

Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer (Grünes Buch)

Die 'Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer' (Grünes Buch) stellen Grundlagen für die Ausbildung und Beratung in der Wiederkäuerfütterung in der Schweiz zur Verfügung (nur Onlineversion verfügbar).

Sowohl die Fütterungsempfehlungen wie erweiterte Funktionen der Futtermitteldatenbank sind nach einmaliger Registrierung frei abrufbar. Darin eingeschlossen sind auch Programme zur Berechnung von Nährwerten bei Rau- und Einzelfuttermitteln, und auch die Fütterungsempfehlungen für Schweine.

Herausgeber: Agroscope, 1725 Posieux, Schweiz, Tel. +41 58 466 71 11

info@agroscope.admin.ch

©2017 Alle Rechte vorbehalten Agroscope, 1725 Posieux, Schweiz

Zitierung:

Gesamtausgabe:

Agroscope, Oktober 2017. Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer (Grünes Buch).

Zugang:

<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/services/dienste/futtermittel/fuetterungsempfehlungen-wiederkaeuer.html>. (Konsultationsdatum TT.MM.JJJJ)

Kapitel:

Schlegel P. und Kessler J., 2015. Mineralstoffe und Vitamine. In: Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer (Grünes Buch), Kapitel 4., Hrsg. Agroscope, Posieux, (Konsultationsdatum TT.MM.JJJJ)



1. Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer

1.1 Vorwort

Die „Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer“, besser bekannt unter dem Namen „Grünes Buch“, stellen Grundlagen für die Ausbildung und Beratung in der Wiederkäuerfütterung in der Schweiz zur Verfügung. Seit 2008 wird das „Grüne Buch“ nur noch im Internet aktualisiert. Die verschiedenen Kapitel der Fütterungsempfehlungen und die modellierten Futternährwerte sind einzeln abrufbar und Überarbeitungen werden gekennzeichnet bzw. bekannt gegeben.

Das vorliegende Werk ist ein auf schweizerische Bedingungen zugeschnittenes Fütterungshilfsmittel. Es ist das Ergebnis von zahlreichen Forschungsarbeiten von Agroscope. Es baut aber auch auf den zahlreichen Bemerkungen und Ratschlägen verschiedener Futterbau-, Futterkonservierungs- und Fütterungsspezialisten auf. Des Weiteren blicken wir ebenfalls über unsere Landesgrenzen hinaus und profitieren von ausländischen Forschungsarbeiten.

Neben den Fütterungsempfehlungen für diverse Wiederkäuergattungen schliesst das Grüne Buch auch den Zugriff auf die Referenzwerte für Raufutter (Kapitel 13) und Rohkomponenten bzw. Einzelfutter (Kapitel 14), für die ein 4-jähriges Aktualisierungsmoratorium gilt, sowie den Zugriff auf die Futtermitteldatenbank (Kapitel 14: www.feedbase.ch) ein.

In der schweizerischen Futtermitteldatenbank finden sich Angaben zu Nährstoffen und Nährwerten von über 600 Einzel- und Raufuttermitteln. Zusammen mit der Datenbanktechnologie-Gruppe des Institutes für Informatik der Universität Zürich konnte die Futtermitteldatenbank weiterentwickelt werden. Neben den bisherigen Mittelwert- sind Einzelwertabfragen möglich. Dies bedeutet, dass Daten wesentlich gezielter abgefragt und mit zeitlichen und geografischen Informationen verknüpft werden können. Dank Partnerschaften mit Branchenpartnern kann die Datenbasis laufend breiter abgestützt und zu einer umfassenden Datenbank erweitert werden.

Mit dem Zugriff auf das Grüne Buch können die Benutzer auch Programme zur Berechnung von Nährwerten bei Rau- und Einzelfuttermitteln abrufen: [Berechnungsprogramme](#). Darin eingeschlossen sind auch die Fütterungsempfehlungen für Schweine (Gelbe Buch) und deren Anwendungsprogramme.

Hans Dieter Hess

Inhaltsverzeichnis

1. Titelseite, Inhaltsverzeichnis, Impressum, Abkürzungen, Vorwort
- [2. Energieversorgung](#)
- [3. Bewertungssystem für Proteinbedarf und -versorgung](#)
- [4. Mineralstoffe und Vitamine \(Überarbeitung 2015\)](#)
- [5. Fütterungsempfehlungen für das Aufzuchtkalb](#)
- [6. Fütterungsempfehlungen für die Aufzucht des Rindes](#)
- [7. Fütterungsempfehlungen für die Milchkuh \(Überarbeitung 2015\)](#)
- [8. Fütterungsempfehlungen für die Mutterkuh \(Überarbeitung 2015\)](#)
- [9. Fütterungsempfehlungen für das Mastkalb \(Überarbeitung 2016\)](#)
- [10. Fütterungsempfehlungen für die Grossviehmast](#)
- [11. Fütterungsempfehlungen für das Schaf \(Überarbeitung 2017\)](#)
- [12. Fütterungsempfehlungen für die Ziege \(Überarbeitung 2014\)](#)
- [13. Nährwert des Raufutters \(Überarbeitung 2017\)](#)
- [14. Nährwert des Einzelfuttermittel \(Überarbeitung 2017\)](#)
- [15. Formeln und Regressionen \(Überarbeitung 2017\)](#)
- [16. Die wichtigsten Fachausdrücke deutsch/französisch](#)

1.2 Abkürzungen

deutsch		französisch	
A	Ansatz	C	croît
a	Abbaubarkeit	De	dégradabilité
ADF	Lignozellulose (Van Soest)	ADF	lignocellulose (Van Soest)
APD	Absorbierbares Protein im Darm	PAI	protéines absorbables dans l'intestin
APDF	APD aus dem Futter	PAIA	PAI d'origine alimentaire
APDM	Mikrobielles APD	PAIM	PAI d'origine microbienne
APDN	Aus dem abgebauten Rohprotein aufgebautes APD	PAIN	PAI synthétisées à partir de la matière azotée dégradée
ASF	Aus dem Futter stammende Aminosäuren	AAA	acides aminés d'origine alimentaire
ASM	Mikrobielle Aminosäuren	AAM	acides aminés d'origine microbienne
BE	Bruttoenergie	EB	énergie brute
Ca	Kalzium	Ca	calcium
Cl	Chlor	Cl	chlore
Co	Kobalt	Co	cobalt
Cu	Kupfer	Cu	cuivre
D	Dichte	D	densité
E	Energie	E	énergie
ECM	Energiekorrigierte Milch	ECM	lait corrigé par rapport à sa teneur en énergie
Er	Erhaltung	En	entretien
Fe	Eisen	Fe	fer
FOS	Fermentierbare organische Substanz	MOF	matière organique fermentescible
FP	Fermentationsprodukte der Silagen	PF	produits de fermentation des ensilages
GF	Grundfütterration	RB	ration de base
GVE	Grossvieheinheit	UGB	unité gros bétail
I	Iod	I	iode
IE	Internationale Einheiten	UI	unités internationales
K	Kalium	K	potassium
k	Teilwirkungsgrad der umsetzbaren Energie	k	rendement de l'utilisation de l'énergie métabolisable
kEr	k für Erhaltung	kEn	k pour l'entretien
kErV	k für Erhaltung und Wachstum	kEnV	k pour l'entretien et la production de viande
kF	k für Fettansatz	kF	k pour la fixation de graisse dans le croît
kL	k für Milchbildung (Laktation)	kL	k pour la production laitière
kP	k für Proteinansatz	kP	k pour la fixation de protéines dans le croît
kV	k für Wachstum	kV	k pour la production de viande
LAC	Laktose	LAC	lactose
LG	Lebendgewicht	PV	poids vif

LG^{0.75}	Metabolisches Körpergewicht	PV^{0.75}	poids métabolique
LKG	Leerkörpergewicht	PVV	poids vif vide
LW_o	Laktationswoche	SL	semaine de lactation
MDS	Mono- und Disaccharide	MDS	mono- et disaccharides
Mg	Magnesium	Mg	magnésium
MIN	Mineralstoff	MIN	minéral
MJ	Megajoule	MJ	mégajoule
Mn	Mangan	Mn	manganèse
Mo	Molybdän	Mo	molybdène
N	Stickstoff	N	azote
Na	Natrium	Na	sodium
NDF	Zellwände (Van Soest)	NDF	parois (Van Soest)
NEL	Netto-Energie Milch (Laktation)	NEL	énergie nette pour la production laitière
NEV	Netto-Energie Mast (Wachstum)	NEV	énergie nette pour la production de viande
NfE	Stickstofffreie Extraktstoffe	ENA	extractif non azoté
NPN	Nicht-Protein-Stickstoff	NNP	azote non protéique
OS	Organische Substanz	MO	matière organique
P	Phosphor	P	phosphore
PME	Mikroorganismen-Protein aus fermentierbarer Energie	PME	protéines microbiennes synthétisées à partir de l'énergie fermentescible
PMN	Mikroorganismen-Protein aus abbaubarem Rohprotein	PMN	protéines microbiennes synthétisées à partir de la matière azotée dégradable
q	Umsetzbarkeit der Bruttoenergie (UE/BE)	q	métabolisabilité de l'énergie brute (EM/EB)
R²	Bestimmtheitsmass	R²	coefficient de détermination
RA	Rohasche	CE	cendres
RAP	Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere (Agroscope Posieux)	RAP	Station fédérale de recherches en production animale (Agroscope Posieux)
RF	Rohfaser	CB	cellulose brute
RL	Rohlipide (Rohfett)	MG	matière grasse
RP	Rohprotein	MA	matière azotée
s	Standardabweichung oder Standardabweichung der Residuen	s	écart-type ou écart-type résiduel
S	Schwefel	S	soufre
Se	Selen	Se	sélénium
ST	Stärke	AM	amidon
tot	total	tot	total
TS	Trockensubstanz	MS	matière sèche
TSV	Trockensubstanz-Verzehr	MSI	matière sèche ingérée
TZW	Tageszuwachs	GQ	gain quotidien
UE	Umsetzbare Energie	EM	énergie métabolisable
UEK	Umsetzbare Energie Kalb	EMV	énergie métabolisable veau
v	Verdaulichkeit	d	digestibilité
VNfE	Verdauliche stickstofffreie Extraktstoffe	ENAD	extractif non azoté digestible
VOS	Verdauliche organische Substanz	MOD	matière organique digestible

VRF	Verdauliche Rohfaser	CBD	cellulose brute digestible
VRL	Verdauliche Rohlipide (Fett)	MGD	matière grasse digestible
VRP	Verdauliches Rohprotein	MAD	matière azotée digestible
Zn	Zink	Zn	zinc
Zu	Gesamtzucker	Su	sucres totaux
Δ	Differenz	Δ	différence
μg	Mikrogramm	μg	microgramme
	Publikationen von Institutionen aus der Schweiz bzw. an denen Institutionen aus der Schweiz beteiligt waren		Publications d'institutions suisses ou dans lesquelles des institutions suisses étaient impliquées

2. Energieversorgung

Roger Daccord

Inhaltsverzeichnis

2.	Energieversorgung	2
2.1	Energieverluste	2
2.2	Art der Energiequellen	3
2.3	Überlegungen zum Grenzertrag bei der Milchkuh.....	3
2.4	Schlussfolgerung.....	4
2.5	Literatur.....	5



2. Energieversorgung

«The fire of life», Feuer des Lebens. Dieser schöne Vergleich, vom Bioenergetiker Kleiber (1961) gebraucht, charakterisiert sehr gut den Begriff «Energie». Die absolute Lebensnotwendigkeit gibt ihr einen übergeordneten Wert. Ihre effiziente Verwendung ist auch in der Landwirtschaft ein vorrangiges Ziel. Die Wirtschaftlichkeit der Tierproduktion wird weitgehend durch die Qualität ihrer Erzeugnisse und den Wirkungsgrad der Veredlung durch das Tier bestimmt. Weil die Energie 60 bis 80 % der Futterkosten ausmacht, ist die Effizienz der Umwandlung zu nutzbaren Produkten von entscheidender ökonomischer Bedeutung. Für Nichtwiederkäuer ist diese Effizienz gut, für Wiederkäuer dagegen noch ungenügend definiert. Um die Umwandlung zu verstehen und sie optimieren zu können, muss man die Energiezuflüsse zum Tier und die Abflüsse in Form von Produkten und Verlusten kennen.

2.1 Energieverluste

Die Kotverluste stellen bei allen Tierarten den wichtigsten Faktor für den unterschiedlichen energetischen Wert der Futtermittel dar. Beim Wiederkäuer werden 20 bis 60 % der aufgenommenen Bruttoenergie (BE) im Kot ausgeschieden; dies entspricht umgekehrt einer Verdaulichkeit der Energie (vBE) von 80 bis 40 %. Zwischen der vBE und der Verdaulichkeit der Organischen Substanz (vOS) besteht eine enge Beziehung (Vermorel 1980, Vermorel et al. 1987). Dies erlaubt, sich bei der Schätzung des Energiewertes auf die vOS abzustützen. Die Genauigkeit der Energiebewertung hängt somit entscheidend von der Schätzung der vOS ab.

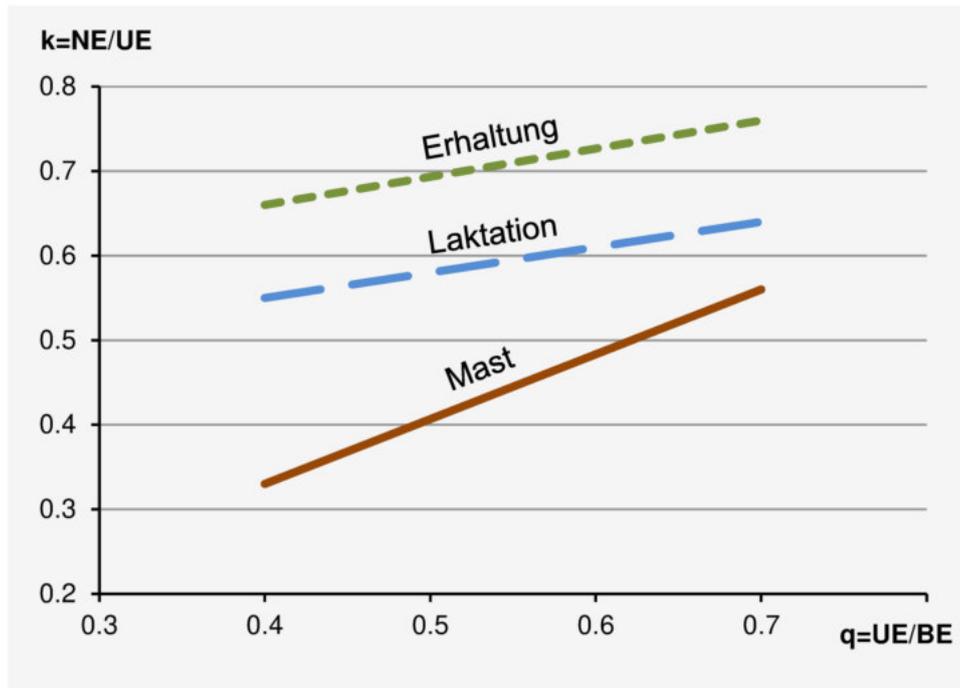
Der hauptsächliche Einflussfaktor auf die vOS der Raufuttermittel ist ihr Gehalt an Zellwandbestandteilen und deren Verdaulichkeit. Auch das Tier selbst spielt eine Rolle: im Speziellen die Tierart und das Alter, aber auch das Individuum. Zahlreiche Versuche haben eine höhere Verdauungseffizienz bei gewissen Schafen gezeigt (Daccord und Schneeberger 1986). Die gleiche Beobachtung wurde bei Ziegen gemacht (Goumaz 1992). Es wäre interessant, die Ursachen für solche tierbedingte Unterschiede zu kennen und zu untersuchen, ob sie in der Zuchtauswahl berücksichtigt werden könnten.

Beim mikrobiellen Abbau der Futtermittel gehen 5 bis 10 % der BE als Methan verloren. Diese Verluste sind proportional zur mikrobiellen Tätigkeit. Bei höherer Fütterungsintensität nehmen sie ab. Die Ausscheidung stickstoffhaltiger Substanzen im Harn, in erster Linie Harnstoff, stellt einen weiteren Verlust dar, der im Mittel 5 % der BE entspricht; er steigt mit zunehmendem Rohproteingehalt der Ration.

Die Gesamtheit der genannten Verluste bestimmt hauptsächlich den Gehalt eines Futtermittels an Umsetzbarer Energie (UE); das Verhältnis UE/BE (q) drückt die Umsetzbarkeit der BE aus. Ein Teil der UE deckt den Aufwand für Erhaltung und Produktion des Tieres: Dies ist die Nettoenergie (NE). Der andere Teil geht in Form von Wärme verloren, die bei der Futteraufnahme, der Verdauung und der Umwandlung der Verdauungsprodukte (wie flüchtige Fettsäuren, Aminosäuren und langkettige Fettsäuren) entsteht. Der Wärmeverlust hängt von der Art und den Anteilen der Endprodukte der Verdauung ab. Er unterscheidet sich auch für Erhaltung und die verschiedenen Leistungen (Milch, Wachstum, Gravidität, Reservenauflauf, Wollwachstum). Das Verhältnis NE/UE ist definiert als Teilwirkungsgrad der UE (k).

Die Effizienz der Umwandlung von Futterenergie in tierische Produkte wird weitgehend durch die Kotverluste, beziehungsweise die vBE, und durch die Wärmeverluste bestimmt. Die vBE kann durch eine bestimmte Qualität von Raufutter oder durch die Ergänzung mit energiereichem Kraftfutter gesteuert werden. Es geht nicht darum, die vBE zu maximieren, sondern Rationen (insbesondere Raufutter) einzusetzen, deren vBE den Bedürfnissen des Tieres entsprechen. Die Wärmeverluste hängen grundsätzlich von den physiologischen Funktionen, Laktation oder Mast, und von der Umsetzbarkeit der Ration(q) ab (Abb. 2.1). Für eine durchschnittliche Umsetzbarkeit der Ration ($q = 0.57$) liegt der Teilwirkungsgrad der UE bei 0.60 für die Milchbildung und bei 0.45 für die Mast. Dies entspricht einem Verlust von 40 % in der Milchproduktion und 55 % in der Mast. Es sollte daher das Ziel der Rationsgestaltung sein, diese Effizienzunterschiede über die Futterkosten auszugleichen.

Abbildung 2.1. Beziehungen zwischen der Umsetzbarkeit der Ration (q) und der Verwertung der umsetzbaren Energie (k).



2.2 Art der Energiequellen

Der Energiegehalt gibt keinen Hinweis auf die spezifische Wirkung einzelner Energiequellen. Ein Megajoule NEL in Form von Gerste, von Mais, von Rüben, von Mühlennachprodukten oder von Fett hat nicht die gleiche Wirkung auf die Fermentation im Pansen und die intermediären Umsetzungen. Für Tiere mit hohem Energiebedarf, wie die Hochleistungskuh, ist die Art der Energiequellen bei der Optimierung der Ration zu berücksichtigen (Journet 1988).

Bei allen unseren Getreidearten liegt die Abbaubarkeit der Stärke mit Ausnahme von Mais, wo sie 70 % beträgt, bei 90 % oder mehr (CVB 1991). Ein Teil der Stärke in Maiskörnern kann somit erst im Dünndarm in Form von Glukose absorbiert werden. Dies ist durchaus erwünscht, wenn der Glukosebedarf im Euter laktierender Tiere oder im trächtigen Uterus von Schaf und Ziege erhöht ist. Ein teilweiser Ersatz von Getreide durch Rüben oder deren Nebenprodukte verändert die mikrobielle Fermentation; die Folge kann eine Erhöhung des Verzehrs sein.

Das laktierende Tier hat einen spezifischen Bedarf an Fettsäuren, der noch schwierig anzugeben ist (Doreau et al. 1987). Wenn die Leistung hoch ist, besteht bei fettarmen Rationen das Risiko eines Mangels an langkettigen Fettsäuren. Eine gezielte Zufuhr kann in diesem Fall eine positive Wirkung zeigen. Weil eine Fettzulage verschiedene Wechselwirkungen in der Verdauung und in der intermediären Verwertung zur Folge hat, deren Bilanz oft negativ ist, empfiehlt sich der Einsatz von Fett als unspezifische Energiequelle nicht.

Es wäre vorstellbar, dem APD-System vergleichbare Systeme zu entwickeln, die auf einer Bewertung der Stärke oder des Futterfettes basieren. Bevor jedoch an eine Weiterentwicklung in diesem Sinne gedacht werden kann, gilt es zunächst, naheliegendere Faktoren zu optimieren: im Speziellen die Futterraufnahme, die Art und die Häufigkeit der Vorlage von Rau- und Kraffutter.

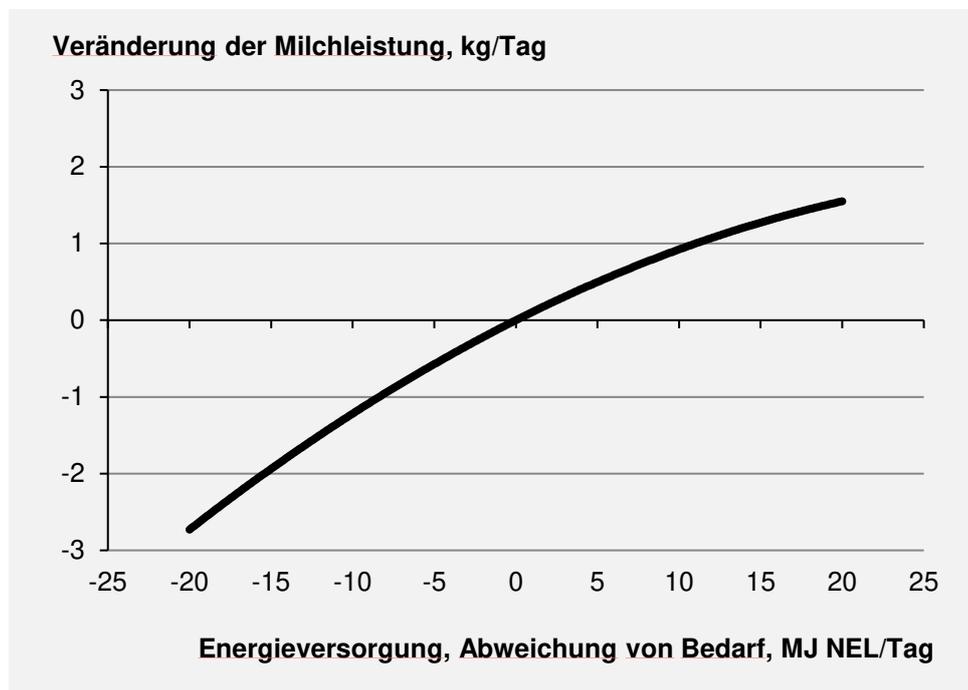
2.3 Überlegungen zum Grenzertrag bei der Milchkuh

Der Energiebedarf zur Produktion eines Kilogramms Milch mit 4 % Fettgehalt beträgt 3,14 MJ NEL; folglich ermöglicht die Zufuhr von 1 MJ NEL die Bildung von 0,3 kg Milch. Tatsächlich ist aber die Reaktion der Kuh in voller Laktation auf eine Veränderung der Energiezufuhr im Bereich ihres Bedarfes nicht linear (Faverdin et al. 1987). Die Steigerung der Leistung folgt dem Gesetz des abnehmenden Ertragszuwachses (Abb. 2.2). Bei einem Energieangebot unterhalb des eigentlichen Bedarfes stammt ein Teil der Energie für die Milchproduktion aus den Körperreserven. Übersteigt die Zufuhr den Bedarf, wird ein zunehmender Teil der Energie im Körper eingelagert. Die Auswirkung einer Veränderung der Zufuhr auf die Leistung, das heisst der Grenzertrag, kann Werte annehmen, die weit unter dem Standard von 0,3 kg Milch/MJ NEL liegen. Mit zunehmender Laktationsdauer nimmt der Grenzertrag ab. Auch der Zeitraum einer Unter- oder Überversorgung sowie

das Leistungspotenzial der Kuh spielen eine Rolle. Hochleistungskühe reagieren mit einer grösseren Produktionssteigerung auf das Angebot an zusätzlicher Energie über dem Bedarf als genetisch weniger leistungsfähige. Bei kurzfristiger Unterversorgung verringern sie ihre Leistung weniger, da sie in der Lage sind, ihre Körperreserven auch in späteren Laktationsabschnitten noch zu mobilisieren.

Der Begriff Grenzertrag an sich hat mehr Bedeutung als sein absoluter Wert, der schwierig festzulegen ist. Überlegungen dazu sind vor allem von Interesse, weil sie komplexe Steuerungsvorgänge bei der Energieverteilung auf Milchbildung und Aufbau von Körperreserven zusammenfassen. Sie sind auch geeignet, die Verdrängung von Raufutter durch Kraftfutter in der Ration einzubeziehen, wenn als Mass die Mehrleistung pro kg zusätzliches Kraftfutter genommen wird. Das Ziel solcher Überlegungen ist die Entwicklung einer effizienten Fütterungsstrategie, die Einflussfaktoren bevorzugt, welche zu hohen Grenzerträgen führen.

Abbildung 2.2. Auswirkungen einer vom Bedarf abweichenden Energieversorgung auf die Leistung der Milchkuh (nach Faverdin et al. 1987)



2.4 Schlussfolgerung

Die Energiebewertung auf der Basis von Nettoenergie hat eine solide experimentelle Basis, die durch zahlreiche Fütterungsversuche bestätigt wurde. Die Tendenz zu einem breiteren Spektrum von Produktionsintensitäten brachte Unsicherheiten bezüglich der Verwertung der Umsetzbaren Energie von Raufutter geringer Qualität zu Tage (Vermorel et al. 1987). Weil aber der Einsatz von solchem Futter beschränkt bleibt, hat die etwas ungenauere Schätzung seines Nährwertes keine schwer wiegenden Auswirkungen auf die Formulierung der Ration und ihre Kosten.

Wenn der Energieverwertung durch die Wiederkäuer mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird, sollte dies zu einer besseren Übereinstimmung zwischen ihrem Leistungsvermögen und ihren Nutzungsbedingungen führen.

Bezüglich der optimalen Möglichkeiten, den Energiebedarf von Hochleistungskühen nach dem Abkalben möglichst rasch zu decken, sind unsere Kenntnisse noch ungenügend. Im Zentrum dieses Problemkreises steht die erstlaktierende Kuh, die mehr und mehr zu dieser Leistungskategorie zu zählen ist. Zusätzliche Wissenslücken öffnen sich, wenn parallel zum Energiebedarf auch der Proteinbedarf optimal zu decken ist. Genauere Kenntnisse würden es erlauben, die Ansprüche der Hochleistungstiere besser zu definieren. Es wäre auch möglich, wirtschaftliche Nutzungsgrenzen festzulegen, falls die Kosten pro Energieeinheit im Raufutter und Kraftfutter bekannt sind. Auf derselben Grundlage könnten Methoden entwickelt werden, die den Grad der (physiologischen) Normalität bei Kühen genauer umschreiben würden als die heutigen oft ungenügenden Parameter.

2.5 Literatur

CVB, 1991. Veevoedertabel. Centraal Veevoederbureau, Lelystad.

♥ Daccord R. and Schneeberger H., 1986. Variability and repeatability of digestibility evaluated on sheep. *J.Anim.Physiol. Anim. Nutr.* 56, 35–41.

Doreau M., Chilliard Y., Bauchart D. et Morand-Fehr P., 1987. Besoins en lipides des ruminants. *Bull. Tech. C.R.V.Z. Theix, INRA 70*, 91–97.

Faverdin Ph., Hoden A. et Coulon J.B., 1987. Recommandations alimentaires pour les vaches laitières. *Bull. Tech. C.R.V.Z. Theix, INRA 70*, 133–152.

♥ Goumaz Ch., 1992. Variabilité de l'efficacité d'utilisation des principaux nutriments chez la chèvre. Travail de diplôme, ESIA, Zollikofen.

Journet M., 1988. Optimisation des rations. Dans: *Alimentation des bovins, ovins et caprins*. R. Jarrige Ed. INRA, Paris. 121–133.

Kleiber M., 1961. *The fire of life, an introduction to animal energetics*. J. Wiley & Sons, New York–London. 454 p.

Vermorel M., 1980. Energie. Dans: *Alimentation des ruminants*. R. Jarrige Ed. INRA, Paris. 47–88.

Vermorel M., Coulon J.B. et Journet M., 1987. Révision du système des unités fourragères (UF). *Bull. Tech. C.R.V.Z. Theix, INRA 70*, 9–18.

Version: Oktober 2017

Herausgeber: Agroscope

Redaktion: R. Daccord

Copyright: Agroscope

Bitte bei Reproduktion Quelle angeben

3. Bewertungssystem für Proteinbedarf und -versorgung

Roger Daccord

Inhaltsverzeichnis

3.	Bewertungssystem für Proteinbedarf und Versorgung	2
3.1	Schätzung des Proteins mikrobieller Herkunft.....	2
3.1.1	Mikrobielle Synthese auf Grund der im Pansen verfügbaren Energie	2
3.1.2	Mikrobielle Synthese auf Grund des im Pansen verfügbaren Rohproteins	4
3.2	Schätzung des aus dem Futter stammenden Proteins.....	4
3.3	Schätzung des APD	6
3.4	Gleichgewicht von Protein- und Energiezufuhr in der Ration	6
3.5	Gleichgewicht von Protein- und Energiezufuhr im Pansen	6
3.6	APD-Bedarf	7
3.7	Bedarf an Aminosäuren	8
3.8	Schlussfolgerung.....	9
3.9	Literatur.....	9



3. Bewertungssystem für Proteinbedarf und -versorgung

Mit dem im Jahre 1984 (Landis 1984) eingeführten, neuen Proteinbewertungssystem basierend auf dem Absorbierbaren Protein im Darm (APD) kann die Proteinversorgung der Wiederkäuer besser auf ihre Bedürfnisse abgestimmt werden. Die Umsetzung des neuen Systems in die Praxis erfolgte auch ohne grosse Schwierigkeiten. Dies nicht zuletzt deshalb, weil die mit dem neuen System berechneten Rationen eher den Erfahrungen der Landwirte entsprachen als die anhand des verdaulichen Proteins (VP) zusammengestellten Rationen. Dies gilt insbesondere für die Fütterung der Hochleistungskuh.

Auf Grund der in den verschiedenen Ländern wie Frankreich (PDI, seit 1978), Grossbritannien (UDP/RDP, seit 1980; MP, seit 1993), Schweiz (APD, seit 1984), Skandinavien (AAT/PBV, seit 1985), Vereinigten Staaten (AP, seit 1985), Deutschland (RPD, seit 1986) und Niederlanden (DVE, seit 1991) eingeführten Bewertungssysteme auf Grundlage des auf Ebene Darm nutzbaren Proteins konnte die Proteinversorgung des Wiederkäuers verbessert werden. Das Ausmass der Verbesserung hängt jedoch weitgehend davon ab, in welchem Umfange diese Systeme in die Praxis umgesetzt wurden. In dieser Beziehung bestehen zwischen den einzelnen Ländern recht grosse Unterschiede.

Von gleichen Grundgedanken ausgehend, verbinden alle Systeme den Protein- mit dem Energiestoffwechsel. Die Schwäche der Systeme besteht darin, dass sie auf einer begrenzten Anzahl von zumeist konstanten Einflussgrössen basieren. Im Vergleich zu den komplexen, dynamischen Modellen haben sie aber den Vorteil, dass auch die Praxis damit arbeiten kann.

Das auf dem französischen PDI-System aufgebaute APD-System hat eine solide Grundlage, die heute noch gültig ist. So gehen auch verschiedene, in letzter Zeit entwickelte Bewertungssysteme vom PDI aus. Allerdings werden beim APD-System gewisse Parameter verwendet, die unter Berücksichtigung neuer Erkenntnisse zum Proteinstoffwechsel anzupassen sind. Grundsätzlich entsprechen diese Änderungen jenen, die am französischen System vorgenommen wurden (Vérité et al. 1987). Die Schätzung des APD mikrobiellen Ursprungs (APDM) stützt sich jetzt auf die im Pansen fermentierbare Organische Substanz. Das APD aus dem Futter (APDF) wird anhand der Abbaubarkeit des Futter-Rohproteins geschätzt. Dazu dient neu die «Nylonbeutel-Methode» als Grundlage.

3.1 Schätzung des Proteins mikrobieller Herkunft

3.1.1 Mikrobielle Synthese auf Grund der im Pansen verfügbaren Energie

Die mikrobielle Synthese hängt stark von der im Pansen verfügbaren Energiemenge ab. Zur Schätzung der verfügbaren Energiemenge wird von der in den Futtermitteln enthaltenen Fermentierbaren Organischen Substanz (FOS) ausgegangen. Diese entspricht der Verdaulichen Organischen Substanz (VOS) minus die Futterbestandteile, deren Energie von den Mikroorganismen des Pansens nicht genutzt werden kann. Die FOS wird wie folgt definiert:

$$FOS = VOS - RP \cdot (1 - aRP/100) - RL - ST \cdot (1 - aST/100) - FP$$

wobei:

FOS = Fermentierbare Organische Substanz, g/kg TS

VOS = Verdauliche Organische Substanz, g/kg TS

RP = Rohprotein, g/kg TS

ARP = Abbaubarkeit des RP, %

RL = Rohlipide, g:	wenn RL < 10 g/kg TS	RL = 0 g/kg TS
	wenn RL 10 und < 50 g/kg TS	RL = 35 g/kg TS
	wenn RL 50 g/kg TS	RL = effektiver Gehalt

ST = Stärke, g/kg TS: nur zu berücksichtigen bei stärkereichen Futtermitteln, deren Stärke eine Abbaubarkeit von 85 % aufweist (siehe Bemerkungen zur Nährwerttabelle für Einzelfuttermittel, Kap. 14).

AST = Abbaubarkeit der Stärke, %

FP = Fermentationsprodukte von Silagen, g/kg TS; sie setzen sich zusammen aus Milchsäure, flüchtigen Fettsäuren (Essig-, Propion- und Buttersäure) und Alkoholen. Wenn der Gehalt an FP nicht bekannt ist:

FP = 100 g für Grassilagen mit 35 % TS-Gehalt

FP = 75 g für Maissilagen mit 30 % TS-Gehalt; für abweichende TS-Gehalte werden bei diesen zwei Silagen Korrekturen vorgenommen (s. Kap. 15);

FP = 95 g für Rübenschnitzelsilage

FP = 50 g für Körnermais-, Maiskolben- und Birtrebersilagen.

Der Gehalt an FOS ist weitgehend vom VOS-Gehalt und damit von der Genauigkeit der VOS-Bestimmung abhängig. Die Bedeutung der Korrekturfaktoren ist, abgesehen vom nicht abbaubaren RP, bei der Mehrzahl der Futtermittel gering. Die meisten Futtermittel haben einen Gehalt an Rohlipiden von unter 50 g pro kg TS; für diese wird ein mittlerer Wert von 35 g eingesetzt. Bei Futtermitteln, deren RL-Gehalt < 10 g oder null ist, wird dieser nicht berücksichtigt. Dies gilt beispielsweise für Stärke, Kartoffeln und ihre Nebenprodukte sowie für Rübenschnitzel und Melasse. Werte über 50 g finden sich hauptsächlich bei Samen von Ölfrüchten, bei Presskuchen, bei Nebenprodukten von Reis und wenn Fett als Futterkomponente eingesetzt wird. Stärkereiche Futtermittel mit einer Abbaubarkeit der Stärke ≤ 85 % sind in erster Linie Mais, Hirse, Kartoffeln, Reis und ihre Nebenprodukte. Die nur bei Silagen zu berücksichtigenden Fermentationsprodukte lassen sich ohne chemische Analysen nur schwer erfassen. Für den Fall, dass auf die relativ teuren Analysen verzichtet wird, können die für die Gras- und Maissilagen vorgeschlagenen Werte (Seite 26) verwendet werden. Weichen die TS-Gehalte vom Standardwert ab, so ist eine Korrektur vorzunehmen.

Nach einer Auswertung von zahlreichen Bilanzversuchen bilden die Mikroorganismen pro kg FOS 145 g Protein (Vérité et al. 1987). Durch die den einzelnen Futtermitteln angepassten Korrekturen an der FOS ist es möglich, Unterschiede in der mikrobiellen Proteinsynthese zu berücksichtigen. Bezogen auf 1 kg VOS beträgt die Syntheserate 135 g bei der Fermentation von Gras, Heu und Getreide mit leicht abbaubarer Stärke, 115 g bei Mais- und Grassilagen, 105–115 g bei Ölkuchen, 95 g bei Mais und Hirse sowie 40 g bei Fischmehl. Die Syntheserate wird aber auch von den im Pansen herrschenden Bedingungen beeinflusst. Im Weiteren spielen die Art der FOS (Gehalt an Zellwandbestandteilen und an Stärke) und deren Abbaukinetik sowie die Interaktionen zwischen den einzelnen Komponenten der Ration eine Rolle. Im gegenwärtigen, statischen System können jedoch diese Einflussgrößen nicht durchwegs berücksichtigt werden.

Das mikrobielle Protein enthält im Mittel 0.80 g Aminosäuren pro g. Deren Verdaulichkeit im Darm liegt bei 80 %. Die Werte zeigen nur eine geringe experimentelle Variation, so dass sie als Konstanten angesehen werden können.

Das auf Grund der im Pansen verfügbaren Energiemenge gebildete absorbierbare Protein im Darm Mikrobieller Herkunft (APDM) kann wie folgt geschätzt werden:

$$\begin{aligned} \text{APDM} &= 0.145 \cdot \text{FOS} \cdot \text{ASM} \cdot \text{vASM} \\ \text{APDM} &= 0.145 \cdot \text{FOS} \cdot 0.80 \cdot 80/100 \\ \text{APDM} &= \mathbf{0.093 \cdot \text{FOS}} \end{aligned}$$

wobei:

APDM	=	APD mikrobiellen Ursprungs, g/kg TS
ASM	=	Aminosäuregehalt des mikrobiellen Rohproteins, g/g
VASM	=	Verdaulichkeit der mikrobiellen Aminosäuren, %

Das APDM entspricht den PDIME (Protéines Digestibles dans l'Intestin d'origine Microbienne, synthétisées à partir de l'Energie fermentescible) des französischen PDI-Systems und ist vergleichbar mit dem DVME (Darm Verteerbaar Microbieel Eiwit) des niederländischen Systems.

Die APDM-Schätzung ist nur dann gültig, wenn die Zufuhr an abbaubarem Rohprotein zur Deckung der Bedürfnisse der Mikroorganismen ausreicht. Dies ist bei folgenden minimalen RP-Gehalten in der Ration der Fall:

- 20 g RP/MJ NEL für laktierende Tiere (Kuh, Mutterschaf, Ziege),
für Aufzuchttiere
- 18 g RP/MJ NEL für galtstehende Milchtiere,
für andere Wiederkäuer (Stier, Ziegenbock, Widder ausserhalb der Decksaison)
- 19 g RP/MJ NEV für Masttiere.

3.1.2 Mikrobielle Synthese auf Grund des im Pansen verfügbaren Rohproteins

Neben der verfügbaren Energie spielt auch das im Pansen verfügbare oder abgebaute Rohprotein bei der mikrobiellen Synthese eine wichtige Rolle. Das auf Grund des im Pansen abgebauten Rohproteins gebildete absorbierbare Protein im Darm (APDMN) kann wie folgt geschätzt werden:

$$\begin{aligned} \text{APDMN} &= \text{RP} \cdot (1 - 1.11 \cdot [1 - \text{aRP}/100]) \cdot 0.9 \cdot \text{ASM} \cdot \text{vASM} \\ &= \text{RP} \cdot (\text{aRP}/100 - 0.10) \cdot 0.64 \end{aligned}$$

wobei:

APDMN = Absorbierbares Protein im Darm, das aus dem abbaubaren Rohprotein aufgebaut werden kann, g/kg TS
 aRP = Abbaubarkeit des Rohproteins, %
 0.9 = Umfang der Verwertung des abgebauten Rohproteins durch die Mikroorganismen
 ASM = Aminosäuregehalt des mikrobiellen Rohproteins, g/g
 VASM = Verdaulichkeit der mikrobiellen Aminosäuren, %

Die APDMN entsprechen den PDIMN im französischen PDI-System.

3.2 Schätzung des aus dem Futter stammenden Proteins

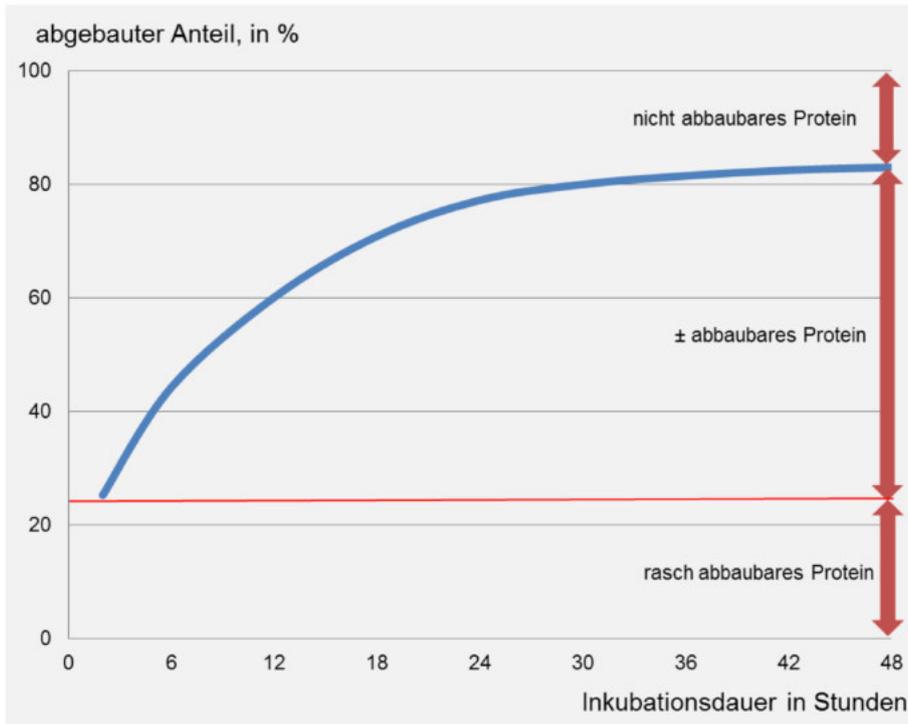
Die Menge Futterprotein, die nicht im Pansen abgebaut wird, hängt weitgehend von der Abbaubarkeit des Rohproteins ab. Dabei entspricht die Abbaubarkeit dem Anteil Rohprotein, der im Pansen in Peptide, Aminosäuren und Ammoniak umgewandelt werden kann. Sie wird einerseits durch die Eigenschaften des Futtermittels beeinflusst, speziell durch die Art des Proteins sowie durch die Zugänglichkeit des Futterproteins für die mikrobiellen Enzyme. Die Abbaubarkeit kann somit durch gewollte oder ungewollte mechanische, thermische, chemische oder mikrobielle Prozesse wie Vermahlen, Schrotten, Trocknen, Extrudieren, Extrahieren, Anwelken oder Silieren beeinflusst werden. Andererseits ändert sich die Abbaubarkeit auch in Abhängigkeit von der mikrobiellen Aktivität und der Aufenthaltsdauer des Futters im Pansen. Diese Größen werden wiederum von der verfütterten Ration (Struktur, verzehrte Menge, Anteil Kraftfutter) beeinflusst. Somit ist die Abbaubarkeit als potenzieller Wert anzusehen, der nur dann zutrifft, wenn die Produktion und der Einsatz des betreffenden Futtermittels den Voraussetzungen bei der Bestimmung seiner Abbaubarkeit entsprechen.

Die Grundmethode zur Messung der Abbaubarkeit des RP ist eine *In-vivo*-Methode, bei welcher der Fluss der stickstoffhaltigen Substanz im Darm von fistulierten Tieren gemessen wird. Die Methode ist umständlich und mit verschiedenen Fehlermöglichkeiten behaftet. Sie dient jedoch als Referenzmethode, um einfachere Verfahren wie zum Beispiel die *In-vitro*-Messung der Fermentierbarkeit und die Löslichkeitsmessung, auf die sich bisher das APD-System stützte, zu eichen. Neu basiert die APD-Bewertung auf der Schätzung der Abbaubarkeit mittels der «Nylonbeutel-Methode» (*In-sacco*-Methode), bei welcher mit dem zu prüfenden Futter gefüllte Nylonbeutel im Pansen fistulierter Tiere inkubiert werden. Diese allgemein verwendete, anerkannte Methode ergibt der *In-vivo*-Messung annähernd vergleichbare Resultate.

Die Nylonbeutel-Methode liefert Informationen über den Verlauf des Rohproteinabbaues (Abbaukinetik), welche eine für die Bewertung von Futtermitteln wichtige Kenngröße bilden. Anhand der Abbaukinetik und unter Berücksichtigung eines Abflusses von Futterpartikeln von 6 % pro Stunde kann die Abbaubarkeit berechnet werden. Wird die Abbaubarkeit in einem exponentiellen Modell dargestellt, so können auf Grund der Abbaukinetik folgende drei Stickstoff-Fractionen unterschieden werden (Abb. 3.1):

- eine sofort, hauptsächlich durch Lösung abbaubare Fraktion,
- eine unlösliche, aber potenziell abbaubare Fraktion,
- eine nicht abbaubare Fraktion.

Über die Verwertung oder die Verdaulichkeit der nicht abbaubaren Nfraktion gibt die Nylon-Beutel-Methode keine Auskunft. Enthalten thermisch behandelte Futtermittel einen hohen Anteil an nicht abbaubarer Stickstoff-Fraktion, besteht die Gefahr, dass deren Proteinwert überschätzt wird. Möglicherweise ist ihr Tabellenwert für die Verdaulichkeit der Aminosäuren im Darm zu hoch angesetzt. Im Weiteren ist der Aufwand für die Methode relativ gross. Für einen einzigen Abbaubarkeits-Wert sind etwa 75 Nylonbeutel im Pansen von fistulierten Tieren zu inkubieren und anschliessend zu analysieren. Das Verfahren ist deshalb nicht für Serienuntersuchungen geeignet. Es kann jedoch zur Festlegung von Referenzwerten oder zur Entwicklung von einfacheren Labormethoden dienen. Leider ist die Nylonbeutel-Methode nicht genügend standardisiert, so dass Vergleiche zwischen verschiedenen Instituten schwierig sind.

Abbildung 3.1. Verlauf des Rohproteinabbaus bei der In-sacco-Methode

Die Abbaubarkeit des RP ist für die verschiedenen Futtermittel sehr unterschiedlich. Beim Raufutter haben die Leguminosen im Allgemeinen eine höhere Abbaubarkeit als die Gräser. In der Regel steht die Abbaubarkeit in enger Beziehung zum RP-Gehalt des Wiesenfutters und widerspiegelt damit teilweise die durch das Alter der Pflanzen bedingten Veränderungen. So ist die Zugänglichkeit des Proteins für die mikrobiellen Enzyme im Pansen abhängig von der Struktur der pflanzlichen Zellwände, die sich mit zunehmendem Alter verändert. Die Konservierung durch Silieren bewirkt einen Anstieg der Abbaubarkeit um 5–15 % je nach RP-Gehalt und Konservierungsqualität. Beim Dürrfutter sind die Auswirkungen weniger gut bekannt. Hier geht man von einer Abnahme der Abbaubarkeit von etwa 5–10 % aus.

Eine Übersicht über die Abbaubarkeit des Rohproteins der wichtigsten Futtermittel geben die Nährwerttabellen in den Kapiteln 13 und 14. Die spezielle Bestimmung der Abbaubarkeit eines Futtermittels anhand einer Labormethode wie der enzymatischen Analyse ist nur dann sinnvoll, wenn die Vorgänge bei der Produktion oder der Lagerung des Futtermittels stark von den normalen Bedingungen abweichen. Die Verdaulichkeit der Futterproteine ist schwierig zu schätzen. Sie liegt zwischen 20 und 95 %. Die gegenwärtig zur Verfügung stehenden Daten erlauben jedoch eine Tabellarisierung der für die einzelnen Futtermittel gültigen Verdaulichkeiten (CVB 1991, Vérité et al. 1987). Es fehlen hingegen noch Methoden, um die Auswirkungen von proteinschädigenden Technologien rasch abzuschätzen.

Das aus dem Futter stammende Absorbierbare Protein im Darm (APDF) lässt sich nach der folgenden Formel schätzen:

$$\text{APDF} = \text{RP} (1.11 [1 - \text{aRP}/100]) \text{ vASF}/100$$

wobei:

RP = Rohprotein, g/kg TS

aRP = Abbaubarkeit des RP, %

Die Überschätzung der Abbaubarkeit In-vivo durch die Methode In-sacco wird mit dem Faktor 1.11 korrigiert; logischerweise müsste sich diese Korrektur auch bei der Schätzung der FOS wiederfinden aus historischen Gründen wurde sie nicht berücksichtigt. Im Sinne der Harmonisierung mit den französischen und holländischen Systemen wird sie auch in unserer Schätzung der FOS nicht angewendet; der Einfluss auf den APDM-Gehaltswert ist gering.

VASF = Verdaulichkeit der aus dem Futter stammenden Aminosäuren, %

Das APDF entspricht den PDIA (Protéines Digestibles dans l'Intestin d'origine Alimentaire) des französischen und dem DVBE (Darm Verteerbar Bestendig Eiwit) des niederländischen Systems.

3.3 Schätzung des APD

Die APD-Werte setzen sich zusammen aus dem im Darm absorbierbaren Protein mikrobieller Herkunft sowie aus dem im Darm absorbierbaren Futterprotein. Somit weist jedes Futter zwei APD-Werte auf. Der erste Wert APDE ergibt sich aus dem Gehalt des Futtermittels an im Pansen verfügbarer Energie (APDM + APDF), während der zweite Wert APDN durch den Gehalt an im Pansen abbaubarem Rohprotein (APDMN + APDF) bestimmt wird. Diese beiden Werte können wie folgt berechnet werden:

$$\begin{aligned} \text{APDE} &= 0.093 \text{ FOS} + \text{RP} (1.11 [1 - \text{aRP}/100]) \text{ vASF}/100 \\ \text{APDN} &= \text{RP} (\text{aRP}/100 - 0.10) 0.64 + \text{RP} (1.11 [1 - \text{aRP}/100]) \text{ vASF}/100 \end{aligned}$$

wobei:

APD	=	Absorbierbares Protein im Darm, das auf Grund der verfügbaren Energiemenge aufgebaut werden kann, g/kg TS
FOS	=	Fermentierbare Organische Substanz, g/kg TS
RP	=	Rohprotein, g/kg TS
ARP	=	Abbaubarkeit des Rohproteins, %
VASF	=	Verdaulichkeit der aus dem Futter stammenden Aminosäuren, %
APDN	=	Absorbierbares Protein im Darm, das auf Grund des abgebauten Rohproteins aufgebaut werden kann, g/kg TS

Das APDE entspricht dem PDIE und das APDN dem PDIN im französischen PDI-System.

3.4 Gleichgewicht von Protein- und Energiezufuhr in der Ration

Um den APD-Bedarf des Wiederkäuers zu decken, müssen zuerst die Stickstoffbedürfnisse der Pansenmikroorganismen befriedigt werden. Ein länger andauernder N-Mangel bremst die mikrobielle Tätigkeit und reduziert die APDM-Bildung. Gleichzeitig sinkt wegen des geringeren Raufutterverzehrs die Energieaufnahme. Ein Stickstoffmangel ist somit insbesondere bei hochleistenden Tieren zu vermeiden. Deshalb soll, wie bereits dargestellt, die Ration eine minimale RP-Konzentration pro Energieeinheit aufweisen (18–20 g RP/MJ NEL, 19 g RP/MJ NEV). Es wird im Weiteren vorausgesetzt, dass die Ration bezüglich Mineralstoffen und Vitaminen ausgeglichen und bedarfsgerecht ist.

Wenn einerseits ein andauerndes Stickstoffdefizit verhindert werden soll, so ist auch ein anhaltender Rohproteinüberschuss zu vermeiden. Somit steht der geforderten Minimalkonzentration an Rohprotein eine Maximalkonzentration gegenüber. Diese beträgt **30 g RP/MJ NEL oder NEV**

Bedingt durch die Probleme, welche bei einer übermäßigen Stickstoffausscheidung entstehen können, muss diese Anforderung unbedingt beachtet werden. Sicher ist sie in der Praxis nicht immer leicht zu erfüllen. Dies gilt speziell bei der Verfütterung von RP-reichem Raufutter an Tiere mit geringem Proteinbedarf. Proteinüberschüsse schaden jedoch dem Tier sowie der Umwelt.

3.5 Gleichgewicht von Protein- und Energiezufuhr im Pansen

Auf Stufe Ration kann die Protein- und Energieversorgung optimiert werden, indem das Milchleistungspotenzial der Energie-, APD- und RPZufuhr gegenübergestellt wird. Ähnliche Überlegungen können auch auf Ebene Pansen gemacht werden. Dazu muss man die Proteinmenge kennen, welche die Mikroorganismen anhand der fermentierbaren Energie (PME) sowie aus dem abbaubaren RP (PMN) aufbauen können. Diese Werte lassen sich leicht aus den Formeln zur Berechnung von APDM und APDF ableiten:

$$\begin{aligned} \text{PME} &= 0.145 \text{ FOS} \\ \text{PMN} &= \text{RP} [1 - \{1.11 (1 - \text{aRP}/100)\}] \end{aligned}$$

wobei:

PME	=	Menge Mikroorganismen-Protein, das aus der fermentierbaren Energie aufgebaut werden kann, g/kg TS
PMN	=	Menge Mikroorganismen-Protein, das aus dem abbaubaren Rohprotein aufgebaut werden kann, g/kg TS

Die mikrobielle Proteinsynthese ist optimal, wenn die Werte von PME und PMN ausgeglichen sind. Diese Bedingung ist erfüllt, wenn entweder die Rationskomponenten vergleichbare Werte aufweisen oder wenn sie in Art und Menge sinnvoll kombiniert werden.

Das Getreide hat mehr PME als PMN. Das Verhältnis PMN/PME beträgt beim Weizen und bei der Gerste etwa 0.8 und beim Mais 0.4. Letzterer ist somit besonders geeignet, um eine übermässige Zufuhr von abbaubarem RP zu kompensieren. Der PMN-Wert von Erbsen ist im Vergleich zu den Extraktionsschroten bescheiden. Dagegen ist der PME-Wert vergleichsweise hoch. Soja- und Rapsschrote sowie Maiskleber haben ein PMN/PME-Verhältnis zwischen 3 und 4. Kleber weist wegen seiner relativ wenig abbaubaren RP- und Stärkefraktion tiefere PMN- und PME-Werte auf als die Extraktionsschrote. Proteinfutter (Bakterienproteine) haben ein PMN/PME-Verhältnis von 6, das Fischmehl ein solches von 8. Im Verhältnis zum PME bringt Proteinfutter am meisten PMN. Sein Einsatz rechtfertigt sich nur zum Ausgleich eines ausgesprochenen Mangels an abbaubarem Rohprotein.

Beim Wiesenfutter und seinen Konservierungsprodukten nimmt das PMN mit fortschreitendem Vegetationsstadium viel rascher ab als das PME. Gegen die Stadien 3 und 4 zu (mittelfrüh bis mittel) ist der Wert für PMN kleiner als für PME, was auf einen RP-Mangel im Pansen hinweist. Dieser Mangel tritt bei Silage später auf als beim Dürrfutter.

PME und PMN stellen einen interessanten Weg für eine sinnvolle Wahl der proteinreichen Ergänzungsfutter und zur Optimierung des Gleichgewichtes von Protein- und Energiezufuhr bei der Fütterung von Hochleistungstieren dar.

3.6 APD-Bedarf

Wie in der vorausgehenden Auflage des Grünen Buches sind die APDBedarfsnormen für die verschiedenen Tierarten und physiologischen Stadien vom französischen PDI-System abgeleitet. Dabei stützen sich die Werte mehrheitlich auf Ergebnisse von Fütterungsversuchen. Diese erweisen sich für die Praxis oft als zuverlässiger als die durch faktorielle Berechnung ermittelten Werte. Der APD-Bedarf hängt von der Effizienz ab, mit der das aufgenommene APD zur Deckung der Verluste (Erhaltung) oder der Leistungen verwendet wird. Diese Verwertung ist je nach Tierart und Leistungsstadium unterschiedlich (Tab. 3.1).

Tabelle 3.1. Verwertungsfaktoren und APD-Bedarf

		Rind	Schaf	Ziege
Verwertung:	Laktation	0.64	0.58	0.64
	Trächtigkeit	0.60	0.42	
	Wachstum	0.40-0.68		
Bedarf:	Milchleistung, g/kg	50*	70-90	45*
	Erhaltung, g/kg LG ^{0.75}	3.25	2.50	2.30

* Standardmilch: Kuh = 32 g Protein pro kg
Ziege = 29 g Protein pro kg

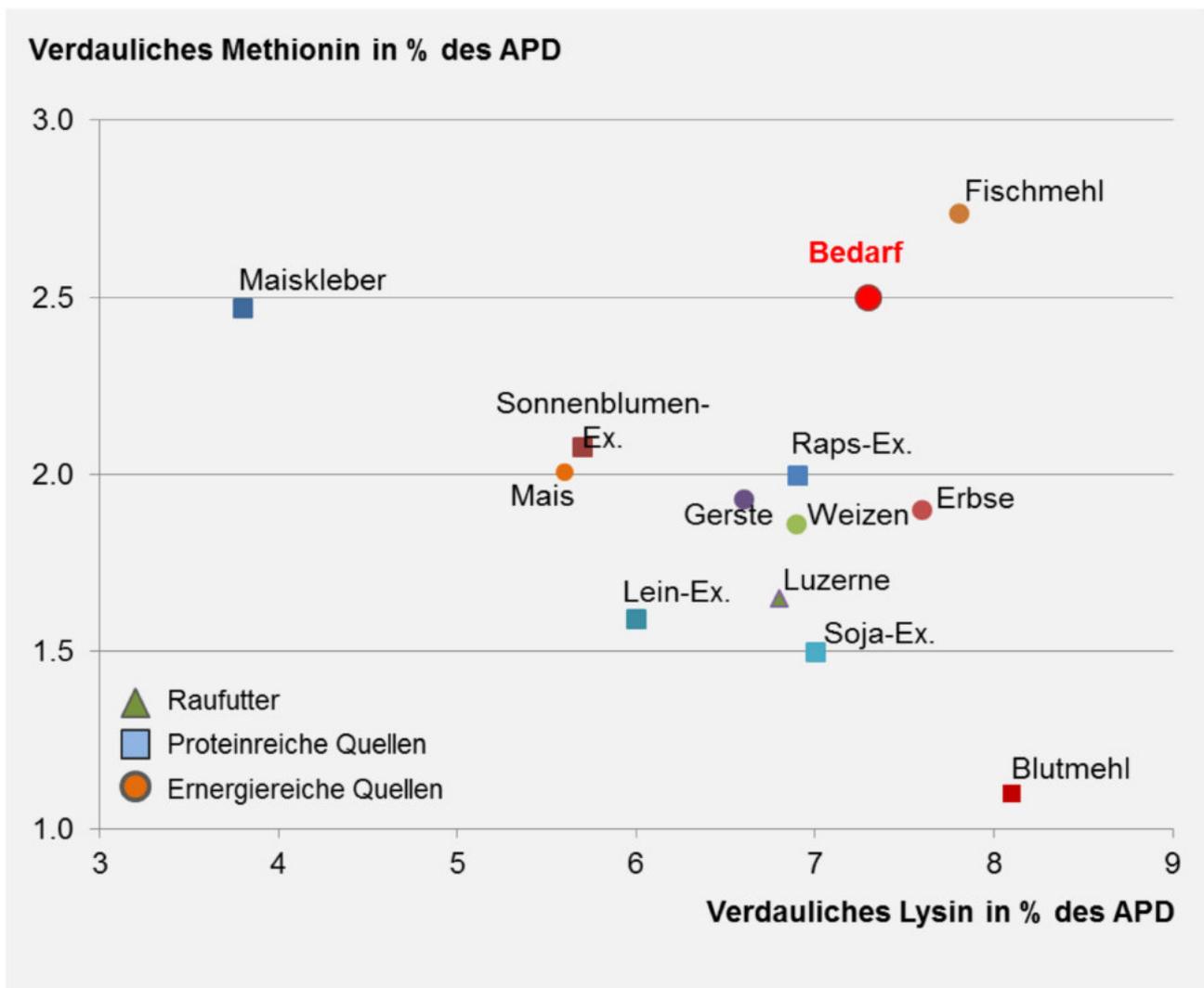
Die Streuung in Bezug auf die Verwertung ist beim APD grösser als bei der Energie. Überschüsse bei der Proteinzufuhr werden bedingt durch die geringen Speichermöglichkeiten des Wiederkäuers für Protein meistens ausgeschieden. Bei Milchtieren sind die leicht mobilisierbaren Proteinreserven acht- bis zehnmals tiefer als die Fettreserven (Chilliard et al. 1987). Auf ein Proteindefizit reagiert der Wiederkäuer mit einer Reduktion der Stickstoffverluste. Ein Proteinmanko sollte sich nicht über längere Perioden erstrecken. Das mobilisierte Protein stammt aus der Muskulatur, aber auch aus den Eingeweiden und Organen. Eine zu intensive Mobilisation erschwert den späteren Wiederaufbau der Proteinreserven. Oft verbunden mit einem Energiedefizit, hat ein länger andauerndes Proteinmanko negative Auswirkungen auf den Eiweissgehalt der Milch, die Fruchtbarkeit und die Gesundheit der Milchtiere.

Die Wirkung einer steigenden APD-Zufuhr auf Wachstum und Milchleistung folgt, vergleichbar der Energie, dem Gesetz des abnehmenden Ertragszuwachses.

3.7 Bedarf an Aminosäuren

Die APD-Bedarfsnormen entsprechen dem Gesamtbedarf an Aminosäuren des Wiederkäuers. Bei geringer Leistung deckt das mikrobielle Protein den grössten Teil dieses Bedarfes. Sein Gehalt an essentiellen Aminosäuren reicht aus, um den Bedarf für das Wachstum und die Milchproduktion zu befriedigen. Bei einer hohen Milchleistung besteht jedoch das Risiko eines Defizites. Dies gilt insbesondere für Rationen mit einem hohen Maissilageanteil. Um eine noch bessere Übereinstimmung von Bedarf und Zufuhr zu erreichen, wurde das französische PDI-System mit einer Optimierungsmöglichkeit bezüglich Lysin und Methionin ergänzt (Rulquin et al. 1993a). Da diese Verfeinerung noch einer gewissen Entwicklung bedarf, wurde sie nicht ins APD-System integriert. Anhand der Angaben zum Lysin- und Methioningehalt der Futtermittel (Rulquin et al. 1993b), speziell der proteinreichen, ist es jedoch bereits heute möglich, bei der Rezepturierung von Mischungen Komponenten zu berücksichtigen, deren Lysin- und Methioningehalte sich ergänzen (Abb. 3.2).

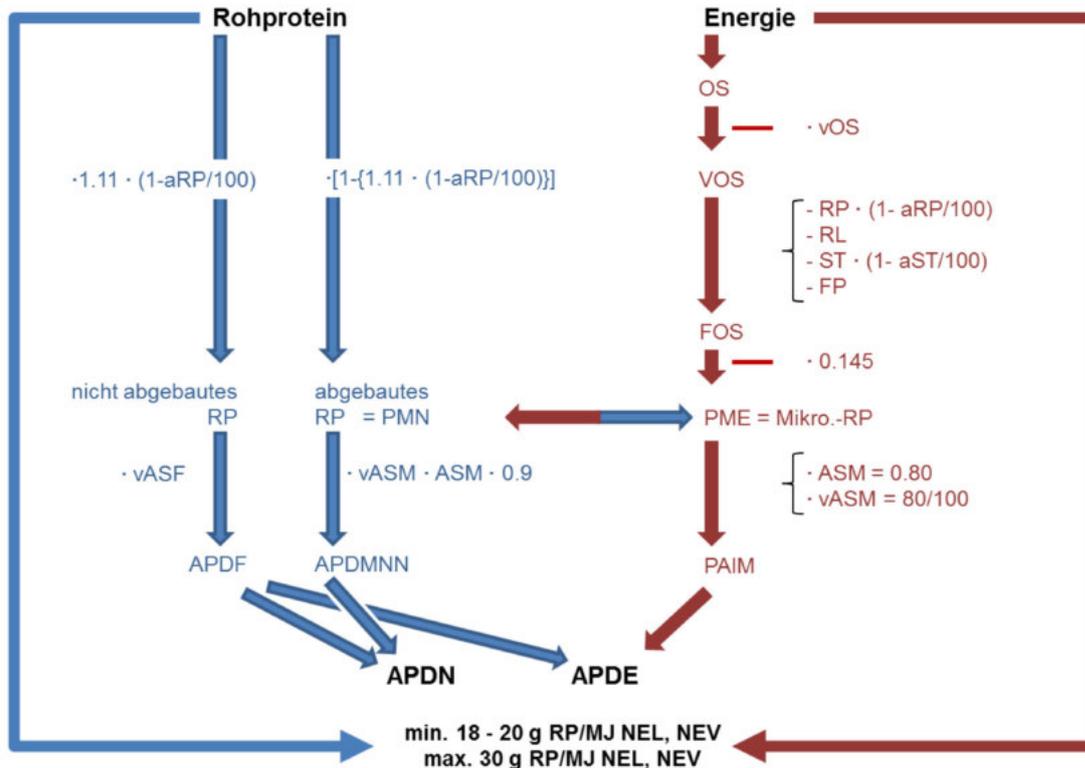
Abbildung 3.2. Gehalte an verdaulichem Lysin und Methionin verschiedener Futtermittel (nach Rulquin et al. 1993 b)



3.8 Schlussfolgerung

Die am APD-System vorgenommenen Anpassungen ändern nichts an seiner Grundstruktur (Abb. 3.3). Sie erhöhen seine Genauigkeit, was der Forderung entgegenkommt, tierisches Protein effizienter zu produzieren. Betroffen von den Änderungen sind in erster Linie die APD-Gehalte der Futtermittel. Diese stimmen sicher mit den tatsächlichen Verhältnissen beim Wiederkäuer besser überein.

Abbildung 3.3. Aufbau des revidierten APD-Systems



Das APD-System erlaubt es, ein Manko wie auch einen Überschuss bei der RP- und der APD-Versorgung sichtbar zu machen. Eine optimale Deckung des Bedarfs ist nur bei einer regelmässigen Überprüfung der Futterration möglich. Dies ist aber nur sinnvoll und wirtschaftlich, wenn sowohl die Nährwerte der Futtermittel als auch die Futteraufnahme der Tiere hinreichend genau bekannt sind.

3.9 Literatur

Chilliard Y., Rémond B., Agabriel J., Robelin J. et Vérité R., 1987. Variations du contenu digestif et des réserves corporelles au cours du cycle gestation-lactation. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, INRA 70, 117–131.

CVB, 1991. Eiwitwaardering voor herkauwers: het DVE-Systeem. Centraal Veevoederbureau, Lelystad. Reeks nr. 7.

Landis J., 1984. Bewertung des Proteins in Wiederkäuerfutter. In: Fütterungsnormen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. 2. Auflage. LmZ, Zollikofen. 14–18.

Rulquin H., Guinard Jocelyne, Pisulewski P. et Vérité R., 1993a. Le système en lysine et méthionine digestible. Séminaire CAAA-AFTAA, Le Mans.

Rulquin H., Guinard Jocelyne, Vérité R. et Delaby L., 1993b. Teneurs en Lysine (LysDI) et Méthionine (MetDI) digestibles des aliments pour ruminants. Séminaire CAA-AFTAA, Le Mans.

Vérité R., Michalet-Doreau Brigitte, Chapoutot P., Peyraud J.L. et Poncet C., 1987. Révision du système des protéines digestibles dans l'intestin (P.D.I.). Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, INRA 70, 19–34.

Version: Oktober 2017

Herausgeber: Agroscope

Redaktion: Roger Daccord

Copyright: Agroscope

Bitte bei Reproduktion Quelle angeben

4. Mineralstoffe und Vitamine

Patrick Schlegel, Jürg Kessler

Inhaltsverzeichnis

4.1	Mineralstoffe.....	2
4.1.1	Physiologische Regulierung	2
4.1.2	Mineralstoffbedarf der Pansenmikroben	2
4.1.3	Bedarf an Mengenelementen.....	3
4.1.4	Bedarf an Spurenelementen	6
4.1.5	Mineralstofftransfer in tierischen Produkten.....	7
4.1.6	Mineralstoffergänzungsquellen.....	7
4.1.7	Indikatoren für den Ernährungsstatus.....	9
4.1.8	Klinische Mineralstoffmängel	11
4.1.9	Toleranzschwellen	12
4.2	Vitamine	13
4.3	Literatur.....	14
	Anhänge.....	17



4.1 Mineralstoffe

Unter dem Begriff der Mineralstoffe fasst man die bei der Verbrennung von tierischem und pflanzlichem Material zurückbleibenden Bestandteile (Asche) zusammen. Entsprechend dem mittleren Gehalt im Tierkörper werden die Mineralstoffe in Mengen- (über 50 mg/kg Körpermasse) und Spurenelemente (unter 50 mg/kg Körpermasse) unterteilt. Ihre Verteilung im Tierkörper ist unterschiedlich: ~83 % befinden sich in den Knochen, ~10 % in der Muskulatur und ~7 % im übrigen Körper. Eine Milchkuh mit einem Körpergewicht von 650 kg weist ~22 kg Mineralstoffe auf, davon 16 kg Kalzium und Phosphor. Die Mineralstoffe erfüllen ganz unterschiedliche Aufgaben. So sind sie unter anderem Bausteine von Organen, Geweben und Enzymen, beteiligen sich an der Regulierung und Erhaltung des Basen-Säuren-Gleichgewichts der Körperflüssigkeiten wie Blut und Speichel und wirken als Katalysatoren von Enzym- und Hormonsystemen. Die für den Wiederkäuer lebensnotwendigen Mineralstoffe, die in der Praxis von Bedeutung sind, werden in Tabelle 4.1 dargestellt. Ein Mineralstoff gilt als lebensnotwendig, wenn eine Verarmung (Depletion) des Körpers an diesem Element zu Stoffwechselstörungen führt, die nur durch Ergänzung des betreffenden Elements verhindert oder beseitigt werden können.

Tabelle 4.1 Lebensnotwendige Mineralstoffe, die in der praktischen Wiederkäuerfütterung von Bedeutung sind

Mengenelemente				Spurenelemente			
Kalzium	Ca	Natrium	Na	Kupfer	Cu	Molybdän	Mo
Phosphor	P	Chlor	Cl	Eisen	Fe	Kobalt	Co
Magnesium	Mg	Schwefel	S	Mangan	Mn	Jod	I
Kalium	K			Zink	Zn	Selen	Se

4.1.1 Physiologische Regulierung

Tiere können Abweichungen zwischen der aufgenommenen und der für die Bedarfsdeckung erforderlichen Mineralstoffmenge tolerieren. Je nach Grössenordnung und Dauer der Abweichung kommt es nach und nach zu physiologischen Anpassungen wie der Mobilisierung bzw. der Einlagerung von Reserven (v.a. Ca, P und Zn im Skelett sowie Cu, Mn und Se in der Leber), der Veränderung der aktiven Absorption während des Verdauungsprozesses (Ca, P, Mg), der Anpassung der renalen Rückresorption (Ca, P, Mg, K, Na, Cl, I), der intestinalen Sekretion (Cu, Mn, Zn, Se) und bei bestimmten Mineralstoffen zur Ausscheidung über die Milch (Se und I). Die Kapazität der physiologischen Regulierung hängt vom jeweiligen Mineralstoff, der Dauer und dem Ausmass der Abweichung ab. Wenn sich die Abweichung zwischen Zufuhr und Bedarf nicht mehr über die physiologische Regulierung kompensieren lässt, können erste Anzeichen eines Mangels oder einer Vergiftung entdeckt werden. Klinische (visuelle) Symptome eines Mangels oder einer Vergiftung treten auf, wenn eine solche Situation über einen längeren Zeitraum vorliegt.

4.1.2 Mineralstoffbedarf der Pansenmikroben

Mineralstoffe sind für Pansenmikroben (Bakterien, Protozoen, Hefen) lebensnotwendig. Die über das Futter aufgenommenen Mineralstoffe sollen somit nicht nur den Bedarf des Tieres decken, sondern auch garantieren dass eine genügende Menge in wasserlöslicher Form den Pansenmikroben zur Verfügung steht. Bei einigen Mineralstoffen wie Co und S soll die optimale Aktivität der Pansenmikroben limitierend sein; bei anderen Elementen geht man davon aus, dass der Bedarf der Pansenmikroben durch jene des Tieres gedeckt wird. Bei Mg zum Beispiel sei mit 1.5 g/kg organische Substanz eine optimale Entwicklung der Pansenmikroben garantiert (Durand und Komisarczuk, 1988), was rund 1.0 g/kg TS entspricht. Diese Konzentration wird durch die Mineralstoffempfehlung des Tieres längst gewährleistet. Falls der Anteil an Mg über das Mineralfutter hoch ist, ist darauf zu achten, dass die Quelle eine hohe Wasserlöslichkeit hat, damit sie für die Pansenmikroben verfügbar ist und durch die Pansenwand absorbiert wird. Der Bedarf der Pansenmikroben an **Phosphor** kann doppelt so hoch sein wie der Erhaltungsbedarf des Tieres. Um den Bedarf zu decken, verwertet der Wiederkäuer eine bedeutende Menge dieses Elements über den Speichel wieder (dies entspricht bei der laktierenden Milchkuh ca. 7.5 g P /kg TS). Der P im Speichel in Form von gelöstem Phosphat, ist für die Mikroorganismen rasch verfügbar. Eine für die Pansenmikroben ungenügende P-Zufuhr betrifft in erster Linie die cellulytischen Bakterien, wodurch der Abbau der Nahrungsfasern vermindert wird, was wiederum zu einer Reduzierung der Futteraufnahme des Nutztiers führt. Bei Rationen, die ein adäquates Wiederkauen ermöglichen, ist das Tier imstande, den P-Bedarf der Pansenmikroben durch die Wiederverwertung des P im Speichel zu decken. Bei Rationen, welche zu Störungen des Wiederkäuens führen (z.B. Pansenazidose), kann es jedoch trotz einer für das Nutztier ausreichenden P-Versorgung zu einem P-Mangel der Mikroorganismen kommen. Dieser Typ von Rationen (z.B. Ganzpflanzenmais-betont) kann einen bedeutenden P-Anteil in Form von Phosphat aufweisen. Dies erfordert eine hohe Wasserlöslichkeit im Pansen, um primär die Mikroorganismen mit P zu versorgen.

Die Pansenmikroben weisen die Besonderheit auf, dass sie Aminosäuren aus Nicht-Protein-Stickstoff synthetisieren können. Das Vorliegen nur ungenügender Mengen an **Schwefel** kann zum limitierenden Faktor dieser Synthese werden. Der S-Bedarf der Pansenmikroben wird auf 2.5 bis 3.1 g/kg verdauliche organische Substanz geschätzt (Durand und Komisarczuk, 1988), was rund 2 g/kg TS entspricht. Wenn die Proteinzufuhr teilweise über Harnstoff erfolgt, ist die S-Zufuhr reduziert. Deshalb sollten 30 bis 40 g S/kg zusätzlicher Harnstoff gegeben werden.

Die Pansenbakterien sind in der Lage, Vitamin B₁₂ aus dem im Futter enthaltenen **Kobalt** zu synthetisieren. Prinzipiell verläuft diese Synthese optimal, wenn über das Futter 0.10 bis 0.15 mg Co /kg TS zugeführt werden. Der Co begünstigt ausserdem die Anhaftung von cellulytischen Bakterien an ihr Substrat und dessen Abbau (Lopez-Guiza und Satter, 1992). Jedoch liess sich die Verdaulichkeit von Cellulose, Zellwand oder Lignocellulose durch eine Zufuhr von 0.30 mg Co /kg TS verglichen mit 0.10 mg Co /kg TS nicht verbessern (Kessler und Arrigo, 1996). Bei faserarmen Rationen (z.B. Ganzpflanzenmais-betont) ist die Co-Zufuhr, die für eine maximale Tierleistung und Vitamin B₁₂ Blutgehalt notwendig ist, höher und liegt bei 0.15 bis 0.20 mg Co /kg TS (Schwarz et al., 2000; Stangl et al., 2000).

4.1.3 Bedarf an Mengenelementen

Bei den Mengenelementen (ausser bei S) erfolgt die Bedarfsableitung mittels der faktoriellen Methode, die darin besteht, die verlorene und eingelagerte Menge für jedes Element einzeln zu addieren. Der **Nettobedarf oder der Bedarf an absorbierten Mengenelementen** (Tabelle 4.2) ist die Summe aus:

Erhaltungsbedarf	= Unvermeidbare endogene Kot- und Harnverluste; Die Verluste über den Schweiss werden für K und Na berücksichtigt.
Produktionsbedarf	= Wachstum: Während des Wachstums eingelagerte Elemente
	= Trächtigkeit: Von Uterus und Fötus eingelagerte Elemente
	= Milchproduktion: Durch die Milch ausgeschiedene Elemente

Tabelle 4.2: Netto-Erhaltungs- und Produktionsbedarf an Mengenelementen bei Rind, Schaf und Ziege

			Ca	P	Mg	K ⁶⁾	Na ⁶⁾	Cl
Rind								
Erhaltung ¹⁾	In Laktation	[g/d]	0.90 * TSV	0.90 * TSV	0.22 * TSV	0.15 * LG	0.023 * LG	0.035 * LG
	Im Wachstum	[g/d]	0.90 * TSV	0.90 * TSV	0.22 * TSV	0.10 * LG	0.015 * LG	0.023 * LG
	Keines der beiden	[g/d]	0.85 * TSV	0.90 * TSV	0.22 * TSV	0.10 * LG	0.015 * LG	0.023 * LG
Wachstum ²⁾	<200 kg LG	[g/kg TZW]	15.0	7.5	0.40	1.60	1.40	1.00
	>200 kg LG; <500 kg LG _{Erwachsen}	[g/kg TZW]	11.0	6.0	0.40	1.60	1.40	1.00
	>200 kg LG; >500 kg LG _{Erwachsen}	[g/kg TZW]	12.0	6.7	0.40	1.60	1.40	1.00
Trächtigkeit ³⁾	8 bis 3 Wo. vor Abkalbetermin	[g/d]	6.5	4.5	0.15	1.00	1.20	1.00
	Ab 3 Wo. vor Abkalbetermin	[g/d]	9.0	5.2	0.30	1.00	1.20	1.00
Milchproduktion ⁴⁾		[g/kg Milch/d]	1.22	1.00	0.10	1.55	0.40	1.15
Ziege								
Erhaltung ¹⁾	In Laktation	[g/d]	0.90 * TSV	1.10 * TSV	0.25 * TSV	0.15 * LG	0.023 * LG	0.035 * LG
	Im Wachstum	[g/d]	0.90 * TSV	1.10 * TSV	0.25 * TSV	0.10 * LG	0.015 * LG	0.023 * LG
	Keines der beiden	[g/d]	0.85 * TSV	1.10 * TSV	0.25 * TSV	0.10 * LG	0.015 * LG	0.023 * LG
Wachstum ²⁾	<50 kg LG	[g/kg TZW]	9.5	5.5	0.40	2.00	1.20	1.00
	>50 kg LG	[g/kg TZW]	7.5	4.5	0.40	2.00	1.20	1.00
Trächtigkeit ³⁾		[g/Fötus/d]	1.0	0.6	0.03	0.25	0.15	0.40
Milchproduktion ⁴⁾		[g/kg Milch/d]	1.20	0.90	0.10	2.00	0.35	1.30
Schaf								
Erhaltung ¹⁾	In Laktation	[g/d]	0.90 * TSV	1.10 * TSV	0.25 * TSV	0.15 * LG	0.023 * LG	0.035 * LG
	Im Wachstum	[g/d]	0.90 * TSV	1.10 * TSV	0.25 * TSV	0.10 * LG	0.015 * LG	0.023 * LG
	Keines der beiden	[g/d]	0.85 * TSV	1.10 * TSV	0.25 * TSV	0.10 * LG	0.015 * LG	0.023 * LG
Wachstum ²⁾	<30 kg LG	[g/kg TZW]	9.5	5.5	0.40	1.80	0.90	0.70
	>30 kg LG	[g/kg TZW]	7.5	4.5	0.40	1.80	0.90	0.70
Trächtigkeit ³⁾		[g/Fötus/d]	0.7	0.4	0.03	0.25	0.15	0.40
Milchproduktion ⁴⁾		[g/kg Milch/d]	1.90	1.50	0.18	1.30	0.45	1.15

Akürzungen: LG: Lebendgewicht; TZW: Tageszuwachs; TSV Trockensubstanz Verzehr

¹⁾ Meschy, 2010; NRC, 2001; GfE, 2001

²⁾ AFRC, 1991

³⁾ House et Bell, 1993; Meschy, 2010

⁴⁾ Sieber, 2011

⁵⁾ Meschy, 2010

⁶⁾ Ab >30 °C, Erhaltungsbedarf für K und Na wird wegen Schw eisverluste um Respectiv 0.004 und 0.005 g/kg LG /d erhöht (NRC, 2001)

Der Erhaltungsbedarf wird für Ca und P in Abhängigkeit von der Futterraufnahme ausgedrückt und für die Elektrolyten K und Na in Abhängigkeit vom Lebendgewicht des Tieres. Für eine Harmonisierung mit Ca und P wird der Erhaltungsbedarf für Mg, der ursprünglich auf dem Lebendgewicht basiert, wie in den deutschen Empfehlungen (GfE, 2001) gemäss der Futterraufnahme angepasst. Der Erhaltungsbedarf für Ca, K, Na, und Cl hängt von der Stoffwechselintensität ab (Wachstum und Laktation vs. Erhaltung und Trächtigkeit). Der Erhaltungsbedarf für Mg schliesst neu auch die unvermeidbaren Mg-Verluste über den Harn mit ein, die bislang als vernachlässigbar angesehen wurden (NRC, 2001). Die durch Schwitzen verursachten Mineralstoffverluste lassen sich für K und Na berücksichtigen. Einige ursprüngliche Formeln wurden in der vorliegenden Ausgabe vereinfacht.

Der **Absorptionskoeffizient** (Anhang 1) ist im Rahmen der faktoriellen Methode für die Bestimmung des **Bruttobedarfs** erforderlich, d.h. für die dem Wiederkäuer zuzuführende Menge an wichtigsten Mineralstoffen.

Bruttobedarf = Nettobedarf / Absorptionskoeffizient

Absorptionskoeffizient: Bei der Bedarfsschätzung mittels faktorieller Methode ist der Einfluss des definierten Absorptionskoeffizienten entscheidend. Der Absorptionskoeffizient des Elements kann je nach Mineralstoffquelle, dem Einfluss anderer Nährstoffe, der Tierart, der Rasse, dem Lebendgewicht oder dem physiologischen Zustand des Tieres potenziell variieren. In dieser Publikation wurden die Koeffizienten bislang in Abhängigkeit der Tierart, des Gewichts und des physiologischen Zustands des Tieres festgelegt. Sie wurden in erster Linie durch Simulationen mit Beispielrationen und den jeweiligen Koeffizienten der Futtertypen bestimmt. Neu sind die Absorptionskoeffizienten auf die Tierart bezogen und variieren je nach Zusammensetzung der Ration, wenn dies für nötig befunden wird.

In diesem Werk werden folgende Empfehlungen für die Absorptionskoeffizienten (Tabelle 4.3) gegeben:

- **Kalzium:** Die Absorbierbarkeit hängt von der Rationszusammensetzung ab. Es gibt keine quantifizierbaren Angaben, mit denen der Koeffizient nach Tierart (Rind, Schaf, Ziege), Gewicht oder physiologischem Zustand unterschieden werden könnte. Die Ca-Absorption ist nur wenig sensibel gegenüber dem Antagonismus anderer Nährstoffe. Die detailliertesten Koeffizienten, die pro Futtermittel angegeben werden, wurden vom Institut National de Recherche Agronomique français (INRA, 2007) übernommen. Der amerikanische Nutrient Research Council (NRC, 2001) schlägt Koeffizienten je nach Futtergruppe vor (Raufutter: 30 %; Ergänzungsfutter: 60 %; Mineralfutter 70 %). Die deutschen (GfE, 2001), skandinavischen (NorFor, 2001) und holländischen (CVB, 2005) Empfehlungen schlagen je einen einzigen Koeffizienten vor, d.h. 50, 50 bzw. 68 %. Mit Hilfe der wahren Absorption der Futterkomponenten (Meschy und Corrias, 2005) ergeben sich für Standardrationen von Milchkühen Koeffizienten zwischen 35 und 45 %, je nach Rationentyp und Ergänzungsfutteranteil (Anhang 2).
Agroscope verwendet beim Wiederkäuer mehrere Ca-Absorptionskoeffizienten, dies je nach Rationentyp. Beim Vor-Wiederkäuer (Kalb, Zicklein und Lamm) verwendet Agroscope nur einen Ca-Absorptionskoeffizienten (Yuangklang et al., 2010) In dieser Untersuchung standen den Kälbern Milch, wie auch Raufutter zur Verfügung.
- **Phosphor:** Die Absorbierbarkeit hängt von der Rationszusammensetzung ab. Es gibt keine quantifizierbaren Angaben, mit denen der Koeffizient nach Tierart (Rind, Schaf, Ziege), Gewicht oder physiologischem Zustand unterschieden werden kann. Nur wenige antagonistische Einflüsse auf die P-Absorbierbarkeit sind bekannt. Eine übermässige Aluminium- oder Fe-Zufuhr (Rosa et al., 1982) weist auf eine möglicherweise verminderte P-Nutzung hin, die jedoch nicht quantifizierbar ist. Kalzium kann den P-Koeffizienten nur dann verschlechtern, wenn eines der beiden Elemente den Bedarf des Tieres nicht deckt. Die detailliertesten Koeffizienten, die pro Futtermittel angegeben werden, wurden vom Institut National de Recherche Agronomique français (INRA, 2007) übernommen. Der amerikanische Nutrient Research Council (NRC, 2001) schlägt Koeffizienten je nach Futtergruppe vor (Raufutter: 64 %; Ergänzungsfutter 70 %; Mineralfutter: 90 %). Die deutschen (GfE, 2001), skandinavischen (NorFor, 2001) und holländischen (CVB, 2005) Empfehlungen schlagen je einen einzigen Koeffizienten vor, d.h. 70, 70 bzw. 75 %. Mit Hilfe der wahren Absorption der Futterkomponenten (Meschy, 2002, Jongbloed et al., 2002; Anhang 3) erwiesen sich die Koeffizienten für Standardrationen von Milchkühen als relativ konstant (je nach Ration 70 bis 78 %, Anhang 4). Sie variierten weniger stark als die Koeffizienten der einzelnen Futterkomponenten (Meschy, 2002).
Agroscope verwendet also einen einzigen P-Absorptionskoeffizienten für den Vor-Wiederkäuer sowie den Wiederkäuer (Schlegel, 2012). Der für den Vor-Wiederkäuer bestimmte Absorptionskoeffizient berücksichtigt, dass die Kälber einen Teil Raufutter in der Ration hatten (Yuangklang et al., 2010).

