliefert werden kann. Ein deutliches Absinken der Cu-Gehalte im Blutserum ist daher erst bei starkem bzw. langanhaltendem Mangel zu erwarten. Ein leichter bzw. kurzfristiger Mangel ist somit im Blutserum nicht erkennbar. Auf dem BSH-Standort wurden über die Zeitdauer der Probenahme die höchsten Cu-Gehalte im Blutserum gemessen, die sich dennoch im unteren Bereich der „Normalwerte“ einordneten. Einzeltiere wiesen zudem Konzentrationen < 10 µmol/l auf. Den deutlichsten Mangel mit Werten > 6 µmol/l zeigten die Tiere auf dem AN-Standort sowie die Fleckviehtiere im Weidegebiet 2 auf dem MG-Standort. Ein rassebedingter Unterschied kann nicht ausgeschlossen werden, da die Herbstaufwüchse keine Unterschiede im Cu-Gehalt aufwiesen. In einer Untersuchung von Littledike et al. (1995) konnte bei Vorlage identischer Rationen ein deutlicher Unterschied im Cu-Gehalt der Lebern (Indikatororgan für Cu) zwischen Limousin- und Fleckviehkühen nachgewiesen werden, wobei in den Lebern der Limousin-Kühe deutlich höhere Werte gefunden wurden. Im Blutserum konnten die Autoren diese Unterschiede - möglicherweise aufgrund einer nur geringfügigen Unterversorgung - jedoch nicht nachweisen.

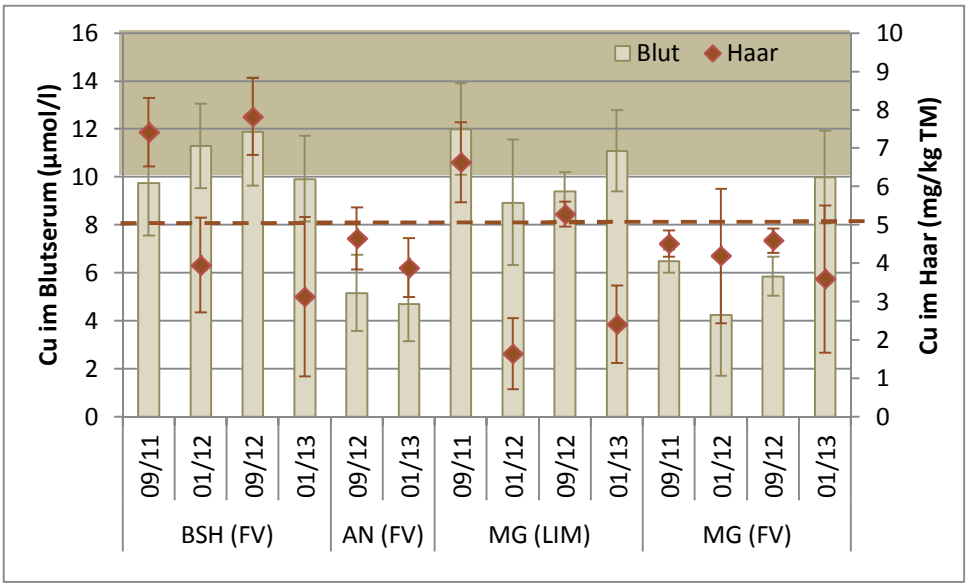

Abbildung 12: Kupfergehalte im Blutserum und Deckhaar der Rinder

Die Cu-Gehalte im Deckhaar zeigten jahreszeitlich bedingte Unterschiede (Abb. 12). Während die Werte in der Weideperiode mit durchschnittlich 7,4 bzw. 7,8 mg/kg TM deutlich oberhalb der empfohlenen Untergrenze von 5 mg/kg TM lagen, konnten in beiden Stallperioden lediglich mittlere Werte von 4,0 bzw. 3,1 mg/kg TM gemessen werden. Diese geringen Gehalte deuten auf eine Cu-Unterversorgung der Tiere bei Stallfütterung hin. Offensichtlich war die Versorgungslage während der Weideperiode deutlich besser. Angesichts der sehr geringen Cu-Konzentrationen im Blutserum in Kombination mit den niedrigen Werten im Deckhaar lässt sich für die Tiere des AN-Standortes ein starker Cu-Mangel ableiten, der sowohl während der Stallfütterungsperiode als auch während der Weideperiode präsent war (ähnlich wie bereits Selenmangel). Für die Tiere des MG-Standortes lassen sich Unterschiede zwischen beiden Rinderherden erkennen. Die Cu-Gehalte im Blutserum waren bei den Limousin-Tieren höher als bei den FV-Kühen. Eine Cu-Unterversorgung deutete sich nur in der Stallperiode 2011/2012 und in gegen Ende der Weideperiode 2012 an. Ein anderes Bild zeigen die Cu-Konzentrationen im Deckhaar, welche jeweils in der Stallperiode 2011/2012 bzw. 2012/2013 mit 1,6 bzw. 2,4 mg/kg TM nur sehr geringe Werte erreichten. Insbesondere die Daten aus der Probenahme im Januar 2013 zeigen, dass die Einschätzung der Cu-Versorgungslage anhand der Werte im Blutserum bzw. Deckhaar durchaus unterschiedliche Schlüsse zulassen kann. Bei den FV-Kühen scheint eine Cu-Unterversorgung eindeutiger prognostizierbar. Die Cu-Gehalte im Blutserum sanken in der Stallperiode 2011/2012 bis auf 4,3 ± 2,55 µmol/l ab. Auch gegen Ende der Weideperioden lag die Cu-Konzentration deutlich unterhalb des unteren Orientierungswertes von 10 µmol/l. Auch im Deckhaar wurden Werte < 5 mg/kg TM gemessen. In der Stallperiode 2011/2012 hingegen konnte - zumindest anhand der Serumwerte von 10 ± 1,94 µmol/l - eine deutliche Verbesserung des Cu-Status festgestellt werden. Eine Betrachtung der Werte im Deckhaar ließ diesen Schluss jedoch nicht zu. Möglicherweise war die Cu-Versorgung zum Zeitpunkt der Probenahme erst kurzfristig verbessert. In der Untersuchung von Anke (1964) lagen die Cu-Gehalte im schwarzen Deckhaar schwarzbunter Milchkühe zwischen 6,3 und 9,7 mg/kg und damit auf einem insgesamt höheren Niveau.

Anhand der Ergebnisse wird die Problematik der Cu-Versorgung von Mutterkühen deutlich, wie sie auch von Wolf et al. (2005) für Mutterkühe in Mecklenburg-Vorpommern beschrieben wurde. Die Autoren fanden bei 1.300 Tieren, denen kein Mineralfutter angeboten wurde, Cu-Gehalte im Blutserum von 7,65 +/- 5,11 µmol/l. Eine ausreichende Supplementierung ist daher unerlässlich.

3.3.7 Mangan

Wie Abbildung 13 verdeutlicht, wiesen die Böden des BSH die höchsten Mn-Konzentrationen auf. Mittlere Mn-Gehalte wurden in den Böden des MG-Standortes festgestellt.

In den Aufwüchsen beider Jahre konnten die geringsten Mn-Gehalte entsprechend auf den manganarmen Standorten des MK-PB und der AN gefunden werden, während die Aufwüchse des MG-Standortes die höchste Mn-Gehalte - allerdings nur auf reinen Weiden, nicht jedoch auf Mähweiden - aufwiesen. Ein Vergleich der Mn-Gehalte im Aufwuchs mit den Boden pH-Werten lässt einen deutlichen Zusammenhang erkennen, der bereits vielfach beschrieben wurde (z. B. Anke et al., 1999): nämlich die steigende Pflanzenverfügbarkeit von Mangan bei sinkendem Boden pH-Wert. Auch Anke (1964) fand im Rotklee auf Muschelkalk-Standorten deutlich geringere Mn-Gehalte als auf Buntsandstein-Standorten. Eine ausreichende Mn-Versorgung über Weidefutter oder Konservate kann ab Mn-Gehalten von > 50 mg/kg TM abgesichert werden. Wie die Anhangstabellen A-4 bis A-8 verdeutlichen, liefern die Aufwüchse der Standorte BSH und MG mit im Mittel > 100 mg/kg TM bedarfsdeckende Mn-Mengen, während die Aufwüchse der AN- und MK-Standorte mit mittleren Konzentrationen < 40 mg/kg TM deutlich zu wenig Mn enthalten. Auf den letztgenannten Standorten ist daher eine Mn-Supplementierung über Mineralfutter ratsam.

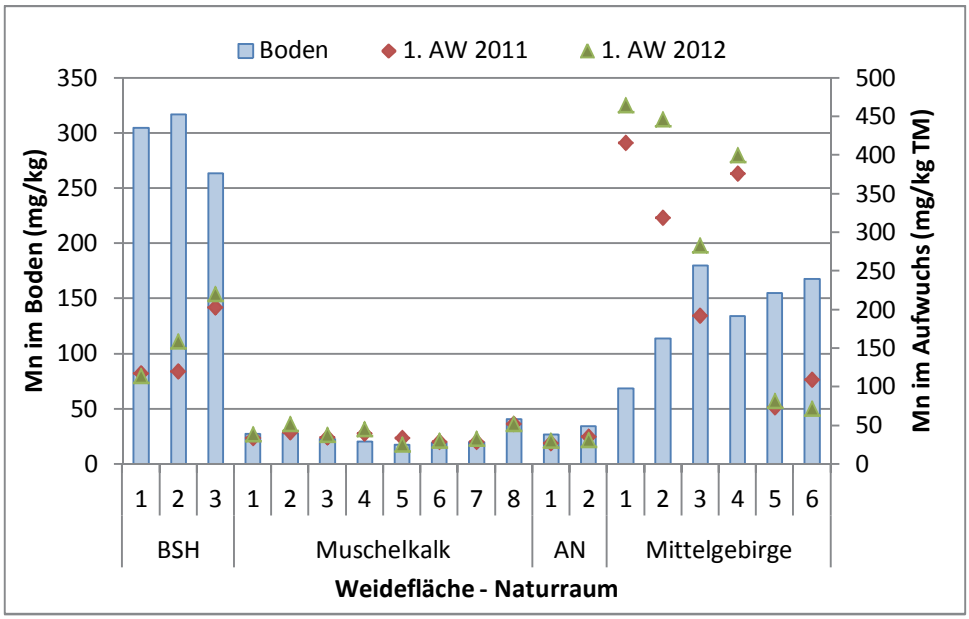

Abbildung 13: Mangangehalte in Boden und Aufwuchs

Anhand der Mn-Werte im Vollblut kann bei allen geprüften Tieren von einer ausreichenden Mn-Versorgung ausgegangen werden (Abb. 14). Die Mn-Gehalte lagen überwiegend im angegebenen physiologischen Bereich zwischen 7 und 20 µg/l. Insbesondere in der Weideperiode 2012 wurden für die Tiere auf den Standorten BSH und MG Mittelwerte oberhalb von 20 µg/l Vollblut gefunden. Auf dem Mn-ärmeren AN-Standort konnte dies jedoch nicht festgestellt werden.

