

DIE MINERALSTOFFVERSORGUNG DES RINDES UNTER BERÜCKSICHTIGUNG
DER NEUEN EMPFEHLUNGEN DER GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGS-
PHYSIOLOGIE DER HAUSTIERE

von J. Pallauf

Die nachfolgenden Ausführungen gliedern sich in folgende vier Hauptpunkte:

1. Die neuen Empfehlungen zur Mineralstoffversorgung von Milchkühen, Mastrindern und Aufzuchtferäsen
2. Native Mineralstoffgehalte und Problematik von Tabellenangaben
3. Mineralstoffergänzung praktischer Futterrationen
4. Zusammenfassung

Empfehlungen zur Mineralstoffversorgung des Rindes

Der AUSSCHUSS FÜR BEDARFSNORMEN DER GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGS-PHYSIOLOGIE DER HAUSTIERE hat die Empfehlungen zur Mineralstoffversorgung der wichtigsten landwirtschaftlichen Nutztiere, d.h. für Rinder, Schafe, Schweine, Hühner und Pferde, in den vergangenen Jahren neu überarbeitet. Als Nr. 1 der Schriftenreihe "Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere" sind die Empfehlungen zur Mineralstoffversorgung inzwischen im DLG-Verlag¹⁾ (1978) erschienen.

Die Erarbeitung der auf der neuesten internationalen Literatur aufbauenden Empfehlungen ist das Gemeinschaftswerk einer großen Zahl von Tierernährungswissenschaftlern, die als Mitglieder des Ausschusses bzw. als Sachverständige mitgewirkt haben.

Wie in der Arbeit von BECKER (1971), wurden auch neuerdings nur die Elemente Ca, P, Mg und Na behandelt, da für die weiteren essentiellen Mengenelemente Kalium, Chlorid und Schwefel in den für Rinder üblichen Rationen keine Mangelsituationen zu erwarten sind. In den folgenden Tabellen 1 bis 5 werden die jüngsten Empfehlungen des AUSSCHUSSES FÜR BEDARFSNORMEN DER GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE DER HAUSTIERE (1978) den früheren Daten von BECKER (1971) gegenübergestellt und diskutiert.

Milchvieh

Tabelle 1 zeigt die bei der neuen faktoriellen Bedarfsermittlung unterstellte Verwertung der einzelnen Mengenelemente. Bei Calcium werden demnach neuerdings nur 40 % Verwertung anstelle der früheren 50 % und bei Natrium 80 % anstelle der früheren

1) Rüterstraße 13, 6000 Frankfurt/Main 1

Tabelle 1

Unterstellte mittlere Verwertung des Mineralstoffgehaltes im Futter
und Teilbedarf für Erhaltung und Milchsynthese beim Rind

Element	Verwertung nach Becker (1971) %	Verwertung neue Daten (1978) %	endog. Verlust mg je kg LM und Tag	Erh- Bedarf g/Tier/Tag	Aus- scheidung je kg Milch g	Bedarf je kg Milch g
Calcium	50	40	16	22 - 26	1,25	3,1
Phosphor	60	60	24	22 - 26	1,0	1,7
Magnesium	20	20	4	11 - 13	0,12	0,6
Natrium	~ 90	80	11	7 - 9	0,5	0,6

90 % unterstellt. Bei Phosphor und Magnesium ist die mittlere Verwertung mit 60 % bzw. 20 % nicht abweichend von den früheren Zahlen. Aus dem experimentell ermittelten endogenen Verlust, der hier in mg je kg Lebendmasse und Tag angegeben ist, wurde der Erhaltungsbedarf errechnet. Der Leistungsbedarf je kg Milch ergibt sich aus der mittleren Ausscheidung je kg Milch unter Berücksichtigung der unterstellten Verwertbarkeit der Mineralstoffgehalte im Futter. Die unterstellte Verwertbarkeit ist dabei das schwächste Glied in dieser Kette der Bedarfsermittlung, da hier eine Vielfalt unterschiedlicher Faktoren einwirken. Für die Praxis muß jedoch der Brückenschlag vom Nettotum Bruttobedarf vollzogen werden, obwohl der Bruttobedarf nach wie vor mit einigen Fragezeichen zu versehen ist. Der AUSSCHUSS FÜR BEDARFSNORMEN war sich dieser Problematik sehr wohl bewußt und verzichtete deshalb bei der unterstellten Größe der Verwertbarkeit auf extreme Grenzwerte, die bei Ausschöpfung aller biologisch möglichen Anpassungsmechanismen an eine knappe Versorgung denkbar wären. Als Konsequenz dieser Überlegungen spricht der Ausschuss deshalb auch ausdrücklich nicht von "Bruttobedarfszahlen", sondern von "Empfehlungen zur Versorgung". Trotz dieses sehr wichtigen Unterschiedes läßt es sich in der praktischen Tierernährung nicht gänzlich vermeiden, daß im konkreten Fall vereinfachend dennoch von "Bruttobedarfszahlen" oder "Bedarf" gesprochen wird. Auch im vorliegenden Beitrag wird deshalb im weiteren Verlaufe abkürzenderweise der Begriff "Bedarf" teilweise anstelle des korrekten Terminus "Empfehlungen zur Versorgung" verwendet.

Besonders ausführlich wurden in den letzten Jahren die quantitativen und qualitativen Aspekte der P-Umsetzungen des Wiederkäuers untersucht und diskutiert (siehe hierzu GÜNTHER, 1976 und 1978; PFEFFER, 1976). Die bei der Milchkuh allein über den Speichel zirkulierende P-Menge liegt nach heutiger Kenntnis im Mittel um die 50-60 g täglich, so daß sie der täglich über das Futter zugeführten P-Menge kaum nachsteht. Dies führt dazu, daß das Ca : P-Verhältnis im Gastrointestinaltrakt sehr wesentlich vom Ca : P-Verhältnis des Futters abweichen kann. Nicht zuletzt diese Erkenntnis hat dazu geführt, daß der Erhaltungs-

bedarf für P wesentlich höher als bisher unterstellt anzusetzen ist. Demgegenüber ist die direkte endogene Sekretion von P in den Darmkanal unbedeutend.

