

(Aus der Nö. Landes-Landwirtschaftskammer, Abteilung Vieh- und Milchwirtschaft, Leiter Tierzuchtdirektor Dr. B. Laber, und der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Leiter Hofrat Dr. K. Chytil)

Nähr- und Mineralstoffgehalt von Grundfuttermitteln in Österreich¹

**Auswertung und Interpretation der Grundfutteranalysen des Futtermittellabors
Rosenau der Nö. Landes-Landwirtschaftskammer**

Von L. GRUBER, G. WIEDNER, A. VOGEL und Th. GUGGENBERGER

(Mit 4 Abbildungen)

Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung wurden 7556 Grundfutteranalysen der Jahre 1989 bis 1993 aus dem Futtermittellabor Rosenau der Nö. Landes-Landwirtschaftskammer ausgewertet. Es liegen zwar von allen für die Fütterungspraxis wesentlichen Grundfuttermittel Analysen vor, doch sind ganz besonders die „Standardgrundfutter der Winterfütterung“ (Heu, Grassilage, Maissilage) mit einer Anzahl von zum Teil über 1500 am besten repräsentiert. Die Analyse erfolgte mit den gängigen Methoden (Weender Nährstoffe — Tecator-System, Mineralstoffe — Atomabsorptions-Spektralphotometrie, in vitro-Verdaulichkeit — Hohenheimer Futterwerttest). Die Energiebewertung erfolgte auf der Basis der Verdauungskoeffizienten der DLG-Tabelle 1991.

Im Durchschnitt weisen die Leguminosen sehr hohe Rohfasergehalte von zum Teil über 30 % und eine dementsprechend niedrige Energiekonzentration auf. Der Rohfasergehalt der Grassilagen und des Heus vom ersten Schnitt liegen im Mittel bei 29 bzw. 30 %, vom zweiten Schnitt bei 26 bzw. 27 %. Die Analysenwerte von Maissilage (30 % Trockenmasse, 23 % Rohfaser, 6,4 MJ NEL) bezeichnen eine zufriedenstellende Qualität. Von allen Grundfutterarten wurden Beziehungen zwischen dem Rohfasergehalt und dem Protein- bzw. NEL-Gehalt berechnet, aus denen die für die Tierernährung wesentlichen Kennzahlen über den ganzen Streuungsbereich ermittelt werden können.

Die Leguminosen sind durch hohe Ca-Gehalte (6 bis 15 g), jedoch mit den Gräsern vergleichbare P-Gehalte (2,5 bis 3,6 g) gekennzeichnet. Die Gehalte der Gräser an Spurenelementen liegen etwas höher als bei den Leguminosen.

¹ Die vorliegende Veröffentlichung wurde im Rahmen der Fachgruppe FÜTTERUNG der österreichischen Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau (OAG) erarbeitet.

Der Mineralstoffgehalt von Silomais ist im Vergleich zu den übrigen Grundfuttermitteln deutlich niedriger (besonders Ca und Mn). Die Beziehungen zwischen Rohfaser- und Mineralstoffgehalt sind sowohl in der Größenordnung als auch im Vorzeichen sehr uneinheitlich. Es kann also keine allgemeine Aussage gemacht werden, wie und in welchem Ausmaß sich der Mineralstoffgehalt in Abhängigkeit vom Rohfasergehalt ändert. Die Anwendung der individuellen linearen Regressionsgleichungen erlaubt hingegen eine etwas genauere Abschätzung der Mineralstoffgehalte.

Die Bestimmung der Energiekonzentration mit dem Hohenheimer Futterwerttest ergab geringere Werte als mit den DLG-Verdauungskoeffizienten, ganz besonders im Bereich niedriger Energiekonzentrationen. Insgesamt war die Übereinstimmung zwischen diesen beiden Methoden der Feststellung der Energiekonzentration recht schwach ($R^2=42\%$, $n=608$), wobei zwischen den einzelnen Grundfutterarten große Unterschiede in der Übereinstimmung bestehen. Eine mögliche Erklärung für diese Divergenzen könnte sein, daß verminderte Verdaulichkeiten (z. B. durch mangelhafte Konservierung) zwar über eine in vitro-Verdaulichkeitsmethode erfaßt werden, nicht jedoch mit durchschnittlichen Tabellenwerten.

Schlüsselworte: Grundfutter, Rohnährstoffe, Mineralstoffe, Spurenelemente, in vitro-Verdaulichkeit.