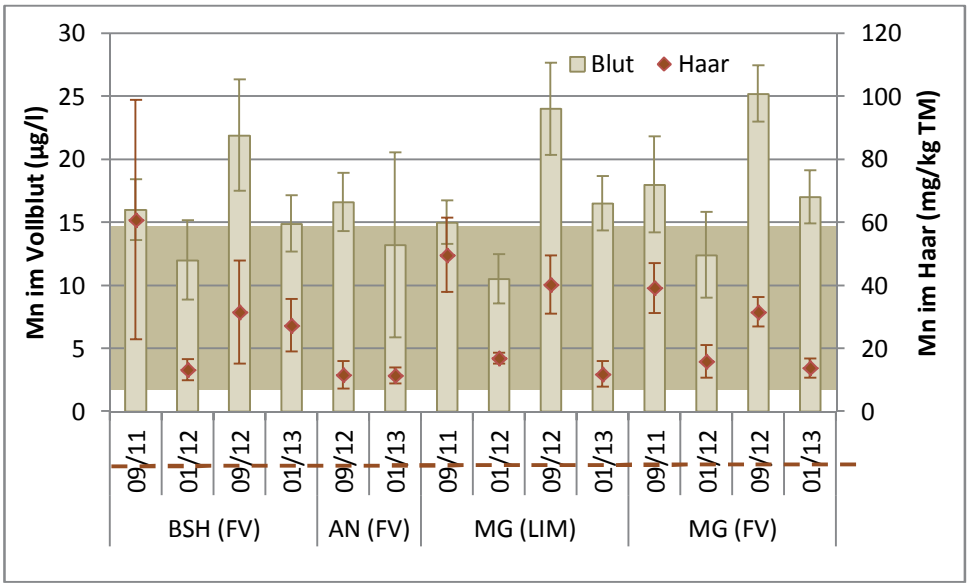

Abbildung 14: Mangangehalte im Vollblut und Deckhaar der Rinder

Die Mn-Konzentrationen im Deckhaar unterlagen in der Weidesaison teils hohen Schwankungen (Abb. 14). Der Orientierungswert von > 5 mg/kg TM wurde von allen Tieren erreicht, teilweise lagen die Mittelwerte mit bis zu 60 mg/kg TM vor allem in den Weideperioden deutlich darüber. Der jahreszeitliche Effekt war auf dem MG-Standort besonders stark ausgeprägt. In der Weideperiode wurden mehr als doppelt so hohe Mn-Gehalte im Deckhaar nachgewiesen als in der Stallperiode. Die geringsten Mn-Gehalte im Deckhaar (12 ± 4,4 mg/kg TM im September bzw. 11 ± 2,5 mg/kg TM) wiesen die Tiere - unabhängig von der Jahreszeit - auf dem AN-Standort auf. Aufgrund der offensichtlich ausreichenden Versorgung über Mineralfutter könnte ein Standorteinfluss, wie beispielsweise von Anke (1964) konstatiert, überlagert worden sein.

3.3.8 Zink

Mit Ausnahme einer Weidefläche mit einem Wert von 28,3 mg/kg, lagen die Zinkgehalte im Boden im Bereich zwischen 3,7 und 15,9 mg/kg, wobei sich kein Standorteinfluss feststellen ließ (Abb. 15). In den Zinkkonzentrationen der Aufwüchse konnte eine weitgehend gute Übereinstimmung zwischen beiden Jahren gefunden werden. Ein Einfluss des Standortes war für die Standorte BSH, MK und AN nicht augenscheinlich. Lediglich der Aufwuchs des MG-Standortes wies höhere Zinkgehalte auf. Die höchsten Zinkgehalte wurden im Aufwuchs der Weidefläche 1 des MG-Standortes festgestellt. Grund dafür ist der mit bis zu 60 % hohe Ertragsanteil an Bärwurz. Der mittlere Zinkgehalt von Bärwurz wird von Anke et al. (2008) mit 100 mg/kg TM angegeben und liegt somit deutlich höher als in Gräsern (Tab. 10, S. 19). Zum Zeitpunkt der Probenahme 2011 hatte der Bärwurz bereits deutlich mehr Blattmasse gebildet als zur Probenahme 2012. Ein Zusammenhang zwischen den Zinkgehalten im Boden und Aufwuchs war nicht erkennbar. In der Untersuchung von Anke (1964) wurden im Rotklee auf Standorten des Buntsandsteins und Muschelkalks geringere Zn-Gehalte gemessen als auf Schieferverwitterungsböden. Eine adäquate Zn-Versorgung erfordert Gehalte von > 50 mg/kg TM im Futter. Entsprechende Werte konnten nur in den Aufwüchsen sowie in der Grassilage des MG-Standortes nachgewiesen werden (Anhang, Tab A-5, A-6, A-9 und A-10). Die Zn-Gehalte der Aufwüchse auf den übrigen Standorten lagen nur im Bereich zwischen 28 und 39 mg/kg TM. Zink sollte daher auf diesen Standorten über Mineralfutter ergänzt werden.

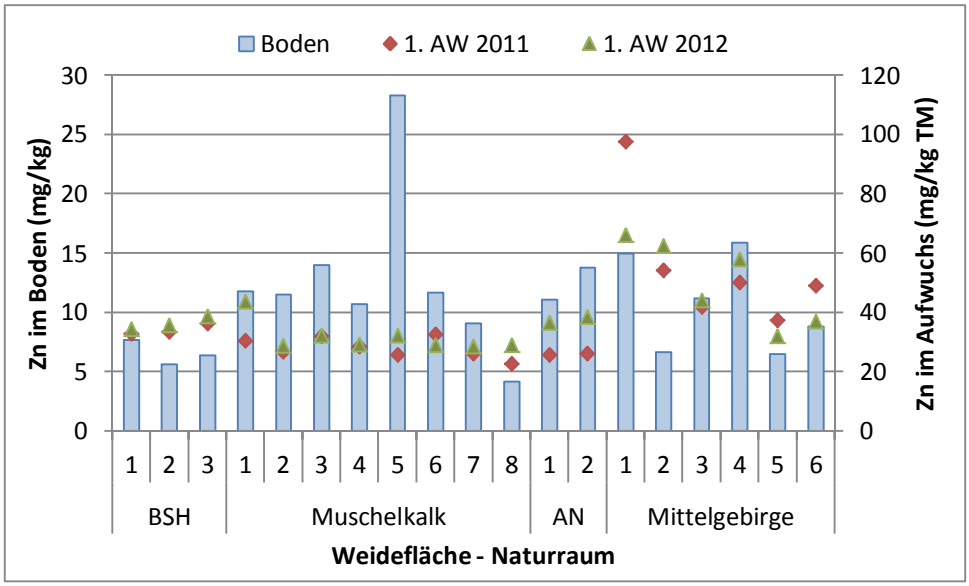

Abbildung 15: Zinkgehalte in Boden und Aufwuchs

Sowohl die Zinkwerte im Blutserum als auch im Deckhaar deuten auf eine ausreichende Zinkversorgungslage hin (Abb. 16). Lediglich in der Weideperiode 2012 wurde der physiologische Bereich (12 - 46 µmol/l) im Blutserum von Einzeltieren auf den Standorten AN und MG (FV) unterschritten. Der mittlere Zinkgehalt im Blutserum lag im Bereich zwischen 11 und 20 µmol/l. Im Deckhaar wurde eine Spanne von 103 - 159 mg/kg TM gemessen. Der untere Wert für eine ausreichende Zinkversorgung wird für das Deckhaar mit 100 mg/kg TM angegeben. Klare Unterschiede zwischen den Standorten ließen sich nicht feststellen. Den geringsten Zinkstatus wiesen die Fleckvieh-Kühe des MG-Standortes auf. Im Deckhaar dieser Tiere ist dieser Trend hingegen nicht erkennbar, da hier höhere Zinkgehalte gemessen wurden als für die Limousin-Kühe. Die Zinkkonzentrationen im Deckhaar korrespondieren bei den Tieren des BSH-Standortes mit den jeweiligen Konzentrationen im Blutserum, sind allerdings mit hohen tierindividuellen Schwankungen verbunden. Die Kühe erreichten in der Stallperiode 2012/2013 den höchsten Zinkstatus. Jahreszeitliche Effekte auf die Zinkversorgung wurden nicht beobachtet.

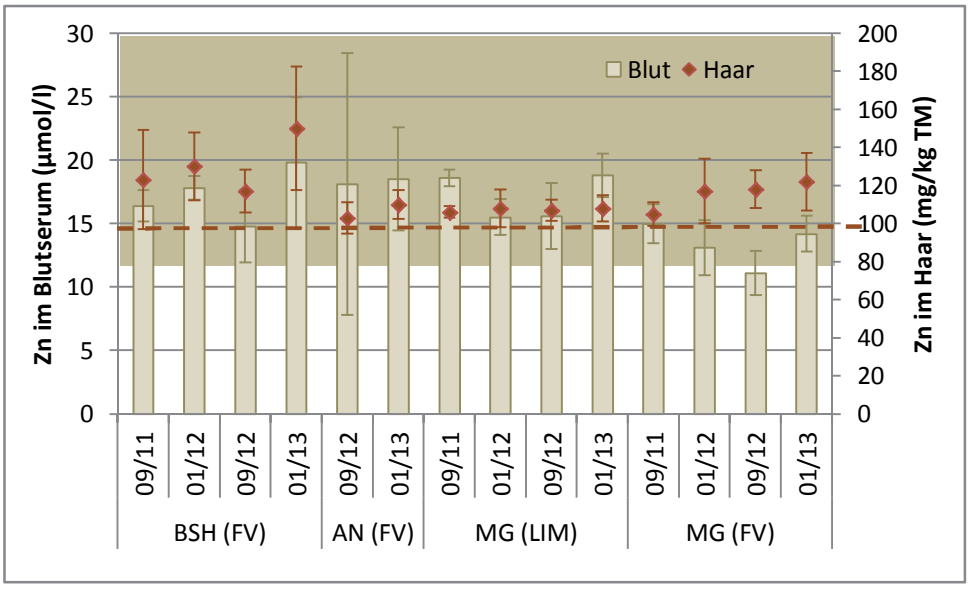

Abbildung 16: Zinkgehalte im Blutserum und Deckhaar der Rinder

3.3.9 Eisen

Die Böden der MK- und AN-Standorte sind mit Eisengehalten von < 50 mg/kg erwartungsgemäß eisenarm (Abb. 17). Die mit > 500 mg/kg höchsten Eisengehalte waren in den Böden des MG-Standortes anzutreffen. Die Böden im BSH wiesen mittlere Eisengehalte auf.

Die Eisengehalte in den Aufwüchsen schwankten jahresabhängig teils stark. Für die Aufwuchsprobe mit 379 mg/kg TM Fe kann keine Erklärung gegeben werden, es handelt sich vermutlich um einen Ausreißer (weicht auch beim Cu-Gehalt deutlich ab). Generell gilt der Grundsatz, dass blattreiche Pflanzen in blattreichen Entwicklungsstadien am eisenreichsten sind. Ein klarer Zusammenhang zwischen Fe-Gehalten im Boden und Aufwuchs lässt sich nicht erkennen. Für eine bedarfsdeckende Fe-Versorgung müsste der Fe-Gehalt im Futter bei > 50 mg/kg TM liegen. Wie die Anhangstabellen A-4 bis A-8 zeigen, sind in den Aufwüchsen aller Standorte ausreichende Fe-Konzentrationen enthalten. Die Graskonservate des MG-Standortes wiesen mit 1.307 mg/kg TM (Heu 2012) bzw. 2.215 mg/kg TM (Grassilage 2011) extrem hohe Fe-Gehalte auf, die vermutlich auf den Eintrag von (eisenreicher) Erde bei der Konservatbereitung zurückzuführen ist (Anhang, Tab. A-9 und A-10). Hohe Eisengehalte können die Bioverfügbarkeit von Zn, Cu und Mn hemmen und Leistungs- und Fruchtbarkeitsdepressionen verursachen.