Tabelle 2 gibt die neuen Empfehlungen zur Mineralstoffversorgung von Milchkühen getrennt nach Erhaltungs- und

Tabelle 2

Neue Empfehlungen zur Mineralstoffversorgung von Milchkühen im Vergleich zu den früheren Richtzahlen von Becker (1971)

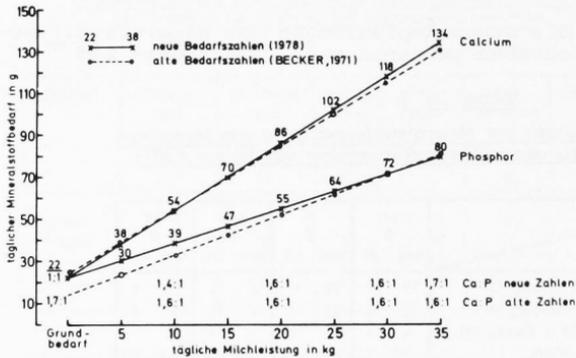
	Ca		P		Mg		Na	
	g	g	g	g	g	g	g	g
	neu	alt	neu	alt	neu	alt	neu	alt
tägl. Grundbedarf 550 kg LM	22	24	22	14	11	10	7	8
" " 650 kg LM	26	28	26	16	13	11	9	9
Diff. zwischen 550 u. 650 kg LM	4	2	4	2	2	1	2	1
Teilbedarf je kg Milch	3,2	3,0	1,7	1,9	0,6	0,6	0,6	0,7
tägl. Gesamtbedarf bei 550 kg LM								
10 kg Milchleistung	54	54	39	33	17	16	13	15
20 " "	86	85	55	52	23	22	20	22
30 " "	118	115	72	71	29	28	26	29
35 " "	134	129	80	81	32	31	29	33

Leistungsstoffwechsel im Vergleich zu den früheren Angaben wieder. Erheblich erhöht hat sich, wie schon erwähnt, der Grundbedarf für P, der je nach Lebendmasse (LM) um 8 - 10 g je Tier und Tag anstieg. Bei Ca sind die Veränderungen nicht sehr gravierend. Durch den leicht erhöhten Teilbedarf je kg Milch (3,2 statt 3,0 g) steigt der Bedarf jedoch bei hohen Leistungen stärker als bisher, während dies beim P-Bedarf umgekehrt ist. Die Bedarfszahlen für Mg wurden nur im Grundbedarf um 1 bzw. 2 g erhöht, was sich dann auch im Gesamtbedarf in leicht erhöhten Werten widerspiegelt. Für Natrium hingegen ergibt sich durch den von 0,7 auf 0,6 reduzierten Teilbedarf je kg Milch z.B. bei 35 kg Milchleistung eine um 4 g, das sind rund 12 %, geringere Versorgungsempfehlung. Trotzdem bleibt Natrium nach wie vor das Element, das in vielen Futterrationen das größte Defizit aufweist.

In Abbildung 1 werden die neuen und alten Zahlen für eine Milchkühe mit 550 kg Lebendmasse in graphischer Darstellung verglichen. Die durchgezogene Linie bezieht sich auf die neuen Empfehlungen. Sie liegen beim Grundbedarf mit je 22 g für Ca und P bei einer Lebendmasse von 550 kg, d.h. das Ca : P-Verhältnis beträgt zunächst 1 : 1 und erweitert sich bei steigender Milchleistung über 1,4 : 1 bei 10 kg Milchleistung, auf 1,7 : 1 bei 35 kg Milchleistung. Im Vergleich dazu blieb das Ca : P-Verhältnis bei den alten Bedarfszahlen praktisch konstant bei 1,6 : 1.

Größere Abweichungen zeigen die neuen Empfehlungen für das letzte Stadium der Trächtigkeit (Tabelle 3). Nach den neuen Zahlen ergibt sich für den letzten Monat ante partum ein täglicher Gesamtbedarf für 650 kg Lebendmasse und Trächtigkeit von 46 g Ca, der damit um nicht weniger als 25 g unter den früheren Angaben liegt. Bei P liegt die neue Empfehlung mit

Abbildung 1



Mineralstoffbedarf von Milchkühen in Abhängigkeit von der Milchleistung bei einer Lebendmasse von 550 kg

Tabelle 3

Mineralstoffeinlagerung in Konzeptionsprodukte und Bedarf für den letzten Monat der Trächtigkeit

	Ca	P	Mg	Na
tagl. Einlagerung in g	8	5	0,3	0,3
ergibt zusätzlichen Bruttobedarf in g	20	8	1,5	0,4
entspricht Bedarf für kg Milch	6,2	4,7	2,5	0,7
tagl. Gesamtbedarf für 650 kg LM und Trächtigkeit* in g	46	34	15	10
frühere Zahlen (Becker, 1971) in g	71	44	18	19

*ohne Berücksichtigung einer zusätzlichen Reservebildung

34 g um 10 g unter den früheren Zahlen, während sich bei Mg 15 g anstatt bisher 18 g und bei Na schließlich 10 g statt bisher 19 g als Gesamtbedarf ergeben. Allerdings ist bei den neuen Empfehlungen zur Mineralstoffversorgung die zusätzliche Reservebildung in Form der Unterstützung des Trächtigungsanabolismus, der auch bei den Mineralstoffen zu einer Superretention führt, nicht mit berücksichtigt.

Bei der Ca-Versorgung ante partum ist im Zusammenhang mit der Gefahr einer Gebärpause bei hochleistenden Milchkühen besondere Vorsicht geboten. Die Arbeiten der letzten Jahre zeigen deutlich, daß neben einer gewissen genetischen Disposition vor allem ein relativ zur P-Zufuhr und ein absolut zu hohes Ca-Angebot vor der Geburt zu einer zu geringen Beanspruchung des Parathormones führen. Bei Überangebot an Ca wird nicht nur die Bildung von Parathormon in den Nebenschilddrüsen herabgesetzt, sondern auch die Wirksamkeit des Calcitonins aus den C-Zellen der Schilddrüse gesteigert (KOLB, 1976). Dies kann dann schließlich bei Einsetzen der Laktation die Auslösung von Milchfieber begünstigen. In britischen Empfehlungen (PICKARD, 1976) zur Fütterungsprophylaxe der Gebärpause werden deshalb mit 50 g Ca und 30 g P für die letzten Wochen ante partum ähnlich niedrige Zahlen genannt. Eine Steigerung der Zufuhr wird von PICKARD erst frühestens 8 Tage und spätestens 1 Tag ante partum empfohlen. Zum Einengen eines sehr weiten Ca : P-Verhältnisses der Grundfütterration kann es neben der Deckung dieser Bedarfszahlen notwendig sein, die letzten Wochen vor der Geburt ein Mineralfutter mit sehr hohem P- und möglichst geringem Ca-Gehalt einzusetzen.