Nutrient and mineral content of forages in Austria

Evaluation and interpretation of the forage analyses in the foodstuff laboratory at Rosenau of the agricultural board of Lower Austria

Summary

In the present investigation 7,556 forage analyses of the years 1989 to 1993 of the foodstuff laboratory at Rosenau of the agricultural board of Lower Austria have been evaluated. There are analyses of nearly all forages used in daily feeding practice. The standard forages of the winter period, however, are best represented by numbers up to 1,500. The usual methods were used in analysing the crude nutrients (tecator system), the minerals (atomic absorption spectrophotometry) and the in vitro-digestibility (Hohenheim gas production test). The energy evaluation was based on the digestibility coefficients of the DLG-tables (1991).

On an average the legumes show high crude fibre contents of partly more than 30 % and corresponding low energy concentration. The crude fibre contents of grass silage and hay of the first cut were on average 29 and 30 %, of the second cut 26 and 27 %, respectively. The results of maize silage (30 % DM, 23 % crude fibre, 6.4 MJ NEL) are satisfying. Of all types of forages regressions of protein and NEL content on crude fibre content have been computed. On the basis of these regressions the essential criteria for animal nutrition can be derived for the whole range of variation.

The legumes are characterized by high Ca-contents (6 to 15 g), the contents of P were, however, similar to those of the grasses. The forage of the meadows shows on an average the following values (6–10 g Ca, 2.6 to 3.7 g P, 21 to 26 g K). The trace element contents of the grasses are a little higher than in the legumes. The mineral content of silage maize is considerably lower than in the other forages (especially Ca and Mn). The relationships between crude fibre and mineral content are not uniform with respect to both the size and the sign. No general

statement can therefore be given as to how and to what degree the mineral content changes depending on crude fibre content. The use of the individual linear regression equations, however, permits an estimate of the mineral content more exactly.

The determination of the energy concentration using the Hohenheim gas production test showed lower values than when deriving the energy concentration using the DLG-digestibility coefficients, especially in the range of lower energy concentration. In general both methods did not correspond well in the determination of the energy concentration ($R^2 = 42\%$, $n = 608$). Among the various types of forages the agreement between the two methods differed considerably. One possible explanation for these divergences could be that reduced digestibilities (e.g. by deficient conservation methods) are considered by in vitro-digestibility methods but not when using average data of foodstuff tables.

Key-words: Forage, crude nutrients, minerals, trace elements, in vitro-digestibility.

1. Einleitung

Das Futtermittellabor Rosenau der Nö. Landes-Landwirtschaftskammer erarbeitet seit 1978 eine große Anzahl von Analysenergebnissen (ca. 6000 pro Jahr) von Futtermitteln aus landwirtschaftlichen Betrieben und Versuchen aus dem Bereich Pflanzen- und Tierproduktion. Damit steht ein Datenmaterial zur Verfügung, das direkt den österreichischen Verhältnissen entspricht. Dies stellt einen wesentlichen Fortschritt zur bisherigen Vorgangsweise dar, bei der vor allem Tabellenwerke aus Deutschland Verwendung gefunden haben (DLG 1973, DLG 1991).

2. Material und Methoden

2.1 Datenstruktur

In der vorliegenden Auswertung kamen 7556 Analysenergebnisse aus den Jahren 1989 bis 1993 zur Auswertung. Die Ergebnisse aus den Jahren davor sind zwar schriftlich vorhanden, zur Zeit jedoch EDV-mäßig nicht verfügbar.

Da nicht von allen Futterproben eine vollständige Analyse vorliegt, war es erforderlich, die Gesamtdaten in vier folgende Unterdateien zu gliedern:

Datei (Nährstoffgruppe):	vorliegende Inhaltsstoffe:	Anzahl:
Weender Nährstoffe	T, XP, XL, XF, XX, XA	7556
Mengenelemente	Ca, P, Mg, K, Na	5498
Spurenelemente	Fe, Mn, Zn, Cu	1117
HFT	Gasbildung	611

Der größte Teil der Proben kommt aus dem Bundesland NÖ (70 %), weitere Proben steuern die Bundesländer OÖ (10 %), Vorarlberg (10 %) und die übrigen Bundesländer (10 %) bei.

Einen Überblick über die Verteilung der Futterproben gibt Tabelle 1. Es zeigt sich, daß einige Futtermittel nur selten analysiert werden. Die für die landwirtschaftliche Praxis relevanten Futtermittel (Grassilage, Heu, Maissilage) liegen in beachtlicher Anzahl (zum Teil > 1500) vor. Für einige Futtermittel existieren keine Analysen.