- **Zusammenhang zwischen Kalzium und Phosphor:** Die P-Absorption und der P-Stoffwechsel sind eng an diejenigen von Ca und Vitamin D₃ gebunden. Ein – im Vergleich mit P-Ionen – Überschuss an Ca-Ionen im Verdauungstrakt kann die Absorbierbarkeit von P durch die Bildung von Kalziumphosphatkomplexen verringern. Umgekehrt kann eine ungenügende Ca-Zufuhr zu einer Mobilisierung von Ca-Reserven aus dem Knochen führen. Durch diese Mobilisierung wird auch P aus dem Knochen in die Blutbahn freigesetzt und gelangt von dort aus via Speichel in den Pansen.
Die quantitativ so bedeutende P-Wiederverwertung über den Speichel induziert ein Ca:P-Verhältnis im Darm, welches in keinem Zusammenhang mehr mit jenem in der Ration steht. Das bedeutet, dass das Ca:P-Verhältnis der Ration nicht von Bedeutung ist, wenn die beiden Elemente den Bedarf des Tieres decken. Nichtsdestotrotz stellt dies die Auswahl des Mineralfutters gemäss seinem Ca:P-Verhältnis nicht in Frage.
- **Magnesium:** Magnesium wird im Darm des Vor-Wiederkäuers und hauptsächlich durch die Pansenwand des Wiederkäuers absorbiert. Die Absorbierbarkeit kann durch zahlreiche Faktoren beeinflusst werden. Nach heutigem Kenntnisstand lassen sich zwei davon quantifizieren: Die Mg-Absorbierbarkeit von Schafen ist höher als die von Rindern und Ziegen (Adediji und Suttle, 1999; Kessler, 2000a; Meschy und Corrias, 2005). Das Vorliegen hoher Mengen an K in der Ration reduziert die Mg-Absorption durch die Pansenwand linear. Dieser Antagonismus ist beim Rind und bei der Ziege deutlicher ausgeprägt als beim Schaf.
Die Absorbierbarkeit von Mg kann durch andere Faktoren beeinflusst werden, die hingegen nicht ausreichend quantifizierbar sind, um sie in die Empfehlungen zur Mineralstoffversorgung aufzunehmen: 1) Beim Rind könnte der negative Einfluss von K auf die Absorbierbarkeit von Mg weniger in Raufutter- als in Maissilage-basierten Rationen ausgeprägt sein. 2) Die Absorbierbarkeit von Mg könnte durch eine weniger strukturierte Ration, die den Transit beschleunigt, reduziert werden. 3) Eine Ration, die reich an rasch löslichen stickstoffhaltigen Verbindungen ist (z. B. junges Gras), erhöht die Ammoniakstickstoff-Konzentration im Pansen und reduziert die Mg-Absorption während 2 bis 3 Tagen, bevor sich diese wieder normalisiert (Gäbel und Martens, 1986). 4) Ein Na-Mangel reduziert die Absorbierbarkeit von Mg. 5) Ein starker Ca-Überschuss (mindestens doppelt so hoch wie die empfohlene Menge) reduziert den Mg-Status (Kronqvist et al., 2011).
Agroscope verwendet also einen einzigen Absorptionskoeffizienten für den Vor-Wiederkäuer und eine lineare Regression in Abhängigkeit des K in der Ration bei Wiederkäuern. Der für den Vor-Wiederkäuer bestimmte Absorptionskoeffizient berücksichtigt, dass die Kälber einen Teil Raufutter in der Ration hatten (Yuangklang et al., 2010). Bei der Milchkuh wurden vier Regressionen zur scheinbare Mg-Absorbierbarkeit in Abhängigkeit des K in der Ration vorgeschlagen (Adediji et Suttle, 1999; Weiss, 2004; Schonewille et al., 2008). Die Wahl der am besten geeigneten Regression wurde mit Hilfe von zwei bei Agroscope durchgeführten Milchkuhversuchen getroffen. In einem Versuch (Kessler, 2000a) wurde die scheinbare Absorbierbarkeit von Mg bei der Vorlage einer auf Heu-basierten Ration in Abhängigkeit des K-Gehaltes (30 oder 40 g K /kg TS) untersucht. Im anderen Versuch (Schlegel et al., 2015) wurde der jeweilige Mg-Status in Abhängigkeit von der Mg-Zufuhr (2.0, 2.7 und 3.4 g Mg /kg MS) und vom Rationstyp (Gras-/Maissilage, Emd oder Vollweide) verglichen.
- **Kalium, Natrium und Chlor:** Die Absorbierbarkeit der Elektrolyten K, Na und Cl ist sehr hoch. Diese von Na verschlechtert sich durch eine zunehmend hohe K-Zufuhr nicht, solange die Na-Zufuhr den Empfehlungen entspricht (Kessler, 2000b).

Der S-Bedarf des Tieres basiert auf dem der Pansenflora. Der Bruttobedarf von **Schwefel** wird beim Rind sowie beim Schaf auf 2.0 g/kg TS geschätzt und bei der Ziege auf 2.2 g/kg TS.

Die Fütterungsempfehlungen für Mengenelemente sind den jeweiligen Kapiteln der Tierkategorien zu entnehmen (Aufzuchtalb, Aufzuchtrind, Milchkuh, Mutterkuh, Mastkalb, Mastmuni, Schaf, Ziege).

Tabelle 4.3: Absorptionskoeffizient [%] von Ca, P, Mg, K, Na und Cl

	Ca	P	Mg	K	Na	Cl
Rind						
Vor-Wiederkäuer	70	80	40	90	90	90
Wiederkäuer	35 - 45 ¹⁾	70	28 - 0.5*K [g/kg TS]	90	90	90
Ziege						
Vor-Wiederkäuer	70	80	40	90	90	90
Wiederkäuer	35 - 45 ¹⁾	70	28 - 0.5*K [g/kg TS]	90	90	90
Schaf						
Vor-Wiederkäuer	70	80	70	90	90	90
Wiederkäuer	35 - 45 ¹⁾	70	46 - 0.4*K [g/kg TS]	90	90	90

¹⁾ Je nach Zusammensetzung der Ration:

	Anteil an Ergänzungsfutter	< 10%	10% - 25%	> 25%
Gemischte Ration Raufutter - Milchprodukte		65%	65%	65%
Maissilage (>40%) basierte Ration		42%	44%	46%
Maissilage (<40%) basierte Ration		40%	42%	44%
Grasbasierte Ration ²⁾		38%	39%	41%
Grasbasierte Ration, 10% Futterrüben		35%	37%	39%

²⁾ Mit einer hohen Leguminoseanteil (Typ L), werden die Koeffizienten um 5% reduziert

4.1.4 Bedarf an Spurenelementen

Der Bedarf an Spurenelementen wird über die empirische Methode ausgedrückt, die darin besteht, über eine steigende Zufuhr des entsprechenden Elements diejenige Menge zu bestimmen, die erforderlich ist, um ein Maximalniveau (Plateau) eines Parameters zu erzielen, der spezifisch der Zufuhr des jeweiligen Elements entspricht. Die geläufigsten Parameter sind die Gehalte im Knochen oder im Blut oder die enzymatische Aktivität im Blut. In der letzten Revision der Amerikanischen Fütterungsempfehlungen (NRC, 2001) wurde der faktorielle Ansatz verwendet. Der sensible Punkt ist jedoch die Definition des Absorptionskoeffizienten. Dieser basiert auf sehr wenigen Daten und hängt vom Gehalt des Elements in der Ration und dem Mineralstoffstatus des Tieres ab.

Der Mangel oder der Überschuss eines anderen Elements kann die Bioverfügbarkeit der untersuchten Spurenelemente beeinflussen. Die **Bioverfügbarkeit** entspricht dem maximalen Nutzungsgrad eines aufgenommenen Elements, welches durch ein gesundes Tier für einen biochemischen oder physiologischen Vorgang oder als Reserve verwendet wird. Die Bioverfügbarkeit umfasst die Absorptionsfähigkeit und die möglichen Mineralstoffinteraktionen, welche die Absorption oder die endogene Exkretion des Elements beeinflussen können.

Da auch die potentiellen Vorteile der faktoriellen Methode bei Spurenelementen unter schweizerischen Verhältnissen nur schwer ausgenutzt werden können, hält Agroscope für die Fütterungsempfehlungen am empirischen Ansatz fest und korrigiert diese in Abhängigkeit der Mineralstoffinteraktionen. Letztere sind nur wenig quantifiziert. Diejenigen, die für Wiederkäuer von Bedeutung sind, werden nachfolgend beschrieben.

- **Interaktion Molybdän-Schwefel-Kupfer:** Das Mo und S bilden im Pansen Thiomolybdate, die sich an vorliegendes Cu binden. Das Vorhandensein grosser Mengen an Cu-Thiomolybdaten reduziert progressiv die Cu-Absorptionsfähigkeit (Suttle und Mc Lauchlan, 1976; Suttle, 1983; Anhang 5). Bei einer Zufuhr von 10 mg Cu /kg TS über das Futter wird ein marginaler plasmatischer Cu-Status erreicht, wenn die Mo- und S-Gehalte höher als 2.0 und 3.0 g/kg TS sind (Dias et al., 2013; Anhang 5). Ein Mo-reiches Futter kann an sumpfigen und torfigen Standorten vorkommen.
- **Interaktion Eisen-Kupfer und Eisen-Zink:** Wenn das Futter starke Erdverschmutzungen aufweist, ist der Fe-Gehalt erhöht. Ein hoher Fe-Gehalt im Futter und in gelöster Form im Verdauungstrakt kann die Absorption von Cu und Zn verringern und den Bruttobedarf an diesen Elementen folglich erhöhen. Das Fe aus Kontaminationen ist wenig löslich, kann aber nach einer Vergärung (Grassilage) in löslicher Form vorhanden sein (Hansen und Spears, 2009). Das Lösen von Fe aus Erde ist somit in siliertem Futter wahrscheinlicher.
- **Interaktion Kalium-Mangan, Schwefel-Mangan und Eisen-Mangan:** Der Überschuss an diesen Elementen kann den Mn-Stoffwechsel wahrscheinlich über eine reduzierte Absorption stören. Die Absorbierbarkeit von Mn ist sehr schwach und diese Antagonismen können den Bruttobedarf stark beeinflussen. Da in der Schweiz

Wiesenfutter häufig K-reich ist, beinhalten die Mn-Empfehlungen eine Sicherheitsmarge, die hoch genug ist, um den Mn-Bedarf auch beim Auftreten dieser möglichen Interaktionen zu decken. Folglich sind die Mn-Empfehlungen 2- bis 4-mal so hoch, wie die mit der faktoriellen Methode erhaltenen Werte (NRC, 2001).

- **Interaktion Selen-Vitamin E:** Selen und Vitamin E agieren in ihrer Rolle als Antioxidantien komplementär, um den Erhalt der Integrität der Zellmembranen zu sichern. Sie können sich jedoch nicht vollständig gegenseitig ersetzen. Wegen dieser engen Verbindung können ihre Wirkungen in der Praxis nur selten voneinander getrennt werden.
- **Interaktion Schwefel-Selen:** Chemisch sind diese beiden Elemente sehr ähnlich. Ihre Absorption kann sinken, sobald der S-Gehalt der Ration 2.5 g/kg TS überschreitet (Pope et al., 1979). Ein negativer Einfluss auf den Selenstatus bleibt jedoch umstritten.
- **Interaktion Jod-Selen:** Die Umwandlung des Hormons T₄ zu T₃ in der Schilddrüse wird durch die Aktivität der selenabhängigen Deiodasen katalysiert. Folglich kann ein Se-Mangel diese Umwandlung stören und zu einer Schilddrüsendysfunktion führen.
- **Interaktion goitrogene Substanzen-Jod:** Die Präsenz von goitrogenen Substanzen in der Ration beschränkt den I-Transfer zur Schilddrüse und zu den Brustdrüsen, erhöht jedoch dessen Gehalt im Blut und dessen Ausscheidung über den Urin (Franke et al., 2009a; Franke et al., 2009b). Wenn die Ration zu einem grossen Teil (20–25 %) aus Futter besteht, das Glucosinolate (Kreuzblütler wie Futterkohl, Steckrüben und nicht-00-Raps), Blausäureglycoside (Leinsamen, Weissklee, Hirse) und Nitrate enthält, wird empfohlen, die I-Zufuhr über das Futter zu erhöhen.

Die empfohlenen Gaben an Spurenelementen werden in den jeweiligen Kapiteln bzw. bei jeder Tierkategorie aufgeführt (Aufzuchtalb; Aufzuchttrind; Milchkuh; Mutterkuh; Mastkalb; Mastmuni; Schaf; Ziege). Es ist zu präzisieren, dass diese Mengen sich auf die vollständige Ration beziehen und nicht auf die zu ergänzenden Mengen. Diese Empfehlungen liegen weit unter den erlaubten Höchstmengen (schweizerische und europäische Gesetzgebung). In der Bioproduktion können die Empfehlungen sehr nah an den vom jeweiligen Label erlaubten Ergänzungsmengen liegen. Dies ist dann der Fall, wenn die natürlichen Gehalte in der Ration tief sind wie z. B. bei Co oder Se.

4.1.5 Mineralstofftransfer in tierischen Produkten

Bis auf einige Organe, wie beispielsweise die Leber, werden in den meisten Fällen die Mineralstoffgehalte der Produkte (Milch und Fleisch) durch die Mineralstoffzufuhr, die das Tier erhält, nicht verändert. Ausnahmen dieser Regel sind I, Se und Co. Je nach Aufnahme des jeweiligen Mineralstoffs über das Futter können ihre Gehalte in den Produkten verändert und an den Bedarf der menschlichen Ernährung angepasst werden. Der I-Gehalt der Milch ist direkt an den I-Gehalt der Ration gebunden. Der Se-Gehalt der Milch und des Fleisches kann über eine Ergänzung mit Produkten, die Selenomethionin oder Selenocystin enthalten, erhöht werden.

4.1.6 Mineralstoffergänzungsquellen

Die Kriterien für die Auswahl einer Mineralstoffergänzungsquelle sind zahlreich. Dazu gehören unter anderem:

- Gesetzliche Bestimmungen und unerwünschte Gehalte (z.B. Schwermetalle)
- Physikalische Eigenschaften (Granulierung, Staubigkeit, Fließbarkeit, Verklumpungsgefahr usw.) und chemische Eigenschaften (chemische Form, Mineralstoffgehalt, Pufferkapazität usw.)
- Löslichkeit und Löslichkeitskinetik bei neutralem pH (Wasser) und saurem pH
- Wirksamkeit im Tier
- Schmackhaftigkeit (Geschmack, Aroma, Textur)
- Preis pro Mineralstoffeinheit, gesamt oder absorbierbar

Der Absorptionskoeffizient von Mengenelementen aus Futterzusätzen ist in Tabelle 4.4 ersichtlich. Bei Ca-Quellen variiert dieser stark. Eine klassische Zufuhr von Kalziumcarbonat und Kalziumphosphat führt zu einem mittleren Ca-Absorptionskoeffizienten von 40 %. Der P-Absorptionskoeffizient ist bei den verschiedenen Phosphatquellen vergleichbar, beträgt im Mittel 70 % und entspricht somit dem der anderen Komponenten einer Ration. Der Absorptionskoeffizient von Mg aus Futterzusätzen variiert ebenfalls, ist jedoch zu relativieren. Die verwendeten Versuchsrationen waren K-arm. Bei K-reichen Rationen, wie sie in der Schweiz im Allgemeinen vorliegen, wären die Koeffizienten und Unterschiede zwischen den verschiedenen Quellen deutlich geringer.

Tabelle 4.4: Absorptionskoeffizient der Mengenelemente aus Mineralstoff-Ergänzungsquellen beim Wiederkäuer

Element	Quelle	Absorptionskoeffizient			
		Ca	P	Mg ¹⁾	Na, Cl
Ca	Calziumcarbonat	40			
Ca	Kalk-Dolomit	35			
Ca, P	Monocalziumphosphat	55	70		
Ca, P	Dicalziumphosphat	45	68		
P	Mononatrium Phosphat		75		
Mg	Magnesiumsulfat			45	
Mg	Magnesiumoxyd (<500 µm)			40	
Mg	Magnesiumoxyd (>500 µm)			30	
Mg	Magnesiumchlorid			40	
Ca, Mg	Dolomit	30		20	
Ca, P, Mg	Triplephosphat		70	45	
Na, Cl	Salz und andere				90
<i>Mittlere Varianz</i>		<i>±3</i>	<i>±4</i>	<i>±5</i>	

¹⁾ Rationen ohne K-Ueberschuss

Quelle: Literaturübersicht durch Jongbloed et al., 2002

Die Spurenelemente können je nach Herkunft in zwei Gruppen eingeteilt werden: Quellen anorganischer Herkunft (Oxid, Acetat, Carbonat, Chlorid oder Sulfat) und Quellen organischer Herkunft, bei welchen das Element an eine Proteinsubstanz (Aminosäure, Peptid oder Protein) gebunden ist oder, im Spezialfall, von Se anstelle von S in Schwefelaminosäuren eingebaut wird (Selenomethionin, Selenocystein). Die Herstellung aus organischen Quellen ist folglich deutlich energieaufwändiger als jene aus anorganischen Quellen. Historisch gesehen wurden die ersten organischen Quellen in den 70er Jahren entwickelt, um pansengeschützte Aminosäuren anzubieten (Zinkmethionin); erst danach wurden diese Quellen angeboten, um die Bioverfügbarkeit des Mineralstoffs gegenüber einer anorganischen Quelle zu verbessern.

Die Bioverfügbarkeit der anorganischen Quellen hängt unter anderem von ihrer Löslichkeit unter den verschiedenen Bedingungen im Gastrointestinaltrakt ab. Studien, welche die Bioverfügbarkeit anorganischer Quellen vergleichen, zeigen folgendes:

- Co: Sulfat = Carbonat > Oxid
- Cu: Sulfat = Carbonat > Oxid
- I: Kaliumjodid = Kalziumjodid
- Se: Natriumselenit = Natriumselenat
- Zn: Sulfat = Oxid

Es wurden zahlreiche Studien über organische Quellen durchgeführt, aber nur eine begrenzte Anzahl ermöglicht einen direkten Vergleich der Bioverfügbarkeit mit einer anorganischen Quelle. Bei den Kationen (Cu, Fe, Mn und Zn) soll die organische Bindung einen besseren Schutz des Elements gegen die antagonistischen Interaktionen im Verdauungstrakt ermöglichen. Somit erreicht die organische Quelle den Absorptionsort in intakter Form. Die Ergebnisse sind allerdings widersprüchlich und bestätigen nicht, dass die Bioverfügbarkeit organischer Quellen im Allgemeinen höher ist als die anorganischen Quellen. Dies ist abhängig vom jeweiligen Element, der Tierart und den vorliegenden Bedingungen. Eine Überlegenheit der organischen Formen wird eher bei Rationen beobachtet, in denen grosse Mengen antagonistischer Nährstoffe vorliegen, insbesondere mit Cu (z. B. Ward et al., 1996; Hansen et al., 2008). Unter schweizerischen Bedingungen hatte der Ersatz von anorganischem Cu, Mn, Zn und Se durch organische Quellen keinen relevanten Einfluss auf den Mineralstoffstatus von Milchkühen (Kessler und de Faria, 1998). Der Ersatz der anorganischen Zn-Quelle durch eine organische Form verbesserte den Gehalt an Zn in der Leber (Spears et al., 2004) sowie den Klauenzustand bei Mastmuni (Kessler et al., 2003). Während Selenit durch einfache Diffusion absorbiert wird, folgen die organischen Selenquellen den Absorptionsmechanismen der Aminosäuren. Folglich ist der Se-Gehalt von Geweben und Milch höher, wenn anorganisches Se durch organische Quellen ersetzt wird.

Ein weiterer Aspekt ist die elektrochemische Neutralität organischer Quellen, durch die sei es möglich, ihre Aggressivität gegenüber ebenfalls in den Mineralfuttern vorliegenden empfindlichen Molekülen wie beispielsweise Vitaminen zu vermindern.

4.1.7 Indikatoren für den Ernährungsstatus

Abgesehen von deutlichen (klinisch erkennbaren) Mangel- oder Überschussituationen bleibt die Bewertung des Mineralstoffstatus einer Herde sowohl bezüglich der zu analysierenden Parameter und der Referenzwerte als auch bezüglich der Interpretation der Ergebnisse eine heikle Übung.

Es wird empfohlen, nur dann eine Beurteilung des Mineralstoffstatus vorzunehmen, wenn die Vermutung besteht, dass die gesamte Tiergruppe von einem Mangel betroffen ist und nur nach einer Überprüfung des Mineralstoff-Fütterungsplans (alle Mineralstoffe), der Futteranalysen und der Mineralstoff-Verabreichungsweise.

Um den Mineralstoffstatus einer Herde zu beurteilen, wird empfohlen, gesunde Tiere (mindestens 5) auszuwählen, welche die Herde repräsentieren (z. B. seit einer vergleichbaren Zeit auf dem Betrieb, durchschnittliche Produktionsleistung) und sich in einem vergleichbaren Produktionsstadium befinden (bei Milchkühen am besten im Monat nach der Kalbung). Die Probennahme erfolgt in einer Phase ohne grosse Störungen (Abkalbezeit, Rationenwechsel usw. vermeiden). Die Proben müssen die Analysen von Parametern ermöglichen, die einer fütterungsbedingten Dosis-Wirkung entsprechend reagieren und problemlos entnommen werden können, ohne übertrieben hohe Kosten zu verursachen. Blut-, Harn- und möglicherweise Speichel- (Na) oder Milchproben (I, Se) sind folglich zu bevorzugen. Der nach der Schlachtung in der Leber bestimmte Cu-Gehalt ist ebenfalls ein adäquater Indikator. Die Mineralstoffgehalte im Haar geben keine verlässlichen Hinweise auf den Mineralstoffstatus.

Durch die physiologische Regulierungskapazität lassen sich die Gehalte in den Körperflüssigkeiten dauerhaft aufrechterhalten, solange noch Reserven mobilisierbar sind. Das heisst, dass eine 10-tägige Mg-Mangelernährung genügt, um bei Milchkühen ein Absinken des Mg-Spiegels im Plasma oder im Urin zu beobachten (Suttle, 2010), aber dass ein Absinken des Cu-Spiegels im Plasma erst nach einer zweimonatigen Cu-Mangelernährung feststellbar ist (Hansen et al., 2008). Zu einem Mineralstoffmangel kann es entweder direkt über eine ungenügende Zufuhr des entsprechenden Elements kommen oder durch eine überschüssige oder ungenügende Zufuhr eines anderen Nährstoffs (Antagonismen). Daher ist es für die Bewertung des Mineralstoffstatus einer Herde unabdingbar, die potenziellen Antagonismen mit in Betracht zu ziehen, um die Mineralstoffgehalte in der Ration festzulegen.

Die Referenzgehalte für erwachsene, gesunde, laktierende Rinder, die in Tabelle 4.5 dargestellt sind, stammen bis auf die erwähnten Ausnahmen von Suttle (2010) sowie von Ewing und Charlton (2005). Die von Kilchenmann und Pfäffli (1984) bei 46 Milchkühen analysierten Mengenelementgehalte im Blut stimmen mit den Referenzwerten überein.

Die vorliegende Revision der **Selen**-Fütterungsempfehlungen basiert auf Dosis-Wirkungsversuchen und Erhebungen des Se-Status in der Schweiz. Um einen als adäquat angesehenen Se-Status zu erreichen (50 µg Se/l Serum) war bei Mastmuni eine Zufuhr von 0.10 mg Se/kg TS nicht ausreichend (Räber et al., 2005). Auf der Grundlage zweier Erhebungen, in denen die Se-Futterzufuhr geschätzt und der Se-Status von Milchkühen gemessen wurde (Kessler et al., 1991; Schlegel et al., unveröffentlicht), wurde mit einer 0.19 mg Se/kg TS enthaltenden Ration ein adäquater Se-Status erreicht (Anhang 6). Der Se-Status des Muttertiers ist mit dem des neugeborenen Kalbes korreliert. Gemäss einer Erhebung von Lejeune et al. (2012) bleibt der durchschnittliche Se-Status neugeborener Kälber in der Schweiz kritisch. Die Fütterungsempfehlungen für Se wurden folglich nach oben angepasst (s. Kapitel Nährstoffempfehlungen).

Tabelle 4.5: Indikatoren für den Mineralstoffstatus beim erwachsenen Rind

Indikator	Parameter		Blut/Serum/Plasma							Harn					
			Sensibilität	Reaktivität	Form	Mangel	Marginal	Adäquat	Ueberschuss	Sensibilität	Reaktivität	Mangel	Marginal	Adäquat	Ueberschuss
Ca	Ca	[mmol/l]	Keine		Ser./Plas.	-	-	2.3 - 2.8	-	Keine		-	-	-	-
P	P	[mmol/l]	Mittel	Wochen	Ser./Plas.	≤ 1.0	1.0 - 1.2	1.2 - 2.2	-	Bei Uebersch.	Tage	-	-	-	-
Mg	Mg	[mmol/l]	Gut	Tage	Ser./Plas.	≤ 0.5	0.5 - 0.8	0.8 - 1.4	> 1.6	Gut	Tage	≤ 1.5	1.5 - 3.0	3 - 10	> 15
K	K	[mmol/l]	Gut	Tage	Ser./Plas.	≤ 2.5	2.5 - 4.0	4.0 - 5.0	> 10.0	Gut	Tage	≤ 20		20 - 120 ¹⁾	> 120 ¹⁾
Na	Na	[mmol/l]	Schwach ²⁾	Tage	Ser./Plas.	≤ 130	130 - 135	135 - 150	> 150	Gut	Tage	≤ 1 ²⁾	1 - 8	8 - 40	> 60
Cl	Cl	[mmol/l]		Tage	Ser./Plas.	≤ 70	70 - 90	90 - 110	> 150		Tage	≤ 2			
Cu⁴⁾	Cu	[µmol/l]	Gut	Monate	Plasma	< 8 ³⁾	8 - 11	11 - 25 ³⁾	> 60	Keine		-	-	-	-
Co	Co	[µmol/l]			Ser./Plas.	≤ 1.5	1.5 - 2.5	2.5 - 8.5	> 25.5	Keine		-	-	-	-
Co	Vit. B ₁₂	[µg/l]			Ser./Plas.	≤ 0.2	0.2 - 0.4	0.4 - 0.9	-	Keine		-	-	-	-
Fe	Fe	[µmol/l]	Gut	Tage	Ser./Plas.	≤ 9		10 - 20	> 30	Keine		-	-	-	-
Fe	Hb	[g/l]	Gut	Wochen	Blut	≤ 90		90 - 140	-	Keine		-	-	-	-
I⁵⁾	I total	[µmol/l]	Gut	Wochen	Ser./Plas.	≤ 0.4	0.4 - 0.8	0.8 - 3.1	> 5.5	Gut	Tage	≤ 0.6	0.6 - 0.8	0.8 - 2.0	< 3.0
I⁵⁾	I inorg.	[µmol/l]	Gut	Tage	Ser./Plas.	≤ 0.4	0.4 - 0.8	> 0.8	-						
I⁵⁾	T4	[µmol/l]	Mittel	Monate	Ser./Plas.	< 0.02		0.02 - 0.13	-	Keine		-	-	-	-
I⁵⁾	T3	[µmol/l]	Mittel	Monate	Ser./Plas.	< 1.0	1.0 - 1.3	1.3 - 1.6	-	Keine		-	-	-	-
Zn	Zn	[µmol/l]	Gut	Wochen	Ser./Plas.	< 8 ³⁾	8 - 12	12 - 18 ³⁾	> 45	Keine		-	-	-	-
Se⁶⁾	Se	[µmol/l]	Gut	Tage	Ser./Plas.	≤ 0.4	0.4 - 0.7	> 0.7							
Se	GSH-Px	[U/g Hb]	Gut	Monate	Blut	< 10		25 - 40	> 150	Keine		-	-	-	-

Hb: Hämoglobin; T4: Thyroxin Thyroidhormone; T3: Triiodthyronin Thyroidhormone; GSH-Px: Glutathion Peroxydase Aktivität

-: Inadäquater Parameter; n.d.: nicht quantifiziert

¹⁾ Mit Schweizer Rationen welche meist mehr als 20 g K /kg TS enthalten wird dieser Wert generell überschritten

²⁾ Speichel mit <130 mmol Na /l wird auf Na-Mangel hingewiesen (Kessler et de Faria, 1997)

³⁾ Nach Enjalbert et al., 2006

⁴⁾ Der Cu gehalt in der Leber ist ein sehr guter Indikator. Adäquat zwischen 25 - 100 mg Cu /kg.

⁵⁾ Der I gehalt in der Milch ist ein sehr guter Indikator. Adäquat ≥30 µg/l (Achtung auf ev. Kontamination von Melkhygiene Produkte)

⁶⁾ Die Se Gehalte in Leber und Milch sind gute Indikatoren. Adäquat zwischen 0.25 - 0.5 mg Se /kg Leber und >15 µg Se /l Milch.

4.1.8 Klinische Mineralstoffmängel

Die häufigsten schweren (klinischen) Mineralstoffmängel werden nachfolgend beschrieben:

Die Fähigkeit des Tieres, Mineralstoffreserven anzulegen und zu mobilisieren, ermöglicht eine ausreichende Versorgung in Perioden mit hohem Bedarf. Zu Beginn der Laktation ist der Kalzium- und Phosphorbedarf wegen der Abgabe dieser Mineralstoffe über die Milch plötzlich sehr hoch, wodurch eine hohe Ca-Absorption im Darm sowie eine Mobilisierung von Ca aus dem Skelett erforderlich ist. In der zweiten Laktationshälfte werden jedoch wieder Reserven eingelagert (Liesegang et al., 2007). Ist das Tier nicht in der Lage, genügend Ca zu mobilisieren, können die Regulierungsmechanismen scheitern, was eine auch Milchfieber genannte Hypocalcämie zur Folge hat. Zu einer Hypocalcämie kann es bei der Milchkuh und der Milchziege nach Laktationsbeginn kommen, wohingegen sie beim Schaf bereits gegen Ende der Trächtigkeit auftreten kann. Durch eine angemessene Prophylaxe vor und während des Abkalbens lässt sich die Häufigkeit dieser Erkrankung reduzieren. Folgende Massnahmen lassen sich bei der Milchkuh 3 bis 4 Wochen vor der Kalbung ergreifen (Rérat, 2005; Liesegang et al., 2006a; Rérat et al., 2009; Rérat et Hess, 2012; Rérat et Schlegel, 2014):

- Deckung des Ca-, P-, Mg- und Vitamin-D-Bedarfs und Vermeiden einer überschüssigen Zufuhr.
- Begünstigung der metabolischen Azidose vor der Kalbung mit Hilfe einer Ration, die eine Kationen/Anionen-Bilanz (DCAB) unter 150 meq/kg TS aufweist. Der DCAB-Wert einer Ration (meq/kg TS) wird folgendermassen berechnet: $(\% \text{ Na} \times 435 + \% \text{ K} \times 256) - (\% \text{ Cl} \times 282 + \% \text{ S} \times 624)$. Eine die metabolische Azidose begünstigende Ration ist K-arm (z. B. Futter von Extensowiesen, Maisganzpflanzen). Die zusätzliche Gabe anionischer Salze wie Ca- oder Mg- Chlorid oder-Sulfate oder Ammonium senken den DCAB-Wert der Ration und können dazu beitragen, eine Hypocalcämie zu verhindern, wenn die Ration nicht aus K-reichem Futter besteht.
- Verwendung von leicht löslichen Ca Präparaten (Gel, Bolus, Flüssigkeit) unmittelbar vor und nach dem Abkalben.
- Bedarfsgerechte Energieversorgung während der Galtperiode.
- Vermeiden von Stress.

Die Wirksamkeit anionischer Salze ist bei der Milchkuh und der Milchziege ähnlich, beim Schaf hingegen begrenzt (Liesegang, 2008). Da das Schaf bereits gegen Ende der Trächtigkeit und insbesondere bei einer bevorstehenden Zwillingsgeburt mit einem sehr hohen Ca-Bedarf konfrontiert ist, ist die Fähigkeit zur Ca-Mobilisierung aus den Knochenreserven anscheinend besser angelegt (Wilkens et al., 2014). Das Schaf reagiert folglich weniger auf den wechselnden Ca-Bedarf zu Laktationsbeginn als die Kuh und die Ziege (Liesegang et al., 2006b, 2006c).

Anders als bei Ca und P ist das erwachsene Tier praktisch nicht in der Lage, seine Reserven an Magnesium und Elektrolyten (K, Na und Cl) zu mobilisieren. Innerhalb von wenigen Tagen kann eine nicht adäquate Mg-Versorgung zu Veränderungen der Mg-Gehalte im Blut und im Harn führen. Bei einer ungenügenden Mg-Versorgung über einen längeren Zeitraum kann der Mangel klinisch werden und zu einer Hypomagnesiämie (Weidetetanie/Stalltetanie) führen. Die Hauptursache für eine Stoffwechselstörung ist eine Mg-arme Ration in Kombination mit einer hohen K-Zufuhr. Ein starkes Energiedefizit oder Stresssituationen begünstigen die Lipolyse, für welche Mg als enzymatischer Co-Faktor benötigt wird. Durch derartige Situationen wird das Gleichgewicht der Mg-Verteilung im Körper gestört und das Risiko eines klinischen Mangels erhöht. Anders als Rinder sind Ziegen nur selten von einer Hypomagnesiämie betroffen. Mit den nachfolgenden Massnahmen lässt sich dieser Mangel bei der Milch- oder Mutterkuh verhindern:

- Deckung des Mg-Bedarfs in Abhängigkeit der K-Versorgung.
- Deckung des Na-Bedarf.
- Deckung des Energiebedarfs.
- Begrenzung von Stress (physisch, thermisch).
- Begrenzung des K-Gehalts im Futter durch eine angepasste K-Düngung.

Es ist normal, dass Kühe Salzsteine lecken und sich gegenseitig lecken. Es kann jedoch vorkommen, dass sie ihr Verhalten ändern und beginnen, wiederholt Mauern, Pfosten oder Tröge zu lecken. Legen mehrere Tiere einer Herde eine solche Verhaltensweise (Pica) an den Tag, kann ein Natrium- oder möglicherweise ein Kobaltmangel die Ursache sein. Symptome eines Na-Mangels können lange Zeit unbemerkt bleiben. Erst wenn der Speichel die unzureichende Na-Zufuhr nicht mehr kompensieren kann, treten klinische Symptome wie Pica auf.

Die häufigsten schweren (klinischen) Mineralstoffmängel werden nachfolgend beschrieben:

Ein **Selen-** und **Vitamin E**-Mangel kann Wachstumsstörungen und Muskelläsionen zur Folge haben (**Weissmuskelkrankheit**), welche den Herzmuskel betreffen können (Herzstillstand) oder die Skelettmuskulatur (Bewegungsstörungen, Lähmungen der hinteren Gliedmassen, Schluckprobleme). Dieser Mangel wird häufig beim Kalb und beim Lamm beobachtet, da er sich bereits im Fetalstadium anbahnt, wenn die Mutter nicht ausreichend mit Se und Vitamin E versorgt wird. Die Vorbeugung der Weissmuskelkrankheit erfordert vor allem eine korrekte Se- und Vitamin E-Versorgung des Muttertieres. Diese sollte nach Abdelraham et Kincaid (1995) im letzten Drittel der Trächtigkeit 3 mg Se/Tag betragen, da andernfalls der Serumspiegel vermindert ist. In Betrieben, in denen die Weissmuskelkrankheit relativ häufig auftritt, hat sich eine direkte Präventivmassnahme beim Kalb als wirksam erwiesen. Diese kann z.B. über eine Se- und Vitamin-E-Injektion oder über die Gabe einer auf Se und Vitamin E basierenden Paste (Drench) erfolgen. Beim erwachsenen Tier ist die Erkrankung nicht direkt sichtbar; ein Se-Mangel (und/oder ein Vitamin E-Mangel) wirkt sich jedoch indirekt auf die Fruchtbarkeit aus, und die Anzahl auftretender Mastitisfälle kann sich erhöhen.

4.1.9 Toleranzschwellen

Eine über einen längeren Zeitraum andauernde exzessive Mineralstoffversorgung (Tabelle 4.6) kann entweder direkt über die Toxizität des entsprechenden Elements oder indirekt über den Mangel an einem anderen Mineralstoff zu Stoffwechselstörungen führen. Die Toleranzschwellen für Spurenelemente liegen oberhalb der in der Schweiz für Futtermittel erlaubten Maximalwerte.

Tabelle 4.6: Toleranzschwellen für Mineralstoffe in Futtermitteln für Rinder, Schafe und Ziegen (NRC, 2005)

	[g/kg TS]		[mg/kg TS]		[mg/kg TS]
Ca	15 - 20	Cu²⁾	15 / 40	Al	1000
P	10	Co	25	Cd	25
Mg	6	Fe	500	F	500
K	30 ¹⁾	I³⁾	8	Ni	50
NaCl	40	Mo	10	V	50
S	5	Mn	2000		
		Se	5		
		Zn²⁾	300 / 500		

¹⁾ Grund des tiefen Wertes: reduzierte Mg Absorbierbarkeit und erhöhte Risiko an Milchfieber.

²⁾ Tiefere Wert für Schaf; höhere Wert für Rind und Ziege

³⁾ INRA, 1988

Wenn die Fütterungspläne befolgt werden, treten chronische Mineralstoffvergiftungen nur selten auf. Es kann jedoch vorkommen, dass kontaminierte Futtermittel zu Vergiftungen führen. So können beispielsweise zur Fütterung dienende Milchnebenprodukte, die in Cu-Behältern aufbewahrt wurden, mit Cu angereichert sein (Sieber et al., 2003). Der Cu-Gehalt der Ration kann somit den Toleranzwert überschreiten. Symptome einer **Kupfervergiftung** sind unter anderem eine Gelbfärbung der Schleimhäute (Gelbsucht), ängstliches Verhalten und Krämpfe. Auch kann der Urin rötlich verfärbt sein. Durch die Verwendung von Säuren als Konservierungsmittel kann diese Problematik noch weiter verschärft werden (Kessler, 2003). Schafe reagieren ausgesprochen sensibel auf die Cu-Zufuhr, da ihre Fähigkeit, überschüssiges Cu über die Galle auszuschcheiden, scheinbar begrenzt ist. Das Risiko einer Vergiftung an Cu sollte sich bei Schafen, die mit Cu-reichem Raufutter gefüttert werden, durch eine Mo-Ergänzung im vorgelegten Mineralfutter begrenzen lassen.

4.2 Vitamine

Heute sind insgesamt 13 Vitamine bekannt, von denen die meisten als Gruppe von verwandten Stoffen mit qualitativ gleichen Wirkungen aufzufassen sind. Die Vitamine werden in zwei Hauptgruppen unterteilt: in fettlösliche und wasserlösliche Vitamine (Tab. 4.7). Für den Wiederkäuer mit voll entwickeltem Pansen sind die Provitamine A, insbesondere das β -Carotin, sowie die Vitamine A, D und E von praktischer Bedeutung. Unter bestimmten Bedingungen spielen auch das Vitamin B1 und die Nicotinsäure eine gewisse Rolle. Bei den restlichen Vitaminen ist der Wiederkäuer dank der Pansenmikroorganismen von der Zufuhr über das Futter im Allgemeinen unabhängig. Bei Tieren mit noch nicht entwickeltem Vormagensystem (Kalb, Lamm, Zicklein) sind hingegen auch die wasserlöslichen Vitamine in der Praxis von Bedeutung.

Tabelle 4.7. Fettlösliche und wasserlösliche Vitamine (Vitamingruppen)

Fettlösliche Vitamine	Wasserlösliche Vitamine	
Vitamin A	Vitamin C	Pantothensäure
Provitamine A (u.a. β -Carotin)	Vitamin B1	Biotin
Vitamin D	Vitamin B2	Folsäure
Vitamin E	Vitamin B6	
Vitamin K	Vitamin B12	
	Nicotinsäure	

Der Vitaminbedarf von Wiederkäuern wird vor allem mit der Dosis-Wirkungsmethode geschätzt, die auf verschiedenen Beurteilungskriterien basiert (Wachstum, Fortpflanzung, Einlagerung in bestimmten Organen, typische Mangelercheinungen, Immunstatus usw.). Die Empfehlungen für die verschiedenen Tierkategorien (siehe entsprechende Kapitel) ermöglichen es, den Vitaminbedarf von Wiederkäuern unter normalen Fütterungs- und Haltungsbedingungen zu erfüllen. Sie basieren auf der Literatur zum Vitaminstoffwechsel bei Wiederkäuern und auf den von ARC (1980), GfE (1986), INRA (1978, 1988), NRC (1984, 1985, 1989), AWT (1991) und Hoffmann-La Roche (1989, 1991) publizierten Fütterungsempfehlungen.

4.3 Literatur

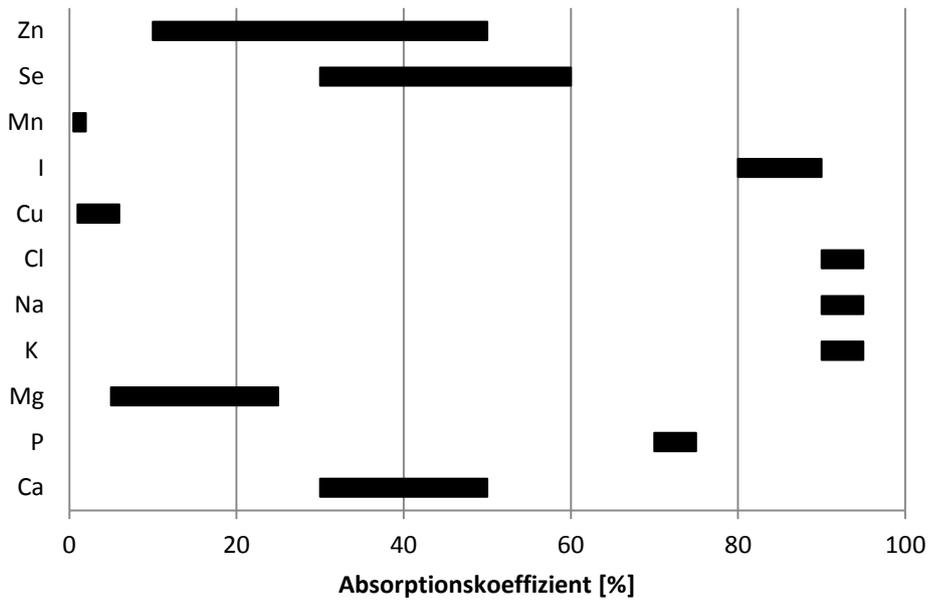
- Abdelraham M. M. and Kincaid R. L., 1995. Effect of selenium supplementation of cows on maternal transfer of selenium to fetal and newborn calves. *Journal of Dairy Science* 78, 625–630.
- Adediji O. and Suttle N. F., 1999. Influence of diet type, K and animal species on the absorption of magnesium by ruminants. *Proceeding of the Nutrition Society* 58, 31A.
- AFRC, 1991. Technical Committee on Responses to Nutrients, Report 6, A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle. *Nutrition Abstract Reviews*, 61, 573–612.
- ARC, 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Slough, United Kingdom.
- AWT, 1991. Vitamine in der Tierernährung. Bonn, Deutschland.
- CVB, 2005. Handleiding Mineralenvoorziening rundvee, schapen, geiten. Centraal veevoederbureau, Lelystad, The Netherlands.
- Dias R. S., López S., Montanholi Y. R., Smith B., Haas L. S., Miller S. P. and France J., 2013. A meta-analysis of the effects of dietary copper, molybdenum and sulfur on plasma, liver copper, weight gain and feed conversion in growing-finishing cattle. *Journal of Animal Science* 91, 5714–5723.
- Durand M and Komisarczuk S., 1988. Influence of major minerals on rumen microbiota. *Journal of Nutrition* 118, 249–260.
- Enjalbert F., Lebreton P. and Salat O., 2006. Effect of copper, zinc and selenium status on performance and health in commercial dairy and beef herds : retrospective study. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 90, 459–466.
- Ewing W.N. and Charlton S.J., 2005. The Minerals Directory. Context, Packington, United Kingdom.
- Franke K., Meyer U., Wagner H., Hoppen H. O. and Flachowsky G., 2009a. Effect of various iodine supplementations, rapeseed meal application and two different iodine species on the iodine status and iodine excretion of dairy cows. *Livestock Science* 125, 223–231.
- Franke K., Meyer U., Wagner H. and Flachowsky G., 2009b. Influence of various iodine supplementation levels and two different iodine species on the iodine content of the milk of cows fed rapeseed meal or distillers dried grains with solubles as the protein source. *Journal of Dairy Science* 92, 4514–4523.
- Gäbel G. and Martens H., 1986. The effect of ammonia on magnesium metabolism in Sheep. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 55, 278–287.
- GfE, 1986. Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, Deutschland.
- GfE, 2001. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, Deutschland.
- 🇨🇭 Hansen S. L., Schlegel P., Legleiter L. R., Lloyd K. E. and Spears J. W., 2008. Bioavailability of copper from copper glycinate in steers fed high dietary sulfur and molybdenum. *Journal of Animal Science* 86, 173–179.
- Hansen S. L. and Spears J. W., 2009. Bioaccessibility of iron from soil is increased by silage fermentation. *Journal of Dairy Science* 92, 2896–2905.
- Hoffmann-La Roche, 1989. Vitamin fortification guidelines. Nutley, U.S.A.
- Hoffmann-La Roche, 1991. Recommended vitamin supplementation for domestic animals. Bâle, Switzerland.
- House W. A. and Bell A. W., 1993. Mineral accretion in the fetus and adnexia during late gestation in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 76, 2999–3010.
- INRA, 1978. Alimentation des ruminants. Editions Quae, Versailles, France.
- INRA, 1988. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Edition INRA, Paris, France.
- INRA, 2007. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des animaux – valeurs des aliments. Editions Quae, Versailles, France.
- Jongbloed A. W., Kemme P. A., de Groote G., Lippens M and Meschy F., 2002. Bioavailability of major and trace minerals. International Association of the European Manufacturers, Brussels, Belgium.
- 🇨🇭 Kessler J. und Arrigo Y., 1996. Wiederkäuer: Kobaltangebot und Nährstoffverwertung. *Agrarforschung* 3, 7–9. 4

- ✚ Kessler J., Friesecke H und Kunz P., 1991. Selen-Vitamin E: Versorgung der Milchkuh während der Winterfütterung. *Landwirtschaft Schweiz* 4, 607–611.
- ✚ Kessler J. und de Faria A., 1997. Viehsalzversorgung des Wiederkäuers. *Agrarforschung* 5, 201–204.
- ✚ Kessler J. und de Faria A., 1998. Organische Spurenelementmischung in der Milchviehfütterung. *Agrarforschung* 5, 273–276.
- ✚ Kessler J., 2000a. Kaliumreiches Wiesenfutter belastet Stoffwechsel der Milchkuh. *Agrarforschung* 7, 466–471.
- ✚ Kessler J., 2000b. Dürrfutter-Krafftutterangebot und Viehsalzversorgung des Wiederkäuers. *Agrarforschung* 7, 200–205.
- ✚ Kessler J., 2003. Du cuivre pour les moutons et les chèvres – mais avec modération. *Petits ruminants* 9, 6–11.
- ✚ Kessler J., Morel I. and Dufey P. -A., 2003. Effect of organic zinc sources on performance, zinc status and carcass, meat and claw quality in fattening bulls. *Livestock Production Science* 81, 161–171.
- ✚ Kilchenmann H. und Pfäffli J., 1984. Referenzwerte für Mineralstoffe, Enzyme und Stoffwechselprodukte im Serum des Rindes und Berechnung der prozentualen Kreatininclearance von Mineralstoffen bei Milchkühen. Dissertation Universität Bern.
- Kronqvist C., Emanuelson U., Spörndly R. and Holtenius K., 2011. Effects of prepartum dietary calcium level on calcium and magnesium metabolism in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science* 94, 1365–1373.
- ✚ Liesegang A., Chiappi C., Risteli J., Kessler J. and Hess H. -D., 2006a. Influence of different calcium contents in diets supplemented with anionic salts on bone metabolism in periparturient dairy cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 91, 120–129.
- ✚ Liesegang A., Risteli J. and Wanner M., 2006b. The effects of first gestation and lactation on bone metabolism in dairy goats and milk sheep. *Bone* 38, 792–802.
- ✚ Liesegang A., Riner K. and Boos A., 2006c. Effects of gestation and lactation on vitamin D receptor amounts in goats and sheep. *Domestic Animal Endocrinology* 33, 190–202.
- ✚ Liesegang A., Risteli J and Wanner M., 2007. Bone metabolism of milk goats and sheep during second pregnancy and lactation in comparison to first lactation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 91, 217–225.
- ✚ Liesegang A., 2008. Influence of anionic salts on bone metabolism in periparturient dairy goats and sheep. *Journal of Dairy Science*, 91, 2449–2460.
- ✚ Lejeune B., Schelling E. and Meylan M., 2012. Gammaglobulin and selenium status in healthy neonatal dairy calves in Switzerland. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 154, 389–396.
- Lopez-Guiza J. M. and Satter L. D., 1992. Effect of copper and cobalt addition on digestion and growth in heifers fed diets containing alfaalfa silage or corn crop residues. *Journal of Animal Science* 75, 247–256.
- Meschy F., 2002. Recommandations d'apport en phosphore absorbé chez les ruminants. *Rencontre Recherche Ruminants*, 279- 285.
- Meschy F. et Corrias R., 2005. Recommandations d'apport alimentaire en calcium et magnesium absorbables pour les ruminants. *Rencontre Recherche Ruminants*, 221–224.
- Meschy F., 2010. *Nutrition minérale des ruminants*. Editions Quae, Versailles, France.
- NorFor, 2001. The Nordic feed evaluation system. EAAP publication N°130. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands.
- NRC, 1984. Nutrient requirements of beef cattle. The National Academies Press, Washington, U.S.A.
- NRC, 1985. Nutrient requirements of sheep. The National Academies Press, Washington, U.S.A.
- NRC, 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. The National Academies Press, Washington, U.S.A.
- NRC, 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. The National Academies Press, Washington, U.S.A.
- NRC, 2005. Mineral tolerance of animals. The National Academies Press, Washington, U.S.A.
- Pope A. L., Moir R. J., Somers M., Underwood E. J. and White C. L., 1979. The effect of sulphur on ⁷⁵Se absorption and retention in sheep. *Journal of Nutrition* 109, 1448–1455.
- ✚ Räber M., Geyer H., Kessler J. und Gutzwiller A., 2005. Einfluss einer hohen Selenzufuhr auf den Selenstatus, die Leberfunktion und auf die Klauenqualität von Maststieren. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 150, 57–67.
- ✚ Rérat M., 2005. La fièvre du lait chez la vache laitière. *ALP actuel* N°20. Posieux, Suisse.

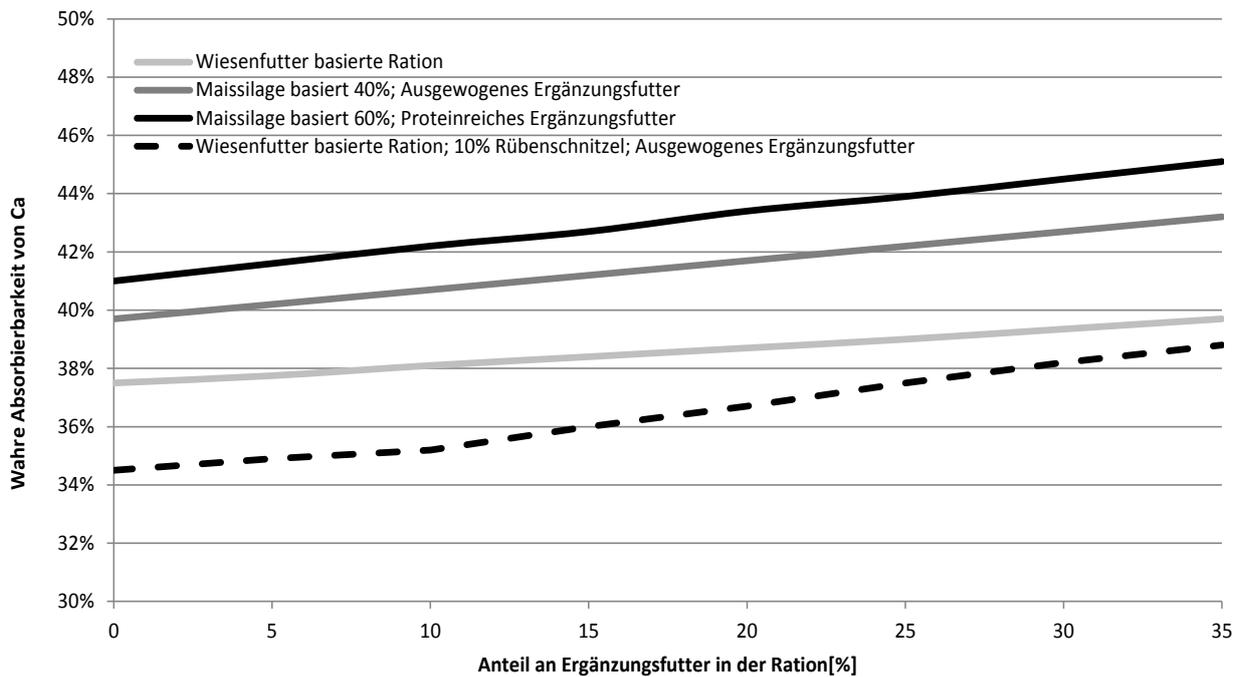
- ✚ Rérat M., Philipp A., Hess H. -D. and Liesegang A., 2009. Effect of different potassium levels in hay on acid-base status and mineral balance in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92, 6123–6133.
- ✚ Rérat M. et Hess H. -D., 2012. Indicateurs urinaires du statut acido-basique pour la prédiction de la fièvre du lait chez la vache laitière. *Recherche Agronomique Suisse* 3, 68–73.
- ✚ Rérat M. and Schlegel P., 2014. Effect of dietary potassium and anionic salts on acid-base and mineral status in periparturient cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 98, 458–466.
- Rosa I. V., Henry P. R. and Ammerman C. B., 1982. Interrelationship of dietary phosphorus, aluminium and iron on performance and tissue mineral composition in lambs. *Journal of Animal Science* 55, 1231–1240.
- ✚ Schlegel P., 2012. Nouvelles recommandations d'apport en phosphore chez le bovin laitier. ALP actuel N°44. Posieux, Suisse.
- ✚ Schlegel P., Rérat M., Girard M. and Gutzwiller A., 2015. Influence of diet type and dietary magnesium on mineral status in lactating dairy cows. Book of Abstracts of the 65th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science.
- ✚ Schlegel P., Chassot C., Fragnière M. et Philipona J. -C., *non publié*. Enquête sur l'apport minéral alimentaire et le statut minéral de troupeaux laitiers.
- Schonewille J. T., Everts H., Jittakhot S. and Beynen A. C., 2008. Quantitative prediction of magnesium absorption in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 91, 271–278.
- Schwarz F. J., Kirchgessner M. and Stangl G. I., 2000. Cobalt requirement of beef cattle - Feed intake and growth at different levels of cobalt supply. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 83, 121–131.
- Stangl G. I., Schwarz F. J., Muller H. and Kirchgessner M., 2000. Evaluation of the cobalt requirement of beef cattle based on vitamin B12, folate, homocysteine and methylmalonic acid. *British Journal of Nutrition* 84, 645–653.
- ✚ Sieber R., Rehberger B., Schaller F. und Gallmann P.U., 2003. Technologische Aspekte von Kupfer in Milchprodukten und gesundheitliche Bedeutung des Kupfers. FAM-Info, N°451. Eidgenössische Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Bern, Schweiz.
- ✚ Sieber R., 2011. Zusammensetzung von Milch und Milchprodukten schweizerischer Herkunft. ALP Science N°538, Agroscope, Bern, Schweiz.
- ✚ Spears J. W., Schlegel P., Seal M. C. and Lloyd K. E., 2004. Bioavailability of zinc from zinc sulfate and different organic zinc sources and their effects on ruminal volatile fatty acid proportions. *Livestock Production Science* 90, 211–217.
- Suttle N. F. and Mc Lauchlan M., 1976. Predicting the effects of dietary molybdenum and sulphur on the availability of copper to ruminants. *Proceedings of the Nutrition Society* 35, 11A–23A.
- Suttle N. F., 1983. Effects of Molybdenum concentration in fresh herbage, hay and semi-purified diets on the copper metabolism of sheep. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 100, 651–656.
- Suttle N. F., 2010. Mineral nutrition of Livestock. CABI, Oxfordshire, United Kingdom
- Ward J. D., Spears J. W. and Kegley E. B., 1996. Bioavailability of copper proteinate and copper carbonate relative to copper sulphate in cattle. *Journal of Dairy Science* 79, 127–132.
- Weiss W. P., 2004. Macromineral digestion by lactating dairy cows: factors affecting digestibility of magnesium. *Journal of Dairy Science* 87, 2167–2171.
- ✚ Wilkens M. R., Liesegang A., Richter J., Fraser D. R., Breves G. and Schröder B., 2014. Differences in periparturient plasma parameters related to calcium homeostasis of dairy sheep and goats in comparison with cows. *Journal of dairy Research*, 81, 325–332.
- Yuangklang C., Wachirapakorn C., Mohamed H. E., Alhaidary A. and Beynen A. C. Effect of Calcium Supplementation on Growth, Nutrient Digestibility and Fecal Lactobacilli in Dairy Calves. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences* 5, 127–131.

Anhänge

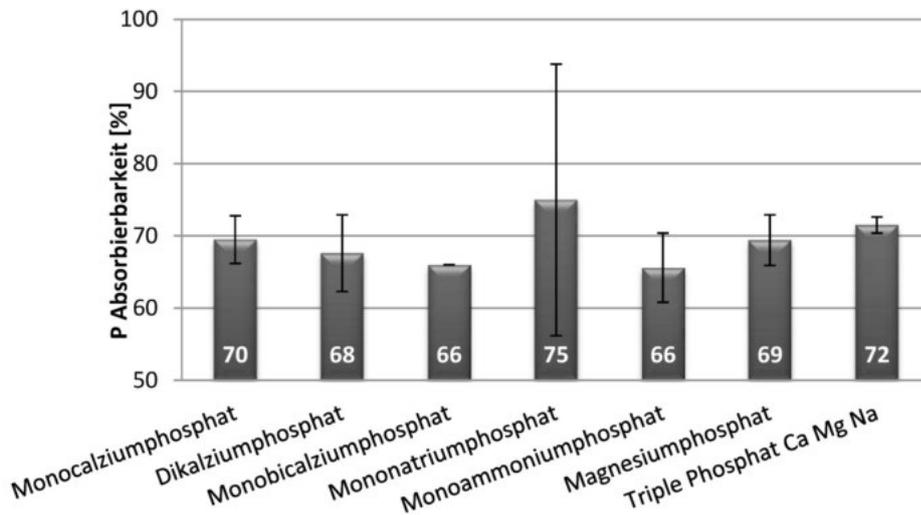
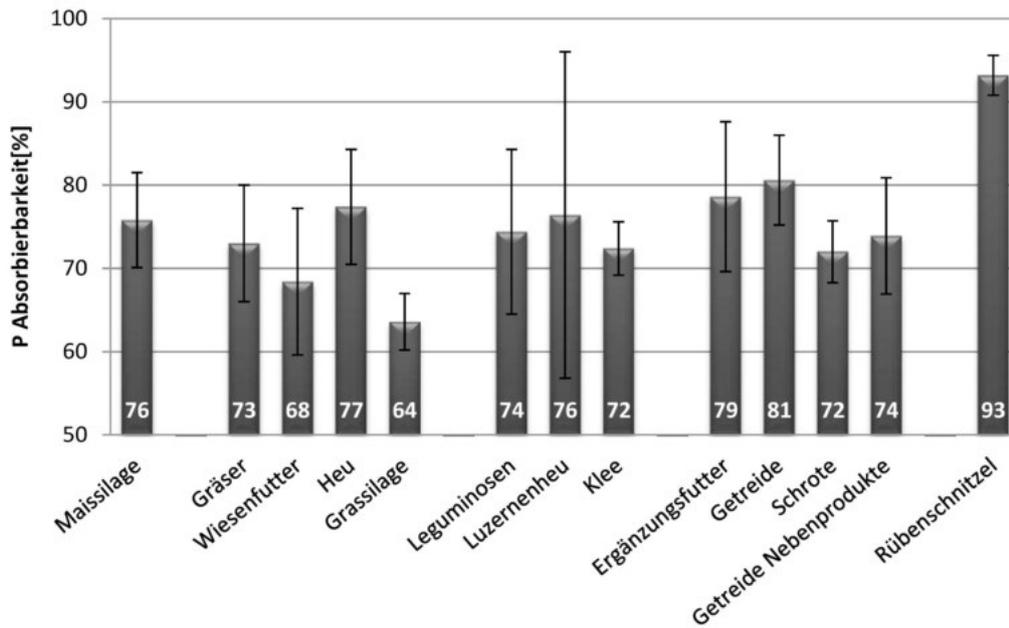
Anhang 1: Prozentbereiche der Mineralstoff-Absorptionskoeffizienten beim Wiederkäuer



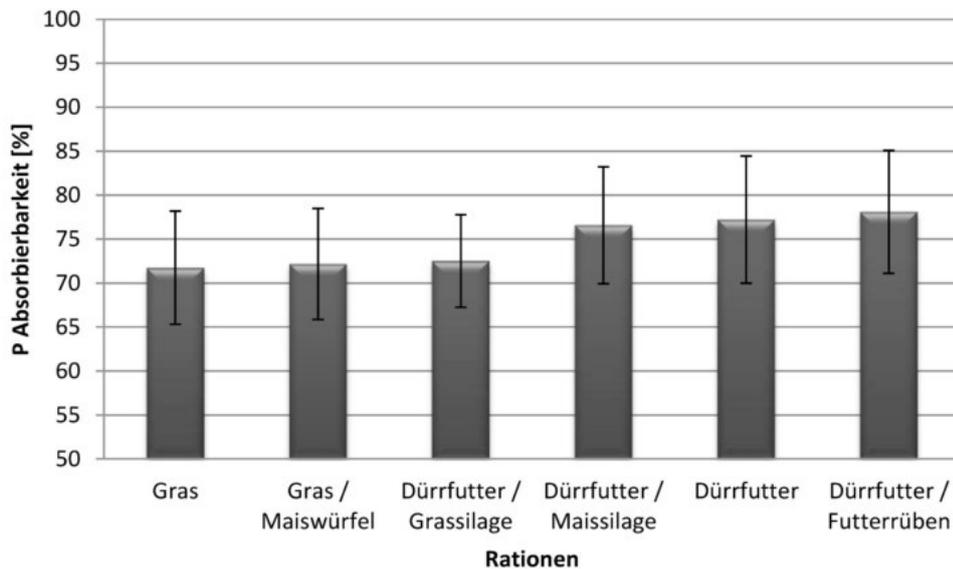
Anhang 2. Absorptionskoeffizient von Kalzium in Beispielrationen in Abhängigkeit vom Anteil Ergänzungsfutter



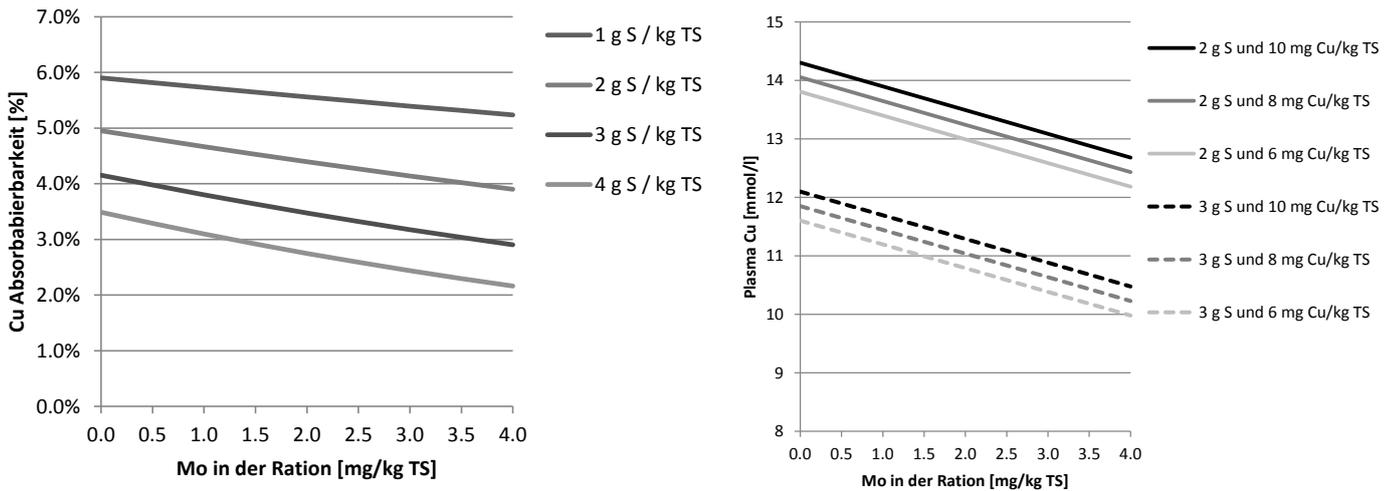
Anhang 3: Absorptionskoeffizient von Phosphor in Futtermitteln (Meschy, 2002, Jongbloed et al., 2002)



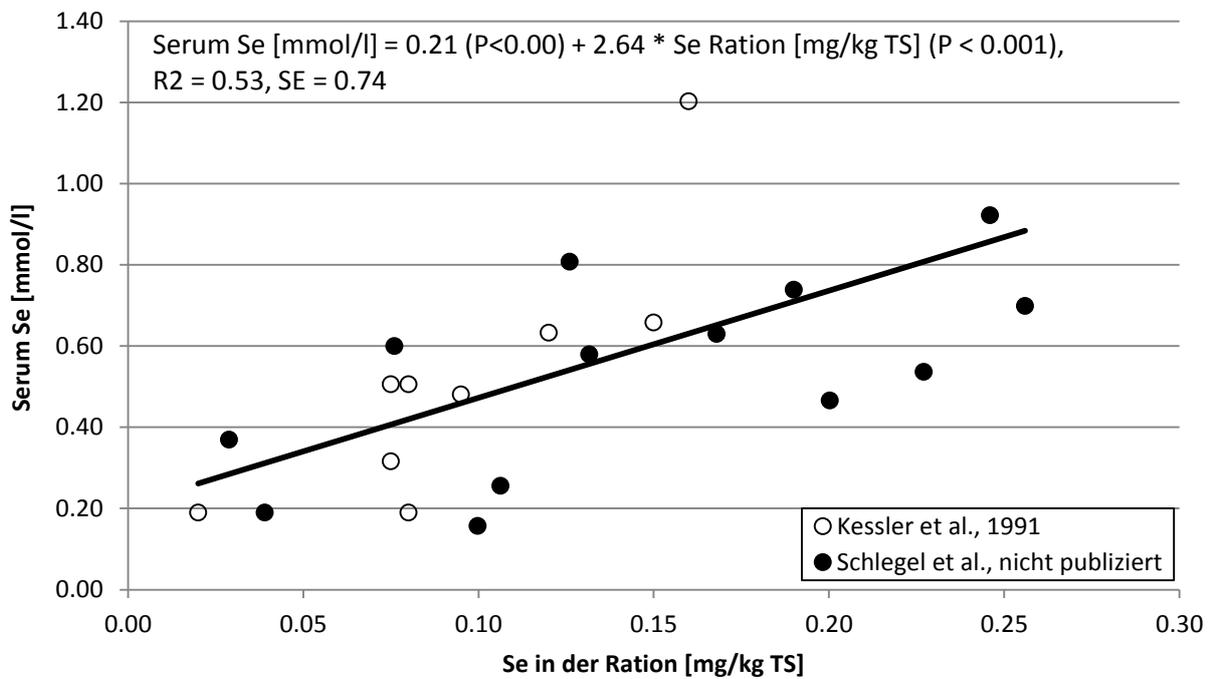
Anhang 4: Absorptionskoeffizient von Phosphor in Beispielrationen



Anhang 5: Absorptionskoeffizient von Kupfer (Suttle und Mc Lauchlan, 1979) und Kupfergehalt im Plasma (Dias et al., 2013) in Abhängigkeit vom Molybdän- und Schwefelgehalt im Futter



Anhang 6: Durchschnittlicher Selenstatus von Herden laktierender Milchkühe in Abhängigkeit vom Selengehalt im Futter



5. Fütterungsempfehlungen für das Aufzuchtkalb

Isabelle Morel, Jürg Kessler

Inhaltsverzeichnis

5.	Fütterungsempfehlungen für das Aufzuchtkalb	2
5.1	Einheiten zur Definition des Bedarfs und des empfohlenen Nährstoffangebots.....	2
5.2	Empfohlenes Nährstoffangebot.....	2
5.3	Kolostralperiode	2
5.4	Absetzen	3
5.5	Futtermittel	3
5.6	Mineralstoffe.....	4
5.7	Vitamine	4
5.8	Allgemeine empfehlungen.....	4
5.9	Literatur.....	5
5.10	Tabelle	6



5. Fütterungsempfehlungen für das Aufzuchtkalb

Dieses Kapitel über die Fütterung des Aufzuchtkalbes bezieht sich auf den Zeitraum zwischen der Geburt und einem Lebendgewicht von 120 bis 130 kg beziehungsweise dem Alter von drei bis vier Monaten, auch Tränkeperiode genannt. Die Empfehlungen gelten sowohl für die weiblichen Milchvieh-Remonten wie für Kälber beiderlei Geschlechts, die zur Rinder-, Ochsen- oder Munimast bestimmt sind.

5.1 Einheiten zur Definition des Bedarfs und des empfohlenen Nährstoffangebots

Für das Aufzuchtkalb werden Bedarf und Angebot an Energie in Nettoenergie Laktation (NEL) ausgedrückt. In Grossvieh-Mastbetrieben, wo die Kälberaufzucht integriert ist, kann zur Vereinfachung der Berechnung die Einheit für Mastvieh verwendet werden, das heisst Nettoenergie Wachstum (NEV). In den folgenden Tabellen sind jeweils beide Werte angegeben.

Beim Proteinbedarf und -angebot gilt die Berechnungseinheit Absorbierbares Protein im Darm (APD). Allerdings ist zu beachten, dass sich das Verdauungssystem des Aufzuchtieres im Verlauf der Aufzucht umstellt. Solange das Kalb noch keine feste Nahrung verzehrt, gelangt die aufgenommene Milch dank dem Schlundrinnenreflex direkt in den Labmagen. Das Milchprotein unterliegt keinem mikrobiellen Abbau und wird somit zu 95 % verdaut (APD-Gehalt = $RP \cdot 0.95$ = Verdauliches RP). In der Folge entwickelt sich die Pansenaktivität rasch, und die Verdaulichkeit des Rohproteins der Milch wie auch der gesamten Ration nimmt laufend ab (Trocco et al. 1980). Folglich kann der Proteinwert der Milch während der Tränkeperiode nicht genau festgelegt werden, da der Anteil Milch, der direkt in den Labmagen gelangt, nicht bekannt ist (auch in seinem zeitlichen Verlauf nicht). Allerdings kann man nach einer Untersuchung von Guilhermet et al. (1975) annehmen, dass dieser Anteil kurz vor dem Absetzen noch 85 bis 90 % beträgt. Verschiedene Faktoren wie die Zusammensetzung der Ration, ihre Zuteilung, die Tränketemperatur, die Rasse des Kalbes oder individuelle physiologische Unterschiede können die Umstellung der Verdauungsvorgänge beeinflussen.

Daher ist es nicht einfach, genaue, bedarfsgerechte Rationen zu berechnen. So sollen die folgenden Vorschläge eher Aufzuchtverfahren beschreiben. Sie werden durch Beispiele und Empfehlungen illustriert.

5.2 Empfohlenes Nährstoffangebot

Die empfohlenen Angebote an Energie (NEL, NEV) und Protein (APD) sind in Tabelle 5.1 angegeben. Dabei wurden zwei Wachstumsintensitäten berücksichtigt, nämlich durchschnittliche Gewichtszunahmen von 700 g beziehungsweise 800 g pro Tag. Das tiefere Niveau gilt für Aufzuchtkälber, die zur Mast von Rindern und Ochsen mit Tageszunahmen unter 1000 g beziehungsweise Muni mit Tageszunahmen unter 1100 g bestimmt sind sowie für Aufzuchtkälber, die als Rind spät besamt werden (ab 20 Monaten). Das höhere Niveau trifft auf Kälber zu, die in der Folge als Ochsen oder Rinder mit über 1000 g TZW, als Muni mit über 1100 g TZW gemästet beziehungsweise als Zuchtrinder früh (bis 19 Monate) besamt werden.

5.3 Kolostralperiode

Die Zusammensetzung des Kolostrums entspricht den spezifischen Bedürfnissen des neugeborenen Kalbes. Im Vergleich zu Vollmilch enthält Kolostrum mehr Trockensubstanz, Protein, Mineralstoffe und Vitamine, jedoch weniger Fett. Ausserdem ist in der Proteinfraction ein höherer Anteil γ -Globuline enthalten, die das Kalb wirksam gegen Infektionen schützen. Es ist deshalb unerlässlich, dem Neugeborenen möglichst rasch, das heisst in den drei ersten Stunden nach der Geburt 1.5 bis 2 kg Kolostrum zu verabreichen. Etwa die gleiche Menge sollte sechs bis acht Stunden nach der ersten Mahlzeit nochmals gegeben werden. Danach kann die auf zwei Mahlzeiten verteilte Tagesration je nach Gewicht und Gesundheitszustand des Kalbes allmählich auf 5 bis 6 kg bis zum Ende der ersten Lebenswoche erhöht werden. Bis zum Übergang auf normale Voll- oder Ersatzmilch sollte mindestens fünf Tage lang Kolostrum gefüttert werden.

5.4 Absetzen

Der Übergang des Verdauungssystems vom Zustand des Nichtwiederkäuers zu dem des Wiederkäuers vollzieht sich allmählich während der Absetzperiode. Der Pansen, nach der Geburt untätig, entwickelt sich umso schneller, je höher die Raufutteraufnahme ist. Trotzdem ist die Ernährung mit Milch, sei es Vollmilch oder aus einem Milchersatzfutter zubereitet, notwendig, um die Nährstoffversorgung des jungen Kalbes und damit sein Wachstum sicherzustellen. Dem Jungtier muss über die Milch und später über das Kraffutter ausreichend Energie zugeführt werden; gleichzeitig soll durch das Angebot von Raufutter die Entwicklung des Pansenvolumens und der Pansenaktivität gefördert werden.

Je nach Wachstumsziel und gewünschter Intensität kann die Tränkeperiode zwischen acht und fünfzehn Wochen dauern, mit Milchmengen von 400 bis 700 kg (50 bis 90 kg TS) pro Kalb. Als Beispiele sind Fütterungspläne für weibliche Milchvieh-Remonten angegeben (Tab. 5.2 und 5.3) sowie für männliche Kälber, die zur Munimast bestimmt sind (Tab. 5.4, eventuell 5.3). Zwischen einem Plan, der sich über vierzehn bis fünfzehn Wochen erstreckt (Tab. 5.2) und einem über acht Wochen (Tab. 5.3) sind für weibliche Remonten alle möglichen Varianten denkbar. Dabei sind als Hauptfaktoren die Rasse, das Zuchtziel, die Futterbasis des Betriebes, das Erstkalbealter sowie auch die Jahreszeit zu berücksichtigen.

Milch oder Ersatzmilch ist individuell und rationiert zuzuteilen, während feste Futtermittel im Allgemeinen mehr oder weniger zur freien Verfügung stehen sollten. Die in den Beispielen angegebenen Festfuttermengen stellen Mittelwerte pro Tier dar, die den speziellen Bedingungen eines Betriebes anzupassen sind (Rasse, Raufutterqualität, Jahreszeit, gewünschte Intensität, Gesundheitszustand usw.). Die Fütterung der Zuchtkälber der RAP nach dem in Tabelle 5.2 angegebenen Plan ermöglichte mittlere Tageszunahmen von 800 g zwischen Geburt und 120 kg LG. Dabei lag der Tageszuwachs für die vier ersten Wochen bei 550 g, für die Wochen fünf bis acht bei 820 g und für die Wochen neun bis vierzehn bei 990 g (Egger 1994). Die entsprechenden Wachstumskurven für die beiden Rassen an der RAP (Rotflecken und Braunvieh) sind in Schätzgleichungen in Abbildung 5.1 dargestellt. Anhand der Kurven kann das zu erwartende Lebendgewicht bei einem bestimmten Alter geschätzt werden (und umgekehrt). Die Zuverlässigkeit für den Anwendungsbereich der Regressionen ist ebenfalls angegeben.

5.5 Futtermittel

Milch kann dem Aufzuchtkalb als Vollmilch oder als Ersatzmilch (verdünnt im Verhältnis 100–130 g Milchersatz zu 900–870 g Wasser) verabreicht werden. Auch Mischungen der beiden Futtermittel sind möglich, wie auch die Kombination von Vollmilch mit Kälbernährmehl. Eine weitere Tränkevariante stellt der Einbezug von Schotte (täglich frisch von der Käserei) oder anderen Nebenprodukten der Milchverarbeitung dar (vgl. Tab. 5.4).

Das **Kraffutter** sollte zur Hauptsache aus Getreide oder Getreideabfällen und Proteinträgern (Hülsenfrüchte, Presskuchen und Extraktionsschrote von Ölfrüchten usw.) bestehen; dazu kommt eine Vormischung aus Mineralstoffen und Vitaminen. Die Zusammensetzung des Kraffutters für die Tränkeperiode der weiblichen und männlichen Kälber an der RAP ist als Beispiel in Tabelle 5.5 angegeben.

Nach Troccon et al. (1986) scheint ein gewisser Anteil Weizenkleie einen günstigen Einfluss auf die Verdauung zu haben. Um einen genügend hohen APD-Gehalt sicherzustellen, wird häufig Soja-Extraktionsschrot eingesetzt. Leinkuchen kommt auf Grund seiner diätetischen Wirkungen ebenfalls oft in diese Mischungen. Auch ein Anteil an 00-Raps-Extraktionsschrot ist möglich. Guilhermet et al. (1986) zeigten in ihren Versuchen, dass die Aufnahme von 20 % glucosinolatarmem Raps-Extraktionsschrot die Schmackhaftigkeit des Futters nicht beeinflusste. Allerdings ist ein solcher Anteil nicht zu empfehlen, da der APD-Gehalt des Raps-Extraktionsschrotes im Vergleich zu anderen Proteinquellen relativ gering ist.

Der Energiegehalt von Kälberaufzucht-Futtermitteln liegt im Allgemeinen zwischen 6.4 und 6.9 MJ NEL pro kg (6.8 bis 7.4 MJ NEV); der Proteingehalt bewegt sich zwischen 105 und 115 g APD pro kg (170–200 g RP pro kg). Um einen befriedigenden Verzehr zu erreichen, ist es vorteilhaft, das Futter in Würfel- oder Flockenform und nicht als Mehl zu verabreichen. Die Vorlage soll ab der dritten Woche zur freien Verfügung erfolgen; später ist dann eine Beschränkung auf etwa 1.5 kg bis 2 kg pro Tier und Tag, je nach Fütterungsplan, angezeigt. Es ist wichtig, jeden Tag frisches Futter anzubieten.

Der Rohfaseranteil der Ration wird durch **Raufutter** erbracht. Für Aufzuchtkälber ist Heu (erster Schnitt) von guter Qualität, das auch gut aufgenommen wird, am besten geeignet. Es wird ab der dritten Woche zur freien Aufnahme vorgelegt. Der Verzehr sollte bis zum Absetzen mindestens 0.5 kg pro Tier und Tag erreichen. Bei «intensiver» Aufzucht, das heisst bei mittleren Tageszunahmen bis 120 kg LG von 800 g und mehr, stellt Maissilage mit hohem TS-Gehalt (30–35 %) eine gute Energiequelle dar. Auch frisches oder siliertes Gras kann in die Ration einbezogen werden, sofern es von guter Qualität ist.

Sobald von den Kälbern festes Futter aufgenommen wird, ist es unerlässlich, dass sauberes **Tränkewasser** mit Umgebungstemperatur zur Verfügung steht; es sollte darauf geachtet werden, dass von Beginn an Wasser aufgenommen wird.

5.6 Mineralstoffe

Die in Tabellen 5.6 und 5.7 zusammengefassten empfohlenen Mineralstoffangebote für das Aufzuchtkalb basieren auf den im Kapitel 4.1 beschriebenen Grunddaten sowie dem in Tabelle 5.1 aufgeführten Futtermittelverzehr. Die benutzten Absorptionskoeffizienten sind als Notiz unter den entsprechenden Tabellen aufgeführt.

5.7 Vitamine

Solange die Vormägen nicht weitgehend funktionsfähig sind, ist das Aufzuchtkalb auf die Zufuhr von fett- und wasserlöslichen Vitaminen angewiesen (Tab. 5.8). Nach abgeschlossener Entwicklung zum Wiederkäuer genügt eine Ergänzung mit den **Vitaminen A, D und E**. In Tabelle 5.8 sind für die Vitamine A und D zwei Werte aufgeführt. Der untere Wert gilt für Tiere unter üblichen Fütterungs- und Haltungsbedingungen. Bei speziellen Verhältnissen wie Stress bedingt durch Krankheiten, Stallwechsel, stark wechselnde Stalltemperaturen usw. gelten die oberen Werte.

Vorab bei den Vitaminen A und D bestehen zwischen den verschiedenen Fütterungsempfehlungen (ARC 1980, MAFF 1984, Jeroch 1986, NRC 1989, Hoffmann-La Roche 1989,1991, AWT 1991, Toullec 1992) grosse Differenzen. Diese sind unter anderem sowohl auf eine unterschiedliche Interpretation von Versuchs- und Praxisergebnissen als auch auf Unterschiede im Sicherheitsdenken zurückzuführen. Teilweise werden aber auch bewusst oder unbewusst Mängel in der Haltung und Fütterung durch hohe Wirkstoffgaben ausgeglichen. In diesem Fall kann jedoch nicht von einem eigentlichen Bedarf gesprochen werden.

5.8 Allgemeine Empfehlungen

Um ein gutes Funktionieren des Schlundrinnen-Schliessreflexes zu gewährleisten und Verdauungsstörungen zu vermeiden, muss die Tränketemperatur bei 39 bis 40 °C liegen.

Für die Tränkephase sind drei verschiedene Fütterungsarten anwendbar. Eimertränke und computergesteuerter Tränkeautomat ermöglichen eine rationierte Fütterung. Im Hinblick auf die Förderung des Verzehrs fester Futtermittel ist es bei der Aufzucht besonders wichtig, die vertränkte Milch individuell zu beschränken. Aus diesem Grunde eignen sich «einfache» Tränkeautomaten (ohne Computersteuerung) weniger für die Kälberaufzucht. Der Nachteil einer unbeschränkten Milchaufnahme ist noch deutlicher, wenn eine Tiergruppe zu Beginn in Alter und Gewicht nicht ausgeglichen ist. Die schwereren Kälber nehmen zu viel auf, die leichteren zu wenig. Auf dem Markt stehen Kälbernährmehle zur Verfügung, die nach Verdünnung mit Wasser in die Ration integriert werden können. Die vielen pflanzlichen Komponenten in diesen Produkten machen es erforderlich, ihren Anteil im Austausch zur Vollmilch oder Ersatzmilch nur allmählich zu steigern.

Zu hohe Mengen dieses Futters vor der fünften Lebenswoche können bei den Kälbern allergische Reaktionen auslösen und werden schlecht verwertet; in der Folge können Verdauungsstörungen auftreten (Durchfälle). Die Anwendung eines angepassten Tränkeplans ist empfehlenswert. Auf dem Markt stehen Kälbernährmehle zur Verfügung, die nach Verdünnung mit Wasser in die Ration integriert werden können. Die vielen pflanzlichen Komponenten in diesen Produkten machen es erforderlich, ihren Anteil im Austausch zur Vollmilch oder Ersatzmilch nur allmählich zu steigern. Zu hohe Mengen dieses Futters vor der fünften Lebenswoche können bei den Kälbern allergische Reaktionen auslösen und werden schlecht verwertet; in der Folge können Verdauungsstörungen auftreten (Durchfälle). Die Anwendung eines angepassten Tränkeplans ist empfehlenswert.