Jungründermast

Die neuen Empfehlungen zur Mineralstoffversorgung in der Jungbullenmast sind in Tabelle 4 wiedergegeben. Dabei wurde sehr

Tabelle 4

Neue Empfehlungen zur Mineralstoff-Versorgung von Mastbullen (Angaben in g/Tier/Tag)

Mineralstoff tägl. Zunahme in g	Ca				alt	P				alt	Mg				alt	Na				alt
	600	800	1000	1200		600	800	1000	1200		600	800	1000	1200		600	800	1000	1200	
Lebendmasse- bereich in kg																				
bis 150	<u>24</u>	<u>30</u>				<u>12</u>	<u>14</u>				<u>4</u>	<u>4</u>				<u>3</u>	<u>3</u>			
150 - 200	26	<u>32</u>	38		4,0 bis 4,8	15	17	19		2,0 bis 2,4	5	5	5		5	3	<u>4</u>	4		6 bis 7
200 - 250	29	<u>34</u>	40								6	<u>6</u>	6		8	4	<u>4</u>	5		
250 - 300	33	<u>40</u>	<u>48</u>	56		20	<u>23</u>	<u>25</u>	28		7	<u>7</u>	<u>8</u>	8		5	<u>5</u>	5		
300 - 350	35	<u>42</u>	<u>50</u>	58		23	<u>25</u>	<u>28</u>	30		8	<u>8</u>	<u>8</u>	9		5	<u>6</u>	<u>6</u>	6	
350 - 400	34	40	<u>46</u>	<u>52</u>	5,0 bis 5,5	24	27	<u>29</u>	<u>31</u>	2,5 bis 2,8	9	9	<u>9</u>	<u>10</u>	8	6	<u>6</u>	<u>7</u>	7	7 bis 10
400 - 450	36	42	<u>48</u>	<u>55</u>		27	29	<u>31</u>	<u>34</u>		10	10	<u>10</u>	<u>11</u>		7	<u>7</u>	<u>7</u>	7	
450 - 500	44	<u>50</u>	<u>56</u>			32	<u>34</u>	<u>36</u>			11	<u>11</u>	<u>12</u>			7	<u>8</u>	<u>8</u>	8	
über 500	46	<u>52</u>	<u>58</u>			32	<u>33</u>	<u>35</u>			12	<u>12</u>	<u>12</u>			8	<u>8</u>	<u>9</u>		

stark nach Lebendmassebereich und Mastintensität differenziert, um möglichst jeder Situation gerecht zu werden. Die unterstrichenen Zahlen geben die in der Praxis häufigsten Bereiche an. Die unter der Rubrik "alt" aufgeführten früheren Angaben (BECKER, 1971) waren im Vergleich hierzu sehr pauschal und lagen beim P-Bedarf ab 250 kg Lebendmasse deutlich zu niedrig. Im Lebendmassebereich unter 250 kg hingegen lagen die bisherigen Zahlen bei Ca um rund 10 g täglich, das entspricht etwa 20 - 25 % des Bedarfes, zu hoch. In geringerem Maße trifft das im Abschnitt bis 250 kg Lebendmasse auch für P zu.

Der Bruttobedarf für Mg blieb in der Größenordnung unverändert. Nicht unerheblich überschätzt wurde in den Zahlen aus dem Jahre 1971 jedoch der Natriumbedarf. Die neuen Zahlen stützen sich insgesamt unter anderem auf die umfangreichen Ganzkörperanalysen, die durch SCHULZ, OSLAGE und DAENICKE (1974) in Braunschweig-Völkenrode an Mastbullen der Rasse Deutsche Schwarzbunte vorgenommen wurden. In diesen Untersuchungen wurde die Retention und damit der Nettobedarf für das Wachstum sehr exakt ermittelt. Der schwache Punkt im System der Bedarfsermittlung ist jedoch auch hier wiederum die vielfältigen Einflüssen unterliegende Verwertung der Mineralstoffe aus dem Futter. Wichtig erscheint noch darauf hinzuweisen, daß die Bedarfswerte bei wüchsigen Tieren über 500 kg Lebendmasse weiterhin ansteigen. Auch Tageszunahmen von über 1200 g sind in guten Betrieben zumindest bei der Rasse Deutsches Fleckvieh keine Ausnahme mehr. Bei intensiver Maissilagemast werden im Lebendmassebereich zwischen 250 und 400 kg - mit Kulminationspunkt zwischen 300 und 350 kg - in der Praxis teilweise mittlere Zunahmen bis zu 1400 g täglich erzielt.

Jungrinderaufzucht

Die neuen Empfehlungen für Aufzuchtferäsen sind in Tabelle 5 aufgeführt und wiederum den früheren Angaben von BECKER (1971) gegenübergestellt (Rubrik "alt"). Da sich bei unseren Züchtungsrassen die Aufzuchtintensität praktisch stets zwischen

Tabelle 5

Neue Empfehlungen zur Mineralstoff - Versorgung
von Aufzucht - Feräsen (Angaben in g/Tier/Tag)

Mineralstoff tägl. Zunahme in g	Ca			P			Mg			Na		
	500	600	700	alt	500	600	700	alt	500 - 700	alt	500 - 700	alt
Lebendmasse - bereich in kg												
bis 150	21	24	27		11	12	13		4		3	
150 - 200	23	26	29	} 40 bis 48	14	15	16	} 20 bis 24	5	} 5 bis 8	3	} 6 bis 7
200 - 250	27	29	32		16	17	18		6		4	
250 - 300	30	33	37	} 50 bis 55	19	20	22	} 25 bis 28	7	} 8 bis 11	5	} 7 bis 11
300 - 350	32	35	39		22	23	24		8		5	
350 - 400	31	34	37		23	24	26		9		6	
400 - 450	33	36	39		26	27	28	10			7	
über 450	32	36	40		29	30	31	11			8	

500 - 700 g Tageszuwachs bewegt, braucht hier im Gegensatz zur Situation bei den Mastbullen nur innerhalb dieses Bereiches differenziert zu werden. Die landwirtschaftliche Praxis tendiert dabei allerdings durch Verkürzung des Erstkalbealters und dadurch erforderliche Intensivierung der Aufzucht mehr und mehr in Richtung der höheren Zunahmen.

Die Empfehlungen lassen erkennen, daß der Ca-Bedarf von Aufzuchtfräsen bisher um bis zu 15 g überschätzt wurde. Auch der P-Bedarf war bis 250 kg Lebendmasse etwas zu reichlich angesetzt und im höheren Gewichtsbereich zu wenig differenziert. Anstatt einer Spanne von 25-29 g P je Färsen und Tag im Bereich von 250 bis 450 kg Lebendmasse lautet die Empfehlung nunmehr auf 19-31 g täglich je nach Entwicklungsstadium und Aufzuchtintensität. Beim Bedarf an Magnesium sind keine gravierenden Änderungen zu verzeichnen. Die Empfehlungen zur Na-Versorgung hingegen liegen um 2-3 g niedriger als bisher, was einer Reduktion um rund 30-40 % entspricht.