Tabelle 1

Anzahl der Futterproben, getrennt nach Futterart, Konservierungsform und Aufwuchs¹

Konservierungsform Aufwuchs	Grünfutter (1)		Silage (2)		Heu (3)	
	1	2	1	2	1	2
Futtermittel						
1 Luzerne	35	67	15	7	17	14
2 Luzernegras	33	66	16	12	—	2
3 Rotklee	—	—	20	7	—	1
4 Rotklee gras	7	3	150	50	9	23
5 Wiese grasreich	58	59	1638	490	1586	1421
6 Mähweide	—	—	1	—	1	—
7 Wiese kleereich	3	—	22	53	4	21
8 Ackerbohnerganzpflanze	—	—	—	—	—	—
9 Gerstenganzpflanze	—	—	15	—	—	—
10 Hafer ganzpflanze	—	—	4	—	—	—
11 Roggenganzpflanze	2	—	31	—	—	—
12 Weizenganzpflanze	—	—	19	—	—	—
13 Landsberger Gemenge	—	—	12	—	—	—
14 Silomais	43	—	1519	—	—	—

¹ Die Einteilung der Futtermittel und Codierung nach Konservierungsform und Aufwuchs entspricht der Vorgangsweise von GRUBER und WIEDNER (1992):

Futterart: 1 ... 14 Aufwuchs: 1, 2

Konservierungsform: 1, 2, 3

z. B. 423 = Rotklee gras, 2. Aufwuchs, Heu

2.2 Analytik und Energiebewertung

Die Analyse der Rohnährstoffe wurde nach der konventionellen Methode mit dem System TECATOR durchgeführt. Die Mengen- und Spurenelemente wurden mit einem AAS-Gerät von PERKIN-ELMER analysiert. Der Hohenheimer Futterwerttest (HFT) folgte den Richtlinien von MENKE und STEINGASS (1988). Die Energiebewertung der Futtermittel (ME, NEL) erfolgte nach dem System und mit den Verdauungskoeffizienten der DLG (1991). Die Interpolation und Auswahl der Verdauungskoeffizienten wurde nach dem Vorschlag von GRUBER und WIEDNER (1992) durchgeführt. Diese Interpolation arbeitet mit linearen Regressionsgleichungen, wobei der Gehalt an Rohfaser (g/kg OM) als Bestimmungsgröße für die Verdaulichkeit der einzelnen Rohnährstoffe herangezogen wird.

2.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programm LSMLMW von HARVEY (1987). Im ersten Auswertungsschritt wurden für alle in Tabelle 1 angeführten Futtermittel LS-Mittelwerte errechnet („Futtermittel“ als fixer Effekt). Bei der Auswertung der Mengen- und Spurenelementdateien interessierte besonders auch die Beziehung zum Rohfasergehalt. Dabei wurden nur jene Futtergruppen berücksichtigt, von denen mehr als drei Analysen vorliegen. Im statistischen Modell wurde neben dem fixen Effekt „Futtermittel“ der Rohfasergehalt als Regressionsvariable verwendet. Die in den Tabellen 3, 5 und 6 angeführten Regressionskoeffizienten sind individuelle Regressionskoeffizienten (innerhalb Futtermittel). In diesen Tabellen werden auch das multiple Bestimmtheitsmaß, der Variationskoeffizient und die P-Werte für den gepoolten sowie für die individuellen Regressionskoeffizienten angegeben. Der P-Wert für den gepoolten Regressionskoeffizient gibt an, ob dessen Steigung von Null verschieden ist. Der P-Wert für die individuellen Regressionskoeffizienten besagt, ob sich diese signifikant voneinander unterscheiden. Die in der Fußnote dieser

Tabellen angegebene allgemeine Form der Regressionsgleichung gilt für alle der angeführten Futtermittel.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Rohnährstoffe, Verdaulichkeit und Energiekonzentration

Der durchschnittliche Gehalt der einzelnen Grundfuttermittel an Rohnährstoffen ist in Tabelle 2 angeführt. Die Beziehungen der für die Fütterung wesentlichen Inhaltsstoffe (XP, dO, ME, NEL) zum Rohfasergehalt (XF) sind aus Tabelle 3 ersichtlich. Aus diesen linearen Regressionsgleichungen lassen sich die durchschnittlichen Werte für XP, dO, ME und NEL bei verschiedenen Rohfasergehalten errechnen. Für einige in der Fütterungspraxis wesentliche Futtermittel sind diese Beziehungen zum Rohfasergehalt in Abbildung 1 grafisch dargestellt.