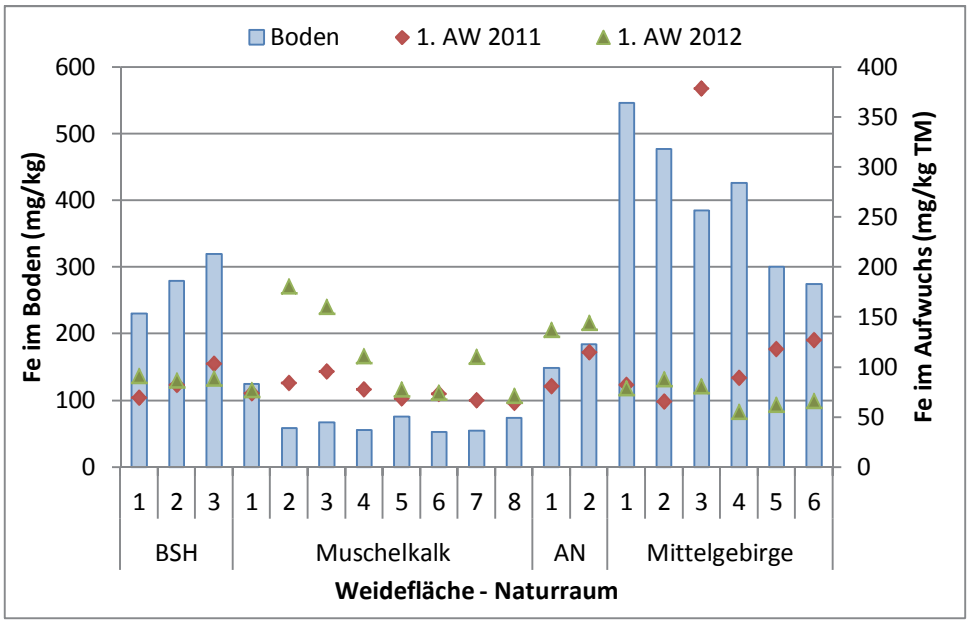

Abbildung 17: Eisengehalte in Boden und Aufwuchs

Die Eisengehalte in den Seren der Kühe unterlagen starken Schwankungen (Abb. 18). Eine Ursache für sehr hohe Eisengehalte bei Einzeltieren ist möglicherweise in einer unzureichenden Abscheidung der roten Blutkörperchen bei Zentrifugation bei vorangegangener Hämolyse zu sehen. Es lässt sich dennoch ein Trend zu deutlich höheren Eisenwerten in der Stallperiode (mit Ausnahme FV-Herde auf MG-Standort) erkennen, die vermutlich durch hohe Eisengehalte in den Graskonservaten und/oder durch den Einsatz eisenhaltiger Mineralfutter verursacht wurden. Mit Ausnahme von Einzeltieren in der Weideperiode 2011 kann die Eisenversorgung der Mutterkühe - unabhängig vom Standort - als suffizient eingeschätzt werden.

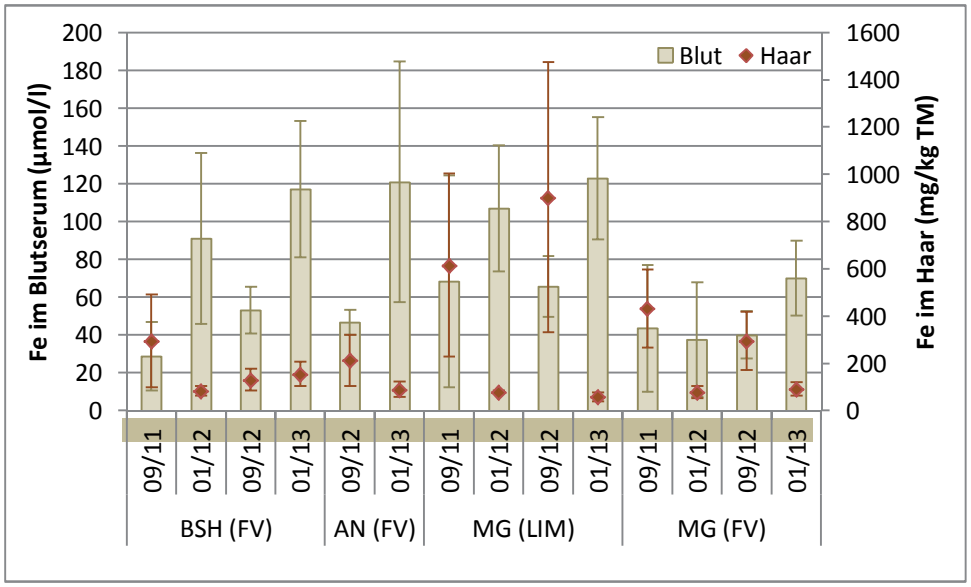

Abbildung 18: Eisengehalte im Blutserum und Deckhaar der Rinder

Auch die Eisengehalte im Deckhaar weisen zum Teil eine hohe tierindividuelle Schwankungsbreite auf. Für den mittleren Eisengehalt wurden Werte zwischen 58 und 903 mg/kg TM gefunden, wobei die höchsten Gehalte bei den Limousin-Kühen auf dem MG-Standort in beiden Weideperioden festgestellt wurden. Dies korrespondiert nicht mit den jeweiligen Blutserumwerten, die generell in der Stallperiode höher waren. Da das Deckhaar sich nur sehr bedingt zur Einschätzung der Eisenversorgungslage eignet, liegen keine Orientierungswerte vor. Anke (1964) fand im schwarzen Deckhaar von schwarzbunten Milchkühen unterschiedlicher Standorte Sachsens und Thüringens Eisengehalte zwischen 46 und 122 mg/kg. Üblicherweise ist bei Weidetieren von einer ausreichenden Eisenversorgung auszugehen. Eine Eisenergänzung kann zur Überversorgung führen und ist daher - insbesondere bei hohen nativen Gehalten im Futter - zu unterlassen.

3.3.10 Selen

Die Selengehalte im Boden unterlagen innerhalb der Standorte MK und MG starken Schwankungen (Abb. 19). Die Böden BSH und MG wiesen die geringsten Selengehalte auf. Die höchsten Se-Konzentrationen waren in den Böden des AN-Standortes sowie einzelner Weideflächen im MK und MG vorhanden.

Auch die Se-Konzentration in den 1. Aufwüchsen schwankte teils innerhalb der einzelnen Standorte stark und lag im Bereich zwischen (< 0,015 und 0,05 mg/kg TM). Mit Ausnahme des AN-Standortes kamen auf jedem Standort Proben vor, in denen kein Selen nachgewiesen werden konnte. Im BSH und der Aue konnten im 1. Aufwuchs 2011 höhere Selenkonzentrationen nachgewiesen werden als 2012. Aus den Anhangstabellen A-4 bis A-8 wird ersichtlich, dass die Herbstaufwüchse im Allgemeinen selenreicher (teils + 100 %) sind als die Frühjahrsaufwüchse. Dennoch reichen die Gehalte im Weideaufwuchs - wie auch in den Konservaten - für eine adäquate Selenversorgung der Tiere bei weitem nicht aus.
Als Grenzwert für die Selenkonzentration im Aufwuchs, ab dem von einer annähernd ausreichenden Versorgung der Tiere ausgegangen werden kann, gelten 0,1 mg/kg TM (Lorenz und Boehnke, 1999). Dieser Wert wurde in keinem Futter erreicht. Daher ist eine Selensupplemenation über Mineralfutter ratsam.

Ein klarer Zusammenhang zwischen den Se-Gehalten in Boden und Aufwuchs kann anhand der Daten nicht festgestellt werden. Auf der Fläche mit dem höchsten Se-Gehalt im Boden war im Aufwuchs 2012 kein Selen zu finden.

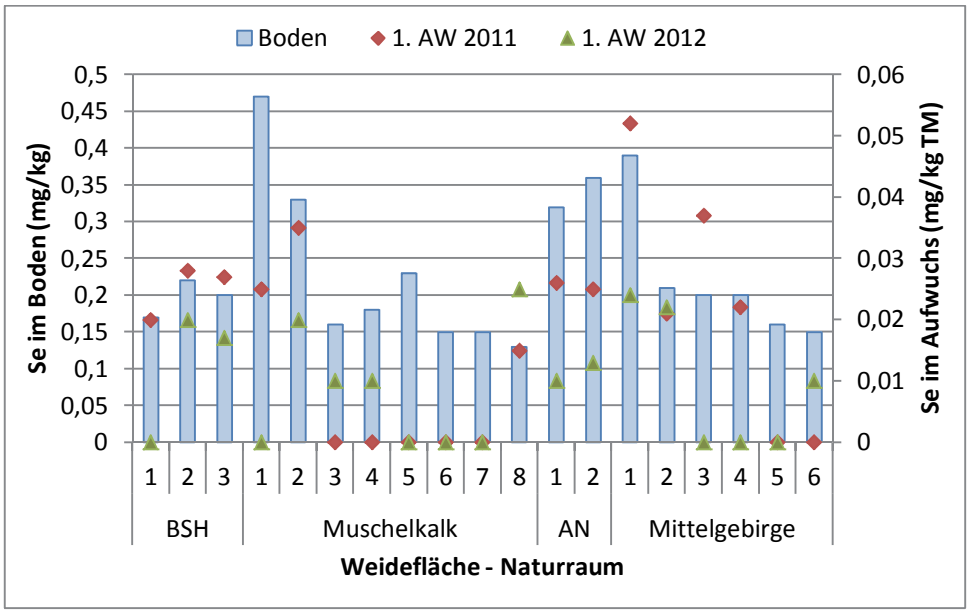

Abbildung 19: Selengehalte in Boden und Aufwuchs

Wie Abbildung 20 zeigt, wiesen die Tiere auf dem BSH-Standort in der Weideperiode (September) 2011 im Mittel Selengehalte von 0,6 µmol/l Blutserum auf, was auf eine leichte Unterversorgung hindeutet. Die Einzeltierwerte streuten allerdings stark und für zwei Tiere lagen die Werte innerhalb des vom TGD angegebenen physiologischen Bereiches von 0,7 - 1,4 µmol/l. Werte von < 0,4 µmol/l signalisieren eine deutliche Unterversorgung und wurden bei weiteren zwei Kühen beobachtet. Im Januar 2012 lag der Mittelwert der Selengehalte im Blutserum der Kühe auf dem BSH-Standort mit 0,79 µmol/l oberhalb des unteren Orientierungswertes, was auf eine deutlich verbesserte Selenversorgung schließen lässt. Auch in der Weideperiode (September) 2012 konnte anhand der Blutserumwerte im Mittel eine ausreichende Selenversorgung vermutet werden. Eine leichte Unterversorgung war nur bei drei Einzeltieren zu beobachten. In der Stallperiode (Januar) 2013 wurde ein mittlerer Se-Gehalt im Blutserum von 0,94 µmol/l und somit ein deutlich höherer Versorgungsstatus im Vergleich zur Stallperiode 2011/2012 erreicht.

Auf dem AN-Standort konnte - unabhängig vom Zeitpunkt der Probenahme - anhand der sehr geringen Se-Gehalte im Blutserum (0,34 ± 0,06 µmol/l im September 2012; 0,39 ± 0,07 µmol/l im Januar 2013) ein deutlicher Selenmangel festgestellt werden, wobei kaum tierindividuelle Schwankungen auftraten. Als Ursache dafür kommt möglicherweise eine unzureichende Vorlage von Mineralfutter in Betracht (zu wenig, nicht zentral genug), die bei einer Herdengröße von etwa 50 Mutterkühen nicht ungewöhnlich ist.
Bei den Tieren des MG-Standortes zeigten sich Unterschiede in der Se-Versorgungslage zwischen beiden Rassen/Weidegebieten. Während im September 2011 die Tiere beider Rassen geringe Se-Gehalte im Blutserum aufwiesen (0,43 ± 0,10 µmol/l für LIM, 0,44 ± 0,08 µmol/l für FV), zeigten sich in der Weideperiode (September) 2012 deutliche Defizite in der Se-Versorgung lediglich bei den FV-Kühen (0,45 ± 0,08 µmo/l). Ein Grund dafür kann nicht genannt werden. In den Stallperioden beider Jahre war der Versorgungsstatus beider Herden weitgehend ausreichend.