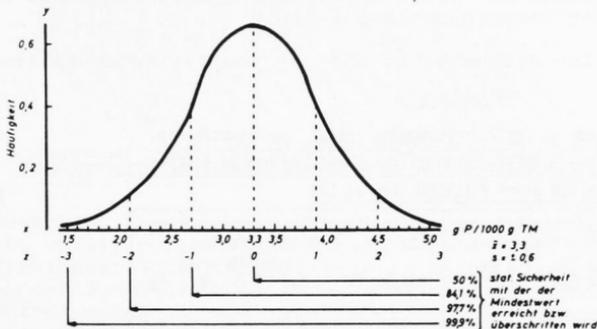
Native Mineralstoffgehalte und Problematik von Tabellenangaben

Variabilität der Mineralstoffgehalte

Bei der Kalkulation der Mineralstoffversorgung aufgrund der nativen Gehalte in den Futtermitteln ist man nach wie vor weitgehend auf Tabellenwerte angewiesen. Nur selten stehen im Einzelfall eigene Analysen zur Verfügung. Der Mineralstoffgehalt der Futtermittel streut jedoch bekanntermaßen je nach Pflanzenart, Standort, Düngung, Klima und Witterungsverlauf, Schnitzeitpunkt und Koservierungsverfahren sehr erheblich.

Abbildung 2 zeigt eine anhand von Angaben (Mittelwert und Standardabweichung) der DLG-Mineralstofftabelle (1973) rekonstruierte Normalverteilung der P-Gehalte von Grassilage (PALLAUF, 1976). Allerdings ist aus verschiedenen Arbeiten bekannt, daß vielfach sogenannte schiefe Häufigkeitsverteilungen vorliegen. Um die grundsätzliche Problematik aufzuzeigen, muß jedoch vereinfachend eine Normalverteilung der Einzeldaten unterstellt werden. Die Abbildung zeigt, daß der Mittelwert von 3,3 g P je kg Trockenmasse nur in 50 % der Fälle erreicht bzw. überschritten wird. Reduziert man den Mittelwert um eine

Abbildung 2



Statistische Sicherheit eines Tabellenwertes bei Normalverteilung der Einzelwerte am Beispiel des P-Gehaltes von Grassilage

Standardabweichung, so ergibt sich eine statistische Sicherheit von 84 %, d.h. daß eine zufällig der Grundgesamtheit entnommene Einzelprobe in rund fünf Sechstel der Fälle mindestens 2,7 g P je kg Trockenmasse aufweist. Beim Abzug von 2 s würde die Sicherheit, daß der Gehalt nicht überschätzt wird, auf rund 98 % ansteigen. Krasse Abweichungen können sich zwar in vielseitigen Rationen gegenseitig abschwächen, für eine genügend sichere Versorgung muß aber entweder mit Zuschlägen beim Bedarf oder mit entsprechend abgesicherten Tabellenangaben gerechnet werden. Letzteres dürfte dabei der methodisch richtigere Weg sein.

Die Rechnung mit modifizierten Tabellenangaben bedarf jedoch auch entsprechender Vorsicht. Ansonsten bestünde bei den Mengenelementen die Gefahr, daß auf der anderen Seite in Einzelfällen auch teilweise hohe Gehalte noch durch erhebliche Gaben an Mineralfutter aufgestockt werden und damit extrem überhöhte Gehalte in der Gesamtration entstehen könnten. Neben einem etwaigen Mißverhältnis der Mengenelemente zueinander brächte dies auch noch die Gefahr der Verschlechterung der Verwertung bestimmter Spurenelemente mit sich.

Anzustrebende Mineralstoffkonzentration in Einzelfuttermitteln und Rationen

Der Bedarf an Mengenelementen wird stets in g pro Tier und Tag ausgedrückt, obwohl in den Mineralstofftabellen die Gehalte an den einzelnen Elementen aufgrund der Analyseergebnisse in g pro kg Trockenmasse (TM) oder auch in Prozent der Trockenmasse, ausgewiesen werden. Zwangsläufig ergibt sich daraus die Frage, welche Konzentration eines bestimmten Elementes zur Bedarfsdeckung beim Tier erforderlich ist. Da die Trockenmasse allerdings eine sehr heterogene Zusammensetzung und unterschiedliche Energiedichte aufweisen kann, wäre es wissenschaftlich exakter, den Mineralstoffgehalt nicht auf die Trockenmasse, sondern auf den Energie- und/oder Proteingehalt eines Futtermittels zu beziehen. Der Bezug der Mineralstoffe auf den Trockenmassegehalt kann deshalb stets nur einen ungefähren Anhaltspunkt bei der Beurteilung der Versorgungslage geben.

In Tabelle 6 ist dargestellt, daß bei jeweils unterstellter

Tabelle 6

MAXIMALE AUFNAHME an FUTTERTROCKENMASSE (GRUND- und KRAFTFUTTER)
und erforderliche MINDESTKONZENTRATION an StE und MINERALSTOFFEN
in der GESAMTRATION einer MILCHKUH (650 kg LM)

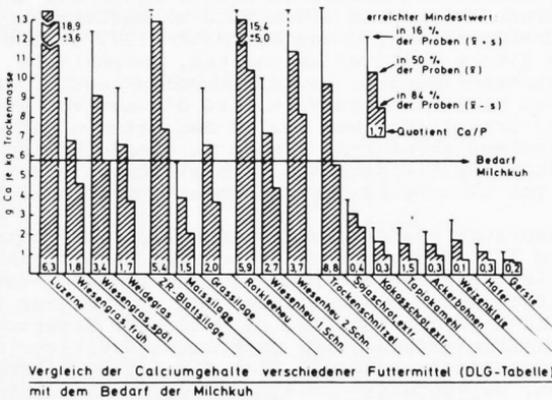
Leistungs- stadium der Kuh	tägliche Aufnahme an Trockenmasse		Mindestkonzentration				
	kg TM je Kuh	% der Lebend- masse	Energie StE/kg TM	Mineralstoffe g/kg TM			
				Ca	P	Mg	Na
10 kg Milch	13	2,0	465	4,5	3,3	1,5	1,2
20 kg "	16,5	2,5	535	5,5	3,6	1,5	1,3
30 kg "	19,5	3,0	590	6,3	3,9	1,6	1,4
40 kg "	21,5	3,3	(665)	7,2	4,3	1,7	1,6