3.1.1 Leguminosen und Leguminosen/Grasmischungen

Im Durchschnitt weisen die Leguminosen (Luzerne und Rotklee) und die Leguminosen/Grasmischungen (Luzernegras und Rotklee gras) sehr hohe Rohfasergehalte (zum Teil >30 %) auf. Dies läßt auf zu spätem Schnitt und hohe Bröckelverluste bei der Heuwerbung schließen. Der Rohfasergehalt der Heuproben liegt bei 34 % der T, während das Futter für die Silagebereitung etwa bei 30 % XF geerntet wurde. Erwartungsgemäß sind diese Futtermittel — trotz eines relativ späten Erntezeitpunktes — durch einen hohen Proteingehalt (15–23 % XP) gekennzeichnet. Die Energiekonzentration ist aufgrund der beschriebenen Zusammenhänge besonders bei den Heuproben recht niedrig (4,3 bis 5,4 MJ

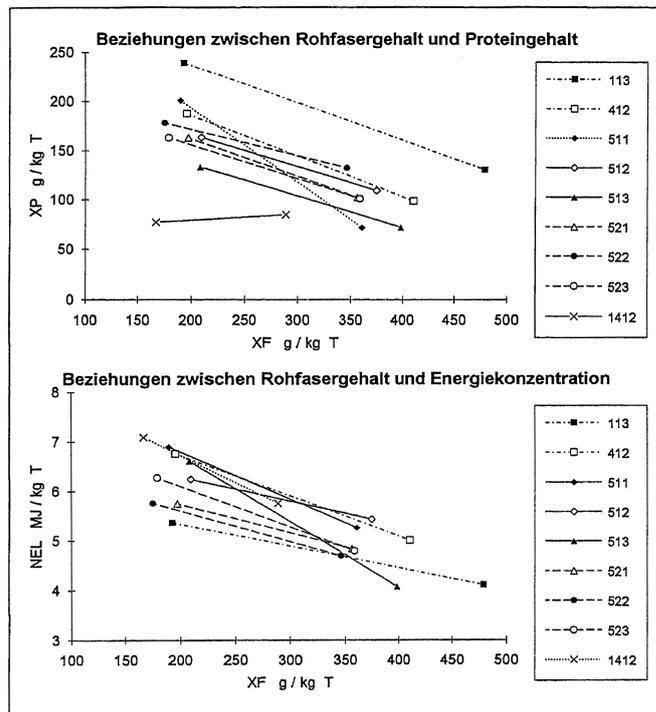


Abb. 1: Beziehungen zwischen Rohfasergehalt und Protein- bzw. NEL-Gehalt

Tabelle 2

Nährstoffgehalt, Verdaulichkeit und Energiekonzentration verschiedener Grundfuttermittel in Österreich
(LS-Mittelwerte und Standardabweichung innerhalb Futtermittel)