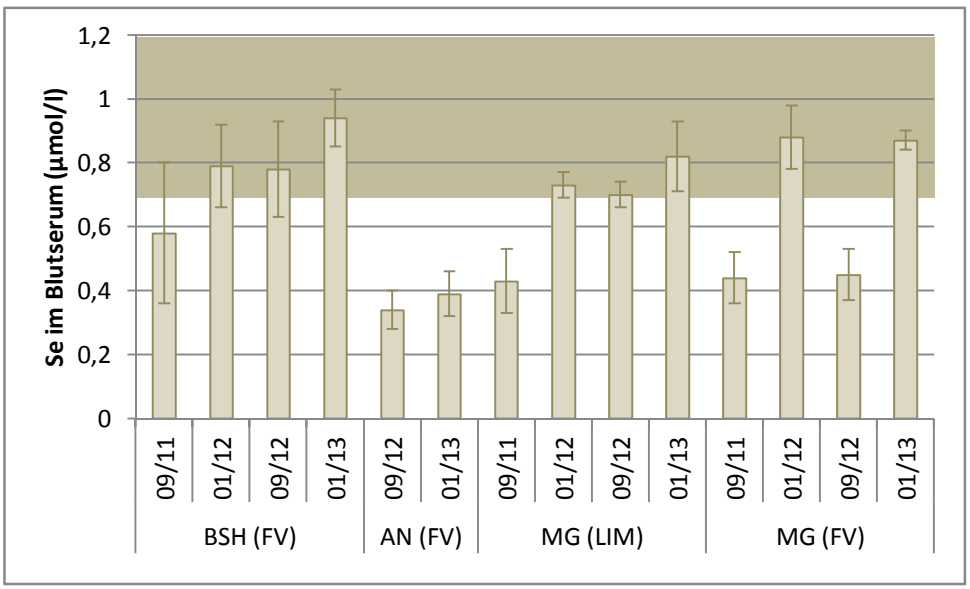

Abbildung 20: Selengehalte im Blutserum

Im Deckhaar war ein Nachweis von Selen anhand des beschriebenen Analyseverfahrens leider nicht möglich.
Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass die Se-Versorgung, insbesondere während der Weideperiode, problematisch ist. Ein Standorteinfluss scheint nicht zu bestehen. Es zeigte sich allerdings auch, dass eine Unterversorgung bei konsequenter Vorlage von Mineralfutter mit einem Se-Gehalt von mindestens 50 mg/kg vermieden werden kann.

3.3.11 Molybdän

Der Boden des MG-Standortes wies die höchsten Mo-Gehalte auf (Abb. 21). Der Molybdänbedarf der Rinder ist sehr gering. Daher stellt die Unterversorgung mit Mo kein Problem dar. Molybdän kann eher im Zusammenhang mit einer Überversorgung der Weidetiere und der damit verbundenen Herabsetzung der Bioverfügbarkeit von Kupfer eine Rolle spielen. Das Auftreten der Molybdänose („Weidedurchfall“) stellt ein bekanntes Krankheitsbild dar. Hohe Mo-Gehalte im Weidefutter sind insbesondere ein Problem der Moor- und Torfböden. Die geprüften Aufwüchse der vorliegenden Untersuchung enthielten nur moderate Mo-Gehalte (0,29 - 1,63 mg/kg TM). Die höchsten Werte wurden im Frühjahrsaufwuchs 2012 der AN- und MG-Standorte gemessen. Die Gehalte auf den BSH- und MK-Standorten lagen < 1 mg/kg TM. Auch Anke (1964) fand im Rotklee auf Schieferverwitterungsböden höhere Mo-Gehalte als auf Muschelkalk- bzw. Buntsandstein-Standorten. Bei sehr geringen Cu-Gehalten im Aufwuchs (< 4,2 mg/kg TM) können allerdings bereits geringere Mengen an Mo von 1,1 - 1,9 mg/kg TM durchfallerzeugend wirken (Davis, 1950).

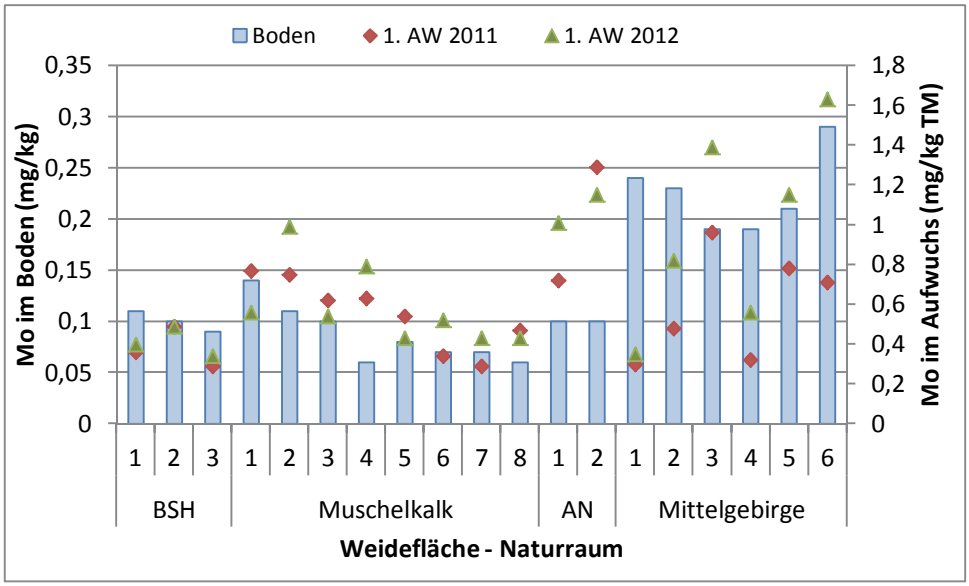

Abbildung 21: Molybdängehalte in Boden und Aufwuchs

3.3.12 Reproduktionsdaten

Anhand der Kalbedaten aus den Jahren 2011 und 2012 kann für die untersuchten Tiere eine kurze Einschätzung des Fruchtbarkeitsgeschehens gegeben werden. Die Tiere in Betrieb A wiesen eine mittlere Zwischenkalbezeit von 359 Tagen ein sehr gutes Reproduktionsergebnis auf. Totgeburten oder Verendungen traten bei den geprüften Tieren nicht auf. Die Zwischentragezeit in Betrieb B lag im Mittel bei 358 bzw. 354 Tagen für die Limousin bzw. FV-Kühe und somit ebenfalls im optimalen Bereich. Es trat eine Totgeburt auf und zwei Tiere ohne Kalbung 2012 wurden gemerzt. In Betrieb C konnte die Zwischentragezeit aufgrund der im Rahmen der Untersuchung nicht erfassten Kalbedaten 2011 nicht ermittelt werden. Bei zwei der geprüften Tiere traten 2012 Totgeburten auf und ein Kalb verendete 9 Tage nach der Geburt. Dies scheint ein deutliches Indiz für Fruchtbarkeitsstörungen der Mutterkühe in Betrieb C zu sein, die möglicherweise in Verbindung mit der starken Cu- und Se-Unterversorgung stehen.

4 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Einschätzung der Versorgungslage von Mutterkühen auf extensiven Grünlandflächen mit Mineralstoffen und Spurenelementen in Abhängigkeit vom Standort/Naturraum. Insbesondere die Versorgung mit Kupfer, Zink und Selen gestaltet sich bei Mutterkühen auf vielen Standorten problematisch. Ein Mangel an Mineralstoffen und Spurenelementen zeigt keine deutlichen Symptome und äußert sich eher unspezifisch insbesondere in Form von Fruchtbarkeitsstörungen oder Wachstumsdepressionen der Kälber. Im Rahmen der Datenerhebung wurden in vier Naturräumen Thüringens (Buntsandsteinhügelländer, Muschelkalk-Platten und-Bergländer, Mittelgebirge und Auen/Niederungen) ausgewählte Mineralstoffe und Spurenelemente entlang der Versorgungskette Boden - Pflanze - Tier untersucht.

Es zeigten sich erwartungsgemäß deutliche Unterschiede in den Gehalten an $CaCO_3$, P, K, Mg, S, Mn, Fe, Se und Mo der Böden, wobei der Muschelkalk-Standort die höchsten $CaCO_3$, P- und K-Gehalte aufwies. Die höheren P- und K-Konzentrationen lassen sich eher auf die Düngungsintensität zurückführen. Am Mn-reichsten war der Boden des Buntsandstein-

Standortes, während der Mittelgebirgsboden die höchsten Fe und Mo-Gehalte aufwies. Der Aue-Boden war reich an Mg und S.

Ein klarer Zusammenhang zwischen den Mineralstoffgehalten im Boden und Aufwuchs konnte nur für K, S, Mn und Mo vermutet werden. Die übrigen Mineralstoffe und Spurenelemente schwankten innerhalb eines Standortes teils stärker als zwischen unterschiedlichen Standorten. Dies deutet darauf hin, dass die Zusammensetzung der Pflanzenbestände, insbesondere der Anteil an mineralstoffreicheren Leguminosen und Kräutern, möglicherweise einen weitaus höheren Einfluss ausübt.

Die Versorgungslage der Mutterkühe gestaltete sich im Falle des Ca, P, Mn und Fe als bedarfsdeckend. Vereinzelt zeichnete sich eine leichte Unterversorgung mit Mg und Zn bei Fleckvieh-Kühen des Mittelgebirgs-Standortes an. Ein deutlicher Mangel an Cu und Se konnte für die Tiere auf der Aue sowie für die Fleckvieh-Kühe im Mittelgebirge nachgewiesen werden. Während der Stallperiode ließ sich für die letztgenannte Herde ein höherer Status feststellen. Die Mineralstoff- und Spurenelement-Konzentrationen im Blutserum korrelieren mit Ausnahme von Mg, Zn und Cu nicht oder nur in sehr geringem Maße mit denen im Deckhaar. Die Cu-Unterversorgung konnte sowohl im Blutserum als auch im Deckhaar sicher nachgewiesen werden, wobei das Deckhaar das sensiblere Medium zu sein scheint.

Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung einer Mineralstoffergänzung für Mutterkühe sowohl im Stall als auch auf der Weide. Da die Gehalte im Weidefutter und in den Konservaten nicht bedarfsdeckend sind, ist eine Zuführung von Kupfer, Zink und Selen dringend zu empfehlen. Die Aufwüchse und Grassilagen der Auen- und Muschelkalk-Standorte sind arm an Mangan, daher ist auf diesen Standorten eine Mangan-Supplementierung ratsam. Phosphor und Magnesium sind in der Regel in adäquaten Mengen im Weidefutter enthalten. Im Falle des P sollte eine Ergänzung auf der Herbstweide bzw. bei Verfütterung von Maissilagen oder Luzernesilagen oder spät geschnittenen Konservaten erfolgen. Magnesium sollte u. U. im Frühjahr zur Vermeidung der Weidetetanie supplementiert werden. Eine Eisenergänzung ist nicht erforderlich, da die Kühe oftmals über das Weidefutter bzw. Grassilagen bereits mit Fe überversorgt sind und hohe Fe-Gehalte die Bioverfügbarkeit von Cu, Zn und Mn hemmen und somit einen sekundären Mangel verursachen können.

Ein gezielter Einsatz von Mineralfutter erfordert die Kenntnis der Grünlandbestände und deren Gehalte an Mengen- und Spurenelementen. Insbesondere für große Herden kann die Herstellung einer standort- bzw. aufwuchs-angepassten Mischung sinnvoll sein. Viel wichtiger ist aber, dass das Mineralfutter - in welcher Rezeptur auch immer - überhaupt von den Tieren aufgenommen wird. Denn die Absicherung einer adäquaten Mineralstoffaufnahme auf der Weide ist eine Wissenschaft für sich.

Schlussendlich gilt es, einen Dank an alle Beteiligten auszusprechen, die an der Umsetzung der Fragestellung mitgewirkt haben. Allen voran Frau Schaeffer von BASU, den Tierärzten des Rindergesundheitsdienstes, den vier beteiligten Mutterkuh-Betrieben sowie der Uni Halle.

Literaturverzeichnis

Anke, M. (1964). Der Mengen- und Spurenelementgehalt des Rinderhaares als Indikator der Calcium-, Magnesium-, Phosphor-, Kalium-, Natrium-, Eisen-, Zink-, Mangan-, Kupfer-, Molybdän- und Kobaltversorgung. Habilitationsschrift, 146 Seiten, FSU Jena.

Anke, M.; Angelow, S., Drobner, C. (2002). Der Einsatz von Selen in der Ernährung. Rekasan-Journal: 17/18, S. 12-22.

Anke, M.; Gürtler, H.; Anke, S. (2000). Eisen in der Ernährung. Rekasan-Journal: 15/16, S. 24.

Anke, M.; Dorn, W.; Müller, R. (2007). Kupfer in der Nahrungskette von Pflanze, Tier und Mensch. Rekasan-Journal: 27/28, S. 24-42.

Anke, M.; Dorn, W.; Müller, R.; Zerull, J. (2008). Zink in der Nahrungskette von Pflanze, Tier und Mensch. Rekasan-Journal: 29/30, S. 39-64.

Anke, M.; Glei, M.; Groppel, B. (2000). Magnesium in der Nahrungskette landwirtschftlicher Nutztiere und des Menschen. Rekasan-Journal: 13/14, S. 13-22.

Anke, M.; Groppel, B.; Anke, S.; Röhrig, B.; Neagoe, A. (1999). Mangan in der Ernährung. Rekasan-Journal: 11/12, S. 10-13.

Anke, M.; Krämer-Beselia, K.; Müller, R. (2004). Calcium in der Nahrungskette landwirtschaftlicher Nutztiere und des Menschen. Rekasan-Journal: 21/22, S. 29-46.

BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft) (2006). Richtlinien für die sachgerechte Düngung. 6. Auflage.

Coppock, C. E., Everett, R. W., Merrill, W. G. (1972). Effect of ration on free-choice consumption of calcium-phosphorus supplements by dairy cattle. Journal of Dairy Science: 55, S. 245-256.

Combs, D. K. (1987). Hair analysis as an indicator of mineral status of livestock. Journal of Animal Science: 65, S. 1753-1758.

Davis, G. K. (1950). The influence of copper and the metabolism of phosphorus and molybdenum. In: Hopkins, J.: Copper metabolism.

DLG (2009). Empfehlungen zur Fütterung von Mutterkühen und deren Nachzucht. DLG-Fütterungsempfehlungen.

GfE [Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] (2001): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. 8. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag, Frankfurt a. M.

Hochberg, H.; Peyker, W.; Zopf, D.; Schwabe, M.; Strümpfel, J.; Degner, J. u. a. (2013). Studie zur Erhaltung, Nutzung und Verwertung des Dauergrünlandes in Thüringen bis 2020.

Klapp, E.; Boeker, P.; König, F.; Stählin, A. (1953). Wertzahlen der Grünlandpflanzen. Grünland: 2, S. 38-40.

Kraft, W.; Dürr, U. (2005). Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin. 6. Auflage, Schattauer Verlag Stuttgart.

Littledike, E. T.; Wittum, T. E.; Jenkins, T. G. (1995). Effect of breed, intake, and carcass composition on the status of several macro and trace minerals of adult beef cattle. Journal of Animal Science: 73, S. 2113-2119.

Lorenz, F., Boehnke, H.-J. (1999). Selendüngung: Jungvieh auf der Weide versorgen. Landwirtschaftsblatt Weser-Ems: 8, S. 37-42.

Mac Dowell, L. R. (1996). Feeding minerals to cattle on pasture. Animal Feed Science and Technology 60, S. 247-271.

Ochrimenko, W. I.; Löhnert, H.-J.; Schwartze, J.; Lober, U. (1998). Status ausgewählter Stoffwechselparameter von Mutterkühen bei ganzjähriger Freilandhaltung. Tierärztliche Umschau: 53, S. 613-620.

TLUG (Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie) (2012). Karte Naturräumliche Gliederung. Stand: 31.12 2012.

Wolf, C.; A. Bladt, E. Hagemann, B. Altmann (200?): Kupferversorgung von Kühen - Mangel oder Überschuss? Rinderpraxis in Nutztierpraxis Aktuell.

Wolf, C.; U. Hacker, F. Rehbock (2001): Ergebnisse eines Programms zur Systematischen Erfassung und Bekämpfung von Selen- und Kupfermangel in Mutterkuhbeständen Mecklenburg-Vorpommerns. 4. Berlin-Brandenburgischer Rindertag, Vortragsband, S. 132-134.

Zorn, W.; Heß, H.; Albert, E.; Kolbe, H.; Kerschberger, M.; Franke, G. (2007). Düngung in Thüringen 2007 nach „Guter fachlicher Praxis“. TLL-Schriftenreihe Heft 7/2007.

Anhang

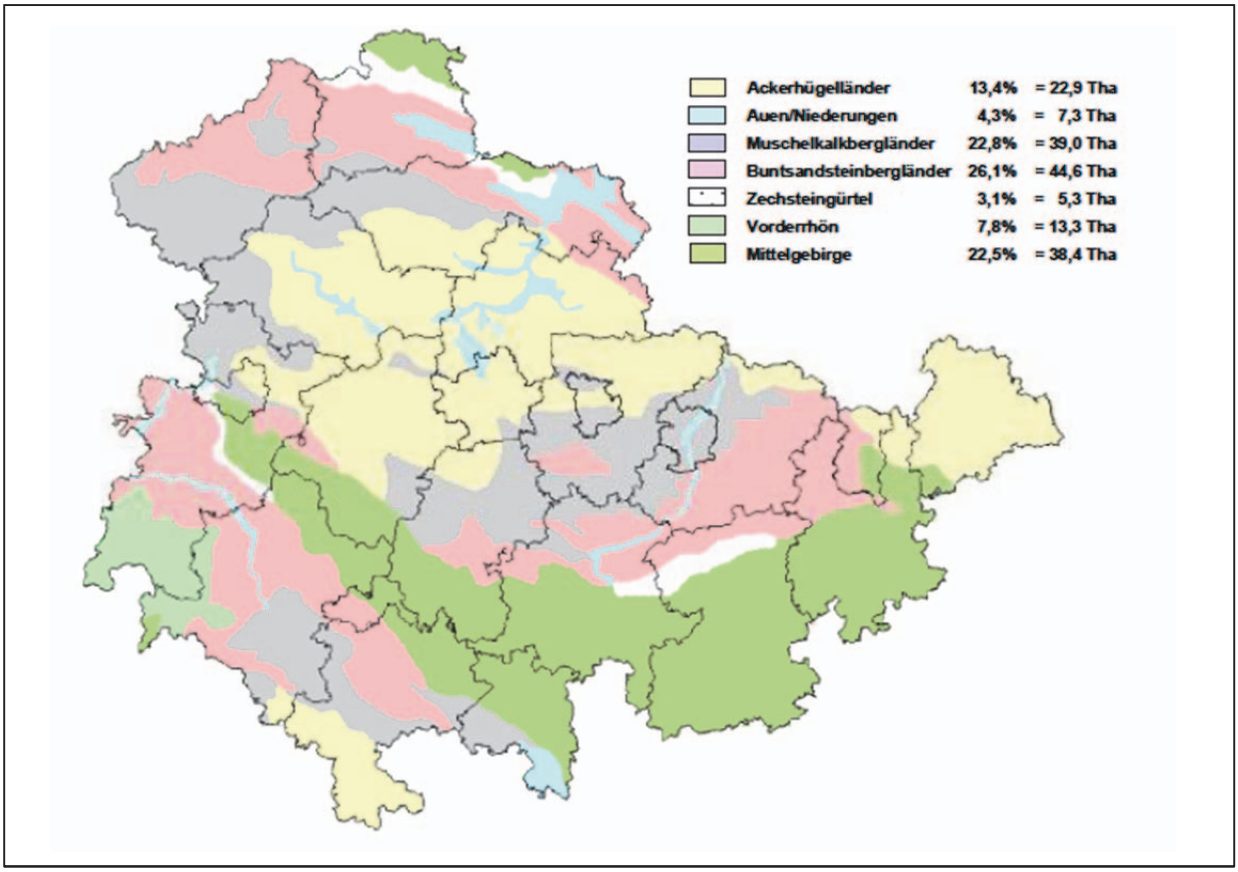

Abbildung A-1: Naturräumliche Gliederung Thüringens (Hochberg et al., 2013; TLUG, 2012)

Tabelle A-1: Mineralstoff- und Spurenelementgehalte in den Mineralstoffmischungen in der Weideperiode 2012

Inhaltsstoff	Mischung konventionell	Mischung ökologisch
Rohasche (%)	85,96	82,98
Calcium (%)	16,0	16,0
Phosphor (%)	3,00	4,00
Natrium (%)	13,0	12,0
Magnesium (%)	3,50	3,50
Kalium (%)	0,14	0,27
Chlor (%)	19,87	17,89
Schwefel (g/kg)	0,87	1,11
Eisen (mg/kg)	518	735
Mangan (mg/kg)	2.500	4.000
Zink (mg/kg)	6.000	6.000
Kupfer (mg/kg)	1.300	1.250
Iod (mg/kg)	70,0	80,0
Selen (mg/kg)	50,0	50,0
Kobalt (mg/kg)	20,0	23,0

Tabelle A-2: Einstufung der untersuchten Grünlandböden in pH-Klassen und Gehaltsklassen (GK) anhand der Bodenuntersuchungsergebnisse

	Betrieb A (BSH)			**Betrieb B (MG)**					**Betrieb C (AN)**		**Betrieb D (MK)**							
				Gebiet 1	Gebiet 2													
Weidefläche	1	2	3	1	1	2	3	4; 5	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8
Bodenartengruppe	1			4	4				5		5							
pH-Klasse*	C			B	B	D	B	C	E		D	E						
GK-P*	C			B	D	B	C	B	E		E							B
GK-K*	D	C		B	C	B	C	B	D	C	E							
GK-Mg*	E			B	D	C		E	E		E	D	E	D			C	B
GK-Cu*	C			A	A	C			C		E	A	C	A	C	A		
GK-Mn*	E			E					C	E	C				A		C	E
GK-Zn**	C			C					C		E	C			E	C		
GK-Fe**	C		E	E					C		C							
GK-Se**	C			C					C		C							

* Zuordnung entsprechend Zorn et al. (2007)

**Werte lt. Angaben BMLFUW (2006)

Tabelle A-3: Mittlere Gehalte an TM, Rohnährstoffen, Energie sowie Mengen- und Spurenelementen in unterschiedlichen Aufwüchsen einer Fläche 2011 und 2012 (Betrieb A - Teilfläche 1)