maximaler Trockenmasseaufnahme von 13 - 21,5 kg je Kuh (650 kg Lebendmasse) und Tag neben der Energiekonzentration auch die Konzentration der Mineralstoffe in der Trockenmasse ganz erheblich ansteigen muß, wenn sich die Leistung von 10 auf 40 kg Milch täglich erhöht. Trotzdem ist es für die Praxis notwendig, einen anzustrebenden Gehalt an Mineralstoffen für die Grundfüttermittel festzulegen. Unterstellt man dabei eine mittlere Trockenmasseaufnahme aus dem Grundfutter von 10 kg je Tier und Tag sowie eine daraus erzielbare Milchleistung von bis zu 10 kg täglich, so müßten zur Bedarfsdeckung je kg Futter-Trockenmasse bis zu 6 g Calcium, 4,3 g Phosphor, 1,9 g Magnesium und 1,5 g Natrium enthalten sein. Selbstverständlich wird es auch Situationen geben, in denen mehr als 10 kg Trockenmasse aufgenommen werden bzw. weniger als 10 kg Milch aus dem Grundfutter erzielbar sind. In diesen Fällen könnten die angeführten Werte geringfügig unterschritten werden.

In den folgenden 4 Abbildungen werden die in der DLG-Tabelle (1973) angegebenen Mineralstoffgehalte einiger Futtermittel mit den genannten Bedarfsgrößen verglichen. Neben den Mittelwerten (\bar{x}) der Tabelle sind dabei jeweils noch die Standardabweichung der Einzelwerte und die statistische Wahrscheinlichkeit der erreichten Mindestwerte ($\bar{x} + s$ bzw. $\bar{x} - s$) dargestellt.

Bei Calcium (Abbildung 3) zeigt sich die bekannte Situation,

Abbildung 3

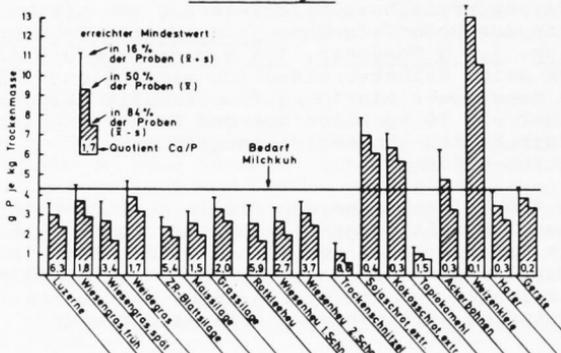


daß Getreide, Leguminosen, Mühlennachprodukte, Tapioka und Ölschrote völlig unzureichende Gehalte aufweisen. Von den wirtschaftseigenen Grundfüttermitteln scheidet die in vielen Gebieten der Bundesrepublik mehr und mehr eingesetzte Maissilage am schlechtesten ab. Nur etwa 16 % der Proben erreichen laut Angaben der DLG-Tabelle die Bedarfsgrenze. Körnerreiche Maissilage unterschreitet dabei den in der DLG-Tabelle angegebenen Mittelwert sehr erheblich. Ca-Mangelsituationen sind aber auch

bei Grassilage und Weidegras nicht völlig auszuschließen. Die am Fuß der jeweiligen Säule angegebenen Quotienten Ca/P zeigen mit Extremwerten zwischen 0,2 (Gerste) und 8,8 (Trockenschnitzel) eine große Variationsbreite.

Bei den Phosphorgehalten (Abbildung 4) erreicht der Mittelwert

Abbildung 4



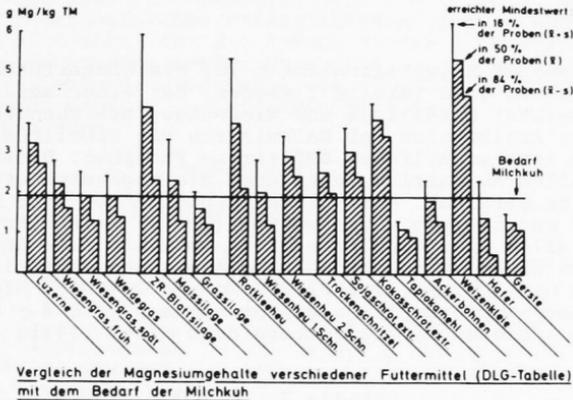
Vergleich der Phosphorgehalte verschiedener Futtermittel (DLG-Tabelle) mit dem Bedarf der Milchkühe

der ausgewählten Grundfuttermittel in keinem Falle die unterstellte Bedarfslinie. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß die DLG-Mineralstofftabelle aus dem Jahre 1973 stammt und schwerpunktmäßig ältere Analysen beinhaltet. Intensivere Phosphor- und Stickstoffdüngung sowie die Vorverlegung des Schnitzeitpunktes haben dazu geführt, daß die nativen P-Gehalte von Weidegras, Grassilagen und Heu in den letzten Jahren eine steigende Tendenz aufwiesen. Gerade in diesen Fällen sind örtliche und betriebsspezifische Analysen als Basis einer exakten Beurteilung der Versorgungslage besonders vordringlich.

Die Magnesiumversorgung aus den nativen Gehalten der Futtermittel (Abbildung 5) ist - gemessen an unseren Bedarfszahlen - im allgemeinen als gut zu bezeichnen. In Einzelfällen - insbesondere bei kräuterarmen Grasbeständen und im Frühjahr beim Weideaustrieb - kann jedoch auch bei Mg eine hohe Ergänzung über das Mineralfutter erforderlich sein. Je vielseitiger die Ration ist, um so geringer ist auch hier die Gefahr extremer Mangelsituationen. Unterstellt man allerdings die mit 2 - 3 g Magnesium je kg Trockenmasse wesentlich höher liegenden NIEDERLÄNDISCHEN BEDARFSNORMEN (1973), so können bei Grünlandaufwuchs erhebliche Defizite vorliegen.

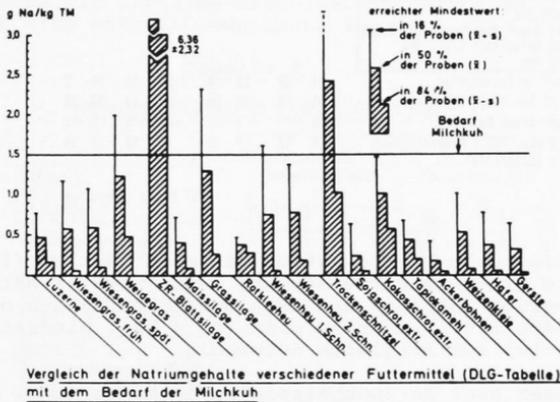
Die extreme Natriumarmut der meisten Futtermittel (Abbildung 6) ist ebenfalls seit langem bekannt. Nur die Betarüben und daraus hergestellte Futtermittel bilden hier eine Ausnahme. Auf dem Grünland kann der Natriumgehalt des Aufwuchses durch Natriumdüngung nur dann nennenswert verbessert werden, wenn das Deutsche Weidelgras (*Lolium perenne*) bestandsbildend ist.