Code	Futtermittel	Aufwuchs	Kon-serv. Form	n	T g	XP	XL	XF g/kg T	XX	XA	dO %	ME	NEL MJ/kg T
111	Luzerne	1	Grün	35	159	209	29	310	353	99	63,6	8,75	5,04
112	Luzerne	1	Silage	15	371	191	20	283	379	127	63,9	8,57	4,97
113	Luzerne	1	Heu	17	883	185	13	336	377	88	60,7	8,29	4,74
121	Luzerne	2	Grün	67	211	229	25	252	380	114	69,5	9,47	5,57
122	Luzerne	2	Silage	7	480	183	21	296	383	117	61,7	8,41	4,85
123	Luzerne	2	Heu	14	903	164	15	344	381	96	55,4	7,61	4,29
211	Luzernegras	1	Grün	33	167	193	29	302	377	99	66,6	9,20	5,36
212	Luzernegras	1	Silage	16	359	158	27	302	405	108	66,4	9,07	5,30
221	Luzernegras	2	Grün	66	207	221	28	270	371	111	71,0	9,71	5,74
222	Luzernegras	2	Silage	12	432	182	25	291	378	124	68,2	9,12	5,34
312	Rotklee	1	Silage	20	309	165	25	274	420	116	66,9	9,18	5,39
322	Rotklee	2	Silage	7	388	172	20	283	402	123	62,6	8,43	4,88
411	Rotkleeegras	1	Grün	7	219	153	24	314	415	95	67,4	9,16	5,35
412	Rotkleeegras	1	Silage	150	328	143	25	303	423	106	72,5	9,88	5,88
413	Rotkleeegras	1	Heu	9	823	102	23	343	466	65	64,5	9,19	5,36
422	Rotkleeegras	2	Silage	50	398	165	25	282	420	107	62,8	8,45	4,89
423	Rotkleeegras	2	Heu	23	882	133	22	302	457	86	61,9	8,61	4,99
511	Wiese grasreich	1	Grün	58	260	136	25	275	477	87	72,7	10,16	6,08
512	Wiese grasreich	1	Silage	1638	355	137	30	292	440	101	71,6	9,83	5,84
513	Wiese grasreich	1	Heu	1586	898	103	23	303	490	81	65,7	9,13	5,35
521	Wiese grasreich	2	Grün	59	220	133	23	277	458	109	68,4	9,04	5,30
522	Wiese grasreich	2	Silage	490	397	155	29	261	435	119	65,6	8,95	5,23
523	Wiese grasreich	2	Heu	1421	898	132	25	269	477	97	67,6	9,39	5,54
712	Wiese kleereich	1	Silage	22	359	178	29	255	429	109	74,2	10,23	6,14
713	Wiese kleereich	1	Heu	4	876	168	24	269	439	101	71,2	9,74	5,78
722	Wiese kleereich	2	Silage	53	366	196	30	240	407	126	70,0	9,24	5,43
723	Wiese kleereich	2	Heu	21	886	176	26	245	443	109	68,8	9,44	5,57
912	Gerstenganzpfl.		Silage	15	343	108	24	280	518	70	61,9	9,01	5,24
1012	Haferanzpfl.		Silage	4	284	115	28	332	389	137	63,2	8,23	4,75
1112	Roggenganzpfl.		Silage	31	252	139	30	320	396	116	73,8	9,92	5,92
1212	Weizenganzpfl.		Silage	19	391	91	20	295	529	65	63,7	9,21	5,39
1312	Landsb. Gemenge	1	Silage	12	261	138	24	314	409	115	71,2	9,57	5,67
1411	Silomais		Grün	43	362	84	22	222	623	48	72,7	10,85	6,58
1412	Silomais		Silage	1519	300	81	24	228	622	45	70,7	10,64	6,43
s					64	20	5	33	33	21	3,2	0,53	0,38

T = Trockenmasse

XP, XL, XF, XX, XA = Rohprotein, Rohfett, Rohfaser, N-freie Extraktstoffe, Rohasche

dO = Verdaulichkeit der organischen Substanz

ME, NEL = umsetzbare Energie, Nettoenergie Laktation

NEL/kg T). Demgegenüber liegen die NEL-Werte der Silagen doch einigermaßen höher (4,9 bis 5,9 MJ).

3.1.2 Wiesenfutter

Die Zuteilung in die Kategorien „Wiese grasreich“ und „Wiese klee- und kräuterreich“ erfolgte auf Grund des Protein- und Calcium-Gehaltes bei einem bestimmten Rohfasergehalt. Die Futterproben „Wiese grasreich“ (als Silage oder Heu) machen bei weitem den größten Anteil aller Analysen aus.

Die Rohrnährstoffgehalte entsprechen den langjährigen Erfahrungen und decken sich im wesentlichen mit einer Praxiserhebung über die Nähr- und Mineralstoffversorgung von Milchkühen aus dem Grundfutter in landwirtschaftlichen Betrieben Österreichs (GRUBER und STEINWENDER 1992). Die Grassilage 1. Schnitt weist folgende durchschnittliche Gehaltszahlen auf (35,5 % T, 13,7 % XP, 29,2 % XF, 10,1 % XA, 5,84 MJ NEL). Für Heu 1. Schnitt lauten die Werte 10,3 % XP, 30,3 % XF bzw. 5,35 MJ NEL. Der um 0,5 MJ höhere NEL-Gehalt der Grassilagen gegenüber dem Heu bei vergleichbarem Rohfasergehalt weist darauf hin, daß die Verdaulichkeiten der Grassilagen in der DLG-Tabelle (1991) vermutlich überschätzt werden. Außerdem fällt der nur geringe Rückgang der Verdaulichkeit mit steigendem Rohfasergehalt auf. Dies führt dazu, daß Grassilagen im oberen Rohfaserbereich (> 31 % XF) eine höhere Energiekonzentration aufweisen als das entsprechende Grünfutter. Dies ist jedoch aufgrund der Konservierungsverluste kaum vorstellbar. Die Rohfaser- und NEL-Gehalte des Wiesenfutters vom 2. Schnitt liegen sowohl bei Silage als auch bei Heu günstiger (13 bis 16 % XP, 26 bis 27 % XF, 5,2 bis 5,5 MJ NEL). Allerdings senken hohe Rohaschegehalte, die von starker Verschmutzung herrühren (12 % XA), die Energiekonzentration (niedrigerer NEL-Gehalt trotz geringerem Rohfasergehalt). Die Ergebnisse von „Wiese klee- und kräuterreich“ liegen bezüglich NEL gegenüber „Wiese grasreich“ günstiger, weiters ist der Proteingehalt höher. Allerdings ist der geringe Probenumfang zu beachten.