5.9 Literatur

- ARC, 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Slough. 351 p.
- AWT (Hrsg.), 1991. Vitamine in der Tierernährung. Bonn. 52 S.
- Blood D. C. and Radostits O. M., 1989. Veterinary medicine. Baillière Tindall, London. 1502 p.
- ♥ Egger I., 1994. Unveröffentlichte Versuchsergebnisse.
- Guilhermet R., Mathieu C.-M. et Toullec R., 1975. Transit des aliments liquides au niveau de la gouttière oesophagienne chez le veau préruminant et ruminant. Ann. Zootech. 24 (1), 69–79.
- Guilhermet R., Toullec R. et Le Henaff L., 1986. Utilisation du tourteau de colza à faible teneur en glucosinolates par le veau sevré précocement. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, INRA 64, 21–23.
- Hoffmann-La Roche (Hrsg.), 1989. Vitamin fortification guidelines. Nutley. 21 p.
- Hoffmann-La Roche (Hrsg.), 1991. Recommended vitamin supplementation for domestic animals. Basle. 1 p.
- Jeroch H., 1986. Vademekum der Fütterung. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena. 626 S.
- MAFF, 1984. Mineral, trace element and vitamin allowances for ruminant livestock. In: Recent advances in animal nutrition–1984. W. Haresign and D. J. A. Cole Ed. Butterworths, London. 113–142.
- NRC, 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. National Academy Press, Washington. 157 p.
- Toullec R., 1992. Veal production. In: Beef cattle production, R. Jarrige and C. Béranger Ed. Elsevier, Amsterdam. 335–356.
- Trocon J.-L., Guilhermet R., Journet M. et Geay Y., 1980. Veau d'élevage. Dans: Alimentation des ruminants. R. Jarrige Ed. INRA, Paris. 275–295.
- Trocon J.-L., Parrassin P.R. et Trommschlager J.M., 1986. Composition des aliments concentrés pour les veaux d'élevage. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, INRA 66, 17–22.
- Trocon J.-L., Berge Ph. et Agabriel J., 1988. Alimentation des veaux et génisses d'élevage. Dans: Alimentation des bovins, ovins et caprins. R. Jarrige Ed. INRA, Paris. 201–212.

5.10 Tabelle

Tabelle 5.1. Empfohlenes tägliches Nährstoffangebot für das Aufzuchtalb

LG kg	TZW G/Tag		Empfohlenes tägliches Angebot						TS kg
			NEL MJ		NEV MJ		APD G		
	1	2	1	2	1	2	1	2	
50	500		9.7		10.4		170		0.9
60	600		12.4		13.3		240		1.2
80	800		15.2		16.6		310		1.7
100	800	1000	16.9	17.2	18.1	18.4	320	380	2.3
120	800	1000	18.6	19.0	19.9	20.3	340	390	2.9

1 = Wachstumsintensität entsprechend einem durchschnittlichen Tageszuwachs von 700 g

2 = Wachstumsintensität entsprechend einem durchschnittlichen Tageszuwachs von 800 g

Anmerkung: Vor Beginn der Aufnahme von festem Futter wird der APD-Wert der Milch oder der Ersatzmilch dem Gehalt an verdaulichem Rohprotein (z.B. Vollmilch: $VP = RP \cdot 0.95$) gleichgesetzt. In der Folge, und entsprechend dem Anteil der Milch in der Ration, wird ein abnehmender Teil des Milchproteins so verwertet, während der Rest im Pansen abgebaut wird (APD-Wert gemäss Futterwertabelle für Wiederkäuer, Kap. 14.2). Man kann annehmen, dass kurz vor dem Absetzen 85–90 % der Milch noch direkt in den Labmagen übergehen.

RP-Zufuhr: min. 20 g/MJ NEL, NEV

APD-Wert von Vollmilch: – 1. Monat: 240 g/kg TS
 – Absetzen: ca. 220 g/kg TS

Tabelle 5.2. Fütterungsplan für ein Absetzen mit 14–15 Wochen, bei durchschnittlichen täglichen Zunahmen von 800 g bis zu einem LG von 120 kg, mit Voll- oder Ersatzmilch (mit Vollmilch: entspricht dem Tränkeplan für die weiblichen Kälber bei Agroscope)

Wochen	Vollmilch ¹⁾ kg/Tag	Kraftfutter ²⁾ kg Tag	Heu ³⁾ Kg/Tag	Maissilage ⁴⁾ Kg/Tag		
1	Kolostrum ⁵⁾	–	–	–		
2	6	–	–	–		
3	6	Angewöhnung	Angewöhnung	–		
4	7	“	“	–		
5	7	↑ Zur freien Aufnahme Maximal 1.5 ↓	↑ Zur freien Aufnahme Maximal 0.5 ↓	Angewöhnung ⁷⁾		
6	7			“		
7	7			Zur freien Aufnahme		
8	7			“		
9	6			“		
10	6			“		
11	5			“		
12	4			“		
13	3			“		
14	2			“		
15	0 oder 2 ⁶⁾			“		
Total pro Kalb	510-550 kg			≈ 80-100kg	–	–

Anmerkung: Sauberes Wasser sollte stets zur Verfügung stehen.

- 1) Vollmilch oder Ersatzmilch (100–130 g Milchersatzfutter in 900–870 g Wasser) in zwei Mahlzeiten pro Tag bis zur 13. Woche, dann in einer Mahlzeit. Milchersatzfutter: z.B. 210–220 g RP/kg, 180–200 g RL/kg, oder anderes, je nach Hersteller; total pro Kalb 50–70 kg.
- 2) Kraftfutter wie Beispiel Tabelle 5.5, oder anderes.
- 3) Heu (1. Schnitt) guter Qualität, z.B. 130–140 g RP, 260–280 g RF, 5.4-5.6 MJ NEL, 5.3–5.7 MJ NEV pro kg TS.
- 4) Maissilage mit 30–35 % TS, fakultativ.
- 5) Kolostrum: siehe Angaben im Abschnitt 5.3 «Kolostralperiode».
- 6) Absetzen am Ende der 14. oder der 15. Woche je nach Zustand des Kalbes (LG, Gesundheit) und seiner Aufnahme von festem Futter.
- 7) Kraftfutter mit Maissilage vermischen.

Tabelle 5.3 Fütterungsplan für Frühabsetzen mit 8 Wochen, bei durchschnittlichen täglichen Zunahmen von 900 g, mit Vollmilch oder Ersatzmilch (nach Troccon et al. 1988)

Wochen	Vollmilch ¹⁾ kg/Tag	Krafftutter ²⁾ kg Tag	Heu ³⁾ Kg/Tag	Maissilage ⁴⁾ Kg/Tag		
1	Kolostrum ⁵⁾	–	–	–		
2	8	–	–	–		
3	8	Angewöhnung	Angewöhnung	–		
4	8	“	“	–		
5	8	↑ Zur freien Aufnahme max. 2 max. 3 ↓	↑ Zur freien Aufnahme min. 0.5 ↓	Angewöhnung ⁶⁾		
6	8			“		
7	6			Zur freien Aufnahme		
8	3			“		
9	0			“		
10	0			“		
11	0			“		
12	0			“		
13	0			“		
14	0			“		
Total pro Kalb	350-400 kg			–	–	–

Anmerkung: Sauberes Wasser sollte stets zur Verfügung stehen.

- 1) Vollmilch oder Ersatzmilch (130 g Milchersatzfutter in 870 g Wasser) in zwei Mahlzeiten pro Tag. Milchersatzfutter: z.B. 210–220 g RP/kg, 180–200 g RL/kg, oder anderes, je nach Hersteller; total pro Kalb 45–50 kg.
- 2) Krafftutter wie Beispiel Tabelle 5.5, oder anderes.
- 3) Heu (1. Schnitt) guter Qualität, z.B. 130–140 g RP, 260–280 g RF, 5.4–5.6 MJ NEL, 5.3–5.7 MJ NEV pro kg TS.
- 4) Maissilage mit 30–35 % TS, fakultativ.
- 5) Kolostrum: siehe Angaben im Abschnitt 5.3 «Kolostralperiode».
- 6) Krafftutter mit Maissilage vermischen.

Tabelle 5.4. Fütterungsplan für die Aufzucht von männlichen Kälbern ab 65 kg LG für die Muni- oder Ochsenmast, durchschnittliche Tageszunahmen bis 110 kg LG: 750 g; mit Vollmilch oder Schotte mit Ergänzungspulver (mit frischer Vollmilch oder Ersatzmilch: bei Agroscope verwendeter Plan)

LG1) Kg	Woche	Ration				Kraft- Futter ⁶⁾ kg/Tag	Heu ⁷⁾ kg/Tag	Mais- silage ⁸⁾ kg/Tag		
		Mit Voll- ²⁾ milch Kg/Tag	Mit Schotte ³⁾ plus Ergänzungspulver							
			kg/Tag	g/kg ⁵⁾	g/Tag					
65	1	6	7	60	420	↑ max. 1.5 ↓	↑ min. 0.5 ↓	-		
68	2	6	7	60	420			-		
72	3	6	7	60	420			↑ zur freien Aufnahme ⁹⁾		
76	4	6	7	60	420					
81	5	6	6	60	360					
86	6	6	6	60	360					
93	7	4	4	50	200					
100	8	2	2	50	100					
107	9	0	0	0	0					
Total/ Kalb	—	300kg	oder 320 kg +19 kg							

Anmerkung: Sauberes Wasser sollte stets zur Verfügung stehen.

- 1) Lebendgewicht anfangs Woche.
- 2) Vollmilch oder Ersatzmilch (100–130 g Milchersatzfutter in 900–870 g Wasser). Milchersatzfutter: z.B. 210–220 g RP/kg, 180–200 g RL/kg, oder anderes, je nach Hersteller; total pro Kalb 25–35 kg.
- 3) Schotte täglich frisch von der Käseerei.
- 4) Milchersatzfutter zu Schotte: z.B. 260 g RP/kg, 260 g RL/kg, oder anderes, je nach Hersteller.
- 5) Menge pro kg Schotte.
- 6) Kraftfutter wie Beispiel Tabelle 5.5, oder anderes.
- 7) Heu (1. Schnitt) guter Qualität, z.B. 130–140 g RP, 260–280 g RF, 5.4–5.6 MJ NEL, 5.3–5.7 MJ NEV pro kg TS.
- 8) Maissilage mit 30–35 % TS, fakultativ.
- 9) Kraftfutter mit Maissilage vermischen.

Tabelle 5.5. Beispiel für die Zusammensetzung eines Kraftfutters für Aufzuchtcalber (bei Agroscope eingesetzt)

Komponente	Anteil in der Mischung in %
Gerste mittel	23.6
Hafer mittel	14.0
Weizenkleie	20.0
Soja-Extraktionsschrot nicht entschält	17.0
Leinkuchen	15.0
Viehsalz	0.5
Kohlensaurer Kalk	2.5
Vitaminisierte Mineralstoff-Vormischung	0.4
Melasse	4.0
Tierisches Fett	3.0

Gehalte pro kg Futter mit 88 % TS: 6.6 MJ NEL, 7.0 MJ NEV, 112 g APD, 195 g RP, 163 g VP, 60 g RL, 66 g RF, 10.0 g Ca, 6.3 g P, 2.6 g Mg, 2.1 g Na.

Tabelle 5.6: Empfohlenes tägliches Angebot an Ca, P, Mg und Na für das Aufzuchtcalb

LG kg	TZW g/Tag	Empfohlenes Angebot g/Tag ¹⁾			
		Ca	P	Mg	Na
50	500	12	6	0.8	1.6
60	600	14	7	1.0	1.9
80	800	21	11	2.3	2.6
100	900	39	13	4.3	3.1
120	900	40	13	5.0	3.4

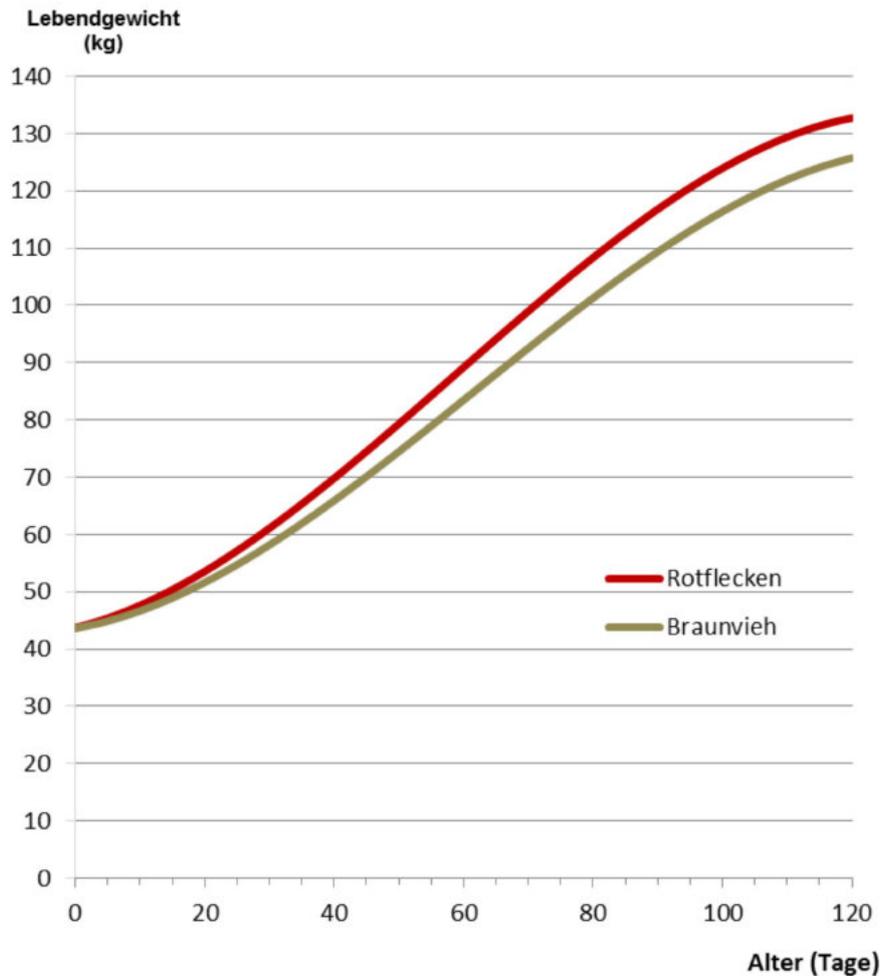
¹⁾Die benutzten Absorption-Koeffizienten für 50–60, 80 und 100–120 kg LG waren: Ca: 0.70, 0.65, 0.40; P: 0.80, 0.70, 0.70; Mg: 0.50, 0.30, 0.20

Tabelle 5.7. Empfohlenes Angebot an Spurenelementen und Vitaminen für das Aufzuchtcalb

Spurenelemente mg/kg TS der Ration			Vitamine pro kg TS der Ration		
	Milchfütterung	Abgesetzt			
Kobalt	0.10	0.10	Vitamin A	IU	5'000–10'000 ¹⁾
Kupfer	6	10 ¹⁾	Vitamin D	IU	600–1'200 ¹⁾
Eisen	70	50	Vitamin E	IU	30
Jod ²⁾	0.3	0.3	Vitamin K	mg	2
Mangan	40	40	Vitamin C	mg	100
Selen	0.10	0.20	Vitamin B1	mg	3
Zink	40	40	Vitamin B2	mg	4
			Vitamin B6	mg	4
			Vitamin B12	µg	45
			Nicotinsäure	mg	15
			Pantothensäure	mg	12
			Biotin	µg	120
			Folsäure	mg	0.5
			Cholin	mg	1'000

¹⁾ Unterer Wert bei üblichen Fütterungs- und Haltungsbedingungen
Oberer Wert bei Stress (Krankheit, Stallwechsel usw.)

Abbildung 5.1 **Beziehung zwischen Lebendgewicht und Alter** (Durchschnitt der bei Agroscope geborenen weiblichen Aufzuchtälber 1985-94)



Schätzgleichungen:

a) Rotflecken (935 Gewichtserhebungen)

$$y = 43.7430 + 0.27597 x + 0.0121752 x^2 - 0.0000691339 x^3 \quad R^2 = 0.93 \quad s = 8.02$$

b) Braunvieh (443 Gewichtserhebungen)

$$y = 43.6476 + 0.193604 x + 0.0115929 x^2 - 0.0000625476 x^3 \quad R^2 = 0.91 \quad s = 8.98$$

y = Lebendgewicht (kg)

x = Alter (Tage)

Diese Schätzgleichungen können bis zum maximalen Alter von 120 Tagen angewendet werden

Version: Oktober 2017

Herausgeber: Agroscope

Redaktion: I. Morel, J. Kessler

Copyright: Agroscope

Bitte bei Reproduktion Quelle angeben

6. Fütterungsempfehlungen für die Aufzucht des Rindes

Andreas Münger, Jürg Kessler

Inhaltsverzeichnis

6.	Fütterungsempfehlungen für die aufzucht des rindes	2
6.1	Grundlagen	2
6.1.1	Energieversorgung	2
6.1.2	Proteinversorgung	3
6.1.3	Trockensubstanz-Verzehr	3
6.2	Aufzuchtintensität	3
6.3	Kompensatorisches Wachstum	6
6.4	Mineralstoffe und Vitamine	6
6.4.1	Mineralstoffe	6
6.4.2	Vitamine	6
6.5	Literatur	6



6. Fütterungsempfehlungen für die Aufzucht des Rindes

Als Rinderaufzucht soll hier die Zeit zwischen dem Absetzen (ca. 125 kg LG) und der Vorbereitung auf die erste Abkalbung (ca. 600 kg LG) betrachtet werden. Die Fütterung in der Endphase der Trächtigkeit und die Vorbereitung auf die erste Laktation wird im Kapitel «Fütterungsempfehlungen für die Milchkuh» behandelt.

Da Milchviehhaltung und Rinderaufzucht in der Regel gekoppelt sind, werden die gleichen Einheiten für die Bedarfsnormen verwendet, also bei der Energieversorgung MJ NEL statt MJ NEV, das definitionsgemäss näher liegen würde.

6.1 Grundlagen

Die Berechnung des empfohlenen Nährstoffangebotes stützt sich in erster Linie auf französische Vorschläge zur Modellierung des Fett- und Proteinansatzes im Wachstumsverlauf beim Rind (Robelin 1990, Geay et al. 1987). Die Parameter in den Regressionsgleichungen sind zum Teil angepasst, Verwertungsfaktoren und Verzehr Schätzungen stützen sich auf Untersuchungen an der RAP.

Grundsätzlich werden zwei Rindertypen unterschieden: Frühreife, rascher wachsende und eher zur Verfettung neigende Typen einerseits (Milchrassen und -kreuzungen), spätreife, langsamer wachsende, bei gleichem Gewicht mehr Protein ansetzende Typen (Zweinutzungsrasen) andererseits. (Im Weiteren werden nur noch die Begriffe «frühreif» und «spätreif» verwendet).

6.1.1 Energieversorgung

Aus Fett (ΔLip)- und Proteinansatz (ΔProt) (Berechnung siehe Anhang 6.5) lässt sich der tägliche Energieansatz (ΔE) errechnen:

$$\Delta E \text{ [MJ/Tag]} = 23.1 \Delta \text{Prot (kg)} + 39.6 \cdot \Delta \text{Lip (kg)}$$

Für die Festlegung des UE-Bedarfes für das Wachstum werden folgende Teilwirkungsgrade (k) berücksichtigt:

$$\begin{aligned} \text{Für Fettansatz: } k_F &= 0.60 \\ \text{Für Proteinansatz: } k_P &= 0.35 \end{aligned}$$

Da der Bedarf in NEL ausgedrückt wird, ist der Faktor für den Teilwirkungsgrad der UE für Milchproduktion (kL) anzuwenden:

$$\begin{aligned} k_L &= 0.463 + 0.24 \cdot q \\ (\text{q: Umsetzbarkeit der Bruttoenergie}) \end{aligned}$$

Für q hat sich eine Beziehung zum Tageszuwachs (Wachstumsintensität) gezeigt, die nach Lehmann (siehe Kap. 10) wie folgt ausgedrückt werden kann:

$$q = 0.36 + 0.2 \cdot \text{TZW (in kg)}$$

Zum NEL-Bedarf für das Wachstum, wie er sich aus den vorstehenden Berechnungen ergibt, ist der Erhaltungsbedarf (NEL_{Er}) zu addieren. Dieser wird wie folgt festgelegt:

$$\text{NEL}_{Er} \text{ [MJ/Tag]} = 0.33 \cdot \text{LG}^{0.75}$$

Dieser Wert beinhaltet den Grundumsatz und einen Aktivitätszuschlag. Somit ergeben sich die in Tabelle 6.1 vorgeschlagenen täglichen Angebote an NEL.

6.1.2 Proteinversorgung

Für den Erhaltungsbedarf an APD (APD_{Er}) wird wie bei der Milchkuh die Norm verwendet.

$$APD_{Er} [g/Tag] = 3.25 \cdot LG^{0.75}$$

Der APD-Bedarf für Wachstum (APD_V) wird unter Berücksichtigung eines Teilwirkungsgrades von 0.60 aus dem Proteinansatz ($\Delta Prot$, Berechnung siehe Anhang 6.5) ermittelt:

$$APD_V [g/Tag] = \Delta Prot / 0.60$$

Die Addition der beiden Bedarfskomponenten ergibt das empfohlene Angebot in Tabelle 6.1.

Entsprechend den Empfehlungen in der Milchviehfütterung soll ein Mindestangebot von 20 g RP pro MJ NEL in der Ration beachtet werden, um die Stickstoffversorgung der Pansenmikroorganismen sicherzustellen. Andererseits sollte der Wert von 30 g RP pro MJ NEL nicht über längere Zeit überschritten werden, um einer übermässigen Belastung des Tieres wie auch der Umwelt entgegenzuwirken.

6.1.3 Trockensubstanz-Verzehr

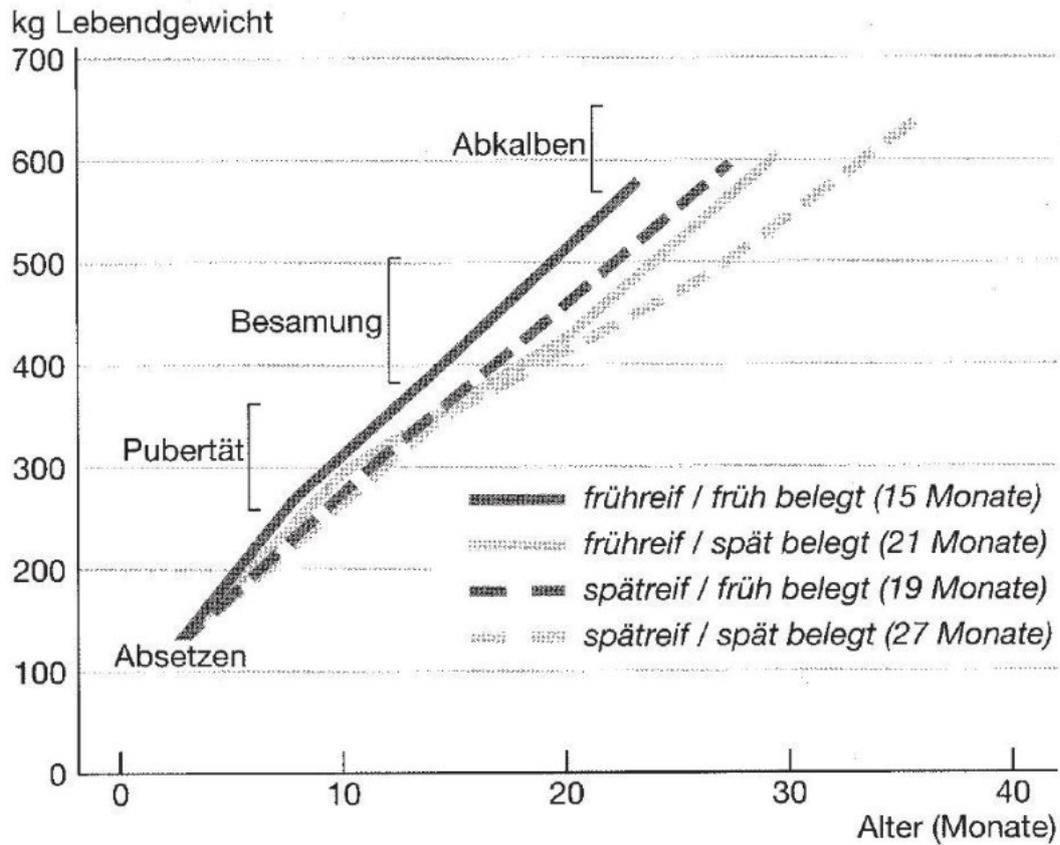
Die Schätzung des voraussichtlichen TS-Verzehrs stützt sich auf Angaben für die Fütterung von Ochsen, die aus Versuchen über einen weiten Intensitätsbereich (Tageszuwachs 200 bis über 1200 g) an der RAP abgeleitet wurden (Lehmann, siehe Kap. 10). Dabei wird, entsprechend dem höheren Reifegrad bei gleichem Gewicht, für die spätreiferen Rindertypen mit einem etwas höheren Verzehr gerechnet. Somit ergeben sich die in der Tabelle 6.1 angegebenen Schätzwerte.

6.2 Aufzuchtintensität

In der Praxis kommt der Aufzuchtintensität und damit der Wahl der Wachstumskurve entscheidende Bedeutung zu. Wachstumsziele für die Aufzuchtrinder sollten klar fixiert werden: Alter und Gewicht bei der Geschlechtsreife (Pubertät) und bei der Besamung (Zuchtreife), beziehungsweise beim Abkalben. Empfehlenswert ist, im ersten Lebensjahr das Wachstumsvermögen weitgehend auszunutzen. Für die Zeit der Geschlechtsreife ist hingegen eine restriktivere Phase von Vorteil (Michel 1988). Die Konzeptionsrate bei der Erstbelegung wird dadurch verbessert; ausserdem hat sich in verschiedenen Versuchen gezeigt, dass durch eine geringere Fütterungsintensität in der Geschlechtsreife die Zahl der Milch bildenden Zellen in der Euteranlage vergrössert wird, was später zu einer höheren Leistungsbereitschaft führt (Troccon und Journet 1979, Foldager und Sejrsen 1991). Die Intensität von der erfolgreichen Belegung bis zum Abkalben wird anschliessend wieder durch die Wachstumskapazität bestimmt. Dabei ist eine gute Entwicklung des Rindes anzustreben (positiver Einfluss auf die Einsatzleistung), jedoch eine Verfettung zu vermeiden, um Fruchtbarkeitsproblemen in der ersten Laktation vorzubeugen (Kirchgessner 1992).

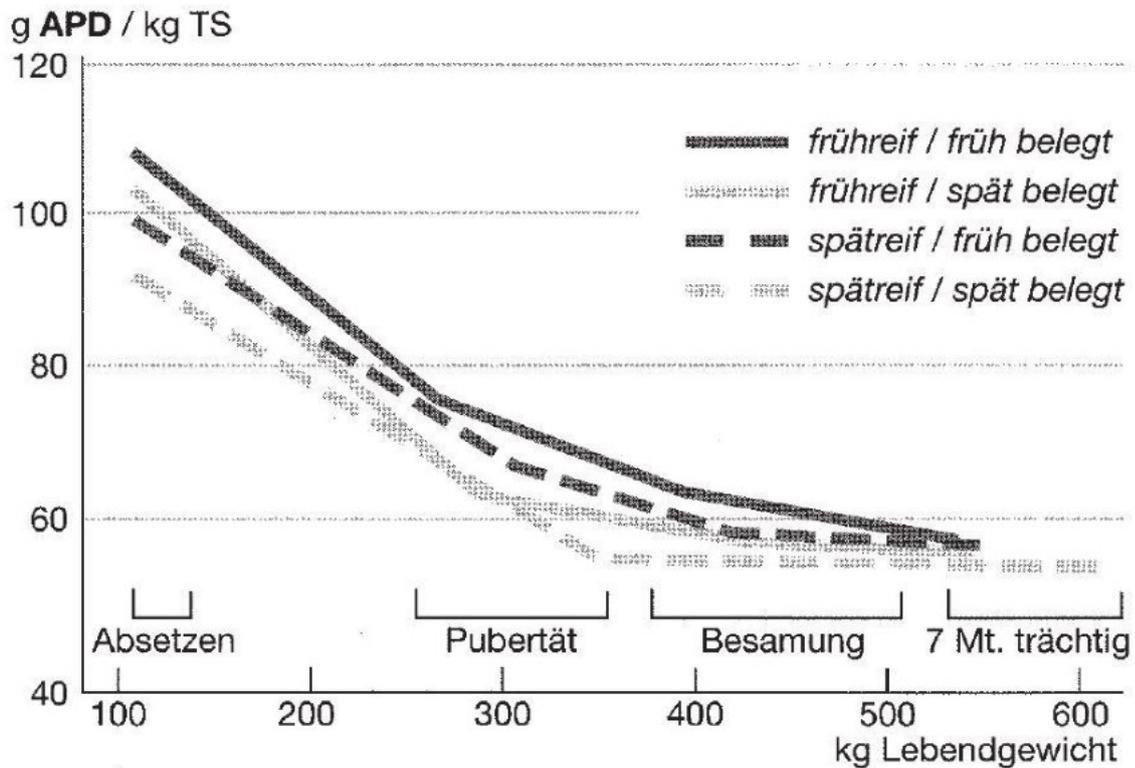
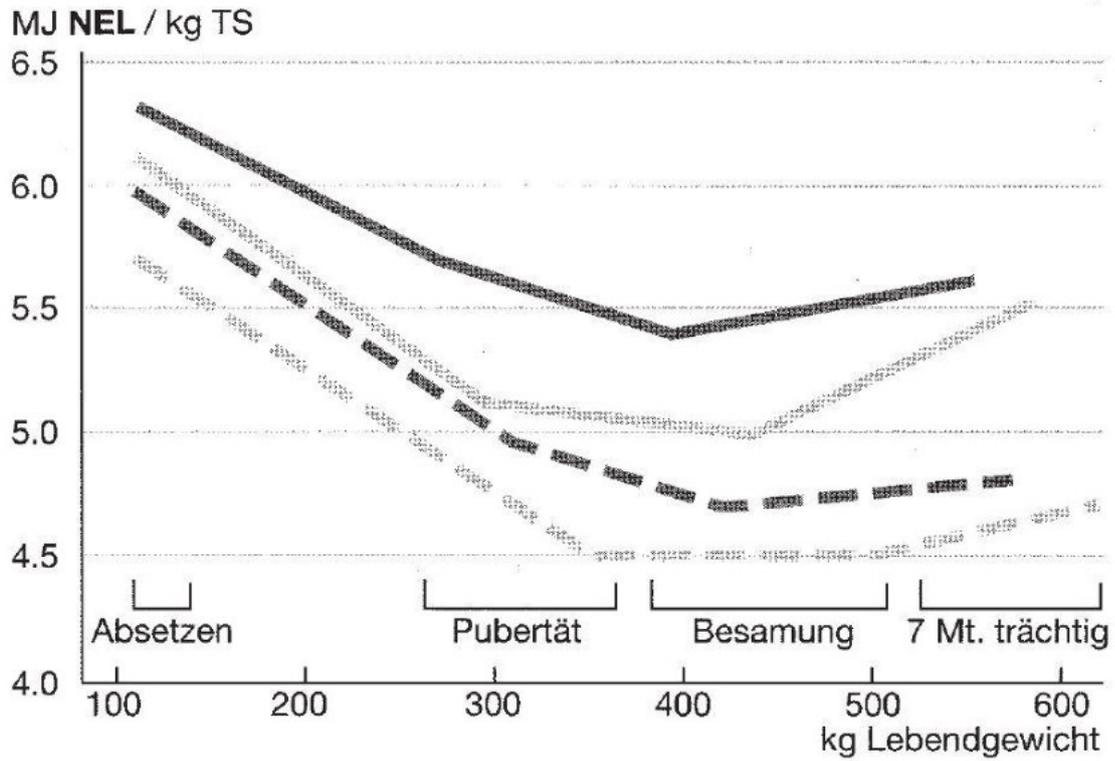
Beispiele von Wachstumskurven sind in Abbildung 6.1 dargestellt. Sie sollen annähernd den üblichen Bereich der Aufzuchtintensitäten abgrenzen, nämlich Abkalbealter von 24–30 Monaten für frühreife, von 28–36 Monaten für spätreife Rindertypen. Die in den verschiedenen Gewichtsabschnitten erforderlichen Tageszunahmen beziehungsweise die Fütterungsempfehlungen zur Erreichung dieser Wachstumsziele sind in der Tabelle 6.1. schattiert angedeutet (obere Begrenzung für früh abkalbende, untere Begrenzung für spät abkalbende Tiere).

Abbildung 6.1. Wachstumskurven für Aufzuchtrinder



Die erforderlichen NEL- und APD-Konzentrationen in der Ration, die sich daraus ergeben, zeigt Abbildung 6.2. Bezüglich der Ansprüche an den APD-Gehalt unterscheiden sich die Rindertypen beziehungsweise die Abkalbealter nicht stark. Es zeigt sich auch, dass vom Pubertätsalter an relativ tiefe APD-Gehalte im Futter ausreichend sind. Mehr zu beachten sind die Anforderungen an den NEL-Gehalt und dessen Anpassung an die verschiedenen Intensitäten. Ein Rind, das mit 24 Monaten abkalben soll, stellt recht hohe Ansprüche an die Energiekonzentration der Gesamtration, während ein spätreifes, spät abkalbendes Tier mit recht tiefen Energiegehalten auskommt.

Abbildung 6.2. Notwendige Nährstoffkonzentrationen in der Rinderaufzucht



6.3 Kompensatorisches Wachstum

Die in Abbildung 6.1 dargestellten Wachstumskurven sollen nicht darüber hinwegtäuschen, dass der Wachstumsverlauf der Rinder in der Regel nicht so gleichmässig ist. Vielmehr ist er meist durch Phasen geringer Zunahmen geprägt (Alpung). Das Tier kann jedoch in der Folge den Rückstand durch Mehrverzehr und zum Teil bessere Nährstoffverwertung wieder aufholen (Michel 1988).

Voraussetzung dafür ist, dass das Nahrungsangebot entsprechend verbessert ist. Bei der Rationenplanung kann je nach vorheriger Restriktion von einem um 100 bis 400 g höheren Tageszuwachs ausgegangen werden. Für das APD-Angebot ist ein Zuschlag von 10–20 % auf diese Norm zu machen, da ein Tier im Kompensationswachstum mehr Protein und weniger Fett ansetzt. Auch der TS-Verzehr kann um 15–20 % höher angenommen werden.

6.4 Mineralstoffe und Vitamine

6.4.1 Mineralstoffe

Die Grundlagen der Fütterungsempfehlungen Mineralstoffe (Tab. 6.2 und 6.3) für das Aufzuchtrind sind im Kapitel 4 beschrieben. Der unterstellte Futtermittelverzehr entspricht demjenigen der Tabelle 6.1. Da zwischen den früh- und spätreifen Aufzuchtrindern in Bezug auf das empfohlene Angebot an Mengenelementen nur geringe Unterschiede bestehen, wurden die Werte in einer Tabelle zusammengefasst.

Steht den Aufzuchtrindern ein qualitativ gutes Raufutter zur Verfügung, so kann der Bedarf an Ca, P und Mg über dieses gedeckt werden. Andernfalls ist eine Ergänzung angezeigt. Bedingt durch den geringen Nagehalt der meisten Futtermittel, müssen dem Aufzuchtrind in der Regel 10–20 g Viehsalz täglich vorgelegt werden.

6.4.2 Vitamine

Insbesondere bei Weidebeginn ist der Selen-Vitamin E-Versorgung des Aufzuchtrindes Beachtung zu schenken. Frühlingsgras enthält relativ hohe Mengen an ungesättigten Fettsäuren, was einen höheren Bedarf an Vitamin E zur Folge hat. Wird der Bedarf an Selen-Vitamin E nicht gedeckt, kann die Weissmuskelkrankheit auftreten (siehe Kapitel 5). Die Vitaminempfehlungen in Tabelle 6.5 basieren zur Hauptsache auf den Angaben der DLG (1986) sowie von Kirchgessner (1992).

6.5 Literatur

DLG, 1986. Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 3. Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main. 92

S.Foldager J. and Sejrsen K., 1991. Opdrætningsintensitetens indflydelse på den senere mælkeproduktion hos RDM og SDM kvier (Rearing intensity in dairy heifers and the effect on subsequent milk production). Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, Danmark 693.

Geay Y., Micol D., Robelin J., Berge Ph. et Malterre, C. 1987. Recommandations alimentaires pour les bovins en croissance et à l'engrais. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, INRA 70, 173–183.

Kirchgessner M., 1992. Tierernährung. 8. Auflage. DLG-Verlag, Frankfurt am Main. 533 S.

Michel A., 1988. Einfluss von Aufzuchtintensität, Erstkalbealter und Alpung auf Wachstum und Milchleistung von Rindern unterschiedlicher Zuchtichtung. Diss. ETH Zürich Nr. 8533.

Robelin J., 1990. Modèle de calcul du coût journalier de lipides et de protéines chez les bovins. Reprod. Nutr. Dev. 1990 (Suppl. 2), 245–246.

Troccon J.L. et Journet M., 1979. Vitesse de croissance optimale et alimentation des génisses. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, INRA 37, 5–14.

Version: Oktober 2017

Herausgeber: Agroscope

Redaktion: A. Mürger, J. Kessler

Copyright: Agroscope

Bitte bei Reproduktion Quelle angeben

Tabellen

Tabelle 6.1. Empfohlenes tägliches Angebot für das Aufzuchtrind (früh- und spät reif)

Typ/Rasse	LG kg	Tageszuwachs																	
		400g			500g			600g			700g			800g			900g		
		NEL MJ	APD g	TS kg	NEL MJ	APD g	TS kg	NEL MJ	APD g	TS kg	NEL MJ	APD g	TS kg	NEL MJ	APD g	TS kg	NEL MJ	APD g	TS kg
Frühreif (Milchrassen)	125							17.6	283	3.3	18.8	310	3.3	20.0	337	3.3	21.4	364	3.4
	150							19.7	303	3.7	20.9	330	3.7	22.2	357	3.7	23.7	384	3.7
	175				20.4	294	4.0	21.7	321	4.0	23.0	349	4.1	24.4	376	4.1	26.0	403	4.1
	200	21.1	283	4.4	22.3	311	4.4	23.6	338	4.4	25.0	366	4.4	26.5	393	4.5	28.1	421	4.5
	250	24.5	314	5.1	25.8	341	5.1	27.2	369	5.1	28.8	396	5.2	30.5	424	5.2	32.3	451	5.2
	300	27.8	343	5.8	29.2	370	5.9	30.8	397	5.9	32.5	424	5.9	34.4	451	5.9	36.4	478	6.0
	350	30.9	369	6.6	32.5	396	6.6	34.3	423	6.6	36.2	449	6.7	38.3	476	6.7	40.6	503	6.7
	400	34.1	395	7.3	35.8	421	7.4	37.8	447	7.4	40.0	473	7.4	42.4	499	7.4	45.0	525	7.4
	450	37.2	419	8.1	39.2	444	8.1	41.4	470	8.1	43.9	495	8.1	46.6	521	8.2	49.7	546	8.2
	500	40.4	442	8.8	42.7	467	8.8	45.2	491	8.9	48.1	516	8.9	51.4	541	8.9	54.9	565	8.9
	550	43.8	464	9.6	46.4	488	9.6	49.5	512	9.6	52.9	535	9.6	56.8	559	9.6			
	600	47.5	485	10.3	50.8	508	10.3	54.7	531	10.3	59.0	554	10.4						

Fütterungsnorm Rohprotein: 20 g/MJ NEL

Typ/Rasse	LG kg	Tageszuwachs																	
		300 g			400 g			500 g			600 g			700 g			800 g		
		NEL MJ	APD g	TS kg	NEL MJ	APD g	TS kg	NEL MJ	APD g	TS kg	NEL MJ	APD g	TS kg	NEL MJ	APD g	TS kg	NEL MJ	APD g	TS kg
Spätreif (kombinierte Rassen)	125							16.8	257	3.4	18.1	284	3.4	19.4	311	3.4	20.8	338	3.4
	150				17.6	250	3.7	18.8	277	3.8	20.1	305	3.8	21.4	333	3.8	22.9	360	3.8
	175	18.4	240	4.1	19.5	268	4.1	20.7	297	4.1	22.0	325	4.2	23.4	353	4.2	24.9	381	4.2
	200	20.1	258	4.5	21.2	286	4.5	22.5	315	4.5	23.8	343	4.6	25.3	372	4.6	26.9	400	4.6
	250	23.4	291	5.3	24.6	320	5.3	25.9	349	5.3	27.4	378	5.3	28.9	407	5.4	30.6	436	5.4
	300	26.6	322	6.0	27.8	351	6.1	29.2	381	6.1	30.8	410	6.1	32.4	439	6.1	34.3	469	6.2
	350	29.6	352	6.8	31.0	381	6.9	32.4	411	6.9	34.1	441	6.9	35.9	470	6.9	37.9	500	6.9
	400	32.5	380	7.6	34.0	410	7.6	35.6	439	7.6	37.3	469	7.7	39.3	49	7.7	41.4	529	7.7
	450	35.4	407	8.4	37.0	437	8.4	38.7	467	8.4	40.6	497	8.5	42.8	527	8.5	45.1	557	8.5
	500	38.3	434	9.2	40.0	464	9.2	41.9	493	9.2	44.0	523	9.2	46.4	553	9.3	49.0	583	9.3
	550	41.2	459	10.0	43.0	489	10.0	45.1	519	10.0	47.5	549	10.0	50.2	579	10.0			
600	44.0	484	10.7	46.1	514	10.8	48.6	544	10.8	51.4	574	10.8							

Fütterungsnorm Rohprotein: 20 g/MJ NEL

Tabelle 6.2. Empfohlenes tägliches Angebot an Ca und P für das früh- und spätreif Aufzuchtrind

LG Kg	Tageszuwachs													
	300 g		400 g		500 g		600 g		700 g		800 g		900 g	
	Ca g	P g	Ca g	P g	Ca g	P g	Ca g	P g	Ca g	P g	Ca g	P g	Ca g	P g
125					15	10	17	11	19	12	21	13	23	13
150			13	10	15	11	17	12	20	13	22	14	24	15
175	13	9	15	10	17	11	20	12	22	14	24	15	27	16
200	15	10	17	11	20	12	22	13	25	14	27	15	30	16
250	16	11	19	12	21	13	24	14	27	15	29	16	31	17
300	18	12	20	13	23	14	26	15	28	16	31	18	33	18
350	21	14	24	15	27	17	30	18	33	19	36	20	38	21
400	24	15	26	16	29	18	32	19	35	20	37	21	40	22
450	25	17	28	18	31	19	34	20	36	21	39	22	42	23
500	27	18	30	19	33	20	35	21	38	23	41	24	43	24
550	32	21	35	22	38	23	41	24	44	26	47	26		
600	34	22	37	23	40	24	43	26	46	26				

Tabelle 6.3. Empfohlenes tägliches Angebot an Mg und Na für das früh und spätreif Aufzuchtrind

LG Kg	Tageszuwachs													
	300 g		400 g		500 g		600 g		700 g		800 g		900 g	
	Mg g	Na g	Mg g	Na g	Mg g	Na g	Mg g	Na g	Mg g	Na g	Mg g	Na g	Mg g	Na g
125					2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
150			3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
175	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
200	5	3	5	3	5	3	5	3	5	4	6	4	6	4
250	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	7	4	7	4
300	7	4	7	4	7	4	7	5	7	5	8	5	8	5
350	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	9	6	9	6
400	9	5	9	6	9	6	9	6	9	6	10	6	10	6
450	10	6	10	6	10	6	10	6	10	7	11	7	11	7
500	11	7	11	7	11	7	11	7	11	7	12	7	12	8
550	12	7	12	7	12	8	12	8	12	8	13	8		
600	13	8	13	8	13	8	13	8	13	8				

Tabelle 6.4 Empfohlenes Angebot an Spurenelementen

Spurenelement	Empfohlenes Angebot in mg pro kg Futter-TS
Eisen	50
Iod	0.2
Kupfer	8
Mangan	50
Zink	40
Kobalt	0.1
Molybdän	0.1
Selen	0.15

Tabelle 6.5. Empfohlenes Vitaminangebot für das Aufzuchtrind

Vitamin	Empfohlenes Angebot
Vitamin A IE/100 kg LG u. Tag	5000/70001)
Vitamin D IE/100 kg LG u. Tag	500/7001)
Vitamin E IE/kg Futter-TS	25

- 1) Unterer Wert bei üblichen Fütterungs- und Haltungsbedingungen Oberer Wert bei Stress (Krankheit, Stallwechsel usw.)

Anhang: Berechnung des Fett- und Proteinansatzes bei früh- und spätreifen Rindertypen

Für die beiden Typen wird zunächst eine Referenz-Wachstumskurve definiert (Gompertzsche Kurve):

$$\text{frühreif: LG}(t) \text{ [kg]} = 125 \cdot \text{EXP}(1.8 \cdot (1 - \text{EXP}(-0.0032 \cdot t)))$$

$$\text{spätreif: LG}(t) \text{ [kg]} = 125 \cdot \text{EXP}(1.85 \cdot (1 - \text{EXP}(-0.0022 \cdot t)))$$

T: Aufzuchttag

EXP: Exponent zur Basis e

Fett- und Proteinansatz

Für die beiden Wachstumsverlaufskurven werden die Fett- und Proteinmengen im Körper als Funktion des Leerkörpergewichtes berechnet:

Leerkörpergewicht (LKG):

$$\text{LKG [kg]} = \text{EXP}(-0.7308 + 1.0958 \cdot \ln(\text{LG}))$$

$$\text{LKG [kg]} = \text{EXP}(-0.6994 + 1.0907 \cdot \ln(\text{LG}))$$

Fettmenge im Körper (Lip):

$$\text{Lip [kg]} = \text{EXP}(-6.8157 + 1.8453 \cdot \ln(\text{LKG}))$$

$$\text{Lip [kg]} = \text{EXP}(-5.1590 + 1.5168 \cdot \ln(\text{LKG}))$$

Proteinmenge im Körper (Prot): $\text{Prot [kg]} = 0.1436 \cdot (\text{LKG} - \text{Lip})^{1.0723}$

Aus diesen Berechnungen lässt sich der tägliche Fett- und Proteinansatz ableiten.

Abweichungen vom Referenz-Zuwachs, das heisst unterschiedliche Wachstumsintensitäten, werden wie folgt berücksichtigt:

Proteinansatz bei abweichendem Zuwachs (ΔProt):

$$\Delta\text{Prot [g/Tag]} = \Delta\text{Prot}_0 \cdot (\text{TZW}/\text{TZW}_0)$$

ΔProt_0 : Referenz-Proteinansatz,
 TZW_0 : Referenz-TZW

Fettansatz bei abweichendem Zuwachs (ΔLip):

$$\Delta\text{Lip [g/Tag]} = \Delta\text{Lip}_0 \cdot (\text{TZW}/\text{TZW}_0)^{1.8}$$

ΔLip_0 : Referenz-Fettansatz

7. Fütterungsempfehlungen für die Milchkuh

Franz Jans, Jürg Kessler, Andreas Mürger, Fredy Schori, Patrick Schlegel

Inhaltsverzeichnis

7.	Fütterungsempfehlungen für die Milchkuh.....	2
7.1.	Energie.....	2
7.1.1.	Beginn Laktation (Startphase).....	2
7.1.2.	Mitte Laktation (Produktionsphase).....	3
7.1.3.	Ende Laktation (Trockenperiode).....	3
7.2.	Stickstoffhaltige Substanz.....	4
7.3.	Mineralstoffe.....	4
7.4.	Vitamine.....	4
7.5.	Futteraufnahme.....	5
7.5.1.	Einflussfaktoren des Futters.....	6
7.5.2.	Einflussfaktoren des Tieres.....	6
7.5.3.	Umwelteinflüsse.....	6
7.6.	Schätzung des Futtermittelsverzehrs.....	7
7.7.	Fütterung der Milchkuh auf der Weide.....	9
7.7.1.	Einführung.....	9
7.7.2.	Weide als Futtergrundlage.....	10
7.7.3.	Verzehr auf der Weide.....	13
7.7.4.	Energiebedarf weidender Milchkuhe.....	14
7.7.5.	Fütterungsgrundsätze und -empfehlungen.....	14
7.7.6.	Mineralstoff- und Vitaminfütterung.....	15
7.8.	Literatur.....	17
7.9.	Tabellen.....	18



7. Fütterungsempfehlungen für die Milchkuh

Die bedarfsgerechte Versorgung mit Nähr- und Mineralstoffen bietet bei der Milchkuh grössere Probleme als bei den übrigen Rindviehkategorien, da sehr grosse Unterschiede im Bedarf zwischen den Tieren (unterschiedliche Leistung) und im Verlauf der Laktation bestehen. Zu Beginn der Laktation kann der Bedarf häufig nicht gedeckt werden. Deshalb muss für die Milchviehfütterung eine Fütterungsstrategie entwickelt werden, um die Nährstoffversorgung der Milchkuh nach physiologischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten möglichst optimal zu gestalten.

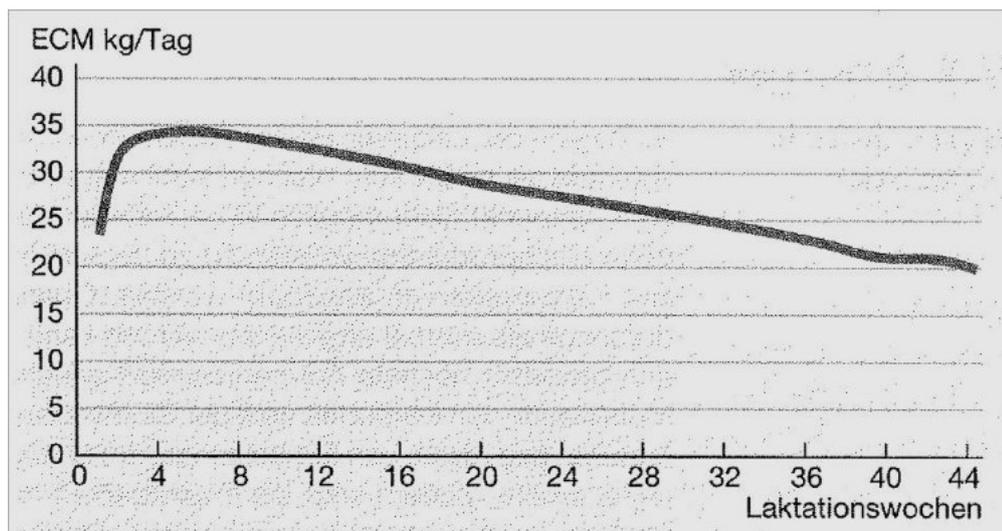
7.1. Energie

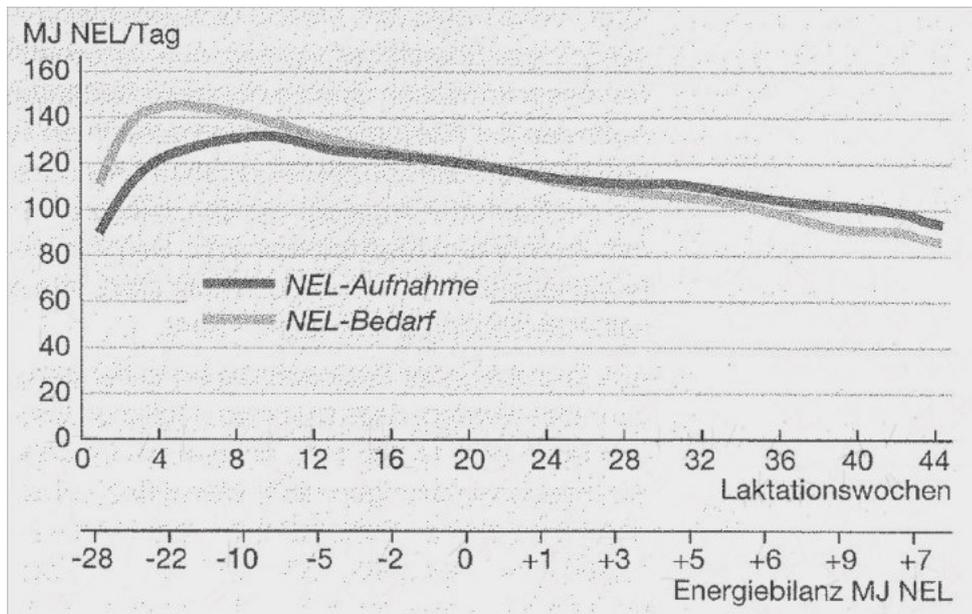
7.1.1. Beginn Laktation (Startphase)

Zu Beginn der Laktation ist das Futteraufnahmevermögen der Milchkuh während sechs bis acht Wochen stark eingeschränkt, so dass es in diesem Zeitpunkt nicht möglich ist, den Bedarf für die Erhaltung und eine hohe Milchproduktion vollständig zu decken. In diesem Stadium müssen Körperreserven abgebaut werden. Obwohl ein Körperfettabbau durchaus als normal angesehen werden kann, muss dieser Phase mit Energiedefizit höchste Aufmerksamkeit geschenkt werden. Durch die Mobilisation von Körperfett wird der Stoffwechsel sehr stark belastet und dadurch das Risiko von Entgleisungen im Energiestoffwechsel (Acetonämie) erhöht. Zudem wird die Fruchtbarkeit von Kühen mit zu starker Stoffwechselbelastung zu Beginn der Laktation erwiesenermassen negativ beeinträchtigt. Leider fehlen bis heute eindeutige Kenntnisse darüber, bis zu welchem Niveau eine Hochleistungskuh ein Energiedefizit schadlos zu überstehen vermag. Aus wirtschaftlicher Sicht hat die Kenntnis dieser kritischen Grenze doppelte Bedeutung. Einerseits könnte das Auftreten der Acetonämie mit den genannten Folgen vermindert werden und andererseits könnte bei optimaler Ausnützung von Körperreserven, die mit Raufutter angelegt wurden, billigere Milch produziert werden als mit überhöhtem Kraftfuttereinsatz. Gemäss vieler Beobachtungen dürfte diese kritische Grenze auch sehr stark von der Veranlagung des Einzeltieres abhängig sein (Jans 1994). Auf Grund eigener Beobachtungen in der Versuchsherde der Forschungsanstalt kann vermutet werden, dass bei einem täglichen Energiedefizit von 20 MJ NEL im ersten und 15 MJ NEL im zweiten Laktationsmonat das Risiko für Stoffwechselstörungen nicht wesentlich erhöht wird. In Versuchen mit unterschiedlichen Futterrationen zeigte es sich immer wieder, dass die obgenannte Defizitschwelle auch bei reichlicher Kraftfuttergabe kaum unterschritten werden kann (Hoden et al. 1988, Jans 1994).

In Abbildung 7.1 ist die durchschnittliche Energieaufnahme dem jeweiligen Bedarf von Versuchskühen von Agroscope gegenüber gestellt. Daraus ist ersichtlich, dass eingeplante Energiedefizite von 20 und 15 MJ NEL im ersten beziehungsweise im zweiten Laktationsmonat ziemlich stark überschritten wurden, weil ein Grossteil der Tiere die vorgelegten Futter-rationen nicht aufzunehmen vermochte. Höhere Ergänzungsfuttermengen hätten die Situation kaum verbessert, weil dadurch vermehrt Grundfutter aus der Ration verdrängt worden wäre.

Abbildung 7.1 Milchleistung und Energiebilanz von Hochleistungskühen
(Daten von 448 Laktationen; Laktationsleistung: 7776 kg)





Aus diesem Grunde ist es durchaus angezeigt, bei Berechnungen von Futtermitteln für Kühe in der Startphase einen Reserveabbau zu berücksichtigen. Dem Minderverzehr in dieser Phase ist allerdings genügend Rechnung zu tragen. Im Interesse einer optimalen Fruchtbarkeit sollte die Energieversorgung bis zur erfolgreichen Besamung allerdings nicht zu knapp bemessen werden. Bei der Fütterung müssen zudem alle Massnahmen ergriffen werden, um die Futteraufnahme zu maximieren und Verdauungsstörungen zu vermeiden. Zu diesen Massnahmen gehört die Verfütterung von Rauhfutter bester Qualität rund um die Uhr. Zu berücksichtigen ist ferner, dass beispielsweise mit einer Dürrfutter-/Rüben-Ration nach dem Abkalben ein schnellerer Verzehrsteig erreicht werden kann als mit Rationen, die vorwiegend aus Silagen bestehen. Zur Verhütung von Verdauungsstörungen wird die Kraftfuttermitteln langsam gesteigert (höchstens 2 kg pro Woche) und in mehreren Portionen von höchstens 2 bis 3 kg verabreicht. Mit Rücksicht auf eine optimale Pansengärung ist das Quetschen (Ausnahme Mais) der Getreidekomponenten dem Mahlen vorzuziehen.

7.1.2. Mitte Laktation (Produktionsphase)

Die Produktionsphase ist gekennzeichnet durch ein maximales Futteraufnahmevermögen bei bereits abnehmender Milchleistung. Im Gegensatz zum Laktationsbeginn reagiert die Milchkuh ab ungefähr dem vierten Laktationsmonat auf eine energetische Unterversorgung mit einem Rückgang in der Milchleistung. Gesundheitliche Schäden sind kaum zu erwarten. In dieser Phase muss bei jungen Kühen auch dem Mehrbedarf für das Wachstum Rechnung getragen werden.

7.1.3. Ende Laktation (Trockenperiode)

Während der letzten hundert Tage der Laktation weist die Milchkuh normalerweise eine mehr oder weniger ausgeprägte positive Energiebilanz auf (siehe Abb. 7.1). Ein Rückgang in der Milchleistung als Folge vorübergehender Nährstoffunterversorgung kann in dieser Phase durch ein nachfolgend besseres Nährstoffangebot nicht mehr oder nur teilweise wieder aufgeholt werden. Über den Bedarf für die Milchleistung hinaus aufgenommene Nährstoffe werden zum Auffüllen der zu Beginn der Laktation abgebauten Körperreserven oder bei noch nicht ausgewachsenen Kühen für das Wachstum herangezogen. Im Normalfall ist es nicht notwendig, die Nährstoffzufuhr der Galtkuh wesentlich über den Bedarf für die Entwicklung des jungen Kalbes zu steigern, da überschüssige Energie als Körperfett eingelagert wird. Bei zu fetten Kühen wird das Risiko von Stoffwechsel- und Fruchtbarkeitsstörungen zu Beginn der Laktation wesentlich erhöht, da sie im Vergleich zu normal versorgten Tieren ein stärker reduziertes Fressvermögen aufweisen. Dadurch wird ihre Energiebilanz noch stärker defizitär.

Der Energiebedarf für die gesamte Trächtigkeit wird auf 1200 bis 1400 MJ NEL geschätzt. Diese Energiemenge entspricht dem Bedarf für 400 bis 450 kg Milch. Bis zum siebten Trächtigkeitmonat ist der zusätzliche Energiebedarf pro Tag kleiner als für 1 kg Milch und steigt im achten beziehungsweise neunten Monat auf die Energiemenge für knapp 4 beziehungsweise 6 kg Milch an.

Trotz des reduzierten Futteraufnahmevermögens der Galtkuh ist es ohne weiteres möglich, diesen Nährstoffbedarf während der Trockenperiode mit Rauhfutter zu decken. Wie es sich in Fütterungsversuchen herausstellte, kann eine Futtermittelration, die 4.7 bis 5.0 MJ NEL und 80 bis 100 g RP pro kg TS aufweist, diesen Anforderungen voll genügen. Um zu verhindern, dass Galtkühe zu stark verfetten, müssen nährstoffreiche Rauhfutter während der ersten zwei Drittel der Trockenperiode entweder durch nährstoffärmere ersetzt oder mit Stroh «verdünnt» werden. Oft ist auch eine Einschränkung der Futtermenge notwendig.

Während der Vorbereitungs­fütterung in den letzten drei Wochen vor dem Abkalben muss die Kuh allmählich an die nach dem Abkalben erforderliche Nährstoffkonzentration gewöhnt werden. Dazu gehört auch die Angewöhnung an die leicht verdaulichen Kraftfutter (inkl. Rüben oder Kartoffeln). Da in den ersten zehn Tagen nach der Geburt eine starke Erhöhung der Kraftfuttermenge nicht angezeigt ist, sollte die Kraftfuttermenge bis zum Abkalben auf 30 bis 40 % der maximal notwendigen Menge nach dem Abkalben gesteigert werden.

7.2. Stickstoffhaltige Substanz

Im Gegensatz zur Energie, die von der Milchkuh im Verlaufe der Laktation als Körperfett gespeichert und wiederum abgebaut werden kann, sind die Speicher- und Mobilisationsmöglichkeiten der N-haltigen Substanz sehr bescheiden. Während die Milchkuh Energiereserven für die Produktion von 300 bis 500 kg Milch mobilisieren kann, reichen ihre Protein-Reserven für kaum mehr als 100 bis 200 kg Milch (Hoden et al. 1988). Als Konsequenz davon sollte daher der APD-Bedarf in jedem Laktationsstadium gedeckt werden.

Eine APD-Unterversorgung hat zur Folge, dass die Kuh die Proteinausscheidung einschränkt, das heisst, entweder der Proteingehalt der Milch oder die Milch- und Proteinmenge sinken ab.

Zu Beginn der Laktation kann das APD-Defizit bei Hochleistungskühen recht hoch sein, wenn der eingeschränkten Futteraufnahme zu wenig Rechnung getragen wird. Da eine APD-Unterversorgung sich meistens auch negativ auf die Futteraufnahme auswirkt und die Energieausnutzung verschlechtern kann, steigt das Energiedefizit zusätzlich noch an. Um den APD-Bedarf in dieser Phase zu decken, müssen proteinreichere Kraftfutter eingesetzt werden. Bei der Rationenberechnung ist der unvermeidbare Abbau von Energiereserven zu berücksichtigen. Um den Stoffwechsel der Kuh in dieser Phase nicht durch zu hohe Mengen an leicht abbaubarem Rohprotein zu belasten, müssen an die Proteinqualität der Konzentrate hohe Anforderungen gestellt werden. Der APD-Gehalt sollte mindestens 50 % des Rohproteingehaltes betragen und der Aminosäuregehalt an die Grundration angepasst sein.

Für ein optimales Mikroorganismenwachstum im Pansen und somit auch für eine optimale Verdauung der Nährstoffe ist ein minimaler Rohproteingehalt von 20 g pro MJ NEL notwendig. Wird dieser Minimalgehalt wesentlich unterschritten, so werden die Nährstoffe schlecht ausgenützt.

Überschüsse an N-haltiger Substanz können nur in bescheidenen Mengen vom Tier gespeichert werden und müssen wiederum ausgeschieden werden. Dadurch wird der Stoffwechsel des Tieres belastet. Zusätzlich bildet der vermehrt anfallende Stickstoff ein zusätzliches Risiko für die Verschmutzung von Wasser und Luft. Die obere Grenze des Rohproteingehaltes von 30 g Rohprotein pro MJ NEL sollte daher längerfristig nicht überschritten werden. Dies bedeutet, dass Wiesenfutter im sehr jungen Stadium vor allem im Frühjahr und Herbst mit RP-armen Futtermitteln «verdünnt» werden sollte.

7.3. Mineralstoffe

Das empfohlene Angebot an Mengenelementen für die Milchkuh (Tab. 7.2 und 7.3) basiert auf den im Kapitel 4.1 dargestellten Grundlagen und dem in diesem Kapitel aufgeführten Futtermittelverzehr. Die benutzten Absorptionskoeffizienten sind als Notiz unter den entsprechenden Tabellen notiert. Das empfohlene Angebot an Spurenelementen für die Milchkuh ist in Tabelle 7.4 beschrieben. Einige spezifische Empfehlungen zur Weide sind im Kapitel 7.7 erwähnt.

7.4. Vitamine

Von den heute bekannten Vitaminen besitzen in der Milchviehfütterung die Provitamine A sowie die Vitamine A, D und E praktische Bedeutung. Die für diese Vitamine geltenden Fütterungsempfehlungen fasst Tabelle 7.6 zusammen. Dank der Eigensynthese der Pansenmikroorganismen ist die Milchkuh weitgehend von einer Vitamin B-Zufuhr unabhängig. Inwiefern die Nicotinsäure bei der Hochleistungskuh zu beachten ist, darüber gehen die Meinungen auseinander.

Innerhalb der Provitamine A kommt dem **β-Carotin** die grösste Bedeutung zu. Es bildet die wichtigste Vorstufe von Vitamin A, wobei das Umwandlungsverhältnis 4:1 bis 8:1 Gewichtseinheiten β-Carotin zu Vitamin A beträgt. Die Höhe der β-Carotinzufuhr, die β-Carotinverluste im Verdauungstrakt und das Vitamin A-Angebot können das Umwandlungsverhältnis beeinflussen. Neben seiner Bedeutung als Vorstufe von Vitamin A hat das β-Carotin auch eine Vitamin A-unabhängige, spezifische Funktion im Zusammenhang mit der Fortpflanzung. Die Angaben über den β-Carotinbedarf der Milchkuh streuen sehr stark und sind dementsprechend vorsichtig zu interpretieren. Im Sommer deckt die Milchkuh ihren Bedarf an diesem Wirkstoff problemlos über das Wiesenfutter. Aber auch im Winter dürfte sich mit wenigen Ausnahmen (Rationen mit sehr hohen Anteilen an Maissilage oder konserviertem Wiesenfutter geringer Qualität) eine β-Carotinergänzung erübrigen.

Vitamin A kommt nur in wenigen tierischen Futtermitteln vor, während pflanzliche Produkte kein Vitamin A enthalten. Im Sommer deckt die Milchkuh ihren Vitamin A-Bedarf über die im Grünfutter reichlich vorhandenen Provitamine A

(vorwiegend β -Carotin). Im Winter ist sie hingegen auf eine Vitamin A-Ergänzung angewiesen. Bedingt durch die zahlreichen Größen, die den Vitaminbedarf positiv oder negativ beeinflussen können (Allgemeinzustand, Leistung, Umwelt, Ration usw.), sind bei den Fütterungsempfehlungen zwei Werte aufgeführt. Unter günstigen Umweltverhältnissen und bei mittleren Leistungen kann mit dem tieferen Wert gearbeitet werden. Bei hohen Leistungen und/oder ungünstigen Verhältnissen ist der höhere Wert angezeigt.

Die Milchkuh deckt ihren Bedarf an **Vitamin D** aus zwei Quellen. Einerseits synthetisiert die Milchkuh selbst das Provitamin D₃, welches in der Unterhaut durch das UV-Licht zu Vitamin D₃ umgewandelt wird. Andererseits zieht sie das bei geschnittenem Wiesenfutter aus dem Provitamin D₂ unter UV-Lichteinwirkung in der Pflanze gebildete Vitamin D₂ zur Bedarfsdeckung heran. Weidetiere und Tiere, die Rationen mit einem überwiegenden Anteil an Bodenheu erhalten, benötigen im Allgemeinen keine Vitamin D-Ergänzung. Im Gegensatz dazu sind Kühe mit vorwiegender Stallhaltung oder solche, die Rationen mit geringem Anteil an sonnengetrocknetem Raufutter erhalten, auf eine Vitamin D-Ergänzung angewiesen. Entsprechend dem Vitamin A beinhalten die Fütterungsempfehlungen einen unteren und einen oberen Wert. Eine längerfristige Überschreitung des empfohlenen Angebotes an Vitamin D um etwa den Faktor 10 kann bei der Milchkuh zu Kalkablagerungen in Herz, Blutgefäßen und Nieren führen.

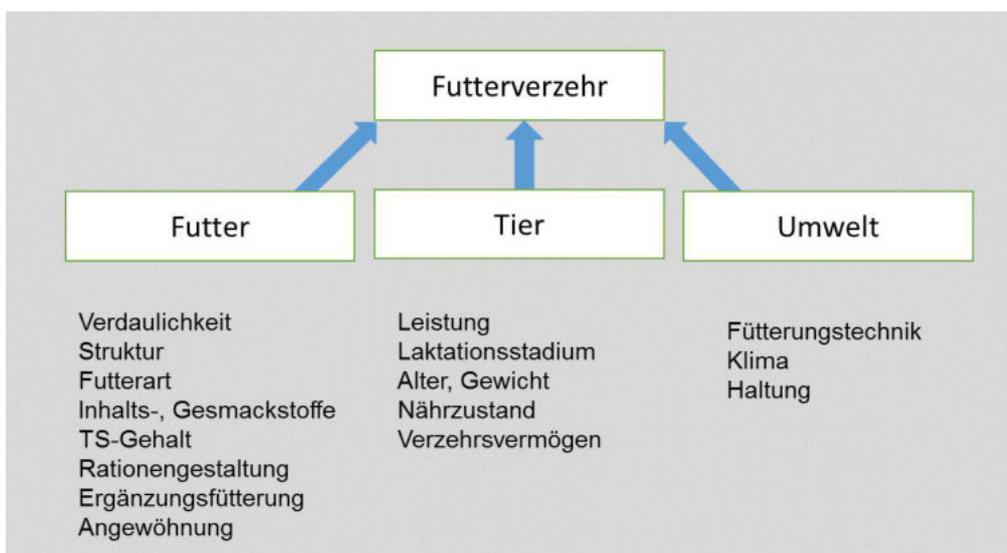
Während das Gras reich an **Vitamin E** ist, weisen die üblichen, in der Winterfütterung eingesetzten Futtermittel wie Dürrfutter, Getreide und Extraktionsschrote von Ölsaaten einen eher geringen Gehalt an diesem Wirkstoff auf. Winterrationen für Milchkühe sind deshalb in der Regel mit Vitamin E zu ergänzen. Eine Ergänzung kann aber auch dann notwendig sein, wenn die Ration hohe Gehalte an ungesättigten Fettsäuren enthält (Frühlingsgras, Lebertran), Ackerzwischenfrüchte mit einem erheblichen Nitratgehalt verfüttert werden oder die Tiere einem Stress ausgesetzt sind.

Die Milchkuh deckt ihren **Nicotinsäure**bedarf sowohl über die Eigensynthese der Pansenmikroorganismen als auch über das Futter. Bei frisch laktierenden Hochleistungstieren kann nach verschiedenen Untersuchungen eine Nicotinsäurezulage unter anderem die mikrobielle Essig- und Propionsäureproduktion erhöhen und die Energieverwertung verbessern. Folgen davon sind beispielsweise eine höhere Milchproduktion, eine verbesserte Persistenz und eine geringere Ketosegefahr. Doch unter welchen Bedingungen (Alter, Leistungsniveau, Rationstyp usw.) die Nicotinsäurezulage wirkt, darüber liegen noch zu wenige Daten vor. Aus diesem Grund wird im gegenwärtigen Zeitpunkt auf eine Fütterungsempfehlung verzichtet.

7.5. Futteraufnahme

Wie die übrigen Tierarten, versucht auch die Milchkuh (Ausnahme Trockenperiode), die Futteraufnahme dem jeweiligen Energiebedarf anzupassen. Bei hohen Leistungen sind allerdings das Volumen des Verdauungstraktes und zu Laktationsbeginn der physiologische Zustand des Tieres stark limitierende Faktoren für eine bedarfsdeckende Futteraufnahme. Die Höhe des Futtermittelsverzehrs ist von vielseitigen Einflüssen abhängig. Zu den wichtigsten gehören solche des Futters, des Tieres und der Umwelt (Abb. 7.2).

Abbildung 7.2. Einflussfaktoren auf die Futteraufnahme der Milchkuh



7.5.1. Einflussfaktoren des Futters

Da das Volumen des Verdauungstraktes der Milchkuh den erstlimitierenden Faktor für die Höhe der Futteraufnahme darstellt, ist ein schneller Abbau der Futterration eine wichtige Voraussetzung für hohe Futteraufnahmen. Je schneller der Abbau des Futters im Vormagensystem erfolgt, umso eher kann das Tier wiederum Futter aufnehmen. Die Abbaugeschwindigkeit des Futters hängt im Wesentlichen von seiner Verdaulichkeit und physikalischen Struktur ab. Tiefe TS-Gehalte von Silagen und Grünfütter wirken sich negativ auf den Verzehr aus. Auch die Schnittlänge von Raufutter kann den Verzehr beeinflussen. So konnte immer wieder festgestellt werden, dass von kurz geschnittener Grassilage im Vergleich zu ungeschnittener 1 bis 1.5 kg TS mehr gefressen wurde. Umgekehrt ist es auch möglich, durch zu intensive mechanische Zerkleinerung (z.B. Mischwagen) die Struktur der Futterration zu zerstören und dadurch den Verzehr negativ zu beeinflussen. Daneben spielen die jedem Futter eigenen Inhalts- und Geschmacksstoffe (z.B. bei Silagen) eine beträchtliche Rolle bei der Futteraufnahme des Tieres.

Die Ergänzungsfütterung mit Kraftfutter kann die Säureverhältnisse im Pansen und damit auch die Höhe der Grundfutteraufnahme wesentlich beeinflussen. Als Faustregel gilt: Je besser das Raufutter ist, umso mehr davon wird durch das Ergänzungsfutter verdrängt.

7.5.2. Einflussfaktoren des Tieres

Mit steigender Leistung steigt in der Regel auch die Futteraufnahme der Milchkuh. Nach zahlreichen in- und ausländischen Untersuchungen beträgt die Verzehrsteigerung pro kg Mehrmilch aber nur 300 bis 400 g (Kirchgessner und Schwarz 1984, Journet 1983, Hoden et al. 1988). Da mit 300 g Kraftfutter der Nährstoffbedarf für die Produktion von 1 kg Milch nicht gedeckt werden kann, muss bei steigender Leistung nicht nur die Kraftfuttermenge, sondern gleichzeitig auch die Nährstoffkonzentration der Grundration erhöht werden.

Mit steigendem Lebendgewicht nimmt das Pansenvolumen der Tiere in der Regel zu. Die Verzehrkapazität verändert sich pro 100 kg Lebendgewicht um rund 1 kg TS (Journet 1983).

Während des Produktionszyklus der Kuh wird das Futteraufnahmevermögen durch das Laktationsstadium und die Trächtigkeit bestimmt. Während der ersten fünf bis sechs Wochen der Startphase ist der Verzehr stark reduziert. Während die Milchkuh ihre maximale Tagesmilchmenge bereits am Ende des ersten Laktationsmonates erbringt, frisst sie erst im dritten Monat die höchsten Futtermengen. In der Phase mit eingeschränktem Verzehr ist es daher unmöglich, den Energiebedarf von Hochleistungskühen über die Futterration zu decken. Der Verzehranstieg während der Startphase ist umso schneller, je besser die Qualität und die Bekömmlichkeit der Ration ist. Eine wichtige Rolle spielt zusätzlich auch die Nährstoffversorgung während der Trockenperiode. Eine überhöhte Energiezufuhr während dieser Phase hat zur Konsequenz, dass die Tiere zu stark verfetten und nach dem Abkalben einen stärker reduzierten Verzehr aufweisen. Vom vierten Laktationsmonat an nimmt der Gesamtverzehr entsprechend der Milchleistung wieder leicht ab. Pro kg Milch hingegen bleibt er ziemlich konstant.

Durch die fortschreitende Trächtigkeit wird das Pansenvolumen ab dem achten Trächtigkeitmonat allmählich eingeengt, so dass die Futteraufnahme bis zum Abkalben kontinuierlich zurückgeht. Dieser Verzehrsrückgang stellt für die Nährstoffversorgung des Tieres keine besonderen Probleme. Im Gegenteil, um den bescheidenen Nährstoffbedarf während der ersten vier bis sechs Wochen der Trockenperiode zu decken, ist es notwendig, die Futtermenge einzuschränken. Da Erstlingskühe noch nicht ausgewachsen sind, ist ihr Pansenvolumen noch nicht voll entwickelt. Als Folge davon ist ihr Verzehr im Vergleich zu ausgewachsenen Kühen bei gleicher Leistung um 2 bis 3 kg Grundfutter- TS geringer.

7.5.3. Umwelteinflüsse

Zu den wichtigsten Umwelteinflüssen, die den Futterverzehr massgeblich beeinflussen können, gehört neben dem Klima und der Haltung der Tiere vor allem die Fütterungstechnik. Eine grundsätzliche Voraussetzung für einen hohen Futterverzehr sind möglichst lange Fresszeiten, aber auch mehrmalige Futtevorlagen, um das Tier zum Fressen zu animieren. Futterreste in der Grössenordnung von 5 bis 10 % der Gesamtfutterration müssen bei Hochleistungskühen in Kauf genommen werden. Diese Reste sind keinesfalls Verluste; sie können nämlich an leistungsschwächere Tiere verfüttert werden (Galtkühe, Rinder usw.).

Für ein optimales Wachstum der Pansenmikroorganismen, das für eine optimale Verdauung und eine hohe Futteraufnahme eine Voraussetzung ist, ist es notwendig, dass der Pansenflora die Nährstoffe jederzeit in ausreichender und ausgewogener Menge zur Verfügung stehen und der pH im Pansen im Tagesablauf möglichst kleinen Schwankungen unterworfen ist. Daher sollten den Tieren energie- und stickstoffhaltige, schwer und leicht abbaubare Futtermittel in möglichst gleich bleibenden Anteilen über die ganze Fütterungszeit hinweg zur Verfügung gestellt werden.

7.6. Schätzung des Futterverzehrs

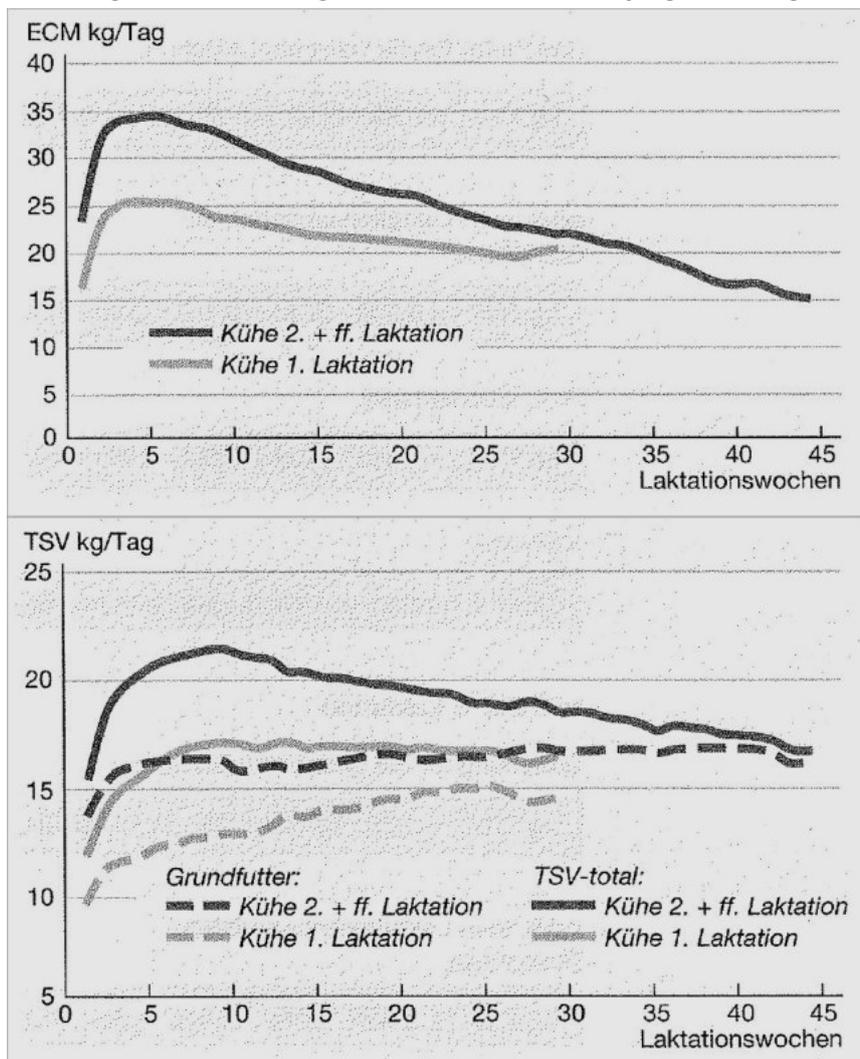
Zur Schätzung des Futterverzehrs wurden die Resultate von Fütterungsversuchen der Forschungsanstalt aus den Jahren 1985 bis 1993 verwendet. Das Datenmaterial stammt aus insgesamt 599 Laktationen. 151 Kühe waren in der ersten und 448 in der zweiten und folgenden Laktation. Für die Auswertung wurden die Daten es auf Grund des Alters der Tiere und dreier verschiedener Rationstypen strukturiert. Bei den Rationen wurde unterschieden zwischen der Dürrfütterration (ohne Silagen), der Grassilageration (>40 % der Grundfutter-TS) und der Maissilageration (>40 % der Grundfutter-TS). Das Futter wurde den Tieren während 24 Stunden vorgelegt. Ferner achtete man darauf, dass pro Kuh und Tag 1 bis 2 kg TS Futterreste übrig blieben. Über das Datenmaterial orientiert Tabelle 7.5 (Kapitel 7.9)

Die mittlere Laktationsleistung der in diese Auswertung einbezogenen Tiere betrug 6374 kg ECM für die erstlaktierenden und 7776 kg ECM für die ausgewachsenen Kühe. Im Mittel wogen die jungen Kühe 600 und die ausgewachsenen 680 kg. Die Resultate dieser Auswertung sind in den Tabellen 7.6 und 7.7 (Kapitel 7.9) als Durchschnittswerte der Hauptlaktationsabschnitte für die jungen und ausgewachsenen Kühe getrennt zusammengefasst, während die Abbildung 7.3 den Verzehr- und Milchleistungsverlauf während der Laktation wiedergibt.

Aus den Resultaten ist ersichtlich, dass Kühe in der ersten Laktation - bei allerdings tieferen Leistungen und tieferem Lebendgewicht im Vergleich zu den ausgewachsenen Tieren - eine wesentlich tiefere Verzehrskapazität und im Verlaufe der Laktation ein anderes Verzehrverhalten aufweisen (Abb. 7.3). Ihr Futteraufnahmevermögen ist zu Beginn der Laktation viel stärker und über eine längere Periode eingeschränkt als bei älteren Tieren. Im Interesse einer möglichst optimalen Nährstoffversorgung der jungen Kühe, deren Leistung auch künftig noch ansteigen wird, sollten diese Unterschiede bei der Verzehrsschätzung und Rationengestaltung berücksichtigt werden.

Wie aus den Resultaten der Tabelle 7.6 ersichtlich ist, konnten bei den ausgewachsenen Kühen erhebliche Verzehrunterschiede zwischen den drei Rationstypen festgestellt werden. Sowohl in der Start- als auch in der Produktionsphase wurde mit den Dürrfütterationen der höchste und mit den Grassilagerationen der geringste Grundfutterverzehr gemessen. Wesentlich kleiner waren die Unterschiede bei den erstlaktierenden Kühen (siehe Tab. 7.7). Auf Grund dieses Zahlenmaterials lässt sich der Futterverzehr mit den folgenden, teilweise vereinfachten Formeln schätzen.

Abbildung 7.3. Milchleistung und Futteraufnahme von jungen im Vergleich zu ausgewachsenen Kühen



Schätzung des Futtermittelsverzehrs der Milchkuh*

I. Gesamtverzehr (kg TSV_{tot})

a) Kühe ab 2. Laktation

Gleichung für die gesamte Laktation:

$$\text{kg TSV}_{\text{tot}} = 0.33 \cdot \text{ECM} + 0.17 \cdot \text{LWo} - 0.0025 \cdot \text{LWo}^2 + 8.8$$

oder nach Laktationsabschnitten:

Startphase:

$$\text{kg TSV}_{\text{tot}} = 0.268 \cdot \text{ECM} + 0.457 \cdot \text{LWo} + 8.9$$

Produktionsphase:

$$\text{kg TSV}_{\text{tot}} = 0.313 \cdot \text{ECM} + 0.035 \cdot \text{LWo} + 10.7$$

Korrektur:

$$\text{Dürrfütterration [alle Winterrationen ohne Silagen]: + 0.6 kg}$$

b) Kühe 1. Laktation

Gleichung für die gesamte Laktation:

$$\text{kg TSV}_{\text{tot}} = 0.33 \cdot \text{ECM} + 0.29 \cdot \text{LWo} - 0.0047 \cdot \text{LWo}^2 + 6.0$$

oder nach Laktationsabschnitten:

Startphase:

$$\text{kg TSV}_{\text{tot}} = 0.202 \cdot \text{ECM} + 0.516 \cdot \text{LWo} + 8.0$$

Produktionsphase:

$$\text{kg TSV}_{\text{tot}} = 0.337 \cdot \text{ECM} + 0.05 \cdot \text{LWo} + 8.6$$

Datenmaterial siehe Tab. 7.5–7.7 im Kap. 7.9

II. Grundfuttermittelsverzehr (kg TSV_{GF})

a) Kühe ab 2. Laktation

Gleichung für die gesamte Laktation:

$$\text{kg TSV}_{\text{GF}} = 2.74 \cdot \text{NEL}_{\text{GF}} + 0.017 \cdot \text{ECM} + 0.045 \cdot \text{LWo} - 0.9$$

oder nach Laktationsabschnitten:

Startphase:

$$\text{kg TSV}_{\text{GF}} = 2.70 \cdot \text{NEL}_{\text{GF}}$$

Produktionsphase:

$$\text{kg TSV}_{\text{GF}} = 2.75 \cdot \text{NEL}_{\text{GF}} + 0.5$$

Korrekturen:

	<u>1 Monat</u>	<u>2 Monat</u>	<u>ab 3 Monat</u>
> 40 % Grassilage–	1.3 kg	– 0.5 kg	– 0.5 kg
Dürrfutter (Winterrationen ohne Silage)	+ 0.9 kg	+ 1.9 kg	+ 1.4 kg
Übrige Rationen (inkl. Grünfutter)	– 0.5 kg	+ 0.5 kg	
Rationen ohne Rüben	– 0.5 kg	– 0.5 kg	– 0.5 kg

b) Kühe 1. Laktation

Gleichung für die gesamte Laktation:

$$\text{kg TSV}_{\text{GF}} = 3.28 \cdot \text{NEL}_{\text{GF}} + 0.008 \cdot \text{ECM} + 0.24 \cdot \text{LWo} - 0.0025 \cdot \text{LWo}^2 - 9.0$$

oder nach Laktationsabschnitten:

Startphase:

$$\text{kg TSV}_{\text{GF}} = 4.0 \cdot \text{NEL}_{\text{GF}} - 12.1$$

Produktionsphase:

$$\text{kg TSV}_{\text{GF}} = 3.1 \cdot \text{NEL}_{\text{GF}} - 4.8$$

III. Zusätzliche Korrekturen

Die angegebenen Schätzformeln für den Grundfutter- und Gesamtverzehr wurden von einem definierten Datenmaterial (siehe Tab. 7.8) abgeleitet. Zur Schätzung der Futteraufnahme im Praxisbetrieb müssen noch zusätzliche Kriterien, die von den Versuchsbedingungen eventuell abweichen, berücksichtigt werden. Sie sind in der Folge aufgelistet. Für allfällige Korrekturen wurde ein Schwankungsbereich angegeben, da exakte Angaben kaum möglich sind.