Abbildung 5



Aus diesem Grunde finden sich in Süddeutschland und in Höhenlagen besonders niedrige Natriumgehalte im Grünlandaufwuchs (PALLAUF, 1976). Natrium ist ein deutliches Beispiel dafür, daß eine vollständige Mineralstoffversorgung der Nutztiere durch Düngungsmaßnahmen allein nicht erreichbar ist.

Abbildung 6



Beispiele zur Mineralstofferganzung nativer Gehalte von Futterrationen

Milchviehrationen

Kalkulationen zweier Beispielsrationen für die Winterfütterung von Milchkühen gibt Tabelle 7 wieder. Bei einer ausschließlich aus angewelkter Grassilage und Wiesenheu bestehenden Ration (Ration I) ergibt sich bei Kalkulation mit Tabellenmittelwerten (\bar{x}) ein sehr erhebliches Defizit an Phosphor. Daneben fehlt es vor allem an Natrium, aber auch die Magnesiumversorgung ist bereits marginal. Wird hingegen mit den um eine Standardabweichung reduzierten Mittelwerten ($\bar{x} - s$) kalkuliert, so treten bei allen vier Elementen große Defizite auf. Bei der Berechnung nach \bar{x} sind mindestens 100 g eines phosphorreichen Mineralfutters mit 8 % Ca, 12 % P, 2 % Mg und 9 % Na - hier als Typ I bezeichnet - erforderlich. Bei Berechnung nach $\bar{x} - s$ würden selbst 150 g dieses Mineralfutters noch nicht völlig ausreichen.

Tabelle 7

Ration I: 22 kg Grassilage angew. (30% TM) 5 kg Wiesenheu 1 u. 2. Schnitt		g pro Kuh und Tag							
		Berechnung nach \bar{x}				Berechnung nach $\bar{x} - s$			
		Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na
Gehalt im Grundfutter		75	34	19	12	44	27	13	2
Bedarf bei 10 kg Milch		58	43	19	15	58	43	19	15
Zufuhr minus Bedarf		+17	-9	0	-3	-14	-16	-6	-13
100 g bzw. 150 g Mineralfutter Typ I (8/12/2/9)		8	12	2	9	12	18	3	14
Ration II: 15 kg Grassilage angew. (30% TM) 15 kg Maissilage (27% TM) 3 kg Heu		64	32	22	9	37	25	14	2
Gehalt im Grundfutter		58	43	19	15	58	43	19	15
Bedarf bei 10 kg Milch		+6	-11	+3	-6	-21	-18	-5	-13
Zufuhr minus Bedarf		8	12	2	9	12	18	3	14
100 g bzw. 150 g Mineralfutter Typ I (8/12/2/9)									

Werden 15 kg Maissilage in die Ration genommen (Ration II), so bessert sich die Mineralstoffversorgung keineswegs. Zusätzlich zum P-Defizit werden Natrium- und Calciumzufuhr aus den nativen Quellen verschlechtert. Auch hier sind 100 g bzw. mindestens 150 g Mineralfutter zum Ausgleich notwendig.

Bereits bei diesen zwei Rationsbeispielen liegt es nahe, einen Mittelweg zwischen beiden Berechnungsverfahren vorzuschlagen. So könnte beispielsweise die Empfehlung von 120 g Mineralfutter täglich für die aufgeführten Rationen eine vertretbare Lösung für den Mineralstoffausgleich inklusive Sicherheitszuschlag ergeben.

Enorme Calciumüberschüsse, aber Phosphor- und Natrium-Defizite, treten bei den in Tabelle 8 gezeigten Rationen der Sommerstallfütterung auf. Zum Ausgleich sind 100 - 150 g bzw. bis zu 200 g eines phosphorreichen Mineralfutters (Typ I) erforderlich. 150 g sind dabei für die Ration II die mindestens erforderliche Menge. Dabei wäre natürlich auch hier das Vorliegen eigener Analysen besonders wertvoll, da die DLG-Tabelle immer nur einen mehr oder weniger zutreffenden Mittelwert mit erheblicher Streuung anbieten kann.

Tabelle 8

BEISPIELSRATIONEN SOMMERSTALLFÜTERUNG

Ration I: 60 kg Wiesen gras (21 % TM) 1 kg Wiesenheu	g pro Kuh und Tag							
	Berechnung nach \bar{x}				Berechnung nach $\bar{x}-s$			
	Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na
Gehalt im Grundfutter	121	36	26	8	77	23	17	1
Bedarf (14 kg Milch)	71	50	21	17	71	50	21	17
Zufuhr minus Bedarf	+50	-14	+5	-9	+6	-27	-4	-16
120 g bzw. 200 g Mineralfütter Typ I (8/12/2/9)	10	14	2	11	16	24	4	18

Ration II: 40 kg Rotklee (22 % TM) 15 kg Maissilage (27 % TM)	g pro Kuh und Tag							
	Berechnung nach \bar{x}				Berechnung nach $\bar{x}-s$			
	Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na
Gehalt im Grundfutter	150	32	41	5	122	27	32	1
Bedarf (14 kg Milch)	71	50	21	17	71	50	21	17
Zufuhr minus Bedarf	+79	-18	+20	-12	+51	-23	+11	-16
150 g bzw. 200 g Mineralfütter Typ I (8/12/2/9)	12	18	3	14	16	24	4	18

Deutlich besser als in der Sommerstallfütterung stellt sich die Mineralstoffversorgung von Milchkühen bei Weidegang (Tabelle 9) dar, wenn mit Tabellen-Mittelwerten gerechnet wird. Zieht man jedoch eine Standardabweichung ab, so treten extreme Calcium-,

Tabelle 9

MINERALSTOFFVERSORGUNG VON MILCHKÜHEN BEI WEIDEGANG

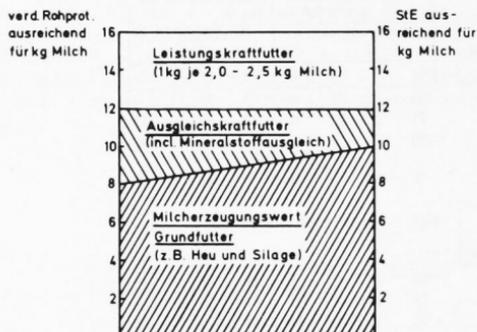
Ration I: 70 kg Weidegras (19 % TM) 1 kg Heu	g pro Kuh und Tag							
	Berechnung nach \bar{x}				Berechnung nach $\bar{x}-s$			
	Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na
Gehalt im Grundfutter	94	54	27	17	53	44	20	6
Bedarf (18 kg Milch)	84	57	24	21	84	57	24	21
Zufuhr minus Bedarf	+10	-3	+3	-4	-31	-13	-4	-15
100 g bzw. 200 g Mineralfütter Typ II (11/8/2/9)	11	8	2	9	22	16	4	18