3.1.3 Getreide-Ganzpflanzensilagen

Der Rohfasergehalt der verschiedenen Getreide-Ganzpflanzen (GPS) liegt zwischen 28 bis 33 %. Aus einer Literaturlauswertung von KRAUTZER (1993) ergibt sich ein durchschnittlicher Rohfasergehalt von 29 % und 5,28 MJ NEL. Der NEL-Gehalt des vorliegenden Datenmaterials liegt zwischen 4,8 (Hafer-GPS) und 5,9 MJ (Roggen-GPS). Der optimale Erntezeitpunkt für GPS bei einem T-Gehalt von 35 bis 42 % (beginnende Teigreife, HEINZL et al. 1989) dürfte in vielen Fällen nicht erreicht worden sein.

3.1.4 Silomais

Die Analysendaten für Maissilage (30 % T, 8,1 % XP, 22,8 % XF, 6,43 MJ NEL) entsprechen den Werten für einen Erntezeitpunkt in der Teigreife (DLG 1991) und sind als zufriedenstellend zu bezeichnen. Gegenüber den übrigen Grundfuttermitteln zeichnet sich Silomais durch eine deutlich höhere Energiekonzentration aus, weist allerdings einen nur geringen Proteingehalt auf.

3.2 Beziehungen zwischen Rohfasergehalt und Proteingehalt, Verdaulichkeit bzw. Energiekonzentration

Die Beziehungen zwischen dem Rohfasergehalt und XP, dO bzw. NEL sind für alle Grundfutter aus den Kategorien Leguminosen und Wiesenfutter negativ (Tab. 3). Bei Verdaulichkeit und Energiekonzentration gilt das auch für die weiteren Grundfutter (GPS, Silomais). Bei Silomais sowie Gersten- und Weizen-GPS bestehen allerdings positive Beziehungen zum Proteingehalt. Allerdings sind die individuellen Regressionskoeffizienten zwischen XF und den in Tabelle 3 angeführten wertbestimmenden Inhaltsstoffen (XP, dO, ME, NEL) zwischen den einzelnen Grundfuttermitteln zum Teil recht unterschiedlich. Dies bedeutet, daß sich die Veränderung des Rohfasergehaltes bei den einzelnen Grundfuttermitteln unterschiedlich auswirkt. In Abbildung 1 ist auch zu sehen, daß sich der Rohfasergehalt bei einzelnen Futtermitteln unterschiedlich sowohl auf den Protein- als auch auf den NEL-Gehalt auswirkt.

Tabelle 3

Beziehungen zwischen Rohfasergehalt (g XF/kg T) und Proteingehalt (g XP/kg T), Verdaulichkeit (dO, %) bzw. Energiekonzentration (ME, NEL MJ/kg T)