Tier:

Laktationsleistung	– 1 kg TSV/1000 kg Minderleistung [Basis 6500 kg 1. Laktation; 7500 kg ab 2. Laktation]
Lebendgewicht	+ 1 kg TSV/100 kg LG [Basis 600 kg 1. Laktation; 650 kg ab 2. Laktation]
Nährzustand	– 1 bis – 2 kg TSV

Futter:

Gärqualität der Silagen	– 1 bis – 2 kg TSV
Struktur	– 1 bis – 2 kg TSV
TS-Gehalt	– 1 bis – 2 kg TSV
Ergänzungsfütterung	– 1 bis – 2 kg TSV

Fütterungstechnik:

Fütterungszeit < 6 Std.	– 1 bis – 2 kg TSV
-------------------------	--------------------

7.7. Fütterung der Milchkuh auf der Weide

7.7.1. Einführung

Die Weide als Fütterungssystem unterscheidet sich in einigen grundlegenden Aspekten von der Fütterung auf Basis von konservierten Futtermitteln. Bei der Weide sind die Ernährung des Tieres und der Futterbau untrennbar miteinander verbunden und Wechselwirkungen zwischen der Optimierung der Tierernährung und jener der Futterproduktion müssen berücksichtigt werden. Dies hat zur Folge, dass bei Fütterungsempfehlungen zusätzlich zu den etablierten Kriterien, die das Tier betreffen (z.B. Deckung des Nährstoffbedarfs, Vermeidung von Stoffwechselerkrankungen und Fruchtbarkeitsstörungen) auch Gesichtspunkte der nachhaltigen und effizienten Produktion der Weidefläche einfließen müssen. Die Produktivität von Weidesystemen wird von äusseren Faktoren wie Klima- und Wetterbedingungen, Bodeneigenschaften, Topografie und Botanik beeinflusst. Sie ist somit stark von der Höhenlage bestimmt, hat einen saisonalen Verlauf und kann auch kurzfristig stark schwanken.

Die Suche nach der optimalen Balance zwischen den Ansprüchen des Tieres und der Produktivität der Weidefläche bringt es mit sich, dass im Vergleich zur üblichen Fütterung an der Krippe die individuelle Leistung der Kuh in einem Weidesystem rascher an Grenzen stösst. Einerseits limitiert das Ziel der Aufrechterhaltung eines genügenden Weidedrucks den Verzehr; auf der anderen Seite reicht die Nährstoffkonzentration des Wiesenfutters nicht an mit Kraffutter aufgewertete Rationen heran. Rechnerisch ergeben sich so bei einer Weideration im günstigsten Fall Jahresleistungen von rund 7000 kg oder zeitlich begrenzte Tagesleistungen von rund 30 kg Milch, für die wichtigsten Milchviehrassen. Was darüber hinausgeht, muss mit Einsatz von konzentrierteren Futtermitteln oder durch Mobilisation von Körperreserven produziert werden.

Je nach Futterangebot auf der Weide hat die Kuh eine grössere Auswahlmöglichkeit als bei Krippenfütterung und kann damit die Nährstoffaufnahme positiv beeinflussen. Auf der anderen Seite muss auch berücksichtigt werden, dass bei quantitativ und qualitativ schlechterem Futterangebot das Tier auf der Weide mehr Aufwand betreibt, um Futter zu suchen. Die daraus resultierende zusätzliche Aktivität muss beim Bedarf, speziell beim Energiebedarf, in Rechnung gestellt werden.

Die Fütterung mit hohem Weideanteil ist nicht im gleichen Ausmass berechenbar wie die Fütterung auf Basis von konservierten Futtermitteln. Die Vielzahl nicht oder schwer kontrollierbarer Faktoren bringt es mit sich, dass der Erfahrung des Betriebsleiters ein hoher Stellenwert beizumessen ist. Viele der folgenden Empfehlungen haben deshalb auch den Charakter von Richtwerten, Entscheidungshilfen oder möglichen Optionen.

7.7.2. Weide als Futtergrundlage

Die Futterproduktion einer Weide ist von den Wachstumsbedingungen (Licht, Temperatur, Boden-pH, Wasser- und Nährstoffversorgung), der botanischen Zusammensetzung, den Alterungsvorgängen (Zerfall, Verlust an Nährstoffen und Verzehrbareit) und der Weideführung beeinflusst.

Es ergibt sich ein saisonaler Verlauf des Grasangebotes (Abb. 7.4). Mit verschiedenen Messmethoden (Corrall und Fenlon 1978), bzw. -instrumenten (Doppeltermethode, Herbometer, C-Dax Pasture Meter) kann das mengenmäßige Weidegras-Angebot geschätzt werden (Mosimann et al. 1999, AGFF 2007, [ALP aktuell Nr. 48](#)).

Eine Einschätzung der Nährstoffgehalte des Weidegrases lässt sich aufgrund der Nährstofftabellen für Grünfütter machen. In der Regel ist dabei vom **Nutzungsstadium 2**, bei Extensivweide von **3** auszugehen.

Im Verlauf der Saison und auch abhängig vom Management der Weide verändern sich die Nährstoffgehalte (Abb. 7.5, 7.6 und 7.7). Die Abweichungen der Gehalte in den verschiedenen Saisonabschnitten überlagern sich teilweise mit dem Einfluss der Nutzung, wie er in den Nährwerttabellen dargestellt ist. Die in Tabelle 7.8 vorgeschlagenen Korrekturen für die Werte aus den Grünfütter-Tabellen suchen den speziellen Verhältnissen bei Weidenutzung Rechnung zu tragen.

Abbildung 7.4. Wachstumskurven von Weidegras am Standort Posieux (ÖLN; 670 müM, 1000 mm Niederschlag/J), bzw. Sorens (Bio; 820 müM, 1150 mm Niederschlag/J)

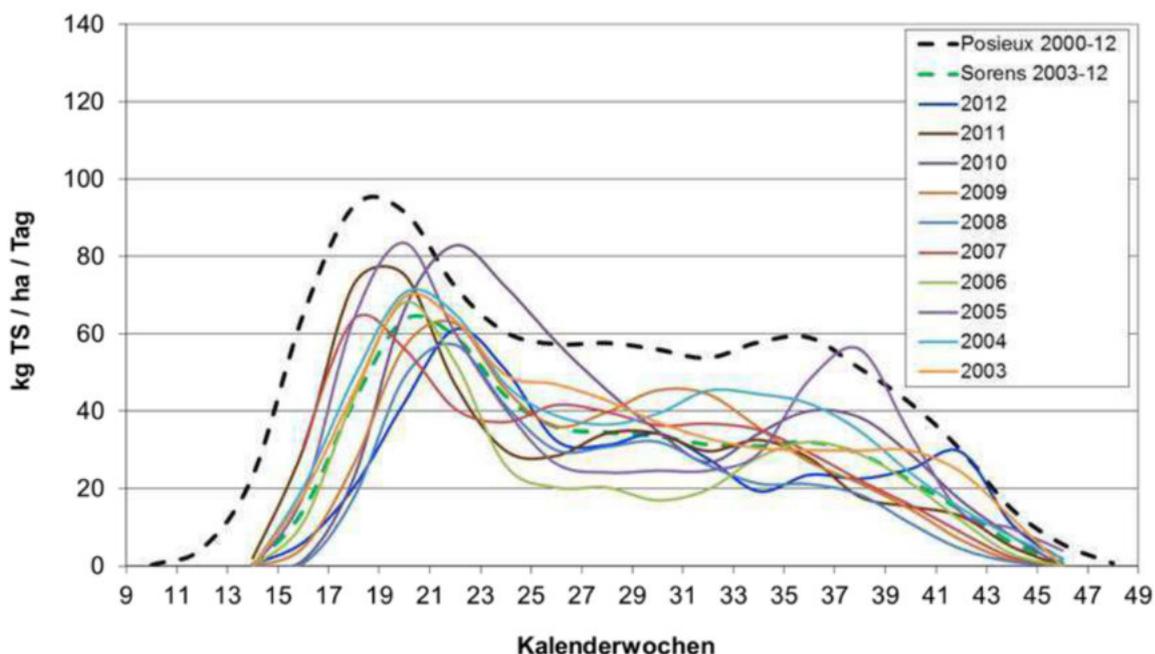
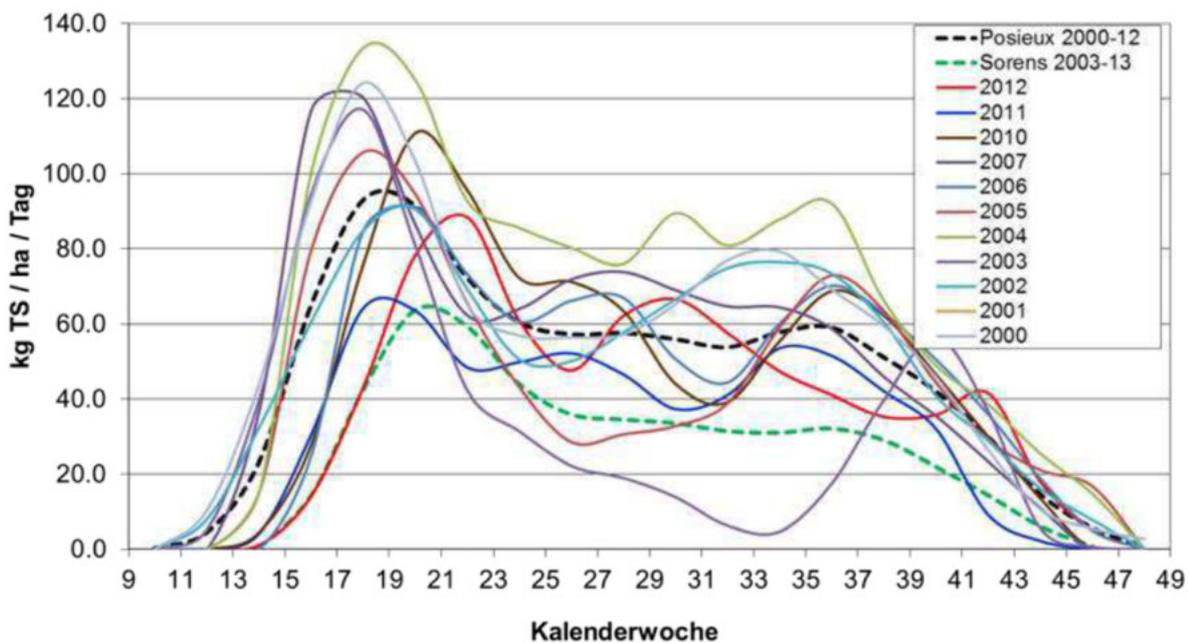
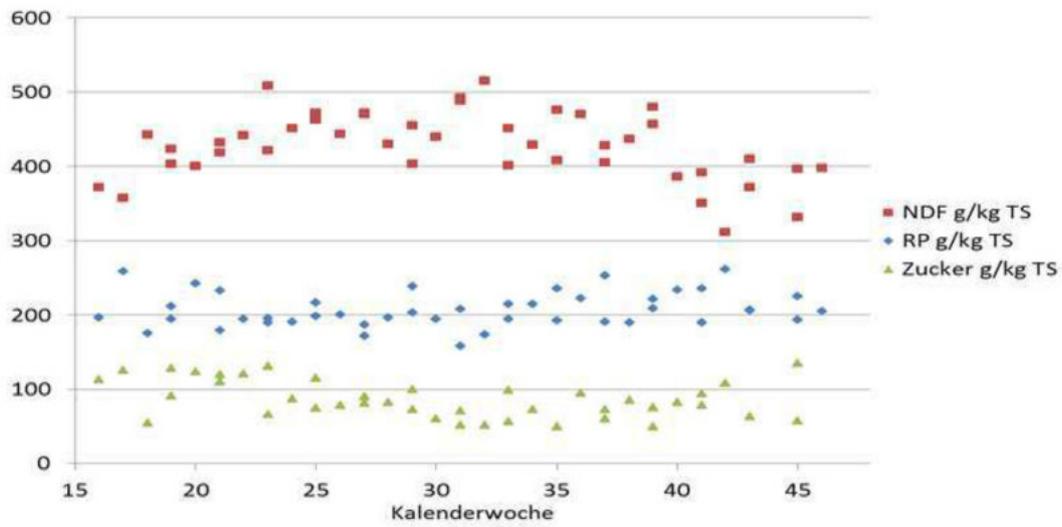


Abbildung 7.5. Saisonale Variation verschiedener Nährstoffgehalte; Mittelwerte mehrjähriger Erhebungen an den Standorten Posieux und Sorens

Standort Posieux



Standort Sorens

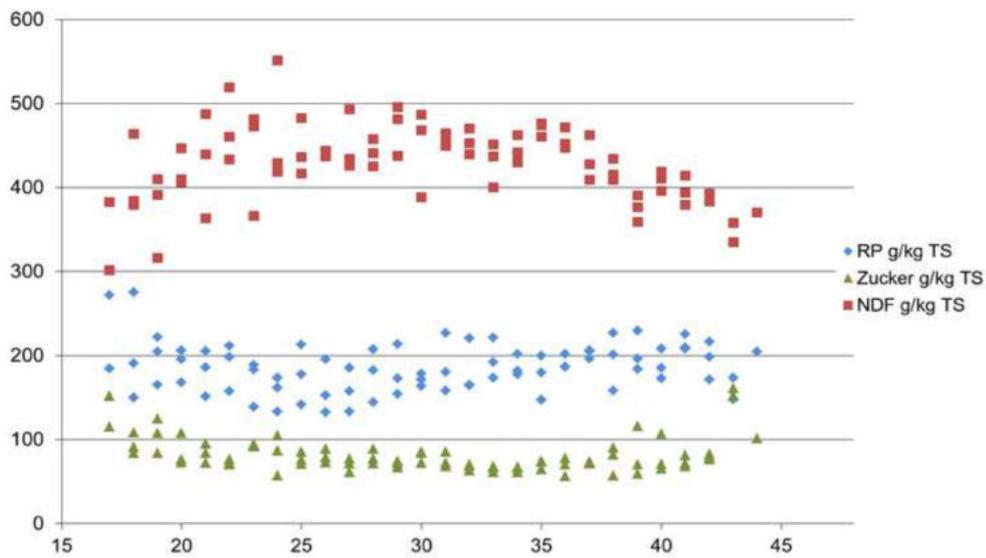


Abbildung 7.6. Saisonale Variation von Mineralstoffgehalten (Mengenelemente); Daten aus Posieux und Sorens zwischen 2008 und 2010

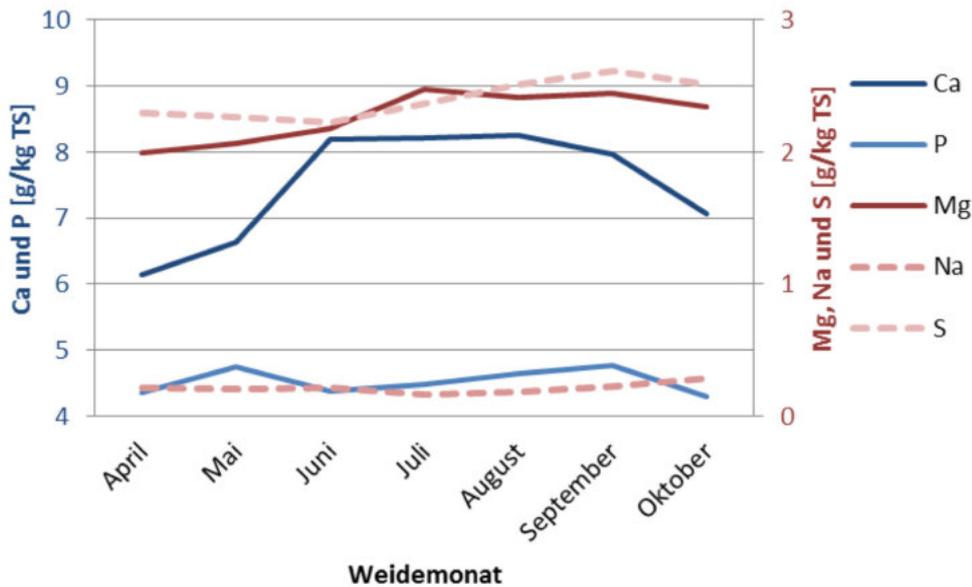
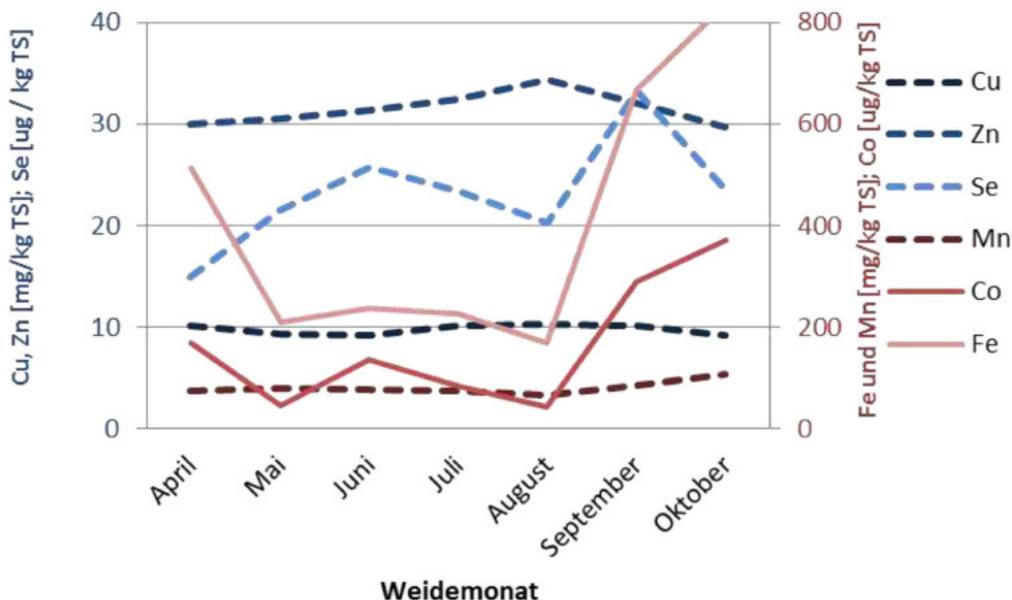


Abbildung 7.7. Saisonale Variation von Mineralstoffgehalten (Spurenelemente); Daten aus Posieux und Sorens zwischen 2008 und 2010



Durch die grossen Unterschiede der Standortfaktoren (Klima, Wetter, Boden, Topografie) und der Nutzung (Weidesystem und -management, Schnittnutzungen, Düngermengen und -zeitpunkte) können die Werte zu jedem Zeitpunkt schwanken. Die abgebildeten saisonalen Verlaufskurven sind also als Illustration und Orientierungswerte zu verstehen. Die Berücksichtigung der lokalen Wachstumsbedingungen wie auch Erfahrungswerte oder eigene Messungen können zur Präzisierung dienen.

Die Beurteilung des Nährstoffangebots von der Weide ist grundsätzlich aufwändig und vergleichsweise ungenau. Als Orientierungshilfe ist die Analyse von Grasproben sinnvoll. Es muss jedoch bedacht werden, dass je nach Nährstoff die Analysenwerte nur punktuell gültig sind. Ausserdem muss für das Sammeln einer repräsentativen Probe viel Sorgfalt aufgewendet werden.

7.7.3. Verzehr auf der Weide

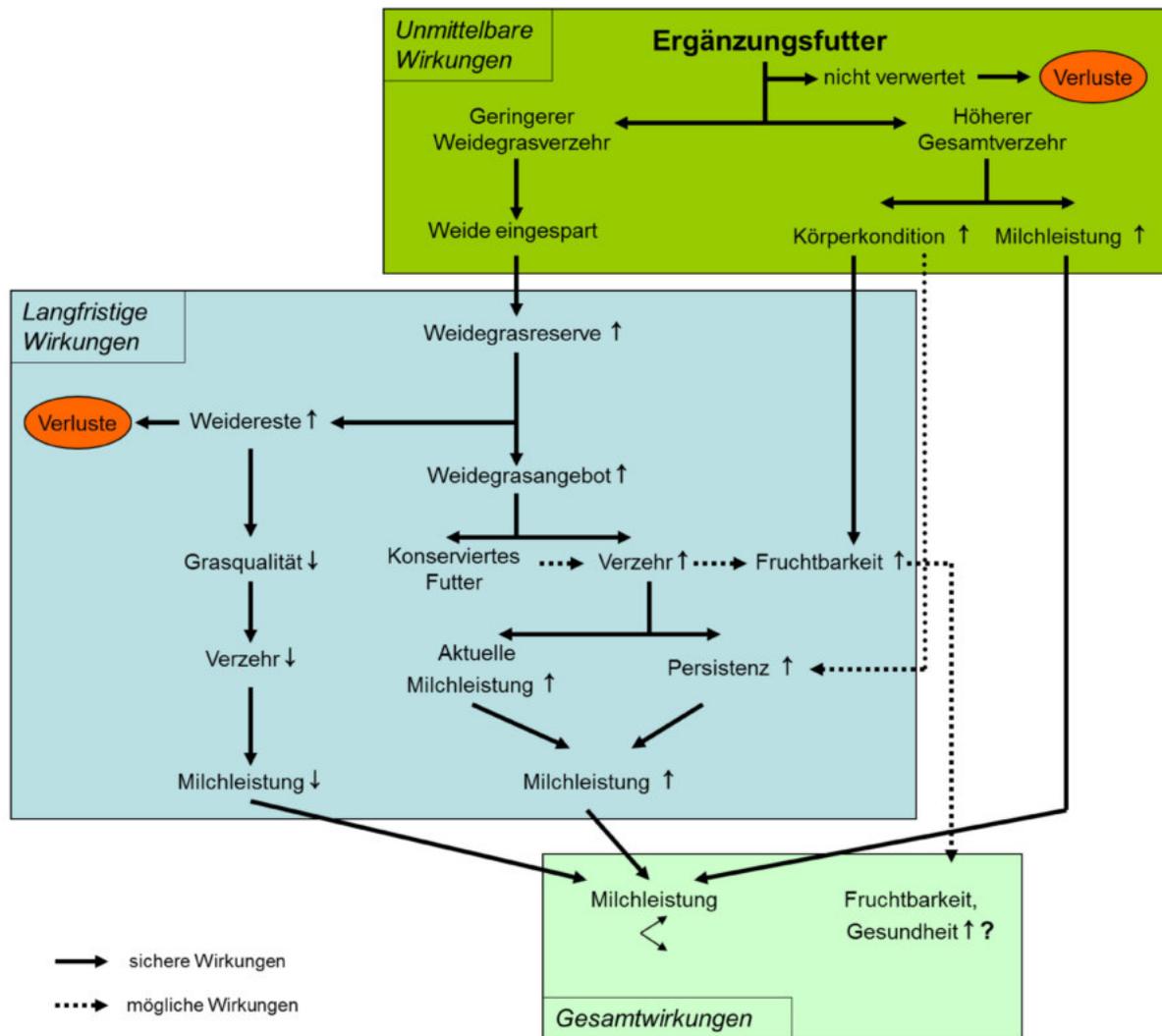
Einflussfaktoren und Zusammenhänge

Tierbezogene Faktoren: Neben den allgemein bekannten Einflüssen auf die Verzehrskapazität – Körpergrösse und Produktionsniveau – spielt auf der Weide das Verhalten des Tieres eine bedeutendere Rolle als bei Krippenfütterung. Darum ist die zur Verfügung stehende Fresszeit im Verhältnis zum Grasangebot und der Homogenität der Grasnarbe, die ihrerseits die Bissmenge und -frequenz sowie das Auswahlverhalten beeinflussen, ein bestimmender Faktor für den Verzehr.

Weideangebot und –qualität: Der Verzehr von Weidegras hängt demnach von seiner Qualität und Verfügbarkeit bzw. Zugänglichkeit für das Tier ab. Von Seiten der Qualität spielt zum einen der Gehalt und der Verholungsgrad (Lignifizierung) der Faserfraktion eine Rolle ("Sperrigkeit" des Futters), zum anderen können geschmacksbildende Komponenten einen gewissen Einfluss haben; hier sind in positivem Sinn Zucker, in negativem Sinn Bitterstoffe zu erwähnen. In Bezug auf die Verfügbarkeit des Futters sind das mengenmässige Angebot (Menge pro Fläche und pro Tier und Tag) und die Homogenität der beweideten Grasnarbe wichtige Einflussfaktoren. Bei gleichmässiger Narbe nimmt die Zeit ab, die in Suche und Wechsel von Futterplätzen investiert wird.

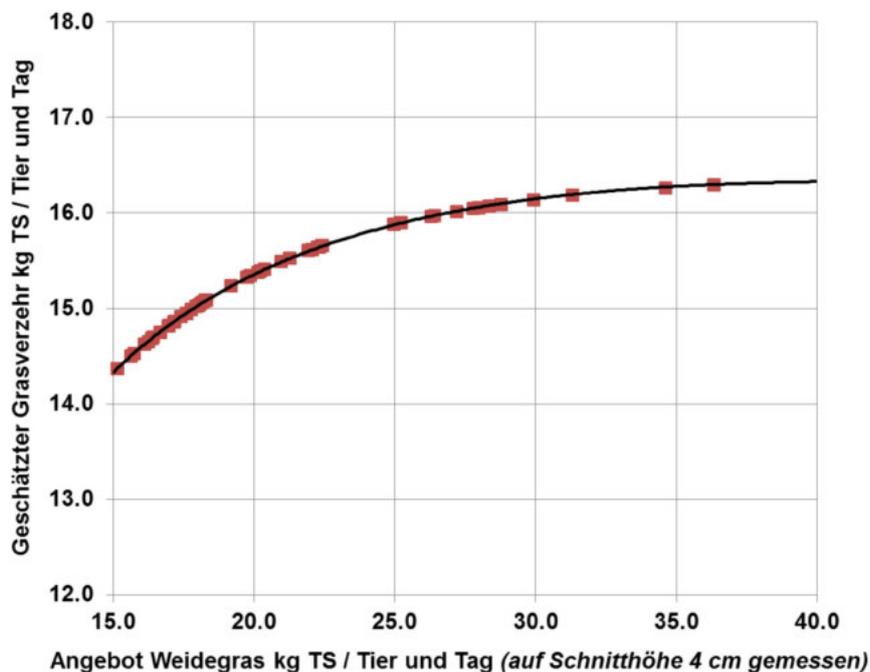
Das Angebot von Ergänzungsfutter, sei es konserviertes Raufutter oder Krafftutter, hat immer zur Folge, dass weniger Gras aufgenommen wird. Aus diesem Grund hat Krafftutter als Weideergänzung meist nur eine geringe Effizienz. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass pro kg eingesetztes Krafftutter die Milchleistung lediglich um bis zu 1 kg steigt. Bei Raufutter als Ergänzung ist der Verdrängungseffekt in der Regel grösser. Eine längerfristige negative Auswirkung der Ergänzungsfütterung ist die latente Unternutzung des Weideangebotes, die in der Folge durch Überalterung und Zunahme von Weideresten zu einer Qualitätsminderung führt, die sich wiederum negativ auf den Verzehr auswirkt (Abb. 7.8). Ein rigoroses Weidemanagement kann diesen Teufelskreis verhindern.

Abbildung 7.8. Wirkungszusammenhänge bei Ergänzungsfütterung zu Weide



Schätzung / Richtwerte

Für eine Schätzung des Verzehrs wird vorgeschlagen, einerseits von der Standardverzehrsschätzung auszugehen (Kap. 7.6), andererseits die modellierte Beziehung zwischen Weidegrasangebot und Verzehr (Abb. 7.9) zu berücksichtigen; die tiefere der beiden Schätzungen beschreibt das effektive Verzehrspotenzial. Zugefütterte Futtermittel werden unter Annahme eines **Verdrängungsfaktors von 0.5** dazugerechnet (Der Verdrängungsfaktor kann variieren, z.B. abhängig von Qualität und Angebot von Grund- und Ergänzungsfutter; für eine abgestufte Angabe fehlt aber bislang die Datengrundlage). Der aktuelle Verzehr kann bei ungünstigen Weidebedingungen deutlich unter dem berechneten Wert liegen, jedoch nur selten höher.

Abbildung 7.9. Beziehung Weidegrasangebot - Verzehr (modelliert auf Grund von Daten von Agroscope Posieux)

7.7.4. Energiebedarf weidender Milchkühe

Spezifische Bedarfskomponenten bei Weide

Futteraufnahme auf der Weide ist mit zusätzlichem Aufwand verbunden. Das Tier investiert Zeit in das Aufsuchen von Futterplätzen. Die dafür benötigte Energie variiert in Abhängigkeit vom Zustand der Weide, dem Weidesystem und den topografischen Gegebenheiten. In der Regel ist auch der Energieaufwand für das eigentliche Fressen (Abreissen, Zerkauen) des Futters etwas höher als bei Krippenfütterung. Einen nicht unbedeutenden Energieaufwand stellt auch der tägliche Weideauf- und abtrieb dar.

Aufenthalt im Freien kann für das Tier auch zusätzlichen Aufwand für die Thermoregulation bedeuten, bedingt durch die Witterungsverhältnisse und -schwankungen (Adaptation). Die damit verbundenen Energieausgaben sind jedoch, ausser bei Witterungsextremen, vergleichsweise gering, bzw. konnten bisher nicht zuverlässig nachgewiesen werden.

Zusammenfassend werden die Zuschläge (%) zum Energie-Erhaltungsbedarf in Tabelle 7.9 vorgeschlagen.

7.7.5. Fütterungsgrundsätze und -empfehlungen

Weidesysteme

Die Wahl des Weidesystems orientiert sich häufig an den betrieblichen Gegebenheiten (Betriebsstruktur, Flächenverfügbarkeit, Lage) und den Vorlieben des Betriebsleiters. Es kann zwischen Weidesystemen mit Schlagwechsel (Umtriebs- / Portionenweide) und ohne (Stand- bzw. Kurzrasenweide) unterschieden werden. Beide Weideverfahren können auf verschiedenen Intensitätsstufen betrieben werden. Sie sind bei guten Futterwuchsbedingungen im Wesentlichen gleich effizient, gutes Weidemanagement vorausgesetzt. In Situationen von Sommertrockenheit haben Umtriebsweidesysteme leichte Vorteile. Zudem erlauben sie eine bessere Führung von Weiden, die in Bezug auf Topografie, Wachstumsbedingungen und botanischer Zusammensetzung heterogener sind. Alle Weidesysteme werden grundsätzlich durch die Anpassung der Weidefläche pro Tiereinheit gesteuert. Als Massstab eignen sich die verfügbare Trockensubstanzmenge pro Flächeneinheit oder - häufiger verwendet, weil einfacher zu messen, bzw. zu schätzen - die Eingangs- und Ausgangshöhen der Grasnarbe.

Detaillierte Richtlinien und Managementhilfen zur Führung der verschiedenen Weidesysteme stehen in Form von Merkblättern und Werkzeugen zur Verfügung (AGFF, AGRIDEA, [RAP aktuell Nr. 5](#) u. [ALP aktuell Nr. 43](#))

Ergänzungsfütterung

Wegen des markanten Verdrängungseffektes bei ausreichendem Weideangebot sollte die Ergänzungsfütterung auf Situationen beschränkt bleiben, wo ein eindeutiger Mangel in der Versorgung mit Energie oder einzelnen Nährstoffen festzustellen ist. Die Effizienz von Kraftfutter ist im Durchschnitt eher gering. Nach verschiedenen Untersuchungen liegt sie um 0.5 bis 1 kg Milch pro kg eingesetztes Ergänzungsfutter, wobei der obere Wert eher für Milchkuhtypen mit hohem Milchleistungspotenzial gilt, der untere für besser weideangepasste Typen.

Weidegras im optimalen Nutzungsstadium ist so hochwertig, dass nur mit wenigen Ergänzungsfuttermitteln eine weitere Steigerung der Energie- und Proteinkonzentration der Ration möglich ist. Allerdings kann das Weidegras vergleichsweise häufig von diesem Ideal abweichen, bedingt durch ungünstige Wetterbedingungen, Veränderung der botanischen Zusammensetzung oder Fehler im Weidemanagement. Eine korrekte Einschätzung des Weidegrasangebotes und seiner Qualität ist deshalb entscheidend für den wirtschaftlichen Einsatz von Ergänzungsfutter. Daraus ergibt sich, dass das Angebot von zusätzlichem Futter dann am sinnvollsten ist, wenn spezifische Nährstoffe fehlen (gilt vor allem für Mineralstoffe) oder das Grünfütterangebot ungenügend ist, wie in Trockenperioden, bei schlechten Weidebedingungen, allenfalls in der Startphase der Laktation oder am Ende der Weideperiode.

Im Hinblick auf die Art, beziehungsweise Zusammensetzung von Ergänzungsfuttermitteln haben sich in verschiedenen Untersuchungen vergleichsweise geringe Unterschiede in Bezug auf die Produktionswirkung gezeigt. Diese Ergebnisse müssen aber mit der Einschränkung interpretiert werden, dass häufig die Art und das Ausmass des zu deckenden Defizites in der Grundration nicht sehr präzise bekannt und somit eine Optimierung der Nährstoffzusammensetzung von Ergänzungsfuttermitteln erschwert ist.

Kohlenhydratfraktionen und physikalische Struktur

Die Ergänzung einer Weideration mit einem Strukturfutter, z.B. Heu, ist nicht grundsätzlich angezeigt. Es gibt allerdings spezielle Situationen, wo die physikalische Struktur des Grases ungenügend sein kann. Dies ist der Fall bei hohem Anteil an Leguminosen, insbesondere Klee. Auch zu Beginn der Weidesaison ist das verzehrte Futter in der Regel strukturarm, weil noch sehr jung, zusätzlich kann es reich an schnell fermentierbaren Kohlenhydraten („Zucker“) sein und damit eine höhere Pufferkapazität im Pansen beanspruchen. Eine vergleichbare Situation stellt sich oft in der Herbst-Weidesaison ein. Faserreiche Ergänzungsfütterung kann durch Stimulation der Kau- und vor allem Wiederkauaktivität die Pufferkapazität verbessern. Gleichzeitig „verdünnt“ sie potenziell den Zuckergehalt, allerdings auch den Nährstoff- und Energiegehalt der Ration. Hohe Kraftfuttermengen bedingen einerseits eine Unterteilung der Kraftfuttermengen (z.B. <2.5 kg), andererseits einen Strukturausgleich, der nicht mehr durch das Weidegras gewährleistet werden kann. Bei durchschnittlicher Zusammensetzung des Weidefutters und üblichen Kraftfüttertypen (z.B. Getreidemischung) kann ab 4 kg Kraftfutter pro Tag ein Angebot von 400 g Strukturfutter (Heu) pro kg verzehrtem Kraftfutter als Orientierungswert dienen.

7.7.6. Mineralstoff- und Vitaminfütterung

Die Grundsätze der Mineralstoff- und Vitaminversorgung (Kapitel 4) und die entsprechenden Fütterungsempfehlungen für die Milchkuh (Kapitel 7.3 und 7.4) bleiben gültig, wenn die Kühe weiden. Wenn die Mineralstoff- und Vitamingehalte von Weidegras und Ergänzungsfutter den Bedarf der Milchkuh nicht decken können, wird empfohlen, die fehlenden Mineralstoffe und Vitamine zu ergänzen. Die Weide bringt allerdings einige spezielle Aspekte bezüglich der Mineralstoff- und Vitaminversorgung mit sich.

Basierend auf den Gehaltswerten von Weidegras aus Posieux und Sorens und deren saisonalen Schwankungen (Abb. 7.6 und 7.7, Tabelle 7.8) kann der Bedarf einer Kuh auf Vollweide (35 kg Milch / Tag, 20 kg / Tag Gras-TS-Aufnahme) an Na, Zn und Se zu 0 bis 20 %, an Mg, Co und Cu zu 20 bis 50 %, an Ca und Mn zu 50 bis 80 % und an P, K, S, und Fe zu 80 bis 100 % durch das Weidegras gedeckt werden. Die ungenügende Bedarfsdeckung an Ca und Mg beschränkt sich auf den Frühling und die letzten Weidedurchgänge im Herbst. Obwohl durch die Weidesaison beeinflusst, wird immer genügend Fe über das Weidegras aufgenommen. Bei Co ist die Zufuhr ungenügend ausser im Herbst.

Für die Weide ist folglich eine Mineralstoffergänzung:

- Unabdingbar für Mg, Zn, Se und Na sowie I (jodiertes Viehsalz)
- Empfehlenswert je nach Saison und nach lokalen Bedingungen für Ca, P, Cu, Mn, Co und Vitamin E
- Überflüssig für K, S, Fe und die Vitamine A und D

Angeht die saisonalen Schwankungen der zwei Hauptelemente Ca und Mg ist es sinnvoll, zwei verschiedene Mineralstoffmischungen einzusetzen, eine für den Frühling und Herbst und eine für den Sommer. Ebenso wie eine ungenügende Mineralstoff- und Vitaminversorgung sollten Überschüsse vermieden werden. Sie stellen einen finanziellen Verlust dar, belasten die Umwelt (z.B. P, Cu und Zn), können schon in kleinen Überschussmengen den Tieren schaden (z. B. Se) und können die Verwertbarkeit von anderen Mineralstoffen beeinträchtigen (z. B. Überschuss an K vermindert Verwertbarkeit von Mg).

Die Menge an absorbiertem Mg sollte je nach Milchproduktion zwischen 3 und 9 g/Tag und Kuh liegen. Weil die Fähigkeit des Tieres, Mg-Reserven zu mobilisieren, sehr beschränkt ist, führt eine ungenügende Aufnahme innerhalb weniger Tage zu einem Mg-Mangel, der eine Tetanie auslösen kann.

Die Mg-Aufnahme durch die Pansenwand ist verringert, wenn:

- der Mg-Gehalt im Futter niedrig ist. Dies ist eine Eigenheit der ersten Weidemonate (im Mittelland April – Juni).
- der K-Gehalt im Futter zunimmt. Die Mg-Absorbierbarkeit wird progressiv reduziert. Hohe K-Gehalte im Grünfutter sind typisch für ein frühes Nutzungsstadium und halbintensive bis intensive Weidenutzung.
- Möglicherweise bei hohen Passageraten des Futters, häufig anzutreffen bei Weide und am Saisonanfang und -schluss.
- die Cl-Zufuhr (Viehsalz) ungenügend ist, da eine der Mg Absorptionswege Chlorionen benötigt.
- die Wasserlöslichkeit des ergänzten Mg ungenügend ist.

Deshalb ist die angepasste Mg-Ergänzungsfütterung beim Weideaustrieb und im Herbst von besonderer Bedeutung.

Bei den Vitaminen zeichnet sich Weidegras durch vergleichsweise hohe Gehalte an Provitamin A (β -Karotin) und Vitamin D und E aus. Der Gehalt an Provitamin A von frischem Gras ist, im Gegensatz zu dessen Konserven, für die Bedarfsdeckung der Kuh ausreichend. Der Bedarf an Vitamin D wird gedeckt durch das Provitamin D₂ im Gras und die Synthese von Vitamin D₃ in der Haut unter dem Einfluss ultravioletter Strahlung. Die erhebliche Aufnahme von Goldhafer (*Trisetum flavescens*), der reich an Vitamin D₃ ist, kommt im Allgemeinen auf Weide kaum vor; falls doch einmal grössere Mengen verzehrt würden, bestünde ein Risiko der Verkalkung innerer Organe. Der Vitamin E Gehalt des Grünfutters ist in der Regel ebenfalls ausreichend, um den Bedarf des Tieres zu decken. Ein erhöhter Bedarf kann auftreten, wenn die Herde anhaltendem Stress ausgesetzt ist oder grössere Mengen ungesättigter Fettsäuren verzehrt, was eine Zufütterung an Antioxidantien (wie z.B. Vitamin E) erfordern würde. Eine Ergänzungsfütterung mit Vitamin A und D erübrigt sich folglich bei Weide; zusätzliches Vitamin E kann im Frühling gerechtfertigt sein. Die auf dem Schweizer Markt verfügbaren Mineralstoff- und Vitaminergänzungsfutter enthalten allerdings in der Regel alle drei erwähnten Vitamine.

Die Ergänzungsfütterung mit Mineralstoffen und Vitaminen kann auf verschiedene Weise erfolgen:

- als Einmischung in die Kraftfutterergänzung
- als loses Mineralfutter im Behälter
- als Leckstein oder -schale
- als Bolus mit kontrollierter Freisetzung
- über das Tränkwasser

Aus Sicht der Ernährung sollte die Form der Mineralstoff- und Vitaminverabreichung bevorzugt werden, die eine tierindividuelle und tägliche Aufnahme sicherstellt. Die Selbstregelung der Aufnahme von Mineralstoffen und Vitaminen bezogen auf die physiologischen Bedürfnisse ist bei der Milchkuh nicht gesichert. Nur Kühe mit Na-Mangel nehmen gezielt Na-reiche Futtermittel auf, um ihren Bedarf zu decken. Dabei kann während einer beschränkten Zeit ein Überkonsum an Viehsalz beobachtet werden. Da die Na- (Viehsalz-)Versorgung unbedingt notwendig ist, ist es sinnvoll, die Gehalte der übrigen Mineralstoffe und Vitamine in Lecksteinen und -eimern in Bezug zum Na-Gehalt zu setzen (empfohlene Tagesmenge 30 - 80 g Viehsalz). Es muss auch sichergestellt werden, dass alle Tiere der Herde genügend Zeit und Platz haben, um sich an Lecksteinen und -eimern bedienen zu können. Überdies sollte in der Nähe der Mineralstoffstelle auch Wasser zur Verfügung stehen. In Tabelle 7.10 werden die Verabreichungsformen miteinander verglichen.

7.8. Literatur

- Hoden A., Coulon J.B. et Faverdin Ph., 1988. Alimentation des vaches laitières. Dans: Alimentation des ruminants. R. Jarrige Ed. INRA, Paris.135–158.
- Jans F., 1994. Unveröffentlichte Versuchsergebnisse.
- Journet M., 1983. Capacité d'ingestion. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA 53, 9–15.
- Kirchgessner M. und Schwarz F.J., 1984. Einflussfaktoren auf die Grundfutteraufnahme bei Milchkühen. Übers. Tierernährg. 12, 187–214.
- Corrall A. J. and Fenlon J. S., 1978. A comparative method for describing the seasonal distribution of production from grasses. Journal of Agricultural Science 91(1), 117-131.
- 🇨🇭 Mosimann, E., Troxler, J., Münger, A., Vogel, R. 1999. Schätzung des Futterertrages durch Messung der Pflanzenhöhe. Agrarforschung. 6, (5), 189-192

7.9. Tabellen

Tabelle 7.1. Ausgangswerte zur Berechnung des Nährstoffangebotes

	NEL MJ	APD g	RP g
Erhaltung je kg LG ^{0.75} oder vereinfacht	0.293 $\frac{LG}{20} + 5$	3.25 $\frac{LG}{2} + 5$	5.86 $\left(\frac{LG}{20} + 5\right) * 20$
Laktation je kg ECM 4 % Fett, 3.2 % Protein, 4.8 % Laktose	3.14	50	62.8
Trächtigkeit pro Tag (zusätzlich zur Erhaltung und Milchleistung)			
8. Trächtigkeitsmonat	11	135	220
9. Trächtigkeitsmonat	18	205	360
Wachstum pro Tag			
0.1 kg	2.4	28	48
0.2 kg	4.8	56	96
0.3 kg	7.2	84	144
0.4 kg	9.6	112	192

$${}^1)ECM = \frac{(0.038 \cdot RL + 0.024 \cdot RP + 0.017 \cdot LAC) \cdot kg\ Milch}{3.14}$$

- RL = g Rohfett pro kg Milch
 RP = g Rohprotein pro kg Milch
 LAC = g Laktose pro kg Milch

Tabelle 7.2. Empfohlenes tägliches Angebot an Nähr- und Mineralstoffen für die Milchkuh (650 kg LG, ab 2. Laktation)

	NEL MJ	APD g	RP g	Ca ¹⁾ g	P g	Mg ¹⁾ g	K g	Na g	Cl g	TSV ²⁾ kg	
Galtperiode	<33	37.7	418	754	23	14	20	72	11	17	11.0
Trächtigkeits- wochen	33-38	48.7	553	974	40	21	21	73	12	18	11.0
	>38	55.7	623	1114	46	22	23	73	12	18	11.0
Laktation kg Milch/Tag	10	69.1	918	1382	62	32	34	126	21	38	14.0
	15	84.8	1168	1696	82	42	42	134	23	44	15.6
	20	100.5	1418	2010	101	52	49	143	26	51	17.9
	25	116.2	1668	2324	119	60	56	151	28	57	19.2
	30	131.9	1918	2638	137	69	62	160	30	64	20.4
	35	147.6	2168	2952	156	78	70	169	32	70	22.0
40	163.3	2418	3266	175	87	77	177	34	76	23.6	

¹⁾ Benutzte Absorptionskoeffizienten : 40 % für Ca, 12 % für Mg.

²⁾ Das empfohlenen Angebot an Ca, P und Mg variiert mit der TS Aufnahme. Bei einer Milchproduktion von 30 kg/Tag, entspricht eine Änderung von 1 kg TSV einer Änderung der Ca, P und Mg Empfehlungen von 2.4, 1.3 et 1.8 g/Tag.

Tabelle 7.3. Empfohlenes tägliches Angebot an Nähr- und Mineralstoffen für die Milchkuh (650 kg LG, ab 2. Laktation) pro kg Futter-TS:

		Gehalt pro kg Futter-TS									TSV kg
		NEL MJ	APD g	RP g	Ca ¹⁾ g	P g	Mg ¹⁾ g	K g	Na g	Cl g	
Galtperiode Trächtigkeits- wochen	<33	3.4	38	69	2.1	1.3	1.8	6.6	1.0	1.5	11.0
	33-38	4.4	50	89	3.6	1.9	1.9	6.7	1.1	1.6	11.0
	>38	5.1	57	101	4.2	2.0	2.1	6.7	1.1	1.6	11.0
Laktation kg Milch/Tag	10	4.9	66	100	4.4	2.3	2.4	9.0	1.5	2.7	14.0
	15	5.4	75	109	5.1	2.6	2.6	8.4	1.5	2.8	15.6
	20	5.6	79	112	5.7	2.9	2.8	8.0	1.5	2.8	17.9
	25	6.1	87	121	6.2	3.2	2.9	7.9	1.5	3.0	19.2
	30	6.5	94	129	6.7	3.4	3.1	7.8	1.5	3.1	20.4
	35	6.7	99	134	7.1	3.6	3.2	7.7	1.5	3.2	22.0
	40	6.9	102	138	7.4	3.7	3.2	7.5	1.5	3.2	23.6

¹⁾Benutzte Absorptionskoeffizienten: 40 % für Ca, 12 % für Mg.

Tabelle 7.4. Empfohlenes Angebot an Spurenelementen und Vitaminen für die Milchkuh

Spurenelemente in mg/kg TS der Ration			Vitamine		
	Laktation	Galt			
Kobalt	0.20	0.10	β-Carotin	mg/d	0 - 200
Kupfer ¹⁾	10	15	Vitamin A	IU/d	50'000–120'000 ³⁾
Eisen	40	40	Vitamin D	IU/d	6'000–9'000 ³⁾
Jod ²⁾	0.5	0.3	Vitamin E	IU/d	300–600 ³⁾
Mangan	40	40			
Selen	0.20	0.30			
Zink	50	30			

¹⁾ Ration mit >3.0 mg Mo/kg TS oder mit >3.5 g S/kg TS: Konzentration * 1.5

²⁾ Ration mit hohem Anteil und goitrogenen Substanzen: Konzentration * 2

³⁾ Oberer Wert für Tiere mit hoher Leistung

Tabelle 7.5. Übersicht über das Datenmaterial zur Schätzung des Futtermittelsverzehrs (Versuche Agroscope 1985–1993)

Anzahl Laktationen	Anzahl Tiere pro Woche und Rationstyp in den einzelnen Laktationsabschnitten											
	Dürrfutter				> 40 % Grassilage (in der Grundfutter – TS)				> 40 % Maissilage (in der Grundfutter – TS)			
	Startphase ¹⁾		Produktionsphase ²⁾		Startphase ¹⁾		Produktionsphase ²⁾		Startphase ¹⁾		Produktionsphase ²⁾	
	Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende
Total 599												
1 Laktation 151	56	63	39	12	15	24	20	12	39	46	10	11
2. und ff. Laktationen 448	140	149	110	20	40	65	85	10	120	159	72	10
Lebendgewicht und Laktationsleistung												
	LG Kg		ECM Kg		Fett %		Eiweiss %					
1. Laktation	600		6374		4.28		3.38					
2. und ff. Laktationen	680		7776		4.27		3.27					

¹⁾ Startphase: 1. bis 8. Laktationswoche

²⁾ Produktionsphase: 9. bis 44. Laktationswoche für Kühe ab 2. und ff. Laktationen; für Kühe in der 1. Laktation: 9. bis 17. Laktationswoche bei Dürrfütterationen, 9. bis 30. Laktationswoche bei Grassilagerationen, 9. bis 12. Laktationswoche bei Maissilagerationen

Tabelle 7.6. Einfluss der Ration auf die Futteraufnahme von Kühen ab der 2. und ff. Laktationen (Durchschnittsergebnisse von Versuchen der Agroscope 1985–1993)

Rationstyp ¹⁾		Startphase (1. - 8. Laktationswoche)				Produktionsphase (9. - 44. Laktationswoche)			
		1	2	3	4	1	2	3	4 ²⁾
TS – Aufnahme total	kg	19.6	20.0	19.6	19.8	19.6	20.0	19.3	20.8
Grundfutter total	kg	15.7	16.7	14.7	15.6	16.3	17.0	15.6	16.5
Dürrfutter	kg		15	7.2	6.9		15.0	6.5	7.0
Grassilage	kg		—	5.5	—		—	7.2	—
Maissilage	kg		—	—	7.9		—	—	8.2
Rüben oder Kartoffeln	kg		1.7	2.0	0.8		2.0	1.9	1.3
Krafftutter	kg	1.9	3.3	4.9	4.2	3.3	3.0	3.7	4.3
Futterreste	kg	1.2	1.4	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	1.2
Milchleistung	kg ECM	32.3	31.5	32.7	32.9	26.3	25.5	26.1	30.8
Energiekonzentration GF ³⁾	MJ NEL / kg TS	5.78	5.64	5.66	5.80	5.75	5.54	5.74	5.96

¹⁾ 1 Durchschnitt aller Rationen

2 Dürrfütterationen

3 >40 % Grassilage in der Grundfutter-TS

4 >40 % Maissilage in der Grundfutter-TS

²⁾ Nur bis 30. Laktationswoche (ab 13. Woche weniger als 15 Tiere)

³⁾ Grundfütteration

Tabelle 7.7. Einfluss der Ration auf die Futteraufnahme von Kühen in der 1. Laktation
(Durchschnittsergebnisse von Versuchen der Agroscope 1985–1993)

Rationstyp ¹⁾	Startphase (1.- 8 Laktationswoche)				Produktionsphase ²⁾ (9. –44. Laktationswoche)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
TS – Aufnahme total kg	15.2	14.8	14.4	15.4	16.7	16.2	16.9	17.5
Grundfutter total kg	11.6	10.8	10.5	12.1	13.4	12.4	13.7	13.7
Dürrfutter kg		8.6	4.0	5.3		9.7	4.0	4.9
Grassilage kg		—	4.7	—		—	6.7	—
Maissilage kg		—	—	7.9		—	—	8.2
Rüben oder Kartoffeln kg		2.2	1.8	1.7		2.7	3.0	2.3
Krafffutter kg	3.9	3.3	4.9	4.2	3.3	3.0	3.7	4.3
Futterreste kg	1.3	1.4	1.1	1.5	1.2	1.5	1.0	1.2
Milchleistung kg ECM	23.5	22.8	23.1	23.7	22.2	21.6	22.2	24.6
Energiekonzentration GF ³⁾ MJ NEL / kg TS	5.93	5.73	5.83	6.09	5.93	5.70	5.94	6.24

1) 1 Durchschnitt aller Rationen

2 Dürrfuttermationen

3 > 40 % Grassilage in der Grundfutter-TS

4 > 40 % Maissilage in der Grundfutter-TS

2) Ration 2: 9. bis 17. Laktationswoche; Ration 3: 9. bis 30. Laktationswoche; Ration 4: 9. bis 12. Laktationswoche

3) Grundfuttermation

Tabelle 7.8. Korrekturen für Tabellenwerte (pro kg TS) für die wichtigsten Nährwertelemente bei Weidegras, ausgehend von Angaben zu 2. ff Nutzung, Stadium 2

			Frühling früh	Frühling spät	Sommer	Herbst früh	Herbst spät
Umtriebsweide / Kurzrasenweide gutes Weidemanagement	NEL	MJ	+0.2	+0.4	-	-	-0.4
	APDE	g	+10	-	-	-	+10
	APDN	g	+20	-	-20	+20	+30
	RP	g	+20	-	-20	+20	+40
	NDF	g	-20	-	+10	-	-20
	Zucker	g	+20	+40	-	-	+20
	RA	%	+10	+5	-	+15	+20
	Ca	%	-20	-10	-	-	-15
	Mg	%	-20	-10	-	-	-
	Co	%	+50	+25	-	+75	+100
	Fe	%	+50	+25	-	+75	+100
Extensivweide (auch Alpweide) oder Talweide bei schlechtem Weidemanagement	NEL	MJ	+0.2	+0.2	-0.1	-	-0.1
	APDE	g	+10	-			
	APDN	g	+20	-	-20	+10	+20
	RP	g	+20	-	-20	+10	+20
	NDF	g	-20	-	+20	+10	-20
	Zucker	g	+10	+20	-	-	+10
	RA	%	+20	-	-	+10	+20
	Ca	%	-	-	-	-	-10
	Mg	%	-20	-10	-	-	-
	Co	%	+50	-	-	+100	+250
	Fe	%	+50	-	-	+150	+250

Tabelle 7.9. Zuschläge (%) zum Energie-Erhaltungsbedarf

Angaben in % des Erhaltungsbedarfes	Distanz (m) zu den Weideparzellen* (Höhenunterschiede werden 10-fach gewichtet zur Distanz addiert)				
	100	200	400	800	1000
intensiv, Umtriebsweide	10	15	20	30	35
intensiv, Kurzrasenweide	15	20	25	35	40
Extensiv (u.a. Alpweide)	25	30	35	45	50

* Es wird angenommen, dass diese Distanz 4-mal täglich zurückgelegt wird (Auf- und Abtrieb zum Melken)
Beispiel: Distanz zur Weide 200 m, Höhendifferenz 20 m => $200 + (10 \times 20) = 400$ m => Erhaltungsbedarf + 20 % bei Umtriebsweide

Tabelle 7.10. Vor- und Nachteile von Mineralstoff-/Vitamin-Verabreichungsformen

Kriterium	Mineralisierte Ergänzungsfutter	Loses Mineralfutter	Leckstein bzw. -eimer	Bolus	Wasser
Für alle zugesetzten Mineralstoffe und Vitamine möglich	Ja	Ja	Ja	Nein	Nur für wasserlösliche Formen
Individuell kontrollierte Verabreichung	Ja	Nein	Nein	Ja	Nein
Verschwendungsrisiko	Tief - mittel, je nach Schmackhaftigkeit	Tief – mittel je nach Art des Behälters	Tief - mittel je nach Härte und Witterungsexposition	Kein	Hoch
Einfluss der Schmackhaftigkeit (Struktur, Härte, Geschmack, Aroma)	Hoch	Hoch	Hoch	Kein	Tief
Arbeitsaufwand bei Verabreichung	Tief (Krafftutterautomat) - Hoch (manuell)	Tief	Tief	Kein, wobei hoch bei Boluseingabe	Kein (automatische Pumpe)
Laufstall und Vollweide: Möglichkeit die Nutzung auf den Melkstand zu limitieren	Ja, falls Krafftutter im Melkstand verabreicht wird	Ja	Ja	Ja	Ja, falls Tränke im Laufhof ist
Für Galkühe, dauernd auf Weide	Ja, mittels angepasstem Verabreichungsautomaten	Ja	Ja	Ja	Nein

Version: Oktober 2017

Herausgeber: Agroscope

Redaktion: F. Jans, J. Kessler, A. Mürger, P. Schlegel

Copyright: Agroscope

Bitte bei Reproduktion Quelle angeben

8. Fütterungsempfehlungen für die Mutterkuh

Isabelle Morel, André Chassot, Patrick Schlegel, Franz Jans, Jürg Kessler

Inhaltsverzeichnis

8.	Fütterungsempfehlungen für die Mutterkuh.....	2
8.1	Deckung des Energie- und Proteinbedarfes	2
8.1.1	Mutterkuh.....	2
8.1.2	Mutterkuhkalb	3
8.1.3	Bewertung der Körperkondition	4
8.2	Mineralstoffe und Vitamine.....	4
8.3	Futteraufnahme.....	4
8.3.1	Mutterkuh.....	4
8.3.2	Mutterkuhkalb	5
8.4	Empfehlungen für Kuhtypenwahl in Abhängigkeit von Produktionsbedingungen und Produktionsziel	5
8.5	Literatur.....	5
8.6	Tabellen und Abbildungen	6



8. Fütterungsempfehlungen für die Mutterkuh

Die Mutterkuhhaltung hat seit den 70er Jahren in der Schweiz gut Fuss gefasst und dient sowohl der Fleischerzeugung als auch der Erhaltung und Nutzung von Wiesen und Weiden in Tal- und Berggebieten. Es handelt sich um ein extensives Produktionssystem mit möglichst hoher Grünflächennutzung (Schnitt und/oder Weide). Das Grünland stellt die Hauptfutterquelle der Herde dar. Abgesetzte Kälber im Alter von höchstens 10 Monaten und mit einem Schlachtkörpergewicht von 170 bis 260 kg sind in der Schweiz die häufigste Form der Rindfleischerzeugung aus Mutterkuhhaltung (**Natura-Beef**). Mit dem Ziel, in diesem Alter optimale Schlachtkörper zu erzeugen, werden frühreife bis mittel-frühreife Tiere empfohlen, deren Mütter gute Milchleistungen aufweisen. Diese Produktionsform benötigt eine ausreichend intensive Fütterung, um von der Geburt bis zum Absetzen einen durchschnittlichen Tageszuwachs (TZ) von mehr als 1 kg zu erzielen.

Im Vergleich zur Milchkuh ist der Energie- und Nährstoffbedarf der Mutterkuh bescheiden. Dieser geringere Bedarf ist auf die beschränkten Leistungen zurückzuführen. Das heisst aber nicht, dass Mutterkuhherden nicht adäquat gefüttert werden müssen. Denn nur mit Rationen, die auf den tatsächlichen Bedarf abgestimmt sind, lassen sich die Futtermittel optimal verwerten. Da das abgesetzte Kalb das einzige zu vermarktende Produkt der Mutterkuh darstellt, hat die erfolgreiche Reproduktion bei der Herdenführung oberste Priorität. Die Fruchtbarkeit der Mutter (Zwischenkalbezeit) sowie die Überlebensfähigkeit des Kalbes bei der Geburt (Gewicht und Vitalität) sind erfolgsentscheidende Parameter für dieses Produktionssystem. Deshalb wird fortlaufend ein Produktivitätszuwachs (kg abgesetztes Kalb pro Mutterkuh) angestrebt.

8.1 Deckung des Energie- und Proteinbedarfes

Analog zur Milchkuh wird der Energiebedarf für die Mutterkuh und das Kalb in NEL (Netto-Energie Laktation) ausgedrückt. Für das intensiv gefütterte Kalb wäre die Energieeinheit NEV (Netto-Energie Wachstum) und bei der reinen Milchfütterungsperiode UEK (Umsetzbare Energie Kalb) besser angepasst. Um ein solch kompliziertes Vorgehen zu vermeiden und in ein und demselben Produktionssystem mit einer Energieeinheit rechnen zu können, wurde der Energiebedarf des Kalbes auf NEL umgerechnet. Die französischen Fütterungsnormen (Agabriel und D'Hour, 2007), die vorhergehende Ausgabe des Grünen Buchs (Jans und Kessler, 1999) und die Fütterungsnormen für Masttiere (Kap. 10) bilden die Grundlage für die Berechnung der Energie- und Nährstoffempfehlungen in diesem Kapitel.

8.1.1 Mutterkuh

Der Energie- und Nährstoffbedarf der Kuh variiert während des gesamten Produktionszyklus entsprechend der Energie und Nährstoffe, die zur Deckung des Erhaltungs- und Produktionsbedarfs erforderlich sind. Der Erhaltungsbedarf macht an die zwei Drittel des Gesamtbedarfs an Energie und Protein aus und hängt vor allem vom physiologischen Status und der Körperkondition des Tieres sowie vom Tiertyp ab. Die Entwicklung des Energiebedarfs im Laufe des Produktionszyklus der Mutterkuh und ihres Kalbes wird in Abbildung 8.1 dargestellt. Das Ausmass der körperlichen Aktivität der Kuh ist ebenfalls zu berücksichtigen, da diese den Energieverbrauch bedeutend erhöhen kann. Es wird von einer Erhöhung des Erhaltungsbedarfs von 8 bis 10 % bei Freiluftstallhaltung ausgegangen und von 15 bis 20 % bei Weidegang (Agabriel und D'Hour, 2007).

Die Fütterungsempfehlungen für die einzelnen Produktionsphasen einer Mutterkuh mit einem Gewicht von 650 kg und einer Milchproduktion von 2500 kg pro Laktation sind in Tabelle 8.1 zusammengestellt. Werden Futtermengen vorgelegt, die unterhalb der Empfehlungen liegen, kann dies sowohl die Produktivität der Mutterkuh (Milchproduktion, Fruchtbarkeit, ...) als auch diejenige ihres Kalbes (Vitalität bei der Geburt, nachfolgende Wachstumsphasen) beeinträchtigen.

Während der im Allgemeinen 2 Monate dauernden Galtperiode, liegt der Erhaltungsbedarf ca. 10 % tiefer als der einer laktierenden Mutterkuh. Zum Erhaltungsbedarf wird eine zusätzliche Energie- und Nährstoffzufuhr empfohlen, welche die Produktion von 3 bis 5 kg Milch pro Tag deckt. So lässt sich vermeiden, dass die Mutterkuh zu grosse Fettreserven bildet, nicht zuletzt weil sie ohnehin schon in den letzten Laktationsmonaten, insbesondere während der Vegetationsperiode, ausreichende Körperreserven angelegt hat.

Der Bedarf für die Trächtigkeit ist nur in den letzten zwei bis drei Monaten von Bedeutung, da es hier zu einem grossen Gewichtszuwachs des Kalbes kommt. Ab diesem Zeitpunkt nimmt der Fötus bis zu seiner Geburt täglich und in exponentieller Weise an Fett und Proteinen zu. Folglich ist der Energie- und Nährstoffbedarf der Mutter erhöht. Im Verlauf des Produktionszyklus ist der Energie- und Nährstoffbedarf der Mutterkuh in der Laktationsphase am höchsten. Diese ist bei der Mutterkuh manchmal im Hinblick auf die Dauer aber insbesondere bezüglich der produzierten Milchmenge begrenzt.

Das junge Kalb ist in den drei bis vier Wochen nach seiner Geburt nicht in der Lage, mehr als 6 bis 8 Liter Milch pro Tag aufzunehmen. Aus diesem Grund darf die Mutterkuh zu Beginn der Laktation nicht zu intensiv gefüttert werden. Ein zu hohes Energie- und Nährstoffangebot während der ersten Laktationswochen würde die Milchleistung auf ein für das Kalb zu hohes Niveau antreiben. Das Risiko von Durchfällen beim Kalb und Mastitisproblemen bei der Kuh steigt an. Ist die

Kuh in guter Körperkondition, was bedeutet, dass sie auf ihre Körperfettreserven zurückgreifen kann, ist ein Energie- und Nährstoffangebot für die Produktion von 7 bis 8 Liter Milch während der ersten zwei bis drei Laktationsmonate ausreichend. Nach drei bis vier Laktationsmonaten verringert sich die Milchproduktion der Mutterkuh hingegen gleichmässig bis zum Absetzen. Um einen zu starken Milchleistungsabfall in dieser Produktionsphase zu vermeiden, ist es angezeigt, die Fütterung der Kuh erneut zu intensivieren und entsprechend dem Bedarf für 9 bis 10 kg Milch zu füttern. Dies ist vor allem dann empfehlenswert, wenn sich die ersten fünf Laktationsmonate im Stall abspielen. Erstlaktierende, deren Wachstum noch nicht beendet ist, benötigen eine bessere Rationengestaltung als ausgewachsene Kühe.

Abbildung 8.2 und 8.1 zeigen einerseits den Bedarf der Kuh und ihres Kalbes während des gesamten Produktionszyklus und andererseits die Energiekonzentrationen der verschiedenen Futtermittel. So lässt sich rasch erkennen, mit welchen Futtermitteln der Energiebedarf der Tiere je nach physiologischem Stadium gedeckt werden kann. Eine reine Grünfütterung reicht aus, um den Energiebedarf der Mutterkuh während ihres ganzen Produktionszyklus zu decken. Wegen ihres geringen Bedarfs und ihrer bescheidenen Leistung ist die Gabe eines energiereichen Krafftutters für die Kuh nicht erforderlich. Um den Bedarf des im Wachstum befindlichen Kalbes zu decken, kann eine nur dem Kalb zugängliche Krafftutterzugabe nützlich sein, insbesondere in der Ausmastperiode.

In den französischen Fütterungsempfehlungen (Agabriel und D'Hour, 2007) ist die täglich empfohlene Energie- und Nährstoffzufuhr nach drei Abkalbep perioden, drei Körperkonditionsklassen der Kühe zu Beginn der Winterfütterung und drei Kuhtypen unterteilt. Letztere unterscheiden sich in der Milchleistung, der Futteraufnahmekapazität und dem Gewicht nach der Abkalbung.

8.1.2 Mutterkuhkalb

Das Kolostrum stellt das erste Futtermittel des neugeborenen Kalbes dar. Mit ihm verfügt das Kalb über alle notwendigen Antikörper, um verschiedene Krankheitserreger abzuwehren, mit welchen es ab seiner Geburt in Kontakt kommen kann. Es ist von wesentlicher Bedeutung, dass das Kalb bereits in seinen ersten Lebensstunden bei seiner Mutter saugt. Reservekolostrum von guter Qualität kann eingefroren und bei Auftreten von Problemen verwendet werden. Das Tiefgefrieren verändert weder die Qualität noch die im Kolostrum enthaltenen Antikörper.

Bis zum Alter von 4 bis 5 Monaten wird der Energie- und Nährstoffbedarf des Kalbes vollständig über die Muttermilch gedeckt. Diese Milch wird ähnlich gut wie beim nicht wiederkäuenden Mastkalb verwertet, da sie grösstenteils direkt in den Labmagen gelangt. Je nach Milchleistung der Mutter und gewünschter Mastleistung des Kalbes ist dem jungen Rind ein Ergänzungsfutter mit mindestens 5.2 MJ NEL/kg Trockensubstanz (TS) und 80 g APD (absorbierbares Protein im Darm) pro kg TS (Gehalte entsprechen denjenigen von Heu mittlerer Qualität) zur Verfügung zu stellen. Die erforderlichen NEL- und APD-Gehalte des Ergänzungsfutters sind in Tabelle 8.2 angegeben. Die Angaben dieser Tabelle zeigen ebenso wie die Abbildung 8.2, dass bei ausreichender Milchproduktion der Mutter ein Ergänzungsfutter mit einer mittleren Energie- und Nährstoffkonzentration für einen durchschnittlichen Tageszuwachs des Kalbes von 900 bis 1200 g bis zu einem Gewicht von 200 kg genügt. Anschliessend ist es erforderlich, die Ration mit einem energie- und proteinreicheren Futter zu ergänzen (Gras oder gutes Heu), um Tageszunahmen von 1000 g und mehr zu erzielen, wie es im Produktionssystem Natura Beef der Fall sein sollte. Die Beifütterung eines Krafftutters ist auch dann notwendig, wenn das Futterangebot minderwertig ist oder die Milchproduktion der Kuh zu stark absinkt und nicht mehr ausreicht.

Abbildung 8.3 zeigt die Gewichtsentwicklung von Kälbern bis zum Absetzen, die unter gleichen Fütterungsbedingungen aufgezogen wurden. Zum Beispiel kann der Gewichtsunterschied zwischen einem 10 Monate alten reinen Limousin-Kalb und einem gleichaltrigen Kalb mit 75 % Limousin und 25 % Milchrasse bis zu 60 kg betragen. Bei jungen Kälbern korreliert der tägliche Gewichtszuwachs stark mit der aufgenommenen Milchmenge. Man geht davon aus, dass eine Differenz von 1 kg aufgenommener Milch pro Tag unabhängig von der Rasse bei einem gesunden Kalb zu einer Erhöhung des TZ von 100 g führt. Diese Wirkung bleibt während der gesamten Säugeperiode erhalten, verringert sich jedoch nach den ersten 3 Monaten leicht (Agabriel und D'Hour, 2007). Dennoch hängt das Wachstumsniveau des Kalbes auch von der Menge und Zusammensetzung der Festfuttermittel ab, die es erhält. Diese Festfütterration als Ergänzung zur getrunkenen Milch besteht in erster Linie aus Heu guter Qualität oder Weidegras. Die Fütterungsstrategie beim Kalb richtet sich folglich nach dem gewünschten Wachstumsniveau und der Milchproduktion der Mutter. Die Substitution von Milch durch den Verzehr von Grünfütterung guter Qualität wird bei über 3 Monaten alten Kälbern auf + 0.15 kg TS Gras pro kg weniger getrunkene Milch geschätzt (Agabriel und D'Hour, 2007). Diese geringe Substitutionsrate lässt sich dadurch erklären, dass die Milch direkt in den Labmagen des Kalbes gelangt und der sich in Entwicklung befindliche Pansen somit nicht Raum füllend belastet wird. Das junge Rind kann also gleichzeitig Milch trinken und eine grosse Menge Festfutter verzehren. Die Milchleistung der Mutter bleibt damit der Haupteinflussfaktor für das Wachstum vor dem Absetzen und somit für das Absetzgewicht. Dieser Vorsprung hinsichtlich des Absetzgewichts von Kälbern deren Mütter ein grosses Milchleistungspotenzial besitzen (Kreuzungstiere Milchtyp × Fleischttyp), bleibt nach dem Absetzen erhalten. In einem Produktionssystem mit Kälberaufzucht und Ausmast sind insbesondere im Grünlandgebiet Kreuzungstiere des Typs 75 % Fleisch – 25 % Milch vorzuziehen, um Tiere mit höherem Absetzgewicht zu produzieren (Abb. 8.3). Im Vergleich zu einer 100 %igen Fleischrasse kann man mit dieser Kreuzung von einer höheren Milchproduktion der Mutter profitieren und dabei die Schlachteignung der Fleischrasse grösstenteils bewahren.

8.1.3 Bewertung der Körperkondition

Die Fütterungsempfehlungen für die Energie- und Proteinzufuhr bei der Mutterkuh haben das Ziel, eine mittlere Milchproduktion und eine relativ hohe Trächtigkeitsrate mit einer Zwischenkalbezeit von ca. 12 Monaten zu garantieren. Die bedarfsdeckende Energie- und Nährstoffzufuhr richtet sich nach dem Alter der Kühe, der Abkalbesaison und den vorhandenen Körperreserven. Die Beurteilung der Körperreserven und damit des Zustandes der Kühe ist ein einfaches Hilfsmittel um einzuschätzen, ob die vorgelegte Ration auf den tatsächlichen Bedarf der Kuh abgestimmt ist. Die Beurteilung erfolgt durch äusseres Abtasten der Kuh, insbesondere ihres subkutanen Fettgewebes. Eine von Agabriel et al. (1986) vorgeschlagene Benotung (Noten zwischen 0 und 5) wird in Tabelle 8.3 (Agabriel et al., 1986) dargestellt. Der Verlust von einer Note entspricht im Durchschnitt 40-50 kg Körpermasse, davon durchschnittlich 30 kg Fett, und einer Energiezufuhr von 1250 MJ NEL. Diese Benotungstabelle wurde jedoch für spätreife grossformatige Tiere des Typs Limousin erstellt. Für frühreifere Kühe wie Angus, welche eine hohe Fettabdeckung aufweisen, können die Noten um etwa einen Punkt heraufgesetzt werden. Anders ausgedrückt, die Note 2 bei einer Limousin-Kuh entspricht der Note 3 bei einer Kuh der Rasse Angus. Die Menge an Fettreserven hat den grössten Einfluss auf die Konzeptionsrate. Es folgen Laktation, Trächtigkeit, Wachstum und in geringerem Ausmass die Erhaltung. Der Optimalzustand variiert je nach Produktionsstadium. Vor allem zum Zeitpunkt des Deckens ist die Körperkondition von ausserordentlicher Bedeutung. Eine Mindestnote von etwa 2.5 ist dann erforderlich (Petit und Agabriel, 1993).

8.2 Mineralstoffe und Vitamine

Das empfohlene Angebot an Mengenelementen für die Mutterkuh (Tab. 8.1) basiert auf den Angaben des Kapitels 4.1 und auf den Futtermittelanforderungen des gleichen Kapitels. Die verwendeten Absorptionskoeffizienten sind in Form von Fussnoten in den entsprechenden Tabellen angegeben. Die Empfehlungen bezüglich Spurenelement- und Vitaminangebot für die Mutterkuh sind in der Tabelle 8.4 zusammengestellt. Während der Weideperiode muss berücksichtigt werden, dass der Vitaminbedarf der Mutterkuh über den nativen Gehalt des Futters oder über die Eigensynthese gedeckt wird.

Das Mutterkuhkalb ist entsprechend dem Mastkalb (Kap. 9) beziehungsweise entsprechend den Empfehlungen für Mastvieh (Kap. 10) mit Mineralstoffen und Vitaminen zu versorgen.

8.3 Futteraufnahme

8.3.1 Mutterkuh

Der Futtermittelverzehr der Mutterkuh ist im Vergleich zur Milchkuh wesentlich tiefer. Die Ursachen dafür sind einerseits die geringeren Milchleistungen und andererseits die geringere Futteraufnahmekapazität von Fleischrindern. Zusätzlich wirken sich die eher energie- und nährstoffarmen Rationen negativ auf die Futteraufnahme aus. Die freiwillig aufgenommene Futtermengen können stark variieren und sind abhängig von zahlreichen Faktoren wie Tier-, Futter- und Standorteinflüssen.

Basierend auf Untersuchungen an Agroscope mit drei verschiedenen Kuh-Typen (Angus, Limousin, F1 Limousin x Red Holstein) wurde folgendes Schätzmodell für die Futteraufnahme entwickelt (Butty 2014):

$$\text{Futteraufnahme [kg TS]} = I_{\text{Rasse}} + I_{\text{Ration}} + I_{\text{Laktrn}} + I_{\text{Laktmon}} + 0.01455 * LG_{\text{Kuh}} + 0.06847 * APD_{\text{lim}} - 1.642$$

- **I_{Rasse}:** Angus 0, Limousin -0.87359, F1 Li x Red Holstein 0.63885
- **I_{Ration}:** feucht 0; trocken 0.70073
- **I_{Laktrn}:** Erstlaktierende 0; Mehrlaktierende 0.70317
- **I_{Laktmon}:** galt -5.1; 1. Monat 0; 2. Monat 0.84335; 3. Monat 0.85986; 4. Monat 0.5262; 5. Monat 0.37711 ; 6. Monat -0.3611

LG = Lebendgewicht (kg)

APD_{lim} = APD limitierend (g/kg TS) = der zwischen APDE und APDN tiefere Gehalt der Ration

APDE = Absorbierbares Protein im Darm, basierend auf Energie

APDN = Absorbierbares Protein im Darm, basierend auf Protein

Werden andere als die bereits erwähnten Mutterkuhrassen genutzt, sind für grossrahmige, frühreife Rassen mit mittlerer Milchleistung die für Angus angegebenen Korrekturen zu verwenden und für Kreuzungen (grossrahmige Rassen mit hoher Milchleistung) die für F1 angegebenen Korrekturen zu verwenden. Im Vergleich zu anderen Fleischrassen weisen die Limousin ein um 8-10 % geringeres Futtermittelvermögen auf (Agabriel et D'Hour, 2007).

8.3.2 Mutterkuhkalb

Die vom Mutterkuhkalb verzehrten Futtermengen sind in den ersten 3 Lebensmonaten sehr gering (<1 kg TS/Tag). Die in Tabelle 8.2 angegebenen Daten basieren auf Futterraufnahmeerhebungen bei Mutterkuhkälber bis zu einem Alter von 4 bis 5 Monaten oder ca. 200 kg LG. Mit einem an diese Daten angepassten polynomischen Regressionsmodell wurde die Festfutterraufnahme der Kälber ab 200 kg LG geschätzt.

8.4 Empfehlungen für Kuhtypenwahl in Abhängigkeit von Produktionsbedingungen und Produktionsziel

Für eine optimale Verwertung des Grünfutters und eine bestmögliche Anpassung an die Produktionsbedingungen und Produktionsziele eines Betriebs, ist die Auswahl der Rasse der Mutterkühe sehr wichtig.

Um die Produktionsform zu bestimmen, welche einem vorgegebenen Tier-Typ am besten entspricht, dient die Frühreife als Hauptentscheidungskriterium. Sie wird definiert als die Eignung eines Tiers, so schnell wie möglich bestimmte Eigenschaften des adulten Tieres zu erreichen. In Bezug auf die Rassen sind die Milchrasen frühreifer als die Fleischrasen, bei welchen die Ausprägung der Frühreife einen weiten Bereich abdeckt. Sie geht zum Beispiel von den frühreifen Angus über die mittel-spätreifen Limousin oder Charolais bis zu den spätreifen Piemontesern und Blonde d'Aquitaine. Die Tiere des frühreifen Typs verfetten schnell. Die geeignetsten Produktionsformen bei frühreifen Tiertypen sind daher entweder Remonten, die bereits beim Absetzen im Alter von 10 Monaten und einem Schlachtkörpergewicht von 200 kg die Schlachtreife erlangt haben oder Tiere für die Kalbfleischproduktion aus Mutterkuhhaltung, die ein Schlachtgewicht von circa 130 kg mit 5½ Monaten erreichen (*Natura-Veal*). Die Produktion von Mastremonten, welche ein Schlachtgewicht von 300 kg erreichen, wird bei spätreiferen Tieren empfohlen. Ihre Endmast ist meistens intensiv. Mit Tieren, bei welchen die Mutter ein Milch-Fleisch-Kreuzungstier und der Vater eine Fleischrasse ist, lassen sich jedoch auch in extensiven Produktionssystemen gute Mastleistungen erzielen. In Tabelle 8.5 sind die Empfehlungen in Bezug auf die Wahl des zu verwendenden Tier-Typs in Abhängigkeit der verschiedenen Produktionsformen ersichtlich. Ausserdem ist in dieser Tabelle bei jedem Tier-Typ die erforderliche Fütterungsintensität vor und nach dem Absetzen angegeben.

8.5 Literatur

- Agrabriel J., Giraud J.M., Petit M. 1986. Détermination et utilisation de la note d'état d'engraissement en élevage allaitant. Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix 66: 43-50.
- Agabriel J., D'Hour P. 2007. Alimentation des vaches allaitantes. Dans: Alimentation des bovins, ovins et caprins. Editions Quae, INRA, Versailles. 57-73.
- ♥ Butty A. 2014. Nouveau modèle d'estimation de l'ingestion de fourrage par les vaches allaitantes. Travail de Bachelor. ETH Zürich, 48 p.
- ♥ Jans F., Kessler J. 1999. Fütterungsempfehlungen für die Mutterkuh. In: Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, Posieux. 113-122.
- Petit M., Agabriel J. 1993. Etat corporel des vaches allaitantes Charolaises: signification, utilisation pratique et relations avec la reproduction (1). INRA Productions animales 6 (5), 311-318.

8.6 Tabellen und Abbildungen

Tabelle 8.1. Täglich empfohlene Energie- und Nährstoffmenge für die Mutterkuh (650 kg Lebendgewicht, Milchproduktion 2500 kg)

Stadium	Milch ¹ kg/Tag	TSV kg	NEL MJ	APD g	RP g	Ca g	P g	Mg g	K g	Na g
Erhaltung	0	9 – 10	37.5	420	750	20	12	17	70	11
Erhaltung + Laktation										
1. Monat	7 - 8	13 - 14	62	820	1240	52	28	30	120	20
2. Monat und +	9 - 11	14 - 15	69	920	1380	60	32	35	125	20
Erhaltung + Trächtigkeit										
7. und 8. Monat	3 – 5	9 – 10	46	620	920	50	25	20	115	20
9. Monat		9 – 10	52	720	1020	40	20	20	75	12
Veränderung Lebendgewichts ± 100kg des LG		± 1	± 5	± 50	± 100	± 1	± 1	± 0.3	± 15	± 2

Abkürzungen: TSV: Trockensubstanz-Verzehr; NEL: Netto-Energie Milch; APD: Absorbierbares Protein Darm; RP: Rohprotein; LG: Lebendgewicht

¹ Der Bedarf entspricht einer täglichen Milchproduktion von ... kg

Benutzte Absorptionskoeffizienten: 40 % für Ca, 12 % für Mg

Bemerkungen:

TS-Verzehr: Oberer Wert = Rationen mit Grün- und Trockenfutter

Unterer Wert = Rationen mit Silage oder einem grossen Strohanteil

Erstlaktierende: Aufgrund der geringeren TS-Aufnahme (1-2 kg/Tag weniger) ist die Qualität der Ration zu erhöhen.

Tabelle 8.2. Notwendige Energie (NEL)- und APD-Konzentration des Ergänzungsfutters für Mutterkuhkälber

Lebendgewicht kg	Milch/Tag kg	Ergän- zungsfutter kg TS	Tageszuwachs							
			900 g		1000 g		1100 g		1200 g	
			Erforderliche Energie (NEL)- und APD-Konzentration des Ergänzungsfutters							
			NEL MJ	APD g	NEL MJ	APD g	NEL MJ	APD g	NEL MJ	APD g
Geburt -100	6–12	0 – 0.5	5.2	80	5.2	80	5.2	80	5.2	80
125	10	0.5 – 1.0	5.2	80	5.2	80	5.2	80	5.3	80
150	9	1.0 – 1.2	5.2	80	5.2	80	5.2	80	5.3	80
175	8	1.2 – 1.5	5.2	80	5.2	80	5.2	80	5.3	90
200	7	1.5 – 2.0	5.2	80	5.2	80	5.2	80	5.8	90
225	7	2.0 – 2.5	5.2	80	5.2	80	5.3	85	6.0	90
250	6	2.5 – 3.0	5.2	80	5.2	80	5.7	85	6.3	90
275	5	3.0 – 4.0	5.2	80	5.4	80	6.0	85	6.5	90
300	4	4.0 – 5.0	5.2	80	5.7	80	6.2	90	6.6	90
325	2	5.0 – 5.5	5.7	80	6.1	85	6.5	90	6.8	95

Abkürzungen: NEL: Netto-Energie Milch; APD: Absorbierbares Protein Darm; TS: Trockensubstanz

Bemerkungen:

+ 1 kg Milch pro Tag = + ~100 g Tageszuwachs; 1 kg weniger Milch und gleicher Zuwachs erfordern ab 225 kg eine Erhöhung der Nährstoffkonzentration von 0.4 MJ NEL und 32 g APD pro kg TS.

Die minimale Nährstoffkonzentration pro kg TS sollte 5.2 MJ NEL und 80 g APD nicht unterschreiten (Werte entsprechen denjenigen von Heu mittlerer Qualität). Der minimale Rohprotein-Gehalt des Ergänzungsfutters beträgt NEL-Gehalt x 20.

Tabelle 8.3. Benotung der Körperkondition

Benotungstabelle					
	Note	Linke Hand: Auf Kreuzbein-Sitzbeinhöckerband (Schwanzhalter, Foto 1)		Rechte Hand: Flach auf den beiden letzten Rippen (Foto 2)	
		Magere Kuh	0	Haftende Haut	Kneifen schwierig
1	Gespannte Haut		Kneifen möglich	gespannte und auf den Rippen haftende Haut	vorstehende Rippen
Durchschnittliche	2	Haut löst sich	Geringes Fettdepot spürbar	bewegliche Haut	Rippen noch gut erkennbar
	3	bewegliche Haut	kleine Handvoll Fett	Haut «rollt» zwischen Hand und Knochen	Zwischenrippen- einbuchtung
Fette Kuh	4	bewegliche Haut	mittlere Handvoll Fett	keine Zwischenrippeneinbuchtung eine dicke «Schicht» bedeckt die Rippen	
	5	abgerundete Haut	grosse Handvoll Fett		

Quelle: Agabriel et al. (1986)

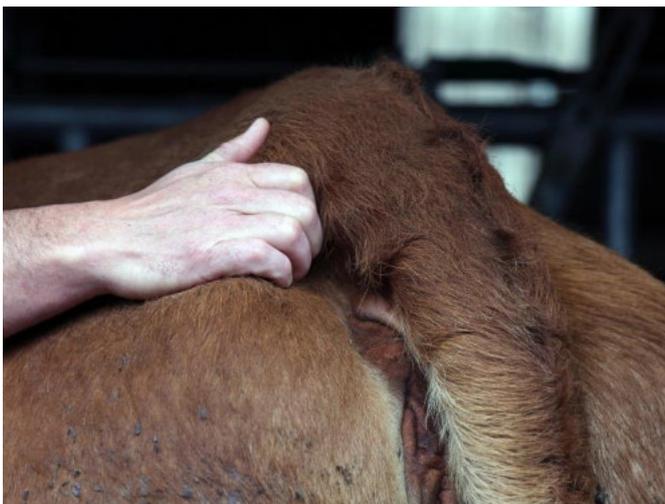


Foto 1 (O. Bloch)

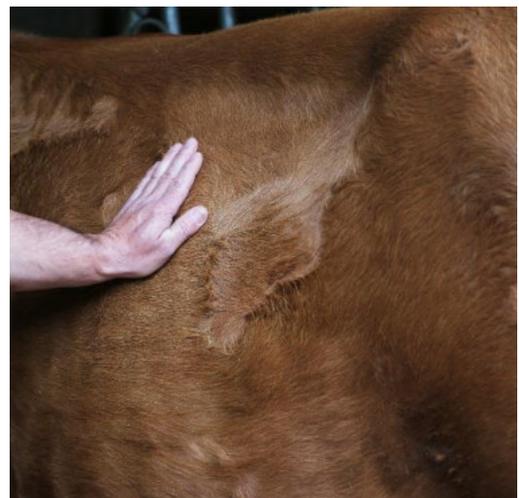


Foto 2 (O. Bloch)

Tabelle 8.4. Empfohlenes Spurenelement- und Vitaminangebot für die Mutterkuh

Spurenelement [mg/kg TS Ration]	Laktation		Vitamine		
	Laktation	Galtzeit			
Kobalt	0.10	0.10	β-Carotin	mg/T	0 - 200
Kupfer ¹⁾	10	15	Vitamin A	IE/T	50'000
Eisen	40	40	Vitamin D	IE/T	6'000
Iod ²⁾	0.5	0.3	Vitamin E	IE/T	300
Mangan	40	40			
Selen	0.20	0.30			
Zink	40	30			

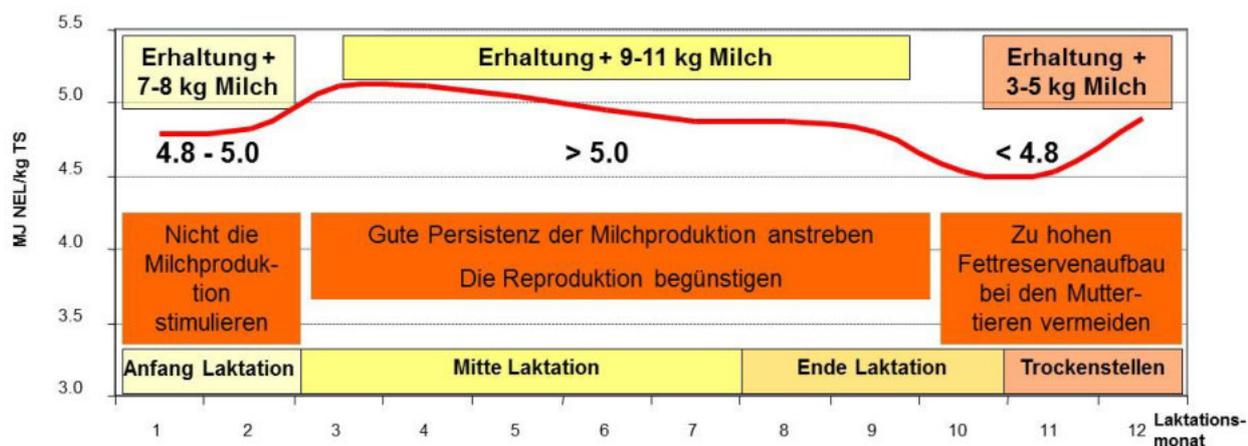
Abkürzungen: TS: Trockensubstanz; IE: Internationale Einheiten

¹⁾ Ration mit >3.0 mg Mo /kg TS oder mit >3.5 g S/kg TS: Konzentration * 1.5²⁾ Ration mit starker Präsenz von goitrogenen Substanzen: Konzentration * 2

Tabelle 8.5. Empfehlungen für die Verwendung verschiedener Mutterkuh-Typen

Produktionsziel		Kalbfleisch aus Mutterkuhhaltung	Remonten, Ausmast bei der Mutter	Mastremonten		
Schlachtkörpergewicht		120-135 kg	≈ 200 kg	250-280 kg	≥ 300 kg	
Schlachtalter (Monate)		5½	10	18-20	20-24	> 24
<i>Erforderliche Fütterungsintensität</i>						
Vor dem Absetzen (bei der Mutter)		+++	++	+	-	
Nach dem Absetzen (Ausmast)				+++	++	-
genetisches Profil	Frühreif (Angus)	(✓)	✓	(✓) zu frühreif	(✓) zu frühreif	(✓) zu frühreif
	Mittel-spätreif Milchtyp (F1 Limousin x Milch)	(✓)	(✓)	✓	✓	✓
	Mittel-spätreif Fleischtyp (Limousin, Charolais)	(✓)	(✓) zu spätreif	✓	✓	(✓) zu spätreif
		Ergänzungsfütterung des Kalbes stets erforderlich				

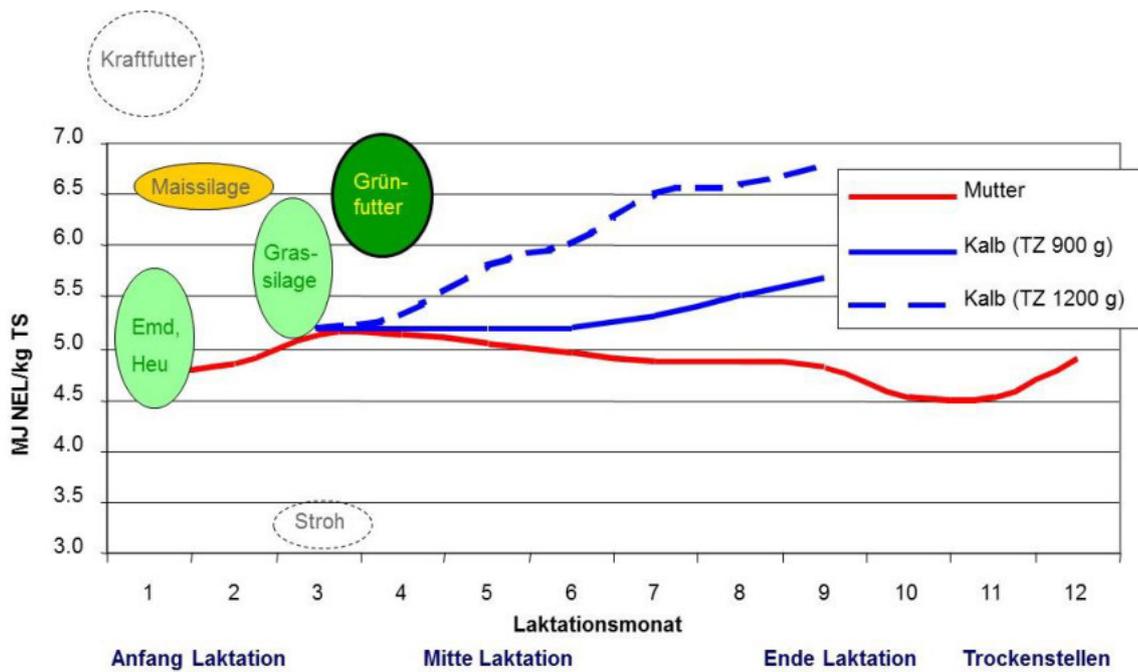
Abbildung 8.1. Energiebedarf einer Mutterkuh (650 kg) mit Kalb während des gesamten Produktionszyklus



angepasst gemäss Tabelle 8.1

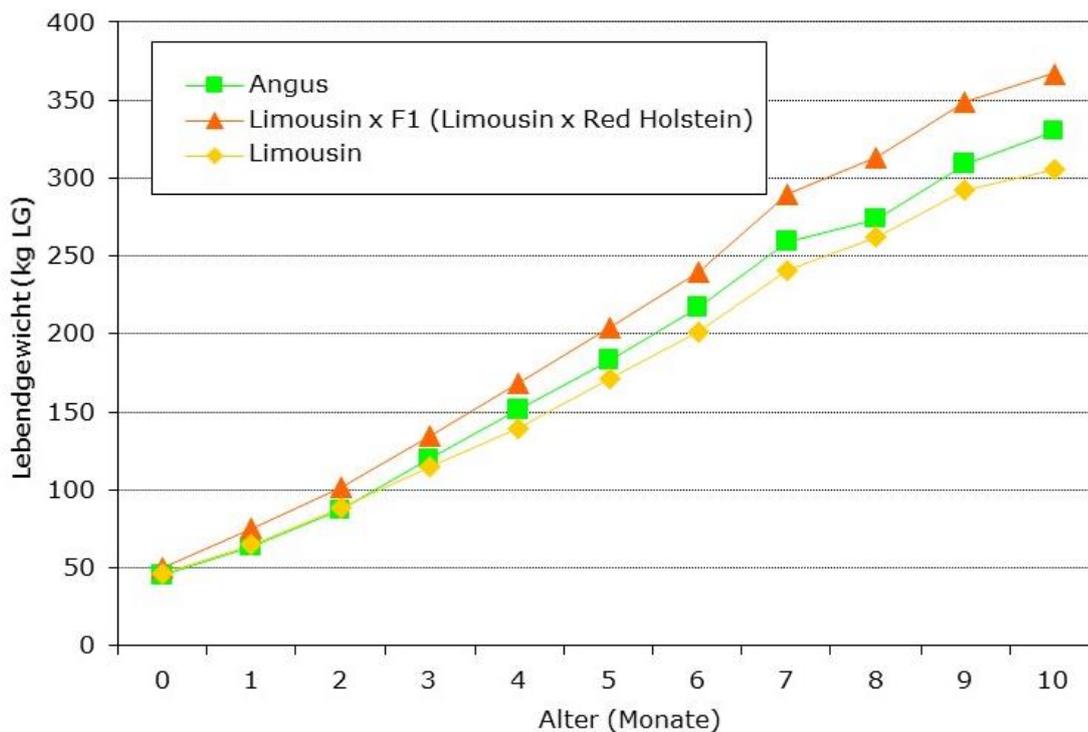
Abkürzungen: NEL: Netto-Energie Milch; TS: Trockensubstanz

Abbildung 8.2. Energiekonzentration der Futtermittel – Bedarf der Tiere



Abkürzungen: TS: Trockensubstanz; NEL: Netto-Energie Milch; TZ: Tageszuwachs

Abbildung 8.3. Lebendgewichtsentwicklung der Kälber nach Rasse und Alter¹



¹Mutterkuhherde von Agroscope Posieux, Durchschnitt von drei Jahren

Version: Oktober 2017

Herausgeber: Agroscope

Redaktion I. Morel, A. Chassot, P. Schlegel, F. Jans, J. Kessler

Copyright: Agroscope

Bitte bei Reproduktion Quelle angeben

9. Fütterungsempfehlungen für das Mastkalb

Isabelle Morel, Jürg Kessler

Inhaltsverzeichnis

9.	Fütterungsempfehlungen für das Mastkalb	2
9.1	Energie	2
9.2	Stickstoffhaltige Substanz.....	2
9.3	Mineralstoffe	3
9.3.1	Mengenelemente.....	3
9.3.2	Spurenelemente	3
9.4	Vitamine.....	4
9.5	Rationengestaltung.....	4
9.5.1	Rationen und Fütterungssysteme.....	4
9.5.2	Besonderheiten bei der Verfütterung von frischen Milchnebenprodukten	4
9.5.3	Allgemeine Bemerkungen	5
9.6	Literatur	5



9. Fütterungsempfehlungen für das Mastkalb

Das Mastkalb ist verdauungsphysiologisch gesehen eher den monogastrischen Tieren zuzuordnen. Durch den Schlundrinnenreflex gelangen die Milch und andere flüssige Futtermittel direkt in den Labmagen, wo sie unter Umgehung des Pansens verdaut werden. Diese Besonderheiten des Verdauungsapparates bedingen beim Mastkalb andere Bewertungsmaßstäbe als beim Wiederkäuer. So wird der Energiebedarf auf der Basis «Umsetzbare-Energie-Kalb» (UEK) und der Proteinbedarf als «Verdauliches Rohprotein» (VP) angegeben

9.1 Energie

Der Energiebedarf des Mastkalbes setzt sich wie bei anderen wachsenden Rindern aus dem Erhaltungs- und dem Produktionsbedarf (Wachstum) zusammen. Die Grundlagen beruhen auf Versuchen der INRA in Frankreich, woraus das empfohlene Angebot an umsetzbarer Energie abgeleitet wurde (Toullec et al. 1980, Toullec 1988). Ihre Übertragbarkeit auf schweizerische Verhältnisse (Rasse, Fütterungstechnik, eingesetzte Futtermittel usw.) wurde in zahlreichen Versuchen an unserer Forschungsanstalt überprüft (von Rohr 1993). Die daraus hervorgegangenen Fütterungsempfehlungen sind in Tabelle 9.1 zusammengestellt.

Der Gehalt an umsetzbarer Energie der Futtermittel für Kälber (UEK) wird aus der Bruttoenergie (analysiert oder geschätzt wie beim Wiederkäuer anhand der nachstehend angegebenen Regression), der Verdaulichkeit der Energie und einem Abzug von 2 % für die Energieverluste im Harn berechnet:

$$\text{UEK (MJ/kg)} = \text{BE} \cdot (\text{vE}/100) \cdot 0.98$$

BE : Bruttoenergie, in MJ/kg
 vE : Verdauungskoeffizient der Energie, in %
 0.98 : Verluste an verdaulicher Energie im Harn von 2 %

Die entsprechenden Werte der in der Kälbermast gebräuchlichsten Einzelfuttermittel sind im Grünen Buch (Kap. 14, 14.1 Referenz Nährwert der Einzelfuttermittel) angegeben.

Regressionsgleichung zur Berechnung der Bruttoenergie:

$$\text{BE (MJ/kg)} = 0.0242 \text{ RP} + 0.0366 \text{ RL} + 0.0209 \text{ RF} + 0.0170 \text{ NfE} - 0.00063 \text{ MDS}^*$$

RP = Rohprotein, in g/kg
 RL = Rohlipide (Rohfett), in g/kg
 RF = Rohfaser, in g/kg
 NfE = Stickstofffreie Extraktstoffe, in g/kg
 MDS = Mono- und Disaccharide (Laktose), in g/kg
 * Nur bei Milchprodukten zu berücksichtigen, falls MDS \geq 80 g/kg TS

9.2 Stickstoffhaltige Substanz

Wie beim Energiebedarf kann der Bedarf an verdaulichem Rohprotein (VP) nach der faktoriellen Methode (Erhaltung + Wachstum) berechnet werden. Ihre praktische Anwendung wird aber durch die mit dem Alter abnehmende Umsetzbarkeit der Aminosäuren (Roy, zitiert bei Toullec et al. 1980) erschwert. Eine praktikablere Umsetzung von Versuchsergebnissen wird mit der «Bilanzmethode» erreicht, die darin besteht, die Wirkung der Proteinzufuhr auf den Stickstoffansatz und das Wachstum zu untersuchen. Die auf dieser Methode beruhenden Literaturangaben laufen auf eine empfohlene Rohproteinmenge in der Gesamtration von **250 g/kg TS** bis zu einem Lebendgewicht von 100 kg und **210 g/kg TS** für höhere Gewichte hinaus (Toullec 1988, Kirchgessner 2008, Menke und Huss 1980).

Da in den Mastkälberationen Milch und Milchnebenprodukte die wichtigste Proteinquelle darstellen, ist der Bedarf an essentiellen Aminosäuren mehrheitlich gedeckt. Die zum Teil erstlimitierenden Aminosäuren Methionin, Lysin und Threonin können gegebenenfalls dem Milchersatzfutter beigelegt werden.

Bei den in der Tabelle 9.1 angegebenen Fütterungsempfehlungen für das verdauliche Rohprotein handelt es sich nicht um den «wahren» VP-Bedarf, sondern um praxisübliche Angebote. Diese gehen davon aus, den Energiebedarf des Kalbes mit einer Ration aus Vollmilch und Milchgänzungsfutter zu decken (siehe Tränkeplan in Tab. 9.2). Je nach Rationstyp kann daher die VP-Zufuhr davon abweichen. In jedem Fall ist aber darauf zu achten, dass die erwähnte erforderliche Rohproteinkonzentration eingehalten wird. Der Gehalt an verdaulichem Rohprotein der Futtermittel für Kälber berechnet sich aus dem Rohproteingehalt und dem entsprechenden Verdauungskoeffizienten (vRP).

Die entsprechenden Werte der in der Kälbermast gebräuchlichsten Einzelfuttermittel sind im Grünen Buch (Kap. 14, Referenzwerte Einzelfutter) angegeben.

9.3 Mineralstoffe

9.3.1 Mengenelemente

Das empfohlene Angebot an Mengenelementen für das Mastkalb (Tab. 9.4 und 9.5) basiert auf den im Kapitel 4 zusammengefassten Grunddaten und dem in Tabelle 9.1 dargestellten Futtermittelverzehr.

Die korrekte Versorgung des Mastkalbes mit Mengenelementen bildet im Allgemeinen kein Problem. Bei der Vollmilchmast ist jedoch das Angebot an **Magnesium**, gemessen am empfohlenen Angebot, eher knapp. Dies kann bei Kälbern, die über längere Zeit (zirka über sechs bis acht Wochen) allein mit Milch gefüttert werden, zu einem Magnesiummangel führen (Larvor 1977). Beispielsweise durch den Einsatz eines Wirkstoffkonzentrates (siehe Kap. 9.5.3) kann dem Mg-Mangel vorgebeugt werden.

Gewisse Futtermittel wie Schotte, Konzentrat und Pulver von Schotte sowie Buttermilchpulver (siehe Feedbase) weisen einen relativ hohen Gehalt an **Natrium** und **Kalium** auf. Werden diese Produkte in grossen Mengen verfüttert und mit an Na und K reichen Ergänzungsfuttermitteln aufgewertet, so ist unbedingt die Zufuhr an diesen Mengenelementen zu überwachen. Dies gilt insbesondere dann, wenn den Kälbern kein Wasser zur freien Aufnahme zur Verfügung steht (was in Zukunft nicht mehr der Fall sein sollte¹) und die Stalltemperatur relativ hoch ist. Um Stoffwechselstörungen zu vermeiden, sollte die Konzentration an Na und K [% Na + (% K 0.588)] in der Ration 0.32 % nicht überschreiten (Gropp et al. 1979). Symptome eines Na- und K-Überschusses sind unter anderem verminderte Tageszunahmen, Nervosität, starkes Schwitzen und Krämpfe.

¹Tierschutzverordnung vom 23.04.2008 (Übergangsfrist bis am 1.1.2013: Artikel 37, Absatz 1: „Kälber, die in Ställen oder Hütten gehalten werden, müssen jederzeit Zugang zu Wasser haben“).

9.3.2 Spurenelemente

Über das empfohlene Spurenelementangebot für das Mastkalb gibt Tabelle 9.6 eine Übersicht.

Beim **Eisen** (Fe) ist zu berücksichtigen, dass gemäss Artikel 37, Absatz 3 der Tierschutzverordnung Kälber so gefüttert werden müssen, «dass sie mit genügend Eisen versorgt sind». Die Futtermittelbuch-Verordnung schreibt im Anhang 1.1, Artikel 3 vor, dass „der Eisengehalt in Milchaustausch-Futtermitteln für Kälber mit einer Lebendmasse von höchstens 70 kg mindestens 30 Milligramm je Kilogramm des Alleinfuttermittels bei einem Feuchtegehalt von 12 Prozent betragen muss“. Während Milchgänzungsfuttermittel für die Startphase genügend Fe aufweisen, sind die Vollmilch und deren Nebenprodukte (siehe Feedbase) arm an Eisen. Das heisst, je nach deren Anteil in der Ration ist eine Fe-Ergänzung notwendig. Ein Fe-Mangel (Anämie) äussert sich in geringerem Wachstum und einer herabgesetzten Futtermittelverwertung (Roy et al. 1964, Egger 1991, Morel 1996). Die Bestimmung des Hämoglobingehaltes im Blut gibt unter anderem Auskunft über die Fe-Versorgung des Mastkalbes.

Versuche an unserer Forschungsanstalt mit männlichen Kälbern haben gezeigt, dass mit einem Fe-Gehalt in der Ration von 20 mg pro kg TS während der ganzen Mastperiode ein guter Tageszuwachs erzielt werden kann, ohne dass die Fleischfarbe ungünstig beeinflusst wird. In Rationen, die zu einem überwiegenden Teil aus Vollmilch bestehen, kann der Fe-Gehalt bis zu einem LG von 100 kg auf 30 mg pro kg TS erhöht werden. Bei weiblichen Tieren scheint das Eisenversorgungsniveau bei der Geburt (Körperreserven) grösseren Schwankungen zu unterliegen.

Die ausreichende Versorgung des Kalbes mit **Kupfer** bildet in der Regel kein Problem. Demgegenüber können immer wieder Fälle von Cu-Vergiftungen beobachtet werden. Diese lassen sich häufig auf eine Kontamination von Milch oder Milchnebenprodukten mit Cu zurückführen. Als Kontaminationsquellen kommen Cu-haltige Kessel, Leitungen, Tränkeautomaten usw. in Frage. Werden den Futtermitteln zu Konservierungszwecken Säuren zugesetzt, kann sich das Problem noch verschärfen. Symptome der Cu-Vergiftung sind unter anderem Gelbfärbung der Schleimhäute (Gelbsucht), Schreckhaftigkeit und Krämpfe. Im Weiteren weist der Harn eine rötliche Färbung auf.

Ein Mangel an **Selen-Vitamin E** führt auch beim Mastkalb zur Weissmuskelkrankheit (siehe auch Kap. 4). Eine ungenügende Se-Versorgung des Muttertieres, ein geringer Se-Gehalt der Ration oder zu lange und falsche Lagerung von Milchersatzfuttermitteln (Vitamin E-Verluste) sind mögliche Ursachen von Selen-Vitamin E-Mangel beim Mastkalb.

9.4 Vitamine

Dem Mastkalb müssen sowohl die fettlöslichen als auch die wasserlöslichen Vitamine mit dem Futter zugeführt werden. Über das empfohlene Angebot an Vitaminen (siehe auch Kap. 4) gibt Tabelle 9.7 Auskunft. Bei den **Vitaminen A und D** sind zwei Werte aufgeführt. Der untere Wert gilt für Tiere unter üblichen Fütterungs- und Haltungsbedingungen. Bei speziellen Verhältnissen wie Stress bedingt durch Krankheiten, Stallwechsel, wechselnde Stalltemperaturen usw. gelten die oberen Werte.

Unter üblichen Fütterungsbedingungen ist ein ausgeprägter Vitaminmangel beim Mastkalb heute eher selten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sowohl bei der Vollmilchmast als auch bei der Kombimast und der Mast mit Milchnebenprodukten über Wirkstoffkonzentrate und Milchergänzungsfutter die eventuell fehlenden Vitamine zugeführt werden.

9.5 Rationengestaltung

9.5.1 Rationen und Fütterungssysteme

Je nach verfügbaren Futtermitteln (Vollmilch, Milchnebenprodukte, Ersatzmilch) setzen sich die in der Kälbermast verwendeten Rationen ganz unterschiedlich zusammen. Angesichts dieser Vielfalt ist es an dieser Stelle nicht möglich, auf jede spezifische Situation einzeln einzugehen. Wir beschränken uns auf zwei Rationsbeispiele, die als Tränkepläne in den Tabellen 9.2 und 9.3 aufgeführt sind: die Vollmilch- und Magermilchmast. Der angegebene Vollmilchtränkeplan entspricht dem Fütterungsplan, der standardmässig in den Versuchen mit männlichen Tieren an der Forschungsanstalt angewendet wurde. Die empfohlene Vollmilchmenge richtet sich dabei nicht nach der maximalen, sondern optimalen Bedarfsdeckung der Tiere.

Dem gegenüber früher höheren Mastendgewicht wurde dadurch Rechnung getragen, dass eine geringfügige Änderung der Wachstumskurve vorgenommen wurde. Diese Kurve kann bei unterschiedlichen Kälbertypen (Anfangsgewicht, Rasse, Geschlecht, Gesundheitszustand) ohne weiteres angepasst werden. Entsprechend können, ausgehend von den Fütterungsempfehlungen in Tabelle 9.1, für die verschiedensten Futterkombinationen individuelle Tränkepläne gemäss den Rationsbeispielen in Tabellen 9.2 und 9.3 aufgestellt werden.

Wenn einfache, nicht computergestützte Tränkeautomaten verwendet werden, entfällt die Möglichkeit, die vom Einzeltier aufgenommene Futtermenge genau zu steuern und zu erfassen. In diesem Fall spricht man von einer Ad-libitum-Fütterung. Bei dieser Fütterungstechnik steigt die Verzehrskurve viel steiler an als bei rationiert gefütterten Tieren. Mit einer variierenden Trockensubstanz- und Energiekonzentration lässt sich der Verlauf des Futtermittelsverzehrs beeinflussen. Allerdings sind die Kot- und Harnverluste wegen des über dem Bedarf liegenden «Luxuskonsums» erhöht, und eine Verschlechterung der Futtermittelnutzung um rund 10 % muss in Kauf genommen werden (Egger und Hilfiker 1992).

9.5.2 Besonderheiten bei der Verfütterung von frischen Milchnebenprodukten

Bei der Verfütterung von Milchnebenprodukten wie Magermilch, Schotte oder Schotte-Buttermilchkonzentrate mit mehr oder weniger hohen Trockensubstanzgehalten, sind die folgenden Punkte besonders zu beachten:

- Erste Voraussetzung ist die Einhaltung eines Tränkeplanes und der Einsatz eines auf die verwendeten Milchnebenprodukte genau abgestimmten Milchergänzungsfutters.
- Während gewissen Mastphasen müssen die meisten Milchnebenprodukte mit Wasser verdünnt werden. Der Trockensubstanzgehalt der Ration sollte dabei allmählich von 130 g/kg bei Mastbeginn auf maximal 220 g/kg bei Mastende (230 g/kg bei Ad-libitum-Fütterung) angehoben werden.
- Eine strikte Sauberkeit ist wegen der beschränkten Haltbarkeit der Milchnebenprodukte und des für die Vermehrung von Mikroorganismen günstigen Nährbodens einzuhalten.
- Schotteprodukte enthalten viel Laktose. Bis zu einem gewissen Grade ist das Kalb sehr gut in der Lage, diese Energiequelle voll zu verwerten. Allerdings kann das Verdauungsvermögen überstiegen werden, wenn zu hohe Laktosekonzentrationen in der Ration vorliegen (höher als 60 % in der TS). Ein erhöhtes

Risiko von laktosebedingten Verdauungsstörungen besteht vor allem bei Ad-libitum-Fütterung und bei Mastende (Roy, zitiert bei Toullec et al. 1980).

- Schotterprodukte weisen ebenfalls einen hohen Na-Gehalt auf. Das Risiko von Na-Überschüssen und die damit verbundenen Störungen lassen sich eindämmen, wenn während der Sommermonate zusätzlich Wasser zur Verfügung gestellt wird (siehe auch unter 9.3.1).

9.5.3 Allgemeine Bemerkungen

Bei ihrer Ankunft werden die Kälber anstelle der normalen Mahlzeit vorteilhafterweise mit einer flüssigkeitsspendenden Tränke getränkt. Bei vollmilchbetonten Rationen (ohne oder mit geringen Mengen an Milchergänzungsfutter) wird die Ergänzung der Ration mit einem marktüblichen Wirkstoffkonzentrat empfohlen. Diese Konzentrate enthalten essenzielle Mineralstoffe und Vitamine.

Gemäss Artikel 37, Absatz 4 der Tierschutzverordnung muss «Kälbern, die mehr als zwei Wochen alt sind, Heu, Mais oder anderes geeignetes Futter, das die Rohfaserversorgung gewährleistet, zur freien Aufnahme zur Verfügung stehen. Stroh allein gilt nicht als geeignetes Futter“. Mit Maiswürfeln werden diese gesetzlichen Vorschriften erfüllt, ohne dass die Leistung und die Fleischfarbe in unerwünschter Weise beeinflusst werden.

9.6 Literatur

- ♥ Futtermittelbuch-Verordnung (FMBV) vom 26.10.2011 (SR 916.307.1).
- ♥ Tierschutzverordnung (TSchV). 23.04.2008 (SR 455.1).
- ♥ Egger I., 1991. Eisenversorgung beim Mastkalb. Teil 1: Einfluss zweier Eisen- und Kupferdosierungen auf Leistung, Gesundheit und Fleischfarbe beim Mastkalb. Landwirtschaft Schweiz 4 (1-2), 41–46.
- ♥ Egger I. und Hilfiker J., 1992. Vorteile einer rationierten Fütterung beim Mastkalb. Landwirtschaft Schweiz 5 (7), 349–353.
- Gropp J., Adam G. und Boehncke E., 1979. Der Natrium- und Kaliumgehalt von Milchaustauschfutter als Qualitätsmerkmal in der Kälbermast. Kraftfutter 61, 616–619.
- Kirchgessner M., 2008. Kälbermast. In: Tierernährung. DLG-Verlag, Frankfurt (Main). 462-472.
- Larvor P., 1977. Pathologie métabolique et nutritionnelle. Dans: Le veau. Mornet P. et Epinasse J., Ed. Maloine, Paris. 389–405.
- Menke K.-H. und Huss W., 1980. Kälbermast. In: Tierernährung und Futtermittelkunde. Ulmer, Stuttgart. 138–143.
- ♥ Morel I., 1996. Die Eisenversorgung beim Mastkalb. Agrarforschung 3 (2), 53-56.
- Roy J.H.B., Gaston Helen J., Shillam K.W.G., Thompson S.Y., Stobo I.J.F. and Greatorex J.C., 1964. The nutrition of the veal calf. Brit. J. Nutr. 18, 467–502.
- Toullec R., Thivend P., Vermorel M. et Gueguen L., 1980. Veau préruminant. Dans: Alimentation des ruminants. R. Jarrige Ed. INRA, Paris. 245–274.
- Toullec R., 1988. Alimentation du veau de boucherie. Dans: Alimentation des bovins, ovins et caprins. R. Jarrige Ed. INRA, Paris. 185–200.
- ♥ Von Rohr P., 1993. Nährstoff- und Energiebedarf des Kalbes. Diplomarbeit, ETH Zürich. 173 S.

Version: Oktober 2017

Herausgeber: Agroscope

Redaktion: I. Morel, J. Kessler

Copyright: Agroscope

Bitte bei Reproduktion Quelle angeben

Tabelle 9.1. Empfohlenes tägliches Angebot an Trockensubstanz (TS), Umsetzbarer Energie Kalb (UEK) und Verdaulichem Protein (VP) für das Mastkalb

Lebendgewicht kg	Bei einem Tageszuwachs von																	
	800 g			900 g			1'000 g			1'100 g			1'200 g			1'300 g		
	TS kg	UEK MJ	VP g	TS kg	UEK MJ	VP g	TS kg	UEK MJ	VP g	TS kg	UEK MJ	VP g	TS kg	UEK MJ	VP g	TS kg	UEK MJ	VP g
50	0.81	18.2	194	0.88	19.8	211	0.95	21.4	228	1.02	23.0	245	1.10	24.7	263	1.17	26.4	281
60	0.89	20.0	214	0.97	21.7	232	1.04	23.4	250	1.12	25.2	268	1.20	26.9	287	1.28	28.7	307
70	0.97	21.8	232	1.05	23.5	251	1.13	25.3	270	1.21	27.2	290	1.29	29.1	310	1.38	31.0	330
80	1.04	23.4	250	1.12	25.2	269	1.21	27.1	289	1.29	29.1	310	1.38	31.0	331	1.47	33.0	352
90	1.11	25.0	266	1.20	26.9	287	1.28	28.9	308	1.37	30.9	329	1.46	32.9	351	1.56	35.0	373
100	1.14	26.4	285	1.24	28.4	306	1.34	30.5	326	1.45	32.6	347	1.56	34.7	369	1.67	36.9	391
110	1.21	27.9	300	1.32	30.0	321	1.42	32.1	342	1.53	34.2	364	1.65	36.4	386	1.76	38.7	409
120	1.28	29.3	314	1.39	31.4	335	1.50	33.6	357	1.62	35.8	380	1.73	38.1	403	1.85	40.4	426
130	1.35	30.6	327	1.46	32.8	350	1.58	35.1	372	1.69	37.4	395	1.81	39.7	419	1.93	42.1	443
140	1.42	31.9	341	1.53	34.2	363	1.65	36.5	387	1.77	38.8	410	1.89	41.2	434	2.01	43.7	459
150	1.48	33.2	353	1.60	35.5	377	1.72	37.9	400	1.84	40.3	425	1.97	42.7	449	2.09	45.2	475
160	1.54	34.4	366	1.67	36.8	390	1.79	39.2	414	1.91	41.7	439	2.04	44.2	464	2.17	46.8	490
170	1.61	35.6	378	1.73	38.1	402	1.86	40.5	427	1.98	43.1	453	2.11	45.6	479	2.25	48.3	505
180	1.67	36.8	390	1.79	39.3	415	1.92	41.8	440	2.05	44.4	466	2.19	47.0	493	2.32	49.7	519
190	1.73	38.0	402	1.85	40.5	427	1.99	43.1	453	2.12	45.7	479	2.25	48.4	506	2.39	51.1	534
200	1.78	39.1	413	1.91	41.7	439	2.05	44.3	465	2.18	47.0	492	2.32	49.7	520	2.46	52.5	548

Bedarf an UEK geschätzt nach Toullec et al. (1980)¹; das empfohlene tägliche Angebot an TS und VP wurde auf Grund des in Tabelle 9.2 beschriebenen Tränkeplanes für eine Ration aus Vollmilch und Milchergänzungsfutter berechnet.

Bis 100 kg LG: Vollmilch allein mit einem Gehalt von 22.5 MJ UEK und 240 g VP pro kg TS bei 13 % TS

Ab 100 bis 200 kg LG: Vollmilch und Milchergänzungsfutter mit 20.5 MJ UEK und 198 g VP pro kg TS bei 96 % TS

Unter normalen Mastbedingungen sollte die gewählte Wachstumskurve optimalerweise innerhalb des grauen Bereiches liegen.

$$^1 \text{ UEK (MJ/Tag) = 0.4184 LG}^{0.75} \text{ (kg) + 3.3639 LG}^{0.355} \text{ (kg) \cdot TZW}^{1.2} \text{ (kg) (R}^2 = 0.35; \text{ s = 4.3)}$$

Lebendgewicht kg	Bei einem Tageszuwachs von														
	1'400 g			1'500 g			1'600 g			1'700 g			1'800 g		
	TS kg	UEK MJ	VP g	TS kg	UEK MJ	VP g	TS kg	UEK MJ	VP g	TS kg	UEK MJ	VP g	TS kg	UEK MJ	VP g
50	1.25	28.1	299	1.33	29.8	318	1.40	31.6	337	1.48	33.4	356	1.56	35.2	375
60	1.36	30.6	326	1.44	32.4	346	1.53	34.3	366	1.61	36.2	386	1.70	38.2	407
70	1.46	32.9	351	1.55	34.9	372	1.64	36.9	393	1.73	38.9	415	1.82	40.9	436
80	1.56	35.1	374	1.65	37.1	396	1.74	39.2	418	1.84	41.3	441	1.93	43.5	464
90	1.65	37.1	396	1.75	39.3	419	1.84	41.5	442	1.94	43.7	466	2.04	45.9	489
100	1.78	39.1	413	1.89	41.3	435	2.01	43.6	458	2.13	45.9	481	2.24	48.2	504
110	1.88	40.9	431	1.99	43.3	455	2.11	45.6	478	2.23	48.0	502	2.35	50.4	526
120	1.97	42.7	450	2.09	45.1	473	2.21	47.5	498	2.33	50.0	522	2.46	52.5	547
130	2.06	44.5	467	2.18	46.9	492	2.31	49.4	516	2.43	51.9	542	2.56	54.5	567
140	2.14	46.2	484	2.27	48.7	509	2.40	51.2	535	2.53	53.8	561	2.66	56.4	587
150	2.22	47.8	500	2.35	50.4	526	2.49	53.0	552	2.62	55.6	579	2.76	58.3	606
160	2.30	49.4	516	2.44	52.0	543	2.57	54.7	569	2.71	57.4	597	2.85	60.1	624
170	2.38	50.9	532	2.52	53.6	559	2.66	56.3	586	2.80	59.1	614	2.94	61.9	642
180	2.46	52.4	547	2.60	55.2	574	2.74	57.9	602	2.88	60.8	631	3.03	63.6	659
190	2.53	53.9	561	2.68	56.7	590	2.82	59.5	618	2.97	62.4	647	3.11	65.3	676
200	2.61	55.3	576	2.75	58.2	605	2.90	61.1	634	3.05	64.0	663	3.20	66.9	693

Tabelle 9.2. Tränkeplanbeispiel für Mastkälber (von 60 bis 200 kg LG in 98 Tagen: durchschnittlicher Tageszuwachs von 1430 g)**Ration bestehend aus Vollmilch und Milchergänzungsfutter ab 100 kg LG (Kombimast)**

Lebendgewicht kg	Tageszuwachs g/Tag	Gesamt- ration ^{a)} kg/Tag	Vollmilch ^{b)} kg/Tag	Milchergänzung sfutter ^{c)}		Was- ser kg/T ag	TS kg/Tag	UEK MJ/Tag	VP g/Tag	Konzentration MS MA	
				kg/Tag	g/kg ^{d)}					%	%
61 – 70	1'100	9.0	9.0	-	-	-	1.17	26.3	281	13.0	25.3
71 – 80	1'150	10.0	10.0	-	-	-	1.30	29.3	312	13.0	25.3
81 – 90	1'200	11.0	11.0	-	-	-	1.43	32.2	343	13.0	25.3
91 – 100	1'280	12.0	12.0	-	-	-	1.56	35.1	374	13.0	25.3
101 – 110	1'350	13.0	12.0	0.19	15	0.8	1.75	38.9	411	13.4	24.8
111 – 120	1'400	14.0	12.0	0.34	24	1.7	1.89	41.8	439	13.5	24.5
121 – 130	1'450	15.0	12.0	0.49	33	2.5	2.03	44.8	468	13.6	24.3
131 – 140	1'500	16.0	12.0	0.64	40	3.4	2.18	47.8	497	13.6	24.0
141 – 150	1'550	16.2	12.0	0.80	50	3.4	2.33	50.8	526	14.3	23.8
151 – 160	1'600	16.5	12.0	0.95	59	3.6	2.47	53.8	555	15.0	23.7
161 – 170	1'650	16.8	12.0	1.10	65	3.7	2.62	56.8	584	15.6	23.5
171 – 180	1'700	17.0	12.0	1.26	74	3.7	2.77	59.9	614	16.3	23.3
181 – 190	1'750	17.2	12.0	1.42	83	3.8	2.92	63.0	643	17.0	23.2
191 – 200	1'800	17.5	12.0	1.57	93	3.9	3.07	66.1	673	17.5	23.1
Total (kg)			1'120	54							

Bemerkungen: Bis 100 kg LG ist die Vollmilch mit einem Wirkstoffkonzentrat (Mineralstoffe, Vitamine) zu ergänzen.

a) Ration aufgeteilt in zwei Mahlzeiten pro Tag

b) Vollmilch: 22.5 MJ UEK, 240 g VP und 253 g RP pro kg TS (13 % TS)

c) Milchergänzungsfutter: 20.5 MJ UEK, 198 g VP und 208 g RP pro kg TS (96 % TS)

d) Dosierung bezogen auf die Gesamtration

Tabelle 9.3. Tränkeplanbeispiel für Mastkälber (von 60 bis 200 kg LG in 98 Tagen: durchschnittlicher Tageszuwachs von 1430 g)**Ration bestehend aus Magermilch und Milchergänzungsfutter**

Lebendgewicht kg	Tageszuwachs g/Tag	Gesamt- ration ^{a)} kg/Tag	Vollmilch ^{b)} kg/Tag	Milchergänzungs- futter ^{c)}		TS kg/Tag	UEK kg/Tag	VP MJ/Tag	Konzentration MS MA	
				kg/Tag	g/kg ^{d)}				g/Tag	%
61 – 70	1'100	9.6	9.0	0.58	61	1.32	26.2	348	13.8	27.5
71 – 80	1'150	10.7	10.0	0.65	61	1.47	29.2	387	13.8	27.5
81 – 90	1'200	11.7	11.0	0.72	61	1.63	32.2	427	13.9	27.3
91 – 100	1'280	12.8	12.0	0.81	63	1.80	35.7	469	14.0	27.1
101 – 110	1'350	13.9	13.0	0.89	64	1.96	39.0	509	14.1	27.1
111 – 120	1'400	14.5	13.5	0.99	68	2.10	41.9	537	14.5	26.7
121 – 130	1'450	14.6	13.5	1.12	76	2.22	44.9	553	15.2	26.0
131 – 140	1'500	15.2	14.0	1.22	80	2.36	47.9	581	15.5	25.7
141 – 150	1'550	15.8	14.5	1.32	83	2.50	50.9	608	15.8	25.4
151 – 160	1'600	16.4	15.0	1.42	86	2.64	53.9	636	16.1	25.1
161 – 170	1'650	16.6	15.0	1.55	94	2.76	56.8	652	16.7	24.6
171 – 180	1'700	16.7	15.0	1.69	101	2.90	60.0	670	17.4	24.1
181 – 190	1'750	17.3	15.5	1.79	104	3.04	63.0	697	17.6	23.9
191 – 200	1'800	17.4	15.5	1.93	111	3.17	66.1	715	18.2	23.5
Total (kg)			1'267	110						

Bemerkungen: In der Praxis werden zum Teil zwei verschiedene Milchergänzungsfutter (Startphase und Endmast) eingesetzt, die sich in erster

Linie durch ihren Gehalt an Mineralstoffen und Vitaminen unterscheiden. Rationen mit Magermilch werden meistens ad libitum verfüttert; die hier pro Tag angegebene Futtermenge ist daher gegenüber der rationierten Fütterung geringfügig erhöht.

a) Magermilch: 17.0 MJ UEK, 361 g VP und 376 g RP pro kg TS (8.5 % TS)

b) Milchergänzungsfutter: 23.6 MJ UEK, 129 g VP und 135 g RP pro kg TS (96 % TS)

c) Dosierung bezogen auf die Gesamtration

Tabelle 9.4. Empfohlenes tägliches Angebot an Ca und P für das Mastkalb

LG kg	Tageszuwachs											
	800 g		1'000 g		1'200 g		1'400		1'600 g		1'800 g	
	Ca g	P g	Ca g	P g	Ca g	P g	Ca g	P g	Ca g	P g	Ca g	P g
50	14	8	17	10	21	12	24	14	28	16	31	18
100	17	9	21	11	26	13	30	15	34	18	38	20
150	19	10	24	12	28	15	33	17	38	19	42	22
200	24	10	29	12	35	15	40	17	46	20	51	22

Tabelle 9.5. Empfohlenes tägliches Angebot an Mg und Na für das Mastkalb

LG kg	Tageszuwachs											
	800 g		1'000 g		1'200 g		1'400 g		1'600 g		1'800 g	
	Mg g	Na g	Mg g	Na g	Mg g	Na g	Mg g	Na g	Mg g	Na g	Mg g	Na g
50	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.5	1.0	3.0	1.0	3.0	1.5	3.5
100	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0
150	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.5	4.5	4.5
200	4.0	3.5	4.0	4.0	4.5	4.5	4.5	4.5	5.0	5.0	5.0	5.5

Tabelle 9.6. Empfohlenes Spurenelementangebot für das Mastkalb

Spurenelement	Empfohlenes Angebot in mg pro kg Futter-TS
Eisen	siehe Text
Iod	0.2
Kupfer	6
Mangan	50
Zink	40
Kobalt	0.1
Molybdän	0.1
Selen	0.15

Tabelle 9.7. Empfohlenes Vitaminangebot für das Mastkalb

Vitamin	Empfohlenes Angebot in mg pro kg Futter-TS
Vitamin A	5'000/10'000 ¹⁾
Vitamin D	600/1'200 ¹⁾
Vitamin E	30
Vitamin K	2
Vitamin C	100
Vitamin B1	3
Vitamin B2	4
Vitamin B6	4
Vitamin B12	45
Nicotinsäure	15
Pantothensäure	12
Biotin	120
Folsäure	0.5
Cholin	1'000

¹⁾ Unterer Wert bei üblichen Fütterungs- und Haltungsbedingungen
Oberer Wert bei Stress (Krankheit, Stallwechsel usw.)

10. Fütterungsempfehlungen für die Grossviehmast

Isabelle Morel, Jean-Luc Oberson, Patrick Schlegel, André Chassot, Eduard Lehmann, Jürg Kessler

Inhaltsverzeichnis

10.	Fütterungsempfehlungen für die Grossviehmast	2
10.1.	Wichtigste Produktionsformen in der Rindfleischerzeugung	2
10.2.	Grundlagen und Fütterungsempfehlungen	3
10.2.1.	Energie	3
10.2.2.	Protein	4
10.2.3.	Trockensubstanz-Verzehr	4
10.3.	Intensivmast von jungen Mastrindern	5
10.4.	Extensive Mastformen junger Mastrindern	6
10.4.1.	Weidemast und Mastremontenproduktion	6
10.4.2.	Intensive Mastphase nach extensivem Mastabschnitt	7
10.4.3.	Extensivmast junger Mastrinder und Weideführung	7
10.5.	Mineralstoffe und Vitamine	8
10.5.1.	Mineralstoffe	8
10.5.2.	Vitamine	9
10.6.	Fütterungsempfehlungen für die Endmast in Abhängigkeit von Kreuzungstyp und Produktionsziel	9
10.7.	Literatur	10
10.8.	Tabellen	11
10.9.	Abbildungen	21
10.10.	Anhang: Berechnungsgrundlagen	25



10. Fütterungsempfehlungen für die Grossviehmast

Bei der Rationengestaltung sind viele Faktoren zu berücksichtigen. Der Tageszuwachs, die Zusammensetzung des Zuwachses und das Futteraufnahmevermögen der Tiere sind wichtige Faktoren, die den Bedarf bestimmen. Auch die Nährstoffkonzentration und die Bekömmlichkeit sind bei der Wahl der Rationskomponenten zu beachten. Zudem können die Haltungs- und Fütterungsbedingungen sowie die Hygiene den Verzehr und den Gesundheitszustand massgeblich beeinflussen. Nicht zu vergessen ist die Fähigkeit der Tiere, nach einer restriktiven Fütterungsphase erneut Körperreserven aufbauen zu können. Bei der Rationszusammenstellung sind selbstverständlich auch die Futtermittelpreise zu berücksichtigen. Verfügt der Betriebsleiter über die notwendigen Grundlagen, kann er die meisten dieser Parameter selbst bestimmen oder zumindest wesentlich beeinflussen.

10.1. Wichtigste Produktionsformen in der Rindfleisch-erzeugung

Die Rindfleischproduktion weist verglichen mit anderen Produktionszweigen eine Vielfalt verschiedener Produktionsformen auf (Abb. 10.1). Verschiedene Tiertypen, Haltungs- und Fütterungsformen führen zu grossen Unterschieden hinsichtlich Wachstumsrhythmus, Gewicht, Schlachttalter sowie Schlachtkörperqualität und wirken sich folglich auch auf den jeweiligen Nährstoffbedarf aus.

Wenn sie nicht in die Kälbermast gehen, werden die nicht für die Zucht verwendeten aus Milchviehherden stammenden männlichen Tiere für die Muni- oder Ochsenmast verwendet, die sich beim Intensivierungsgrad der Produktion unterscheiden: Munis werden intensiv an der Krippe gefüttert, während Ochsen extensiv auf der Weide gehalten werden. Was die weiblichen Tiere betrifft, so werden sie als Rind geschlachtet oder dann deutlich später als Schlachtkuh am Ende ihrer Zuchtkuhkarriere. Je nachdem, ob sie aus einer Mutterkuh- oder Milchkuhherde stammen, gehen die Jungrinder aus verschiedenen Rassen oder Kreuzungstypen hervor und sind unter sehr unterschiedlichen Bedingungen aufgezogen worden.

Als «**Intensivmast**» bezeichnet man eine über die ganze Mastperiode durchschnittliche Tageszunahme von mehr als 1300 g und eine relativ hohe Mastintensität ohne grosse Schwankungen während der gesamten Mastdauer, was zu einem kontinuierlichen Wachstum der Jungrinder führt. Die Energiedichte der vor allem aus Ganzpflanzen-Maissilage und Kraffutter bestehenden Ration liegt bei mehr als 7,0 MJ NEV/kg TS. In der Regel werden die Tiere ohne Zugang zur Weide im Stall mit oder ohne Auslauf gehalten. Dennoch gehören auch die Mutterkuhkälber zu dieser Kategorie, selbst wenn sie den Sommer auf der Weide verbringen. Das Schlachttalter intensiv gemästeter Tiere beträgt im Allgemeinen nicht mehr als 15–18 Monate bei einem Lebendgewicht (LG) von etwa 520–550 kg. Am besten an diese Mastform angepasst sind Jungrinder mit einem hohen Muskelbildungspotenzial, das sich vor allem bei eher spätreifen und grossrahmigen Rassen vom Typ Simmental oder Limousin findet. Die Munimast ist die repräsentativste Form von Intensivmastsystemen.

Aus wirtschaftlichen und ökologischen Gründen nehmen **extensive Mastformen** und solche, bei welchen sich **intensive und extensive Fütterungsphasen abwechseln** (Weidemast, Mastremontenproduktion) immer mehr an Bedeutung zu. Die Tiere werden nicht gehalten, um ihr maximales Wachstumspotenzial zu erreichen, sondern um die Grünflächen zu nutzen. Die Wahl der Mastform hängt von zahlreichen natürlichen Faktoren ab – eine massgebliche Rolle spielt hier die Raufuttergrundlage – aber auch von wirtschaftlichen Einflüssen sowie der Betriebsstruktur.

Extensive Produktionsformen (Ochsen, Rinder) sind durch eine längere Mastdauer (2–3 Jahre) und eine nicht kontinuierliche Wachstumskurve gekennzeichnet. Sie beinhalten mindestens eine Weideperiode. Der Wechsel zwischen extensiver Fütterung und intensiver Mastphase kann zu **kompensatorischem Wachstum** führen. In Tabelle 10.1 sind einige Vergleichsmerkmale zwischen den intensiven und extensiven Mastsystemen zusammengefasst.

10.2. Grundlagen und Fütterungsempfehlungen

Die Grundlagen und Fütterungsempfehlungen wurden nicht aktualisiert. Die Angaben für den täglichen Proteinbedarf basieren vor allem auf Ergebnissen aus Frankreich; die Fütterungsempfehlungen für Energie und die Schätzung der Trockensubstanzaufnahme wurden anhand unserer eigenen Ergebnisse von Muni- und Ochsen-Mastversuchen aufgestellt.

Die altersabhängige Veränderung der Körperzusammensetzung ist eine Folge der allometrischen Entwicklung der verschiedenen Gewebe. Im Verlaufe des Wachstums unterscheidet man drei Produktionsphasen: Die intensive Jungtierentwicklung, eine weniger anspruchsvolle Zwischenphase des Wachstums und die Endmast (Abb. 10.2). Der Muskelanteil des Leerkörpergewichts nimmt während der gesamten Jungtierphase zu und sinkt anschliessend im Mastverlauf leicht ab. Im Gegensatz dazu steigt der Anteil des Fettgewebes am Leerkörpergewicht kontinuierlich und erreicht während der Endmast sein Maximum. Die Proteinversorgung muss folglich bis zu einem Lebendgewicht von 250–300 kg optimal sein. Anschliessend, zwischen 250 und 500 kg sind die Ansprüche weniger hoch. In dieser Phase kann das Masttier die Grünfüttergrundlage der Weide nutzen. Um eine leichte und gleichmässige Fettabdeckung zu gewährleisten, steht während der Endmast die Energieversorgung im Vordergrund.

10.2.1. Energie

Die empfohlene Energieversorgung in MJ NEV/Tag, in Tabelle 10.2 für Mastmuni und in Tabelle 10.3 für die Ochsen- und Rindermast, setzt sich aus dem Bedarf für Erhaltung und Energieansatz zusammen. Bei der Berechnung ist zu berücksichtigen, dass bei der Futtermittelbewertung eine Produktionsintensität von 1,5 angenommen wird (das heisst, das 1,5fache des Erhaltungsbedarfes). Der von dieser Produktionsintensität abweichende Teil des Energieangebotes muss somit mit dem Wirkungsgrad für Wachstum (k_V) und dem gemeinsamen Wirkungsgrad für Erhaltung und Wachstum (k_{ErV}) korrigiert werden. Die Gleichungen für die Berechnung von k_V und k_{ErV} sind unten ersichtlich. Sie sind ebenfalls im Kapitel 15 aufgeführt.

$$k_V = 0.006 + 0.78 \times q$$

$$k_{Er} = 0.554 + 0.287 \times q$$

$$k_{ErV} = \frac{(1.5 \times k_{Er} \times k_V)}{(0.5 \times k_{Er}) + k_V}$$

Diese Gleichungen enthalten als Variable die Umsetzbarkeit der Energie:

$$q = \frac{UE}{BE}$$

Für die Berechnung der Umsetzbarkeit wurde folgende Formel verwendet:

$$q = 0.36 + 0.0002 \times TZW (g)$$

Mit den folgenden Gleichungen lässt sich der tägliche Energieansatz (EA) berechnen (LG in kg, TZW in g):

Muni:

$$EA (MJ/Tag) = \frac{(4.453 + 0.01407 \times LG) \times TZW}{(1000 - 0.3 \times TZW)} R^2 = 0.52 \quad \bar{x}_{TZW} = 1164$$

Ochsen, Rinder:

$$EA (MJ/Tag) = \frac{(1.8893 + 0.02831 \times LG) \times TZW}{(1000 - 0.25 \times TZW)} R^2 = 0.65 \quad \bar{x}_{TZW} = 883$$

Folgende Beziehungen werden für die Berechnung des empfohlenen Energieangebotes verwendet:

Partieller Wirkungsgrad

Alle Tiere:

$$k = \frac{(0.831 + 0.4305 \times q)}{(0.283 + 0.9235 \times q)}$$

Berechnung des Erhaltungsbedarfes in MJ NEV

Alle Tiere:

$$NEV_{Er} = 0.495 \times LG^{0.75}$$

Empfohlenes Angebot an MJ NEV je Tag

Alle Tiere:

$$NEV = 0.495 \times LG^{0.75} + k \times (EA - 0.165 \times LG^{0.75})$$

Mit Hilfe dieser Gleichungen wurden die in Tabelle 10.2 und 10.3 aufgeführten Angaben zur empfohlenen täglichen Zufuhr von MJ NEV für bestimmte Tageszunahmen und Lebendgewichte berechnet.

10.2.2. Protein

Die Grundlagen für die Fütterungsempfehlungen basieren im Wesentlichen auf den französischen Empfehlungen. Unter Berücksichtigung des Leerkörpergewichts, dessen Fett- und Proteingehaltes, des täglichen Fett- und Proteinansatzes sowie der Proteinverwertung wird das notwendige Angebot an APD berechnet.

Die Berechnungsgrundlagen für die APD-Fütterungsempfehlungen für Mastmuni beziehungsweise für die Mastochsen und -rinder sind im Anhang zusammengestellt. Im Vergleich zur letzten Auflage des Grünen Buchs (Lehmann und Kessler 1999) wurden keine Anpassungen gemacht.

Der Rohproteingehalt der Mastration muss mindestens 19 g je MJ NEV betragen. Ist der RP-Gehalt der Ration wesentlich tiefer, wird das Wachstum der Mikroorganismen im Pansen gehemmt. Bei einem reduzierten Mikrobenwachstum stimmt der berechnete APD-Gehalt der Ration nicht mehr, weil im Pansen weniger Protein aufgebaut wird als angenommen. Gleichzeitig werden vor allem die Zellwandbestandteile (Fasern) des Futters im Pansen weniger gut abgebaut, das heisst, die Verdaulichkeit der Nährstoffe und der Energie nehmen ab.

Langfristig sollten jedoch maximal 30 g Rohprotein je MJ NEV in der Gesamtration gefüttert werden. Solche hohen RP-Mengen belasten den Stoffwechsel der Masttiere, weil diese Stickstoffmengen im Körper nicht angesetzt, sondern mehrheitlich wieder ausgeschieden werden. Diese ausgeschiedenen Stickstoffmengen belasten die Nährstoffkreisläufe des Betriebes und stellen eine zusätzliche Umweltbelastung dar.

10.2.3. Trockensubstanz-Verzehr

Das Futteraufnahmevermögen

Die Angaben über den Trockensubstanz-Verzehr werden zurzeit überarbeitet. Deswegen wurden die untenstehenden Gleichungen der vorherigen Ausgabe des Grünen Buchs (1999) nicht neu berechnet. Diese basieren auf eigenen Versuchsergebnissen mit Muni beziehungsweise Ochsen bei Einzelfütterung.

Muni (LG in kg, TZW in g)

$$TS - \text{Verzehr} = 0.173 + 0.01372 \times LG + 0.00147 \times TZW \quad R^2 = 0.927$$

Ochsen, Rinder (LG in kg, TZW in g)

$$TS - \text{Verzehr} = 1.306 + 0.01486 \times LG + 0.000212 \times TZW \quad R^2 = 0.895$$

Die Berücksichtigung weiterer Variablen wie metabolisches Körpergewicht und die Quadrate von Tageszuwachs und Lebendgewicht ergaben keine wesentlich bessere Schätzung des Trockensubstanz-Verzehrs. Diese Regressionen stützen sich auf verschiedene, in der Praxis verwendete Rationstypen.

Trotzdem wirkt sich aber auch die Rasse auf das Futteraufnahmevermögen aus und ist notwendigerweise zu berücksichtigen. Wie sich Ochsen von sechs Fleischrinderrassen bezüglich ihres täglichen Futterverzehrs unterscheiden, zeigen die Resultate unserer Versuche in Abbildung 10.3: Je spätreifer die Rasse, desto mehr wird der Verzehr mit der Regression tendenzmässig überschätzt.

Zudem ist bekannt, dass der Futterverzehr nach einer restriktiven Fütterungsphase in der Realimentationsphase ansteigt. Schätzungsweise ist der Futterverzehr von zunächst unterversorgten und anschliessend realimentierten Rindern bezogen auf ihr metabolisches Körpergewicht ($LG^{0.75}$) um 10 % höher. Die Abweichungen von diesem Wert sind jedoch sehr hoch. Je nach Versuch liegen die Werte bei 3–20 % (Hoch et al. 2003).

Verdrängungsgrad Grundfutter/Krafftutter

Die von Masttieren freiwillig verzehrte Futtermenge hängt von der Grundfutterqualität sowie von der in der Ration enthaltenen Krafftuttermenge ab. Dieses Verdrängungsphänomen ist bei der Zusammenstellung der Rationen zu berücksichtigen, selbst wenn es schwierig ist, die vom Tier freiwillig verzehrte Grundfuttermenge vorherzusehen. Wenn zu einer Grundfutterration, die ad libitum zur Verfügung steht, Krafftutter hinzugefügt wird, nimmt die verzehrte Menge an Grundfutter-Trockensubstanz ab. Der Verdrängungsgrad Grundfutter/Krafftutter wird folgendermassen ausgedrückt:

$$\text{Verdrängungsgrad} = \frac{\text{Menge an weniger verzehrtem Grundfutter}}{\text{Menge an mehr verzehrtem Krafftutter}}$$

Dieser Verdrängungsgrad erhöht sich kontinuierlich mit steigender Krafftutterzufuhr.

10.3. Intensivmast von jungen Mastrindern

Um das Wachstumspotenzial der Tiere zu nutzen und das Anlegen übermässiger Fettreserven zu vermeiden, muss das Zuwachsprofil nicht konstant gehalten, sondern an die verschiedenen Produktionsphasen angepasst werden. Mastmuni, die vom Absetzen bis zur Schlachtung gleichmässig intensiv gemästet werden ($TZW > 1300$ g), weisen in der Regel typische Wachstumskurven auf. Je intensiver die Mast, umso konkaver sind die Zuwachskurven. In Abbildung 10.4 sind die idealen Wachstumskurven für einen durchschnittlichen täglichen Zuwachs von 1200, 1300, 1400 und 1500 g ersichtlich. Eine energiereichere Zusammensetzung des Zuwachses (mehr Fettansatz, dafür weniger Proteinansatz) führt zu einer Abnahme der Wachstumskurve ab 300 kg. Da dies bei der Berechnung der Rationen berücksichtigt wurde, nimmt die Energiedichte der Rationen mit zunehmendem Tiergewicht tendenziell ab. Dennoch ist es in der Praxis manchmal ratsam, die Energiekonzentration konstant zu halten oder sogar zu erhöhen.

Im Allgemeinen gelten die Fütterungsempfehlungen der Tabellen 10.2 und 10.3. Bei der Fütterungsplanung sind jedoch die spezifischen Zuwachskurven zu berücksichtigen. Für die bei Mastmuni oder Ochsen und Mastrinder als Beispiel angegebenen durchschnittlichen Zunahmen von 1200–1500 g bzw. 900–1200 g sind die empfohlenen Angebote an Trockensubstanz, APD und NEV in den Tabellen 10.4 und 10.5 zusammengestellt.

Im Mastverlauf werden zunehmend weniger Muskeln und mehr Fett angelegt. Das in der Ration angestrebte APD/NEV-Verhältnis verläuft analog zur Zusammensetzung eines Kilogramms Zuwachs. Eine zu intensive Fütterung oder eine ungenügende Proteinversorgung vor allem zu Beginn der Mast bis 300 kg Lebendgewicht erhöht den unerwünschten frühzeitigen Fettansatz. Die Futtermittelverwertung ist schlechter, weil für den gleichen Zuwachs der Fettansatz im Vergleich zum Muskelansatz (Proteine) etwa 40 % mehr Energie benötigt. Bei diesem hohen Fettansatz werden die Masttiere auch bei einem tieferen Gewicht schlachtreif.

Die Rationen für die intensive Jungviehmast müssen aus energie- und nährstoffreichem Futter bestehen. Zudem ist ein relativ grosser Krafftutteranteil notwendig. Solche Rationen weisen generell eine geringe Struktur, wenig Rohfaser und einen erhöhten Stärkegehalt auf. Die Folge sind tiefe pH-Werte im Pansen mit erhöhter Gefahr für Pansenübersäuerung (Azidose). Die Azidose führt zu reduziertem Verzehr, sinkenden Tageszunahmen und Nervosität der Tiere.

10.4. Extensive Mastformen junger Mastrindern

Die Rindermast wird in unserem Land in der Regel als gleichmässig intensive Mast betrieben. Die Tiere kommen meistens schon als Kälber auf den Mastbetrieb und werden während der ganzen Mastperiode im Stall gehalten.

Extensive Mastformen und solche, in denen sich intensivere und extensivere Fütterungsperioden abwechseln (Weidemast, Mastremontenproduktion), gewinnen aus betriebswirtschaftlichen und ökologischen Gründen an Bedeutung. Dabei gilt es, die Landschaft zu pflegen und das zur Verfügung stehende Grünland in Randregionen so gut wie möglich zu nutzen. Diese Produktionsform ist sehr vielfältig, und es stehen je nach Haltungsform und Mastintensität viele verschiedene Möglichkeiten zur Debatte, die nicht alle hier beschrieben werden können. Somit wird der Fokus hier auf einige Varianten der Weidemast und der Mastremontenproduktion gelegt.

10.4.1. Weidemast und Mastremontenproduktion

Die klassische Form extensiver beziehungsweise wechselnder Fütterungsintensität ist die Mast mit Weidegang der Tiere während einer oder zwei Vegetationsperioden. Während bei einer Weideperiode die Tiere im Stall intensiv ausgemästet werden, wird bei zwei Weideperioden die extensive Fütterung bis zum Mastende weitergeführt. In bestimmten Fällen kann eine kurze Endmast während einem oder zwei Monaten vor der Schlachtung erforderlich sein (Chassot und Troxler 2006).

Eine spezielle Form der Weidemast ist die Mastremontenproduktion. Die Haltung der Remonten auf der Weide im Berggebiet und das Ausmästen der Tiere in Betrieben im Talgebiet ist eine sinnvolle Arbeitsteilung zwischen den zwei unterschiedlichen Produktionsgebieten.

Mastformen mit wechselnder Intensität müssen gut geplant und organisiert werden, damit die Vegetationsperioden optimal ausgenützt werden können. Einige Weidemastvarianten sind in Abbildung 10.5 zusammengestellt. Die Variante 1 kann ohne weiteres mit Mastmuni durchgeführt werden, während die Varianten 2 und 3 für Ochsen und Rinder geeigneter sind.

Die Variante 4 mit Weidegang während zwei Vegetationsperioden kann nur mit Ochsen und Rindern durchgeführt werden. Bei dieser Variante kann das Weidefutter optimal genutzt werden, wodurch die Kosten pro Kilogramm Zuwachs folglich minimiert werden. Bei Vegetationsbeginn, wenn das Pflanzenwachstum gross ist, weiden die Tiere beider Jahrgänge auf den vorhandenen Weideflächen. Im Verlaufe des Spätsommers, wenn das Pflanzenwachstum kleiner wird, werden die älteren beziehungsweise schwereren Tiere abgetrieben und damit die Anzahl GVE/ha verringert. In bestimmten Fällen ist eine Endmast im Stall empfehlenswert. Werden die Tiere auf der Weide ausgemästet, ist ein gutes Weidemanagement erforderlich. Bei suboptimalem Weidefutterangebot kann (insbesondere bei Ochsen) eine Energieergänzung erforderlich sein.

In den Tabellen 10.6 und 10.7 sind Fütterungspläne für die Varianten 2 und 4 ersichtlich.

10.4.2. Intensive Mastphase nach extensivem Mastabschnitt

Diese Mastphase ist in Bezug auf Trockensubstanzaufnahme und Tageszuwachs besonders zu beachten. Die in den Tabellen 10.2 und 10.3 enthaltenen Fütterungsempfehlungen sind nur bedingt anwendbar. Werden Tiere nach einer extensiven Phase intensiv gefüttert, haben sie durchschnittlich einen um 10 % (Variationen von 3–20 % möglich) höheren Trockensubstanzverzehr als Vergleichstiere, die durchgehend intensiv gefüttert werden (Abb. 10.6). Man spricht hier von kompensatorischem Wachstum. Das kompensatorische Wachstum unterliegt zahlreichen Einflussfaktoren, insbesondere dem Alter, in welchem das Tier restriktiv gefüttert wird, der Ausprägung, Dauer und Art der Restriktion sowie der Art der Realimentation. Das kompensatorische Wachstum ist bei einer Energierestriktion stärker ausgeprägt als bei einer Proteinrestriktion. Eine zu frühe restriktive Fütterung (< 1 Jahr), wenn die Entwicklung des Knochen- oder Muskelgewebes im Vordergrund steht, kann das Wachstum der Tiere behindern. Die Fähigkeit zu kompensatorischem Wachstum geht jedoch mit zunehmendem Alter zurück. Je länger die extensive Fütterungsperiode dauert, je tiefer die Fütterungsintensität und je intensiver die Realimentation ist, desto stärker ist der Einfluss des kompensatorischen Wachstums auf die nachfolgende intensive Mastperiode. Es scheint aber ein Optimum zu geben. Um dieses kompensatorische Wachstum während der Realimentationsphase zu maximieren, ist eine Ad-libitum-Fütterung empfehlenswert. Diese erfolgt häufig im Frühjahr auf der Weide, wenn das Gras stark wächst. Eine restriktive Fütterungsphase, welche das kompensatorische Wachstum ermöglicht, verursacht Veränderungen des Energie- und Proteinstoffwechsels sowie hormonelle Veränderungen. Die Verringerung des Energieverbrauchs ist mit einem Absinken des Grundumsatzes und der körperlichen Bewegung verbunden. Im Anschluss an diese restriktive Phase und im Verlaufe der Realimentationsphase sind die Effizienz der Energieverwertung sowie der Anteil an angesetzten Futterproteinen erhöht. Dieses Phänomen des kompensatorischen Wachstums ist wirtschaftlich von Interesse: in mehreren Versuchen konnte durch eine kurze vier- bis sechswöchige Ausmast bei jungen, kastrierten 20–22 Monate alten Mastochsen, die während zwei Sommern auf der Weide gemästet wurden, der ungenügende Ausmastgrad korrigiert und die Fleischigkeit verbessert werden. Gleichzeitig liess sich das Schlachtkörpergewicht rasch erhöhen (Chassot und Dufey 2006; Chassot und Dufey 2008).

10.4.3. Extensivmast junger Mastrinder und Weideführung

Die Besatzstärke

In einem extensiven Mastsystem sind die Tiere etwa 60 % der Zeit, also sieben bis acht Monate pro Jahr, auf der Weide. Damit das Weidegrasangebot mit dem Bedarf der Tiere übereinstimmt, ist eine gute Weideführung äusserst wichtig. Die Weideführung muss zum einen den Ansprüchen des Grünlands und zum anderen den Ansprüchen der Mastrinder gerecht werden. Damit Grünfutter nachwachsen kann und Grundfutter von guter Qualität in ausreichender Menge zur Verfügung gestellt werden kann, ist der Weidedruck (Anzahl Tiere pro Hektar) zu kontrollieren.

Ein optimales Weidemanagement basiert vorwiegend auf der Entwicklung des Grünfutterangebots während der Weideperiode. Je nach Graswachstum zu einem bestimmten Zeitpunkt, lässt sich die optimale Besatzstärke berechnen. Als optimal gilt, wenn das Futterangebot mit dem Bedarf der Tiere übereinstimmt. Unter einem wirtschaftlichen Gesichtspunkt ist die Besatzstärke dann optimal, wenn der Gesamtaufwuchs pro ha (kg/ha) und die individuelle Wachstumsgeschwindigkeit der Tiere (g/Tag) maximal oder nahezu maximal sind (Abb. 10.7). Unter normalen Wachstumsbedingungen ist die Grasmenge zu Beginn des Frühjahrs am grössten. In dieser Jahreszeit ist das Grasangebot häufig weitaus höher als der Bedarf der Tiere. Die Besatzstärke kann also bis zu zwölf Tiere pro Hektar betragen (Chassot und Troxler 2006). Ist die Besatzstärke in dieser Phase mit ausgiebigem Grasangebot zu schwach, steigen die Weidereste und die mittlere Weidequalität sinkt rasch. Folglich ist ein starker Weidedruck im Frühjahr entscheidend. Ausserdem ist es empfehlenswert, den Weidebeginn auf das frühestmögliche Datum zu legen, wenn die Besatzstärke gering ist. Die empfohlene Besatzstärke pro Hektar sinkt im Verlaufe des Jahres und der Weidesaison aufgrund der sommerlichen Wachstumsdepression des Grases. Das Grasangebot verschlechtert sich sowohl quantitativ als auch qualitativ. Die Besatzstärke im Sommer ist verglichen mit der Frühlingsweide nur noch halb so gross. Um die Weide mit herannahendem Herbstbeginn nach und nach zu entlasten, können die ältesten Tiere beispielsweise in der ersten Saisonhälfte ausgemästet und geschlachtet werden.

Eine Verminderung der Besatzstärke – also eine Erhöhung der Weidefläche pro Tier – weist unter dem Aspekt der Tierleistung insbesondere in der zweiten Saisonhälfte Vorteile auf. So können die Tiere überdurchschnittlich gutes Weidefutter auswählen, ohne dabei quantitativen Einschränkungen zu unterliegen und gleichzeitig ist für ein gutes Wachstumsniveau der Tiere bis zum Saisonende gesorgt. Wenn die verfügbaren Flächen nicht begrenzt sind, wie es im Berggebiet der Fall sein kann, lässt sich durch eine Verminderung der Besatzstärke unterhalb des Optimums die Sömmerungsdauer verlängern und der Zuwachs pro Tier signifikant erhöhen. Der Ausmastbedarf der Tiere ist ebenfalls vermindert. In bestimmten Fällen können sie bei genügendem Ausmastgrad unmittelbar bei Weideabtrieb am Ende der Weidesaison geschlachtet werden. Dies ist der entscheidende, kritische Punkt bei der Fleischproduktion mit Weidemast. Eine kurze Ausmast der Tiere nach der Sömmerungsphase kann sich als notwendig erweisen. Davon ausgehend, dass das kompensatorische Wachstumspotenzial in diesem Moment stark ist, können die Mastleistungen aussergewöhnlich hoch sein, und es besteht die Möglichkeit, schlachtreife Tiere, die den Marktansprüchen in Bezug auf die Schlachtkörperqualität entsprechen, direkt zu verkaufen.

Steht wie auf den Bergweiden zu viel Weidefläche zur Verfügung, scheint die extensive Nutzung dieser Flächen für die Mast von Ochsen und Rindern eine rentable und folglich interessante Alternative zur Milchviehhaltung zu sein. Darüber hinaus ist dieses extensive Rindfleisch-Produktionssystem nicht nur landwirtschaftlich, sondern auch unter dem Aspekt der Landschaftspflege interessant.

Was die Weidetypen betrifft, so sind die meisten Weiden für junge Masttiere geeignet. Zwischen Umtriebs- und Standweide lassen sich unter dem Aspekt der Tierleistungen oder des Ertrags pro Hektar nur geringe Unterschiede erkennen. Jedes Weidesystem weist seine eigenen Vor- und Nachteile auf (Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit, Management des Futterangebots, Arbeitszeit). In Tabelle 10.8 sind die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten der jeweiligen Weidesysteme in Abhängigkeit der Mastintensität, des Tierbesatzes und des mittleren Tageszuwachses der Tiere ersichtlich.

Ergänzungsfütterung auf der Weide

Auf der Weide ist die Krafftuttergabe dem Bedarf der Tiere und dem Grünfutterangebot anzupassen. Das Krafftutter muss ganz gezielt in bestimmten Mastphasen gegeben werden, das heisst während der frühen Wachstumsphase (< 250 kg) und während der Ausmast (> 450 kg). Während des ersten Aufwuchses, wenn das Gras am stärksten wächst, ist keine Krafftutterergänzung erforderlich. Hingegen sollten den Tieren ständig Mineralsalze zur Verfügung stehen.

Es ist auch möglich, Weidegras mit Schotte zu ergänzen. Dies kann in Produktionssystemen mit gleichzeitiger Käse- und Rindfleischproduktion wirtschaftlich und ökologisch vorteilhaft sein. Dank ihres hohen Energiegehalts kann eine tägliche Ration von 25–35 l nicht entrahmte Schotte 2–3 kg Gerste ersetzen, ohne den Grasverzehr einzuschränken. Diese Ergänzungsmöglichkeit ist im Fachmagazin «Agrarforschung Schweiz» (Morel et al. 2016) oder in der Praxispublikation «AgroscopeTransfer Nr. 98» (Boltshauser und Dufey 2015) detailliert beschrieben.

Die Ergänzungsfütterung auf der Weide darf nicht ein Notbehelf für ein mangelhaftes Weidesystem sein. Sie kann jedoch bei Weiden schlechter Qualität oder bei Weiden mit geringer Futtermenge (Trockenheit) als Absicherung dienen und den TZW, die Fleischigkeit und den Ausmastgrad der Tiere positiv beeinflussen.

10.5. Mineralstoffe und Vitamine

10.5.1. Mineralstoffe

Die in den Tabellen 10.9, 10.10, 10.11 und 10.12 angegebenen Empfehlungen an Mengenelementen für Masttiere basieren auf den Angaben des Kapitels 4.1 und auf den Futterverzehrsangaben der Tabellen 10.2, 10.3, 10.4 und 10.5 dieses Kapitels. Die verwendeten Absorptionskoeffizienten sind in Form von Fussnoten in den entsprechenden Tabellen aufgeführt. Die Empfehlungen zum Spurenelementangebot für Masttiere (Muni, Ochsen und Rinder) sind in Tabelle 10.13 zusammengestellt.

10.5.2. Vitamine

Eine Übersicht über das empfohlene Vitaminangebot für die Grossviehmast liefert Tabelle 10.13. In der Regel müssen dem Mastvieh die Vitamine A, D und E über das Futter zugeführt werden. Bei der Weidemast wird der Bedarf an diesen Vitaminen über das Grünfutter beziehungsweise über die Eigensynthese (Vitamin D) gedeckt.

Ob sich erhöhte Vitamin-E-Gaben (beispielsweise 500 IE pro Tier und Tag in den letzten sechzig Masttagen) unter schweizerischen Verhältnissen positiv auf die Fleischqualität der Masttiere auswirken, ist nicht geklärt. Deshalb wird auf eine Empfehlung verzichtet.

Bei der Intensivmast können stärkereiche Rationen dazu führen, dass das Masttier seinen Vitamin-B1-Bedarf nicht vollständig über die Eigensynthese der Pansenmikroorganismen decken kann. Es besteht die Gefahr eines Vitamin-B1-Mangels (Hirnrindennekrose). Eine tägliche Ergänzung der Ration mit Vitamin B1 in der Grössenordnung von 10 mg ist in diesem Falle angezeigt.

10.6. Fütterungsempfehlungen für die Endmast in Abhängigkeit von Kreuzungstyp und Produktionsziel

Die Fütterung während der Ausmast hat einen grossen Einfluss auf die Schlachtkörperqualität und somit auf den erzielten Preis pro kg Schlachtgewicht. Das Verhältnis zwischen Schlachtgewicht und Ausmastgrad ist für jeden Tiertyp ganz spezifisch und über die Fütterungsintensität und insbesondere die Energiekonzentration der Ausmastration beeinflussbar.

Gegen Ende der Mast sinkt der mittlere Tageszuwachs der Tiere tendenziell ab. In diesem Stadium nimmt das Fettgewebe schneller zu als das Muskelgewebe. Folglich steigt der Fettanteil des Zuwachses auf Kosten des Muskelgewebes. Aus diesem Grund ist während der Endmast eine energiereichere und proteinärmere Fütterung angezeigt, im Gegensatz zur Vormast, in welcher das Muskelwachstum dominiert.

Durch unterschiedliche Fütterungsintensitäten lässt sich die Schlachtkörperzusammensetzung und vor allem das Muskel-Fett-Verhältnis verändern. Es ist also möglich, das Mastendgewicht oder den Ausmastgrad je nach vorgängig gestecktem Produktionsziel zu reduzieren oder zu erhöhen. Um das Mastendgewicht bei optimalem Ausmastgrad zu reduzieren, ist die Fütterungsintensität zu erhöhen um die Wachstumsgeschwindigkeit des Fettgewebes zu beschleunigen. Je frühreifer das Tier, umso deutlicher wird das Ergebnis ausfallen. Umgekehrt ist es möglich, den Ausmastgrad zum Zeitpunkt der Schlachtung bei sehr frühreifen Tieren zu senken, also schwerere Schlachtkörper ohne übermässige Fettabdeckung zu produzieren, indem man die Wachstumsgeschwindigkeit der Tiere während der Mast durch eine Verminderung der Nährstoffzufuhr begrenzt. Dies geschieht umso erfolgreicher, je älter die Tiere sind, da die unterdrückende Wirkung auf den Mastzustand dann am deutlichsten ausgeprägt ist, wenn sich die Masttiere in einer Wachstumsphase befinden, in welcher sie reichlich Fettgewebe anlegen. Während der Ausmast ist der TZW den Ansprüchen des gewünschten Endprodukts unter Berücksichtigung der Frühreife des verwendeten Tiertyps anzupassen. Je spätreifer die Rasse ist, umso höher muss die Fütterungsintensität sein, wenn man Schlachtkörper mit vergleichbarem Gewicht und Ausmastgrad erhalten möchte. Darüber hinaus nimmt die Frühreife innerhalb der gleichen Rasse vom Rind über das kastrierte männliche Tier bis hin zum Jungbullen ab. Anders ausgedrückt, lassen sich weibliche Tiere bei identischer Fütterung schneller mästen als männliche Tiere.

Basierend auf unseren Versuchen lassen sich einige Praxisempfehlungen formulieren, die in Tabelle 10.14 zusammengefasst sind.

Für eine rentable Rindfleischproduktion muss ein Kreuzungstyp gewählt werden, der so gut wie möglich an die Produktionsbedingungen und Produktionsziele angepasst ist. Die Ergebnisse eigener Versuche (Dufey et al. 2002), in welchen die Leistungen von sechs reinen Rinderrassen verglichen wurden (Angus, Simmental, Charolais, Limousin, Blonde d'Aquitaine und Piemonteser), die in erster Linie Raufutter erhielten, zeigten bei einer Klassifizierung nach unterschiedlichen Kriterien sehr deutliche Unterschiede zwischen den Rassen auf (Tab. 10.15).

10.7. Literatur

Béranger C., Micol D., 1981. Utilisation de l'herbe par les bovins au pâturage. Importance du chargement et du mode d'exploitation. Fourrages 85, 73–93.

- ♥ Boltshauser M., Dufey P.-A., 2015. Schotte durch Mastrinder auf Alpweiden verwerten: Die bei der Alpkäseherstellung anfallende Schotte dient als günstiges Kraffutter. Agroscope Transfer Nr. 98, 1–4.
- ♥ Chassot A., Dufey P.-A., 2006. Ausmast von Ochsen nach Alpung: Ausmastdauer und Mastleistung. Agrarforschung 13 (11–12), 470–475.
- ♥ Chassot A., Dufey P.-A., 2008. Fütterungsintensität in der Ausmast von Ochsen nach Alpung. Agrarforschung 15 (8), 372–377.
- ♥ Chassot A., Troxler J., 2006. Extensive Ochsenmast mit Alpung. Agrarforschung 13 (9), 374–379.
- ♥ Dufey P.A., Chambaz A., Morel I., Chassot A., 2002. Vergleich sechs verschiedener Fleischrinderrassen [Schlachtekörperqualität]. SVAMH-Nachrichten 10, 46–58.

Garcia F., Agabriel J., Micol D., 2007. Alimentation des bovins en croissance et à l'engrais. Dans: Alimentation des bovins, ovins et caprins. Editions Quae, INRA, Versailles. 89–120.

Hoch T., Begon C., Cassar-Maleck I., Picard B., Savary-Auzeloux I., 2003. Mécanismes et conséquences de la croissance compensatrice chez les ruminants. INRA Theix Prod. Anim., 16(1), 49–59.

- ♥ Morel I., Oberson J.-L., Guggiari S., Dufey P.-A., 2016. Alpmolke für Fleischrinder: Mastleistungen und Fressverhalten. Serie LACTOBEEF. Agrarforschung Schweiz 7(1), 12–21.