Ration II: 60 kg Weidegras (19 % TM) 10 kg Maissilage (27 % TM)	g pro Kuh und Tag							
	Berechnung nach \bar{x}				Berechnung nach $\bar{x}-s$			
	Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na
Gehalt im Grundfutter	86	52	28	15	48	42	20	6
Bedarf (18 kg Milch)	84	57	24	21	84	57	24	21
Zufuhr minus Bedarf	+2	-5	+4	-6	-36	-15	-4	-15
100 g bzw. 200 g Mineralfütter Typ II (11/8/2/9)	11	8	2	9	22	16	4	18

aber auch Phosphor-, Natrium- und Magnesium-Defizite auf, die 200 g eines Mineralfutters mit mittlerem Ca : P-Verhältnis (Typ II mit 11 % Ca, 8 % P, 2 % Mg und 9 % Na) erforderlich machen. Auch hier zeigt sich die Problematik der unterstellten Tabellenangaben sehr deutlich.

Die Mineralstoffsupplementierung der Grundfütterration sollte dabei stets unabhängig von der Kraftfüttergabe für höhere Leistungen erfolgen. Sie kann jedoch sehr gut mit einem sogenannten Ausgleichsfutter kombiniert werden, wie dies in Abbildung 7 schematisch dargestellt wird. Aufbauend darauf wird

Abbildung 7



Ergänzung des Grundfutters mit Ausgleichs- und Leistungskraftfutter

für höhere Leistungen dann ein einheitliches Leistungskraftfutter gegeben, das folglich auch nur noch die Mineralstoffmengen enthalten sollte, die für die aus dem Kraftfutter erzielbare Milchleistung - das sind zwischen 2,0 und 2,5 kg Milch je kg Kraftfutter - benötigt werden. Ein solches Beispiel eines Leistungskraftfutters für Milchkühe ist in Tabelle 10 dargestellt. Zur Ergänzung der nativen Gehalte eines Kraftfutters

Tabelle 10

BEISPIEL einer KRAFTFUTTERMISCHUNG für 2,5 kg MILCH

(rd. 160 g verd. Rohprotein u. 685 StE/kg)

Zusammensetzung in %: Gerste 30, Weizen 27, Hafer 10,
Sojaschrot 20, Trockenschnitzel 5,
Rapsschrot 5, Mineralstoffmischung 3

	g pro kg Kraftfutter							
	Berechnung nach \bar{x}				Berechnung nach $\bar{x}-s$			
	Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na
Gehalte ohne Mineralstoffmischung	1,9	4,1	1,7	0,3	1,2	3,5	1,3	0,1
Bedarf (je 2,5 kg Milch)	8,0	4,3	1,5	1,5	8,0	4,3	1,5	1,5
Gehalt minus Bedarf	-6,1	-0,2	+0,2	-1,2	-6,8	-0,8	-0,2	-1,4
3 % Mineralstoffmischung für Rinder (22/4/1/5)	6,6	1,2	0,3	1,5	6,6	1,2	0,3	1,5

Mineralfutters erfordern. Wird allerdings von den Mittelwerten eine Standardabweichung abgezogen, so reichen selbst 150 g dieses Mineralfutters noch nicht aus, das eventuelle Ca- und P-Defizit voll abzusichern.

Mineralstofferganzung in der Farsenaufzucht

Tabelle 12 gibt ein Beispiel für eine Winterfutter-Ration zur

Tabelle 12

MINERALSTOFFVERSORGUNG IN DER FARSENAUFZUCHT

Ration:	g pro Tier und Tag							
	Berechnung \bar{x}				Berechnung $\bar{x}-s$			
	Ca	P	Mg	Na	Ca	P	Mg	Na
15 kg Grassilage (30 % TM)								
4 kg Maissilage (27 % TM)								
1 kg Wiesenheu								
Gehalt im Grundfutter	40	20	11	7	23	16	8	1
Bedarf (300 kg LM, 700 g Zun.)	39	24	8	5	39	24	8	5
Zufuhr minus Bedarf	+1	-4	+3	+2	-16	-8	0	-4
50 g bzw. 80 g Mineral- futter Typ II (11/8/2/9)	5	4	1	4	9	6	2	7

Aufzucht eines weiblichen Jungrindes im Lebendmasseabschnitt von 300 - 350 kg wieder. Als tägliche Zunahme wurden dabei 700 g unterstellt. Die Kalkulation zeigt, daß in der Ration aus Grassilage, Maissilage und Heu 4 g Phosphor fehlen. 50 g eines Mineralfutters mit mittlerem Ca:P-Verhältnis sind hier mindestens angezeigt. Bei der Berechnung $\bar{x} - s$ reichen selbst 80 g Mineralfutter nicht aus, um das mögliche Defizit bei Calcium, aber auch bei Phosphor, in jedem Falle abzudecken. Das Beispiel zeigt, daß mindestens 50 - 80 g Mineralfutter je Färse und Tag unter diesen Bedingungen angemessen sein dürften.

Die in den aufgezeigten Beispielsrationen für Milchkühe, Mastbullen und Aufzuchtfarsen zur Mineralstofferganzung vorgeschlagenen drei Haupttypen von Mineralfutter sind in Tabelle 13 zusammenfassend wiedergegeben. Phosphorreiche Mineralfutter sind nach wie vor insbesondere für Rationen mit hohen Anteilen an Luzerne, Zuckerrübenblatt, sowie Klee gras und häufig auch Wiesengras, Heu sowie Grassilage, angezeigt. Für Mischrationen, vor allem mit Maissilage, dürfte in der Regel ein mittlerer Ca- und P-Gehalt des Mineralfutters angemessen sein. Diese Aufstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Insgesamt wird für die Praxis allerdings immer ein gewisser Kompromiß zwischen einerseits notwendiger Typenvielfalt und andererseits wünschenswerter Übersichtlichkeit und Praktikabilität erforderlich sein.