Aufwuchs	Nr.	2011					2012		
		1	2	3	4		1	2	3
Schnittdatum		29.4.11	17.6.11	25.8.11	26.10.11		30.04.12	28.06.12	28.08.12
Trockensubstanz	% der FM	20,4	17,5	16,0	25,5		20,4	19,7	28,3
Rohasche	% der TM	8,88	9,28	9,47	9,52		9,04	9,25	8,30
Rohprotein		19,2	18,9	15,9	18,4		19,6	15,3	14,6
Rohfaser		19,4	27,4	27,2	21,4		21,5	27,0	28,6
ADForg		23,7	28,3	31,5	25,7		21,7	31,5	33,7
Gasbildung	ml/200 gTM	56,8	49,8	45,2	46,8		57,6	46,6	44,6
ME	MJ/kg TM	11,7	10,8	9,9	10,8		12,1	9,9	9,7
NEL		7,2	6,5	5,9	6,5		7,5	5,9	5,7
Calcium	g/kg TM	3,85	3,85	4,81	5,60		4,12	4,16	5,34
Phosphor		2,98	4,05	3,79	3,13		3,76	3,03	2,89
Magnesium		1,63	2,14	2,43	2,42		1,95	1,92	2,44
Kalium		30,1	35,0	35,1	28,1		35,5	26,9	29,1
Schwefel		2,36	2,93	2,85	2,89		2,41	2,21	2,44
Natrium	mg/kg TM	52	41	82	65		130	50	80
Kupfer		7,94	8,05	7,90	7,60		7,38	15,6	6,30
Mangan		117	133	144	202		114	103	132
Zink		32,8	42,8	34,3	36,2		34,4	32,1	33,4
Eisen		69,1	68,6	85,9	155		90,8	64,4	81,5
Selen		0,02	0,04	0,03	0,03		< 0,015	0,02	0,03
Molybdän							0,40	0,49	0,49

Tabelle A-4: Betrieb A (BSH) - mittlere Gehalte an Nähr- und Mineralstoffen sowie Spurenelementen des Frühjahrs- und Herbstaufwuchses 2012

Parameter	Einheit	Frühjahr (30.04.12); n = 6			Herbst (28.08./28.09./10.01.12); n = 12*		
		MW	min	max	MW	min	Max
Trockensubstanz	% der FM	21,0	20,1	21,6	24,1	18,2	33,9
Rohasche	% der TM	8,43	7,99	9,44	7,90	5,58	9,05
Rohprotein		20,7	18,9	22,6	17,3	14,0	20,8
Rohfaser		18,8	15,9	22,2	24,0	18,7	29,2
ADForg		19,9	17,9	22,1	27,8	21,7	34,6
Gasbildung	ml/200 g TM	57,3	56,4	58,5	48,4	42,9	52,8
ME	MJ/kg TM	12,2	12,0	12,4	10,7	9,5	11,6
NEL		7,6	7,4	7,7	6,4	5,7	7,1
Calcium	g/kg TM	4,56	3,78	6,08	6,09	4,40	7,59
Phosphor		3,64	3,43	3,91	3,07	2,44	3,61
Magnesium		1,99	1,85	2,17	2,90	2,08	3,86
Kalium		31,8	28,3	37,2	25,2	15,5	31,2
Schwefel		2,40	2,30	2,47	2,60	2,08	3,55
Natrium	mg/kg TM	90,0	53,2	142	530	71,0	2.070
Kupfer		8,36	7,11	9,35	7,98	5,84	9,86
Mangan		164	94	263	136	66,2	199
Zink		36,3	31,6	38,1	37,0	25,9	48,1
Eisen		88,5	78,7	98,8	83,4	67,0	99,4
Selen		0,012	<0,015	0,019	0,03	<0,015	0,06
Molybdän		0,41	0,32	0,50	0,56	0,38	0,78

* im Herbst Weidenutzung der Mähweiden (3. AW)

Tabelle A-5 Betrieb B (MG, Weidegebiet 1) - mittlere Gehalte an Nähr- und Mineralstoffen sowie Spurenelementen des Frühjahrs- und Herbstaufwuchses 2012

Parameter	Einheit	Frühjahr (26.04.12); n = 3			Herbst (26.09.12); n = 5		
		MW	min	max	MW	min	max
Trockensubstanz	% der FM	29,9	28,0	31,7	25,6	23,3	28,5
Rohasche	% der TM	5,67	5,34	6,28	7,25	6,53	7,82
Rohprotein		21,5	20,7	22,4	14,0	12,7	16,0
Rohfaser		14,9	13,8	15,8	21,5	20,7	22,0
ADForg		16,3	15,5	17,5	27,9	26,0	29,5
Gasbildung	ml/200 g TM	59,8	58,2	61,3	43,7	40,7	47,1
ME	MJ/kg TM	12,8	12,6	13,0	10,0	9,6	10,6
NEL		7,9	7,8	8,1	6,0	5,7	6,3
Calcium	g/kg TM	4,41	4,0	4,76	11,3	9,5	13,0
Phosphor		2,90	2,67	3,15	2,94	2,42	3,45
Magnesium		1,68	1,57	1,79	3,32	2,98	3,55
Kalium		17,1	14,8	19,3	13,4	7,43	19,6
Schwefel		2,30	2,27	2,35	2,71	2,58	2,88
Natrium	mg/kg TM	115	80,1	145	300	171	566
Kupfer		8,91	8,58	9,51	7,38	6,54	8,67
Mangan		463	399	530	534	340	685
Zink		66,4	66,1	66,9	84,4	54,2	107
Eisen		79,6	77,1	80,8	73,1	66,4	79,9
Selen		0,02	0,02	0,03	0,04	0,03	0,05
Molybdän		0,41	0,28	0,54	1,08	0,56	1,37

Tabelle A-6: Betrieb B (MG, Weidegebiet 2) - mittlere Gehalte an Nähr- und Mineralstoffen sowie Spurenelementen des Frühjahrs- und Herbstaufwuchses 2012

Parameter	Einheit	Frühjahr (02/03.05.12); n = 4			Herbst* (26.09.12); n = 3		
		MW	min	max	MW	min	max
Trockensubstanz	% der FM	29,0	26,8	30,3	25,3	21,4	29,3
Rohasche	% der TM	6,35	5,80	6,96	6,91	5,84	8,1
Rohprotein		18,9	17,2	20,7	14,7	10,0	20,2
Rohfaser		15,8	13,9	17,5	22,9	19,6	25,6
ADForg		18,0	15,2	18,7	26,7	22,7	29,2
Gasbildung	ml/200 g TM	59,3	58,3	61,7	48,3	47,0	49,0
ME	MJ/kg TM	12,4	12,0	13,0	10,5	9,8	11,3
NEL		7,7	7,4	8,1	6,3	5,8	6,9
Calcium	g/kg TM	5,11	4,15	6,86	8,18	6,32	10,2
Phosphor		3,04	2,80	3,25	2,93	2,63	3,10
Magnesium		1,71	1,31	1,89	3,55	2,55	4,19
Kalium		20,7	19,1	21,3	16,6	12,1	24,7
Schwefel		2,20	1,97	2,31	2,09	1,51	2,84
Natrium	mg/kg TM	134	53,6	201	520	436	681
Kupfer		7,96	7,87	8,09	7,79	5,98	10,1
Mangan		394	283	466	341	174	605
Zink		56,7	57,9	65,3	53,1	39,8	81,7
Eisen		77,7	55,0	91,7	99,4	68,6	135
Selen		<0,02	<0,015	0,02	0,02	0,02	0,03
Molybdän		0,90	0,56	1,39	1,42	0,82	2,09

* Einbeziehung einer Mähweide zur Weidenutzung ab Herbst

Tabelle A-7: Betrieb C (AN) - mittlere Gehalte an Nähr- und Mineralstoffen sowie Spurenelementen des Frühjahrs- und Herbstaufwuchses 2012

Parameter	Einheit	Frühjahr (23.04.12); n = 10			Herbst (25.09.12); n = 5		
		MW	min	max	MW	min	max
Trockensubstanz	% der FM	22,0	19,1	24,6	25,3	19,0	30,0
Rohasche	% der TM	8,37	7,91	8,84	9,70	9,08	10,6
Rohprotein		25,3	23,8	26,2	15,6	14,4	18,0
Rohfaser		15,4	12,3	18,6	21,4	17,4	23,3
ADForg		13,2	11,8	14,0	24,2	20,5	26,9
Gasbildung	ml/200 g TM	56,3	54,8	58,4	49,3	48,3	50,4
ME	MJ/kg TM	13,0	12,8	13,2	10,9	10,5	11,5
NEL		8,2	8,0	8,3	6,6	6,3	7,1
Calcium	g/kg TM	7,46	6,39	8,55	11,7	9,21	15,0
Phosphor		3,41	3,14	3,60	3,47	3,14	3,75
Magnesium		1,90	1,60	2,44	3,98	3,36	5,72
Kalium		26,5	24,1	28,3	17,2	14,1	21,0
Schwefel		3,26	2,87	3,43	4,25	3,79	4,54
Natrium	mg/kg TM	805	121	1.894	2.690	1.277	5.407
Kupfer		10,1	9,43	10,9	8,03	6,89	10,1
Mangan		30,7	27,8	34,7	25,5	23,3	26,9
Zink		37,7	35,7	41,6	39,0	29,9	50,4
Eisen		137	98,7	200	80,7	70,8	93,0
Selen		0,013	< 0,015	0,028	0,03	0,018	0,041
Molybdän		1,10	0,88	1,34	1,40	1,26	1,67

Tabelle A-8: Betrieb D (MK) - mittlere Gehalte an Nähr- und Mineralstoffen sowie Spurenelementen des Frühjahrs- und Herbstaufwuchses 2012

Parameter	**Einheit**	**Frühjahr** (02./03.05.12); n = 21			**Herbst** (26.09./16.10.12); n = 16		
		MW	min	max	MW	min	max
Trockensubstanz	% der FM	20,8	13,7	25,4	34,8	25,9	43,4
Rohasche	% der TM	9,40	8,69	10,2	8,29	7,27	9,24
Rohprotein		19,2	16,0	21,9	10,8	8,0	14,7
Rohfaser		16,4	12,8	18,1	27,4	24,4	30,9
ADForg		18,6	17,2	20,3	33,1	29,5	37,5
Gasbildung	ml/200 g TM	58,1	55,6	60,9	39,5	36,9	42,5
ME	MJ/kg TM	12,4	12,1	12,6	8,9	8,3	9,4
NEL		7,7	7,5	7,9	5,2	4,8	5,5
Calcium	g/kg TM	7,61	6,26	10,2	10,2	8,02	14,5
Phosphor		3,60	3,04	4,24	2,68	1,66	3,36
Magnesium		1,78	1,50	2,40	1,54	1,11	2,15
Kalium		30,2	23,3	35,0	14,5	12,3	18,7
Schwefel		2,39	1,79	2,69	1,87	1,23	2,38
Natrium	mg/kg TM	200	47	734	80	43	198
Kupfer		10,0	7,84	15,2	5,56	4,18	6,89
Mangan		38,9	20,7	55,2	36,9	25,3	61,5
Zink		32,4	24,1	45,6	27,5	22,3	32,6
Eisen		111	56,3	270	112	72,8	160
Selen		0,01	<0,015	0,05	0,02	<0,015	0,03
Molybdän		0,62	0,36	1,04	1,18	0,58	2,69

Tabelle A-9: Gehalte an Rohnährstoffen, Energie, Mineralstoffen und Spurenelementen im Winterfutter 2011/2012

		Betrieb A (Buntsandsteinhügelländer)		Betrieb B (Mittelgebirge)			
		Grassilage	Grassilage	Heu	W-Stroh	Grassilage	Pressschlempe
Trockensubstanz	% der FM	20,7	36,5	86,9	85,3	47,3	33,2
Rohasche	% der TM	15,6	10,4	5,76	7,33	6,01	2,43
Rohprotein		12,7	13,2	8,54	4,29	10,9	24,3
Rohfaser		25,6	24,0	30,0	40,1	33,7	9,41
ADForg		31,7	31,1	34,6		41,8	-
ME	MJ/kg TM	8,5	8,6	9,2	6,3	6,5	12,6
NEL		5,0	5,0	5,3	3,5	3,6	7,7
Calcium	g/kg TM	11,6	11,6	5,0	4,34	4,65	0,63
Phosphor		3,63	3,62	2,69	1,38	3,61	4,72
Magnesium		4,36	4,39	2,33	1,33	2,04	1,08
Kalium		17,5	17,3	15,9	10,5	32,8	5,53
Schwefel		1,47	1,47	1,24	1,94	1,5	5,59
Natrium	mg/kg TM	632	621	35,7	44,7	511	549
Kupfer		8,47	8,47	5,32	3,95	7,37	7,10
Mangan		200	200	63,3	19,0	188	22,2
Zink		63,3	62,6	23,7	41,6	72,1	69,0
Eisen		781	767	95,2	71,5	2215	244
Selen		n. a.*	n. a.				0,17
Molybdän		n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.

* nicht analysiert

Tabelle A-10: Gehalte an Rohnährstoffen, Energie, Mineralstoffen und Spurenelementen im Winterfutter 2012/2013

		Betrieb A (BSH)		Betrieb B (Mittelgebirge)			Betrieb C (AN)	
		Grassilage	Maissilage	Grassilage	Heu	W-Stroh	Luzernesilage	Luzerneheu
Trockensubstanz	% der FM	41,8	32,4	37,3	86,9	86,0	53,2	71,6
Rohasche	% der TM	7,73	4,00	7,16	8,44	8,21	11,9	8,27
Rohprotein		11,2	8,05	11,9	8,25	5,62	15,9	11,6
Rohfaser		28,0	22,4	24,0	30,8	39,0	30,2	44,0
ADForg		34,0	25,0	31,4	36,8	43,5	38,6	48,2
ME	MJ/kg TM	8,9	10,8	9,4	8,0	6,5	8,7	6,8
NEL		5,2	6,4	5,5	4,6	3,6	5,0	3,8
Calcium	g/kg TM	7,80	2,36	9,43	5,42	3,91	19,9	9,97
Phosphor		2,75	2,18	2,92	2,65	1,0	2,04	1,92
Magnesium		3,38	1,70	2,72	2,13	1,04	2,98	1,96
Kalium		20,0	13,0	18,6	17,8	14,9	20,3	24,8
Schwefel		1,42	0,89	1,77	1,71	2,18	1,64	1,48
Natrium	mg/kg TM	763	43,0	140	187	37,0	276	427
Kupfer		6,91	3,69	7,05	6,23	3,78	8,59	9,20
Mangan		200	35,1	181	122	28,9	66,7	25,5
Zink		41,7	25,7	52,8	31,1	15,3	24,6	22,5
Eisen		472	94,5	440	1307	101	517	275
Selen		0,044	<0,015	0,037	0,041	<0,015	0,076	0,028
Molybdän		1,35	0,24	1,56	1,21	1,02	1,66	1,48

Tabelle A-11: Geschätzte Ertragsdaten der beprobten Aufwüchse 2011 und 2012 (dt TM/ha)

Betrieb	Weidefläche	2011					2012		
		1. AW	2. AW	3. AW	4. AW		1. AW	2. AW	3. AW*
A	1	15,6 (29.04.)	10,6 (17.06.)	9,7 (25.08.)	5,7 (26.10.)		8,4 (30.04.)	12,3 (28.06.)	9,1 (28.08.)
	2	8,3 (29.04.)	-**	10,7 (25.08.)	7,8 (26.10.)		5,9 (30.04.)	13,6 (05.07.)	-
	3	7,6 (02.05.)	12,7 (13.07.)	7,8 (06.09.)	-		6,7 (30.04.)	-	-
B	1	4,3 (10.05.)	-	-	-		1,2 (26.04.)	-	3,9 (26.09.)
	2	5,9 (10.05.)	-	-	-		2,1 (27.04.)	-	2,8 (26.09.)
	3	5,8 (10.05.)	-	-	-		1,3 (27.04.)	-	2,9 (26.09.)
	4	9,7 (10.05.)	-	-	-		4,2 (27.04.)	-	-
	5	11,3 (15.05.)	-	-	-		14,8 (27.04.)	-	12,1 (26.09.)#
	6	13,4 (15.05.)	-	-	-		12,0 (27.04.)	-	15,5 (26.09.)#
C	1	13,1 (03.05.)	-	-	-		9,9 (23.04.)	-	-
	2	11,8 (03.05.)	-	-	-		9,5 (23.04.)	-	12,8 (28.09.)
D	1	10,6 (02.05.)	-	-	-		11,8 (02.05.)	-	-
	2	10,9 (02.05.)	-	-	-		6,0 (02.05.)	-	12,5 (26.09.)#
	3	19,3 (05.05.)	-	-	-		9,8 (02.05.)	-	-
	4	13,0 (08.05.)	-	-	-		7,1 (03.05.)	-	-
	5	15,8 (08.05.)	-	-	-		9,0 (03.05.)	-	-
	6	15,9 (05.05.)	-	-	-		10,5 (04.05.)	-	13,1 (16.10.)#
	7	13,1 (05.05.)	-	-	-		7,9 (04.05.)	-	9,7 (16.10)#
	8	9,6 (08.05.)	-	-	-		6,5 (04.05.)	-	10,0 (16.10.)#

* bzw. bei Probenahme im September; ** keine Erfassung; # 2. AW

Tabelle A-12: Betrieb A (BSH) - Mengen- und Spurenelementgehalte in Blutserum und Deckhaar der Rinder (Probenahme: 28.09.11; n = 10)

	Blutserum					Haar				
	Einheit	Referenzbereich*	MW	Min	Max	Einheit	Referenz	MW	Min	Max
Calcium	mmol/l	2,35 - 2,82	2,82	2,57	3,09	g/kg TM		1,67	0,97	2,29
Phosphor	mmol/l		5,03	4,39	5,65	g/kg TM	>0,2	0,25	0,20	0,33
Magnesium	mmol/l	0,8 - 1,32	1,09	1,02	1,16	g/kg TM	>0,25	0,39	0,21	0,64
Kupfer	µmol/l	10 - 19	9,75	6,77	14,5	mg/kg TM	>5	7,42	6,22	8,83
Mangan	µg/l	7 - 20	16,0	13,0	20,0	mg/kg TM	>5	60,8	18,1	157
Zink	µmol/l	12 - 46	16,4	14,5	18,8	mg/kg TM	>100	123	95,1	165
Eisen	µmol/l	21 - 33	28,6	7,29	66,3	mg/kg TM		294	77,1	728
Selen	µmol/l	0,7 - 1,4	0,58	0,34	1,05			n. a.	-	-

* Angabe des Tiergesundheitsdienstes Thüringen

Tabelle A-13: Betrieb A (BSH) - Mengen- und Spurenelementgehalte in Blutserum und Deckhaar der Rinder (Probenahme: 17.01.12; n = 10)

	Blutserum					Haar				
	Einheit	Referenzbereich*	MW	Min	Max	Einheit	Referenz	MW	Min	Max
Calcium	mmol/l	2,35 - 2,82	2,74	2,52	3,14	g/kg TM		1,68	1,29	2,10
Phosphor	mmol/l		4,07	3,52	5,52	g/kg TM	>0,2	0,46	0,38	0,56
Magnesium	mmol/l	0,8 - 1,32	1,06	0,85	1,21	g/kg TM	>0,25	0,46	0,33	0,64
Kupfer	µmol/l	10 - 19	11,3	9,13	14,5	mg/kg TM	>5	3,95	2,20	5,67
Mangan	µg/l	7 - 20	12,0	8,10	17,0	mg/kg TM	>5	13,2	7,97	20,4
Zink	µmol/l	12 - 46	17,8	16,2	19,6	mg/kg TM	>100	129	107	167
Eisen	µmol/l	21 - 33	91,1	46,6	175	mg/kg TM		84,0	46,5	105
Selen	µmol/l	0,7 - 1,4	0,79	0,60	1,03					

* Angabe des Tiergesundheitsdienstes Thüringen

Tabelle A-14: Betrieb A (BSH) - Mengen- und Spurenelementgehalte in Blutserum und Deckhaar der Rinder (Probenahme: 28.09.12; n = 9)

	Blutserum					Haar				
	Einheit	Referenzbereich*	MW	min	max	Einheit	Referenz	MW	Min	Max
Calcium	mmol/l	2,35 - 2,82	2,50	2,37	2,64	g/kg TM		1,31	0,69	1,94
Phosphor	mmol/l		4,15	3,78	4,78	g/kg TM	>0,2	0,20	0,18	0,28
Magnesium	mmol/l	0,8 - 1,32	0,87	0,80	0,97	g/kg TM	>0,25	0,26	0,15	0,42
Kupfer	µmol/l	10 - 19	11,9	9,29	16,5	mg/kg TM	>5	7,82	6,56	9,91
Mangan	µg/l	7 - 20	21,9	17,0	33,0	mg/kg TM	>5	31,5	13,7	56,4
Zink	µmol/l	12 - 46	14,8	10,9	20,8	mg/kg TM	>100	117	104	144
Eisen	µmol/l	21 - 33	53,0	39,2	75,6	mg/kg TM		130	81,6	216
Selen	µmol/l	0,7 - 1,4	0,78	0,52	1,03					

* Angabe des Tiergesundheitsdienstes Thüringen

Tabelle A-15: Betrieb A (BSH) - Mengen- und Spurenelementgehalte in Blutserum und Deckhaar der Rinder (Probenahme: 07.01.13; n = 9)

	Blutserum					Haar				
	Einheit	Referenzbereich*	MW	min	max	Einheit	Referenz	MW	Min	Max
Calcium	mmol/l	2,35 - 2,82	2,57	2,37	2,74	g/kg TM		1,95	1,49	2,80
Phosphor	mmol/l	1,55 - 2,29	4,20	3,26	5,00	g/kg TM	>0,2	0,53	0,36	0,71
Magnesium	mmol/l	0,8 - 1,32	0,89	0,75	1,01	g/kg TM	>0,25	0,80	0,57	1,28
Kupfer	µmol/l	10 - 19	9,92	7,24	12,3	mg/kg TM	>5	3,12	0,75	5,51
Mangan	µg/l	7 - 20	14,9	12,0	20,0	mg/kg TM	>5	27,3	16,8	43,2
Zink	µmol/l	12 - 46	19,8	14,7	31,8	mg/kg TM	>100	150	110	222
Eisen	µmol/l	21 - 33	117	54,0	157	mg/kg TM		155	79,0	272
Selen	µmol/l	0,7 - 1,4	0,94	0,83	1,10					

* Angabe des Tiergesundheitsdienstes Thüringen

Tabelle A-16: Betrieb B (Mittelgebirge) - Mengen- und Spurenelementgehalte in Blutserum und Deckhaar der Rinder (Probenahme: 27.09.11; n = 5)

	Blutserum					Haar				
	Einheit	Referenzbereich*	MW	Min	Max	Einheit	Referenz	MW	Min	Max
Weidegebiet 1 (Limousin)										
Calcium	mmol/l	2,35 - 2,82	2,47	2,38	2,52	g/kg TM		1,70	1,44	1,99
Phosphor	mmol/l	1,55 - 2,29	5,98	5,46	6,68	g/kg TM	>0,2	0,29	0,23	0,38
Magnesium	mmol/l	0,8 - 1,32	0,97	0,86	1,05	g/kg TM	>0,25	0,34	0,23	0,43
Kupfer	µmol/l	10 - 19	12,0	9,76	14,3	mg/kg TM	>5	6,63	5,31	8,51
Mangan	µg/l	7 - 20	15,0	12,0	17,0	mg/kg TM	>5	49,6	32,2	69,4
Zink	µmol/l	12 - 46	18,6	17,6	19,3	mg/kg TM	>100	106	102	111
Eisen	µmol/l	21 - 33	68,3	20,1	168	mg/kg TM		615	164	1.337
Selen	µmol/l	0,7 - 1,4	0,43	0,35	0,63			n. a.	-	-
Weidegebiet 2 (Fleckvieh)										
Calcium	mmol/l	2,35 -2,82	2,52	2,43	2,72	g/kg TM		1,33	1,20	1,46
Phosphor	mmol/l	1,55 - 2,29	4,66	4,36	5,23	g/kg TM	>0,2	0,23	0,22	0,26
Magnesium	mmol/l	0,8 - 1,32	0,88	0,84	0,94	g/kg TM	>0,25	0,24	0,21	0,27
Kupfer	µmol/l	10 - 19	6,49	5,82	7,08	mg/kg TM	>5	4,51	4,0	4,93
Mangan	µg/l	7 - 20	18,0	11,0	21,0	mg/kg TM	>5	39,1	25,9	46,3
Zink	µmol/l	12 - 46	15,0	12,4	16,5	mg/kg TM	>100	105	99,0	115
Eisen	µmol/l	21 - 33	43,5	6,13	94,0	mg/kg TM		432	185	649
Selen	µmol/l	0,7 - 1,4	0,44	0,32	0,54			n. a.	-	-

* Angabe des Tiergesundheitsdienstes Thüringen

Tabelle A-17: Betrieb B (Mittelgebirge) - Mengen- und Spurenelementgehalte in Blutserum und Deckhaar der Rinder (Probenahme: 31.01.12; n = 5)

	Blutserum					Haar				
	Einheit	Referenzbereich*	MW	Min	Max	Einheit	Referenz	MW	Min	Max
Weidegebiet 1 (Limousin)										
Calcium	mmol/l	2,35 - 2,82	2,54	2,46	2,64	g/kg TM		1,53	1,24	1,84
Phosphor	mmol/l	1,55 - 2,29	4,72	4,10	5,23	g/kg TM	>0,2	0,38	0,36	0,43
Magnesium	mmol/l	0,8 - 1,32	0,84	0,77	0,88	g/kg TM	>0,25	0,73	0,53	0,94
Kupfer	µmol/l	10 - 19	8,94	4,56	11,2	mg/kg TM	>5	1,64	1,02	3,46
Mangan	µg/l	7 - 20	10,5	8,70	14,0	mg/kg TM	>5	16,8	13,6	18,5
Zink	µmol/l	12 - 46	15,5	14,4	18,2	mg/kg TM	>100	108	89,0	117
Eisen	µmol/l	21 - 33	107	70,2	156	mg/kg TM		78,0	71,0	90,0
Selen	µmol/l	0,7 - 1,4	0,73	0,67	0,78			n. a.	-	-
Weidegebiet 2 (Fleckvieh)										
Calcium	mmol/l	2,35 - 2,82	2,49	2,32	2,59	g/kg TM		1,50	1,06	2,03
Phosphor	mmol/l	1,55 - 2,29	4,18	3,39	4,68	g/kg TM	>0,2	0,40	0,27	0,47
Magnesium	mmol/l	0,8 - 1,32	0,76	0,63	0,82	g/kg TM	>0,25	0,60	0,37	0,90
Kupfer	µmol/l	10 - 19	4,25	< 3,1	5,98	mg/kg TM	>5	4,20	1,56	6,82
Mangan	µg/l	7 - 20	12,4	9,8	19,0	mg/kg TM	>5	15,9	9,53	24,6
Zink	µmol/l	12 - 46	13,1	9,79	16,2	mg/kg TM	>100	117	84,0	132
Eisen	µmol/l	21 - 33	37,4	6,98	82,2	mg/kg TM		77,9	44,0	112
Selen	µmol/l	0,7 - 1,4	0,88	0,79	1,00			n. a.	-	-

* Angabe des Tiergesundheitsdienstes Thüringen

Tabelle A-18: Betrieb B (Mittelgebirge) - Mengen- und Spurenelementgehalte in Blutserum und Deckhaar der Rinder (Probenahme: 26.09.12; n = 5)

	Blutserum					Haar				
	Einheit	Referenzbereich*	MW	Min	Max	Einheit	Referenz	MW	Min	Max
Weidegebiet 1 (Limousin)										
Calcium	mmol/l	2,35 - 2,82	2,32	2,23	2,40	g/kg TM		1,17	1,08	1,28
Phosphor	mmol/l	1,55 - 2,29	5,25	4,75	5,88	g/kg TM	>0,2	0,23	0,19	0,24
Magnesium	mmol/l	0,8 - 1,32	0,77	0,67	0,87	g/kg TM	>0,25	0,22	0,18	0,28
Kupfer	µmol/l	10 - 19	9,40	8,03	9,92	mg/kg TM	>5	5,28	4,89	5,66
Mangan	µg/l	7 - 20	24,0	20,0	30,0	mg/kg TM	>5	40,2	26,3	52,1
Zink	µmol/l	12 - 46	15,6	11,9	19,0	mg/kg TM	>100	107	98,0	113
Eisen	µmol/l	21 - 33	65,5	39,8	82,4	mg/kg TM		903	324	1.643
Selen	µmol/l	0,7 - 1,4	0,70	0,62	0,73			n. a.	-	-
Weidegebiet 2 (Fleckvieh)										
Calcium	mmol/l	2,35 -2,82	2,44	2,30	2,54	g/kg TM		1,20	0,79	1,61
Phosphor	mmol/l	1,55 - 2,29	4,23	3,91	4,68	g/kg TM	>0,2	0,19	0,18	0,21
Magnesium	mmol/l	0,8 - 1,32	0,67	0,58	0,74	g/kg TM	>0,25	0,19	0,13	0,27
Kupfer	µmol/l	10 - 19	5,86	5,04	6,93	mg/kg TM	>5	4,59	4,17	5,05
Mangan	µg/l	7 - 20	25,2	22,0	29,0	mg/kg TM	>5	31,5	26,2	40,0
Zink	µmol/l	12 - 46	11,1	7,80	12,7	mg/kg TM	>100	118	101	132
Eisen	µmol/l	21 - 33	40,0	22,8	59,5	mg/kg TM		295	89,0	472
Selen	µmol/l	0,7 - 1,4	0,45	0,39	0,60			n. a.	-	-

* Angabe des Tiergesundheitsdienstes Thüringen

Tabelle A-19: Betrieb B (Mittelgebirge) - Mengen- und Spurenelementgehalte in Blutserum und Deckhaar der Rinder (Probenahme: 15.01.13; n = 4)

	Blutserum					Haar				
	Einheit	**Referenzbereich***	**MW**	**Min**	**Max**	**Einheit**	**Referenz**	**MW**	**Min**	**Max**
Weidegebiet 1 (Limousin)										
Calcium	mmol/l	2,35 - 2,82	2,83	2,64	2,94	g/kg TM		1,69	1,18	2,12
Phosphor	mmol/l	1,55 - 2,29	4,30	4,00	4,71	g/kg TM	>0,2	0,31	0,28	0,37
Magnesium	mmol/l	0,8 - 1,32	0,96	0,90	1,04	g/kg TM	>0,25	0,37	0,25	0,43
Kupfer	µmol/l	10 - 19	11,1	8,97	13,7	mg/kg TM	>5	2,40	1,60	4,09
Mangan	µg/l	7 - 20	16,5	14,0	20,0	mg/kg TM	>5	11,8	6,00	17,5
Zink	µmol/l	12 - 46	18,8	16,7	21,3	mg/kg TM	>100	108	101	117
Eisen	µmol/l	21 - 33	123	92,0	163	mg/kg TM		58,0	31,0	81,0
Selen	µmol/l	0,7 - 1,4	0,82	0,69	0,98			n. a.	-	-
Weidegebiet 2 (Fleckvieh)										
Calcium	mmol/l	2,35 - 2,82	2,64	2,52	2,72	g/kg TM		1,56	1,26	1,81
Phosphor	mmol/l	1,55 - 2,29	4,17	3,71	4,46	g/kg TM	>0,2	0,38	0,34	0,44
Magnesium	mmol/l	0,8 - 1,32	0,90	0,88	0,94	g/kg TM	>0,25	0,37	0,33	0,39
Kupfer	µmol/l	10 - 19	9,99	7,08	12,4	mg/kg TM	>5	3,59	0,90	6,16
Mangan	µg/l	7 - 20	17,0	14,0	20,0	mg/kg TM	>5	13,7	11,6	18,9
Zink	µmol/l	12 - 46	14,2	12,5	15,7	mg/kg TM	>100	122	103	143
Eisen	µmol/l	21 - 33	70,0	51,0	103	mg/kg TM		91,7	51,0	130
Selen	µmol/l	0,7 - 1,4	0,87	0,84	0,91			n. a.	-	-

* Angabe des Tiergesundheitsdienstes Thüringen

Tabelle A-20: Betrieb B (Mittelgebirge) - Mengen- und Spurenelementgehalte in Blutserum und Deckhaar der Rinder (Probenahme: 25.09.12; n = 9)

	Blutserum					Haar				
	Einheit	Referenzbereich*	MW	min	max	Einheit	Referenz	MW	Min	Max
Calcium	mmol/l	2,35 - 2,82	2,33	2,13	2,64	g/kg TM		3,19	2,30	3,92
Phosphor	mmol/l	1,55 - 2,29	5,20	4,36	6,07	g/kg TM	>0,2	0,27	0,19	0,39
Magnesium	mmol/l	0,8 - 1,32	0,91	0,83	1,02	g/kg TM	>0,25	0,46	0,38	0,67
Kupfer	µmol/l	10 - 19	5,16	2,83	7,71	mg/kg TM	>5	4,65	3,31	5,88
Mangan	µg/l	7 - 20	16,6	13,0	22,0	mg/kg TM	>5	11,6	5,49	17,6
Zink	µmol/l	12 - 46	18,1	12,1	18,8	mg/kg TM	>100	103	90,9	115
Eisen	µmol/l	21 - 33	46,7	37,1	55,2	mg/kg TM		213	101	440
Selen	µmol/l	0,7 - 1,4	0,34	0,25	0,41					

* Angabe des Tiergesundheitsdienstes Thüringen

Tabelle A-21: Betrieb B (Mittelgebirge) - Mengen- und Spurenelementgehalte in Blutserum und Deckhaar der Rinder (Probenahme: 10.01.13; n = 8)

	Blutserum					Haar				
	Einheit	Referenzbereich*	MW	min	max	Einheit	Referenz	MW	Min	Max
Calcium	mmol/l	2,35 - 2,82	2,50	2,32	2,72	g/kg TM		2,47	1,95	2,98
Phosphor	mmol/l	1,55 - 2,29	5,57	4,68	6,30	g/kg TM	>0,2	0,30	0,25	0,38
Magnesium	mmol/l	0,8 - 1,32	0,98	0,89	1,10	g/kg TM	>0,25	0,40	0,33	0,53
Kupfer	µmol/l	10 - 19	< 3,5	< 3,1	6,30	mg/kg TM	>5	3,88	2,86	5,01
Mangan	µg/l	7 - 20	13,2	8,20	32,0	mg/kg TM	>5	11,4	7,34	15,3
Zink	µmol/l	12 - 46	18,5	10,1	23,4	mg/kg TM	>100	110	92,0	117
Eisen	µmol/l	21 - 33	121	57,0	269	mg/kg TM		90,0	47,1	151
Selen	µmol/l	0,7 - 1,4	0,39	0,27	0,47					

* Angabe des Tiergesundheitsdienstes Thüringen