10.8. Tabellen

Tabelle 10.1 | Vergleich extensiver und intensiver Mastsysteme

	Extensiv	Intensiv
Energiedichte der Ration (MJ NEV/kg TS)	< 6,5	≥ 7,0
TZW (g) während der gesamten Mastperiode	≤ 1000	> 1300
Schlachalter (Monate)	≥ 18	≤ 15–18
Fütterung	<p>≥ 1 Weideperiode</p> <p>Vor allem Grünfütter</p> <p>Wenig Krafffutter</p> <p>Häufiger Wechsel der Rationen und der Fütterungsintensität</p>	<p>Keine Weide</p> <p>Vor allem Mais-GPS und Krafffutter</p> <p>Wenige Wechsel, konstant hohe Fütterungsintensität</p>
Tiertyp	<p>Ochsen und Rinder</p> <p>Eher frühreif</p>	<p>Muni</p> <p>Eher spätreif, grossrahmig</p> <p>(hohes Muskelwachstumspotenzial)</p>
Prinzip	Zwangsläufige Anpassung an die Umgebung	Optimale Ausnutzung der Wachstumskapazität der Tiere

MJ: Megajoule; NEV: Nettoenergie für die Fleischproduktion; TS: Trockensubstanz; TZW: Tageszuwachs; GPS: Ganzpflanzensilage

Tabelle 10.2 | Fütterungsempfehlungen für Munimast: Energie, absorbierbares Protein im Darm und Trockensubstanzverzehr

Lebendgewicht (kg)	Empfohlenes tägliches Angebot bei einem Tageszuwachs ¹ von:																				
	1100 g			1200 g			1300 g			1400 g			1500 g			1600 g			1700 g		
	NEV	APD	TSV	NEV	APD	TSV	NEV	APD	TSV	NEV	APD	TSV	NEV	APD	TSV	NEV	APD	TSV	NEV	APD	TSV
	MJ	g	kg	MJ	g	kg	MJ	g	kg	MJ	g	kg	MJ	g	kg	MJ	g	kg	MJ	g	kg
125	23.8	444	3.5	25.6	472	3.7	27.6	499	3.8	29.7	526	3.9	32	553	4.1	34.5	579	4.2	37.2	605	4.4
150	26.1	464	3.8	28.0	492	4.0	30.1	519	4.1	32.3	546	4.3	34.7	572	4.4	37.4	599	4.6	40.3	625	4.7
175	28.3	483	4.2	30.4	511	4.3	32.5	538	4.5	34.9	564	4.6	37.5	591	4.8	40.3	617	4.9	43.4	643	5.1
200	30.5	501	4.5	32.6	528	4.7	34.9	555	4.8	37.4	582	5.0	40.1	608	5.1	43.1	634	5.3	46.4	659	5.4
225	32.6	518	4.9	34.9	545	5.0	37.3	572	5.2	39.9	598	5.3	42.7	624	5.5	45.8	650	5.6	49.3	675	5.8
250	34.7	534	5.2	37.1	561	5.4	39.6	588	5.5	42.3	614	5.7	45.3	640	5.8	48.6	665	6.0	52.2	690	6.1
275	36.8	550	5.6	39.2	577	5.7	41.9	603	5.9	44.8	629	6.0	47.9	655	6.2	51.3	680	6.3	55.0	705	6.4
300	38.8	565	5.9	41.4	592	6.1	44.1	618	6.2	47.1	644	6.3	50.4	669	6.5	53.9	694	6.6	57.9	719	6.8
325	40.8	579	6.2	43.5	606	6.4	46.4	632	6.5	49.5	658	6.7	52.9	683	6.8	56.6	708	7.0	60.7	732	7.1
350	42.8	594	6.6	45.6	620	6.7	48.6	646	6.9	51.8	672	7.0	55.3	697	7.2	59.2	721	7.3	63.4	745	7.5
400	46.6	621	7.3	49.7	648	7.4	52.9	673	7.6	56.4	698	7.7	60.2	723	7.9	64.3	747	8.0	68.9	770	8.2
450	50.5	648	8.0	53.7	674	8.1	57.2	699	8.3	60.9	724	8.4	65	748	8.6	69.4	771	8.7	74.3	794	8.8
500	54.2	673	8.7	57.7	699	8.8	61.4	724	8.9	65.4	748	9.1	69.7	771	9.2	74.4	794	9.4	79.6	817	9.5
550	57.9	698	9.3	61.6	723	9.5	65.5	748	9.6	69.7	771	9.8	74.3	794	9.9	79.4	817	10.1	84.9	839	10.2

NEV: Nettoenergie für die Fleischproduktion; APD: absorbierbares Protein im Darm; TSV: Trockensubstanzverzehr

Alle Werte wurden gemäss der Formeln im Anhang 10.10 berechnet

Achtung:

- ¹Beim aufgeführten Tageszuwachs handelt es sich nicht um den durchschnittlichen Zuwachs während einer Mastperiode. Deshalb ist bei der Anwendung der Fütterungsempfehlungen eine von der Fütterungsintensität abhängige Wachstumskurve (Abb. 10.4; Beispiele Tab. 10.4) zu berücksichtigen
- Bei Rationen mit hohem Anteil Dürrfutter (> 5.0 MJ NEV), sehr guter Grassilage, Rüben und Kartoffeln ist der TS-Verzehr bis 10 % höher
- Rohprotein: min. 19 g/MJ NEV

Bemerkung: Die Werte der Kolonnen 1600 g und 1700 g wurden anhand der bestehenden Formeln für tiefere Tageszuwächse extrapoliert. Die Anwendung dieser Normen führt zu theoretisch sehr hohen Konzentrationen, die in der Praxis schwierig umzusetzen sind. Die Angaben werden im Moment in Versuchen überprüft

Tabelle 10.3 | Fütterungsempfehlungen für Ochsen- und Rindermast: Energie, absorbierbares Protein im Darm und Trockensubstanzverzehr

Lebendgewicht (kg)	Empfohlenes tägliches Angebot bei einem Tageszuwachs ¹ von:																							
	700 g			800 g			900 g			1000 g			1100 g			1200 g			1300 g			1400 g		
	NEV MJ	APDI g	TSV kg	NEV MJ	APD g	TSV kg	NEV MJ	APD g	TSV kg	NEV MJ	APD g	TSV kg	NEV MJ	APD g	TSV kg	NEV MJ	APD g	TSVI kg	NEV MJ	APD g	TSV kg	NEV MJ	APD g	TSV kg
125	16.3	330	3.3	17.5	357	3.3	18.7	384	3.4	19.9	409	3.4	21.2	434	3.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	18.6	348	3.7	19.9	374	3.7	21.3	400	3.7	22.7	425	3.7	24.2	449	3.8	25.7	473	3.8	-	-	-	-	-	-
175	20.8	364	4.1	22.3	390	4.1	23.8	415	4.1	25.4	439	4.1	27.0	462	4.1	28.8	485	4.2	30.5	506	4.2	-	-	-
200	23.0	380	4.4	24.6	405	4.4	26.3	429	4.5	28.1	452	4.5	29.9	474	4.5	31.8	495	4.5	33.7	515	4.6	35.8	535	4.6
225	25.1	394	4.8	26.9	418	4.8	28.8	441	4.8	30.7	463	4.9	32.6	484	4.9	34.7	504	4.9	36.9	523	4.9	39.1	541	4.9
250	27.2	408	5.2	29.2	431	5.2	31.2	453	5.2	33.2	474	5.2	35.4	494	5.3	37.6	513	5.3	40.0	530	5.3	42.4	546	5.3
275	29.3	421	5.5	31.4	443	5.6	33.6	465	5.6	35.8	484	5.6	38.1	503	5.6	40.5	520	5.6	43.0	536	5.7	45.7	551	5.7
300	31.3	433	5.9	33.6	455	5.9	35.9	475	6.0	38.3	494	6.0	40.8	511	6.0	43.4	527	6.0	46.1	542	6.0	48.9	555	6.1
325	33.4	446	6.3	35.8	466	6.3	38.2	485	6.3	40.8	503	6.3	43.4	519	6.4	46.2	534	6.4	49.1	547	6.4	52.1	558	6.4
350	35.4	457	6.7	37.9	477	6.7	40.5	495	6.7	43.2	512	6.7	46.1	526	6.7	49.0	539	6.8	52.1	551	6.8	55.3	561	6.8
400	39.3	479	7.4	42.1	497	7.4	45.1	513	7.4	48.1	527	7.5	51.3	540	7.5	54.5	550	7.5	58.0	558	7.5	61.6	565	7.5
450	43.2	500	8.1	46.3	516	8.2	49.5	530	8.2	52.9	542	8.2	56.4	551	8.2	60.0	559	8.2	63.8	564	8.3	-	-	-
500	-	-	-	50.4	534	8.9	54.0	546	8.9	57.6	55	8.9	61.4	562	9.0	65.4	567	9.0	69.6	569	9.0	-	-	-
550	-	-	-	54.4	551	9.6	58.3	561	9.7	62.3	568	9.7	66.5	572	9.7	70.8	573	9.7	75.3	573	9.8	-	-	-

NEV: Nettoenergie für die Fleischproduktion; APD: absorbierbares Protein im Darm; TSV: Trockensubstanzverzehr

Alle Werte wurden gemäss der Formeln im Anhang 10.10 berechnet

Achtung:

- ¹Beim aufgeführten Tageszuwachs handelt es sich nicht um den durchschnittlichen Zuwachs während einer Mastperiode. Deshalb ist bei der Anwendung der Fütterungsempfehlungen eine von der Fütterungsintensität abhängige Wachstumskurve (Beispiele Tab. 10.5) zu berücksichtigen
- Bei Rationen mit hohem Anteil Dürrfutter (> 5.0 MJ NEV), sehr guter Grassilage, Rüben und Kartoffeln ist der TS-Verzehr bis 10 % höher
- Rohprotein: min. 19 g/MJ NEV

Empfohlene Nährstoffkonzentration von Rationen für Tiere, die schwerer als 550 kg sind:

7 MJ NEV/kg TS; 140 g RP/kg TS; 90 g APD/kg TS (Verzehr: ca. 2 kg TS/100 kg LG)

Tabelle 10.4 | Fütterungsempfehlungen pro Tag für Mastmuni für 1200–1500 g durchschnittlicher Tageszuwachs

Lebendgewicht (kg)	Mastintensität: Durchschnittlicher Tageszuwachs (TZW) ¹															
	1200g				1300g				1400g				1500g			
	TZW (g)	NEV (MJ)	APD (g)	TSV (kg)	TZW (g)	NEV (MJ)	APD (g)	TSV (kg)	TZW (g)	NEV (MJ)	APD (g)	TSV (kg)	TZW (g)	NEV (MJ)	APD (g)	TSV (kg)
125	1000	22.1	417	3.6	1100	23.8	445	3.7	1210	25.8	475	3.8	1310	27.8	502	4.0
150	1050	25.2	451	4.0	1170	27.4	484	4.2	1280	29.7	514	4.3	1390	32.1	544	4.4
175	1100	28.3	483	4.4	1220	30.8	516	4.6	1340	33.5	549	4.7	1450	36.2	578	4.9
200	1140	31.3	512	4.8	1260	34.0	545	5.0	1380	36.9	577	5.2	1500	40.1	609	5.3
250	1200	37.1	562	5.6	1320	40.1	594	5.8	1440	43.5	625	6.0	1550	46.9	654	6.1
300	1230	42.2	600	6.4	1350	45.6	632	6.6	1460	49.0	660	6.7	1570	52.8	688	6.8
350	1250	47.0	634	7.1	1350	50.2	660	7.3	1450	53.5	685	7.4	1550	57.2	710	7.5
400	1250	51.3	661	7.9	1340	54.3	684	8.0	1430	57.5	707	8.1	1520	61.0	729	8.2
450	1250	55.4	687	8.6	1330	58.3	707	8.7	1400	60.9	725	8.8	1480	64.1	744	8.9
500	1240	59.1	710	9.3	1310	61.8	727	9.4	1380	64.5	744	9.5	1460	67.9	763	9.6
550	1230	62.7	732	10.0	1300	65.5	749	10.1	1380	68.9	768	10.2	1450	72.0	784	10.3

¹ Durchschnittlicher Tageszuwachs zwischen 150 kg LG und Schlachtung (ca. 535 kg LG)

LG: Lebendgewicht; TZW: Tageszuwachs; NEV: Nettoenergie für die Fleischproduktion; APD: absorbierbares Protein im Darm; TSV: Trockensubstanzverzehr

TSV: der TS-Verzehr wurde **nicht** gemäss der Formel vom Anhang 10.10 berechnet, sondern entspricht den neueren Beobachtungen aus den letzten Munimastversuchen

Tabelle 10.5 | Fütterungsempfehlungen pro Tag für Ochsen und Rinder für 900–1200 g durchschnittlicher Tageszuwachs

Lebendgewicht (kg)	Mastintensität: Durchschnittlicher Tageszuwachs (TZW) ¹															
	900g				1000g				1100g				1200g			
	TZW (g)	NEV (MJ)	APD (g)	TSV (kg)	TZW (g)	NEV (MJ)	APD (g)	TSV (kg)	TZW (g)	NEV (MJ)	APD (g)	TSV (kg)	TZW (g)	NEV (MJ)	APD (g)	TSV (kg)
125	690	16.2	327	3.3	790	17.4	353	3.3	890	18.6	380	3.4	880	18.4	377	3.4
150	730	19.0	355	3.7	830	20.3	381	3.7	930	21.7	406	3.7	970	22.3	416	3.7
175	770	21.9	381	4.1	870	23.4	406	4.1	970	24.9	431	4.1	1050	26.2	449	4.1
200	800	24.6	404	4.4	900	26.3	428	4.5	1000	28.1	451	4.5	1120	30.2	477	4.5
250	870	30.6	446	5.2	970	32.6	467	5.2	1070	34.7	487	5.2	1230	38.3	517	5.3
300	920	36.4	478	6.0	1020	38.8	497	6.0	1120	41.3	514	6.0	1300	46.1	541	6.0
350	950	41.9	503	6.7	1050	44.6	519	6.7	1150	47.5	533	6.8	1340	53.4	555	6.8
400	980	47.5	524	7.5	1080	50.6	537	7.5	1180	53.9	548	7.5	1330	59.1	561	7.5
450	990	52.6	541	8.2	1090	56.0	551	8.2	1190	59.6	559	8.2	1280	63.1	564	8.3
500	990	57.3	555	8.9	1090	61.1	562	9.0	1190	65.0	567	9.0	1200	65.4	567	9.0
550	980	61.5	567	9.7	1080	65.6	572	9.7	1180	69.9	574	9.7	1200	70.8	575	9.7

¹ Durchschnittlicher Tageszuwachs zwischen 150 kg LG und Schlachtung (ca. 535 kg LG)

LG: Lebendgewicht; TZW: Tageszuwachs; NEV: Nettoenergie für die Fleischproduktion; APD: absorbierbares Protein im Darm; TSV: Trockensubstanzverzehr

Tabelle 10.6 | Fütterungsplan für eine Mastdauer von 18 Monaten: Absetzen von September bis Dezember, eine Weideperiode (Abb. 10.5 Variante 2)

Lebendgewicht kg	Dauer Tage	TZW g/Tag	Raufutter und andere Futtermittel pro Tag				Raufutter und andere Futtermittel in der jeweiligen Phase			
			Heu kg FSV/Tag	Gras kg TSV/Tag	Gerste kg FSV/Tag	Soja kg FSV/Tag	Heu kg FSV	Gras kg TSV	Gerste kg FSV	Soja kg FSV
65–200	180	750	0–3.5			0.2	460			40
200–350	210	720		3.5–6				1000		
350–450	90	1100	8–9				800			
450–550	75	1350	7–9		~ 0.6	~ 0.8	700		50	60
Total	555	875					1860	1000	50	100

TZW: Tageszuwachs; FSV: Frischsubstanz-Verzehr; TSV: Trockensubstanz-Verzehr

Tabelle 10.7 | Fütterungsplan für eine Mastdauer von 22 Monaten: Absetzen von November bis März, zwei Weideperioden (Abb. 10.5 Variante 4)

Gewicht kg	Dauer Tage	TZW g/Tag	Grundfutter und andere Futtermittel pro Tag				Grundfutter und andere Futtermittel in der jeweiligen Phase			
			Heu kg FSV/Tag	Gras kg TSV/Tag	Gerste kg FSV/Tag	Soja kg FSV/Tag	Heu kg FSV	Gras kg TSV	Gerste kg FSV	Soja kg FSV
65–200	180	750	0 bis 3.5			0.2	460			40
200–300	160	620		3 bis 4				650		
300–400	140	720	6 bis 7				1000			
400–550	90	800		7 bis 9	~ 0.7	~ 1.7		800	70	160
Total	670	730					1460	1450	70	200

TZW: Tageszuwachs; FSV: Frischsubstanz-Verzehr; TSV: Trockensubstanz-Verzehr

Tabelle 10.8 | Mastform, Tierbesatz und erwarteter TZW in Abhängigkeit des Weidetyps

Weidetyp	Mastform	Tierbesatz GVE/ha	TZW (g/Tag)
Extensive Umtriebsweide	Extensivmast	1–1,5	600–700
Intensive Umtriebsweide	Halbintensivmast	2–3	700–1000
Extensive Dauerweide	Schlecht für Mast geeignet	0,5–1	500–700
Kurzrasenweide	Halbintensivmast	3–4	700–1000

TZW: Tageszuwachs ; GVE/ha = Grossvieh-Einheit pro Hektar

Quelle: Agroscope, Changins

Tabelle 10.9 | Empfohlenes tägliches Angebot an Kalzium (Ca), Phosphor (P), Magnesium (Mg) und Natrium (Na) für die Munimast

Lebend- gewicht	Empfohlenes tägliches Angebot bei einem Tageszuwachs ¹ von:																			
	1100 g					1300 g					1500 g					1700 g				
	TSV	Ca	P	Mg	Na	TSV	Ca	P	Mg	Na	TSV	Ca	P	Mg	Na	TSV	Ca	P	Mg	Na
kg	kg	g	g	g	g	kg	g	g	g	g	kg	g	g	g	g	kg	g	g	g	g
125	3.5	45	16	5.5	3.8	3.8	52	19	6.2	4.1	4.1	60	21	6.8	4.4	4.4	67	24	7.5	4.7
150	3.8	45	17	5.8	4.2	4.1	53	19	6.5	4.5	4.4	60	22	7.1	4.8	4.7	68	24	7.8	5.1
175	4.2	46	17	6.2	4.6	4.5	54	20	6.9	4.9	4.8	61	22	7.5	5.3	5.1	68	25	8.2	5.6
200	4.5	39	16	6.5	5.0	4.8	45	19	7.2	5.4	5.1	51	21	7.8	5.7	5.4	57	23	8.5	6.0
225	4.9	40	17	6.9	5.5	5.2	46	19	7.6	5.8	5.5	52	21	8.2	6.1	5.8	58	24	8.9	6.4
250	5.2	41	17	7.2	5.9	5.5	47	20	7.9	6.2	5.8	53	22	8.5	6.5	6.1	59	24	9.2	6.8
275	5.6	41	18	7.6	6.3	5.9	48	20	8.3	6.6	6.2	54	22	8.9	6.9	6.4	59	25	9.5	7.2
300	5.9	42	18	7.9	6.7	6.2	48	20	8.6	7.0	6.5	54	23	9.2	7.3	6.8	60	25	9.9	7.6
325	6.2	43	19	8.2	7.1	6.5	49	21	8.9	7.4	6.8	55	23	9.5	7.8	7.1	61	25	10.2	8.1
350	6.6	44	19	8.6	7.5	6.9	50	21	9.3	7.9	7.2	56	24	9.9	8.2	7.5	62	26	10.6	8.5
400	7.3	45	20	9.3	8.4	7.6	51	22	10.0	8.7	7.9	57	25	10.6	9.0	8.2	63	27	11.3	9.3
450	8.0	46	21	10.0	9.2	8.3	52	23	10.7	9.5	8.6	59	25	11.3	9.8	8.8	64	28	11.9	10.1
500	8.7	48	22	10.7	10.0	8.9	54	24	11.3	10.4	9.2	60	26	11.9	10.7	9.5	66	28	12.6	11.0
550	9.3	49	22	11.3	10.9	9.6	55	25	12.0	11.2	9.9	61	27	12.6	11.5	10.2	67	29	13.3	11.8

TSV: Trockensubstanzverzehr – die Werte entsprechen denjenigen der Tabelle 10.2

Absorptionskoeffizienten gemäss Kapitel 4:

- Ca: 0.44 (entspricht einer maissilagebetonten Ration (> 40 %) mit einem Krafftutteranteil zwischen 10 und 25 %)
- Mg: 0.22 (entspricht einer maissilagebetonten Ration (> 40 %) mit einem K-Gehalt > 12 g/kg TS)

Achtung:

¹ Beim aufgeführten Tageszuwachs handelt es sich nicht um den durchschnittlichen Zuwachs während einer Mastperiode. Deshalb ist bei der Anwendung der Fütterungsempfehlungen eine von der Fütterungsintensität abhängige Wachstumskurve (Beispiele Tab. 10.11) zu berücksichtigen

Tabelle 10.10 | Empfohlenes tägliches Angebot an Kalzium (Ca), Phosphor (P), Magnesium (Mg) und Natrium (Na) für die Ochsen- und Rindermast

Lebend- gewicht kg	Empfohlenes tägliches Angebot bei einem Tageszuwachs ¹ von:																			
	800 g					1000 g					1200 g					1400 g				
	TSV	Ca	P	Mg	Na	TSV	Ca	P	Mg	Na	TSV	Ca	P	Mg	Na	TSV	Ca	P	Mg	Na
kg	g	g	g	g	kg	g	g	g	g	kg	g	g	g	g	kg	g	g	g	g	
125	3.3	38	13	8.0	3.3	3.4	46	15	8.8	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	3.7	39	13	8.7	3.7	3.7	47	15	9.3	4.1	3.8	55	18	10.1	4.4	-	-	-	-	-
175	4.1	40	14	9.4	4.2	4.1	48	16	10.0	4.5	4.2	56	18	10.8	4.8	-	-	-	-	-
200	4.4	35	13	10.1	4.6	4.5	41	15	10.7	4.9	4.5	47	17	11.3	5.2	4.6	54	19	12.1	5.5
225	4.8	36	14	10.6	5.0	4.9	42	16	11.4	5.3	4.9	48	18	12.0	5.6	4.9	54	20	12.6	5.9
250	5.2	37	14	11.3	5.4	5.2	43	16	11.9	5.7	5.3	49	18	12.7	6.0	5.3	55	20	13.3	6.3
275	5.6	38	15	11.9	5.8	5.6	44	17	12.6	6.1	5.6	50	19	13.2	6.5	5.7	56	21	14.0	6.8
300	5.9	38	15	12.6	6.2	6.0	45	17	13.2	6.6	6.0	51	19	13.8	6.9	6.1	57	21	14.6	7.2
325	6.3	39	16	13.1	6.7	6.3	45	18	13.7	7.0	6.4	52	20	14.5	7.3	6.4	58	22	15.1	7.6
350	6.7	40	16	13.8	7.1	6.7	46	18	14.4	7.4	6.8	53	20	15.2	7.7	6.8	59	22	15.8	8.0
400	7.4	42	17	15.0	7.9	7.5	48	19	15.8	8.2	7.5	54	21	16.4	8.5	7.5	60	23	17.0	8.8
450	8.2	44	18	16.3	8.7	8.2	50	20	17.0	9.1	8.2	56	22	17.6	9.4	-	-	-	-	-
500	8.9	45	19	17.5	9.6	8.9	51	21	18.1	9.9	9.0	58	23	18.9	10.2	-	-	-	-	-
550	9.6	47	20	18.9	10.4	9.7	53	22	19.5	10.7	9.7	59	24	20.1	11.0	-	-	-	-	-

TSV: Trockensubstanzverzehr – die Werte entsprechen denjenigen der Tabelle 10.3

Absorptionskoeffizienten gemäss Kapitel 4:

Ca: 0.39 (entspricht einer grasbetonten Ration mit einem Kraftfutteranteil zwischen 10 und 25 %)

Mg: 0.13 (entspricht einer grasbetonten Ration mit einem K-Gehalt von 30 g/kg TS)

Achtung:

¹ Beim aufgeführten Tageszuwachs handelt es sich nicht um den durchschnittlichen Zuwachs während einer Mastperiode. Deshalb ist bei der Anwendung der Fütterungsempfehlungen eine von der Fütterungsintensität abhängige Wachstumskurve (Beispiele Tab. 10.12) zu berücksichtigen

Tabelle 10.11 | Empfohlenes tägliches Angebot an Kalzium (Ca), Phosphor (P), Magnesium (Mg) und Natrium (Na) (g/Tag) für Mastmuni mit einem durchschnittlichen Tageszuwachs von 1200–1500 g

Lebend- gewicht kg	Mastintensität: durchschnittlicher Tageszuwachs																							
	1200 g						1300 g						1400 g						1500 g					
	TZW	TSV	Ca	P	Mg	Na	TZW	TSV	Ca	P	Mg	Na	TZW	TSV	Ca	P	Mg	Na	TZW	TSV	Ca	P	Mg	Na
g	kg	g	g	g	g	g	kg	g	g	g	g	g	kg	g	g	g	g	g	kg	g	g	g	g	
125	1000	3.6	41	15	5.4	3.6	1100	3.7	45	17	5.7	3.8	1210	3.8	49	18	6.0	4.0	1310	4.0	53	19	6.4	4.1
150	1050	4.0	44	16	5.9	4.1	1170	4.2	48	18	6.3	4.3	1280	4.3	52	19	6.6	4.5	1390	4.4	56	21	6.9	4.7
175	1100	4.4	47	17	6.4	4.6	1220	4.6	51	19	6.8	4.8	1340	4.7	55	20	7.1	5.0	1450	4.9	59	22	7.5	5.2
200	1140	4.8	41	17	6.9	5.1	1260	5.0	45	18	7.3	5.3	1380	5.2	48	20	7.7	5.5	1500	5.3	52	21	8.0	5.7
250	1200	5.6	44	19	7.8	6.0	1320	5.8	48	20	8.2	6.2	1440	6.0	52	21	8.6	6.4	1550	6.1	55	23	8.9	6.6
300	1230	6.4	47	20	8.6	6.9	1350	6.6	50	21	9.1	7.1	1460	6.7	54	23	9.4	7.3	1570	6.8	57	24	9.7	7.4
350	1250	7.1	49	21	9.4	7.8	1350	7.3	52	22	9.8	7.9	1450	7.4	55	23	10.0	8.1	1550	7.5	58	24	10.3	8.2
400	1250	7.9	50	22	10.2	8.6	1340	8.0	53	23	10.4	8.8	1430	8.1	56	24	10.7	8.9	1520	8.2	58	25	11.0	9.0
450	1250	8.6	52	23	10.9	9.4	1330	8.7	54	24	11.1	9.6	1400	8.8	56	25	11.3	9.7	1480	8.9	59	26	11.6	9.8
500	1240	9.3	53	24	11.6	10.3	1310	9.4	55	25	11.8	10.4	1380	9.5	57	25	12.0	10.5	1460	9.6	59	26	12.3	10.6
550	1230	10.0	54	25	12.2	11.1	1300	10.1	56	25	12.5	11.2	1380	10.2	59	26	12.7	11.3	1450	10.3	61	27	12.9	11.4

TZW: Tageszuwachs; TSV: Trockensubstanzverzehr - die Werte entsprechen denjenigen der Tabelle 10.4

Absorptionskoeffizienten gemäss Kapitel 4:

Ca: 0.44 (entspricht einer maissilagebetonten Ration (>40 %) mit einem Krafftutteranteil zwischen 10 und 25 %)

Mg: 0.22 (entspricht einer maissilagebetonten Ration (> 40 %) mit einem K-Gehalt von 12 g/kg TS)

Tabelle 10.12 | Empfohlenes tägliches Angebot an Kalzium (Ca), Phosphor (P), Magnesium (Mg) und Natrium (Na) (g/Tag) für Ochsen und Rinder mit einem durchschnittlichen Tageszuwachs von 900–1200 g

Lebend- gewicht kg	Mastintensität: durchschnittlicher Tageszuwachs																							
	900 g						1000 g						1100 g						1200 g					
	TZW	TSV	Ca	P	Mg	Na	TZW	TSV	Ca	P	Mg	Na	TZW	TSV	Ca	P	Mg	Na	TZW	TSV	Ca	P	Mg	Na
g	kg	g	g	g	g	g	kg	g	g	g	g	g	kg	g	g	g	g	g	kg	g	g	g	g	
125	690	3.3	34	12	7.7	3.2	790	3.3	38	13	8.0	3.3	890	3.4	42	14	8.5	3.5	880	3.4	42	14	8.5	3.5
150	730	3.7	37	13	8.5	3.6	830	3.7	40	14	8.8	3.8	930	3.7	44	15	9.1	3.9	970	3.7	46	15	9.2	4.0
175	770	4.1	39	14	9.3	4.1	870	4.1	43	15	9.6	4.3	970	4.1	47	16	9.9	4.4	1050	4.1	50	17	10.2	4.6
200	800	4.4	35	13	9.9	4.6	900	4.5	45	14	10.4	4.7	1000	4.5	49	15	10.7	4.9	1120	4.5	53	17	11.1	5.1
250	870	5.2	39	15	11.5	5.5	970	5.2	49	16	11.8	5.7	1070	5.2	53	17	12.1	5.8	1230	5.3	60	19	12.8	6.1
300	920	6.0	42	17	13.0	6.4	1020	6.0	53	17	13.3	6.6	1120	6.0	57	18	13.6	6.7	1300	6.0	64	20	14.2	7.0
350	950	6.7	45	18	14.3	7.3	1050	6.7	56	19	14.6	7.5	1150	6.8	60	20	15.0	7.6	1340	6.8	67	22	15.6	7.9
400	980	7.5	47	19	15.7	8.2	1080	7.5	59	20	16.0	8.3	1180	7.5	63	21	16.3	8.5	1330	7.5	68	22	16.8	8.7
450	990	8.2	49	20	16.9	9.0	1090	8.2	61	21	17.2	9.2	1190	8.2	65	22	17.5	9.4	1280	8.3	68	23	18.0	9.5
500	990	8.9	51	21	18.1	9.9	1090	9.0	63	22	18.6	10.0	1190	9.0	67	23	18.9	10.2	1200	9.0	67	23	18.9	10.2
550	980	9.7	53	22	19.4	10.7	1080	9.7	64	23	19.7	10.8	1180	9.7	68	24	20.0	11.0	1200	9.7	69	24	20.1	11.0

TZW: Tageszuwachs; TSV: Trockensubstanzverzehr - die Werte entsprechen denjenigen der Tabelle 10.5

Absorptionskoeffizienten gemäss Kapitel 4:

Ca: 0.39 (entspricht einer grasbetonten Ration mit einem Krafftutteranteil zwischen 10 und 25 %)

Mg: 0.13 (entspricht einer grasbetonten Ration mit einem K-Gehalt von 30 g/kg TS)

Tabelle 10.13 | Empfohlenes Angebot an Spurenelementen und Vitaminen für die Muni-, Ochsen- und Rindermast

Spurenelemente in mg/kg Futter-TS		Vitamine		
Kupfer ¹	10	Vitamin A	IE/100 kg LG u. Tag	7000
Kobalt	0.1	Vitamin D	IE/100 kg LG u. Tag	700
Eisen	50	Vitamin E	IE/kg TS	30
Jod ²	0.3			
Mangan	40			
Selen	0.2			
Zink	40			

TS: Trockensubstanz; IE: Internationale Einheiten; LG: Lebendgewicht

¹ Ration mit > 3.0 mg Molybdän / kg TS oder mit > 3.5 g Schwefel /kg TS: Konzentration * 1.5

² Ration mit hohem Anteil an goitrogenen Substanzen: Konzentration * 2

Tabelle 10.14 | Empfohlene Energiekonzentration (MJ NEV/kg TS) je nach Frühreife und angestrebtem Schlachtkörpergewicht

		< 280 kg SG	≥ 300 kg SG
Frühreif (Angus)	<i>Energiekonz. [MJ NEV/kg TS]</i>	< 6,5	~ 6,5
	<i>Rationstyp</i>	Grassilage/Heu (+ Kraftfutter)	Gras- (und Mais-) Silage / Heu (+ Kraftfutter)
	<i>Geschlecht</i>	(Rinder)/Ochsen/Muni	Muni
Mittel-spätreif (Limousin)	<i>Energiekonz. [MJ NEV/kg TS]</i>	> 7,5	> 7,0
	<i>Rationstyp</i>	Mais- (und Gras-) Silage + Kraftfutter	Mais- und Grassilage + Kraftfutter
	<i>Geschlecht</i>	Rinder/Ochsen	Ochsen/Muni
Spätreif (Piemonteser)	<i>Energiekonz. [MJ NEV/kg TS]</i>		8,0
	<i>Rationstyp</i>		Maissilage + Kraftfutter
	<i>Geschlecht</i>		Rinder/Ochsen

NEV: Nettoenergie für die Fleischproduktion; TS: Trockensubstanz; SG: Schlachtgewicht

Tabelle 10.15 | Wichtigste Masteigenschaften von sechs Fleischrassen

	Angus	Simmental	Charolais	Limousin	Blonde d'Aquitaine	Piemonteser
Frühreife	+++	++	++	++	+	+
Verzehrsvermögen	+++	++	++	++	++	+
Futtermittelnutzung	+++	+++	+++	++	++	+
Wachstumsgeschwindigkeit	+++	+++	+++	++	++	+
Fleischigkeit	+	+	+++	+++	+++	+++
Schlachtkörperwert	+	+	++	+++	+++	+++
Empfohlene Mastform	extensiv halbintensiv	extensiv halbintensiv	extensiv halbintensiv	halbintensiv intensiv	intensiv	intensiv
Empfohlene Produktionsform	Muni	Muni	Ochsen	Ochsen	Ochsen obligatorisch	Ochsen obligatorisch
Intensität der Endmast	+	+-(++)	++	++	+++	+++
Ausmastgrad	FG3	FG3 (+)	FG3	FG3	FG2	FG2 (FG3)

FG2= Fettgewebe: teilweise gedeckt; FG3= Fettgewebe: gleichmässig gedeckt

10.9. Abbildungen

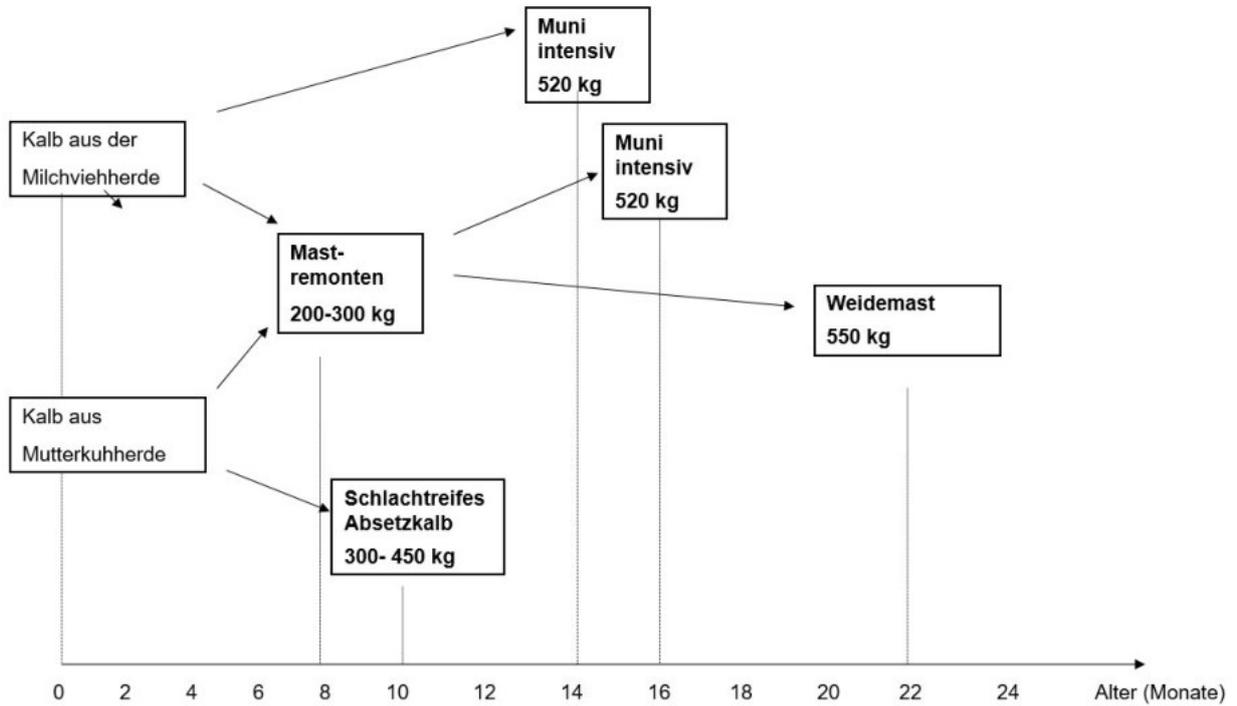
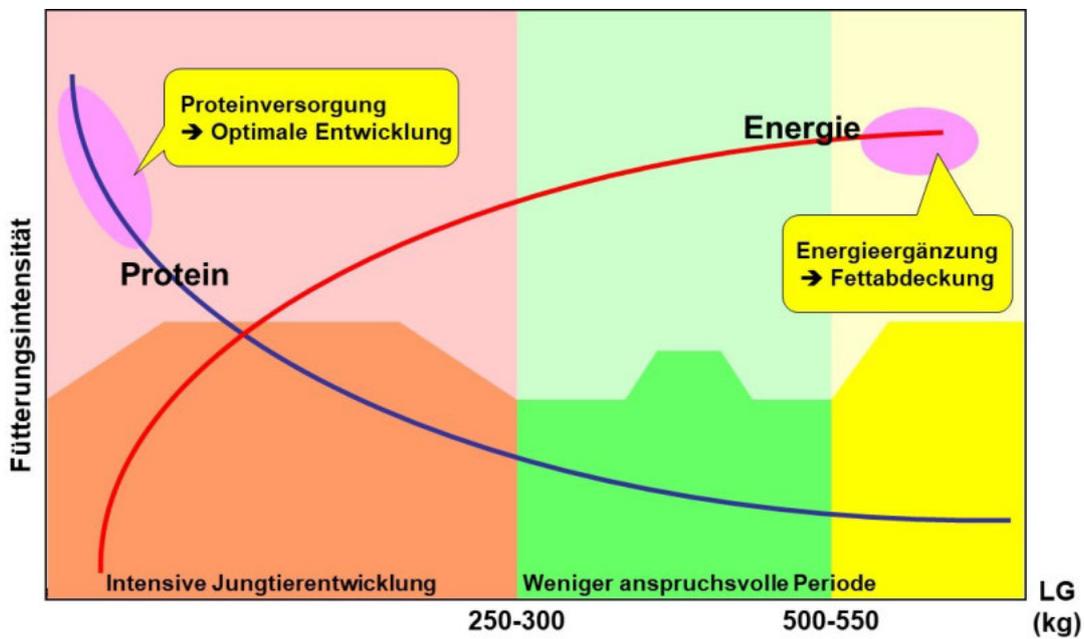


Abbildung 10.1 | Verschiedene Rindermastssysteme



LG: Lebendgewicht

Abbildung 10.2 | Fütterung entsprechend der Produktionsphase

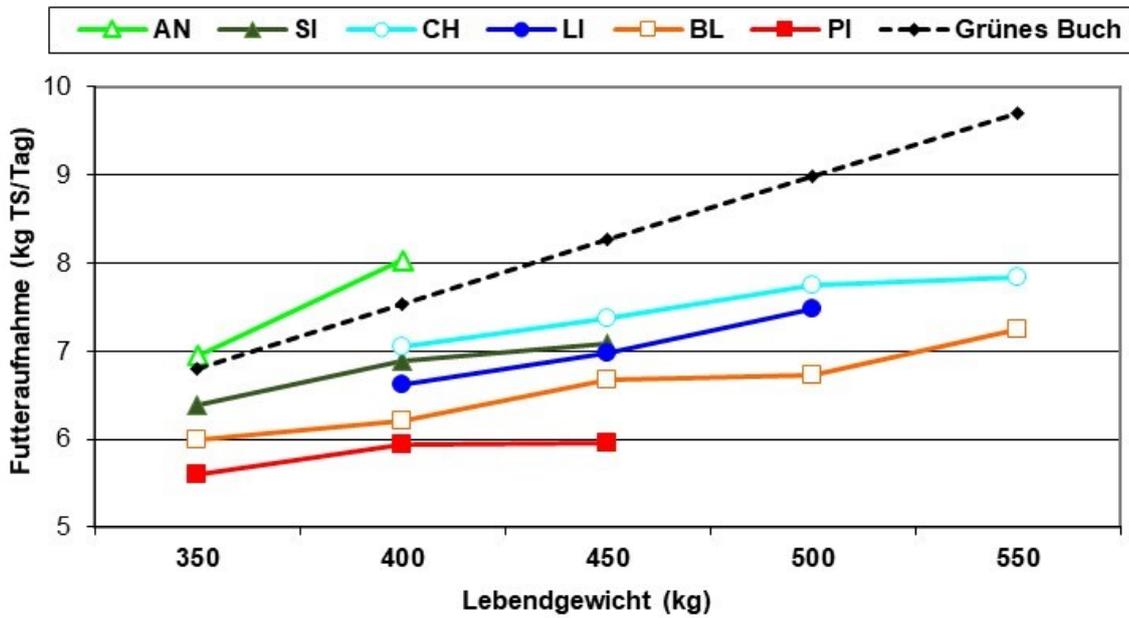


Abbildung 10.3 | Täglicher Trockensubstanzverzehr pro Lebendgewicht-Abschnitt von sechs verschiedenen Fleischrinderrassen

AN: Angus, SI: Simmental, CH: Charolais, LI: Limousin, BL: Blonde d'Aquitaine, PI: Piemonteser, Grünes Buch: Schätzung des Trockensubstanzverzehr)

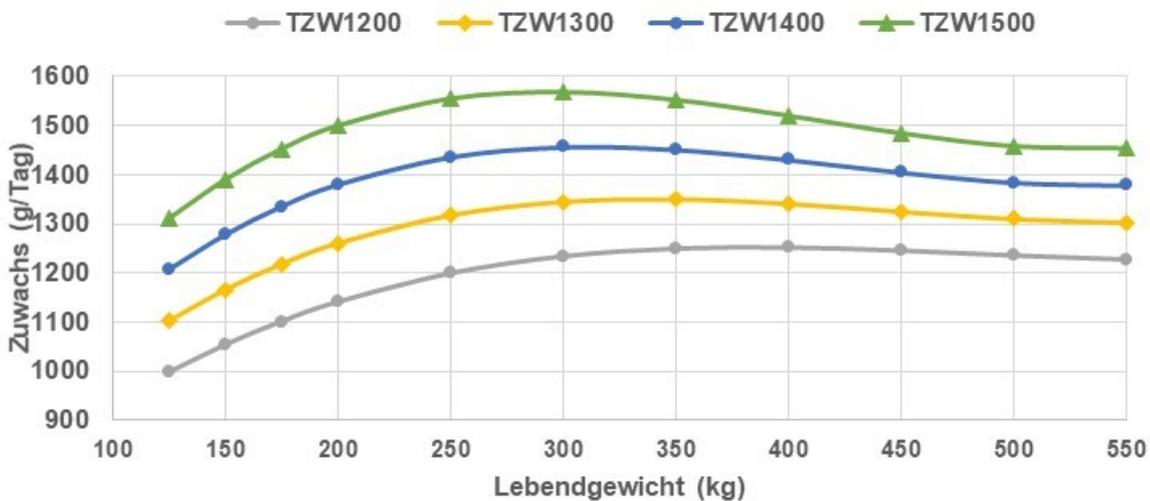


Abbildung 10.4 | Wachstumskurven für die intensive Munimast in Abhängigkeit des angestrebten durchschnittlichen Tageszuwachs (TZW)

Abbildung 10.5 | Verschiedene Weidemastformen

a) Weidegang während einer Vegetationsperiode (Varianten 1, 2 und 3)

Variante 1 Mastdauer von 17 Monaten (eher für Mastmuni geeignet)

Aufzucht /Absetzen LG : 65 - 150 kg TZW : 650-800g/Tag				Aufz.-Weidebeg. LG: 150-200 kg TZW : 700-800g/Tag		Weide / Alpung LG : 200 - 290 kg TZW : 600g/Tag					intensive Ausmast LG : 290 kg - Ende der Mastperiode TZW : 1200-1300g/Tag					
Nov	Dez	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	März

Variante 2 Mastdauer von 18 Monaten

Aufzucht /Absetzen LG : 65 - 150 kg TZW : 650-800g/Tag				Aufzucht-Weidebeginn LG: 150-250 kg TZW : 700-800g/Tag				Weide / Alpung LG : 250 - 340 kg TZW : 600g/Tag					intensive Ausmast LG : 340 kg - Ende der Mastperiode TZW : 1200-1300g/Tag				
Sept	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb

Variante 3 Mastdauer von 19 Monaten (eher für Ochsen und Rinder geeignet)

Aufzucht /Absetzen LG : 65 - 150 kg TZW : 650-800g/Tag				Aufzucht-Weidebeginn LG: 150-250 kg TZW : 700-800g/Tag						Weide / Alpung LG : 300 - 390 kg TZW : 600g/Tag					intensive Ausmast LG : 390 kg - Ende der Mastperiode TZW : 1200-1300g/Tag			
Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jan

b) Weidegang während zwei Vegetationsperioden (Variante 4)

Variante 4 Mastdauer von 22 bis 24 Monaten (für Ochsen und Rinder gut geeignet)

Aufzucht /Absetzen LG : 65 - 150 kg TZW : 650-800g/Tag				Aufz.-Weidebeg. LG: 150-200 kg TZW : 700-800g/Tag		1. Weideperiode / Alpung LG : 200 -290 kg TZW : 600g/Tag					Winterperiode LG : 290-420 kg TZW : 700-750g/Tag					2. Weideperiode LG : 420 kg - Ende der Mastperiode TZW : 700-750g/Tag						
Nov	Dez	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept

LG = Lebendgewicht; TZW: Tageszuwachs

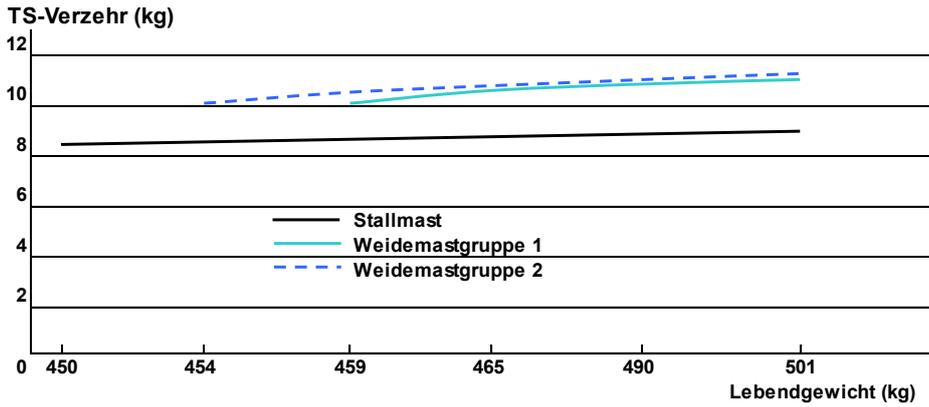
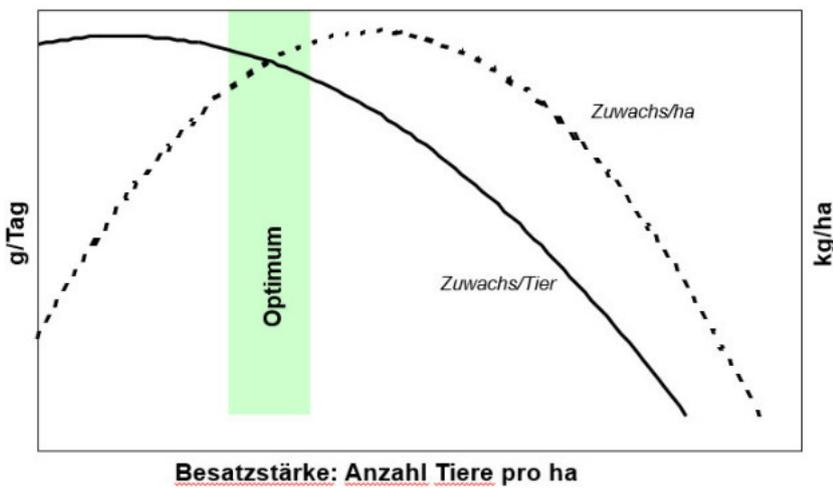


Abbildung 10.6 | Vergleich des Trockensubstanzverzehr zwischen Stallmast und Ausmast von Ochsen nach der Weideperiode (TS : Trockensubstanz)



Quelle: Béranger und Micol (1981)

Abbildung 10.7 | Wirkung des Weidedrucks auf die Produktivität/ha und den Tageszuwachs der Tiere

10.10. Anhang: Berechnungsgrundlagen

Empfohlenes Angebot (EA) an Energie

Energie-Ansatz (EA MJ/Tag):

Muni: $EA = (4.453 + 0.01407 \times LG) \times TZW / (1000 - 0.30 \times TZW)$

Ochsen und Rinder: $EA = (1.8893 + 0.02831 \times LG) \times TZW / (1000 - 0.25 \times TZW)$

Umsetzbarkeit (UE/BE):

Alle Tiere: $q = 0.36 + 0.0002 \times TZW$

Partieller Wirkungsgrad:

Alle Tiere: $k = (0.831 + 0.4305 \times q) / (0.283 + 0.9235 \times q)$

Empfohlenes Angebot an MJ NEV je Tag:

Alle Tiere: $NEV = 0.495 \times LG^{0.75} + k \times (EA - 0.165 \times LG^{0.75})$

Trockensubstanz-Verzehr in kg je Tag

Muni: $TSV = 0.173 + 0.01372 \times LG + 0.00147 \times TZW$

Ochsen und Rinder: $TSV = 1.306 + 0.01486 \times LG + 0.000212 \times TZW$

Empfohlenes Angebot an APD

Lebendgewicht korrigiert:

$$LGK = EXP (a + b \times \ln(LG))$$

Tageszuwachs korrigiert:

$$TZWK = LGK/LG \times b \times TZW$$

Fett im Körper:

$$Lip = EXP (c + d \times \ln(LGK))$$

Fettansatz je Tag:

$$FA = (TZWK^{1.78} \times d \times TZWK_0 \times Lip) / (TZWK_0^{1.78} \times LGK)$$

Proteinansatz je Tag:

$$PA = 1.06 \times h * (TZWK - FA) \times (LGK - Lip)^{0.06}$$

Empfohlenes Angebot in g Protein (APD, RP):

$$APD = 3.25 \times LG^{0.75} + PA/0.6$$

$$RP = 19 * MJ NEV$$

Konstanten:

	a	b	c	d	h
Muni	- 0.2704	1.024	- 5.433	1.5352	0.1541
Ochsen und Rinder	- 0.3939	1.045	- 6.311	1.811	0.1616

Abkürzungen und Einheiten:

LG	in	kg	Lebendgewicht
TZW		g	Tageszuwachs
LGK		kg	Lebendgewicht korrigiert
TZWK		g	Tageszuwachs korrigiert
TZW0		g	Standardzuwachs (Muni = 1220g, Ochsen und Rinder = 1000g)
Lip		kg	Fettmenge im Schlachtkörper
EA		MJ	Energieansatz je Tag
FA		g	Fettansatz je Tag
PA		g	Proteinansatz je Tag
APD		g	empfohlenes APD-Angebot
Exp			Exponent zur Basis e

Version: November 2018

Herausgeber: Agroscope, Posieux

Redaktion: I. Morel, J.-L. Oberson, P. Schlegel, A. Chassot, E. Lehmann, J. Kessler

Copyright: Agroscope

Bei Reproduktion Quelle angeben

11. Fütterungsempfehlungen für das Schaf

Roger Daccord, Jürg Kessler, Revision 2009 und 2017 Y. Arrigo, E. Frioud

Inhaltsverzeichnis

11.	Fütterungsempfehlungen für das Schaf	2
	Überprüfung der Futtermittelverzehrnormen bei Milchschaafen in der Laktation	2
	Überarbeitung 2009	2
11.1	Angebot an Energie und stickstoffhaltiger Substanz	3
11.1.1	Erhaltung	3
11.1.2	Trächtigkeit	3
11.1.3	Laktation	3
11.1.4	Wachstum	3
11.2	Mineralstoff- und Vitaminangebot	4
11.3	Fütterung des Mutterschafes	4
11.3.1	Erholungsphase	4
11.3.2	Trächtigkeitsphase	4
11.3.3	Laktationsphase	4
11.4	Fütterung des Mastlammes	5
11.5	Fütterung des Aufzuchtlammes	6
11.6	Fütterung des Schafbockes	6
11.7	Literatur	6



11. Fütterungsempfehlungen für das Schaf

Überprüfung der Futterverzehrnormen bei Milchschaafen in der Laktation

2014 und 2015 wurden die Fütterungsempfehlungen für Milchschaafe zu Laktationsbeginn überprüft. Die Milchschaafe des Landwirtschaftszentrums Visp wurden zu Beginn der Laktation gemäss den untenstehenden Empfehlungen und in Abhängigkeit ihres Gewichts, ihrer Körperreserven und ihrer produzierten Milchmenge gefüttert. Die Rationen und Futterreste wurden gewogen und analysiert. 2014 wurde eine begrenzte Krafftuttermenge vorgelegt (200 g/Tag/Milchschaaf), wohingegen die Tiere 2015 jeweils 500 g/Tag erhielten. Es wurden drei Futterrationen verglichen: Fütterung gemäss Empfehlungen oder mit 10 bzw. 20 % zusätzlichem Raufutter. Bei allen drei Rationen blieben Futterreste übrig. Bei der Fütterung gemäss Empfehlungen betrug die Reste 10 bis 12 %. Es zeigt sich, dass die Erhöhung der Raufuttergaben um 10 und 20 % zu grösseren Futterresten führt als die Fütterung gemäss Empfehlungen, dies sowohl quantitativ (13 bis 16 %) als auch qualitativ (Rohprotein + 8 % bis +17 %; Netto Energie Milch NEL +7 % bis +14 %). Die Empfehlungen müssen folglich nicht geändert werden. Dennoch liess sich bei krafftuttermarmen Rationen mit 10 % mehr Raufutter eine bessere Persistenz der Milchproduktion erzielen. Die Ergebnisse wurden im Forum Kleinwiederkäuer 9.2016 publiziert. [Forum 9 2016 d+f Überprüfung des Futterverzehr beim Milchschaaf.pdf](#)

Agroscope Posieux, Y. Arrigo 14.11.2016

Überarbeitung 2009

Dieses der Schaffütterung gewidmete Kapitel wurde 2009 entsprechend der 2007 erschienenen Neuauflage des Livre rouge des INRA (LR2007) überarbeitet, da unsere von R. Daccord aufgestellten Empfehlungen in erster Linie auf den französischen Normen basieren. Die Empfehlungen des LR2007 haben sich im Vergleich zu denjenigen der vorhergehenden Auflage (1988) kaum geändert, einzig der Erhaltungsbedarf an APD von Mutterschaafen und weiblichen Lämmern ist um 2 bis 3 g gesunken. Folglich unterliegen unsere Empfehlungen keinen entscheidenden Veränderungen, wohingegen wir die Tabellen 11.1, 11.2, 11.3 und 11.11 angepasst haben, damit sie mit den Angaben des LR2007 übereinstimmen. Die Mineralstoffe Ca und P werden im LR2007 als absorbierbares Calcium Ca_{abs} und absorbierbarer Phosphor P_{abs} ausgedrückt. Diese Änderung wird nicht übernommen, sondern die von J. Kessler aufgestellten Empfehlungen unverändert beibehalten, damit weiterhin die Mineralstoffgehalte aus unseren Futtermitteltabellen verwendet werden können.

Was die Anmerkungen über die zu tiefen Empfehlungen im Hinblick auf die Futteraufnahme betrifft, weisen wir darauf hin, dass die in den Tabellen angegebenen Werte als Richtwerte zu betrachten sind und je nach vorgelegtem Futtertyp (Verringerung der Futteraufnahme bei minderwertigem Futter möglich), Temperatur im Schafstall und Art der Gruppenhaltung stark variieren können.

Je nach Futterqualität besteht die Gefahr, dass Reste in den Krippen zurückbleiben; in diesem Fall ist die Zufuhr um 10 % zu erhöhen. Die Empfehlungen wurden eine Stalltemperatur von 18-20°C aufgestellt. Ist für die Temperatur höher, fressen die Tiere weniger Futter und umgekehrt besteht bei tieferen Temperaturen die Tendenz zu einer höheren Futteraufnahme, um den zusätzlichen Energiebedarf zu decken. Die unten angegebene Gleichung gibt den Korrekturfaktor (CF_{Schafe}) wieder, der mit der Futtermenge multipliziert werden muss.

$$CF_{Schafe} = 1,345 - (0,0183 \times \text{Temperatur in } ^\circ\text{C}),$$

Nach dem Absetzen der Lämmer werden die Milchschaafe in Gruppen gehalten, deren Zusammensetzung auf der Anzahl Laktationen (erstlaktierende und ältere Schafe) und der Milchleistung beruht. Da die Tiere der gleichen Gruppe aber nicht gleichzeitig gelammt haben, befinden sie sich dennoch in unterschiedlichen Phasen der Milchproduktion. Die Gruppenfütterung muss unter Berücksichtigung der individuellen Abweichungen auf dem Niveau der Gruppe basieren. Die Ration wird nicht für ein durchschnittliches Tier aufgestellt, da die leistungsstarken Tiere auf diese Weise benachteiligt wären. Ein erster Ansatz besteht darin, eine Ration zu berechnen, die den durchschnittlichen Bedarf zu 110 % deckt (Lebendgewicht und durchschnittliche Produktion der Gruppe). Durch diese Strategie ist es möglich, den Bedarf derjenigen Schafe zu decken, die den grössten Beitrag an der Milchproduktion leisten. Im Vergleich zum durchschnittlichen Bedarf weist diese Ration einen Proteinüberschuss auf. Dieses Ungleichgewicht kann jedoch bei den Hochleistungstieren durch die Mobilisierung ihrer Fettreserven (Energie) korrigiert werden.

Sind die individuellen Werte durch die Milchkontrolle bekannt, kann man eine Ration zur Bedarfsdeckung derjenigen Tiere festlegen, welche den grössten Teil der in der Gruppe produzierten Milch erzeugen.

Posieux, den 24.12.2009 Y. Arrigo und Elise Frioud

Schafe werden in der Schweiz mehrheitlich extensiv und zur Nutzung von Grenzflächen gehalten. Während der Weideperiode wird die Fütterung kaum kontrolliert. Um jedoch die Schafhaltung wirtschaftlich zu gestalten, ist eine angepasste Nährstoffversorgung des Schafes von grosser Bedeutung. Dies gilt insbesondere in Zeiten mit erhöhtem Bedarf wie Ende Trächtigkeit und Anfang Laktation. Ein zu grosses Nährstoffdefizit in diesen Perioden kann die Leistung des Schafes schmälern.

Der Nährstoffbedarf des Schafes wird in den Erhaltungs- und in den Produktionsbedarf (Trächtigkeit, Laktation, Wachstum) unterteilt. In den meisten Fällen deckt das Nährstoffangebot mit einer gewissen Sicherheitsmarge diesen Bedarf. Zu bestimmten Zeiten ist demgegenüber das Angebot bewusst zu knapp oder zu reichlich bemessen, um von der Fähigkeit des Schafes, Körperreserven zu mobilisieren oder aufzubauen, so weit wie möglich zu profitieren. Wie bis anhin basieren die Fütterungsempfehlungen zur Hauptsache auf französischen Angaben (Bocquier et al. 1988), die jedoch unseren Verhältnissen angepasst wurden. Es wird von einem befriedigenden Gesundheitszustand der Tiere ausgegangen.

11.1 Angebot an Energie und stickstoffhaltiger Substanz

Die Ausgangswerte für den Energie- und APD-Bedarf sind in Tabelle 11.1 zusammengefasst.

11.1.1 Erhaltung

Wie bis anhin beträgt der Erhaltungsbedarf des Schafes 0.228 MJ NEL je kg LG^{0.75} (Thériez et al. 1987). Dieser Wert basiert auf einem Bedarf an umsetzbarer Energie von 0.380 MJ und einem Teilwirkungsgrad von 0.72. Der energetische Erhaltungsbedarf des Schafes ist um 17 % beziehungsweise 28 % geringer als derjenige der Ziege und der Milchkuh. Er gilt für die Stallhaltung. Bei üblicher Weidehaltung (normale Aktivität und Temperaturen) ist der Wert um 25 % zu erhöhen.

Für ein Schaf mit einer jährlichen Wollproduktion von 4 kg liegt der tägliche APD-Bedarf bei 2.5 g pro kg LG^{0.75} (Thériez et al. 1987). Dieser Wert ist im Vergleich zu früheren Angaben (Daccord und Kessler 1984) etwas tiefer. Bedingt durch die Wollproduktion ist er jedoch leicht höher als bei der Ziege. Die APD-Verwertung beträgt 0.40.

11.1.2 Trächtigkeit

Der Bedarf während der Trächtigkeit setzt sich aus dem Erhaltungsbedarf und dem Nährstoffbedarf des Uterus und des Foetus zusammen. In den ersten drei Trächtigkeitsmonaten wächst der Foetus nur langsam und sein Bedarf kann vernachlässigt werden. Am Ende dieser Periode weist der Foetus rund 13 % des Geburtsgewichtes auf. Ist der Nährzustand der Aue zufrieden stellend, so entspricht das empfohlene Angebot an Energie und Protein für die ersten Trächtigkeitsmonate dem Erhaltungsbedarf. Im vierten und fünften Trächtigkeitsmonat steigt der Bedarf jedoch rasch an, während das Verzehrsvermögen abnimmt. Die Energieversorgung liegt unter dem wirklichen Bedarf, da die Aue Körperreserven abbaut. Im vierten Trächtigkeitsmonat nimmt das empfohlene Energieangebot einer Aue mit Zwillingen im Vergleich zu den ersten drei Trächtigkeitsmonaten um 20 % und im letzten Trächtigkeitsmonat um 75 % zu.

Noch ausgeprägter als bei der Energie ist die Zunahme beim Protein. Im letzten Trächtigkeitsmonat verdreifacht sich praktisch der Proteinbedarf gemessen an demjenigen zu Trächtigkeitsbeginn. Dieser hohe Proteinbedarf ist darauf zurückzuführen, dass das Schaf, wie die Kuh und die Ziege, kaum Körperreserven an Protein aufweist und sich zudem in einem Energiedefizit befindet.

11.1.3 Laktation

Während der Laktation hat das Schaf den höchsten Nährstoffbedarf des ganzen Produktionszyklus, wobei der Bedarf je nach Milchleistung und Milchzusammensetzung variiert. Um dieser Variation und dem Umfang des Körperreservenabbaus gerecht zu werden, wird die Laktation der Aue in vier Abschnitte zu je einem Monat unterteilt. Nach Bocquier et al. (1988) kann das Energiedefizit im ersten Laktationsmonat dem Erhaltungsbedarf entsprechen. Für die Fütterungsempfehlungen wurde in den ersten zwei Monaten in Abhängigkeit von der Anzahl säugender Lämmer ein Energiedefizit in der Grössenordnung von 50 bis 5 Prozent des Erhaltungsbedarfes angenommen. Je nach dem Fettgehalt (58 bis 75 g/kg Milch) liegt der Energiegehalt der Milch zwischen 4.13 und 5.64 MJ NEL/kg.

Je nach Proteingehalt der Milch (50 bis 60 g/kg Milch im ersten Laktationsmonat; Bocquier et al. 1987), beträgt der APD-Bedarf 75 bis 90 g pro kg Milch. Die durchschnittliche APD-Verwertung für die Synthese des Milchproteins liegt bei 0.58. Dieser Wert ist leicht unter demjenigen von Kuh und Ziege.

Die Grundlagen der Fütterungsempfehlungen für das Milchschaaf entsprechen denen des säugenden Schafes. Die Variation in Bezug auf die Milchzusammensetzung ist ebenfalls vergleichbar, jedoch ändern sich die Gehalte im Verlaufe der Laktation etwas langsamer.

11.1.4 Wachstum

Infolge des zunehmenden Fettanteils im Ansatz nimmt der Energiebedarf des Lammes je kg Ansatz mit zunehmendem Lebendgewicht rasch zu. Bei gleichem Lebendgewicht weisen die weiblichen Tiere mehr Fett auf als die männlichen. Im Weiteren sind Tiere von Schafrassen mit geringerem Wachstumspotenzial fettreicher als solche mit einem hohen Wachstumspotenzial. Die Schafe mit einem höheren Fettansatz haben auch einen grösseren Energiebedarf. Der APD-Bedarf je kg Ansatz ist bei gleicher Wachstumsgeschwindigkeit demgegenüber vergleichbar.

11.2 Mineralstoff- und Vitaminangebot

Das empfohlene Angebot an Mengen- und Spurenelementen (Tab. 11.2 bis 11.12) für das Schaf basiert auf den im Kapitel 4 dargestellten Grundlagen. Die Fütterungsempfehlungen sollen eine bedarfsgerechte Mineralstoffversorgung unter üblichen Fütterungs- und Haltungsbedingungen gewährleisten. Eine Übersicht über das empfohlene Vitaminangebot gibt Tabelle 11.12. Grundlage der Empfehlungen bilden die Werte der NRC (1985), die ebenfalls von Bocquier et al. (1988) übernommen wurden. Während das Lamm auf die Zufuhr der fett- und wasserlöslichen Vitamine angewiesen ist, müssen dem Schaf mit ausgebildetem Vormagensystem in der Regel nur die Vitamine A, D und E übers Futter zugeführt werden.

11.3 Fütterung des Mutterschafes

Im Verlaufe des Produktionszyklus (Trächtigkeit, Laktation, Erholungsphase) schwankt der Nährstoffbedarf des Mutterschafes wesentlich. Der Energiebedarf kann sich verdreifachen, der Bedarf an APD sogar vervierfachen, während das Verzehrsvermögen sich nur verdoppelt. Bedingt durch diese Unterschiede gibt es Phasen der Nährstoffüber- und der Nährstoffunterversorgung, deren Ausmass es zu überwachen heisst.

Eine wirtschaftliche Fütterung der Aue bedeutet eine gute Bewirtschaftung der Körperreserven. Eine effiziente Methode zur Beurteilung der Körperreserven sowie deren Veränderungen bildet die Einschätzung des Nährzustandes (Dedieu et al. 1991). Diese Einschätzung basiert auf genau definierten, anatomischen Grössen sowie auf einer Charakterisierung der Lendengegend (Tab. 11.13). Die Einschätzungsskala geht von 0 (deutlich abgemagert) bis 5 (dicke Fettauflage). Dank der Richtnoten, die es zu erreichen beziehungsweise nicht zu unterschreiten gilt, ist es möglich, das Mutterschaf während der verschiedenen Produktionsphasen gezielt zu füttern (Abb. 11.1).

11.3.1 Erholungsphase

Die Erholungsphase umfasst den Zeitraum Trockenstellen bis Belegung. In dieser Periode hängt der Nährstoffbedarf primär vom Lebendgewicht und der Notwendigkeit ab, Körperreserven aufzubauen (Tab. 11.2). Die Körperreserven sollten so früh wie möglich aufgefüllt werden, da die Fruchtbarkeit der Aue wesentlich vom Körpergewicht und vom Nährzustand vor der Belegung beeinflusst wird. Bei ungenügendem Körpergewicht und Nährzustand muss drei Wochen vor bis drei Wochen nach der Belegung zusätzliche Energie in der Grössenordnung von 30 % des Erhaltungsbedarfes zugeführt werden. Dieses so genannte «flushing» bleibt bei fetten Mutterschafen ohne Wirkung auf die Fruchtbarkeit (Tab. 11.3).

11.3.2 Trächtigkeitsphase

Während der ersten drei Trächtigkeitsmonate entspricht der Nährstoffbedarf der Aue demjenigen bei Erhaltung (Tab. 11.2). Das Angebot sollte jedoch nicht tiefer liegen. Dank dem noch relativ hohen Verzehrsvermögen kann das Mutterschaf in dieser Periode den Aufbau der Körperreserven abschliessen (Tab. 11.3). Im Gegensatz zu den ersten drei Trächtigkeitsmonaten bilden der vierte und fünfte Trächtigkeitsmonat eine kritische Periode im Produktionszyklus des Mutterschafes. Der Nährstoffbedarf steigt rasch an, während das Verzehrsvermögen abnimmt (Tab. 11.4). Ein zu hohes Energiedefizit in diesem Zeitpunkt führt zu Lämmern mit geringem Geburtsgewicht. Im Weiteren kann es zur Trächtigkeitstoxikose kommen. Dies bedeutet im akuten Stadium Abort und sogar Tod des Muttertieres. Das empfohlene Angebot im vierten und fünften Trächtigkeitsmonat geht von einem gewissen Abbau der Körperreserven aus. Dies bedeutet aber, dass die Auen in einem korrekten Nährzustand sein müssen.

11.3.3 Laktationsphase

Während der Laktationsphase ist der Nährstoffbedarf der Aue am grössten (Tab. 11.5). Das Verzehrsvermögen steigt aber nicht in dem Ausmass an, dass der Energiebedarf vollständig über das Futter gedeckt werden kann. Das Mutterschaf muss auf die Körperreserven zurückgreifen. Im Gegensatz zu den letzten Trächtigkeitsmonaten geschieht das in der Regel ohne grosse Probleme. Ein zu grosses Energiedefizit schmälert jedoch die Milchleistung und begrenzt damit das Wachstum der Lämmer in den ersten Lebensmonaten. Das Defizit sollte nicht mehr als 50 % des Erhaltungsbedarfes betragen und nicht länger als zwei Monate dauern. Es ist darauf zu achten, dass der Bedarf an APD während der Laktationsphase über das Futter gedeckt wird.

Der Nährstoffbedarf des Milchschafoes entspricht dem des säugenden Schafes mit gleicher Milchleistung (Tab. 11.6). Werden die Milchschafoe in Gruppen gehalten, so ist die Beurteilung des individuellen Nährstoffbedarfes recht schwierig. Die Tiere mit der höchsten Milchleistung werden dann häufig unter- und die mit geringerer Leistung übertersorgt.

Wie andere Wiederkäuer kann auch das Schaf ums Ablammen an Milchfieber (Hypokalzämie) erkranken. Die Ursache dieser Krankheit liegt in einer gestörten Anpassung des **Kalzium**-Stoffwechsels an den durch die Trächtigkeit und die einsetzende Milchproduktion erhöhten Ca-Bedarf. Als Folge davon fällt der Ca-Gehalt im Blut ab. Die wichtigsten Krankheitsanzeichen sind unkoordinierte Bewegungen, Festliegen und Bewusstlosigkeit. Betroffen vom Milchfieber werden insbesondere ältere Tiere sowie Tiere mit Mehrlingsgeburten und hohen Leistungen. Das Auftreten der Krankheit wird häufig durch Stress wie abrupter Futterwechsel, Schur, Transport und Wetterumschlag begünstigt. Inwieweit die bei der Milchkuh angewandten Vorbeugemassnahmen wie das Verfüttern von Ca-armen Rationen vor der Geburt, der Einsatz von Vitamin D usw. auch beim Schaf wirken, ist kaum geklärt. Fest steht aber, dass im geburtsnahen Zeitraum jeglicher Stress zu vermeiden ist.

Neben dem spezifischen Bedarf an **Schwefel** für die Wollproduktion benötigt das Schaf auch eine ausreichende Menge an Schwefel, um eine maximale Aktivität der Pansenmikroorganismen zu sichern. Auf eine angemessene Versorgung ist dabei insbesondere bei der Verfütterung von Harnstoff zu achten. Nach McDowell (1992) sollten bei S-armen Rationen pro 100 g Harnstoff 3 g anorganischer Schwefel zur Verfügung gestellt werden.

Ein fütterungsbedingter **Fe-Mangel** ist beim Schaf eher selten. Ein weitaus grösseres Problem stellt der Fe-Mangel dar, welcher durch einen starken Befall mit Magen-Darmwürmern oder Kokzidien hervorgerufen wird. Durch gezieltes Entwurmen und, falls nötig, mit einer Kokzidienbekämpfung kann jedoch dieser Form des Fe-Mangels relativ leicht vorgebeugt werden.

Sporadisch tritt in gewissen Regionen unseres Landes beim Schaf **Kupfermangel** auf. Auslösender Faktor bildet weniger der tiefe Cu-Gehalt der Ration als der hohe Gehalt an Molybdän. Ein hoher Mo-Gehalt beeinträchtigt aber die Cu-Verwertung. Mo-reiches Futter wächst vorab auf Moorböden und Böden mit stauender Nässe. Ein Mangel an Cu zeigt sich beim Lamm in Form von Kümmern, Blutarmut, Lähmungen der Vorder- und Hintergliedmassen oder in unkoordinierten Bewegungen. Erwachsene Tiere magern ab, zeigen Durchfall, Lecksucht, Blutarmut und Fruchtbarkeitsstörungen. In Gebieten mit hohen Mo-Gehalten im Futter ist darauf zu achten, dass das Cu: Mo-Verhältnis über 2 – 4: 1 beträgt. Nötigenfalls muss die Ration mit Cu ergänzt werden. Es gilt jedoch zu berücksichtigen, dass das Schaf recht empfindlich auf einen Cu-Überschuss reagieren kann. In der Regel sind Cu-Gaben von über 15 mg/kg Futtertrockensubstanz für das Schaf toxisch.

Im Sommer ist das Schaf nur in seltenen Fällen auf eine Vitaminergänzung angewiesen. Im Winter hingegen ist auf eine korrekte Versorgung mit den fettlöslichen Vitaminen A, D und E zu achten.

11.4 Fütterung des Mastlammes

Eine wirtschaftliche Lammfleischproduktion ist nur mit schnell wachsenden Lämmern möglich. Im Weiteren sollten die Lämmer von Muttertieren abstammen, die während der Trächtigkeit korrekt mit Nährstoffen versorgt wurden. Ab der zweiten Lebenswoche muss den Lämmern Heu guter Qualität sowie Kraftfutter (Lämmerschlupe usw.) vorgelegt werden. Der APD-Gehalt der Ration sollte für abgesetzte Lämmer bis 25 kg LG bei rund 135 g pro kg Trockensubstanz liegen. Ab einem Lebendgewicht von 25 kg genügen 95 g. Bei Lämmern, die mit der Mutter gehen, ist ein APD-Gehalt in der Ration von 100 g anzustreben (Tab. 11.7 bis 11.10).

Ein Mangel an Ca, P und/oder **Vitamin D** kann vorab bei im Stall gehaltenen, intensiv gefütterten Lämmern zu Rachitis (Knochenweiche) führen. Rachitische Lämmer fallen unter anderem durch fassbeinige Vorder- und säbelbeinige Hintergliedmassen sowie widerwillige Fortbewegung auf. Eine bedarfsgerechte Versorgung der Tiere mit Ca, P und Vitamin D stellt die beste Vorbeuge dar.

Werden an männliche Schafoe Futtermittel mit einem relativ hohen P-Gehalt wie Kleie und Extraktionsschrote verfüttert, so kann es zur Bildung von Harnsteinen kommen. Wie Untersuchungen zeigen, scheinen ein Überschuss an Magnesium, ein Mangel an Vitamin A sowie Stress das Auftreten von Harnsteinen zu fördern. Tiere mit Harnsteinen fallen durch ein gehäuftes Anstellen zum Harnen sowie Stöhnen und Zähneknirschen auf. Oft kommt es zu Wasseransammlungen (Oedemen) in der Bauchwand. Zur Vermeidung von Harnsteinen ist darauf zu achten, dass das Ca:P-Verhältnis in der Gesamtration über 2.5: 1 liegt. Auch durch eine Zufütterung von Ammoniumchlorid kann der Harnsteinbildung vorgebeugt werden.

Gestörtes Wachstum und Muskelschäden (Weissmuskelkrankheit) bilden unter anderem die Anzeichen eines **Selen-Vitamin E-Mangels** beim Lamm. In gefährdeten Betrieben kann diesem Mangel durch Injektion von Se-Vitamin E oder durch die Verabreichung eines Se-Vitamin E-haltigen Drenches (zähflüssige, übers Maul einzugebende Paste) vorgebeugt werden.

Vitamin B1-Mangel (Hirnrindennekrose) tritt beim Schaf insbesondere bei der Verfütterung von kohlehydratreichen oder verschimmelten Rationen auf. Vitamin B1-Mangeltiere zeigen unter anderem Teilnahmslosigkeit, Fortbewegungs- und Sehstörungen sowie anfallsweise Krämpfe. Dem Mangel kann durch eine Ergänzung der Ration mit rund 10 mg Vitamin B1 pro Tag vorgebeugt werden. Auf keinen Fall darf verschimmeltes Futter verfüttert werden.

11.5 Fütterung des Aufzuchtlammes

Bis zu einem Lebendgewicht von 25 kg gelten für das weibliche Aufzuchtlamm die gleichen Fütterungsempfehlungen wie für das Mastlamm (Tab. 11.8 und 11.10). Nachher sind sie entsprechend einem Tageszuwachs von 100 bis 150 g zu füttern. Ein schnelleres Wachstum kann die spätere Milchleistung negativ beeinflussen.

11.6 Fütterung des Schafbockes

Das empfohlene Nährstoffangebot für den Schafbock entspricht dem um 10 % erhöhten Erhaltungsbedarf der Aue (Tab. 11.11).

11.7 Literatur

Bocquier F., Thériez M., Prache Sophie et Brelurut A., 1988. Alimentation des ovins. Dans: Alimentation des bovins, ovins et caprins. R. Jarrige Ed. INRA, Paris. 249–280.

Bocquier F., Thériez M. et Brelurut A., 1987. Recommandations alimentaires pour la brebis en lactation. Bull. Tech. C.R.V.Z. Theix, INRA 70, 199–211.

♥ Daccord R. 1999. Fütterungsnormen für Schafe. In: Fütterungsnormen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. 4. Auflage. LmZ, Zollikofen. 163–184.

Dedieu B., Gibon Annick et Roux M., 1991. Notations d'état corporel des brebis et diagnostic des systèmes d'élevage ovin. Etudes et recherches sur les systèmes agraires et le développement, INRA 22, 48 p.

McDowell L. R., 1992. Minerals in animal and human nutrition. Academic Press, San Diego. 524 p.

Hassoun P. et Bocquier F., 2007. Alimentation des ovins chapitre 6. Alimentation des bovins, ovins et caprins LR2007). Edition Quae c/o INRA, RD 10, 78026 Versailles Cedex, France. 121-136.

NRC, 1985. Nutrient requirements of sheep. National Academy Press, Washington. 99 p.

Thériez M., Bocquier F. et Brelurut A., 1987. Recommandations alimentaires pour les brebis à l'entretien et en gestation. Bull. Tech. C.R.V.Z. Theix, INRA 70, 185–197.

Tabelle 11.1. Ausgangswerte Energie und stickstoffhaltige Substanz

Physiologisches Stadium	Energie MJ NEL/LG ^{0.75} oder MJ NEL/kg Milch	APD g/LG ^{0.75} oder g/kg Milch
Erhaltung :	0.228	2.5
Trächtigkeit :		
1.5 Foeten: 4. Monat	0.264	4.1
5. Monat	0.378	5.0
2 und mehr Foeten: 4. Monat	0.274	6.0
5. Monat	0.415	7.0
Laktation:	4.1 - 5.6	75 - 90

Tabelle 11.2. Empfohlenes Angebot Aue: Erhaltung und 1. bis 3. Trächtigkeitsmonat sowie Reservenerneuerung

LG kg	Tägliches Angebot							Ø TS-Verzehr kg/Tag ¹⁾
	NEL MJ	APD g	Ca g	P g	Mg g	Na g	K g	
30	3.1	34	2.5	1.5	1.0	0.5	2.5	0.9
40	3.7	43	2.5	2.0	1.5	1.0	3.0	1.0
50	4.3	50	3.0	2.0	1.5	1.0	3.5	1.1
60	4.9	57	3.0	2.0	2.0	1.0	4.0	1.2
70	5.5	64	3.0	2.5	2.0	1.5	4.5	1.3
80	6.1	71	3.5	2.5	2.5	1.5	5.0	1.4
90	6.7	78	3.5	2.5	2.5	1.5	5.5	1.5
Δ LG g/Tag								
+ 50	1.9	11						
+ 100	3.9	22	-	-	-	-	-	-
+ 150	5.6	33						

¹⁾ Richtwert in kg TS pro Tag, kann stark ändern je nach Typ des angebotenen Futters

Tabelle 11.3 Empfohlenes Angebot Aue bei einer Korrektur des Nährzustandes: Belegung und 1. bis 3. Trächtigkeitsmonat

LG kg	Tägliches Angebot							Ø TS- Verzehr kg/Tag
	NEL MJ	APD g	Ca g	P g	Mg g	Na g	K g	
Geringe Verbesserung des Nährzustandes (Note¹⁾+0.25)								
50	4.9	53	3.0	2.0	1.5	1.0	3.5	1.1
60	5.6	61	3.0	2.0	2.0	1.0	4.0	1.2
70	6.3	68	3.0	2.5	2.0	1.5	4.5	1.3
80	7.0	75	3.5	2.5	2.5	1.5	5.0	1.4
Deutliche Verbesserung des Nährzustandes (Note¹⁾+1.00)								
50	6.6	63	3.0	2.0	1.5	1.0	3.5	1.2
60	7.6	73	3.0	2.0	2.0	1.0	4.0	1.4
70	8.6	82	3.0	2.5	2.0	1.5	4.5	1.6
80	9.6	91	3.5	2.5	2.5	1.5	5.0	1.8

¹⁾ Erklärung siehe Abbildung 11.1 Seite 11.16

Tabelle 11.4. Empfohlenes Angebot Aue: 4. und 5. Trächtigkeitsmonat

LG kg	Tägliches Angebot							Ø TS- Verzehr kg/Tag
	NEL MJ	APD g	Ca g	P g	Mg g	Na g	K g	
4 Trächtigkeitsmonat: 1.5 Foeten								
50	5.0	75	4.5	2.5	1.5	1.5	3.5	1.1
60	5.7	86	4.5	2.5	2.0	1.5	4.5	1.2
70	6.4	97	5.0	3.0	2.5	1.5	5.0	1.4
80	7.1	107	5.0	3.0	2.5	2.0	5.5	1.5
4 Trächtigkeitsmonat: 2 und mehr Foeten								
50	5.2	94	5.0	2.5	1.5	1.5	3.5	1.1
60	5.9	108	5.0	3.0	2.0	1.5	4.5	1.2
70	6.6	120	5.5	3.0	2.5	1.5	5.0	1.4
80	7.3	134	5.5	3.5	2.5	2.0	5.5	1.5
5 Trächtigkeitsmonat: 1.5 Foeten								
50	7.0	113	7.5	3.5	1.5	1.5	4.0	1.2
60	8.0	129	8.0	3.5	2.0	1.5	4.5	1.3
70	9.0	145	8.0	4.0	2.5	1.5	5.0	1.5
80	10.0	160	8.5	4.5	2.5	2.0	5.5	1.7
5 Trächtigkeitsmonat: 2 und mehr Foeten								
50	7.8	132	9.5	4.0	1.5	1.5	4.0	1.2
60	8.9	151	10.0	4.5	2.0	1.5	4.5	1.3
70	10.0	170	10.5	4.5	2.5	1.5	5.0	1.5
80	11.0	188	10.5	5.0	2.5	2.0	5.5	1.7

Tabelle 11.5. Empfohlenes Angebot Aue: Laktation

LG kg	Anzahl Lämmer	Tägliches Angebot							Ø TS- Verzehr kg/Tag
		NEL MJ	APD g	Ca g	P g	Mg g	Na g	K g	
1. Laktationsmonat									
50	1	8.1	148	10.5	5.0	3.0	1.5	5.5	1.2
	2	14.6	226	18.5	9.5	4.0	2.5	8.0	2.1
60	1	8.4	155	10.5	5.5	3.0	2.0	6.0	1.3
	2	15.1	233	18.5	9.5	4.5	2.5	8.5	2.2
70	1	8.7	162	10.5	5.5	3.5	2.0	6.5	1.4
	2	15.6	240	18.5	10.0	4.5	2.5	9.0	2.3
80	1	9.0	169	11.0	6.0	3.5	2.0	7.0	1.5
	2	16.1	247	19.0	10.0	5.0	3.0	9.5	2.4
2. Laktationsmonat									
50	1	8.2	124	9.0	5.0	2.5	1.5	5.0	1.4
	2	12.4	182	15.0	8.0	3.5	2.0	7.5	2.1
60	1	8.7	131	9.0	5.0	3.0	1.5	6.0	1.5
	2	13.0	189	15.5	8.5	4.0	2.0	8.0	2.2
70	1	9.2	138	9.0	5.0	3.0	2.0	6.5	1.6
	2	13.6	196	15.5	8.5	4.0	2.5	8.5	2.3
80	1	9.7	145	9.5	5.5	3.5	2.0	7.0	1.7
	2	14.2	203	16.0	8.5	4.5	2.5	9.5	2.4
3. Laktationsmonat									
50	1	7.1	98	6.5	4.0	2.0	1.5	4.5	1.4
	2	9.9	138	10.5	6.0	2.5	1.5	6.0	1.8
60	1	7.7	105	7.0	4.0	2.5	1.5	5.0	1.5
	2	10.5	145	10.5	6.0	3.0	2.0	6.5	1.9
70	1	8.3	112	7.0	4.0	2.5	1.5	5.5	1.6
	2	11.1	152	11.0	6.0	3.5	2.0	7.0	2.0
80	1	8.9	119	7.0	4.5	3.0	2.0	6.5	1.7
	2	11.7	159	11.0	6.5	3.5	2.0	7.5	2.1
4. Laktationsmonat									
50	1	5.7	72	4.0	2.5	1.5	1.0	4.0	1.2
	2	7.2	94	5.5	3.5	2.0	1.0	4.5	1.4
60	1	6.3	79	4.5	3.0	2.0	1.5	4.5	1.3
	2	7.8	101	6.0	3.5	2.0	1.5	5.0	1.5
70	1	6.9	86	4.5	3.0	2.5	1.5	5.0	1.4
	2	8.4	108	6.0	3.5	2.5	1.5	5.5	1.6
80	1	7.5	93	4.5	3.0	2.5	1.5	5.5	1.5
	2	9.0	115	6.0	4.0	2.5	1.5	6.0	1.7

Tabelle 11.6. Empfohlenes Angebot Milchschaaf: Laktation

LG kg	Milch kg/Tag	Tägliches Angebot							Ø TS-Verzehr kg/Tag
		NEL MJ	APD g	Ca g	P g	Mg g	Na g	K g	
Laktationsbeginn									
50	1.5	10.5	165	12.0	6.5	3.0	2.0	6.5	1.7
	2.0	12.6	204	15.5	8.5	3.5	2.0	7.5	2.1
	2.5	14.7	242	18.5	9.5	4.0	2.5	8.5	2.3
60	1.5	11.1	172	12.0	6.5	3.5	2.0	7.0	1.8
	2.0	13.2	211	15.5	8.5	4.0	2.0	8.0	2.2
	2.5	15.3	249	18.5	10.0	4.5	2.5	9.0	2.4
	3.0	17.4	288	22.0	11.5	5.0	2.5	10.0	2.6
70	1.5	11.7	179	12.5	7.0	3.5	2.0	7.5	1.9
	2.0	13.8	218	16.0	8.5	4.0	2.5	8.5	2.3
	2.5	15.9	256	19.0	10.0	4.5	2.5	9.5	2.5
	3.0	18.0	295	22.0	11.5	5.0	3.0	10.5	2.7
80	1.5	12.3	186	12.5	7.0	4.0	2.5	8.0	2.0
	2.0	14.4	225	16.0	9.0	4.5	2.5	9.0	2.4
	2.5	16.5	263	19.0	10.5	5.0	3.0	10.0	2.6
	3.0	18.6	302	22.0	12.0	5.5	3.0	11.0	2.8
Laktationsmitte									
50	1.5	11.3	179	12.5	7.0	3.0	2.0	6.5	2.0
	2.0	13.7	222	16.0	8.5	3.5	2.0	7.5	2.3
60	1.5	11.9	186	12.5	7.0	3.5	2.0	7.0	2.1
	2.0	14.3	229	16.0	9.0	4.0	2.0	8.0	2.4
	2.5	16.6	272	19.0	10.5	4.5	2.5	9.0	2.6
70	1.5	12.5	193	13.0	7.5	3.5	2.0	7.5	2.2
	2.0	14.9	236	16.0	9.0	4.0	2.5	8.5	2.5
	2.5	17.2	279	19.0	10.5	4.5	2.5	9.5	2.7
80	1.5	13.1	200	13.0	7.5	4.0	2.5	8.0	2.3
	2.0	15.5	243	16.5	9.0	4.5	2.5	9.0	2.6
	2.5	17.8	286	19.5	10.5	5.0	3.0	10.0	2.8
Laktationsende									
50	0.5	7.0	96	6.0	3.5	2.0	1.5	4.5	1.4
	1.0	9.6	143	9.5	5.5	2.5	1.5	5.5	1.7
60	0.5	7.6	103	6.0	4.0	2.5	1.5	5.0	1.5
	1.0	10.2	150	9.5	5.5	3.0	1.5	6.0	1.8
70	0.5	8.2	110	6.5	4.0	2.5	1.5	5.5	1.6
	1.0	10.8	157	9.5	5.5	3.0	2.0	6.5	1.9
80	0.5	8.8	117	6.5	4.0	3.0	2.0	6.0	1.7
	1.0	11.4	164	10.0	6.0	3.5	2.0	7.0	2.0

Tabelle 11.7. Empfohlenes Angebot für männliche Zucht- und Mastlämmer: Geringes Wachstumspotenzial

LG kg	Δ LG g/Tag	Tägliches Angebot						Ø TS- Verzehr kg/Tag
		NEV MJ	APD g	Ca g	P g	Mg g	Na g	
15	150	3.9	65	4.5	2.0	0.5	0.5	0.6
	200	4.0	78	5.5	2.5	0.5	0.5	0.6
	250	4.1	92	6.5	2.5	0.5	0.5	0.6
	300	4.2	108	7.5	3.0	0.5	1.0	0.6
20	150	5.0	69	5.0	2.5	0.5	0.5	0.8
	200	5.2	82	6.0	2.5	0.5	0.5	0.8
	250	5.4	96	7.0	3.0	0.5	1.0	0.8
	300	5.6	110	8.0	3.5	1.0	1.0	0.8
25	150	6.0	71	5.5	2.5	1.0	1.0	1.0
	200	6.4	84	6.5	3.0	1.0	1.0	1.0
	250	6.8	97	8.0	3.5	1.0	1.0	1.0
	300	7.2	110	9.0	4.0	1.0	1.0	1.0
	350	7.6	123	10.0	4.5	1.0	1.0	1.0
30	150	7.0	73	6.0	3.0	1.0	1.0	1.2
	200	7.6	86	7.5	3.5	1.0	1.0	1.2
	250	8.2	98	8.5	4.0	1.5	1.0	1.2
	300	8.7	111	10.0	4.5	1.5	1.0	1.2
	350	9.2	123	11.0	4.5	1.5	1.0	1.2
	400	9.6	136	12.0	5.0	1.5	1.0	1.2
35	200	8.8	87	8.0	4.0	1.5	1.0	1.4
	250	9.5	99	9.5	4.5	1.5	1.0	1.4
	300	10.1	110	10.5	5.0	1.5	1.0	1.4
	350	10.8	122	12.0	5.0	2.0	1.0	1.4
	400	11.4	134	13.5	5.5	2.0	1.0	1.4

Tabelle 11.8. Empfohlenes Angebot für weibliche Zucht- und Mastlämmer: Geringes Wachstumspotenzial

LG kg	Δ LG g/Tag	Tägliches Angebot						Ø TS- Verzehr kg/Tag
		NEV MJ	APD g	Ca g	P g	Mg g	Na g	
15	150	4.7	62	4.5	2.0	0.5	0.5	0.6
	200	4.8	75	5.5	2.5	0.5	0.5	0.6
	250	4.9	87	6.5	2.5	0.5	0.5	0.6
20	150	5.5	65	5.0	2.5	0.5	0.5	0.8
	200	5.8	78	6.0	2.5	0.5	0.5	0.8
	250	6.1	90	7.0	3.0	0.5	1.0	0.8
	300	6.3	103	8.0	3.5	1.0	1.0	0.8
25	150	6.4	68	5.5	2.5	1.0	1.0	1.0
	200	6.8	80	6.5	3.0	1.0	1.0	1.0
	250	7.2	91	8.0	3.5	1.0	1.0	1.0
	300	7.6	103	9.0	4.0	1.0	1.0	1.0
30	150	7.2	70	6.0	3.0	1.0	1.0	1.2
	200	7.8	81	7.5	3.5	1.0	1.0	1.2
	250	8.4	93	8.5	4.0	1.5	1.0	1.2
	300	8.9	104	10.0	4.5	1.5	1.0	1.2

Tabelle 11.9. Empfohlenes Angebot für männliche Zucht- und Mastlämmer: Hohes Wachstumspotenzial

LG kg	Δ LG g/Tag	Tägliches Angebot						Ø TS-Verzehr kg/Tag
		NEV MJ	APD g	Ca g	P g	Mg g	Na g	
20	150	4.3	71	5.0	2.5	0.5	0.5	0.8
	200	4.6	85	6.0	2.5	0.5	0.5	0.8
	250	4.9	99	7.0	3.0	0.5	1.0	0.8
	300	5.2	113	8.0	3.5	1.0	1.0	0.8
25	150	5.2	73	5.5	2.5	1.0	1.0	1.0
	200	5.4	86	6.5	3.0	1.0	1.0	1.0
	250	5.6	100	8.0	3.5	1.0	1.0	1.0
	300	5.8	114	9.0	4.0	1.0	1.0	1.0
	350	5.9	127	10.0	4.5	1.0	1.0	1.0
30	150	6.0	75	6.0	3.0	1.0	1.0	1.2
	200	6.3	88	7.5	3.5	1.0	1.0	1.2
	250	6.6	101	8.5	4.0	1.5	1.0	1.2
	300	6.8	114	10.0	4.5	1.5	1.0	1.2
	350	7.0	127	11.0	4.5	1.5	1.0	1.2
	400	7.2	142	12.0	5.0	1.5	1.0	1.2
35	150	6.8	76	7.0	3.5	1.5	1.0	1.4
	200	7.2	89	8.0	4.0	1.5	1.0	1.4
	250	7.6	101	9.5	4.5	1.5	1.0	1.4
	300	7.8	114	10.5	5.0	1.5	1.0	1.4
	350	8.0	126	12.0	5.0	2.0	1.0	1.4
	400	8.2	139	13.5	5.5	2.0	1.0	1.4
	450	8.3	150	14.5	6.0	2.0	1.0	1.4
40	200	8.1	90	9.0	4.5	2.0	1.0	1.6
	250	8.7	102	10.5	5.0	2.0	1.0	1.6
	300	9.1	115	12.0	5.5	2.0	1.0	1.6
	350	9.4	127	13.0	5.5	2.0	1.0	1.6
	400	9.6	140	14.5	6.0	2.5	1.0	1.6
	450	9.8	153	16.0	6.5	2.5	1.5	1.6

Tabelle 11.10. Empfohlenes Angebot für weibliche Zucht- und Mastlämmer: Hohes Wachstumspotenzial

LG kg	Δ LG g/Tag	Tägliches Angebot						Ø TS-Verzehr kg/Tag
		NEV MJ	APD g	Ca g	P g	Mg g	Na g	
20	150	5.0	67	5.0	2.5	0.5	0.5	0.8
	200	5.3	80	6.0	2.5	0.5	0.5	0.8
	250	5.5	93	7.0	3.0	0.5	1.0	0.8
	300	5.7	106	8.0	3.5	1.0	1.0	0.8
25	150	5.7	69	5.5	2.5	1.0	1.0	1.0
	200	5.9	82	6.5	3.0	1.0	1.0	1.0
	250	6.1	94	8.0	3.5	1.0	1.0	1.0
	300	6.3	107	9.0	4.0	1.0	1.0	1.0
	350	6.5	119	10.0	4.5	1.0	1.0	1.0
30	150	6.3	72	6.0	3.0	1.0	1.0	1.2
	200	6.6	84	7.5	3.5	1.0	1.0	1.2
	250	6.9	95	8.5	4.0	1.5	1.0	1.2
	300	7.2	107	10.0	4.5	1.5	1.0	1.2
	350	7.4	119	11.0	4.5	1.5	1.0	1.2
35	150	6.9	73	7.0	3.5	1.5	1.0	1.4
	200	7.4	84	8.0	4.0	1.5	1.0	1.4
	250	7.8	96	9.5	4.5	1.5	1.0	1.4
	300	8.1	107	10.5	5.0	1.5	1.0	1.4
	350	8.3	118	12.0	5.0	2.0	1.0	1.4
	400	8.5	130	13.5	5.5	2.0	1.0	1.4
40	200	8.3	76	9.0	4.5	2.0	1.0	1.6
	250	8.9	87	10.5	5.0	2.0	1.0	1.6
	300	9.4	99	12.0	5.5	2.0	1.0	1.6
	350	9.7	110	13.0	5.5	2.0	1.0	1.6
	400	9.9	121	14.5	6.0	2.5	1.5	1.6

Tabelle 11.11. Empfohlenes Angebot Schafbock

LG kg	Tägliches Angebot						Ø TS-Verzehr kg/Tag
	NEL MJ	APD g	Ca g	P g	Mg g	Na g	
50	4.9	55	3.0	2.0	1.5	1.0	1.1
60	5.5	62	3.0	2.0	2.0	1.0	1.2
70	6.1	69	3.0	2.5	2.0	1.5	1.3
80	6.7	76	3.5	2.5	2.5	1.5	1.4
90	7.3	87	3.5	3.0	2.5	1.5	1.6
100	8.0	94	4.0	3.0	3.0	2.0	1.7

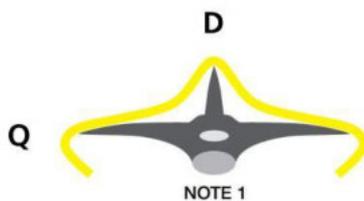
Tabelle 11.12. Empfohlenes Angebot an Spurenelementen und Vitaminen für das Schaf

Empfohlenes Angebot an Spurenelementen in mg je kg Futter-TS		Vitamine in IE bzw. mg	
Fe	30	Vitamin A pro kg LG u. Tag Vitamin D pro kg LG u. Tag Vitamin E pro Tag	50 – 100 ²⁾ 6 ³⁾ 20 – 40 ²⁾
I	0.2 – 0.6 ¹⁾		
Cu	5		
Mn	40		
Zn	50		
Co	0.1		
Mo	0.1		
Se	0.1		

- 1) Tiere mit hoher Milchleistung
 2) Unterer Wert : geringe Leistung (z.B. Beginn Trächtigkeit);
 Oberer Wert : hohe Leistung (z.B. Laktationsbeginn)
 3) Bei Stallhaltung

Abbildung 11.1. Einschätzung des Nährzustandes der Aue (nach Bocquier et al. 1988)

Note 0 Extrem abgemagert, am Rande des Todes.



Note 1 Hervorstehende, spitze Dornfortsätze (D), spitze Querfortsätze (Q) ; Nierenstück mit dünnem Muskelkern und ohne Fettauflage.



Note 2 Noch vorstehende, jedoch sich wellenartig anfühlende Dornfortsätze; abgerundete Querfortsätze; Nierenstück mit mittlerem Muskelkern und geringer Fettauflage.



Note 3 Wellenartige, nur bei Fingerdruck einzeln spürbare Dornfortsätze; belegte Querfortsätze, deren Ende nur bei starkem Druck spürbar; Nierenstück mit vollem Muskelkern und mittlerer Fettauflage.

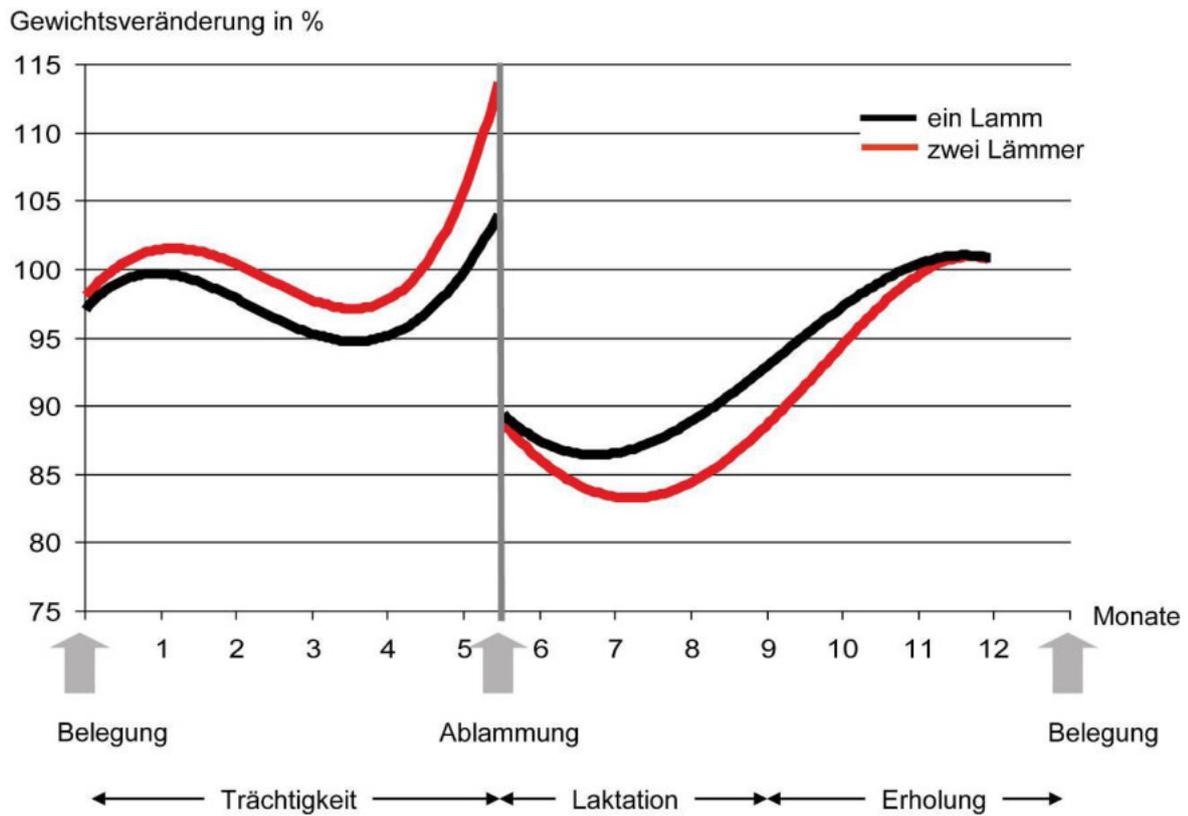


Note 4 Nur bei Druck als harte Linie spürbare, zwischen den mit Fett belegten Nierenstücken liegende Dornfortsätze; Nierenstück mit vollem Muskelkern und starker Fettauflage.



Note 5 Dornfortsätze nicht spürbar; mit Fett belegte, hervortretende, durch eine Rinne abgegrenzte Nierenstücke; Querfortsätze nicht spürbar; sehr voller Muskelkern mit sehr dicker Fettauflage; starke Fettauflage auf Kruppe und Schwanz.

Abbildung 13.2. Gewichtsveränderung der Aue während eines Produktionszyklus (nach Dedieu et al. 1991)



Version: Oktober 2017

Herausgeber: Agroscope

Redaktion: R. Daccord, J. Kessler, Revision 2009 und 2017 Y. Arrigo, E. Frioud

Copyright: Agroscope

Bitte bei Reproduktion Quelle angeben

12. Fütterungsempfehlungen für die Ziege

Jürg Kessler, Roger Daccord, Yves Arrigo

Inhaltsverzeichnis

12.	Fütterungsempfehlungen für die Ziege	2
12.1	Fressverhalten, Futtermittelverzehr und Wasserkonsum.....	2
12.2	Fütterungsempfehlungen	3
12.2.1	Energie und stickstoffhaltige Substanz.....	3
12.2.2	Mineralstoffe und Vitamine	5
12.3	Fütterungshinweise	6
12.3.1	Milchziege	6
12.3.2	Ziegenbock.....	7
12.3.3	Aufzucht	7
12.4	Literatur.....	7
12.5	Tabellen	8
12.6	Abbildungen.....	12



12. Fütterungsempfehlungen für die Ziege

Aktualisierung 2013: Um die vorliegenden Fütterungsempfehlungen für laktierende Ziegen bezüglich Futtermittelverzehr zu überprüfen, wurde im März 2012 am Landwirtschaftszentrum in Visp gemeinsam von Agridea und Agroscope ein Versuch durchgeführt. Die Resultate zeigen, dass eine zusätzliche Raufuttergabe von 12.5 und 20 % TS, unter Berücksichtigung der in den Fütterungsempfehlungen eingerechneten 10 bis 20 % Futterresten, die Tierleistungen nicht beeinflusste (Gewicht und Milchproduktion). Tiere, die mit höherem Futterangebot leicht mehr frassen, verlasen das Futter weniger, was zu Resten mit erheblich höheren Nährstoffgehalten führte, oder anders formuliert: zu viel vorgelegtes Raufutter wird nicht mehr mit der gleichen Effizienz verwertet, was zu einer Verschwendung führt. Um dies zu verhindern, gilt es, die Ziegen effizient zu füttern, indem ein Gleichgewicht zwischen vorgelegtem Raufutter und Futterresten gefunden wird.

Die Resultate aus diesem Versuch bestätigen das Verzehrverhalten der Ziege und stellen die vorliegenden Fütterungsempfehlungen nicht in Frage. Diese wurden im Folgenden dementsprechend nicht revidiert. ([Arrigo et al., 2013](#))

Die Kenntnisse über das Verzehrverhalten der Ziege sowie über deren Nähr- und Mineralstoffbedarf haben sich seit der letzten Auflage des vorliegenden Buches deutlich verbessert. Für die Beantwortung verschiedener Fragen gilt es aber auch heute noch, unter Berücksichtigung der verhaltensspezifischen und physiologischen Eigenschaften der Ziege, von den bei Schaf und Rind vorliegenden Ergebnissen auszugehen.

12.1 Fressverhalten, Futtermittelverzehr und Wasserkonsum

Obwohl der Ziege ein kapriziöses Verzehrverhalten zugeschrieben wird, finden sich auch bei ihr wie bei anderen Wiederkäuern gewisse Gesetzmässigkeiten. So wird der Futtermittelverzehr von den drei Grössen Futter, Tier und Umwelt bestimmt.

Futter: Je nach Futterart lassen sich bei der Ziege unterschiedliche Mengen an Futterresten beobachten. Diese Resten können beim Gras 30 % (Stallfütterung) bis 60 % (nicht optimale Weidehaltung) der zur Verfügung stehenden Futtermenge ausmachen. Die entsprechenden Werte liegen beim Heu bei 20 % und bei der Grassilage bei 10–15 %. Aber nicht nur die Art, sondern auch die Qualität des Futters beeinflusst den Verzehr. In eigenen Versuchen mit Saanenziegen, die Heu guter (5.4 MJ NEL pro kg TS) und schlechter (4.6 MJ NEL pro kg TS) Qualität zur freien Verfügung vorgelegt erhielten, verzehrten die Ziegen vom schlechten Heu rund 40 % weniger. Im Weiteren bestimmt auch die Zusammensetzung der Ration die Futteraufnahme. Zum Beispiel nehmen die Futterresten mit steigendem Kraffutteranteil in der Ration prozentual ab. Nicht zuletzt beeinflussen auch die Futterstruktur und der Geschmack die Futteraufnahme. So bevorzugt die Ziege die Gerste im Vergleich zum Mais. Die Melasse wird von ihr sehr geschätzt, während Rohfett in Bezug auf die Schmackhaftigkeit eher schlecht abschneidet.

Tier: Beim Faktor Tier gilt es, eine Eigenheit der Ziege hervorzuheben, nämlich ihr wählerisches Verzehrverhalten. Sie zieht die Blätter den Stängeln vor, und innerhalb der Stängel wählt sie diejenigen mit dem geringsten Gehalt an Rohfaser aus. Dies hat zur Folge, dass die Qualität des verzehrten Futters je nach Ration und Höhe der Futterresten 5–20 % über derjenigen des vorgelegten Futters liegt.

Bei der Futteraufnahme lassen sich bei der Ziege folgende Phasen unterscheiden:

Erkundungsphase:	Ziege macht Inventar des vorgelegten Futters
Aufnahmephase:	Ziege nimmt intensiv Futter auf, um den Hunger zu stillen
Auswahlphase:	Ziege wählt im Restfutter zusagendes Futter aus, wobei die Futteraufnahme häufig durch Wasser und Salzaufnahme unterbrochen wird.

Der Futtermittelverzehr ist umso grösser, je mehr die Ziege die Auswahlphase «leben» kann. Dies bedeutet unter anderem ausreichend lange Fresszeiten (min. 5–6 h pro Tag) und freier Zugang zum Wasser. Der Futtermittelverzehr der Ziege wird ebenfalls durch das Alter der Tiere beeinflusst. Als Faustregel gilt, dass der Verzehr vom 1. zum 2. Lebensjahr um 50 % und vom 2. zum 3. Lebensjahr um 15 % zunimmt. Schwere Tiere fressen mehr als leichte, wobei man mit einem Mehrverzehr pro 10 kg LG von 100 g TS rechnet. Den grössten Einfluss auf den Futtermittelverzehr der Ziege besitzt die Milchleistung. Hier geht man von einem Mehrverzehr von 300–400 g je kg produzierte Milch aus. Wie eigene Versuche aufzeigen, nimmt der Futtermittelverzehr im Zeitraum vier Wochen vor dem Ablammen bis zum Ablammen um rund 20 % ab. Danach steigt er wiederum an und erreicht 6 bis 10 Wochen nach dem Ablammen den höchsten Wert.

Umwelt: Die Hauptmahlzeiten fallen bei der Ziege auf den Morgen und den frühen Nachmittag. Dies bedeutet beispielsweise, dass durch ein frühzeitiges Füttern am Nachmittag der Futtermittelverzehr angehoben werden kann. Erhalten Jungtiere bereits im Alter von 4 bis 10 Monaten die Futtermittel vorgelegt, welche später den Hauptteil der Ration ausmachen, so können Adaptationsprobleme vermindert und der Anteil Resten reduziert werden.

Fasst man die verschiedenen, die Futteraufnahme der Ziege beeinflussenden Grössen zusammen, so kann der maximale tägliche Futterverzehr mit nachstehender Formel geschätzt werden:

$$\text{TS-Verzehr in kg pro Tag} = 0.9 + \frac{\text{kg LG}}{100} + 0.27 \cdot \text{kg Milch}$$

- Im 1. und 2. Laktationsmonat ist der Schätzwert um zirka 15 bzw. 10 % zu reduzieren.
- In den letzten vier Wochen vor dem Ablammen ist der Schätzwert um 20 % zu reduzieren

Eng mit dem Futterverzehr verbunden ist der Wasserbedarf der Ziege. Er kann auf Grund des TS-Gehaltes der Ration nach folgender Formel geschätzt werden (Giger-Reverdin und Gihad 1991):

$$\text{Wasseraufnahme (g/kg LG}^{0.75}) = 2.98 \cdot \text{TS-Verzehr (g/kg LG}^{0.75}) + 0.854 \cdot \text{TS-Gehalt Ration (\%)} \\ \text{(Formel nicht gültig für Grünfütterationen mit einem TS-Gehalt unter 20 \%)}$$

Faustregel: 3.5 l pro kg Futter-TS

Neben dem TS-Gehalt der Ration beeinflussen auch die Milchleistung und die Umgebungstemperatur den Wasserkonsum.

12.2 Fütterungsempfehlungen

12.2.1 Energie und stickstoffhaltige Substanz

Wie bei den übrigen Wiederkäuern bildet unter unseren Verhältnissen auch bei der Ziege die Energie den wichtigsten, die Leistung begrenzenden Faktor. Es ist ebenfalls die Energie, welche weitgehend den Preis der Ziegenration bestimmt. Eine wirtschaftliche Fütterung der Ziege ist nur dann möglich, wenn wir den Nährstoffbedarf der Ziege so genau wie möglich kennen. Auf diesen Kenntnissen aufbauend, können wir eine Fütterungsstrategie entwickeln, die als Grundlage für die Fütterungsempfehlungen (Tab. 12.1 bis 12.5) dient. Während dem Ende der Trächtigkeit und dem Laktationsanfang weichen sie von den strengen Anforderungen ab. Zu Beginn der Laktation werden Körperreserven abgebaut, die später wieder aufgebaut werden.

Erhaltung: Gemäss Sauvant und Morand-Fehr (1991) beträgt der durchschnittliche Erhaltungsbedarf der ausgewachsenen Ziege an Nettoenergie Erhaltung 0.322 MJ/kg LG^{0.75}. In Nettoenergie Milch (NEL) ausgedrückt, bedeutet dies 0.268 MJ. Dieser Wert liegt leicht über dem bis heute verwendeten Wert von 0.24 MJ (Kessler 1984). Im Vergleich zum Schaf ist der Wert etwas höher, hingegen liegt er unter dem Wert der Milchkuh.

Je nach Umwelt und Aktivität der Ziege variiert der energetische Erhaltungsbedarf. Auf der Weide kann er um 20 bis 50 % zunehmen. In steilem Gelände und in Trockengebieten kann die Differenz noch grösser sein. Der nach verschiedenen Methoden bestimmte Erhaltungsbedarf für die stickstoffhaltige Substanz beträgt bei der Ziege 2.3 g APD je kg LG^{0.75} (Morand-Fehr et al. 1987). Bei der Angoraziege mit einer jährlichen Wollproduktion von 5 kg liegt der APD-Bedarf bei 2.9 g je kg LG^{0.75}.

Trächtigkeit: Während der ersten drei Trächtigkeitsmonate ist der Nährstoffbedarf des Uterus und des Fötus nur gering. Das empfohlene Energieangebot entspricht demjenigen für die Erhaltung. Im vierten Trächtigkeitsmonat muss dieser Wert um 13 % und im letzten Trächtigkeitsmonat um 25 % erhöht werden (Morand-Fehr et al. 1987).

Über den Bedarf an stickstoffhaltiger Substanz für die Trächtigkeit gibt es bei der Ziege nur wenige Versuchsergebnisse. Nach Morand-Fehr und Sauvant (1988) liegt der Bedarf im vierten Trächtigkeitsmonat 60 % und im fünften 120 % über dem Erhaltungsbedarf (Sauvant und Morand-Fehr 1991).

Laktation: Der Energiegehalt von Ziegenmilch mit 4 % Fett beträgt 2.97 MJ NEL/kg. Für andere Fettgehalte ist er mit folgender Formel zu korrigieren (Sauvant et Morand-Fehr 1991):

$$\text{NEL der Milch} = 2.97 + 0.047 (\text{RL} - 40)$$

NEL der Milch: Energiegehalt der Milch in MJ/kg

RL: Fettgehalt der Milch in g/kg

Um Vergleiche mit den französischen Fütterungsempfehlungen (Morand-Fehr und Sauvant 1988) zu erleichtern, wird der Energiebedarf für die Laktation auf eine Milch mit 3.5 % Fett bezogen. Das empfohlene Angebot beträgt somit 2.73 MJ NEL pro kg Milch. Der Wert liegt unter der Kuh- (3.14 MJ NEL/kg) und Schafmilch (4.1 bis 5.6 MJ NEL/kg).

Ziegen mit einer hohen Milchleistung (Abb. 12.1) weisen auch einen grossen Energiebedarf auf, den es korrekt zu decken gilt. Wie die Entwicklung der Milchzusammensetzung der Ziegen der Forschungsanstalt Posieux zeigt, liegt der Fettgehalt im ersten Laktationsmonat sowie zu Laktationsende bei über 3.5 % (Abb. 12.2). Dies trifft sowohl für die erst- als auch für die mehrlaktierenden Ziegen zu. Im Gegensatz dazu weist die Milch von erstlaktierenden Ziegen einen niedrigeren Laktosegehalt auf.

Wie bei der Milchkuh beträgt auch bei der Ziege die APD-Verwertung für die Synthese von Milchprotein 0.64. Für ein Kilogramm Milch mit einem durchschnittlichen Proteingehalt von 29 g sind somit 45 g APD notwendig. Die Entwicklung des Milchproteingehaltes im Verlaufe der Laktation deckt sich mit der des Fettgehaltes (Abb. 12.2), wobei die Milch von erstlaktierenden Ziegen im Vergleich zu den Ziegen mit zwei und mehr Laktationen einen etwas höheren Proteingehalt hat.

Im ersten Laktationsmonat toleriert die Ziege ein leichtes APD-Defizit in der Grössenordnung von 22 bis 45 g pro Tag bei einer täglichen Milchproduktion von >3 kg. Da die Ziege nur sehr begrenzte Körperreserven an Protein besitzt, ist das Defizit jedoch so klein wie möglich zu halten.

Verwertung der Körperreserven

Nach Sauvant und Morand-Fehr (1991) beträgt der Energiegehalt von einem Kilogramm abgebauter Körpersubstanz 26 MJ NEL. Bei einem Gewichtsverlust der Ziege im ersten Laktationsmonat von 1 kg pro Woche bedeutet dies, dass dem Tier aus den Körperreserven pro Tag 3.7 MJ NEL für die Milchproduktion zur Verfügung stehen. Im zweiten Laktationsmonat sind es noch 1.9 MJ NEL pro Tag bei einem Gewichtsverlust von 0.5 kg pro Woche. Für Ziegen mit einer täglichen Milchleistung von 4 kg und mehr wurden diese Werte bei der Festlegung des empfohlenen Energieangebotes berücksichtigt. Bei Tieren mit einer Milchleistung von 3, 2 und 1 kg pro Tag wurden die Werte um 25 %, 50 % und 75 % reduziert.

Der Energiegehalt je kg Lebendgewichtszunahme beträgt bei der Ziege im Durchschnitt 28 MJ NEL (Morand-Fehr und Sauvant 1988). Die Lebendgewichtszunahme der Ziege nach dem ersten Laktationsdrittel wird weniger vom Laktationsstadium als vielmehr von der Energiebilanz beeinflusst.

Diese Zunahme des Körpergewichtes ist bei den Fütterungsempfehlungen für den 3. und die folgenden Laktationsmonate nicht berücksichtigt. Weist jedoch die Ziege einen ungenügenden Nährzustand auf, muss das Energieangebot entsprechend erhöht werden. Bei einem durchschnittlichen LG von 1.2 kg pro Monat für eine Ziege mit zwei und mehr Laktationen sollte das zusätzliche Energieangebot je Tag ab dem 4. Laktationsmonat 1.1 MJ NEL betragen. Der entsprechende Wert für erstlaktierende Ziegen, die noch nicht ausgewachsen sind und bei welchen von einem LG von 1.4 kg pro Monat ausgegangen wird, liegt bei 2.9 MJ NEL pro Tag. Das Lebendgewicht der Erstlingsziegen der Forschungsanstalt Posieux liegt zu Beginn der ersten Laktation im Durchschnitt rund 20 kg unter dem der zweit- und mehrlaktierenden Ziegen (Abb. 12.3). Am Ende der ersten Laktation beträgt die Differenz noch 16 kg. Die grösste Lebendgewichtszunahme zeigen dann die Tiere während der zweiten Laktation. Besteht die Ration aus einem Raufutter guter Qualität, erübrigt sich in der Praxis oft diese zusätzliche Energiegabe für das Wachstum. Die Ziege nimmt dann mehr Energie auf, als für die reine Deckung des Energiebedarfes für die Milchbildung notwendig wäre.

Wachstum: Der Energiebedarf für das Wachstum ergibt sich aus dem Erhaltungsbedarf sowie dem Energiegehalt des Ansatzes. Die Kenntnisse über diese beiden Grössen sind bei der Ziege noch sehr lückenhaft. Nach dem Absetzen weist das Zicklein einen dem adulten Tier vergleichbaren Erhaltungsbedarf auf (Sanz Sampelayo et al. 1991).

Parallel zur Abnahme des Proteingehaltes im Ansatz verringert sich der APD-Bedarf des Zickleins vom 1. zum 7. Lebensmonat von 70 auf 56 g. Die APD-Verwertung für den Ansatz beträgt im Durchschnitt 0.65.

12.2.2 Mineralstoffe und Vitamine

Die notwendigen Informationen zur Berechnung der Fütterungsempfehlungen für Ca, P, Mg, Na und K sind im Kapitel 4.1 aufgeführt. Die in den Fütterungsempfehlungen verwendeten Koeffizienten für die Mineralstoffe Ca und Mg betragen 40 % bzw. 20 %. Die Empfehlungen für die Spurenelemente sind in der Tabelle 12.8 dargestellt.

Über das empfohlene Angebot an Vitaminen für die Ziege gibt Tabelle 12.8 Auskunft. Das Wissen über den Vitaminstoffwechsel und insbesondere über den Vitaminbedarf der Ziege ist sehr lückenhaft. Deshalb dienen die von Rind und Schaf vorliegenden Erkenntnisse als Grundlagen, wobei, sofern möglich, die verhaltensspezifischen und physiologischen Eigenschaften der Ziege berücksichtigt wurden. Dies gilt es bei der Interpretation des empfohlenen Angebotes an Vitaminen zu beachten.

Ob die Ziege wie die Milchkuh einen spezifischen Bedarf für **β -Carotin** hat, kann gegenwärtig nicht beantwortet werden. Damit ist es auch nicht möglich, Hinweise über eine eventuelle Ergänzung der Ration mit diesem Wirkstoff zu geben. Fest steht, dass im β -Carotinstoffwechsel von Ziege und Rind erhebliche Unterschiede bestehen und somit Vergleiche kaum möglich sind.

Im Sommer deckt die Ziege ihren Bedarf an **Vitamin A** über die im Grünfutter reichlich vorkommenden Provitamine A. Im Winter hingegen muss die Ration im Allgemeinen mit Vitamin A ergänzt werden. Zwischen den verschiedenen Literaturangaben bestehen in Bezug auf das empfohlene Vitamin A-Angebot grosse Unterschiede. In Tabelle 12.8 ist der tiefste und höchste Wert aufgeführt. Mit einem Mangel an **Vitamin D** muss bei der Ziege bei reiner Stallhaltung und bei Verfütterung von Rationen mit geringen Anteilen an sonnengetrocknetem Raufutter gerechnet werden. Hier ist eine Vitamin D-Ergänzung angebracht

Wie beim Vitamin A kann auch beim Vitamin D nur eine Spannweite, in welcher das empfohlene Angebot liegen dürfte, angegeben werden. Übliche Winterrationen für Ziegen sind arm an **Vitamin E** und müssen mit diesem Wirkstoff ergänzt werden. Häufig enthält auch die Ration Stoffe wie ungesättigte Fettsäuren, Vitamin A im Überschuss, Schadstoffe von Schimmelpilzen usw., die den Vitamin E-Bedarf erhöhen. Im Sommer hingegen deckt das Grünfutter den Vitamin E-Bedarf der Ziege. Die Angaben über das empfohlene Angebot an Vitamin E sind recht vage. Je nach Autor reichen 5–100 mg Vitamin E pro Tag zur Bedarfsdeckung aus.

Ein Mangel an **Vitamin B1** ist bei der Ziege immer wieder anzutreffen (Hirnrindennekrose). Ausgelöst wird er unter anderem durch bestimmte Bakterien und Pilze (insbesondere Schimmelpilze), die das Vitamin zerstören. Zudem ist bekannt, dass kohlehydratreiche Rationen den Vitamin B1-Bedarf erhöhen. Dem Mangel kann durch eine Ergänzung der Ration mit Vitamin B1 in der Grössenordnung von 10 mg pro Tag vorgebeugt werden. Auf keinen Fall darf verschimmelttes Futter verfüttert werden.

12.3 Fütterungshinweise

12.3.1 Milchziege

Der Produktionszyklus der Milchziege lässt sich in folgende Abschnitte gliedern:

Startphase:	Intervall Ablammen bis und mit 2. Laktationsmonat
Produktionsphase:	3. Laktationsmonat bis und mit 3. Trächtigkeitsmonat
Reproduktions- und Vorbereitungsphase:	4. und 5. Trächtigkeitsmonat

Im Folgenden sollen die wichtigsten Merkmale sowie einige Fütterungsregeln in Bezug auf die einzelnen Produktionsphasen zusammenfassend skizziert werden.

Startphase: Typisch für die Startphase sind der durch die einsetzende Laktation rasch ansteigende Nähr- und Mineralstoffbedarf. Da zudem der Futtermittelverzehr hinter der Milchleistung nachhinkt (max. 6 bis 10 Wochen nach dem Ablammen), müssen Ziegen mit einer ansprechenden Milchleistung auf ihre Körperreserven zurückgreifen, um den erhöhten Bedarf zu decken. Dies gilt insbesondere für die Energie (siehe Kap. 12.2: Verwertung der Körperreserven). Durch die Mobilisation von Körperreserven kann eine Ziege in den ersten zwei Laktationsmonaten bis zu 8 kg des Körpergewichtes verlieren. Bestehen nur ungenügende Reserven, so kann ein plötzlicher Abfall in der Milchproduktion die Folge sein. Bei ausreichenden Reserven, aber zu geringem Energieangebot im Futter, kommt es hingegen zu einem übermäßigen Fettabbau und zu Stoffwechselstörungen (Azetonämie). Ziel der Fütterung in der Startphase muss es sein, über die Futterqualität und die Fütterungstechnik eine möglichst hohe Futteraufnahme zu erreichen und damit das Energiedefizit so klein wie möglich zu halten. Die wichtigsten Grundregeln zur Erzielung eines optimalen Futtermittelverzehrs lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Raufutter guter Qualität einsetzen (>5.5 MJ NEL/kg TS)
- Gewisse Mengen an Resten akzeptieren
- Ausreichend lange Fresszeiten vorsehen (min. 6 h pro Tag)
- Futterumstellungen stufenweise durchführen
- Kraffuttermenge schrittweise um rund 200 g pro Woche erhöhen
- Kraffutter in mehreren Gaben pro Tag vorlegen
- Verschiedene Futtermittel wie beispielsweise Rüben steigern den Appetit.

Produktionsphase: In der Produktionsphase, die weitgehend mit der Grünfütterperiode zusammenfällt, erreicht der Futtermittelverzehr der Ziege sein Maximum, während sich die Milchproduktion verflacht und abzufallen beginnt. Die Ziege kann im Allgemeinen ihren Nähr- und Mineralstoffbedarf ohne Schwierigkeiten decken und das Angebot reicht zudem aus, um die in der Startphase abgebauten Körperreserven zu erneuern. Es gilt jedoch, darauf zu achten, dass die Tiere nicht gemästet werden. Ungenügender Futtermittelverzehr in den letzten Trächtigkeitswochen, Schweregeburten und weitere Störungen wären sonst die Folge. Auch in der Produktionsphase kann durch den Einsatz von Raufutter guter Qualität Kraffutter gespart werden.

Reproduktions- und Vorbereitungsphase: Die Reproduktions- beziehungsweise Vorbereitungsphase bildet in der Ziegenfütterung eine kritische Periode. Die Ziege muss gleichzeitig auf das Ablammen und auf die nächste Laktationsperiode vorbereitet werden. Rund 85 % des Fötenwachstums fallen in diese Zeit, was einen deutlichen Anstieg im Nähr- und Mineralstoffbedarf zur Folge hat. Durch den wachsenden Fötus wird zudem das Pansenvolumen eingeschränkt und die Futteraufnahme beeinträchtigt. Durch eine Ergänzung des Raufutters mit beispielsweise 200 g Getreide pro Tag in der 6. bis 4. beziehungsweise 300 g in den letzten drei Wochen vor dem Ablammen lässt sich der wachsende Bedarf decken. Dabei kann die vorgelegte Kraffuttermenge je nach Nährzustand des Tieres und der Qualität des verfütterten Raufutters variieren. Vermag die Ziege in dieser Periode ihren Energiebedarf nicht zu decken, so kommt es zur so genannten Trächtigkeitstoxikose (mühsame Fortbewegung, vermindertes Ansprechen auf Geräusche und visuelle Reize, Festliegen, Koma, Tod). Von der Krankheit werden vorab Tiere mit Mehrlingsträchtigkeiten erfasst. Im Weiteren fördern schlechte Stallverhältnisse und Stress (Futterwechsel, Stallwechsel, Rangkämpfe usw.) das Auftreten dieser Stoffwechselkrankheit. Wie eine Unter- ist auch eine Energieübersorgung zu vermeiden. Ansonsten wird zu viel Fett im Abdominalgewebe eingelagert, was eine Verminderung des Pansenvolumens und letztlich des Futtermittelverzehrs zur Folge hat. Damit wird aber das Risiko einer Trächtigkeitstoxikose erhöht. Durch eine korrekte Energieversorgung und das Vermeiden von Stress kann der Trächtigkeitstoxikose wirksam vorgebeugt werden.

Eine korrekte Energieversorgung bedeutet unter anderem auch eine optimale Futteraufnahme. Durch die Verfütterung eines qualitativ guten Raufutters (>5.5 MJ NEL pro kg TS) lässt sich im Vergleich zu Raufutter geringer Qualität die Raufutteraufnahme der Ziege erhöhen und die Getreidegabe vermindern. Nicht zuletzt werden damit die Voraussetzungen für eine gute Raufutteraufnahme nach dem Ablammen geschaffen.

12.3.2 Ziegenbock

Ausserhalb der Decksaison ist der Ziegenbock entsprechend dem Erhaltungsbedarf einer Milchziege mit gleichem Lebendgewicht zu füttern (Tab. 12.6), wobei das empfohlene Energieangebot um 5 % zu erhöhen ist. In der Decksaison beträgt der Zuschlag 15 %. Da in diesem Zeitpunkt die Fresslust sinkt und der Bedarf leicht zunimmt, ist eine Ergänzung der Ration mit 300–600 g Getreide angezeigt.

12.3.3 Aufzucht

Das empfohlene tägliche Angebot (Tab. 12.7) ist so ausgelegt, dass die weiblichen Zicklein mit rund 7 Monaten ein Lebendgewicht von 32 kg erreichen. Dieses Gewicht gestattet eine erstmalige Besamung der Jungtiere. Da die Lebendgewichtsentwicklung von verschiedenen Grössen wie Absetzalter, Fütterung, Rasse usw. bestimmt wird, muss das tabellierte empfohlene Angebot den jeweiligen Betriebsverhältnissen angepasst werden.

Unabhängig vom Aufzuchtssystem sollte das Zicklein als erste Nahrung Kolostrum erhalten. Diese an Protein, Fett, Mineralstoffen, Vitaminen sowie Antikörpern reiche Milch hilft Tierverluste vermeiden. In einem späteren Zeitpunkt können je nach Betriebsbedingungen Ziegen- oder Kuhmilch sowie Pulvermilch verfüttert werden. Mit welchem Alter die Zicklein abzusetzen sind, darüber gehen die Meinungen auseinander. In Tabelle 12.1 sind zwei Beispiele von Fütterungsplänen für Aufzuchtzicklein als Orientierungshilfe dargestellt.

12.4 Literatur

- ♥ [Arrigo Y., Python P., Müller M., 2013. Mit den Fütterungsempfehlungen für Ziegen Futtermittelverschwendung vermeiden. Kleintierforum, 10, 15-18.](#)
- Giger-Reverdin S. and Gihad E. A., 1991. Water metabolism and intake in goats. In: Goat nutrition. Pudoc, Wageningen. 37–45.
- I.T.O.V.I.C., 1982. Pratique de l'alimentation des caprins. Fontag Press, Limoges. 104 p.
- ♥ Kessler J. 1984. Fütterungsnormen für Ziegen. In: Fütterungsnormen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. 2. Auflage. LmZ, Zollikofen. 88–103.
- Morand-Fehr P., Sauvant D. et Brun-Bellut J., 1987. Recommandations alimentaires pour les caprins. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, INRA 70, 213–222.
- Morand-Fehr P. et Sauvant D., 1988. Alimentation des caprins. Dans: Alimentation des bovins, ovins et caprins. R. Jarrige Ed. INRA, Paris. 282 – 304.
- Sanz Sampelayo M. R., Bas P. and Schmidely P., 1991. Energy nutrition in growing goats. In: Goat nutrition. Pudoc, Wageningen. 73–81.
- Sauvant D. and Morand-Fehr P., 1991. Energy requirements and allowances of adult goats. In: Goat nutrition. Pudoc, Wageningen. 61–72.

12.5 Tabellen

Tabelle 12.1. Fütterungspläne Aufzuchtzicklein (Beispiele)

Beispiel Agroscope	
Periode	Ziegen- oder Kuhmilch Liter pro Tag
1. Tag	Kolostrum
1. Lebenswoche	ad libitum bis 1.0
2. Lebenswoche	1.5
3. Lebenswoche	2.0
bis 18 kg LG	2.0
18-22 kg LG	1.0
23 kg LG	Absetzen
Ab 3. Lebenswoche Heu zur freien Verfügung, ab 18 kg LG Aufzuchtfutter (max. 0.3 kg pro Tag)	

Beispiel (I.T.O.V.I.C)		
Periode	Ziegenmilch Liter pro Tag	Pulvermilch Liter pro Tag
bis 4. Tag	max. 1.5	-
5. Tag	1.0	0.5
6. Tag	0.75	0.75
7. Tag	0.50	1.0
8. bis 9. Tag	-	max. 1.5
10. bis 49. Tag	-	max. 1.7
50. Tag	-	Absetzen

Bezogen auf die Trockensubstanz sollte ein Milchpulver für Zicklein 15–25 % Fett guter Qualität und 20–25 % Rohprotein enthalten. Die Tränketemperatur beträgt in der Regel 35–42°C. Teilweise wird aber auch kalte Milch (14–18°C) vertränkt.

Tabelle 12.2. Ausgangswerte zur Berechnung des Bedarfes an Energie und stickstoffhaltiger Substanz

	Energie MJ NEL	APD g
Erhaltung je kg LG ^{0.75}	0.268	2.3
Erhaltung 4. Monat je kg LG ^{0.75}	0.292	3.7
+ Trächtigkeit 5. Monat je kg LG ^{0.75}	0.328	5.0
Laktation je kg Milch mit 3.5 % Fett	2.73	45
Lebendgewichtsveränderung:		
Ansatz je kg	28	100
Abbau (Mobilisation) je kg	26	

Tabelle 12.5.1. Empfohlenes Angebot Milchziege: 1. Laktationsmonat

LG kg	Milch kg/Tag	Tägliches Angebot							Ø TS- Verzehr kg/Tag
		NEL MJ	APD g	Ca g	P g	Mg g	Na g	K g	
50	1	6.8	88	6.0	3.5	2.0	1.5	6.0	1.3
	2	8.6	133	10.0	5.0	3.0	2.0	8.5	1.6
	3	10.4	156	13.5	7.0	4.0	2.5	11.0	1.9
	4	12.2	201	17.0	8.5	4.5	2.5	13.5	2.1
	5	14.9	234	20.5	10.5	5.5	3.0	16.5	2.5
	6	17.7	279	24.0	12.0	6.5	3.5	19.0	2.7
60	1	7.6	95	6.5	3.5	2.5	2.0	6.5	1.5
	2	9.4	140	10.0	5.0	3.0	2.5	9.0	1.7
	3	11.2	163	13.5	7.0	4.0	2.5	12.0	2.0
	4	13.0	208	17.5	9.0	5.0	3.0	14.5	2.3
	5	15.7	241	21.0	10.5	6.0	3.5	17.0	2.6
	6	18.4	286	24.5	12.0	6.5	4.0	20.0	2.8
70	1	8.3	101	6.5	4.0	2.5	2.0	7.0	1.6
	2	10.1	146	10.0	5.5	3.3	2.5	10.0	1.8
	3	11.9	169	14.0	7.5	4.0	3.0	12.5	2.1
	4	13.7	214	17.5	9.0	5.0	3.5	15.5	2.4
	5	16.4	247	21.5	11.0	6.0	4.0	18.0	2.7
	6	19.1	292	24.5	12.5	6.5	4.0	21.0	2.9
80	1	9.0	107	7.0	4.0	3.0	2.5	8.0	1.8
	2	10.8	152	10.5	6.0	3.5	3.0	10.5	2.0
	3	12.6	175	14.0	7.5	4.5	3.0	13.5	2.2
	4	14.3	220	17.5	9.1	5.1	3.5	16.5	2.5
	5	17.1	253	21.5	11.0	6.0	4.0	19.0	2.9
	6	19.8	298	25.0	12.5	7.0	4.5	22.0	3.0

Tabelle 12.5.2. Empfohlenes Angebot Milchziege: 2. Laktationsmonat

LG kg	Milch kg/Tag	Tägliches Angebot							Ø TS- Verzehr kg/Tag
		NEL MJ	APD g	Ca g	P g	Mg g	Na g	K g	
50	1	7.3	88	6.5	3.5	2.5	1.5	6.0	1.4
	2	9.6	133	10.0	5.5	3.0	2.0	8.5	1.7
	3	11.8	178	13.5	7.0	4.0	2.5	11.0	2.0
	4	14.1	223	17.0	9.0	5.0	3.0	13.5	2.3
	5	16.8	268	21.0	10.5	6.0	3.0	16.5	2.6
	6	19.6	313	24.5	12.5	6.5	3.5	19.0	2.9
60	1	8.0	95	6.5	4.0	2.5	2.0	6.5	1.6
	2	10.3	140	10.0	5.5	3.5	2.5	9.0	1.8
	3	12.6	185	13.5	7.0	4.0	2.5	12.0	2.1
	4	14.8	230	17.5	9.0	5.0	3.0	14.5	2.4
	5	17.6	275	21.0	11.0	6.0	3.5	17.0	2.7
	6	20.3	320	25.0	12.5	7.0	4.0	20.0	3.0
70	1	8.8	101	7.0	4.0	2.5	2.0	7.0	1.7
	2	11.0	146	10.5	5.5	3.5	2.5	10.0	1.9
	3	13.3	191	14.0	7.5	4.5	3.0	12.5	2.2
	4	15.6	236	17.5	9.0	5.0	3.5	15.5	2.5
	5	18.3	281	21.5	11.0	6.0	4.0	18.0	2.8
	6	21.0	326	25.0	12.5	7.0	4.0	21.0	3.1
80	1	9.4	107	7.5	4.5	3.0	2.5	8.0	1.9
	2	11.7	152	10.5	6.0	3.5	3.0	10.5	2.0
	3	14.0	197	14.0	7.5	4.5	3.5	13.5	2.3
	4	16.2	242	18.0	9.5	5.5	3.5	16.5	2.6
	5	19.0	287	22.0	11.0	6.5	4.0	19.0	3.0
	6	21.7	332	25.5	12.5	7.0	4.5	22.0	3.2

Tabelle 12.5.3. Empfohlenes Angebot Milchziege: ab 3. Laktationsmonat

LG kg	Milch kg/Tag	Tägliches Angebot							Ø TS- Verzehr kg/Tag
		NEL MJ	APD g	Ca g	P g	Mg g	Na g	K g	
50	1	7.8	88	6.5	3.5	2.5	1.5	6.0	1.5
	2	10.5	133	10.0	5.5	3.5	2.0	8.5	1.8
	3	13.2	178	14.0	7.0	4.0	2.5	11.0	2.1
	4	16.0	223	17.5	9.0	5.0	3.0	13.5	2.4
	5	18.7	268	21.0	11.0	6.0	3.5	16.5	2.7
	6	21.4	313	25.0	12.5	7.0	3.5	19.0	3.0
60	1	8.5	95	7.0	4.0	2.5	2.0	6.5	1.7
	2	11.2	140	10.5	5.5	3.5	2.5	9.0	1.9
	3	14.0	185	14.0	7.5	4.5	2.5	12.0	2.2
	4	16.7	230	17.5	9.0	5.0	3.0	14.5	2.5
	5	19.4	275	21.5	11.0	6.0	3.5	17.0	2.8
	6	22.2	320	25.5	12.5	7.0	4.0	20.0	3.2
70	1	9.2	101	7.0	4.0	3.0	2.0	7.0	1.8
	2	11.9	146	10.5	6.0	3.5	2.5	10.0	2.0
	3	14.7	191	14.0	7.5	4.5	3.0	12.5	2.3
	4	17.4	236	18.0	9.0	5.5	3.5	15.5	2.6
	5	20.1	281	21.5	11.0	6.0	4.0	18.0	2.9
	6	22.9	326	25.5	13.0	7.0	4.0	21.0	3.3
80	1	9.9	107	7.5	4.5	3.0	2.5	8.0	1.9
	2	12.6	152	11.0	6.0	3.5	3.0	10.5	2.1
	3	15.4	197	14.5	7.5	4.5	3.0	13.5	2.4
	4	18.1	242	18.0	9.5	5.5	3.5	16.5	2.7
	5	20.8	287	22.0	11.0	6.5	4.0	19.0	3.0
	6	23.5	332	26.0	13.0	7.5	4.5	22.0	3.4

Tabelle 12.6. Empfohlenes Angebot Ziegenbock

LG kg	Tägliches Angebot						Ø TS- Verzehr kg/Tag
	NEL MJ	APD g	Ca g	P g	Mg g	Na g	
Erhaltung							
50	5.2	44	2.5	1.5	1.5	1.0	1.1
60	6.0	50	2.5	2.0	1.5	1.0	1.2
70	6.8	56	3.0	2.0	2.0	1.5	1.4
80	7.6	62	3.5	2.5	2.0	1.5	1.6
90	8.4	68	3.5	3.5	2.0	1.5	1.7
100	9.2	74	4.0	3.0	2.5	2.0	1.9
110	9.9	79	4.5	3.0	2.5	2.0	2.0
Belegung							
50	6.0	50	2.5	1.5	1.5	1.0	1.1
60	6.9	58	2.5	2.0	1.5	1.0	1.2
70	7.8	65	3.0	2.0	2.0	1.5	1.4
80	8.7	72	3.5	2.5	2.0	1.5	1.6
90	9.6	79	3.5	2.5	2.0	1.5	1.7
100	10.5	85	4.0	3.0	2.5	2.0	1.9
110	11.4	91	4.5	3.0	2.5	2.0	2.0

Tabelle 12.7. Empfohlenes Angebot Aufzucht

Alter in Monaten	LG kg	ΔLG g/Tag	Tägliches Angebot						Ø TS-Verzehr kg/Tag
			NEL MJ	APD g	Ca g	P g	Mg g	Na g	
2	12	180	3.6	70	5.5	2.0	1.0	0.5	0.5
3	17	180	4.0	68	5.5	2.0	1.0	0.5	0.6
4	21	140	4.3	66	5.0	2.0	1.0	0.5	0.7
5	25	140	4.6	63	5.0	2.0	1.5	0.5	0.8
6	28	110	4.8	60	4.5	2.0	1.5	0.5	0.9
7	30	70	5.0	56	4.0	2.0	1.5	0.5	1.0

Tabelle 12.8. Empfohlenes Angebot an Spurenelementen und Vitaminen für die Ziege

Empfohlenes Angebot an Spurenelementen in mg je kg Futter-TS			Vitamine		
	Laktation	Trockenperiode			
Co	0.2	0.1	Vitamin A	IE/t	3'500 – 11'000 ³⁾
Cu ¹⁾	8	8	Vitamin D	IE/t	250 – 1'500
Fe	40	40	Vitamin E	IE/t	5 – 100 ³⁾
I ²⁾	0.6	0.4			
Mn	40	40			
Se	0.1	0.2			
Zn	50	40			

1) Ration mit >3.0 mg Mo /kg TS oder mit >3.5 g S/kg TS: Konzentration x 1.5

2) Ration mit hohem Vorkommen von goitrogenen Substanzen: Konzentration x 2

3) Oberer Wert für Tiere mit hoher Leistung

12.6 Abbildungen

Abbildung 12.1 Standardlaktationskurven der Ziege

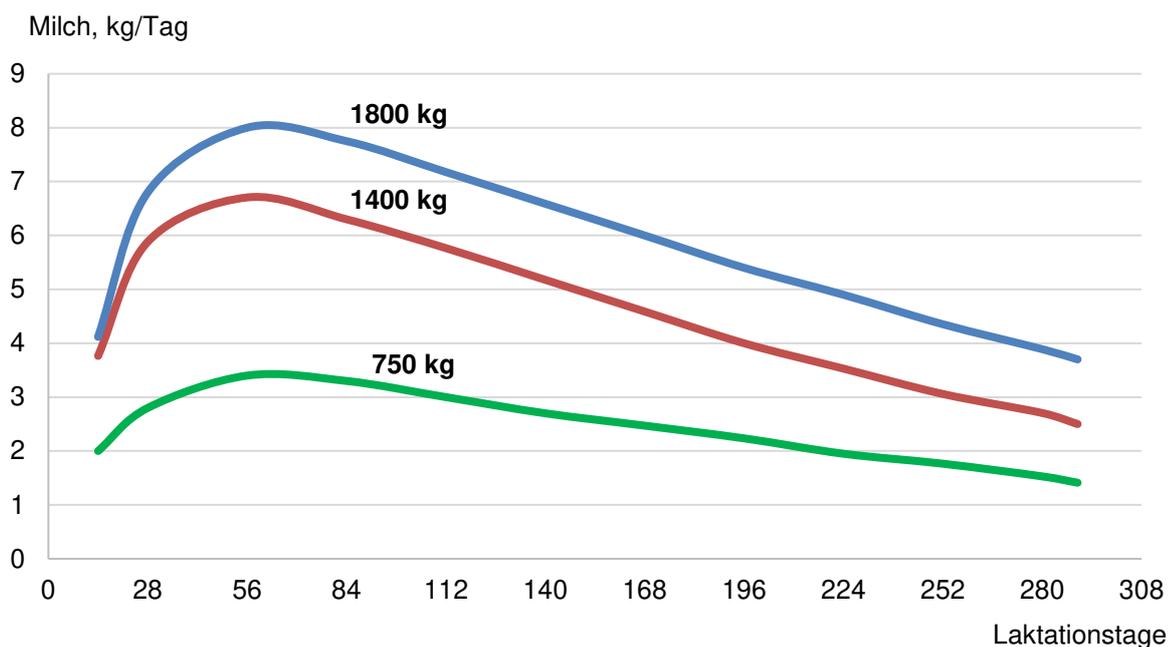


Abbildung 12.3. Lebendgewichtsentwicklung von erst- und mehrlaktierenden Ziegen (Resultate von über 300 RAP Ziegen)

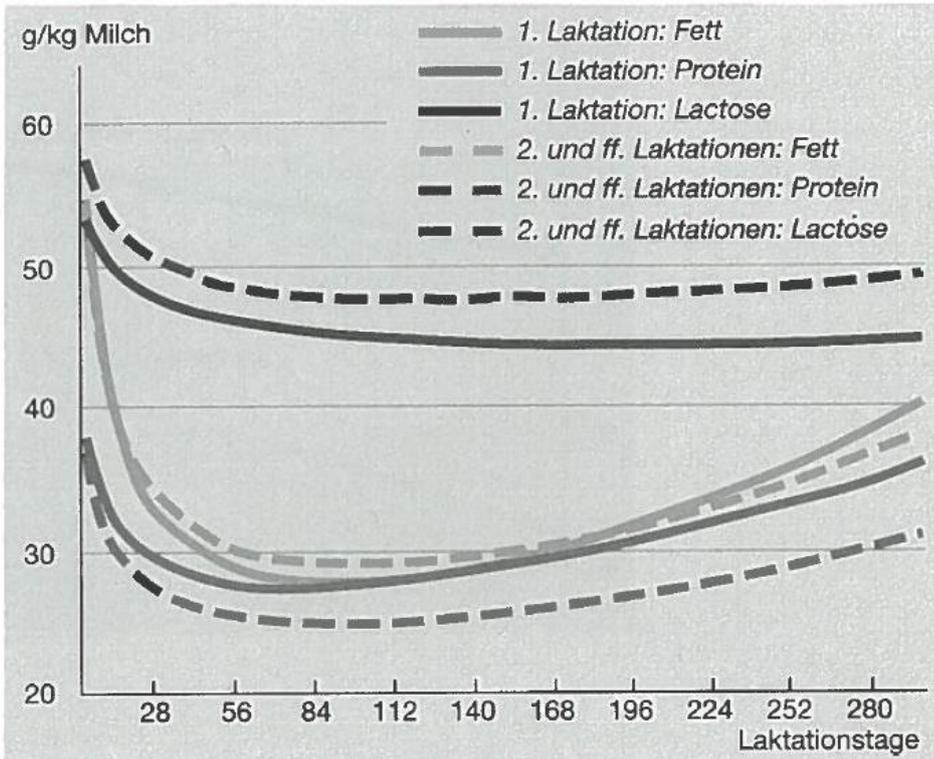
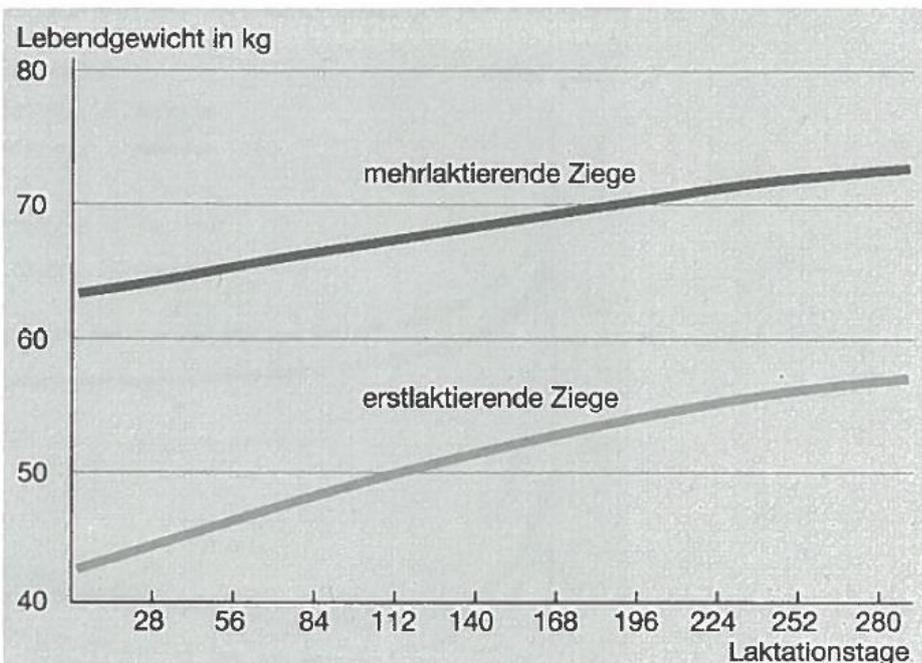


Abbildung 12.3. Lebendgewichtsentwicklung von erst- und mehrlaktierenden Ziegen (Resultate von über 300 Agroscope Ziegen)



Version: Oktober 2017
 Herausgeber: Agroscope
 Redaktion: J. Kessler, R. Daccord, Y. Arrigo
 Copyright: Agroscope
 Bitte bei Reproduktion Quelle angeben

13. Nährwert des Raufutters

Roger Daccord, Ueli Wyss, Jürg Kessler, Yves Arrigo, Monique Rouel, Josef Lehmann, Bernard Jeangros, Marco Meisser

Inhaltsverzeichnis

13.	Nährwert des Raufutters	2
13.1	Aktualisierung 2006.....	2
13.2	Wiesenbestände	2
13.3	Entwicklungsstadium.....	4
13.4	Nährwert des Raufutters	6
13.4.1	Rohprotein- und Rohfasergehalt.....	6
13.4.2	Verdaulichkeit der organischen Substanz.....	6
13.4.3	Verdaulichkeit des Rohproteins	7
13.4.4	Energiegehalt.....	8
13.4.5	APD-Gehalt.....	8
13.4.6	Mineralstoffe	10
13.5	Nährwerttabellen Raufutter	10
13.5.1	Korrekturen für nicht optimale Ernte – und Konservierungsbedingungen.....	11
13.6	Literatur Ausgabe 1999.....	13



13. Nährwert des Raufutters

Zum Raufutter gehören die Dauer- und Kunstwiesen sowie die Ackerfutterkulturen, inklusive die Getreideganzpflanzen. Die Hackfrüchte (Futterrüben und Kartoffeln) werden nicht zum Raufutter gezählt. Folgende fünf Klassen werden unterschieden:

1. Grünfutter
2. Silagen
3. Dürrfutter
4. Raufutter künstlich getrocknet
5. Stroh

13.1 Aktualisierung 2006

Roger Daccord, Yves Arrigo et Ueli Wyss, Agroscope Liebefeld-Posieux
Bernard Jeangros et Marco Meisser, Agroscope Changins-Wädenswil

Einleitung: Die im Grünen Buch (RAP 1999) und AGFF Merkblatt N° 3 (1995) publizierten Nährwerttabellen und Formelsammlung für Raufutter sind ein sehr nützliches Hilfsmittel, um den Nährwert von Grünfutter und Grünfutterkonserven (Silage, Dürrfutter) mit genügender Genauigkeit zu schätzen. Ausgehend von den tabellierten Regressionsgleichungen zur Schätzung der Verdaulichkeit der organischen Substanz (vOS) von Raufutter, die von einfachen chemischen Analysen wie Rohprotein und Rohfaser abgeleitet sind, können Nährwerte berechnet werden, die den Tabellenwerten entsprechen. Dies gilt aber nur, wenn die Einteilungskriterien wie botanische Zusammensetzung und Entwicklungsstadium korrekt beurteilt worden sind.

Ein Ende 1990 durchgeführtes, umfangreiches Forschungsprojekt (Jeangros et al., 2001, Daccord et al., 2001a und b, 2002, 2003, Schubiger et al., 2001) lieferte genügend neue Daten, um die Nährwerttabellen für Raufutter dem Grünen Buch entsprechend zu aktualisieren. Die Wiesenmischbestände sind um Angaben zu ausgewählten Futtergräsern und Futterleguminosen in Reinbestand ergänzt worden.

Die wichtigsten Neuerungen

- Die Haupttypen der Wiesenbestände bleiben unverändert. Einzig der Typ K (kräuterreiche Mischbestände) ist neu in zwei Untertypen aufgeteilt worden:
 - Typ K_F: feinblättrige, kräuterreiche Mischbestände, in denen zum Beispiel Löwenzahn vorwiegt
 - Typ K_G: grobstängelige, kräuterreiche Mischbestände, in denen zum Beispiel die Doldengewächse dominieren.
- Die 7 Entwicklungsstadien sind einfacher zu beurteilen, da neue Leitpflanzen berücksichtigt worden sind (Wiesenfuchsschwanz, Timothee, scharfer Hahnenfuss, Rotklee).
- Die chemische Zusammensetzung ist erweitert worden um Zellwand (NDF), Lignozellulose (ADF) und Zucker (ZU = wasserlösliche Zucker). Die Aminosäuregehalte sind vorerst auf 9 Aminosäuren und auf Grünfutter beschränkt. Für Grünfutterkonserven liegen noch nicht genügend Daten vor.
- Ein Ergebnis des oben zitierten Forschungsprojektes hat aufgezeigt, dass die vOS der Entwicklungsstadien 1 und 2 (sehr früh und früh) bis anhin oft überschätzt wurde. Die Werte sind leicht nach unten korrigiert worden, insbesondere beim Wiesentyp L (leguminosenreich). Die entsprechenden Energiewerte sinken daher geringfügig.
- Die Regressionsgleichungen zur Schätzung der vOS basieren auf der Rohfaser oder auf der Lignozellulose (ADF).
- Neuere Forschungsarbeiten (Gosselink, 2004 und Nozières et al., 2005) haben veranlasst, die Gleichungen zur Schätzung der Abbaubarkeit des Rohproteins (aRP) und der Verdaulichkeit der aus dem Futter stammenden Aminosäuren (vASF) zu aktualisieren. Die Anwendung der überarbeiteten Gleichungen hat nur geringfügige Auswirkungen auf den Gehalt an absorbierbarem Protein im Darm (APDE, APDN).

13.2 Wiesenbestände

Die komplexe Typologie der Wiesen wurde in 4 Hauptbestandestypen unterteilt, die sich im Gräser-, Klee- und Kräuteranteil unterscheiden (Tabelle 13.1). Je nach dominierenden Futterpflanzen sind drei Mischbestände noch zusätzlich aufgegliedert, so dass insgesamt 7 Wiesenmischbestände unterschieden werden. Die Bestandestypen unterscheiden sich derart, dass Bestandesspezifisch zugeteilte Nährwerte gerechtfertigt sind.

Tabelle 13.1: Charakterisierung der Wiesenbestände

Bestandestyp	Hauptmerkmale	Hauptpflanzen	Typ
gräserreiche Mischbestände	mehr als 70 % Gräser	Knaulgras, Wiesenfuchsschwanz, andere nicht-Raigräser	G
		Raigras	Gr
ausgewogene Mischbestände	50 - 70 % Gräser	Knaulgras, Wiesenfuchsschwanz, andere nicht-Raigräser	A
		Raigras	Ar
leguminosenreiche Mischbestände	mehr als 50 % Leguminosen	Rotklee Weissklee	L
kräuterreiche Mischbestände	mehr als 50 % Kräuter	feinblättrige Kräuter wie Löwenzahn	K_F
		grobstängelige Kräuter wie Bärenklau und Wiesenkerbel	K_G

Type G: gräserreiche Mischbestände. Der Gräseranteil übersteigt 70 % am Gesamtpflanzenbestand. Knaulgras, Wiesenfuchsschwanz, Rispengräser, Timothee, Frommental und in höheren Lagen Goldhafer sind die dominierenden Gräser. Bei diesen Gräserarten nimmt die vOS mit fortschreitendem Entwicklungsstadium rasch ab. Von diesem Mischbestand bereitetes Dürrfutter, das sehr spät geschnitten wurde, weist mit 3.8 MJ NEL/kg TS den tiefsten Nährwert überhaupt auf. Das sehr späte Entwicklungsstadium verzeichnet den höchsten Gehalt an Zellwandbestandteilen (Rohfaser, Zellwand und Lignozellulose) bei gleichzeitig tiefstem Rohproteingehalt (65 g/kg TS). Dieser Rohproteingehalt ist zu tief, um eine für die Pansenmikroorganismen genügende Stickstoffversorgung zu gewährleisten. Der Wiesentyp G ist ebenfalls durch die tiefsten Zucker- und Mineralstoffgehalte (Ca, P, Mg, K) gekennzeichnet.

Die für den Mischbestand Typ G angegebenen Nährwerte sind bei hohen Anteilen an geringwertigen Gräsern wie Quecke (*Agropyron repens*), wolliges Honiggras (*Holcus lanatus*) oder Borstgras (*Nardus stricta*) nicht gültig.

Typ Gr: Raigras betonte, gräserreiche Mischbestände. Das englische Raigras ist oft das vorherrschende Gras. Bis zum mittleren Entwicklungsstadium zeichnet sich dieses Gras durch eine auf hohem Niveau bleibende vOS aus, was einen hohen Energiewert mit sich bringt. Die höchsten Zuckergehalte werden in diesem Gras gemessen.

Typ A: ausgewogene Mischbestände. Der Gräseranteil beträgt zwischen 50 und 70 %, der mit fortschreitendem Entwicklungsstadium eher noch zunimmt. Es kommen die gleichen Gräserarten wie im Typ G vor. Die Leguminosen werden überwiegend durch Weissklee und die Kräuter durch Löwenzahn vertreten. Der ausgewogene Mischbestand ist der am häufigsten vorkommende Wiesentyp. In den frühen Entwicklungsstadien weist er hohe Energie- und Proteingehalte auf. Dank des vorhandenen Weissklee sinken die Nährwerte mit fortschreitender Entwicklung weniger stark ab als beim Typ G. **Typ Ar: Raigras betonte, ausgewogene Mischbestände.** Das dominierende Gras ist das englische Raigras und zum Teil das italienische Raigras. Diese tragen dazu bei, dass im Vergleich zum Typ A der Typ Ar einen etwas höheren Energiegehalt aufweist und dieser mit fortschreitendem Stadium weniger stark abnimmt.

Type L: leguminosenreiche Mischbestände. Wiesen mit diesem Pflanzenbestand enthalten mehr als 50 % Leguminosen. Es handelt sich häufig um Rotklee reiche oder Luzerne reiche Kunstwiesen, wobei Weissklee auch eine wichtige Rolle spielen kann. Die Leguminosen verleihen diesem Bestandestyp die hohen Energie- und Proteinwerte wie auch hohen Kalziumgehalte.

Typ K_F: feinblättrige, kräuterreiche Mischbestände. Der Kräuteranteil übersteigt 50 % am Gesamtpflanzenbestand. Löwenzahn ist die dominierende Art, geht aber mit fortschreitender Entwicklung zurück. In frühen Entwicklungsstadien bewirkt der Löwenzahn in diesem Bestand eine hohe vOS und somit hohen Energiewert, tiefe Gehalte an Zellwandfraktionen und hohe P-, Mg- und K-Gehalte.

Typ K_G: grobstängelige, kräuterreiche Mischbestände. Infolge einer oft nicht auf die Nutzungsintensität abgestimmten, zu hohen Düngung dominieren in diesem Bestandestyp die Doldengewächse wie (*Heracleum sphondylium*) und Wiesenkerbel (*Anthriscus sylvestris*). In höheren Lagen können der Waldstorchenschnabel (*Geranium sylvaticum*) und Schlangenknoterich (*Polygonum bistorta*) einen hohen Anteil des Bestandes ausmachen. Bei den beiden Doldengewächsen steigt der Zellwandanteil und die Verholzung (Lignifizierungsrate) mit fortschreitender Entwicklung stark an. Der schon in frühen Stadien tieferer Nährwert nimmt mit dem Alter rascher ab als im Typ K_F.

Achtung: Die korrekte Identifizierung beziehungsweise Einschätzung der Wiesenbestände ist **wichtig**. Sie ist die Voraussetzung, um die tabellierten, bestandesabhängigen Nährwerte richtig zuzuordnen zu können. Bei vorhandenen chemischen Analysen ist die richtige Einschätzung entscheidend für die Wahl der bestandesspezifischen Schätzgleichungen zur Berechnung der vOS und der daraus abgeleiteten Energie- und Proteinwerte.

Futterpflanzen in Reinbeständen: Es wurden vier Gräser (Kaulgras, englisches und italienisches Raugras und Wiesenfuchsschwanz) und drei Leguminosen (Weissklee, Rotklee und Luzerne) für die Aufnahme in die Nährwerttabellen ausgewählt. Die Nährwerte dieser Futterpflanzen leiten sich direkt aus den Ergebnissen des weiter oben zitierten Forschungsprojektes ab. Ganzpflanzenmais als Gramineae ist mitberücksichtigt, da er oft als Ergänzung zu Wiesenfutter oder Reinbeständen verfüttert wird. Die Nährwerte für Mais wurden auf der Grundlage von Versuchsergebnissen der Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux und der Übersichtsarbeit von Andrieu und Baumont (2000) aktualisiert.

13.3 Entwicklungsstadium

Die 7 Entwicklungsstadien von Mischbeständen und Reinbeständen werden bei der ersten Nutzung (1. Aufwuchs) anhand phenologischer Merkmale von Leitpflanzen definiert. Bei den Folgeaufwüchsen bestimmt das Alter des Futters die Zuteilung (Tabelle 13.2).

Tabelle 13.2: Beurteilung der Entwicklungsstadien von Wiesenbeständen anhand phenologischer Merkmale der Leitpflanzen bei der ersten Nutzung oder nach Alter des Futters bei Wiederaufwüchsen (Folgenutzungen).

Entwicklungsstadium		1 sehr früh	2 früh	3 mittelfrüh	4 mittel	5 mittelspät	6 spät	7 sehr spät	
Nutzungsintensität		Intensiv			mittelintensiv		wenig intensiv		
erste Nutzung im Frühling	Leitpflanze	Knautgras und engl. Raigras	Bestockung →Beginn Schossen	Schossen (Weidestadium)	Beginn Rispenschieben	volles Rispenschieben	Ende Rispenschieben	Blüte	Samenbildung
		Wiesenfuchschwanz	Schossen (Weidestadium)	Beginn Rispenschieben	volles bis Ende Rispenschieben	Ende Rispenschieben→Beginn Blüte	Blüte →Samenbildung	Samenbildung	Samenbildung→Samen-reife.
		Timothe	Bestockung	Bestockung →Beginn Schossen	Schossen (Weidestadium)	Schossen→Beginn Rispenschieben	Beginn bis volles Rispenschieben	volles Rispenschieben	Ende Rispenschieben
		Rotklee	vegetatives Stadium	Blütenknospen sichtbar	Schossen der Blütenknospen	Beginn Blüte	Vollblüte	verblüht	Beginn Samenbildung
		Löwenzahn	Blütenknospen sichtbar	Beginn Blüte (einige offene Blumen)	Vollblüte bis verblüht	Samenstände (einige Samen verweht)	Samen verweht, Stengel verdorrend	-	
		scharfer Hahnenfuss	Blütenknospen sichtbar	Beginn Schossen der Blütenknospen	Beginn Blüte	Vollblüte	verblüht	Samenbildung →Samenreife	Samenreife
	Zeitperiode ¹	bis 600 m	Anfang April bis Mitte April	Mitte April bis Ende April	Ende April bis Anfang Mai	Anfang Mai bis Mitte Mai	Mitte Mai bis Ende Mai	Ende Mai bis Anfang Juni	Anfang Juni bis Ende Juni
über 600 m		pro 100 Höhenmeter 3 bis 5 Tage später (Südexposition und Föhntäler: eher 3 Tage; Schattenhänge: eher 5 Tage)							
Alter des Futters in Wochen²									
Folgenutzungen	bis 600 m:								
	Sommeraufwüchse	3	4	5-6	7-8	9-10	11 und mehr	-	
	andere Aufwüchse	3-4	5-7	8-9	10 und mehr	-	-	-	
	über 600 m: alle Wiederaufwüchse	3-4	5-7	8-9	10 und mehr	-	-	-	

¹ gilt für Dauerwiesen (Kunstwiesen habe eine um rund eine Woche verzögerte phenologische Entwicklung);

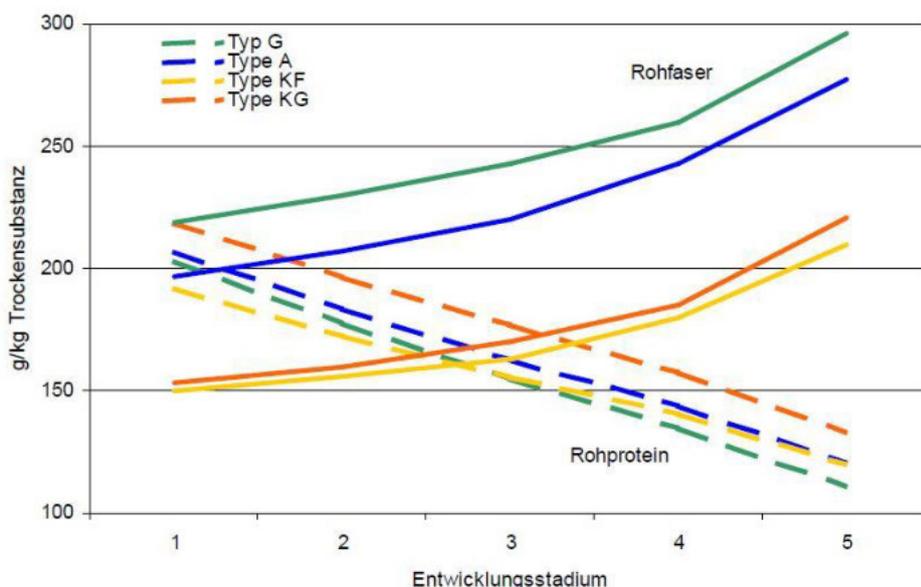
² bei Wiesenbeständen mit hauptsächlich italienischem Raigras wird das Stadium der Folgeaufwüchse wie bei der ersten Nutzung (1. Aufwuchs) bestimmt und nicht nach Alter

13.4 Nährwert des Raufutters

13.4.1 Rohprotein- und Rohfasergehalt

Der Verlauf des Rohprotein- und Rohfasergehaltes ist beim Gras in Abhängigkeit des Entwicklungsstadiums bekannt. Wie aus Abbildung 13.1 ersichtlich ist, nimmt der Rohproteingehalt ab und der Rohfasergehalt steigt. Bezüglich der Mischbestände weisen der Bestand des Types G die höchsten und die beiden kräuterreichen Bestände (KF und KG) die tiefsten Rohfasergehalte auf. Bei ähnlichen Rohfasergehalten führen die bestandestypischen Regressionsgleichungen beim Bestand KF zu höheren Verdaulichkeiten als beim Bestand KG, der ähnliche Werte wie die übrigen Bestände aufweist.

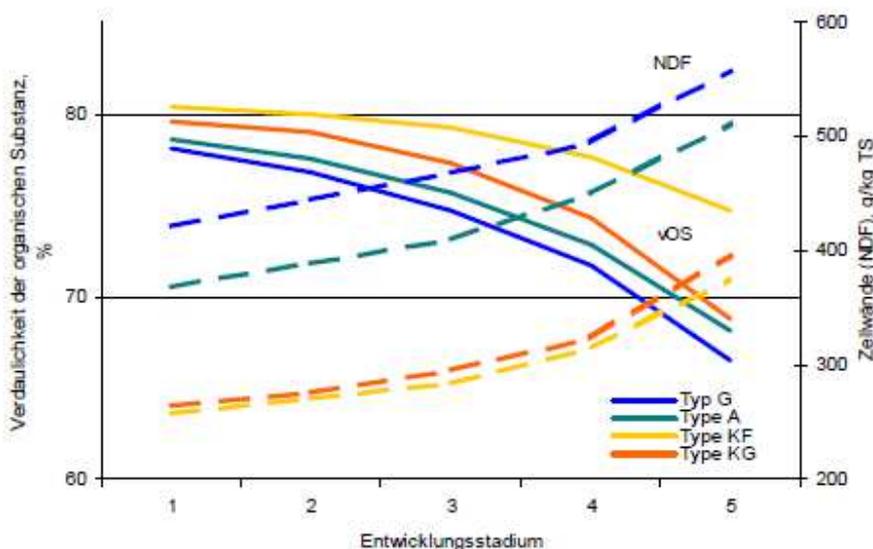
Abbildung 13.1. Rohprotein- und Rohfasergehalt von Grünfütter unterschiedlicher Mischbestände in Abhängigkeit der Entwicklungsstadien



13.4.2 Verdaulichkeit der organischen Substanz

Die Verdaulichkeit der organischen Substanz (vOS) hängt beim Raufütter stark von der Verdaulichkeit der Zellwände (NDF) ab (Grenet et Demarquilly 1987, Jarrige 1981). Der Anteil der Zellwände an den vegetativen Teilen der Pflanzen beträgt bezogen auf die TS zwischen 30 und 80 %. Die Zellwände werden hauptsächlich durch die Pansenmikroben abgebaut. Dieser Abbau beeinflusst die Verdaulichkeit und die Futteraufnahme stark. Das Grünfütter von den Beständen KF, AR und KG weist die höchsten vOS-Werte und dasjenige vom Bestandestyp G die tiefsten Werte auf (Abb. 13.2).

Abbildung 13.2. Verlauf der Verdaulichkeiten der organischen Substanz und der Zellwände von Grünfütter unterschiedlicher Mischbestände



Es ist klar, dass die grossen Unterschiede bei der vOS nicht durch einfache Parameter wie den Rohfasergehalt genau erklärt werden können. Dennoch ist die seit einem Jahrhundert bekannte Rohfaseranalyse heute noch die Standardanalyse, um die Zellwandbestandteile zu bestimmen. Neuere Analysen, wie die von Van Soest vorgeschlagenen Methoden (NDF und ADF), erlauben zwar, die verschiedenen Zellwandfraktionen besser zu charakterisieren. Mit diesen Bestimmungen kann jedoch die Verdaulichkeit nicht genauer geschätzt werden, wie Untersuchungen von Wiesenfutter (ALP, unpublizierte Daten) zeigten. Die Regressionsgleichungen zur Schätzung der vOS basieren auf einer eingeschränkten Anzahl von Kriterien: Rohproteingehalt, Rohfasergehalt oder Lignozellulose (siehe Kap. 15).

Die Regressionsgleichungen wurden in Abhängigkeit der durch die Entwicklungsstadien beeinflussten Veränderungen von diesen Parametern entwickelt. Die Daten basieren auf Versuchsergebnissen aus einem Gemeinschaftsprojekt zwischen den Forschungsanstalten Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Agroscope Reckenholz-Tänikon ART und Agroscope Liebefeld-Posieux ALP. Für jeden Wiesentyp wurde die vOS aufgrund von Daten, die bei den Reinbeständen bei den verschiedenen Stadien analysiert wurden, berechnet. Für das konservierte Raufutter (Silagen, Dürrfutter und künstlich getrocknetes Raufutter) basieren die Gehalte auf den entsprechenden Werten des Grünfutters. Die Gehalte wurden auf Grund von Daten, die an der Forschungsanstalt Posieux sowohl beim Grünfutter und den daraus erzeugten Futterkonserven erhoben wurden, korrigiert.

Die Grassilagen weisen im Vergleich mit dem Gras höhere Gehalte an Rohasche, Rohprotein, Rohfaser und Lignozellulose auf. Der Anstieg dieser Werte ist in erster Linie auf die Abnahme der leicht löslichen Kohlenhydrate, die während der Gärung den Mikroorganismen als Nährsubstrat dienen, zurückzuführen. Dürrfutter weist im Vergleich mit Gras einerseits leicht tiefere Rohasche und Rohprotein- sowie höhere Rohfasergehalte und Zellwandfraktionen auf, was auf die Atmungsverluste und vor allem die Bröckelverluste zurückzuführen ist. Diese sind bei jungem und kräuterbeziehungsweise leguminosenreichem Futter höher als bei altem und gräserreichem Futter. Im Vergleich zum Dürrfutter sind die Verluste beim künstlich getrocknetem Raufutter geringer.