Alle im vorliegenden Referat ausgewählten Rationsbeispiele zeigen jedoch sehr deutlich, daß der gezielte Einsatz eines entsprechenden Mineralfutters nach wie vor einen unabdingbaren

Tabelle 13

HAUPTTYPEN an MINERALFUTTER zum AUSGLEICH des GRUNDFUTTERS

Typ	Gehalte in %				Quotient Ca/P	hauptsächliche Rationen
	Ca	P	Mg	Na		
I	8	12	2	9	0,7	Wiesengras mit Heu, Luzerne Zuckerrübenblatt, Klee gras, Grassilage
II	11	8	2	9	1,4	Weidegras mit Maissilage, Grassilage mit Maissilage u. a. Mischrationen
III	16	5	2	9	3,2	Ca-armes Grundfutter, Fut- terrüben, extreme Weide- verhältnisse, Getreide, Ölschrote

Bestandteil einer leistungsgerechten Fütterungsrezeptur darstellt. Aufgabe des Mineralfutters in der Rinderfütterung ist es dabei zunächst, ernährungsphysiologisch mangelhafte oder imbalante Mineralstoffgehalte des Grundfutters zu supplementieren bzw. in physiologisch verträgliche Relationen zu setzen. Darüber hinaus muß die Ergänzung mit Mineralfutter eine möglichst hohe Sicherheit bieten, daß die Empfehlungen zur Versorgung auch bei stark schwankenden nativen Mineralstoffgehalten der Grundfutter- und Kraftfutterkomponenten nicht unterschritten werden.

Zusammenfassung

Die bei den neuen Empfehlungen zur Mineralstoffversorgung des Rindes unterstellte mittlere Verwertung der Mineralstoffe aus dem Futter beträgt für Calcium 40 %, für Phosphor 60 %, für Magnesium 20 % und für Natrium 80 %. Die wesentlichste Änderung gegenüber den früheren Bedarfszahlen für Milchkühe stellt die deutliche Erhöhung der Empfehlungen zur Phosphorzufuhr für den Erhaltungsstoffwechsel dar. Bei 650 kg Lebendmasse werden nunmehr 26 g Phosphor statt bisher 16 g Phosphor als Grundbedarf pro Tier und Tag unterstellt.

In der Jungrindermast lagen die früheren Zahlen von BECKER im Lebendmassebereich unter 250 kg - besonders bei Calcium - um 20 - 25 % zu hoch. Ab 250 kg Lebendmasse war hingegen der Phosphorbedarf mit 25 - 28 g bisher deutlich zu niedrig angesetzt. Die neuen Empfehlungen sind nach Lebendmasse-Abschnitt und täglicher Zunahme wesentlich stärker differenziert und liegen im Bereich von 250 - 500 kg Lebendmasse zwischen 20 - 35 g Phosphor pro Tier und Tag.

Auch für Aufzuchtferäsen wurde der Calciumbedarf bisher deutlich überschätzt. Statt bisher 40 - 55 g liegt er nunmehr zwischen 21 und 40 g je Tier und Tag. Bei Phosphor waren die früheren Zahlen bis 250 kg LM deutlich überhöht und im höheren

Gewichtsbereich von 250 - 450 kg mit 25 - 28 g statt neuerdings 19 - 31 g viel zu wenig differenziert.

Bei den aufgezeigten Beispielsrationen für Milchkühe sind jeweils mindestens 100 - 150 g verschiedener Mineralfuttertypen erforderlich, um die Grundfutterration zu ergänzen und auszugleichen. In der Bullenmast mit Maissilage bzw. Zuckerrübenblatt ergibt sich ebenfalls die Notwendigkeit des Einsatzes von 100 - 150 g Mineralfutter, wenn Zunahmen von 1000 - 1200 g und darüber erreicht werden. In der Färsenaufzucht dürften bei einer praxisüblichen Ration aus Grassilage, Wiesenheu und nicht zu hohem Anteil von Maissilage Mineralfuttermengen von 50- 80 g pro Tier und Tag angemessen sein.

In allen dargestellten Beispielsrationen ergab sich die eindeutige Notwendigkeit gezielter Gaben an Mineralfutter, um den auf neuester wissenschaftlicher Grundlage entstandenen Empfehlungen zur Mineralstoffversorgung des Rindes gerecht zu werden.

Literatur

- 1) AUSSCHUSS FÜR BEDARFSNORMEN DER GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE DER HAUSTIERE (1978): Empfehlungen zur Mineralstoffversorgung, Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 1, DLG-Verlag Frankfurt am Main S. 9-21
- 2) BECKER, M. (1971): Mineralstoffbedarfsnormen für Rinder Landw. Forschung 24, 225-237
- 3) DLG-FUTTERWERTTABELLEN (1973): Mineralstoffgehalte in Futtermitteln, 2. Auflage, Arbeiten der DLG Band 62, Frankfurt am Main
- 4) GÜNTHER, K.D. (1976): Zum Calcium- und Phosphorstoffwechsel der Milchkühe.
In: Zum Phosphor- und Mineralstoffbedarf der Wiederkäuer S. 40-59,
Vortragstagung Fachvereinigung Futterphosphate, Göttingen
- 5) GÜNTHER, K.D. (1978): Zur Calcium- und Phosphorversorgung der Milchkühe.
In: Zum Phosphor- und Mineralstoffbedarf der Milchkühe und des Hühnergeflügels S. 18-40,
Vortragstagung Fachvereinigung Futterphosphate, Hannover

- 6) KOLB, E. (1976): Neue ernährungsbiochemische Erkenntnisse zur Verhütung der Gebärparese und des Festliegens der Milchkühe.
Tierzucht 30, 201-202
- 7) NIEDERLÄNDISCHE KOMMISSION ZUR UNTERSUCHUNG DER MINERALSTOFF-FÜTTERUNG (1973): Leitfaden zur Beurteilung der Mineralstoffversorgung des Rindes in der Praxis
Übersichten Tierernährung 1 , 89-146
- 8) PALLAUF, J. (1976): Zum Mineralstoffgehalt wirtschaftseigener Futtermittel.
In: Zum Phosphor- und Mineralstoffbedarf der Wiederkäuer S. 8-31, Vortragstagung Fachvereinigung Futterphosphate, Göttingen
- 9) PFEFFER, E. (1976): Zur Kinetik der Phosphor-Absorption beim kleinen Wiederkäuer.
In: Zum Phosphor- und Mineralstoffbedarf der Wiederkäuer S. 32-39, Vortragstagung Fachvereinigung Futterphosphate, Göttingen
- 10) PICKARD, D. (1976): Verhütung von Milchfieber;
Milchpraxis 14, H.4, S. 20
- 11) SCHULZ, E., OSLAGE, H. J. u. DAENICKE, R. (1974): Untersuchungen über die Zusammensetzung der Körpersubstanz sowie den Stoff- und Energieansatz bei wachsenden Mastbullen.
Fortschritte in der Tierphysiol. u. Tierernährung, Beiheft 4 zur Zeitschrift Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde