

# Die Versorgung mit Mineralstoffen, Spurenelementen und Vitaminen von Mastbullen



# INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort.....	3
Zusammenfassung: .....	4
1. Einleitung.....	14
1.1 Mengenelemente .....	16
1.2 Spurenelemente .....	19
1.3 Vitamine .....	23
2. Die Deklaration von Mineralfuttermitteln .....	28
3. Bedarf und Bedarfsdeckung.....	32
4. Trockenmasse – Aufnahme in der intensiven Bullenmast.....	37
5. Mineral-, Spurenelement- und Vitamingehalte von gebräuchlichen Futtermitteln .....	39
6. Höchstgehalte .....	46
7. Berechnung der Mineralfuttermittelgabe .....	47
8. Einfluss der Fütterung auf die Rindfleischqualität.....	56
9. Literaturverzeichnis.....	59

## VORWORT

In den letzten Jahren fällt immer häufiger auf, dass in der spezialisierten Rindfleischproduktion und insbesondere in der Bullenmast die bedarfsgerechte Versorgung mit Mineralien und Spurenelemente sowie Vitaminen vernachlässigt wird. In der landwirtschaftlichen Praxis hört man oft globale Aussagen wie „Das macht doch keinen Sinn in der Mast“ oder „Das ist doch viel zu teuer“, dies jedoch meist ohne die Bedeutung dieser wichtigen Stoffe auf die Tiergesundheit bzw. Leistungen im Stall zu kennen.

Im Rahmen des Cactus Labels wurde im letzten Jahr mittels Blutproben eine Bestandsaufnahme über die Konzentrationen der wichtigsten Elemente im Blut von Mastbullen in der Endmastphase durchgeführt. Die weite Spannbreite dieser Ergebnisse zeigte, dass oftmals eine an den Bedarf des Tieres unangepasste Mineralstofffütterung erfolgte. Die hierauf erstellte Infobroschüre soll den Zusammenhang zwischen Tiergesundheit, Mastleistung, Fleischqualität und der Versorgung mit Mineralien bzw. Vitaminen verdeutlichen.

Wir sind überzeugt, dass die vorliegende Broschüre für alle Mäster eine wertvolle und praxisreife Hilfe bei der Bullenfütterung darstellt und hoffen, dass Sie zu weiteren Optimierungen im Bereich der Fleischqualität sowie der betriebsindividuellen Wirtschaftlichkeit verhelfen kann.

Für eventuelle Fragen wenden Sie sich bitte an die Abteilung Beratung bei CONVIS.

Abteilung Beratung, CONVIS

## ZUSAMMENFASSUNG:

Der Gehalt an Mengen- und Spurenelementen sowie Vitaminen aus Grob- und Konzentratfuttermitteln reicht oftmals nicht zur bedarfsgerechten Versorgung der Mastrinder. Ebenfalls ist eine Supplementierung der Ration ausschließlich mit Viehsalz und Futterkalk unzureichend. Zum bedarfsgerechten Ausgleich der gängigen Mastrationen müssen Mineralfuttermittel eingesetzt werden. Worauf sollte bei der Wahl eines Mineralfuttermittels geachtet werden?

Mineralfuttermittel, die ausschließlich die üblichen Mengenelemente Calcium (Ca), Natrium (Na), Phosphor (P) und Magnesium (Mg) enthalten, sind nicht ausreichend. Zur Unterstützung einer ausreichenden Mineralstoff- und Vitaminversorgung der Mastrinder müssen ebenfalls die Spurenelemente Zink (Zn), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Jod (J), Selen (Se), Cobalt (Co) und die Vitamine A, D und E ergänzt werden.

Weitere gängige Elemente wie Kalium (K), Chlor (Cl), Schwefel (S), Eisen (Fe) und Molybdän (Mo) werden in der Regel ausreichend über das Grobfutter abgedeckt. Bei diesen Elementen sind in der Praxis keine Mangelsituationen bekannt.

Die Menge bzw. Auswahl des Mineralfuttermittels hängt vom Leistungsstadium bzw. den eingesetzten Grobfuttermitteln ab. Übersicht 1 zeigt die Empfehlungen für die Versorgung mit den wesentlichen Elementen und Vitaminen. Übersicht 2 fasst Anmerkungen zu den wesentlichen Elementen und Vitaminen zusammen.

Übersicht 1: Empfehlungen zur Mineralstoffversorgung (in Anlehnung an die GfE-Empfehlungen für Mastrinder)

Mengenelemente (g/kg TM)						
Leistungsstadium	TZN	TM-Aufnahme	Na	Ca	Mg	P
400 kg LM	1200 g	8,4 kg	0,83	1,1	6,2	2,9
500 kg LM	1200 g	9,4 kg	0,85	0,95	5,7	2,7
600 kg LM	1200 g	10,2 kg	0,88	0,98	5,5	2,5
700 kg LM	1200 g	10,6 kg	0,85	0,95	5,1	2,6
Spurenelemente (mg/kg TM) unabhängig vom Leistungsstadium						
Mn	Zn	Cu	I	Co	Se	
45	45	10	0,25	0,2	0,15	
Vitamine unabhängig vom Leistungsstadium						
Vit A (I.E./kg TM)	Vit D (I.E./kg TM)	Vit E (mg/kg TM)	Vit E (mg/Tag)*			
4000	500	15	1000-1500			

\*Zur Verbesserung der Fleischqualität ab 100 Tage vor der Schlachtung

## Übersicht 2: Anmerkungen zu den wesentlichen Elementen und Vitaminen

Mengenelemente	
P	<p>Körner, Samen und deren Verarbeitungsrückstände (Gerste, Kleien, Rapsextraktionsschrot...) sind phosphorreich; Gras- und Maissilagen sind verhältnismässig phosphorarm.</p> <p>Bei konzentratreicher Fütterung ist die P-Versorgung bereits ausreichend und bedarf kaum eines Zusatzes über die mineralische Ergänzung.</p> <p>Jungtiere in vollem Wachstum haben hohe P-Ansprüche.</p>
Ca	Typische Leistungsrationen in der Milchproduktion und der Mast (Konzentrate und Maissilagen sind eher Ca-arm) erfordern Ca-Ergänzung über die übliche mineralische Ergänzung hinaus.
Ca:P	Ein Verhältnis Ca zu P von 1,5 : 1 bis 2 : 1 in der Gesamtration ist anzustreben.
Na	<p>Grundfuttermittel, insbesondere Maissilagen, haben niedrige Na-Werte.</p> <p>Bei geringer Strukturwirksamkeit der Ration hilft Natriumbicarbonat kurzfristig den Pansen-pH zu heben. Außerdem soll Na in einem gewissen Verhältnis zu Kalium (K) stehen. K ist ausreichend in den Futtermitteln angereichert; entsprechend gilt es, Na zum K ins Verhältnis zu setzen.</p>
Na:K	Ein Verhältnis Na zu K von unter 1 : 10 in der Gesamtration ist anzustreben.
Mg	Bei mittleren Mg-Gehalten in den Grundfuttermitteln ist für die Ration kaum eine Mg-Ergänzung über das Mineralfuttermittel notwendig. Allerdings: bei geringer Strukturwirksamkeit der Ration hilft Magnesiumoxid langfristig den Pansen-pH zu heben

- ➔ Grundfutteranalysen für Mengenelemente lohnen sich! Hierbei hat sich oftmals herausgestellt, dass bei der zusätzlichen Versorgung mit den Mengenelementen Ca, P und Mg stark gespart werden kann

Spurenelemente	
Mn	Mn-Mangel tritt besonders bei Futterpflanzen von Mn-armen Böden mit hohem pH-Wert (Kalkböden) auf. Durch Kalkdüngung werden die Mn-Gehalte der Pflanzenbestände ebenfalls stark gesenkt.
Zn	Zn beeinflusst die Wundheilung, stärkt Zellstrukturen, fördert Klauenhärte und -gesundheit.
Cu	Beeinflussung von Fresslust und Wachstum. Verantwortlich für die Pigmentierung des Haarkleides.
J	Die J-Versorgung ist stark standortbedingt. Generell müssen die Rationen unserer Region mit J ergänzt werden.
Co	Co ist für die Vit B12-Synthese im Pansen zuständig, generell förderlich für die Pansenaktivität.
Se	Se und Vit E werden durch die antioxidativen Eigenschaften positiv für Tiergesundheit und Produktqualität bewertet. Luxemburgs Böden sind als Se-arm einzustufen, folglich ist das Grundfutter defizitär an Se.
➔ Grundfutteranalysen für Spurenelemente sind oftmals zu aufwendig, eine prinzipielle Ergänzung über Mineralfuttermittel muss erfolgen	



Vitamine	
Vit A	<p>Besonders junge blattreiche Grünfütterpflanzen sind carotinreich (<math>\beta</math>-Carotin als Vorstufe für Vit. A). Stengelreiche Pflanzen wie Silomais enthalten dagegen weniger Vitamin-A-Vorstufen. Mit fortschreitender Vegetationsdauer und in Abhängigkeit von der Konservierung und der Lagerungsdauer nimmt der Carotingehalt in den Pflanzen ab. Mineralfutter sind reich an Vitamin A, um die enormen Abweichungen bzw. Schwankungen (in Abhängigkeit von Bergung, Konservierung, Lagerung...) von Vitamin A-Gehalten im Grobfutter zu kompensieren.</p> <p>Gegenüber Vit D und Vit E, spielt Vit A eine untergeordnete Rolle. Je nach Rationsgestaltung kann der Bedarf von Mastrindern an Vit A, größtenteils aus dem Futter gedeckt werden. Außerdem ist Vit A i.d.R. immer ausreichend in den Mineralfuttermitteln angereichert, um gegebene Defizite zu kompensieren.</p>
Vit D	<p>Es wird in Vit D2 und Vit D3 unterteilt. Aufgrund des begrenzten natürlichen Vorkommens in pflanzlichen Futtermitteln sind die natürlichen Vitamin-D2-Quellen für die Bedarfsdeckung von Rindern ohne Bedeutung und werden in Futtermitteltabellen nur selten gelistet. Vitamin D3 (Cholecalciferol) kann dagegen in der Epidermis durch UV-Bestrahlung aus 7-Dehydrocholesterol gebildet werden. Eine überwiegende Stallhaltung begrenzt die Vitamin D3-Bildung.</p>
Vit E	<p>Die wichtigsten Futtermittel für Wiederkäuer (besonders alle Silagen) sind arm an Vitamin E. Aus diesem Grund muss Vit E über ein Mineralfuttermittel ergänzt werden.</p>
<p>➔ Grundfutteranalysen für Vitamine sind oftmals zu aufwendig, eine prinzipielle Ergänzung über Mineralfuttermittel muss erfolgen</p>	

Worin liegt der Unterschied zwischen anorganischen bzw. organischen Mineralien? Anorganische Mineralien liegen in Form von schwer auflösbaren Salzen vor. Deren Absorptionsraten, d.h. die Passage durch die Darmwand ist nur zu einem gegebenen Prozentsatz gewährleistet. Die Absorptionsrate anorganischer Mineralien wie Selen, Kupfer, Zink und Mangan ist beim Wiederkäuer eingeschränkt.

Organische Mineralien sind oftmals an Aminosäuren gebunden und gelangen mit den Eiweißverbindungen einfacher durch die Darmwand. Es ist daher effizienter diese Mineralien in organischer Form zu verfüttern.

Ähnliches gilt für Chelate. Chelate sind metallorganische Komplexe, welche die Löslichkeit und Aufnahme der Spurenelemente verbessern. Ein weiterer Vorteil der Spurenelemente in Chelatform ist die Verhinderung von gegenseitigen Blockaden einzelner Spurenelemente; der bestehende Antagonismus einzelner Spurenelemente wird umgangen und die Verfügbarkeit chelatgebundener Spurenelemente erhöht sich.

Prinzipiell: Die Mastrinderrationen müssen mit Mineralfuttermitteln supplementiert werden. Dabei sollte eine dauerhafte Ergänzung der Rationen erfolgen! Oftmals wird erst dann gehandelt, wenn Probleme bzw. Mangelsituationen in den Herden auftreten.

Mengen über die Fütterungsempfehlung hinaus, sind nie ratsam. Einige Spurenelemente wirken ab gewissen Fütterungskonzentrationen antagonistisch oder gar toxisch.

Auf eine Ergänzung mit zumindest folgenden Elementen sollte geachtet werden:

den Mengenelementen: Ca, Na, P, Mg  
 den Spurenelementen: Zn, Mn, Cu, J, Se, Co  
 den Vitaminen: A, D, E

## Übersicht 3: Beispiel zur Ermittlung des Mineralfutterbedarfs bzw. der optimalen Zusammensetzung

Rind (400kg LG; 1200g TZN ) Futteraufnahme ~8,4kg TM/d							
Ration	2kg TM Grassilage	4kg TM Maissilage	1,2kg TM Gerste	1,2kg TM Sojaextraktions-Schrot	Gesamt - Gehalt der Ration	Tages-Bedarf	Bedarf aus Mineralfutter
<b>Na</b>	5,2 g	0,8 g	0,12 g	0,36 g	6,48 g	7 g	0,52 g
<b>K</b>	66 g	48 g	5,76 g	25,32 g	145,1 g	70 g	gedeckt
<b>Mg</b>	4,6 g	5,2 g	1,32 g	3,48 g	14,6 g	8 g	gedeckt
<b>Ca</b>	10,2 g	6,8 g	0,84 g	4,08 g	21,92 g	52g	30,08 g
<b>P</b>	7,8 g	8 g	4,08 g	7,44 g	27,32 g	25 g	2,32 g
<b>S</b>	5,8 g	3,6 g	1,56 g	4,8 g	15,76 g	15 g	gedeckt
<b>Cl</b>	24 g	8,8 g	1,32 g	0,6 g	34,72 g	13 g	gedeckt
<b>Mn</b>	180 mg	112 mg	19,2 mg	45,6 mg	356,8 mg	378 mg	21,2mg
<b>Zn</b>	80 mg	136 mg	36 mg	56,4 mg	308,4 mg	378 mg	69,6 mg
<b>Fe</b>	996 mg	412 mg	189,6 mg	339,6 mg	1937 mg	420 mg	gedeckt
<b>Cu</b>	15,6 mg	15,2 mg	10,8 mg	21,6 mg	63,2 mg	84 mg	20,8 mg
<b>Mo</b>	3,6 mg	2 mg	0,528 mg	4,8 mg	10,93 mg	0,84 mg	gedeckt
<b>I</b>	0,8 mg	0,8 mg	0,108 mg	0,18 mg	1,88 mg	2,1 mg	0,22 mg
<b>Co</b>	282 µg	190,4 µg	156 µg	312 µg	940,4 µg	1680 µg	739,6 µg
<b>Se</b>	180 µg	80 µg	132 µg	240 µg	632 µg	1260 µg	628 µg
<b>Vit A</b>	16000 IE	20000 IE	2664 IE	3420 IE	42084 IE	40000 IE	gedeckt
<b>Vit D</b>	400 IE	800 IE	0	0	1200 IE	8000 IE	6800 IE
<b>Vit E</b>	10 mg	20 mg	19,2 mg	4,8 mg	54 mg	200 mg	146 mg

Ausgehend von den einzelnen Futterkomponenten sollte stets das passende Mineralfuttermittel und die entsprechende Fütterungsmenge gewählt werden. Grosszügig angereicherte Mineralfuttermittel müssen zum Ausgleich der Rationen in geringeren Mengen verfüttert werden und können letztendlich kostengünstiger sein.

- ➔ Es gilt sich einen Überblick zu den natürlichen Mineralstoff- und Vitamingehalten der Futterkomponenten zu verschaffen und das passende Mineralfuttermittel in Zusammensetzung und Menge zu wählen (näheres dazu in Kapitel 7)

Welches Mineralfuttermittel kaufen? Die Auswahl eines Mineralfuttermittels sollte nicht nach dem Ca- und Na-Gehalt gewählt werden. Der Ca- und Na-Bedarf kann nur schwer über das Mineralfuttermittel gedeckt werden und lässt sich kostengünstig und leicht durch Futterkalk und Viehsalz ergänzen. Bei mittleren Mg-Gehalten im Grobfutter ist kaum eine Ergänzung an Mg nötig. Bei körner- und samenreicher Fütterung kann der P-Gehalt des Mineralfuttermittels tiefer angesetzt sein. Futtermittelanalysen zur Ermittlung der Mengenelemente lohnen sich.

Bei Klauenproblemen kann der Zn-Gehalt sicherlich als Kriterium bei der Wahl eines Mineralfuttermittels herangezogen werden. Zn fördert die Wundheilung und stärkt die Klauengesundheit. Bei Pigmentstörungen, d.h. Aufhellung der Haarspitze oder bei sog. Kupferbrillen liegen Cu-Unterversorgungen vor.

Vit D, Vit E und Se wirken in den meisten Rationen als erstes limitierend und können somit als Auswahlkriterium beim Kauf eines Mineralfuttermittels herangezogen werden. Besonders auf ein Mineralfuttermittel mit ausreichend Vit E ist zu achten, denn aktuell ist Vit E in den Mineralfuttermitteln preisbestimmend und wird entsprechend eingemischt.

Eine detaillierte Listung der Bedarfsnormen für Mastrinder bzw. der natürlichen Mineralstoff- und Vitamin-Gehalte verschiedener Futtermittel kann den Kapiteln 3 und 5 entnommen werden. Zur Ermittlung des optimalen Mineralfuttermittels müssen die Mineralstoff- und Vitamingehalte der verfütterten Futterkomponenten aufsummiert werden und anhand des Tagesbedarfes kann die notwendige Mineralfutter-Supplementierung erfolgen. Ausgehend von der Mineralfuttermittel-Zusammensetzung kann die notwendige Fütterungsmenge abgeleitet werden. Dazu findet sich ein Kalkulationsbeispiel in Kapitel 7.



# 1. Einleitung

**Mengenelemente:** Mineralstoffe sind anorganische Nahrungsstoffe und dienen im Gegensatz zu den Hauptnährstoffen nicht als Energiequelle, sondern als Bau- oder Reglerstoffe. Bezüglich ihrer Gehalte im Organismus werden Mineralstoffe in Mengen- und Spurenelemente unterteilt. Mengenelemente liegen in Konzentrationen von über 50 mg pro kg Körpergewebe vor. Zu den Mengenelementen werden Natrium (Na), Chlorid (Cl), Kalium (K), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Schwefel (S) und Phosphor (P) gezählt. Mengenelemente, die im Körper als Ionen vorliegen, wie Natrium, Chlorid, Kalium, Calcium und Natrium werden als Elektrolyte bezeichnet. Empfehlungen beschränken sich i.d.R. auf Ca, Mg, Na und P, da bei diesen Elementen gelegentlich Mangelsituationen vorkommen, während hierfür bei den übrigen drei Elementen keine Kenntnisse vorliegen.

**Spurenelemente:** Essentielle Spurenelemente weisen im Gegensatz zu den Mengenelementen Konzentrationen von weniger als 50 mg je kg Körpermasse auf. Essentielle Spurenelemente sind an zahlreichen Stoffwechselvorgängen beteiligt. Aus unzureichender oder gar fehlender Aufnahme resultieren Störungen der Körperfunktionen, die sich in Mangelsymptomen äußern. Zu den Spurenelementen, deren essentieller Charakter für das Nutztier zweifelfrei bewiesen ist, zählen Eisen (Fe), Zink (Zn), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Molybdän (Mo), Selen (Se), Jod (J), Fluor (F) und Chrom (Cr). Für den Wiederkäuer und andere Herbivoren ist auch Kobalt (Co) essentiell, da es von den Mikroben zur Synthese von Vitamin B12 benötigt wird. Von Bedeutung in der Fütterung von Masttieren sind Co, Cu, Fe, J, Mn, Mo, Se und Zn. Bei diesen Elementen können mit Ausnahme von Fe und Mo in der praktischen Fütterung Versorgungslücken auftreten, so dass in diesen Fällen zur Vermeidung von Leistungseinbußen und Gesundheitsstörungen Sicherungszusätze zu empfehlen sind.

**Vitamine:** Vitamine sind organische Substanzen, die für den normalen Ablauf der Lebensvorgänge im tierischen Organismus unentbehrlich sind. Sie sind zur Aufrechterhaltung von Gesundheit und Leistungsfähigkeit notwendig und müssen dem Körper mit der Nahrung zugeführt werden. Dies kann auch in Form von Provitaminen geschehen, die dann im Körper in das entsprechende Vitamin umgewandelt werden. Diese klassische Definition gilt allerdings nur mit gewissen Einschränkungen. So können beispielsweise die Vitamine D, C und Niacin teilweise oder ganz vom Tier selbst synthetisiert werden. Darüber hinaus lassen sich bestimmte Effekte von Vitaminen, wie die antioxidativen Wirkungen von Vitamin E und C zum Teil auch durch andere Verbindungen ersetzen. Bestimmte Vitamine werden außerdem von Mikroorganismen des Verdauungstraktes gebildet. Wiederkäuer decken ihren Bedarf an Vitaminen zum Teil sogar komplett durch mikrobielle Synthese. Die gebildete Menge an Vitaminen korreliert dabei stark mit der Intensität des mikrobiellen Wachstums und ist somit von der Futterration abhängig. Dem Wiederkäuer müssen in der Regel nur die Vitamine A, D und E bzw. Carotinoide mit dem Futter zugeführt werden.

## 1.1 MENGENELEMENTE

### *Spezifische Funktionen und Besonderheiten einzelner Mengenelemente*

Natrium (Na): In den Futtermitteln finden wir im Allgemeinen sehr geringe Na-Gehalte, dies vor allem in Grünlandbeständen mit geringem Anteil an Weidelgras.

Kalium (K): Grünfutter ist generell reich an Kalium – bei übermäßiger Kaliumdüngung (z.B. durch Gülle) kommt es zu einer weiteren K-Akkumulation in den Pflanzen. Das hohe Kaliumvorkommen im Grobfutter deckt somit mehr als hinreichend den Bedarf in allen Futterrationen.

K:Na – Verhältnis: von unter 10 zu 1 ist einzuhalten.

Magnesium (Mg): In der üblichen Rinderfütterung reichen die natürlichen Mg-Gehalte im Grundfutter nicht immer aus. Vor allem wirtschaftseigene Grundfuttermittel weisen je nach Herkunft, Düngung und botanischer Zusammensetzung große Schwankungen im Mg-Gehalt auf.

Calcium (Ca): Wiesen-, Weiden- und Ackerfutter haben mittlere bis höhere Ca-Gehalte, wobei junges Weidegras und vor allem Maissilage niedrigere Werte aufweisen. Besonders bei hohem Einsatz körnerreicher Maissilage oder sehr junger Grassilage ist ein verstärktes Ca-Defizit zu erwarten. Alle Körner und Samen und deren Verarbeitungsprodukte sowie die Hackfrüchte besitzen einen geringen Ca-Gehalt.

Phosphor (P): Grobfutter und Ackerfrüchte enthalten sehr wenig Phosphor. Körner und Samen sowie deren Verarbeitungsrückstände hingegen sind sehr P-reich, allerdings enthalten diese Futtermittel 55-70% des Phosphors als Phytat (Zn ist an das Phytat gebunden), welches

durch das Enzym Phytase in das elementare P umgewandelt werden muss.

Ca:P – Verhältnis: Calcium und Phosphor werden besser verwertet, wenn sie in einem bestimmten Verhältnis zueinander zugeführt werden. Das erwünschte Ca:P-Verhältnis im Futter liegt bei 1,5-2:1. Jedoch ist eine adäquate Ergänzung auch außerhalb dieser Grenzen möglich, wenn trotz eventueller schlechterer Ausnutzung dem Körper genügend Calcium und Phosphor zur Verfügung stehen. Im Allgemeinen sollten aber Ca:P-Verhältnisse der gesamten Futterration von 4:1 und 1:1 nicht über- bzw. unterschritten werden.

Schwefel (S): Die Aufnahme des Schwefels erfolgt vorwiegend über die schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin, Cystein und Cystin. Die Schwefelversorgung ist daher im Wesentlichen ein Aspekt der Qualität und Menge verabreichter Proteine. Durch eine gegebene adäquate Versorgung aus dem Grobfutter ist kein Mangel an Schwefel zu erwarten.

Chlor (Cl): Cl kommt in Pflanzen in einer Größenordnungen von 2 – 20mg Cl/g TM vor, unter praxisüblichen Fütterungsbedingungen tritt kein Mangel an Cl auf.

Leguminosen und nichtlegume Kräuter sind im Allgemeinen mineralstoffreicher als Gräser. Zu den mineralstoffärmeren Futterpflanzen zählt der Silomais. Mit fortschreitender Vegetation vermindert sich mehr oder weniger der Gehalt an einwertigen Mineralstoffen im Grasaufwuchs. Folgeaufwüchse enthalten deshalb in der Regel höhere Konzentrationen an Mineralstoffen als der erste Aufwuchs.

Tabelle 1: Funktionen von Mengenelementen (Lfl, 2008)

Element	Bestandteil/ Funktion/ Einfluss auf	Symptome bei Mangel
Na	Muskelkontraktion, Nervenleitung, Säuren-Basen-Gleichgewicht	Lecksucht, verminderte Fresslust, Leistungsminderung
K	Enzymbestandteil, Muskelfunktion, Nervenfunktion, Säuren-Basen-Gleichgewicht	bei bedarfsgerechtem Rauhfutteranteil ist ausreichend Kalium enthalten, überhöhte Mengen behindern die Mg-Absorption
Mg	Enzymfaktor in Knochen und Gewebe, Muskelkontraktion	Erregbarkeit, Tetanie, reduzierte Futteraufnahme
Ca	Knochen- u. Zahnbildung, Blutgerinnung, Muskelkontraktionen	langsames Wachstum, ungenügende Knochenbildung, Rachitis, spontane Knochenbrüche
P	RNA-/DNA-Bestandteil, Knochen- u. Zahnbildung, Energiestoffwechsel, Bestandteil von Enzymen	brüchige Knochen, verminderte Pansenfunktion, verminderte Fresslust, langsames Wachstum
S	Aminosäurenbestandteil, Pansenmikrobensynthese	Mangel an S-haltigen Aminosäuren, Mangel in der Regel nur unter tropischen Klimabedingungen
Cl	Säuren-Basen-Gleichgewicht, Osmotischer Druck, Salzsäurebildung im Magen	Lecksucht, verminderte Fresslust

## 1.2 SPURENELEMENTE

### *Spezifische Funktionen und Besonderheiten einzelner Spurenelemente*

Eisen (Fe): Bei ausgewachsenen Nutztieren gibt es kaum Fe-Mangel. Die üblichen Futtermittel (Weide, Gras-, Maissilagen) enthalten i.d.R. ausreichend Eisen, so dass nicht mit einem alimentär bedingten Eisenmangel zu rechnen ist und auf eine Ergänzung der Futterration verzichtet werden kann. Fe-mangel stellt vor allem für junge milchernährte Säuger auf Grund der geringen Fe-Reserven bei der Geburt, dem schnellen Wachstum und der relativ geringen Fe - Konzentration in der Milch eine Gefahr dar.

Kupfer (Cu): Primärer Cu-Mangel ist ein Standortproblem und kommt u.a. in Moor- und Torfgebieten vor. Cu-Konzentrationen in Gras- und Maissilagen liegen deutlich unterhalb der offiziellen Bedarfsempfehlung. Beim Rind wird die Kupferverwertung in starkem Maße vom Calciumgehalt des Futters beeinflusst. Bei gegebenem Kupfergehalt des Futters wird Kupfer umso schlechter verwertet, je calciumreicher die Ration ist. Dadurch kann der zur Bedarfsdeckung erforderliche Kupfergehalt im Futter erheblich schwanken.

Zink (Zn): In pflanzlichen Futtermitteln liegt Zn hauptsächlich an Phytat gebunden vor. Ohne Phytase kann Zn aus Phytat nicht zur Resorption freigesetzt werden. Um nicht nur klinisch manifeste, sondern auch verborgene Zinkmangelsituationen zu vermeiden, ist es als Vorbeugemaßnahme angeraten, alle Futterrationen mit Zinkzulagen zu ergänzen.

Mangan (Mn): Mn-Mangel tritt besonders bei Futterpflanzen von Mn-armen Böden mit hohem pH-Wert (Kalkböden) auf. Durch Kalkdüngung werden die Mn-Gehalte der Pflanzenbestände ebenfalls stark gesenkt. Primärer Mn-Mangel kann durch angereicherte Mineralstoffmischungen verhindert werden.

**Kobalt (Co):** Co ist Bestandteil des Vitamin-B12-Moleküls. In pflanzlicher Nahrung ist dieses Co-Vitamin praktisch nicht enthalten. Beim Wiederkäuer wird es von der Mikroflora des Pansens synthetisiert. Hierfür ist allerdings eine genügende Zufuhr von Kobalt nötig, dessen Vorkommen in den betriebseigenen Futtermitteln je nach den regionalen Gegebenheiten erheblich unter dem erforderlichen Versorgungsniveau liegt, so dass sich eine Co-Ergänzung empfiehlt.

**Molybdän (Mo):** Mo-Mangelerkrankungen kommen beim Tier praktisch nicht vor, die praxisüblichen Futtermittel weisen natürlicherweise relativ hohe Mo-Gehalte auf.

**Selen (Se):** Das Vorkommen von Selen in der Natur hängt vom Se-Gehalt der Böden ab. Die Se-Konzentration in den Böden Europas ist aufgrund von Bodenmaterial, klimatischen Bedingungen und Vegetation sehr unterschiedlich. Somit ist die Se-Verfügbarkeit für Pflanzen und Tiere regional sehr unterschiedlich. Der Se-Gehalt von Böden in unserer Region wird als durchschnittlich zu niedrig eingestuft. Die zu geringen Selengehalte im Boden wirken sich folglich auf das Grundfutter aus.

**Jod (I):** Jodmangel ist ebenfalls stark standortabhängig. Unsere Böden sind allgemein jodarm, was sich auf das Grundfutter auswirkt. Besonders in Rationen mit goitrogenen Stoffen (= Stoffe welche die Jodaufnahme hemmen), u.a. Sojabohnen, Raps..., empfiehlt sich eine verstärkte Jodzufuhr. Auch Kälteexposition in den Wintermonaten kann aufgrund einer gesteigerten Thyroxinsekretion einen erhöhten Jodbedarf zur Folge haben.

Tabelle 2: Funktionen von Spurenelemente (LfL, 2008)

Element	Bestandteil/ Funktion/ Einfluss auf	Symptome bei Mangel
Mn	Enzymbestandteil, Wachstum, Knochenbildung	Beeinträchtigung der Skelettentwicklung
Zn	Enzymbestandteil, Wundheilung	geringere Tageszunahmen, schlechte Futterverwertung, Haut- und Klauenproblem, langsame Wundheilung
Fe	Blutfarbstoffbestandteil, Enzymbestandteil	Blutarmut
Cu	Coenzym, Hämoglobinbildung	Durchfall, schlechte Fresslust, schlechtes Wachstum, Störungen in der Pigmentierung des Haarkleides
Mo	Enzymbestandteil	Hohe Mo-Versorgung induziert Cu-Mangel.
J	Schilddrüsenfunktion	schlechte Spermaqualität, Fruchtbarkeitsstörungen
Co	Vit B12-Bestandteil, Aufbau von Hämoglobin	schlechte Fresslust, geringere Gewichtszunahme
Se	Enzymbestandteil, Radikalfänger	Weißmuskelkrankheit

*Interaktionen im Spurenelementstoffwechsel*

Die Verfügbarkeit der Spurenelemente ist nicht nur vom jeweiligen Element selbst und seiner Bindungsform (organische bzw. anorganische Verbindungen) abhängig, sondern auch von verschiedensten anderen Rationsbestandteilen. So können sowohl Makroelemente, aber auch Spurenelemente untereinander die Verfügbarkeit deutlich vermindern, so dass trotz ausreichender Versorgung eine sekundäre Mangelsituation eintreten kann.

Tabelle 3: Antagonisten (FAL, 2004)

Elemente	Typische Antagonisten
Mn	Ca, Fe, Mg, P, Phytat
Zn	Arginin, Ca, Cd, Cu, Fe, Glucosinolat, P, Phytat, S
Fe	Ca, Cd, Cu, Lignin, Mu, Ni, P, Pb, Proteine, Phytat, Zn, Zucker
Cu	Ag, Ca, Cd, Fe, Hg, Mo, P, Pb, Phytat S, Zn,
Mo	S
J	As, Ca, Co, F, Glucosinolate, NO <sub>3</sub>
Co	Fe, I
Se	As, Cd, Hg, S

## 1.3 VITAMINE

*Spezifische Funktionen und Besonderheiten einzelner Vitamine*

Die Vitamine werden entsprechend ihrer Löslichkeit in fettlösliche bzw. wasserlösliche Vitamine eingeteilt. Mit dieser Einteilung wird auch gleichzeitig die Wirkungsweise gekennzeichnet. Während die fettlöslichen Vitamine insbesondere spezifische Funktionen für Ausbildung und Aufrechterhaltung von Gewebestrukturen ausüben, sind die wasserlöslichen Vitamine im Wesentlichen an katalytischen oder steuernden Funktionen im Stoffwechsel beteiligt, z.B. als Koenzyme.

Tabelle 4: Funktionen von Vitaminen (AWT, 2001)

Fettlösliche Vitamine	Bestandteil/ Funktion/ Einfluss auf	Zusatzeffekte
Vit A	Epithelbildung	Fruchtbarkeit, Zellstoffwechsel, Immunität
B-Carotin	Vitamin A-Vorstufe	Gesundheit, Fruchtbarkeit
Vit D	Regulierung des Calcium- und Phosphorstoffwechsels	Immunität
Vit E	Antioxidans	Gesundheit, Immunität, Qualität von Eiern, Fleisch, Milch
Vit K	Blutgerinnung	Proteincarboxylierung

Wasserlösliche Vitamine	Bestandteil/ Funktion/ Einfluss auf	Zusatzeffekte
Vit B1	Kohlenhydratstoffwechsel	Erregungsübertragung, Nervensystem
Vit B2	Energieumsatz	
Vit B6	Aminosäurestoffwechsel	Immunität
Vit B12	Eiweißumsatz	
Biotin	Fettsäurestoffwechsel und Energieumsatz	Qualität von Haut, Haar, Horn
Folsäure	Amino- und Nucleinsäurestoffwechsel	Fruchtbarkeit
Niacin	Energieumsatz	Stoffwechselaktivität, Ketoseprophylaxe
Pantothensäure	Fettstoffwechsel und Energieumsatz	
Vit C	Redoxreaktionen	Stressabbau, Gesundheit, Immunität
Cholin	Fettstoffwechsel, Methylgruppendonator	Erregungsübertragung, Nervensystem

Infolge der mikrobiellen Syntheseaktivität im Pansen der Wiederkäuer wird ein Teil der Vitamine enteral verfügbar und sichert den Bedarf. Eine orale Vitamin-Zufuhr konzentriert sich somit beim Wiederkäuer hauptsächlich auf die Vitamine A, D und E.

Vitamin A: Vitamin A kommt ausschließlich in Futtermitteln tierischer Herkunft vor. Pflanzliche Futtermittel enthalten nur  $\beta$ -Carotin als Vorstufe, das dann zu Vitamin A umgewandelt werden kann. Das Umwandlungsverhältnis von  $\beta$ -Carotin zu Vitamin A ist bei den Tierarten unterschiedlich und von der Höhe der Aufnahme abhängig. Bei Aufnahme bedarfsdeckender Mengen werden etwa 80-90% des Vitamin A im Dünndarm absorbiert. Beim Mastrind liegt ein Umwandlungsverhältnis von 7-8 mg  $\beta$ -Carotin zu 1 mg Vitamin A vor, d.h. ungefähr 440IE Vitamin A je 1 mg  $\beta$ -Carotin (AWT, 2001).

Mit fortschreitender Vegetationsdauer und in Abhängigkeit von der Konservierung und der Lagerungsdauer nimmt der Carotingehalt in den Pflanzen ab.

Besonders junge blattreiche Grünfütterpflanzen sind carotinreich. Stengelreiche Pflanzen wie Silomais enthalten dagegen weniger Vitamin-A-Vorstufen.

Mineralfutter sind reich an Vitamin A, um die enormen Abweichungen bzw. Schwankungen (in Abhängigkeit von Bergung, Konservierung, Lagerung...) von Vitamin A-Gehalten im Grobfutter zu kompensieren.  $\beta$ -Carotin-Gehalte z.B. in Heu oder Grassilage können durch Regen ausgewaschen werden und sind deshalb zu vernachlässigen.

Vitamin D: Das Vitamin D2 (Ergocalciferol) entsteht in den Pflanzen bei der Trocknung unter dem Einfluss von UV-Strahlen aus Ergosterol. Unter Einwirkung der UV-Strahlen erfolgt nach dem Schnitt der Pflanzen und weiterem Verbleib auf dem Feld bzw. Grünland eine Umwandlung des Provitamins Ergosterol in Vitamin D2. Der D2-Gehalt in konservierten Futtermitteln nimmt in der Reihenfolge Anwelksilage und bodengetrocknetes Heu zu. Vitamin D3 (Cholecalciferol) kann



dagegen in der Epidermis durch UV-Bestrahlung aus 7-Dehydrocholesterol gebildet werden. Eine überwiegende Stallhaltung begrenzt daher die Vitamin D3-Bildung.

Aufgrund des begrenzten natürlichen Vorkommens sind die natürlichen Vitamin-D-Quellen für die Bedarfsdeckung von Rindern ohne Bedeutung und werden in Futtermitteltabellen nur selten gelistet.

Vitamin E: Vitamin E (Sammelbegriff für verschiedene Verbindungen von Tocopherolen und Tocotrienolen) ist in Pflanzen und tierischem Gewebe enthalten. Besonders  $\alpha$ -Tocopherole kommen im Grünfutter reichlich vor. Die natürlich vorkommenden Tocopherole sind aber instabil und bauen sich schnell ab. Aus diesem Grund muss Vitamin E über Mineralfutter ergänzt werden.

Reich an Vitamin E sind Gras, Klee, Luzerne, Grünmehl, unzerkleinerte Samen.

Arm an Vitamin E sind Ölsaatextraktionsschrote.

#### *Umrechnungsfaktoren für Vitamine*

Vitamine liegen in vielen verschiedenen Verbindungen mit unterschiedlichen Gehalten an aktiver Substanz vor. Tabelle 5 informiert über die international üblichen Umrechnungsfaktoren der verschiedenen Vitaminverbindungen.

Tabelle 5: Umrechnungsfaktoren für Vitamine (AWT 2001)

Vitaminverbindung zu aktiver Substanz	Umrechnungsfaktoren (Vitaminverbindung zu aktiver Substanz)
1 IE Vitamin A	= 0,3 $\mu$ g Vitamin A-Alkohol = 2,5 $\mu$ g $\beta$ -Carotin (Rind)  = 0,344 $\mu$ g Vitamin A-Acetat = 2,5 $\mu$ g $\beta$ -Carotin (Rind)  = 0,359 $\mu$ g Vitamin A-Propionat = 2,5 $\mu$ g $\beta$ -Carotin (Rind)  = 0,55 $\mu$ g Vitamin A-Palmitat = 2,5 $\mu$ g $\beta$ -Carotin (Rind)
1 IE Vitamin D	= 0,025 $\mu$ g Cholecalciferol  = 0,025 $\mu$ g Ergocalciferol
1 IE Vitamin E	= 1mg dl- $\alpha$ -Tocopherylacetat  = 0,671mg d- $\alpha$ -Tocopherol  = 0,909mg dl- $\alpha$ -Tocopherol  = 3,03mg d- $\beta$ -Tocopherol  = 4mg d- $\delta$ -Tocopherol  = 100mg d- $\gamma$ -Tocopherol

## 2. Die Deklaration von Mineralfuttermitteln

Die Kennzeichnung der Futtermittel, auch Deklaration oder „Sackanhänger“ genannt, informiert darüber, aus welchen Elementen bzw. Vitaminen ein Mineralfuttermittel zusammengesetzt ist und in welchen Größenordnungen diese enthalten sind. Das Prüfen und vergleichen der Angaben auf dem Etikett zeigt die doch deutlichen Qualitätsunterschiede der verschiedenen Mineralfuttermittel auf und hilft bei der Wahl.

Bezeichnung: erklärt für welche Tierart oder Tierkategorie das Mineralfuttermittel verwendet werden soll.

Inhaltsstoffe: Ca, Na, Mg, P müssen gelistet sein, falls eines dieser Elemente nicht enthalten ist, muss es mit 0% gelistet werden.

Zusatzstoffe: unter den Zusatzstoffen müssen auf der Deklaration die fettlöslichen Vitamine A, D3 und E sowie das Spurenelement Kupfer aufgeführt werden. Alle anderen Vitamine und Spurenelemente müssen nicht deklariert werden; werden aber i.d.R. gelistet, falls sie im Mineralfuttermittel enthalten sind.

Fütterungshinweis: hier werden konkrete Hinweise zum Einsatz des Mineralfuttermittels gegeben. In g pro Tier und Tag oder als % der Tagesration pro Tier und Tag. Der Fütterungshinweis berücksichtigt die gesetzlichen Vorgaben – Höchstwerte für Spurenelemente und Vitamine nach VO (EG) Nr. 2004/C50/01.

Zusammensetzung: mit prozentualen Anteilen in absteigender Reihenfolge gemäß der Mengenanteile.

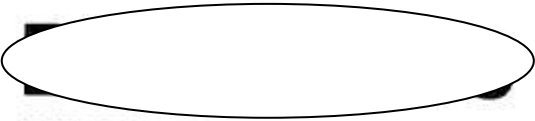
Nettogewicht oder Nettovolumen: muss angegeben sein.

Mindesthaltbarkeitsdatum: Letztlich müssen auf der Deklaration auch Hinweise zur Mindesthaltbarkeit (Monat und Jahr) angegeben werden. Die Mindesthaltbarkeit stellt den Zeitraum dar, in dem die angegebenen Inhaltsstoffe in Menge und Qualität garantiert werden – das Mindesthaltbarkeitsdatum bezieht sich auf das am ehesten verfallende Element bzw. Vitamin. Dies setzt natürlich eine ordnungsgemäße Lagerung voraus (trocken und kühl lagern).

Hersteller: Name (Firma) und Anschrift des verantwortlichen Inverkehrbringers.

Anerkennungs- bzw. Losnummer: Die Anerkennungsnummer ist nicht zwingend erforderlich, wohingegen die Losnummer zur Rückverfolgbarkeit der Charge angegeben sein muss.

## Beispiel für eine Deklaration



← Produktname

-----2/ 09578.01

**Mineralfuttermittel für Rinder**

← Bezeichnung

**Inhaltsstoffe:**  
 13,00% Calcium  
 6,00% Phosphor  
 6,00% Natrium  
 15,00% Magnesium

← Inhaltsstoffe

**Zusatzstoffe je kg:**  
 1.000.000 I.E. Vitamin A, 150.000 I.E. Vitamin D3,  
 5.500 mg Vitamin E (Alpha-Tocopherolacetat-Equivalent)  
 100.000 mcg Biotin,  
 1.500 mg Kupfer als Kupfer-II-sulfat, Pentahydrat,  
 10.000 mg Zink als Zinkoxid,  
 6.000 mg Mangan als Mangan-II-Oxid,  
 160 mg Jod als Calciumjodat,  
 60 mg Selen als Natriumselenit,  
 40 mg Kobalt als Basisches Kobalt-II-carbonat.

← Zusatzstoffe

**Fütterungshinweis:**  
 Dieses Ergänzungsfuttermittel darf wegen der gegenüber  
 Alleinfuttermittel höheren Gehalte an Spurenelementen,  
 Vitamin A und D3 nur an Rinder bis zu 0.80% der Tages-  
 ration verfüttert werden.


← Fütterungshinweise

**Zusammensetzung:**  
 29.9% Calcium-Magnesiumphosphat, 23.9% Magnesiumoxid, 20.6%  
 Calciumcarbonat, 15.7% Natriumchlorid, 2.0% Zuckerrüben-  
 melasse

← Zusammensetzung

**Nettomasse: 25.00 kg bzw. Wiegenote**  
 6 Monate vor dem angegebenen Mindesthaltbarkeitsdatum  
 hergestellt. Einschließlich Zusatzstoffe mindestens haltbar  
 bis : MAI 2006

← Nettomasse, Mindest-  
haltbarkeitsdatum



← Name (Firma) und  
Anschrift des verant-  
wortlichen Inverkehr-  
bringers

-----

Anerkennungs-Kennnummer: αDE-NI-4-00054 Partie-Nr:0808151105  
 Kühl und trocken lagern !

↑

Anerkennungsnr. (fakultativ):  
Code steht für den Hersteller

↑

Losnummer: zur Rückver-  
folgbarkeit der Charge

### 3. Bedarf und Bedarfsdeckung

Diese Bedarfsangaben sind keine konstanten und für immer feststehenden Größen. Erhöhtes Leistungspotential der Tiere, veränderte Haltungs- und Fütterungsbedingungen, unterschiedliche Anteile antagonistisch wirkender Substanzen einschließlich der Interaktionen verschiedener Nahrungsbestandteile und weitere Einflussfaktoren sind häufig Anlass, die Bedarfsangaben zu überarbeiten.

Bei den aktuellen Bedarfsnormen für Mastrinder werden neben der eigentlichen Leistung (Lebendmassezunahmen) auch physiologische Kriterien oder die Bildung bestimmter Körperreserven zur Bedarfsableitung herangezogen.

In den Tabellen 6, 7 und 8 sind Empfehlungen zur Versorgung von Mastrindern mit Mengen- und Spurenelementen sowie Vitaminen aufgelistet. Die Zahlenwerte geben den Bedarf je kg Futter-Trockenmasse an. Infolge der Schwierigkeiten bei der Bestimmung des Mineralstoff- und Vitaminbedarfs sind diese Zahlen nur als Richtwerte zu betrachten. Die Angaben dürften aber dennoch einen ausreichenden Sicherheitszuschlag beinhalten, um bei den in der Praxis üblichen Fütterungsverhältnissen eine optimale Mineralstoff- und Vitaminzufuhr zu gewährleisten.

Die Gefahr einer Überversorgung mit Mineralstoffen und Vitaminen ist infolge der vielfältigen Regulationsmechanismen der Tiere geringer, als oft angenommen. Unter der selbstverständlichen Voraussetzung, dass Wasser in ausreichender Menge zur Verfügung steht, werden überschüssige Mineralstoffe und Vitamine ausgeschieden.

Für die bedarfsgerechte Versorgung ist die genaue Kenntnis der Mineralstoffgehalte im Grobfutter wichtig. Bei Gras- und Maissilagen ist grundsätzlich eine Analyse der Mengenelemente durchzuführen. Hierbei hat sich oftmals herausgestellt, dass bei der zusätzlichen Versorgung mit den Mengenelementen Ca, P und Mg stark gespart

werden kann. Analysen für Spurenelemente sind oftmals zu aufwendig, eine prinzipielle Ergänzung über Mineralfuttermittel muss also erfolgen.

Die nativen Gehalte an Vitaminen im Futter sinken während der Lagerungsdauer deutlich. In den Monaten Februar bis April ist die Vitaminversorgung daher besonders gefordert. Die Höhe des Vitamin-D-Bedarfs ist von der Versorgung mit Calcium und Phosphor abhängig. Bei ungünstiger Zufuhr oder einem ungünstigen Mengenverhältnis von Calcium zu Phosphor ist der Bedarf an Vitamin D3 erhöht.

Aber unter praktischen Bedingungen reicht i.d.R. der Minimalbedarf für die Tiere nicht aus. Haltung, Hygiene, Fütterungseinflüsse sowie übliche Belastungen in der Praxis können den Vitaminbedarf der Tiere erheblich erhöhen.

Tabelle 6: Versorgungsempfehlung für Mengenelemente (in Anlehnung an die GfE-Empfehlungen für Mastrinder, 1995)

Lebendgewicht kg	Zunahmen (g/Tag)	Futter- aufnahme (kg TM/Tag)	Bedarf Na (g/Tag)	Bedarf Na (g/kg TM)	Bedarf K (g/Tag)	Bedarf K (g/kg TM)	Bedarf Mg (g/Tag)	Bedarf Mg (g/kg TM)	Bedarf Ca (g/Tag)	Bedarf Ca (g/kg TM)	Bedarf P (g/Tag)	Bedarf P (g/kg TM)	Bedarf Cl (g/Tag)	Bedarf Cl (g/kg TM)
200	1000	5,2	5	0,96	43	8,60	5	0,96	38	7,6	17	3,3	8	1,5
	1200		5	0,96	45	8,60	6	1,1	44	8,5	20	3,8	8	1,5
	1400		5	0,96	47	9,00	6	1,1	50	9,6	22	4,2	9	1,7
300	1000	7,0	6	0,85	58	8,2	7	0,85	44	6,2	21	3,0	10	1,4
	1200		6	0,85	60	8,5	7	1,0	50	7,1	23	3,2	11	1,6
	1400		7	1	62	8,8	8	1,1	56	8,0	26	3,7	11	1,6
400	1000	8,4	7	0,83	68	8,0	8	1,1	46	5,5	22	2,6	12	1,4
	1200		7	0,83	70	8,3	8	1,1	52	6,2	25	2,9	13	1,5
	1400		8	0,95	72	9,0	9	1,1	59	7,4	27	3,2	13	1,5
500	1000	9,4	8	0,85	76	8,0	8	0,85	48	5,1	24	2,6	13	1,4
	1200		8	0,85	78	8,3	9	0,95	54	5,7	26	2,7	14	1,5
	1400		8	0,85	80	8,5	9	0,95	60	6,4	29	3,1	14	1,5
600	1000	10,2	8	0,78	84	8,2	9	0,88	50	4,9	25	2,5	15	1,5
	1200		9	0,88	87	8,5	10	0,98	56	5,5	28	2,7	15	1,5
	1400		9	0,88	89	8,7	10	0,98	62	6,0	30	2,9	16	1,6
700	1000	10,6	8	0,75	87	8,2	9	0,85	48	4,5	24	2,3	15	1,4
	1200		9	0,85	89	8,4	10	0,95	54	5,1	27	2,6	16	1,5
	1400		9	0,85	91	8,6	10	0,95	60	5,6	29	2,7	16	1,5

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) gibt keine Bedarfsempfehlungen für Schwefel (S) heraus. NBVC-indicateurs avancés de la santé, gibt für Schwefel (S) einen Bedarf von rund 1,8 g/kg TM an.

Tabelle 7: Versorgungsempfehlung für Spurenelemente (in Anlehnung an die GFE, 1995)

Element	Bedarf
Mn (mg/kg TM)	45
Zn (mg/kg TM)	45
Fe (mg/kg TM)	50
Cu (mg/kg TM)	10
Mo (mg/kg TM)	0,1
J (mg/kg TM)	0,25
Co (µg/kg TM)	200
Se (µg/kg TM)	150

Tabelle 8: Versorgungsempfehlung für Vitamine (in Anlehnung an die GFE, 1995; \*AWT: Zur Verbesserung der Fleischqualität ab 100 Tage vor der Schlachtung)

Element	Bedarf
Vit A (IE/kg TM)	4000
VitD (IE/kg TM)	500
VitE (mg/kg TM)	15
VitE (mg/Tag)	*1000-1500

## 4. Trockenmasse-Aufnahme in der intensiven Bullenmast

Die Tabelle 9 dient zur Abschätzung der TM-Aufnahme von Mastbullen in Abhängigkeit vom Lebendgewicht. Ausgehend von der geschätzten TM-Aufnahme von Mastbullen kann der Tagesbedarf an Mineralstoffen und Vitaminen aus Tabelle 6, 7 und 8 (ausgedrückt in g, mg bzw. I.E. je kg TM) ermittelt werden.

Tabelle 9, Teil 1: Trockenmasse (TM)-Aufnahme in Abhängigkeit vom Lebendgewicht (Lfl, 2008)

Lebendgewicht (kg)	Trockenmasseaufnahme (kg)	Spannweite (kg)
80	1	0,8 - 1,2
100	2,2	2,0 - 2,2
120	2,9	2,7 - 3,1
140	3,4	3,2 - 3,6
160	4	3,8 - 4,2
180	4,6	4,4 - 4,8
200	5,2	5,0 - 5,4
220	5,6	5,4 - 5,8
240	6	5,8 - 6,2
260	6,4	6,2 - 6,6
280	6,7	6,5 - 6,9
300	7	6,8 - 7,2
320	7,3	7,1 - 7,5
340	7,6	7,4 - 7,8
360	7,9	7,7 - 8,1
380	8,2	8,0 - 8,4
400	8,4	8,2 - 8,6



Tabelle 9, Teil 2: Trockenmasse (TM)-Aufnahme in Abhängigkeit vom Lebendgewicht (LfL, 2008)

Lebendgewicht (kg)	Trockenmasseaufnahme (kg)	Spannweite (kg)
420	8,6	8,4 - 8,8
440	8,8	8,6 - 9,0
460	9	8,8 - 9,2
480	9,2	9,0 - 9,4
500	9,4	9,2 - 9,6
520	9,6	9,4 - 9,8
540	9,8	9,6 - 10
560	10	9,8 - 10,2
580	10,1	9,9 - 10,3
600	10,2	10,0 - 10,4
620	10,3	10,1 - 10,5
640	10,4	10,2 - 10,6
660	10,5	10,3 - 10,7
680	10,6	10,4 - 10,8
700	10,6	10,4 - 10,8

## 5. Mineral-, Spurenelement- und Vitamingehalte von gebräuchlichen Futtermitteln

Die natürlichen Gehalte der Futtermittel an Mengen- und Spurenelementen unterliegen großen Schwankungen. Verantwortlich dafür ist eine Reihe von Faktoren, die bei den einzelnen Futtermitteln verschieden stark wirksam sind. Im Wesentlichen sind dies der Standort der Pflanze (Bodenart, pH-Wert), Klima und Witterung, botanische Zusammensetzung des Pflanzenbestandes, Vegetationsstadium, Werbungs- und Konservierungsart, Verunreinigungen.

Tabelle 10: Beeinflussung des Mineralstoffgehaltes von Grünfütter durch Standort, Düngung und Klima (Kirchgessner, 1987)

		Ca	P	Mg	Na	Mn	K	Cu	Se	Zn
Standort	saure Böden	↓	↓			↑		↓	↓	↑
	Moor/Torf									
	Muschelkalk					↓				↓
	Sande							↓		
	Verwitterungsböden							↓	↓	↓
	Lehm							↓		
Düngung	P-Düngung		↑							
	reichliche K-Düngung			↓	↓		↑			
	reichliche Ca-Düngung					↓				↓
Klima	längere Trockenheit		↓			↓				↓
	hohe Niederschläge	↓								
Emissionen	Schwefel							↓	↓	
Umweltgifte	Schwermetalle							↓	↓	↓

Entsprechend dieser Zusammenhänge lässt sich der Mengen- und Spurenelementgehalt des Futters durch verschiedene agrartechnische Maßnahmen (Düngung, Schnittzeitpunkt, Ernte- und Konservierungsverfahren) beeinflussen. Als Beispiel hierzu soll die Abhängigkeit der Mengen- und Spurenelementgehalte von der botanischen Zusammensetzung und vom Schnittzeitpunkt aufgezeigt werden. Bei Wiesen und Weiden steigt der Mengen- und Spurenelementgehalt mit zunehmendem Anteil an Kräutern und Leguminosen. Mit fortschreitendem Wachstum der Pflanzen nimmt aber der Gehalt an einigen Mengen- und Spurenelementen (u.a. Cu, Mn, Zn, P) ab.

In Handelsfuttermitteln ist der Gehalt an Mengen-, Spurenelementen höher als im wirtschaftseigenen Grundfutter. Der Grund hierzu liegt darin, dass in Handelsfuttermitteln durch Entzug eines Nährstoffes (z.B. Stärke, Öle) alle Mengen- und Spurenelemente im Rückstand angereichert werden.

Die natürlichen Vitamingehalte in Grund- und Handelsfuttermitteln weisen ebenfalls große Schwankungen auf. Neben Klima, Futterart, Standort und Düngung haben für Vitamine vor allem Lagerung und Aufbereitung einen großen Einfluss. In Abhängigkeit vom Konservierungsverfahren und von den Lagerungsbedingungen treten mehr oder weniger hohe Verluste an Carotin, Carotinoiden und Vitamin E auf. Die Heuwerbung ist hierbei das verlustreichste Verfahren. Einschließlich des weiteren Abbaus während der Lagerung enthält Heu zum Zeitpunkt der Fütterung nur noch rund 10% vom Ausgangsgehalt an diesen Inhaltsstoffen.

Vergleicht man die natürlichen Gehalte von Mengen- und Spurenelementen und Vitaminen im Futter mit dem Bedarf der Tiere, so zeigt sich folgendes Bild: in Wiederkäuerrationen sind i.d.R. die Elemente Na, Ca, P, Mg, Cu, Co, Se, J, Mn, Zn und die Vitamine A, D, E in zu geringen Mengen vorhanden. Die zwischen Versorgung und Bedarf vorhandenen Lücken müssen durch Beimischung von Mineralfuttermitteln zu den Rationen geschlossen werden.

Die Mittelwerte in den nachfolgenden Tabellen gelten lediglich als Richtwerte die aus der Literatur und Analysen von anerkannten landwirtschaftlichen Laboren zusammengeführt wurden. Die Tabellenwerte können durchaus von den nativen Werten der Futtermittel abweichen und dienen somit lediglich als Richtwerte zur Ermittlung eines adäquaten Mineralfutters zur Supplementierung der betriebsindividuellen Ration.

Es folgt Tabelle 11, Teil 1 und 2: Mittlere Gehaltswerte gebräuchlicher Futtermittel (INRA, 2004; außer falls gekennzeichnet \*Blgg, \*\*AWT, 2001)

Tabelle 11, Teil 1: Mittlere Gehaltswerte gebräuchlicher Futtermittel (INRA, 2004; außer falls gekennzeichnet \*Blgg, \*\*AWT, 2001)

	Biertreber	Ackerbohnen	Erbsen	Gerste	Grassilage*	Hafer	Heu	Luzernepellet	Maisgluten	Mais Silage*
Na (g/kg TM)	0,4	0,1	0,1	0,1	2,6	0,1	3,9	0,2	0,9	0,2
K (g/kg TM)	1	9,8	9,8	4,8	33	4,6	21	26,6	0,9	12
Mg (g/kg TM)	2	1,6	1,4	1,1	2,3	1	1,7	1,7	0,4	1,3
Ca (g/kg TM)	3,6	1,4	1,1	0,7	5,1	1,1	5,4	22,6	0,7	1,7
P (g/kg TM)	6	4,6	4	3,4	3,9	3,2	2,8	2,4	4,9	2
S (g/kg TM)	1,5	2,4	2	1,3	2,9	1,8	1	2,7	5,8	0,9
Cl (g/kg TM)	0,5	0,7	0,8	1,1	12	1	7,8	6,5	0,7	2,2
Mn (mg/kg TM)	54	7	9	16	90	40	49	37	8	28
Zn (mg/kg TM)	92	31	32	30	40	23	32	26	33	34
Fe (mg/kg TM)	183	59	92	158	498	106	525	309	100	103
Cu (mg/kg TM)	17	12	7	9	7,8	3	7	7	11	3,8
Mo (mg/kg TM)		0,63	2	0,44	1,8	0,83	2	1,4	0,82	0,5
J (mg/kg TM)			0,26	0,09	0,4	0,1	0,65			0,2
Co (µg/kg TM)	210	350	90	130	141	90	520	840	2000	47,6
Se (µg/kg TM)	830	20	150	110	90	190	200	240	200	20
Vit A IE/kg TM			430	2220	8000	**440	**8800	91000	14000	5000
VitD IE/kg TM					200					200
VitE mg/kg TM	**2	5	4	16	**60	12	**30	202	24	**15

Tabelle 11, Teil 2: Mittlere Gehaltswerte gebräuchlicher Futtermittel (INRA, 2004; außer falls gekennzeichnet \*Blgg, \*\*AWT, 2001)

	Maniok 67% Stärke	Melasse (Zuckerrüben)	Melasse (Zuckerrohr)	Rapsextr.- Schrot	Sojaextr.- Schrot	Stroh (Weizen)	Triticale	Trocken- Schnitzel	Weizen	Weizen- grieskleie
Na (g/kg TM)	0,3	6,8	2,3	0,4	0,3	0,3	0,1	2,9	0,1	0,1
K (g/kg TM)	7,8	39,2	37,4	12,3	21,1	9,4	4,9	4,3	4	12,3
Mg (g/kg TM)	1,1	0,5	3,3	4,9	2,9	0,6	1	1,8	1	4,2
Ca (g/kg TM)	2,3	1	7,4	8,3	3,4	4,4	0,7	13,2	0,7	1,4
P (g/kg TM)	0,9	0,2	0,6	11,4	6,2	0,7	3,5	0,9	3,2	9,9
S (g/kg TM)	2,7	4,2	5,3	5,9	4	1	1,3	2,4	1,5	1,9
Cl (g/kg TM)	0,2	4,5	15,9	0,7	0,5	5,5	0,9	1,2	0,9	0,9
Mn (mg/kg TM)	26	29	59	52	38	42	20	70	34	112
Zn (mg/kg TM)	15	17	13	65	47	19	20	19	27	74
Fe (mg/kg TM)	15	117	188	172	283	171	58	601	47	143
Cu (mg/kg TM)	4	13	29	7	18	3	6	5	5	17
Mo (mg/kg TM)	0,05	0,26	1,3	1,6	4	1,2	0,44	0,67	0,46	1,4
J (mg/kg TM)	0,05	1,1	1,20	0,09	0,15	0,10	0,09	2	0,06	0,08
Co (µg/kg TM)	40	550	900	0,09	260	20	30	190	20	90
Se (µg/kg TM)	70			1,1	200	20	50	110	120	470
Vit A IE/kg TM		**440		**440	**2850	1000	**440	90	160	4800
VitD IE/kg TM									5	5
VitE mg/kg TM		4	5	14	4	2	**9	13	15	18

## 6. Höchstgehalte

In den nachfolgenden Tabellen sind die für die Rinderfütterung bedeutsamen Höchstgehalte an Mengen-, Spurenelementen und Vitaminen nach (VO (EG) Nr. 2004/C50/01) aufgeführt. Die Höchstgehalte gelten pro kg Alleinfutter bei 88% TM. Das Alleinfutter setzt sich zusammen aus der täglich vorgelegten Mischung aller eingesetzten Futterkomponenten. In einem Mineralfuttermittel ist kein Grenzwert festgelegt mit der Bedingung, dass die Höchstgehalte in der Gesamtration nicht überschritten werden.

Höchstgehalte in Futtermischungen werden i.d.R. nicht nur aus toxikologischen Gesichtspunkten festgelegt, sondern um Belastungen von Mensch und Tier (übermäßige Einlagerung in verschiedene Organe z.B. Cu in die Leber, Lebensmittel tierischer Herkunft) sowie einen vermehrten Eintrag in die Umwelt zu vermeiden.

- ❖ Futtermittelrechtlich zugelassene Höchstgehalte an Mengenelementverbindungen für Rinder
  - keine Begrenzungen
- ❖ Futtermittelrechtlich zugelassene Höchstgehalte (VO (EG) Nr. 2004/C50/01) an Spurenelementverbindungen für Rinder

Tabelle 12: Höchstgehalte bei Spurenelementen

Alleinfutter, 88% TM,	mg/kg
Mangan (-carbonat, -chlorid, -oxid, -sulfat, -methionat)	250
Mangan (-oxid)	150
Zink (-acetat, -carbonat, -chlorid, -lactat, -oxid, -sulfat)	250
Eisen (-carbonat, -chlorid, citrat, -fumarat, -lactat, oxid, -sulfat)	1250

Kupfer (-acetat, -carbonat, -chlorid, -oxid, -sulfat, -methionat)	35
Molybdän (Ammonium-, Natriummolybdat)	2,5
Jod (Calciumjodat, Kalium- und Natriumjodid)	10
Kobalt (-acetat, -carbonat, -chlorid, -nitrat, -sulfat)	10
Selen (Na-Selenit, Na-Selenat)	0,5

- ❖ Futtermittelrechtlich zugelassene Höchstgehalte (VO (EG) Nr. 2004/C50/01) an Vitaminen für Rinder

Tabelle 13: Höchstgehalte bei Vitaminen

Alleinfutter, 88% TM,	IE/kg
Vit A	13500
VitD2 oder D3	4000
Vit E	keine Begrenzung

## 7. Berechnung der Mineralfuttergabe

Die Berechnung der notwendigen Mineralfuttergaben ist für alle Mineralien, Spurenelemente und Vitamine durchzuführen. Es ist der Mineralfuttereinsatz bzw. das Mineralfutter zu wählen, bei dem alle gesetzlich vorgegebenen Höchstgehalte (VO (EG) Nr. 2004/C50/01) eingehalten werden.

Tabelle 14: Ableitung des Mineralfuttermarfs anhand der nativen Gehalte der Futterkomponenten einer Beispielration

Rind (400kg LG; 1200g TZN ); Futteraufnahme ~8,4kg TM/d							
Ration	2kg TM Grassilage	4kg TM Maissilage	1,2kg TM Gerste	1,2kg TM Sojaextr.- Schrot	Gesamt –Gehalt der Ration	Tages-Bedarf	Bedarf aus Mineralfutter
	TM-Anteil der jeweiligen Futterkomponente X Durchschnittsgehalte der jeweiligen Futterkomponenten (Tab. 11)					TM-Aufnahme x Bedarf pro kg TM (Tab. 6,7,8)	Gesamtgehalt der Ration – Tagesbedarf
Na	5,2 g	0,8 g	0,12 g	0,36 g	6,48 g	7 g	0,52 g
K	66 g	48 g	5,76 g	25,32 g	145,1 g	70 g	gedeckt
Mg	4,6 g	5,2 g	1,32 g	3,48 g	14,6 g	8 g	gedeckt
Ca	10,2 g	6,8 g	0,84 g	4,08 g	21,92 g	52g	30,08 g
P	7,8 g	8 g	4,08 g	7,44 g	27,32 g	25 g	2,32 g
S	5,8 g	3,6 g	1,56 g	4,8 g	15,76 g	15 g	gedeckt
Cl	24 g	8,8 g	1,32 g	0,6 g	34,72 g	13 g	gedeckt
Mn	180 mg	112 mg	19,2 mg	45,6 mg	356,8 mg	378 mg	21,2
Zn	80 mg	136 mg	36 mg	56,4 mg	308,4 mg	378 mg	69,6 mg
Fe	996 mg	412 mg	189,6 mg	339,6 mg	1937 mg	420 mg	gedeckt
Cu	15,6 mg	15,2 mg	10,8 mg	21,6 mg	63,2 mg	84 mg	20,8 mg
Mo	3,6 mg	2 mg	0,528 mg	4,8 mg	10,93 mg	0,84 mg	gedeckt
J	0,8 mg	0,8 mg	0,108 mg	0,18 mg	1,88 mg	2,1 mg	0,22 mg
Co	282 µg	190,4 µg	156 µg	312 µg	940,4 µg	1680 µg	739,6 µg
Se	180 µg	80 µg	132 µg	240 µg	632 µg	1260 µg	628 µg
Vit A	16000 IE	20000 IE	2664 IE	3420 IE	42084 IE	40000 IE	gedeckt
Vit D	400 IE	800 IE	0	0	1200 IE	8000 IE	6800 IE
Vit E	10 mg	20 mg	19,2 mg	4,8 mg	54 mg	200 mg	146 mg



Tabelle 15: Beispiel für nötige Mineralfuttermittelgaben anhand der jeweiligen Zusammensetzung

Element	Bedarf aus Mineralfutter	Zusammensetzung Mineralfutter1	Nötigte Gabe Mineralfutter 1	Zusammensetzung Mineralfutter 2	Nötigte Gabe Mineralfutter 2
			Bedarf aus Mineralfutter / Zusammensetzung Mineralfutter		Bedarf aus Mineralfutter / Zusammensetzung Mineralfutter
Na	0,52 g	60 g/kg	8 g/d	90 g/kg	5 g/d
K	gedeckt				
Mg	gedeckt	15 g/kg		100 g/kg	
Ca	30,08 g	235 g/kg	128 g/d	90 g/kg	334 g/d
P	2,32 g	45 g/kg	51 g/d	90 g/kg	25 g/d
S	gedeckt				
Cl	gedeckt				
Mn	21,2	1600 mg/kg	13 g/d	6000 mg/kg	
Zn	69,6 mg	4000 mg/kg	17 g/d	10000 mg/kg	7 g/d
Fe	gedeckt				
Cu	20,8 mg	560 mg/kg	37 g/d	1500 mg/kg	14 g/d
Mo	gedeckt				
J	0,22 mg	80 mg/kg	2 g/d	160 mg	2 g/d
Co	739,6 µg	9000 µg/kg	82 g/d	60000 µg/kg	12 g/d
Se	628 µg	10000 µg/kg	62,8 g/d	60000 µg/kg	10 g/d
Vit A	gedeckt	500000 IE/kg		1000000 IE/kg	
Vit D	6800 IE	70000 IE/kg	97 g/d	150000 IE	45 g/d
Vit E	146 mg	800 mg/kg	182 g/d	6000 mg	25 g/d

Natrium und Calcium bleiben außer Betracht, diese Elemente können standardmäßig und kostengünstig u. a. in Form von Futterkalk und Viehsalz der Ration beigemischt werden. Der Einfluss der Mineralfutterzusammensetzung wird in Tabelle 15 ersichtlich. Von Mineralfutter1 werden 180 g und von Mineralfutter2 45 g pro Tier und Tag (Rind 600kg LG, Futteraufnahme 8kg/TM am Tag) benötigt, um den Vit E- und den Vit D-Bedürfnissen gerecht zu werden.

Beim höchsten sich ergebenden Mineralfutterbedarf ist die Einhaltung aller Höchstgehalte zu überprüfen.

Tabelle 16: Wahl des richtigen Mineralfutters unter Berücksichtigung der gesetzlichen Höchstgehalte für Spurenelemente und Vitamine (VO (EG) Nr. 2004/C50/01)

Element	Höchstgehalte bei 100% TM (Ration 8kg TM)	Gehalt der Ration	182g Mineralfutter 1	mineralisierte Ration	45g Mineralfutter 2	mineralisierte Ration
	Höchstgehalte pro kg TM X Gesamt TM der Ration		Gehalt pro kg Mineralfutter x 0,182kg	Gehalt der Ration + Gehalt Mineralfutter	Gehalt pro kg Mineralfutter x 0,045 kg	Gehalt der Ration + Gehalt Mineralfutter
Na (g)	Keine Vorgabe	6,48	10,9	17,38	4,1	10,58
K (g)	Keine Vorgabe	145,1				
Mg (g)	Keine Vorgabe	14,6	2,7	17,3	4,5	31,9
Ca (g)	Keine Vorgabe	21,92	42,7	64,6	4,1	86,5
P (g)	Keine Vorgabe	27,32	8,2	35,5	4,1	31,4
S (g)	Keine Vorgabe	15,76				
Cl (g)	Keine Vorgabe	34,72				
Mn (mg)	1364	356,8	291,2	648	270,0	626,8
Zn (mg)	2273	308,4	728	1036,4	450,0	758,4
Fe (mg)	11364	1937				
Cu (mg)	318	63,2	102	165,2	67,5	130,7
Mo (mg)	23	10,93				
J (mg)	91	1,88	14,5	16,38	7,2	9,1
Co (µg)	90909	940,4	1638	2578,4	2700	3640,4
Se (µg)	4545	632	1820	2452	2700	3332
Vit A IE	122727	38660	91000	129660	45000	83660
Vit D IE	36364	1200	12740	13940	6750	7950
Vit E mg	Keine Vorgabe	50	145,6	195,6	270	320

Die gesetzlichen Höchstwerte werden für Vit A bei entsprechender Mineralisierung der Ration mit Mineralfutter 1 überschritten. Demzufolge müsste der Mineralfuttermengeinsatz auf rund 130g pro Tier und Tag (Rind 400kg LG, Futteraufnahme 8,4kg/TM am Tag) begrenzt oder idealerweise ein dem Bedarf besser angepasstes Mineralfutter eingesetzt werden, wie es in Tabelle. 16 für Mineralfutter 2 illustriert ist.

## 8. Einfluss der Fütterung auf die Rindfleischqualität

Fleisch und Fleischprodukte sind überwiegend reich an Protein bzw. lebensnotwendigen Aminosäuren. Daneben sind verschiedene wichtige Fettsäuren sowie Mineralstoffe und Vitamine enthalten. Durch die Fütterung können die Inhaltsstoffe in Lebensmitteln tierischer Herkunft beeinflusst werden.

Tabelle 17: Einflussmöglichkeiten der Tierernährung auf ausgewählte Inhaltsstoffe in Lebensmitteln tierischer Herkunft (Flachowsky, 2007) (+++ sehr starker Einfluss, ++ starker Einfluss, + Einfluss möglich, (+) geringer Einfluss, - kein Einfluss)

Fleisch	Spurenelemente				Vitamine			
	Cu	J	Se	Zn	A	D	E	B-Vitamine
	Leber:				Leber:			
	+++	(+)	++	+	+++	+	(+)	- bis +

**Spurenelemente:** Durch Zugaben von entsprechenden Spurenelementen kann die Konzentration an verschiedenen Spurenelementen in Lebensmitteln tierischer Herkunft beeinflusst werden (siehe Tabelle 17).

**Vitamine:** Beim Kauf von Frischfleisch spielt neben den sensorischen Kriterien auch die Optik von Fleisch – die Farbe – eine wichtige Rolle. Oxidationsbedingte Veränderungen nach der Schlachtung betreffen jedoch gerade die Fleischfarbe und damit den visuellen Eindruck des Fleisches.

A-Tocopherol wird als Antioxidans überwiegend in Zellmembranen eingelagert und reduziert dort die Gefahr der Lipidperoxidation. Dadurch weisen die Membranen eine höhere Stabilität auf, was sich in geringeren Veränderungen der Fleischfarbe niederschlagen kann. Als wesentliche Ursache für die erhöhte Farbstabilität wird die verminderte Metmyoglobinbildung infolge des höheren antioxidativen Potentials angegeben, d.h. die verringerte Oxidation von Oximyoglobin zu Metmyoglobin. Laut Studien besteht ein enger Zusammenhang zwischen Lipidoxidation und Metmyoglobinkonzentration im Rindfleisch. Die Braunfärbung des Fleisches tritt ein, wenn etwa 60% des Myoglobins zu Metmyoglobin oxidiert sind.

Um eine Erhöhung der Farbstabilität des Fleisches zu erreichen sind tägliche Zulagen von 1000 – 1500 mg Vitamin E pro Tier über eine Zeitdauer von 60 bis 120 Tagen vor der Schlachtung erforderlich. Bei Weidehaltung bzw. Grasfütterung (hohe Vitamin-E-Gehalte) zeigten sich gegenüber Maisfütterung (geringe Vitamin-E-Gehalte) positive Effekte in der Farbstabilität des Fleisches (Schwarz, 2003).

Durch erhöhte Membranstabilität infolge Vitamin-E-Zulagen können auch Reifungs- und Dripsaftverluste des Fleisches in gewissen Grenzen reduziert werden.

Durch bedarfsübersteigende Vitamin-E-Gaben an landwirtschaftliche Nutztiere kann die Vitamin-E-Konzentration in den vom Tier stammenden Lebensmitteln erhöht werden. Unmittelbar nach der erhöhten Gabe steigt die Konzentration in Blut und Leber, später im Körperfett an. Resultierend erhöht sich die oxidative Stabilität der Fette und damit verbessern sich die Lagerfähigkeit, die Farbstabilität des Fleisches, die Membranstabilität, woraus sich ein verminderter Wasseraustritt und eine erhöhte Saftigkeit des Fleisches ergeben (Flachowsky et al. 1997).

## 9. Literaturverzeichnis

*AWT, (2001):* Arbeitsgemeinschaft für Wirkstoffe in der Tierernährung  
e.V.: Vitamine in der Tierernährung

*Blgg:* Bedrijfslaboratorium voor grond en gewasonderzoek,  
(Probenahme und Analytik von Futtermitteln).  
Durchschnittswerte der Jahre 2006-2008

*FAL, (2004):* Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft,  
Informationstag: Was Sie schon immer über Mikronährstoffe  
wissen wollten

*Flachowsky, G., G. Schaarmann, A. Sünder (1997):* Bedarfsübersteigende  
Vitamin-E-Gaben in der Fütterung von Nutztieren. Übersicht  
Tierernährung 25, 87-136

*Flachowsky, G. (2007):* Milch, Fleisch, Eier. Kann durch die  
Tierernährung die Zusammensetzung Beeinflusst werden?  
Forschungsreport 1, 21-23

*GfE, (1995):* Deutsche Gesellschaft für Ernährungsphysiologie,  
Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der  
Mastrinder

*INRA, (2004):* Institut nationale de la recherche agronomique (Tables  
de composition et de valeur nutritive des matières premières  
destinées aux animaux d'élevage)

*Kirchgessner, 1987:* Tierernährung – DLG-Verlag, 7.Auflage, S. 133

*LfL, (2008):* Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Gruber  
Tabelle zur Fütterung in der Rindermast. 13. Auflage/2008

*NBVC:* NBVC-IDICATEURS AVANCÉS DE LA SANTÉ, 12 chemin des  
joncs, F-69574 Dardilly Cedex

*Schwarz, F.J. (2003):* Zum Einfluss der Fütterung auf die  
Rindfleischqualität. Züchtungskunde, 75, (5) S. 357-367

## IMPRESSUM



CONVIS s.c.  
Zone Artisanale et Commerciale n° 4  
L- 9085 Ettelbruck