13.4.3 Verdaulichkeit des Rohproteins

Die Verdaulichkeit des Rohproteins ist in den Nährwerttabellen beim Raufutter nicht angegeben. Diese Werte werden bei der Schätzung des Proteingehaltes nicht mehr benötigt. Bei der Berechnung des Energiegehaltes werden sie weiterhin gebraucht (siehe Kap. 15). Zur Schätzung der Verdaulichkeit sind für das Raufutter, ohne Mais, zwei Regressionsgleichungen angegeben. Mit einer Gleichung werden die Werte für Grünfutter beziehungsweise Silagen und mit einer anderen die Werte für das Dürrfutter geschätzt.

13.4.4 Energiegehalt

Der Energiegehalt des Raufutters hängt stark von der vOS ab, die in Abhängigkeit des Nutzungsstadiums zurückgeht (Abb. 13.3). Im Vergleich zum Grünfutter nehmen die Gehalte bei den Silagen weniger stark ab als beim Dürrfutter (Abb. 13.4).

Abbildung 13.3. Energiegehalt von Grünfutter unterschiedlicher Mischbestände in Abhängigkeit der Entwicklungsstadien

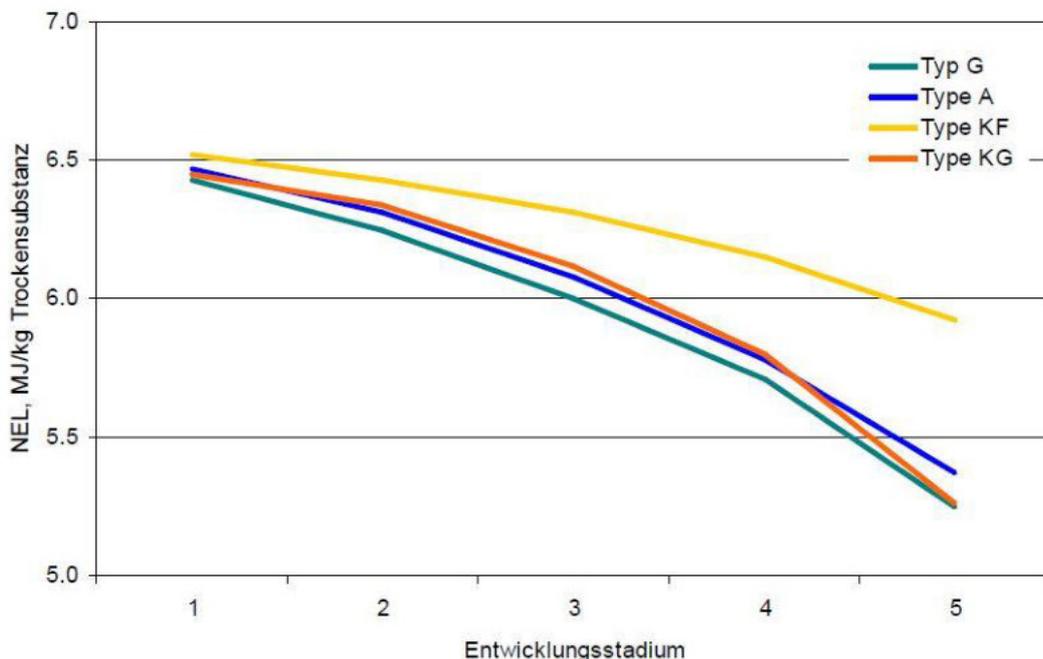
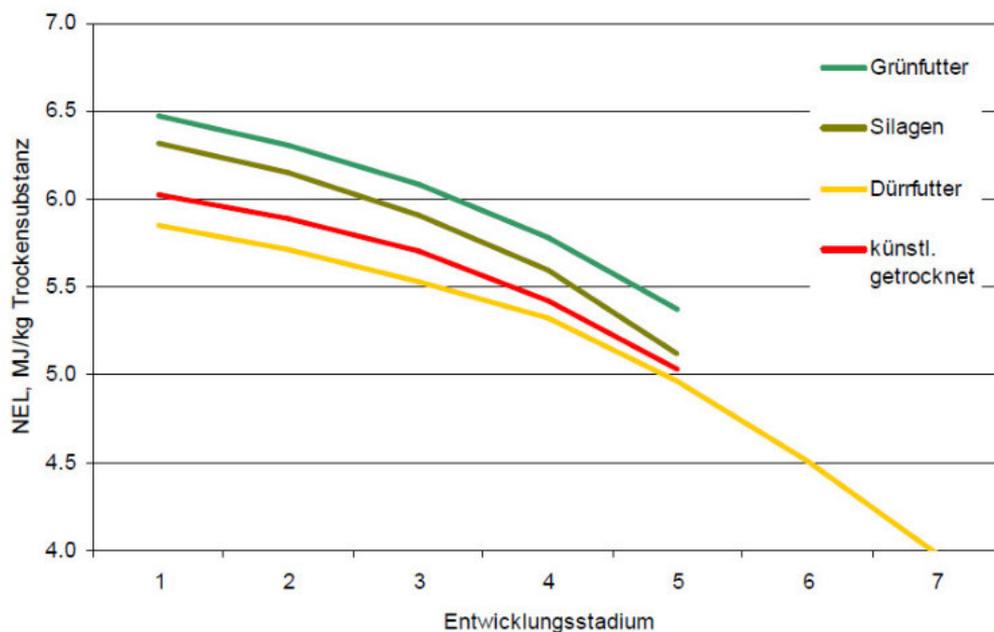


Abbildung 13.4. Einfluss der Konservierungsart von Grünfutter des Mischbestandes A auf den Energiegehalt



13.4.5 APD-Gehalt

Der APD-Gehalt des Raufutters hängt von den folgenden vier Kriterien ab: Fermentierbare organische Substanz, Rohproteingehalt, Abbaubarkeit des Rohproteins und Verdaulichkeit der Aminosäuren. Bezüglich den Standardmischbeständen weist das Futter des Types L die höchsten und des Types G die tiefsten APD-Gehalte auf (Abb. 13.5). Die Konservierung, insbesondere die Silagebereitung, führt zu einer starken Abnahme der APD-Gehalte (Abb. 13.6).

Die Regressionsgleichungen zur Schätzung der Abbaubarkeit des Rohproteins im Grünfutter und dessen Konserven wurden auf Grund von schweizerischen (ALP, unpublizierte Daten), französischen (Le Goffe, 1991; Ould-Bah, 1989) und holländischen (CVB, 1991) Ergebnissen aufgestellt.

Die Höhe der Schätzgenauigkeit ist mittelmässig ($R^2 = 0.50$ bis 0.80). Diese relativ geringe Schätzgenauigkeit ist auch der Grund, warum zur Zeit nur eine und nicht pro botanische Zusammensetzung unterschiedliche Regressionsgleichungen angegeben sind, obwohl Unterschiede in der Abbaubarkeit in Abhängigkeit der botanischen Zusammensetzung gefunden wurden.

Die Regressionsgleichungen zur Schätzung der Verdaulichkeit der Aminosäuren von Gras und dessen Konserven basieren auf holländischen Untersuchungen (CVB 1991) und der Arbeit von Gosselink (2004). Für Mais ganze Pflanze wird ein Wert von 72 % und für alle anderen Raufutter wird der Wert 70 % verwendet, bis genauere Ergebnisse vorliegen.

Abbildung 13.5. APD-Gehalt von Grünfutter unterschiedlicher Mischbestände in Abhängigkeit der Entwicklungsstadien

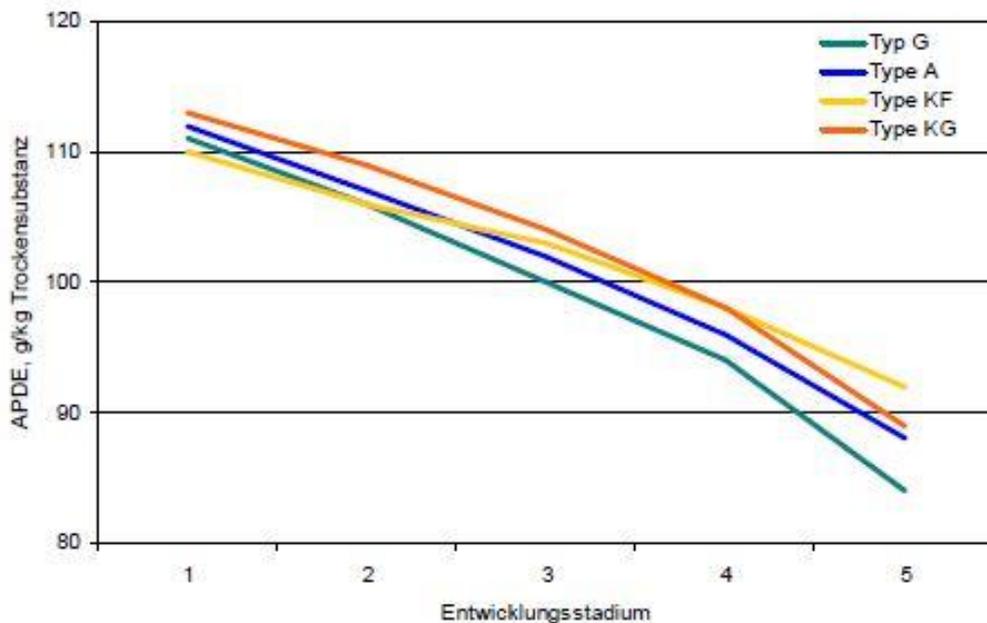
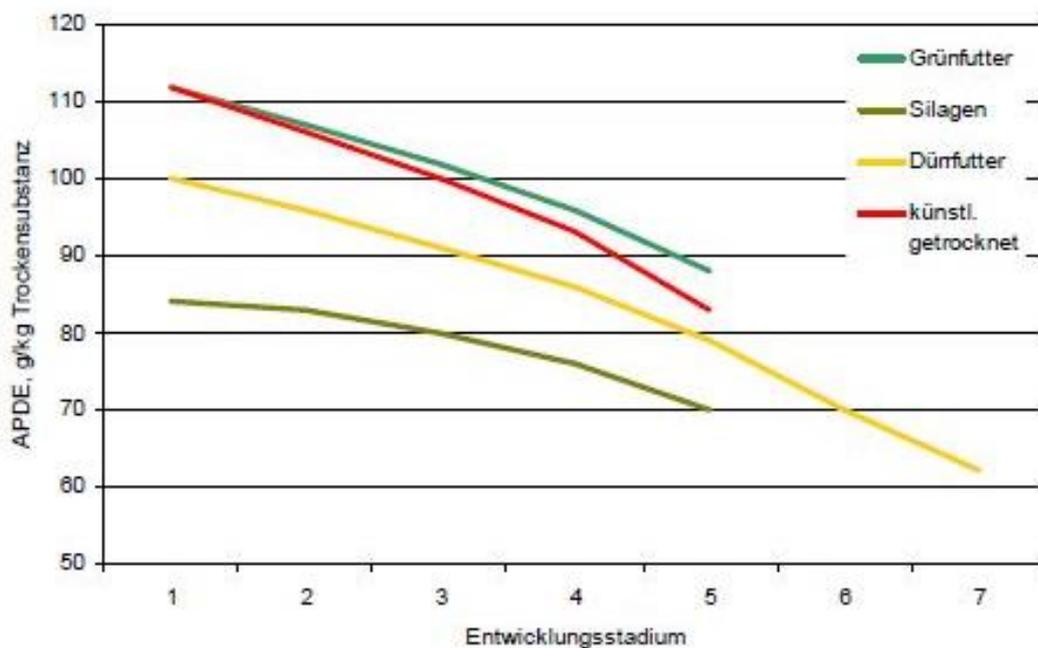


Abbildung 13.6. Einfluss der Konservierungsart von Grünfutter des Mischbestandes A auf den APDE-Gehalt



13.4.6 Mineralstoffe

Der Mineralstoffgehalt von Raufutter wird von zahlreichen Grössen beeinflusst (Tab. 13.3). Dabei kommt der botanischen Zusammensetzung, dem Aufwuchs sowie dem Nutzungsstadium eine dominierende Bedeutung zu. Diese drei Parameter dienen auch zur Charakterisierung des tabellierten Mineralstoffgehaltes von Raufutter. Obwohl auch der Boden, die Düngung, die Konservierung usw. den Mineralstoffgehalt von Raufutter beeinflussen, reichen die heutigen Kenntnisse nicht aus, um diese Grössen bei der Tabellierung des Mineralstoffgehaltes von Raufutter berücksichtigen noch entsprechende Korrekturfaktoren angeben zu können.

Die folgenden Tabellen über den Mineralstoffgehalt von Raufutter beruhen zur Hauptsache auf schweizerischen Untersuchungen (Kessler, 1989; Daccord et al., 2001b). Wo keine eigenen Ergebnisse vorlagen, wurden einheitlich die Werte aus der DLG-Futterwerttabelle (DLG, 1973) übernommen.

Tabelle 13.3. Mineralstoffgehalt von Raufutter beeinflussende Faktoren

Boden:	Mineralstoffgehalt, chemische und physikalische Eigenschaften
Klima:	Niederschläge, Temperatur, Belichtung
Düngung:	Zugeführte Elemente, Menge, Häufigkeit
Botanische Zusammensetzung:	Anteil Gräser, Leguminosen und Kräuter
Vergesellschaftung:	Mischungspartner
Entwicklungsstadium:	Beginn Schossen, volles Rispenschieben
Aufwuchs:	Nummer, Jahreszeit
Konservierungsart:	Nass- oder Anwelksilage, Dürffutter

Der Gehalt der Pflanzen an **Kalzium** und **Magnesium** wird durch das Entwicklungsstadium kaum beeinflusst, weshalb nur ein Wert für alle Stadien aufgeführt ist. Demgegenüber unterscheidet sich der erste Aufwuchs deutlich von den übrigen Aufwüchsen. Dieser Entwicklung tragen die Tabellen Rechnung. Beim **Phosphor** wirkt sich das Entwicklungsstadium deutlich auf den Mineralstoffgehalt aus. Hingegen sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Aufwüchsen wesentlich kleiner als beim Ca und Mg. Deshalb wurde nicht zwischen den Aufwüchsen unterschieden. Anhand der zur Verfügung stehenden Daten rechtfertigt sich beim **Natrium** eine Unterteilung der Tabellen nach Entwicklungsstadium und Aufwuchs nicht. Beim **Kalium** hingegen lässt sich ein deutlicher Einfluss des Entwicklungsstadiums beobachten. Demgegenüber reichen die zur Verfügung stehenden Daten nicht aus, um Unterschiede zwischen den Aufwüchsen quantifizieren zu können. Wie praktisch bei keinem anderen Mengenelement, beeinflusst beim Kalium die K-Düngung den Gehalt von Raufutter an diesem Element. Bei reichlicher Düngung können somit deutliche Abweichungen zu den in den Tabellen aufgeführten Werten auftreten.

Um die aufgeführten Tabellenwerte korrekt zu benutzen, sind unbedingt die Zusatzinformationen zu berücksichtigen. Nicht zuletzt gilt es zu beachten, dass die Mineralstofftabellen sicher eine gute Ergänzung zur chemischen Bestimmung des Mineralstoffgehaltes von Raufutter bilden. Sie können diese jedoch nicht ersetzen.

13.5 Nährwerttabellen Raufutter

Die vier Raufutterklassen (Grünfutter, Silagen, Dürffutter und künstlich getrocknetes Dürffutter) werden unterteilt in:

- Mischbestände
- Reinbestände
- Getreideganzpflanzen
- Verschiedene

In den Nährwerttabellen für Raufutter sind die Energie- und Proteingehalte sowie alle Werte aufgeführt, die für deren Schätzung benötigt werden. Im Weiteren enthalten die Tabellen Angaben zum Mengenelementgehalt und Infohinweise, die am Schluss der Tabellen erklärt sind.

Link: [Nährwerttabellen Raufutter](#)

13.4.7. Korrektur des Zuckergehaltes für Reinbestände bei bekanntem Stadium (erster und folgende Aufwüchse)

Pflanzenart	Stadium	Korrekturfaktor	
		1. Aufwuchs	2. und ff Aufwüchse
Knaulgras	1 und 2	40	-15
	2 und 3	30	-15
Italienisches Raigras	1 und 2	130	-60
	2 und 3	70	-35
Englisches Raigras	1 und 2	70	-45
	2 und 3	100	-55
Wiesenfuchsschwanz	1 und 2	45	-30
	2 und 3	20	-10

13.6 Literatur Ausgabe 1999

- ♥ ADCF, 1995. Estimation du fourrage des prairies. Valeur nutritive et production de lait. Fiche technique no 3.
- Andrieu J. et Baumont R., 2000. Digestibilité et ingestibilité du maïs fourrage : facteurs de variation et prévision. *Fourrage*, 163, 239-252.
- Andrieu J., Demarquilly C. et Wegat-Litre E., 1981. Tables de prévision de la valeur alimentaire des fourrages. Dans: *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*. INRA, Paris. 345-577.
- Andrieu J., Demarquilly C. et Sauvant D., 1988. Tables de la valeur nutritive des aliments. Dans: *Alimentation des bovins, ovins et caprins*. R.Jarrige Ed. INRA, Paris. 365-464.
- Barrière Y. et Emile J.C., 2000. La maïs fourrage. III Evaluation et perspectives de progrès génétique sur les caractères de valeur alimentaire. *Fourrage*, 163, 221-238.
- CVB, 1991. Eiwitwaardering voor herkauwers: het DVE-Systeem. Centraal Veevoederbureau, Lelystad. Reeks nr. 7.
- ♥ Daccord R., Arrigo Y.; Vogel, R., 1995. Nährwert von Maissilage. *Agrarforschung*. 2 (9), 1995, 397-400.
- ♥ Daccord R., Arrigo Y., Jeangros B., Scehovic J., Schubiger F.- X., Lehmann J., 2001a. Nährwert von Wiesenpflanzen: Gehalt an Zellwandbestandteilen. *Agrarforschung* 8 (4), 180-185.
- ♥ Daccord R., Arrigo Y., Kessler J., Jeangros B., Scehovic J., Schubiger F.- X., Lehmann J., 2001b. Nährwert von Wiesenfutter : Gehalt an CA, P, Mg und K. *Agrarforschung* 8 (7), 264-269.
- ♥ Daccord R., Arrigo Y., Jeangros B., Scehovic J., Schubiger F.- X., Lehmann J., 2002. Nährwert von Wiesenpflanzen : Energie- und Proteinwert. *Agrarforschung* 9 (1), 22-27.
- ♥ Daccord R., Arrigo Y., Jeangros B., Scehovic J., Schubiger F.X., Lehmann, J., 2004. Nährwert von Wiesenpflanzen: Aminosäuren-Gehalt. *Agrarforschung* 11 (1), 16-21.
- De Boever J.L, Vanacker J.M., De Brabander D.L., 2002. Rumen degradation characteristics of nutrients in maize silages and evaluation of laboratory measurements and NIRS as predictors. *Animal Feed Science and Technology*, 101, 73-86.
- DLG, 1973. Mineralstoffgehalte in Futtermitteln. Band 62, DLG-Verlag, Frankfurt am Main. 199 S.
- DLG, 1991. Futterwerttabellen für Wiederkäuer. DLG-Verlag, Frankfurt am Main. 112
- Gosselink J.M.J., 2004. Alternatives for forage evaluation in ruminants. PhD Thesis, Wageningen University, Institute of Animal Sciences, Wageningen, the Netherlands.
- Grenet E. et Demarquilly C., 1987. Rappels sur la digestion des fourrages dans le rumen (parois) et ses conséquences. Dans: *Les fourrages secs: récolte, traitement, utilisation*. Demarquilly C. Ed. INRA, Paris. 141–162.
- ♥ Herter U., Arnold A., Schubiger F., Menzi M., 1996. Verdaulichkeit, das wichtigste Qualitätsmerkmal bei Silomais. *Agrarforschung*, 535-538.
- Jarrige R., 1981. Les constituants glucidiques des fourrages: variations, digestibilité et dosage. Dans: *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*. INRA, Paris. 13–40.
- ♥ Jeangros B., Scehovic J., Schubiger F.- X., Lehmann J., Daccord R., Arrigo Y., 2001. Nährwert von Wiesenpflanzen : Trockensubstanz-, Rohprotein- und Zuckergehalte. *Agrarforschung* 8 (2),
- ♥ Kessler J., 1989. Mineralstoffgehalt von Wiesenfutter: Zusammenfassende Ergebnisse. *Landwirtschaft Schweiz* 9 (2), 523–526.
- Le Goffe P., 1991. Méthodes d'étude et facteurs de variation de la dégradabilité de l'azote des fourrages verts dans le rumen. Thèse, E.N.S.A. Rennes.
- Nozières M.O., Dulphy J.P., Peyraud J.L., Poncet C., Baumont R., 2005. Estimation pour les fourrages de la dégradabilité des protéines (DT) dans le rumen de la digestibilité réelle des protéines alimentaires dans l'intestin grêle (dr) : conséquences sur leurs valeurs PDI. *Renc. Rech. Ruminants*, 105-108.
- Ould-Bah M. Y., 1989. Adaptation de la technique in sacco à l'étude de la dégradation dans le rumen de l'azote des fourrages et application à l'étude des fourrages verts et conservés. Thèse, Université de Montpellier.
- Philippeau C., Michalet-Doreau B., 1997. Influence of genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal starch degradation. *Animal Feed Science and Technology*, 68, 25-35.
- ♥ RAP, 1999. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer (4. überarb. Aufl.), 327 S. Zollikofen, Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale.
- ♥ Schubiger F.- X., Lehmann J, Daccord R., Arrigo Y., Jeangros B., Scehovic J., 2001. Nährwert von Wiesenpflanzen: Verdaulichkeit. *Agrarforschung* 8 (9), 354-359.
- ♥ Station fédérale de recherches laitière, 1990. Directives pour l'appréciation des ensilages. Liebefeld-Berne. 3 p.

Version: Oktober 2017

Herausgeber: Agroscope

Redaktion: Roger Daccord, Ueli Wyss, Jürg Kessler, Yves Arrigo, Bernard Jeangros, Marco Meisser

Copyright: Agroscope

Bitte bei Reproduktion Quelle angeben

14. Nährwert der Einzelfuttermittel

Daniel Guidon, Claude Chaubert, Jürg Kessler, Roger Daccord, Isabelle Morel, Andreas Mürger, Annelies Bracher

Inhaltsverzeichnis

14.	Nährwert der Einzelfuttermittel	2
14.1	Referenznährwert der Einzelfuttermittel	2
14.2	Schweizerische Futtermitteldatenbank (feedbase).....	2



14. Nährwert der Einzelfuttermittel

14.1 Referenznährwert der Einzelfuttermittel

Referenznährwert der Einzelfuttermittel sind für einen Zeitraum von 4 Jahren (2017-2020) festgelegt, sie sind in einer .xls-Datei veröffentlicht unter:

<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/nutztiere/wiederkaeuer.html>

14.2 Schweizerische Futtermitteldatenbank (feedbase)

Die Werte der Einzelfuttermittel und der verschiedenen Raufutter sind in der Schweizerischen Futtermitteldatenbank erhalten. Sie können unter folgendem Link heruntergeladen werden:

<https://www.feedbase.ch/>

Die Datenbank wird kontinuierlich mit neuen Analysenwerten ergänzt.

Version: Oktober 2017

Herausgeber: Agroscope

Redaktion: Daniel Guidon, Claude Chaubert, Jürg Kessler, Roger Daccord, Isabelle Morel, Andreas Mürger,
Annelies Bracher

Copyright: Agroscope

Bitte bei Reproduktion Quelle angeben

15. Formeln und Regressionsgleichungen

Roger Daccord, Yves Arrigo und Claude Chaubert

Inhaltsverzeichnis

15.	Formeln und Regressionsgleichungen.....	2
15.1	Raufutter	2
15.1.1	Regressionsgleichungen zur Schätzung der Verdaulichkeit der organischen Substanz von Raufutter (Wiesenmischbestände und Reinbestände)	2
15.1.2	Berechnung des Energiegehaltes.....	10
15.1.3	Berechnung des APD-Gehaltes.....	11
15.2	Grundlegende Beziehungen für Einzelfutter (ohne Raufutter)	13
15.2.1	Energiegehalt.....	13
15.2.2	APD-Gehalt.....	13
15.3	Regressionsgleichungen zur Schätzung des Nährwertes im Kraftfutter (Mischfutter).....	14
15.3.1	Energiegehalt.....	14
15.3.2	APD-Gehalt.....	14
15.4	Umrechnungsfaktoren und Vergleichbarkeit	15
15.5	Literatur.....	16



15. Formeln und Regressionsgleichungen

15.1 Raufutter

Die Regressionsgleichungen zur Schätzung der Verdaulichkeit der organischen Substanz von Raufutter basieren nun auf der Rohfaser oder der Lignozellulose (ADF).

15.1.1 Regressionsgleichungen zur Schätzung der Verdaulichkeit der organischen Substanz von Raufutter (Wiesenmischbestände und Reinbestände)

Wiesenmischbestände

vOS : Verdaulichkeit der organischen Substanz, %
 RP_{OS} : Rohprotein, g/kg organische Substanz
 RF_{OS} : Rohfaser, g/kg organische Substanz
 ADF_{OS} : Lignocellulose (ADF), g/kg organische Substanz

Anwendungsbereich: minimaler und maximaler Wertbereich

RP, g/kg TS : 50 – 280
 RF, g/kg TS : 130 – 400
 ADF, g/kg TS : 170 – 420
 vOS, % : 55 – 84

Genauigkeit: Das gewählte mathematische Modell liefert keine Angaben zur wahren Genauigkeit der Regressionsgleichungen. Die Schätzgenauigkeit bewegt sich in der gleichen Grössenordnung wie im Grünen Buch (RAP 1999), das heisst, eine Standardabweichung von 2 bei einem Bestimmtheitsmass (R^2) zwischen 0.70 (Typ G) und 0.50 (Typen K_F und K_G).

Achtung: Die Regressionsgleichungen ausgehend von einer unbekanntem botanischen Zusammensetzung überschätzen die vOS von Futter, das von leguminosenreichen (Typ L) und kräuterreichen (Typ K_F und K_G) Beständen stammt.

Korrektur der vOS nach Aufwuchs und Entwicklungsstadium: Wenn der Aufwuchs (1. Aufwuchs oder 2. und folgende Aufwüchse) und das Entwicklungsstadium der vorliegenden Futterprobe bekannt sind, dann können die vOS-Werte gemäss den Angaben in der Tabelle 15.1 korrigiert werden. Für spätere Stadien nimmt man die Korrektur vom Stadium 5.

Tabelle 15.1. Korrektur der vOS nach Aufwuchs und Entwicklungsstadium

Typ	Stadium:	Korrektureinheiten *									
		1. Aufwuchs					2. und folgende Aufwüchse				
		Stad. 1	Stad. 2	Stad. 3	Stad. 4	Stad. 5	Stad. 1	Stad. 2	Stad. 3	Stad. 4	Stad. 5
G	gräserreiche Mischbestände	5	5	4	3	0	-2	-2	-2	-2	-3
GR	gräserreiche Mischbestände, hauptsächlich Raigras	6	6	5	5	3	-1	-1	-2	-4	-4
A	Ausgewogene Mischbestände	4	4	4	3	0	-2	-2	-3	-3	-3
AR	Ausgewogene Mischbestände, hauptsächlich Raigras	5	5	5	5	2	-1	-1	-2	-3	-3
L	leguminosenreiche Mischbestände	3	4	5	5	3	2	1	0	0	-1
KF	kräuterreiche Mischbestände, feinblättrige Kräuter	3	3	3	3	2	-2	-2	-2	-2	-4
KG	kräuterreiche Mischbestände, grobstängelige Kräuter	2	2	2	-1	-5	1	-1	-4	-6	-11
Unb.	Bestände unbekannter botanischer Zusammensetzung	5	5	5	4	4	-3	-3	-4	-3	-3

* Einheiten zu der vOS hinzuzählen oder abziehen

Wenn das Stadium nicht bekannt ist, wird ein Korrekturfaktor in Abhängigkeit des Grünfutters und dessen Konserven geschätzt. Für Grünfutter, Silage und künstlich getrocknetes Grünfutter wird die durchschnittliche Korrektur für die Stadien

2 und 3 verwendet, für Dürrfutter die durchschnittliche Korrektur für die Stadien 3 und 4. Die Korrekturen gelten sowohl für Grünfutter als auch für dessen Konserven.

Grünfutter

1.1 G : gräserreiche Mischbestände

$$vOS = 34.0 + 0.1654 RP_{OS} + 0.1776 RF_{OS} - 0.000257 RP_{OS}^2 - 0.000391 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 25.7 + 0.1654 RP_{OS} + 0.2169 ADF_{OS} - 0.000256 RP_{OS}^2 - 0.000413 ADF_{OS}^2$$

1.2 GR : gräserreiche Mischbestände, hauptsächlich Raigras

$$vOS = 21.9 + 0.1209 RP_{OS} + 0.3580 RF_{OS} - 0.000186 RP_{OS}^2 - 0.000794 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 13.3 + 0.1209 RP_{OS} + 0.3823 ADF_{OS} - 0.000186 RP_{OS}^2 - 0.000746 ADF_{OS}^2$$

1.3 A : ausgewogene Mischbestände

$$vOS = 40.6 + 0.1599 RP_{OS} + 0.1431 RF_{OS} - 0.000248 RP_{OS}^2 - 0.000351 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 32.3 + 0.1599 RP_{OS} + 0.1866 ADF_{OS} - 0.000248 RP_{OS}^2 - 0.000382 ADF_{OS}^2$$

1.4 AR : ausgewogene Mischbestände, hauptsächlich Raigras

$$vOS = 43.2 + 0.0859 RP_{OS} + 0.2559 RF_{OS} - 0.000132 RP_{OS}^2 - 0.000678 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 34.4 + 0.0863 RP_{OS} + 0.2914 ADF_{OS} - 0.000133 RP_{OS}^2 - 0.000647 ADF_{OS}^2$$

1.5 L : leguminosenreiche Mischbestände

$$vOS = 86.0 - 0.000231 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 87.4 - 0.000179 ADF_{OS}^2$$

1.6 KF : kräuterreiche Mischbestände, hauptsächlich Löwenzahn

$$vOS = 58.9 + 0.0792 RP_{OS} + 0.1320 RF_{OS} - 0.000121 RP_{OS}^2 - 0.000428 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 48.6 + 0.0779 RP_{OS} + 0.2008 ADF_{OS} - 0.000118 RP_{OS}^2 - 0.000487 ADF_{OS}^2$$

1.7 KG : kräuterreiche Mischbestände, hauptsächlich Doldengewächse

$$vOS = 43.6 + 0.1806 RP_{OS} + 0.1384 RF_{OS} - 0.000298 RP_{OS}^2 - 0.000475 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 35.2 + 0.1813 RP_{OS} + 0.1512 ADF_{OS} - 0.000299 RP_{OS}^2 - 0.000311 ADF_{OS}^2$$

1.8 Unb : Bestände unbekannter botanischer Zusammensetzung

$$vOS = 56.7 + 0.1262 RP_{OS} + 0.0939 RF_{OS} - 0.000231 RP_{OS}^2 - 0.000312 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 54.8 + 0.1121 RP_{OS} + 0.1221 ADF_{OS} - 0.000207 RP_{OS}^2 - 0.000335 ADF_{OS}^2$$

Silagen

2.1 G : gräserreiche Mischbestände

$$vOS = 26.3 + 0.1653 RP_{OS} + 0.2041 RF_{OS} - 0.000241 RP_{OS}^2 - 0.000419 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 10.8 + 0.1652 RP_{OS} + 0.2793 ADF_{OS} - 0.000240 RP_{OS}^2 - 0.000484 ADF_{OS}^2$$

2.2 GR : gräserreiche Mischbestände, hauptsächlich Raigras

$$vOS = 10.4 + 0.1206 RP_{OS} + 0.4102 RF_{OS} - 0.000174 RP_{OS}^2 - 0.000849 RF_{OS}^2$$

$$vOS = -9.4 + 0.1206 RP_{OS} + 0.4916 ADF_{OS} - 0.000174 RP_{OS}^2 - 0.000872 ADF_{OS}^2$$

2.3 A : ausgewogene Mischbestände

$$vOS = 34.1 + 0.1596 RP_{OS} + 0.1653 RF_{OS} - 0.000233 RP_{OS}^2 - 0.000376 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 19.4 + 0.1596 RP_{OS} + 0.2424 ADF_{OS} - 0.000232 RP_{OS}^2 - 0.000447 ADF_{OS}^2$$

2.4 AR : ausgewogene Mischbestände, hauptsächlich Raigras

$$vOS = 34.9 + 0.0857 RP_{OS} + 0.2967 RF_{OS} - 0.000124 RP_{OS}^2 - 0.000724 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 16.9 + 0.0864 RP_{OS} + 0.3815 ADF_{OS} - 0.000125 RP_{OS}^2 - 0.000755 ADF_{OS}^2$$

2.5 L : leguminosenreiche Mischbestände

$$vOS = 85.8 - 0.000229 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 88.3 - 0.000181 ADF_{OS}^2$$

2.6 KF : kräuterreiche Mischbestände, hauptsächlich Löwenzahn

$$vOS = 54.0 + 0.0780 RP_{OS} + 0.1557 RF_{OS} - 0.000111 RP_{OS}^2 - 0.000457 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 36.1 + 0.0759 RP_{OS} + 0.2680 ADF_{OS} - 0.000107 RP_{OS}^2 - 0.000572 ADF_{OS}^2$$

2.7 KG : kräuterreiche Mischbestände, hauptsächlich Doldengewächse

$$vOS = 37.4 + 0.1809 RP_{OS} + 0.1622 RF_{OS} - 0.000280 RP_{OS}^2 - 0.000500 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 24.2 + 0.1819 RP_{OS} + 0.1929 ADF_{OS} - 0.000282 RP_{OS}^2 - 0.000355 ADF_{OS}^2$$

2.8 Unb : Bestände unbekannter botanischer Zusammensetzung

$$vOS = 51.8 + 0.1275 RP_{OS} + 0.1116 RF_{OS} - 0.000219 RP_{OS}^2 - 0.000333 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 45.7 + 0.1145 RP_{OS} + 0.1661 ADF_{OS} - 0.000199 RP_{OS}^2 - 0.000390 ADF_{OS}^2$$

Dürrfutter (Heu und Emd)

3.1 G : gräserreiche Mischbestände

$$vOS = 28.5 + 0.1769 RP_{OS} + 0.1730 RF_{OS} - 0.000313 RP_{OS}^2 - 0.000351 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 20.4 + 0.1769 RP_{OS} + 0.2090 ADF_{OS} - 0.000312 RP_{OS}^2 - 0.000371 ADF_{OS}^2$$

3.2 GR : gräserreiche Mischbestände, hauptsächlich Raigras

$$vOS = 14.8 + 0.1292 RP_{OS} + 0.3494 RF_{OS} - 0.000226 RP_{OS}^2 - 0.000713 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 6.6 + 0.1292 RP_{OS} + 0.3694 ADF_{OS} - 0.000226 RP_{OS}^2 - 0.000670 ADF_{OS}^2$$

3.3 A : ausgewogene Mischbestände

$$vOS = 35.1 + 0.1710 RP_{OS} + 0.1408 RF_{OS} - 0.000302 RP_{OS}^2 - 0.000315 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 26.9 + 0.1711 RP_{OS} + 0.1809 ADF_{OS} - 0.000302 RP_{OS}^2 - 0.000343 ADF_{OS}^2$$

3.4 AR : ausgewogene Mischbestände, hauptsächlich Raigras

$$vOS = 35.8 + 0.0920 RP_{OS} + 0.2539 RF_{OS} - 0.000162 RP_{OS}^2 - 0.000609 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 27.3 + 0.0924 RP_{OS} + 0.2846 ADF_{OS} - 0.000162 RP_{OS}^2 - 0.000581 ADF_{OS}^2$$

3.5 L : leguminosenreiche Mischbestände

$$vOS = 80.4 - 0.000189 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 81.6 - 0.000149 ADF_{OS}^2$$

3.6 KF : kräuterreiche Mischbestände, hauptsächlich Löwenzahn

$$vOS = 52.2 + 0.0845 RP_{OS} + 0.1341 RF_{OS} - 0.000147 RP_{OS}^2 - 0.000385 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 41.7 + 0.0829 RP_{OS} + 0.1981 ADF_{OS} - 0.000143 RP_{OS}^2 - 0.000439 ADF_{OS}^2$$

3.7 KG : kräuterreiche Mischbestände, hauptsächlich Doldengewächse

$$vOS = 37.6 + 0.1940 RP_{OS} + 0.1411 RF_{OS} - 0.000363 RP_{OS}^2 - 0.000425 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 29.9 + 0.1947 RP_{OS} + 0.1464 ADF_{OS} - 0.000365 RP_{OS}^2 - 0.000278 ADF_{OS}^2$$

3.8 Unb : Bestände unbekannter botanischer Zusammensetzung

$$vOS = 50.6 + 0.1360 RP_{OS} + 0.0952 RF_{OS} - 0.000282 RP_{OS}^2 - 0.000280 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 48.5 + 0.1210 RP_{OS} + 0.1214 ADF_{OS} - 0.000254 RP_{OS}^2 - 0.000300 ADF_{OS}^2$$

Raufutter künstlich getrocknet**4.1 G : gräserreiche Mischbestände**

$$vOS = 65.3 + 0.0869 RP_{OS} + 0.0692 RF_{OS} - 0.000175 RP_{OS}^2 - 0.000299 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 57.4 + 0.1132 RP_{OS} + 0.1171 ADF_{OS} - 0.000271 RP_{OS}^2 - 0.000336 ADF_{OS}^2$$

4.2 GR : gräserreiche Mischbestände, hauptsächlich Raigras

$$vOS = 63.8 + 0.1905 RF_{OS} - 0.000602 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 41.4 + 0.3186 ADF_{OS} - 0.000707 ADF_{OS}^2$$

4.3 A : ausgewogene Mischbestände

$$vOS = 80.8 + 0.0383 RF_{OS} - 0.000285 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 66.4 + 0.1432 ADF_{OS} - 0.000404 ADF_{OS}^2$$

4.4 AR : ausgewogene Mischbestände, hauptsächlich Raigras

$$vOS = 63.2 + 0.1888 RF_{OS} - 0.000610 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 42.7 + 0.3090 ADF_{OS} - 0.000697 ADF_{OS}^2$$

4.5 L : leguminosenreiche Mischbestände

$$vOS = 74.8 + 0.0693 RF_{OS} - 0.000363 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 68.3 + 0.1159 ADF_{OS} - 0.000360 ADF_{OS}^2$$

4.6 KF : kräuterreiche Mischbestände, hauptsächlich Löwenzahn

$$vOS = 70.2 + 0.1057 RF_{OS} - 0.000414 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 50.21 + 0.2478 ADF_{OS} - 0.000582 ADF_{OS}^2$$

4.7 KG : kräuterreiche Mischbestände, hauptsächlich Doldengewächse

$$vOS = 56.6 + 0.1229 RP_{OS} + 0.1021 RF_{OS} - 0.000237 RP_{OS}^2 - 0.000459 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 48.4 + 0.2396 RP_{OS} + 0.0452 ADF_{OS} - 0.000507 RP_{OS}^2 - 0.000200 ADF_{OS}^2$$

4.8 Unb : Bestände unbekannter botanischer Zusammensetzung

$$vOS = 48.6 + 0.1603 RP_{OS} + 0.0710 RF_{OS} - 0.000344 RP_{OS}^2 - 0.000250 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 42.8 + 0.1450 RP_{OS} + 0.1241 ADF_{OS} - 0.000320 RP_{OS}^2 - 0.000305 ADF_{OS}^2$$

Reinbestände

Anwendungsbereich: minimaler und maximaler Wertbereich

RP, g/kg TS: 50 – 320

RF, g/kg TS: 130 – 410

ADF, g/kg TS: 150 – 450

vOS, %: 45 – 87

Genauigkeit: Wie bei den Mischbeständen kann man aufgrund des gewählten mathematischen Modells keine Angaben zur wahren Genauigkeit der Regressionsgleichungen geben. Die Grössenordnung der Standardabweichung liegt zwischen 2 und 4 und das Bestimmtheitsmass (R^2) variiert je nach Futterpflanze und Aufwuchs zwischen 0.80 und 0.60.

Achtung: Die Regressionsgleichungen reagieren empfindlich auf das Verhältnis RP zu RF oder ADF. Wenn eine Futterprobe zu stark von diesen Beziehungen gemäss Tabellenwerten abweicht, kann ein nicht korrekter Schätzwert für die vOS resultieren.

Korrektur der vOS nach Aufwuchs und Entwicklungsstadium: Wenn der Aufwuchs (1. Aufwuchs oder 2. und folgende Aufwüchse) und das Entwicklungsstadium der vorliegenden Futterprobe bekannt sind, können die vOS-Werte gemäss den Angaben in der Tabelle 15.2 korrigiert werden. Für alle Bestände, bei denen das Stadium nicht bekannt ist, wird ein Korrekturfaktor in Abhängigkeit des Grünfutters und dessen Konserven geschätzt. Für Grünfutter, Silage und künstlich getrocknetes Grünfutter wird die durchschnittliche Korrektur für die Stadien 2 und 3 verwendet, für Dürrfutter die durchschnittliche Korrektur für die Stadien 3 und 4. Die Korrekturen gelten sowohl für Grünfutter als auch für dessen Konserven.

Tabelle 15.2. Korrektur der vOS nach Aufwuchs und Entwicklungsstadium

Typ		Korrektureinheiten *									
		1. Aufwuchs					2. und folgende Aufwüchse				
		Stad. 1	Stad. 2	Stad. 3	Stad. 4	Stad. 5	Stad. 1	Stad. 2	Stad. 3	Stad. 4	Stad. 5
DG	Knautgras	-2	0	3	5	4	1	0	0	-3	-2
LP	Englisches Raigras	-2	0	3	5	5	-1	-2	-4	-4	-4
LM	Italienisches Raigras	-3	-1	3	4	-2	0	3	4	2	-3
AP	Wiesenfuchsschwanz	0	5	3	2	0	-2	-3	-3	-3	-3
TP	Weissklee	2	3	3	2	1	1	1	1	0	-3
TR	Rotklee	0	3	3	2	0	-2	-1	-1	-1	-3
MS	Luzerne	1	1	1	1	1	-3	-2	-1	-2	-1

* Einheiten zu der vOS hinzuzählen oder abziehen

Grünfutter in Reinbeständen

1.9 Knautgras

$$vOS = 93.6 - 0.000221 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 96.3 - 0.000212 ADF_{OS}^2$$

1.10 Englisches Raigras

$$vOS = 95.5 + 0.0122 RP_{OS} - 0.000316 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 98.3 + 0.0013 RP_{OS} - 0.000279 ADF_{OS}^2$$

1.11 Italienisches Raigras

$$vOS = 101.7 - 0.000446 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 101.1 - 0.000339 ADF_{OS}^2$$

1.12 Wiesenfuchsschwanz

$$vOS = 90.1 + 0.0414 RP_{OS} - 0.000309 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 98.6 + 0.0144 RP_{OS} - 0.000282 ADF_{OS}^2$$

1.13 Weissklee

$$vOS = 58.2 + 0.0732 RP_{OS} - 0.000022 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 61.7 + 0.0642 RP_{OS} - 0.000030 ADF_{OS}^2$$

1.14 Rotklee

$$vOS = 78.8 + 0.000047 RP_{OS}^2 - 0.000154 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 80.2 + 0.000041 RP_{OS}^2 - 0.000118 ADF_{OS}^2$$

1.15 Luzerne

$$vOS = 52.4 + 0.0898 RP_{OS} - 0.000062 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 56.7 + 0.0796 RP_{OS} - 0.000060 ADF_{OS}^2$$

Silagen in Reinbeständen**2.9 Knaulgras**

$$vOS = 94.5 - 0.000225 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 99.2 - 0.000224 ADF_{OS}^2$$

2.10 Englisches Raigras

$$vOS = 101.5 - 0.000352 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 102.2 - 0.000293 ADF_{OS}^2$$

2.11 Italienisches Raigras

$$vOS = 103.8 - 0.000449 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 104.1 - 0.000341 ADF_{OS}^2$$

2.12 Wiesenfuchsschwanz

$$vOS = 86.1 + 0.0573 RP_{OS} - 0.000291 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 101.8 + 0.0173 RP_{OS} - 0.000293 ADF_{OS}^2$$

2.13 Weissklee

$$vOS = 86.5 - 0.000261 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 87.1 - 0.000152 ADF_{OS}^2$$

2.14 Rotklee

$$vOS = 82.5 - 0.000189 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 84.1 - 0.000141 ADF_{OS}^2$$

2.15 Luzerne

$$vOS = 72.3 + 0.0249 RP_{OS} - 0.000128 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 65.3 + 0.0517 RP_{OS} - 0.000088 ADF_{OS}^2$$

Dürrfutter in Reinbeständen**3.9 Knaulgras**

$$vOS = 87.6 - 0.000187 RF_{OS}^2$$

$$vOS = 90.1 - 0.000180 ADF_{OS}^2$$

3.10 Englisches Raigras

$$vOS = 93.5 - 0.000291 RF^2_{OS}$$

$$vOS = 92.3 - 0.000236 ADF^2_{OS}$$

3.11 Italienisches Raigras

$$vOS = 95.5 - 0.000370 RF^2_{OS}$$

$$vOS = 93.9 - 0.000277 ADF^2_{OS}$$

3.12 Wiesenfuchsschwanz

$$vOS = 98.0 - 0.000322 RF^2_{OS}$$

$$vOS = 95.8 - 0.000249 ADF^2_{OS}$$

3.13 Weissklee

$$vOS = 81.0 - 0.000216 RF^2_{OS}$$

$$vOS = 80.9 - 0.000129 ADF^2_{OS}$$

3.14 Rotklee

$$vOS = 77.6 - 0.000156 RF^2_{OS}$$

$$vOS = 78.3 - 0.000116 ADF^2_{OS}$$

3.15 Luzerne

$$vOS = 76.8 - 0.000131 RF^2_{OS}$$

$$vOS = 78.1 - 0.000107 ADF^2_{OS}$$

Raufutter künstlich getrocknet in Reinbeständen

4.9 Luzerne

$$vOS = 78.7 - 0.000149 RF^2_{OS}$$

$$vOS = 80.8 - 0.000118 ADF^2_{OS}$$

Maispflanzen

Obwohl der Maisanbau eine grosse Ausdehnung erfahren hat, bleibt die korrekte Einschätzung des Futterwertes der Ganzpflanze (Nährwert und Verzehrbareit) problematisch. Oft begnügt man sich mit einem Standardenergiegehalt (6.5 MJ NEL oder 6.8 MJ NEV pro kg TS für Maissilage), obwohl die Zusammensetzung der Maispflanze (Sorte und Reifestadium) und die Standort- und Witterungsbedingungen sehr variabel sind.

Der Energiewert der Maispflanze hängt stark von der vOS ab. Die wichtigsten Variationsursachen sind der Stärkegehalt, dessen vOS hoch und praktisch konstant bleibt (>90 %), und der Gehalt an Zellwandfraktionen (RF oder NDF und ADF), deren vOS in einem weiten Bereich variieren können (45 bis 75 %; Andrieu und Baumont, 2000; Barrière und Emile, 2000; Daccord et al., 1996; Herter et al., 1995). Da die Zellwände (NDF) fast die Hälfte der Pflanzen-TS ausmachen, ist der Gehalt an unverdaulicher Zellwand der Hauptvariationsfaktor der vOS. Leider ist die Laborbestimmung der Verdaulichkeit dieser Fraktion schwierig und teuer, wenn man über keine Nahinfrarotspektroskopie-Methode (NIRS) verfügt. Es bleiben die chemisch leicht zu bestimmenden Parameter übrig. Man muss sich aber bewusst sein, dass diese keine genaue Schätzung der vOS der Maisganzpflanzen zulassen.

Regressionsgleichungen zur Schätzung der Verdaulichkeit der organischen Substanz von Maisganzpflanzen oder von Maispflanzen, die in anderer Form vorliegen

Regressionsgleichungen zur Schätzung der Verdaulichkeit der organischen Substanz von Maisganzpflanzen

Für Mais (ganze Pflanze) sind zahlreiche Schätzgleichungen publiziert worden. Zu den aktuellsten gehören die von Andrieu und Baumont (2000) sowie Baumont (2006, persönliche Mitteilung):

(Formel 1) $vOS = 79.4 + 0.0652 RP_{os} - 0.0591 RF_{os}$

$$R^2 = 0.40; \text{ Reststandardabweichung} = 2$$

(Formel 2) $vOS = 75.7 + 0.0701 RP_{os} + 0.0156 NDF_{os} - 0.0720 ADF_{os}$

$$R^2 = 0.41; \text{ Reststandardabweichung} = 2$$

Da die Schätzgenauigkeit relativ ungenau ist, können diese Regressionsgleichungen sowohl für Grünmais als auch für silierten und künstlich getrockneten Mais verwendet werden. Die mit Hilfe von diesen Regressionsgleichungen geschätzten Werte liegen im ähnlichen Bereich wie die Werte von Daccord et al. (1995).

2012 wurde eine Synthesearbeit an Agroscope durchgeführt, um die Schätzgleichungen zur Bestimmung der verdaulichen organischen Substanz ($VOS = OS \times vOS/100$) zu verbessern. Dabei wurden die in vivo bestimmten vOS-Werte von insgesamt 124 untersuchten Maisproben mit 534 Einzelwerten berücksichtigt. Folgende Schätzgleichungen wurden aufgestellt:

- entweder erfolgt dies über eine Korrektur der berechneten VOS über eine Schätzgleichung mit RF der Formel 1

$$VOS_{\text{korrigiert}} = 1.2812 \times (vOS/100 \text{ (Formel 1)} \times OS) - 180.35 \quad (R^2 \text{ 0.69})$$

$$vOS = VOS_{\text{korrigiert}}/OS$$

- oder über eine Korrektur der berechneten VOS über eine Schätzgleichung mit ADF und NDF der Formel 2

$$VOS_{\text{korrigiert}} = 1.2653 \times (vOS/100 \text{ (Formel 2)} \times OS) - 156.12 \quad (R^2 \text{ 0.69})$$

$$vOS = VOS_{\text{korrigiert}}/OS$$

- Oder sie erfolgt über eine neue Gleichung (ALP12, R^2 0.77), die auf den in vivo bestimmten Daten basiert und die Van Soest bestimmten Faserstoffe (ADF, NDF) und Rohfaser berücksichtigt. Die Werte werden als g/kg TS eingegeben.

$$VOS_{ALP12} = -1016.7 + (OS \times 1.8) + [(RP \times NfE)/1000 \times 1.106] + [(RP_{os} \times HEM_{os})/1000 \times -3.01] + [(RF_{os} \times NDF_{os})/1000 \times -0.0013] + 10.3$$

$$vOS = VOS_{ALP12}/OS$$

$$HEM = NDF-ADF; NfE = OS-RP-RF-RL \text{ (wenn RL nicht vorhanden, } RL=35 \text{ g/kg TS)}$$

Regressionsgleichung zur Schätzung der Verdaulichkeit der organischen Substanz von Maispflanzen, die in anderer Form vorliegen (nur Stängel und Blätter, oder Hochschnittmais, oder Pflanzen mit zusätzlichen Kolben)

$$VOS_{ALP12} = -1016.7 + (OS \times 1.8) + [(RP \times NfE)/1000 \times 1.106] + [(RP_{os} \times HEM_{os})/1000 \times -3.01] + [(RF_{os} \times NDF_{os})/1000 \times -0.0013] - 10.3$$

$$vOS = VOS_{ALP12}/OS$$

$$HEM = NDF-ADF; NfE = OS-RP-RF-RL \text{ (wenn RL nicht vorhanden, } RL=35 \text{ g/kg TS)}$$

15.1.2 Berechnung des Energiegehaltes

In den nachstehenden Regressionsgleichungen zur Berechnung des Energiegehaltes werden folgende Abkürzungen verwendet:

BE	=	Bruttoenergie, MJ/kg
UE	=	umsetzbare Energie, MJ/kg
q	=	Umsetzbarkeit der Bruttoenergie
NEL	=	Nettoenergie Milch, MJ/kg
NEV	=	Nettoenergie Mast, MJ/kg
k_L	=	Teilwirkungsgrad der UE für die Milchleistung
k_V	=	Teilwirkungsgrad der UE für Wachstum
k_{En}	=	Teilwirkungsgrad der UE für Erhaltung
OS	=	organische Substanz, g/kg
VOS	=	verdauliche organische Substanz, g/kg
RP	=	Rohprotein, g/kg
RP_{OS}	=	Rohprotein, g/kg OS
VP	=	verdauliches Rohprotein, g/kg

Bruttoenergie

Raufutter (ausser Mais): **BE** = 0.0188 OS + 0.0078 RP

Mais ganze Pflanze: **BE** = 0.0196 OS

Umsetzbare Energie

Raufutter (ausser Mais):

UE = 0.0142 VOS + 0.0059 VP, wenn VOS/VP < 7

UE = 0.0151 VOS, wenn VOS/VP ≥ 7

Mais ganze Pflanze:

UE = 0.0155 VOS

VP für Grünfutter und Silagen:

$$VP = RP (0.33 + 0.0033 RP_{OS} - 0.0000061 RP_{OS}^2)$$

VP für Dürrfutter und künstlich getrocknetes Raufutter:

$$VP = RP (0.29 + 0.0033 RP_{OS} - 0.0000064 RP_{OS}^2)$$

Nettoenergie

$$NEL = k_L \times UE \times 0.9752$$

$$NEV = k_{EnV} \times UE$$

$$k_L = 0.463 + 0.24 q$$

$$q = UE / BE$$

$$k_{En} = 0.554 + 0.287 q$$

$$k_V = 0.006 + 0.78 q$$

$$k_{EnV} = (1.5 \times k_{En} \times k_V) / ([0.5 \times k_{En}] + k_V)$$

15.1.3 Berechnung des APD-Gehaltes

In den nachstehenden Regressionsgleichungen werden die folgenden Abkürzungen verwendet:

APDE	= absorbierbares Protein im Darm, das auf Grund der verfügbaren Energiemenge aufgebaut werden kann, g/kg
APDN	= absorbierbares Protein im Darm, das auf Grund des abgebauten Rohproteins aufgebaut werden kann, g/kg
OS	= organische Substanz, g/kg
vOS	= Verdaulichkeit der OS, %
FOS	= fermentierbare OS, g/kg
RP	= Rohprotein, g/kg
RP _{OS}	= Rohprotein in OS, g/kg OS
aRP	= Abbaubarkeit des RP, %
RL	= Rohlipide, g/kg
FP	= Fermentationsprodukte von Silagen, g/kg
vASF	= Verdaulichkeit der aus dem Futter stammenden Aminosäuren, %
St	= Stärke, g/kg
aST	= Abbaubarkeit der Stärke, %

Der Anwendungsbereich zur Schätzung der Abbaubarkeit des Rohproteins und der Verdaulichkeit der aus dem Futter stammenden Aminosäuren ist beschränkt auf Futter, welches ähnliche Nährwerte wie das in den Tabellen angegebene Futter der Standardmischbestände aufweist.

Absorbierbares Protein im Darm

$$\text{APDE} = 0.093 \times \text{FOS} + \text{RP} \times (1.11 \times (1 - \text{aRP}/100)) \times \text{vASF}/100$$

$$\text{APDN} = \text{RP} \times (\text{aRP}/100 - 0.10) \times 0.64 + \text{RP} \times (1.11 \times [1 - \text{aRP}/100]) \times \text{vASF}/100$$

FOS, Fermentierbare organische Substanz

$$\text{FOS} = \text{OS} \times \text{vOS}/100 - \text{RP} \times (1 - \text{aRP}/100) - \text{RL} - \text{FP} - (\text{St} \times (1 - \text{aST}/100)) \text{ a)}$$

a) ist nur bei stärkereichen Futtermitteln einzusetzen (siehe Tabelle 15.4: ST und aST für Mais ganze Pflanze)

Abbaubarkeit des Rohproteins (aRP)

Grünfutter:		$\text{aRP} = 51.2 + 0.126 \text{RP}_{\text{OS}} - 0.00014 \text{RP}_{\text{OS}}^2$
Grassilage:	TS < 50%	$\text{aRP} = 59.5 + 0.153 \text{RP}_{\text{OS}} - 0.00020 \text{RP}_{\text{OS}}^2$
	TS > 50%	$\text{aRP} = 54.5 + 0.153 \text{RP}_{\text{OS}} - 0.00020 \text{RP}_{\text{OS}}^2$
Dürrfutter:		$\text{aRP} = 48.9 + 0.144 \text{RP}_{\text{OS}} - 0.00020 \text{RP}_{\text{OS}}^2$
Raufutter künstl. getrocknet:		$\text{aRP} = 51.9 + 0.092 \text{RP}_{\text{OS}} - 0.00015 \text{RP}_{\text{OS}}^2$
Mais ganze Pflanze:		Die aRP kann nicht anhand des Rohproteingehaltes geschätzt werden. Die Angaben zur Abbaubarkeit des Rohproteins wurden auf der Grundlage der Arbeiten von De Boever et al. (2002) aktualisiert (Tab. 15.3).
Übrige Raufutter:		aRP-Werte aus den entsprechenden Tabellen einsetzen.

Tabelle 15.3. Durchschnittliche Abbaubarkeit des Rohproteins (aRP) bei Mais ganze Pflanze

Zustand	Stadium	aRP
grün	Blüte	70
	Milchreife	70
	Beginn Teigreife	65
	Teigreife	65
siliert	Milchreife	72
	Beginn Teigreife	72
	Teigreife	72
künstlich getrocknet	Beginn Teigreife	60
	Teigreife	60

Rohlipide (RL): Falls keine Analysenwerte vorhanden sind, dann ist für Raufutter der Wert von 35 g/kg TS einzusetzen.

Fermentationsprodukte der Silagen (FP)

Bei der Berechnung der FOS ist **nur die Hälfte** der Fermentationsprodukte abzuziehen:

$$FP = FP \text{ (analysiert oder geschätzt)} \times 0.5$$

Wenn der Gehalt an FP nicht bekannt ist:

für Grassilagen mit 35 % TS-Gehalt $FP_{\text{(geschätzt)}} = 100 \text{ g/kg TS}$

für Maissilagen mit 30 % TS-Gehalt $FP_{\text{(geschätzt)}} = 75 \text{ g/kg TS}$

Für abweichende TS-Gehalte sind folgende Korrekturen vorzunehmen (Ausnahme: TS > 60 %, FP = 0):

für Silagen (ausser Mais ganze Pflanze): $FP_{\text{(geschätzt)}} = 205 - (3.0 \times \text{TS-Gehalt in \%})$

für Maissilage (ganze Pflanze): $FP_{\text{(geschätzt)}} = 150 - (2.5 \times \text{TS-Gehalt in \%})$

Verdaulichkeit der aus dem Futter stammenden Aminosäuren (vASF)

Grünfutter: $vASF = 65.0 + 0.132 RP_{OS} - 0.00014 RP_{OS}^2$

Grassilage: TS < 50% $vASF = 62.8 + 0.138 RP_{OS} - 0.00016 RP_{OS}^2$

TS > 50% $vASF = 60.5 + 0.127 RP_{OS} - 0.00018 RP_{OS}^2$

Dürrfutter: $vASF = 58.5 + 0.127 RP_{OS} - 0.00018 RP_{OS}^2$

Raufutter künstl. getrocknet: $vASF = 56.4 + 0.141 RP_{OS} - 0.00023 RP_{OS}^2$

Mais ganze Pflanze: Es wird mit einem Durchschnittswert von 72 % gerechnet (De Boever et al. 2002).

Übrige Raufutter: $vASF = 70 \%$

Ausnahme: Silagen von Ackerzwischenfrüchten $vASF = 60 \%$

Abbaubarkeit der Stärke (aST)

Die Daten zur Abbaubarkeit der Stärke, die für die Berechnung der fermentierbaren organischen Substanz benötigt werden, stammen von Philippeau und Michalet-Doreau (1997). (Tab. 15.4)

Tabelle 15.4. Durchschnittlicher Stärkegehalt und Abbaubarkeit der Stärke (aST) für Mais ganze Pflanze

Zustand	Stadium	durchschnittlicher Stärkegehalt g/kg TS	aST %
grün	Teigreife	315	60
siliert			70
künstlich getrocknet			50

15.2 Grundlegende Beziehungen für Einzelfutter (ohne Raufutter)

15.2.1 Energiegehalt

Gilt nicht für Einzelfutter wie Fett und Dextrose.

Bruttoenergie

$$BE = 0.0242 RP + 0.0366 RL + 0.0209 RF + 0.0170 NfE - 0.00063 MDS^a)$$

Umsetzbare Energie

$$UE = 0.0159 VRP + 0.0377 VRL + 0.0138 VRF + 0.0147 VNfE - 0.00063 MDS^a)$$

a) Nur bei Milchprodukten zu berücksichtigen, falls $MDS \geq 80$ g/kg TS.

VRP	=	Verdauliches Rohprotein
VRL	=	Verdauliche Rohlipide (Fett)
VRF	=	Verdauliche Rohfaser
VNfE	=	Verdauliche stickstofffreie Extraktstoffe
MDS	=	Mono- und Disaccharide (Lactose)

Nettoenergie

$$Q = UE / BE$$

$$kL = 0.463 + 0.24 q \quad \rightarrow \text{NEL} = 0.9752 \times kL \times UE$$

$$kEn = 0.554 + 0.287 q$$

$$kV = 0.006 + 0.78 q$$

$$kEnV = (1.5 \times kEn \times kV) / [(0.5 \times kEn] + kV) \quad \rightarrow \text{NEV} = kEnV \times UE$$

Die Gehaltswerte sind in g/kg Frisch- oder Trockensubstanz anzugeben.

Die Nährwerte sind in MJ/kg Frisch- oder Trockensubstanz anzugeben.

15.2.2 APD-Gehalt

Das absorbierbare Protein im Darm APDE und APDN wird wie folgt berechnet:

$$\text{APDE} = 0.093 \times \text{FOS} + \text{RP} \times (1.11 \times (1 - \text{aRP}/100)) \times \text{vASF}/100$$

$$\text{APDN} = \text{RP} \times (\text{aRP}/100 - 0.10) \times 0.64 + \text{RP} \times (1.11 \times [1 - \text{aRP}/100]) \times \text{vASF}/100$$

$$\text{FOS} = \text{OS} \times \text{vOS}/100 - \text{RP} \times (1 - \text{aRP}/100) - \text{RL}^a) - \text{St}^b) \times (1 - \text{aST}/100) - (\text{FP}^c) \times 0.5)$$

Die Gehaltswerte FOS, RP, VOS, RL, ST, FP und die Nährwerte APDE und APDN sind in g/kg TS angegeben.

Die Werte aRP, aST und aASF sind in % angegeben.

- a) RL analysierte Werte einsetzen; wenn keine vorhanden, Werte aus der Feedbase.ch verwenden.
- b) ST ist nur bei stärkereichen Futtermitteln zu berücksichtigen, wenn die Abbaubarkeit ≤ 85 % beträgt
- c) FP Die Fermentationsprodukte der Silagen setzen sich zusammen aus: Milchsäure, flüchtigen Fettsäuren (Essig, Propion- und Buttersäure), Alkoholen.

Sind die FP nicht bekannt, so gilt:

FP = 95 g/kg TS für Zuckerrübenschnitzel siliert

FP = 50 g/kg TS für Maiskörnersilage, Maiskolbensilage oder Malztreber siliert.

15.3 Regressionsgleichungen zur Schätzung des Nährwertes im Kraftfutter (Mischfutter)

15.3.1 Energiegehalt

$$\mathbf{NEL}_{\text{OS}} = -13.67 + 0.0226 \text{ RP}_{\text{OS}} + 0.0358 \text{ RL}_{\text{OS}} + 0.0074 \text{ RF}_{\text{OS}} + 0.0222 \text{ NfE}_{\text{OS}}$$

Schätzgenauigkeit: $s=0.3$; $R^2=0.88$

$$\mathbf{NEV}_{\text{OS}} = -279.43 + 0.2888 \text{ RP}_{\text{OS}} + 0.3058 \text{ RL}_{\text{OS}} + 0.2689 \text{ RF}_{\text{OS}} + 0.2891 \text{ NfE}_{\text{OS}}$$

Schätzgenauigkeit: $s=0.4$; $R^2=0.88$

Die Gehaltswerte von RP, RL, RF und NfE sind in g/kg OS, NEL und NEV in MJ/kg OS angegeben.

Gültigkeitsbereich der Regressionen: Rohfaser Maximum 180 g/kg OS

Rohlipide Maximum 100 g/kg OS

15.3.2 APD-Gehalt

Für Kraftfutter (Mischfutter) mit einem Rohproteingehalt zwischen 100 und 180 g/kg FS beziehungsweise 110 und 200 g/kg TS:

$$\mathbf{APDE}_{\text{OS}} = 151 + 0.00229 \text{ RP}_{\text{OS}}^2 - 0.00656 \text{ aRP}^2 + 0.2766 \text{ RL}_{\text{OS}} - 0.00066 \text{ RL}_{\text{OS}}^2 - 0.5054 \text{ NfE}_{\text{OS}} + 0.00054 \text{ NfE}_{\text{OS}}^2$$

Schätzgenauigkeit: $s = 4$; $R^2 = 0.97$

Für Kraftfutter (Mischfutter) mit einem Rohproteingehalt über 180 und unter 450 g/kg FS beziehungsweise über 200 und unter 500 g/kg TS:

$$\mathbf{APDE}_{\text{OS}} = 560 + 0.00033 \text{ RP}_{\text{OS}}^2 - 5.8230 \text{ aRP} - 0.00384 \text{ RL}_{\text{OS}}^2 - 0.4886 \text{ RF}_{\text{OS}}$$

Schätzgenauigkeit: $s = 13$; $R^2 = 0.94$

Die Werte von RP, RL, NfE und APD sind in g/kg OS, der Wert aRP in % angegeben.

15.4 Umrechnungsfaktoren und Vergleichbarkeit

Das französische, holländische und schweizerische System zur Bewertung der Futtermittel hat die gleiche Ausgangsbasis, aber jedes System hat seine spezifischen Schätzgleichungen. Die genaueste Methode zur Umrechnung der Energie- und Proteingehalte von einem in ein anderes System ist diejenige, bei der die Werte der Futtermittel jeweils auf Grund der Grunddaten in dem entsprechenden System berechnet werden. Wenn diese Informationen fehlen, ist eine Umwandlung der Werte von einem in ein anderes Energiebewertungssystem mit Hilfe von Umrechnungsfaktoren möglich (Tab. 15.5). Die so erhaltenen Ergebnisse haben jedoch nur einen informativen Wert, da die Umrechnungsfaktoren je nach Futtermittel variieren.

Tabelle 15.5. Durchschnittliche Umrechnungsfaktoren für verschiedene Energiebewertungssysteme

Systeme	Faktoren
schweizerisch → französisch	UFL = NEL / 6.7* UFV = NEV / 7.3*
schweizerisch → holländisch	VEM = NEL / 0.0069 VEVI = NEV / 0.0069
französisch → schweizerisch	NEL = UFL x 6.7 NEV = UFV x 7.3
holländisch → schweizerisch	NEL = VEM x 0.0069 NEV = VEVI x 0.0069

*Die Umrechnungsfaktoren 6.7 und 7.3 sind nur für Grünfütter und dessen Konserven gültig. Für Mais ganze Pflanze lauten die Faktoren 6.8 und 7.5.

Bei den Einzelfuttermitteln variieren die Werte so stark, dass deren Anwendung nicht empfohlen werden kann.

Um die Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Proteinbewertungssystemen zu ermöglichen, sind Hinweise in Tabelle 15.6 angegeben.

Tabelle 15.6. Vergleichbarkeit zwischen den Proteinbewertungssystemen

Systeme	Einheiten
Schweizerisch ⇔ französisch	APDE ⇔ PDIE
	APDN ⇔ PDIN
	APDF ⇔ PDIA
	APDM ⇔ PDIME
	APDMN ⇔ PDIMN
Schweizerisch ⇔ holländisch	APDE ⇔ DVE
	APDF ⇔ DVBE
	APDM ⇔ DVME
	PME ⇔ MREE
	PMN ⇔ MREN

15.5 Literatur

Andrieu J. et Baumont R., 2000. Digestibilité et ingestibilité du maïs fourrage : facteurs de variation et prévision. *Fourrage*, 163, 239-252.

Barrière Y. & Emile J.-C., 2000. Le maïs fourrage: Evaluation et perspectives de progrès génétiques sur les caractères de valeur alimentaire. *Fourrage* 163, 221–238.

♥ Daccord R., Arrigo Y, Vogel R., 1995. Nährwert von Maissilagen, *Agrarforschung* 2 (9), 397-400.

De Boever J.L, Vanacker J.M., De Brabander D.L., 2002. Rumen degradation characteristics of nutrients in maize silages and evaluation of laboratory measurements and NIRS as predictors. *Animal Feed Science and Technology*, 101, 73-86.

♥ Herter U., Arnold A., Schubiger F., Menzi M., 1996. Verdaulichkeit, das wichtigste Qualitätsmerkmal bei Silomais. *Agrarforschung*, 535-538.

Philippeau C., Michalet-Doreau B., 1997. Influence of genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal starch degradation. *Animal Feed Science and Technology*, 68, 25-35.

Version: Oktober 2017

Herausgeber: Agroscope

Redaktion: R. Daccord, Y. Arrigo, C. Chaubert

Copyright: Agroscope

Bitte bei Reproduktion Quelle angeben

16. Die wichtigsten Fachausdrücke deutsch - französisch

A

Abbau	Dégradation, mobilisation
Abbaubarkeit	Dégradabilité
Abkalben	Vêlage
Absetzen	Sevrage
Absorbierbares Protein Darm	Protéines absorbables dans l'intestin
Absorption	Absorption
Alleinfutter	Aliment complet
Ameisensäure	Acide formique
Aminosäuren	Acides aminés
Ammen- oder Mutterkuh	Vache allaitante
Ammenkuh	Vache nourrice
Ammoniak	Ammoniac
Ammoniakstickstoff	Azote ammoniacal
Angebot	Apport
Ansatz	Croît
Antimikrobielle Wirkstoffe	Substances antimicrobiennes
Antimikrobieller Leistungsförderer	Stimulateur de performance antimicrobien
Antimikrobieller Wachstumsförderer	Stimulateur de croissance antimicrobien
Anwelken	Préfanage
Artenreiche Wiese	Prairie riche en espèces
Aue (Mutterschaf)	Brebis
Aufnahme	Ingestion, consommation
Aufnahmevermögen	Capacité d'ingestion
Aufwuchs	Repousse, cycle, coupe
Aufzucht	Elevage, remonte
Aufzuchtkalb	Veau d'élevage
Aufzuchtlamm	Agnelle/agneau d'élevage
Aufzuchtrind	Génisse d'élevage
Ausgewogener Mischbestand	Prairie équilibrée
Ausmast	Finition
Ausmastgrad	Degré de finition, état d'engraissement
Ausscheidung	Excrétion
Azetonämie	Acétonémie, cétose
Azidose	Acidose



B

β-Carotin	β-carotène
Bedarf	Besoins
Bedarfsdeckung	Couverture des besoins
Beginn Laktation (Startphase)	Début de lactation (phase de démarrage)
Belüftet	Séché en grange
Betriebsleiter	Chef d'exploitation
Bewertung	Evaluation (valeur nutritive)
Biotin	Biotine
Blätterreich	Feuillu
Blausäure	Acide cyanhydrique
Blüte	Floraison
Bodentrocknung	Séchage au sol
Botanische Zusammensetzung	Composition botanique
Bröckelverluste	Brisures
Bruttoenergie	Energie brute
Buttersäure	Acide butyrique

C

Chinakohl	Chou de Chine
Chlor	Chlore
Cholin	Choline
Computergesteuerter Tränkeautomat	Nourrisseur automatique géré par ordinateur

D

Dauerwiese	Prairie permanente
Defizit	Déficit
Dickdarm	Gros intestin
Dünndarm	Intestin grêle
Durchschnittlicher Tageszuwachs	Gain moyen de poids quotidien
Dürrfutter	Fourrage sec

E

Eimer	Bidon
Einstreu	Litière
Einzelfuttermittel	Aliment simple
Eisen	Fer
Emd	Regain
Endogene Ausscheidung	Excrétion endogène
Energie	Energie
Energieansatz	Energie fixée
Energiekonzentration	Concentration en énergie
Entwicklungsstadium	Stade de développement
Entwöhnung	Sevrage
Enzym	Enzyme
Ergänzungsfutter	Aliment complémentaire
Ergänzungsfütterung	Complémentation
Erhaltung	Entretien
Erhaltungsbedarf	Besoins d'entretien
Ernteverluste	Pertes de récolte
Ersatzmilch	Lait reconstitué
Erstlaktierend	Primipare
Essigsäure	Acide acétique
Extensivmast	Engraissement extensif

F

Fahrsilo	Silo-tranchée
----------	---------------

Fehlgärung	Mauvaise fermentation
Feldverluste	Pertes de récolte
Fermentationsprodukte	Produits de fermentation
Fermentierbarkeit	Fermentescibilité
Festliegen	Paraplégie
Fett Graisse	Graisse, lipide
Fettansatz	Croît sous forme de graisse, graisse fixée
Fettsäuremuster	Spectre des acides gras
Fettsäuren	Acides gras
Feuchtgetreide	Céréales humides
Fleischfarbe	Couleur de la viande
Fleischigkeit	Charnure
Fleischqualität	Qualité de la viande
Flüchtige Fettsäuren	Acides gras volatils
Folsäure	Acide folique
Frisch laktierend	Fraîchement vèlée
Frühreif	Précoce
Futterkonservierung	Conservation des fourrages
Futtermittelbewertung	Evaluation de la valeur nutritive des aliments
Futtermittelbuch	Livre des aliments des animaux
Futtermischwagen	Char mélangeur
Futterprotein	Protéines alimentaires
Fütterung	Alimentation
Fütterungsempfehlungen	Apports alimentaires recommandés,
Fütterungsintensität	Niveau d'alimentation
Fütterungsplan	Plan d'alimentation
Futtermittelnutzung	Indice de consommation

G

Galtkuh	Vache tarie
Galtphase	Tarissement (période de)
Gärung	Fermentation
Gebärparese	Fièvre du lait, hypocalcémie
Gelbreif	Pâteux dur
Gesundheitszustand	Etat de santé
Getreide ganze	Céréales immatures
Gräserreicher Mischbestand	Prairie riche en graminées
Grasnarbe	Gazon (couverture végétale)
Grassilage	Ensilage d'herbe
Grobstängelig	A tiges grossières
Grundfutter	Ration de base, fourrage de base
Grundfuttermischung	Ration de base
Grundration	Ration de base
Grundumsatz	Métabolisme de base
Grünfutter	Fourrage vert

H

Handicap-Schwelle	Seuil d'handicap
Harn	Urine
Harnstoff	Urée
Heu	Foin
Heubelüftung	Séchage en grange
Hochleistungskuh	Vache à haute performance
Hochsilo	Silo-tour
Hülsenansatz	Formation des cosses

Hungergefühl	Sensation de faim
I	
Im Schossen	Montaison
Inhaltsstoff	Constituant
Intensivmast	Engraissement intensif
Iod	Iode
J	
Jungvieh	Jeune bétail
K	
Kälbernährmehl	Farine pour veaux
Kalium	Potassium
Kalzium	Calcium
Ketonkörper	Corps cétonique
Ketose	Cétose, acétonémie
Kleearten	Légumineuses, trèfle
Kleereicher Mischbestand	Prairie riche en légumineuses
Knautgras	Dactyle
Kobalt	Cobalt
Kohlehydrat	Glucide
Kolostrum	Colostrum
Kombimast	Engraissement combiné
Kompensatorisches Wachstum	Croissance compensatoire
Konservierbarkeit	Aptitude à la conservation
Konservierungsmittel	Agent conservateur
Konservierungsverluste	Pertes de conservation
Körnermais	Maïs-grain
Körperfett	Graisse corporelle
Körperreserven	Réserves corporelles
Kot	Fèces
Krafftutter	Aliment concentré
Kräuter	Dicotylédones fourragères non légumineuses
Kräuterreicher Mischbestand	Prairie riche en autres plantes
Kreuzblütler	Crucifères
Kunstwiese	Prairie temporaire
Kupfer	Cuivre
L	
Labmagen	Caillette
Lagerfähigkeit	Aptitude à la conservation
Laktation	Lactation
Laktationsstadium	Stade de lactation
Laktose	Lactose
Landsbergergemenge	Mélange de Landsberger
Laufstall	Stabulation libre
Lebendgewicht	Poids vif
Lebensnotwendig	Essentiel
Lebertran	Huile de foie de morue
Lecksucht	Pica
Leerkörpergewicht	Poids vif vide
Leguminosen	Légumineuses
Leistung	Performance
Leistungsfutter	Aliment de production
Leistungsniveau	Niveau de production
Lieschen	Spathes

Lignin	Lignine
Löslichkeit	Solubilité
Löwenzahn	Dent-de-lion
Luzerne	Luzerne
M	
Magerwiese	Prairie maigre
Magnesium	Magnésium
Mangan	Manganèse
Mangel	Carence
Markstammkohl	Chou moellier
Mast	Engraissement
Mastendgewicht	Poids à l'abattage
Mastkalb	Veau à l'engrais, d'engraisement
Mastlamm	Agneau d'engraisement
Mastleistung	Performance d'engraisement
Mastremonte	Remonte d'engraisement
Mastrind	Bovin à l'engrais
Mastvieh	Bétail/bovin d'engraisement
Megajoule	Mégajoule
Mengenelement (Mineralstoff)	Élément majeur (minéral)
Metabolisches Körpergewicht	Poids métabolique
Mikroorganismen	Microorganismes
Mikroorganismen-Rohprotein	Protéines microbiennes
Milchaustauschfuttermittel	Aliment d'allaitement
Milchersatzfuttermittel	Aliment d'allaitement
Milchfett	Matière grasse du lait
Milchfieber	Fièvre du lait, hypocalcémie
Milchkuh	Vache laitière
Milchleistung	Production laitière
Milchnebenprodukt	Sous-produit laitier
Milchprotein	Protéine du lait
Milchreif	Laiteux
Milchsäure	Acide lactique
Milchsäurebakterien	Bactéries lactiques
Milchvieh	Bétail laitier
Mineralfutter	Aliment minéral
Mineralstoff	Minéral
Mineralstoffmischung	Mélange de sels minéraux
Mischfutter Aliment composé	Aliment composé
Mischration	Ration complète
Mitte Laktation (Produktionsphase)	Pleine lactation (phase de production)
Mobilisierung	Mobilisation
Molybdän	Molybdène
Muni	Taurillon
Mutterkuh	Vache mère
Mutterkuhkalb	Veau de vache allaitante
Mutterschaf (Aue)	Brebis
N	
Nachgärung	Post-fermentation
Nährstoff	Nutriment
Nährstoffgehalt	Teneur en nutriments
Nährstoffkreislauf	Cycle des éléments nutritifs
Nährwert	Valeur nutritive

Nährwerttabelle	Table de la valeur nutritive
Nährzustand	Etat corporel
Natrium	Sodium
Natronlauge	Hydroxyde de soude
Netto-Energie Laktation (Milch)	Energie nette pour la production laitière
Netto-Energie Wachstum (Mast)	Energie nette pour la production de viande
Nettozunahme	Gain net
Nicht-Protein-Stickstoff	Azote non protéique
Nicotinsäure	Acide nicotinique
Nutztier	Animal de rente
Nutzung	Utilisation (prairie)
Nutzungsstadium	Stade d'utilisation

O

Ochse	Boeuf
Organische Substanz	Substanz Matière organique

P

Pansen	Panse, rumen
Pansenmikroorganismen	Microorganismes de la panse
Pansenübersäuerung	Acidose
Pantothensäure	Acide pantothénique
Peptid	Peptide
Pflanzenbestand	Composition botanique
Pflanzenfresser	Herbivore
pH-Wert	pH
Phosphor	Phosphore
Produktionsbedarf	Besoins de production
Produktionsintensität	Intensité de production
Produktionsphase (Mitte Laktation)	Phase de production (pleine lactation)
Propionsäure	Acide propionique
Proteinansatz	Croît sous forme de protéines, protéines fixées
Proteinverwertung	Rendement des protéines
Pufferkapazität	Pouvoir tampon

R

Raigras	Ray-grass
Rationengestaltung	Rationnement
Rationiert	Rationné
Raufutter	Fourrage
Raufutter, künstlich getrocknet	Fourrage déshydraté artificiellement
Regression	Régression
Regressionsgleichung	Equation de régression
Reife	Maturité
Reinbestand	Culture pure
Remonte	Remonte
Resten (Futter-)	Refus, restes
Rind	Génisse
Rispenschieben	Epiaison
Rohasche	Cendres
Rohfaser	Cellulose brute
Rohfett	Matière grasse
Rohkomponente	Matière première
Rohprotein	Matière azotée
Rotklee	Trèfle violet
Rübsen	Navettes

Rumen	Rumen, panse
S	
Schaf	Mouton, ovin
Schafbock	Bélier
Scheinbare Verdaulichkeit	Digestibilité apparente
Schlachtausbeute	Rendement à l'abattage
Schlachtgewicht	Poids mort, poids de carcasse
Schlachtkörper	Carcasse
Schlachtkörpergewicht	Poids de carcasse
Schlachtkörperwert	Qualité de carcasse
Schlachtleistung	Performance d'abattage
Schlachtreif	Prêt à l'abattage
Schlachtvieh/Schlachtvieh	Animal/bétail de boucherie
Schlundrinnenreflex	Réflexe de fermeture de la gouttière phagienne
Schmackhaftigkeit	Appétibilité (d'un aliment)
Schnitt	Coupe
Schwefel	Soufre
Selen	Sélénium
Sickersaft	Jus d'écoulement
Silage	Ensilage
Silberhilfsmittel	conservateur d'ensilage
Silberzusatz	Agent conservateur d'ensilage
Silomais	Maïs à ensiler
Sommerfütterung	Alimentation d'été
Sömmerung, Alpeng	Alpeng Estivage
Spaltenboden (Voll-)	Caillebotis (intégral)
Spätreif	Tardif
Speichel	Salive
Spindel	Rafle
Spurenelement	Oligo-élément
Stadium	Stade
Standardabweichung	Ecart-type
Stärke	Amidon
Startphase (Beginn Laktation)	Début de lactation (phase de démarrage)
Stickstoffansatz	Rétention azotée
Stickstofffreie Extraktstoffe	Extractif non azoté
Stickstoffhaltige Substanz	Substanz Matière azotée
Stier	Taureau
Stoffwechsel	Métabolisme
Struktur	Structure
Synthese	Synthèse
T	
Tageszunahme	Accroissement journalier, gain de poids journalier
Tageszuwachs	Gain de poids quotidien, accroissement journalier
Teigreif	Pâteux mou
Teilwirkungsgrad	Rendement (de l'utilisation de l'énergie)
Tiefstreue	Litière profonde
Trächtigkeit	Gestation
Tränke	Buvée
Tränkekalb	Veau maigre
Tränkeplan	Plan d'allaitement

Trockenperiode	Période de tarissement
Trockensubstanz	Matière sèche
U	
Überschuss	Excès
Umsetzbare	Energie métabolisable
Umsetzbare Energie Kalb	Energie métabolisable veau
Umsetzbarkeit der Bruttoenergie	Métabolisabilité de l'énergie brute (EM/EB)
Umweltbelastung	Charge pour l'environnement
V	
Vegetationsperiode	Période de végétation
Verabreichung	Distribution (d'aliments)
Verdauliches Rohprotein	Matière azotée digestible
Verdaulichkeit	Digestibilité
Verdaulichkeit, wahre	Digestibilité réelle
Verdauung	Digestion
Verdauungstrakt	Tube digestif
Verdrängung	Substitution (taux de)
Verfettung	Surcharge graisseuse
Verfütterung	Distribution (d'aliments)
Verkleisterung	Gélatinisation
Versorgung	Approvisionnement
Verwertbarkeit	Coefficient d'utilisation (nutriment, minéral etc.)
Verwertung	Utilisation (nutriment, minéral etc.)
Verzehr	Ingestion, consommation
Verzehrbarekeit	Ingestibilité
Viehsalz	Sel pour bétail
Vitamin	Vitamine
Vollblüte	Pleine floraison
Vorbereitungsphase	Phase de préparation (au vêlage)
Vormagen	Préestomacs
Vormast	Préengraissement
Vormischung	Prémélange
Vorwiederkäuer	Préruminant
W	
Wachstum	Croissance
Wachstumsgeschwindigkeit	Rapidité de croissance
Wachstumskurve	Courbe de croissance
Weide	pâturage
Weide- und Stalltetanie	Tétanie d'herbage et d'étable, hypomagnésémie
Weidemast	Engraissement au pâturage
Weissklee	Trèfle blanc
Weissmuskelkrankheit	Maladie du muscle blanc, myopathie
Wickhafer	Mélange vesce-avoine
Wiederkäuer	Ruminant
Wiese	Prairie
Wiesenfutter	Herbe et ses conserves
Winterfütterung	Alimentation hivernale
Wirkstoff	Substance active
Wirkstoffkonzentrat	Concentré de substances actives
Wirkungsgrad	Rendement (de l'utilisation de l'énergie)
Würfel	Granulé

Z

Zellwand	Paroi cellulaire
Zellwandbestandteile	Constituants pariétaux
Zicklein	Chevreau/chevrette
Ziege	Chèvre, caprin
Ziegenbock	Bouc
Zink	Zinc
Zucker	Sucres
Zufuhr	Apport
Zur freien Verfügung (ad libitum)	A volonté, ad libitum
Zusatzstoff	Additif
Zuwachs	Croît, croissance
Zuwachskurve	Courbe de croissance
Zwischenfutter	Culture dérobée, dérobée