Code	Futtermittel	Aufwuchs	Konserv. Form	XP		dO		ME		NEL	
				a	b	a	b	a	b	a	b
111	Luzerne	1	Grün	228,2	-0,524	67,61	-0,1126	9,362	-0,01710	5,457	-0,01165
112	Luzerne	1	Silage	195,3	-0,442	64,67	-0,0863	8,689	-0,01226	5,052	-0,00866
113	Luzerne	1	Heu	208,4	-0,379	62,58	-0,0300	8,687	-0,00634	5,011	-0,00438
121	Luzerne	2	Grün	210,8	-0,815	67,32	-0,0999	9,180	-0,01328	5,368	-0,00933
122	Luzerne	2	Silage	188,6	-0,252	64,21	-0,1156	8,712	-0,01402	5,065	-0,00992
123	Luzerne	2	Heu	183,7	-0,277	59,09	-0,0532	7,963	-0,00497	4,550	-0,00366
211	Luzernegras	1	Grün	203,1	-0,355	71,26	-0,1646	9,976	-0,02742	5,898	-0,01890
212	Luzernegras	1	Silage	165,4	-0,254	69,95	-0,1274	9,630	-0,01992	5,697	-0,01414
221	Luzernegras	2	Grün	217,8	-0,693	70,39	-0,1506	9,624	-0,02095	5,675	-0,01504
222	Luzernegras	2	Silage	185,2	-0,166	69,13	-0,0518	9,209	-0,00531	5,418	-0,00442
312	Rotklee	1	Silage	164,9	-0,209	66,92	-0,1216	9,184	-0,01370	5,398	-0,01032
322	Rotklee	2	Silage	175,8	-0,433	63,83	-0,1436	8,597	-0,01921	5,001	-0,01363
411	Rotklee gras	1	Grün	146,2	0,162	69,85	-0,0614	9,579	-0,01036	5,656	-0,00758
412	Rotklee gras	1	Silage	155,3	-0,415	74,57	-0,0714	10,193	-0,01088	6,121	-0,00813
413	Rotklee gras	1	Heu	105,1	-0,040	70,33	-0,0832	10,133	-0,01351	6,032	-0,00965
422	Rotklee gras	2	Silage	167,4	-0,286	64,19	-0,1801	8,642	-0,02418	5,022	-0,01726
423	Rotklee gras	2	Heu	140,0	-0,238	66,76	-0,1755	9,334	-0,02594	5,486	-0,01776
511	Wiese grasreich	1	Grün	137,3	-0,755	72,83	-0,0995	10,177	-0,01290	6,090	-0,00957
512	Wiese grasreich	1	Silage	142,4	-0,327	72,38	-0,0453	9,949	-0,00636	5,933	-0,00495
513	Wiese grasreich	1	Heu	112,4	-0,322	69,64	-0,1333	9,670	-0,01840	5,739	-0,01336
521	Wiese grasreich	2	Grün	133,7	-0,381	68,52	-0,0528	9,057	-0,00750	5,313	-0,00569
522	Wiese grasreich	2	Silage	151,9	-0,267	64,56	-0,0792	8,838	-0,00819	5,148	-0,00622
523	Wiese grasreich	2	Heu	130,5	-0,345	67,17	-0,0858	9,331	-0,01083	5,493	-0,00823
712	Wiese kleereich	1	Silage	175,6	-0,108	72,12	-0,1081	9,928	-0,01560	5,906	-0,01190
713	Wiese kleereich	1	Heu	166,1	-0,343	70,71	-0,1025	9,683	-0,01155	5,739	-0,00885
722	Wiese kleereich	2	Silage	196,4	0,004	64,21	-0,1722	8,683	-0,01651	5,010	-0,01256
723	Wiese kleereich	2	Heu	165,7	-0,369	66,25	-0,0895	9,076	-0,01264	5,301	-0,00931
912	Gerstenganzpflanze		Silage	106,3	0,378	62,27	-0,0714	9,090	-0,01489	5,302	-0,01040
1012	Hafer ganzpflanze		Silage	174,5	-1,020	61,45	0,0295	7,551	0,01165	4,312	0,00747
1112	Roggenganzpflanze		Silage	155,5	-0,364	76,99	-0,0696	10,403	-0,01058	6,290	-0,00809
1212	Weizenganzpflanze		Silage	86,2	0,223	63,54	0,0061	9,370	-0,00748	5,504	-0,00537
1312	Landsbg. Gemenge	1	Silage	150,9	-0,321	71,92	-0,0182	9,720	-0,00388	5,789	-0,00295
1411	Silomais		Grün	85,5	0,032	70,41	-0,0448	10,253	-0,01146	6,147	-0,00847
1412	Silomais		Silage	84,1	0,063	67,73	-0,0639	9,976	-0,01449	5,923	-0,01092
Bestimmtheitsmaß %				77,7		98,1		86,2		88,5	
Variationskoeffizient %				14,3		0,8		3,1		3,4	
P für gepoolte Regression				<0,001		<0,001		<0,001		<0,001	
P für individuelle Regression				<0,001		<0,001		<0,001		<0,001	

Allgemeine Form der Regressionsgleichung: $y = a + b \cdot (XF - 273,93)$, z. B. Code 111: $XP = 228,2 - 0,524 \cdot (250 - 273,93) = 240,7$

3.3 Gehalt an Mengen- und Spurenelementen

In Tabelle 4 ist der durchschnittliche Gehalt der einzelnen Grundfuttermittel an Mengen- und Spurenelementen angegeben. Die Beziehungen zwischen Rohfasergehalt und dem Gehalt an Mengenelementen befinden sich in Tabelle 5 sowie dem Gehalt an Spurenelementen in Tabelle 6. Daraus können durchschnittliche Gehaltswerte an Mineralstoffen bei einem bestimmten Rohfasergehalt errechnet werden. Für einige wesentliche Futtermittel sind die Verhältnisse in Abbildung 2 (Mengenelemente) und Abbildung 3 (Spurenelemente) grafisch dargestellt.

3.3.1 Leguminosen und Leguminosen/Grasmischungen

Die Leguminosen und Leguminosen/Grasmischungen sind durch einen hohen Ca-Gehalt von 6 bis 15 g/kg T gekennzeichnet. Demgegenüber bewegt sich der P-Gehalt (2,5 bis 3,6 g/kg T) auf einem den Gräsern vergleichbaren Niveau. Die Mg-Gehalte liegen im Bereich von 1,6 bis 2,8 g/kg T. Der K-Gehalt der verschie-

Tabelle 4

Gehalt verschiedener Grundfuttermittel an Mengen- und Spurenelementen in Österreich (LS-Mittelwerte und Standardabweichung innerhalb Futtermittel)

Code	Futtermittel	Auf- wuchs	Kon- serv. Form	n	Ca	P	Mg g/kg T	K	Na	n	Mn	Zn	Cu mg/kg T
112	Luzerne	1	Silage	10	13,3	3,6	2,4	31,9	0,41				
113	Luzerne	1	Heu	10	12,3	2,8	2,7	22,8	1,26	4	38	28	8,1
122	Luzerne	2	Silage	6	15,1	2,8	2,2	25,1	0,30				
123	Luzerne	2	Heu	10	14,3	2,8	2,3	23,4	0,46				
212	Luzernegras	1	Silage	15	10,0	3,3	2,1	28,7	0,47				
222	Luzernegras	2	Silage	9	10,5	3,4	2,6	24,2	0,45				
312	Rotklee	1	Silage	12	11,6	3,3	2,8	32,9	0,28	4	95	24	7,8
322	Rotklee	2	Silage	5	13,1	2,7	2,8	25,1	0,09				
411	Rotklee gras	1	Grün	7	9,2	3,7	2,1	28,2	0,13				
412	Rotklee gras	1	Silage	124	8,2	3,2	2,2	28,5	0,41	29	88	36	7,8
413	Rotklee gras	1	Heu	8	5,7	2,5	1,6	20,1	0,12				
422	Rotklee gras	2	Silage	32	9,7	3,5	2,5	28,6	0,24	8	103	38	8,3
423	Rotklee gras	2	Heu	21	6,0	3,0	1,9	25,6	0,25	4	62	24	6,6
511	Wiese grasreich	1	Grün	23	6,7	3,3	2,0	26,0	0,36	8	60	33	8,0
512	Wiese grasreich	1	Silage	1327	7,3	3,2	2,2	26,0	0,41	354	101	30	7,1
513	Wiese grasreich	1	Heu	1386	6,0	2,6	1,9	20,7	0,24	257	99	27	5,7
521	Wiese grasreich	2	Grün	48	10,3	3,7	3,4	21,3	0,96				
522	Wiese grasreich	2	Silage	391	9,5	3,5	3,1	25,4	0,45	78	119	33	8,7
523	Wiese grasreich	2	Heu	1279	7,8	3,2	2,5	23,2	0,26	221	102	30	7,0
712	Wiese kleereich	1	Silage	19	9,6	3,3	2,8	26,8	0,60	5	78	31	7,5
713	Wiese kleereich	1	Heu	4	9,6	3,0	3,0	26,5	0,61				
722	Wiese kleereich	2	Silage	34	9,4	3,9	3,0	28,0	0,81	9	109	36	10,9
723	Wiese kleereich	2	Heu	20	10,1	4,0	3,2	27,8	0,37				
912	Gerstenganzpfl.		Silage	8	5,3	3,2	1,4	17,6	0,38				
1112	Roggenganzpfl.		Silage	12	5,0	3,8	1,7	30,1	0,74				
1212	Weizenganzpfl.		Silage	12	3,0	2,5	1,2	13,1	0,20				
1312	Landsbg. Gemenge	1	Silage	7	8,1	3,7	2,3	33,7	0,94				
1412	Silomais		Silage	645	2,6	2,1	1,5	12,4	0,12	113	34	22	4,8
s					2,3	0,7	1,0	5,3	0,59		56	12	2,7

Ca, P, Mg, K, Na = Calcium, Phosphor, Magnesium, Kalium, Natrium
Mn, Zn, Cu = Mangan, Zink, Kupfer

Tabelle 5

Beziehungen zwischen dem Rohfasergehalt (g/kg T) und dem Gehalt an Mengenelementen (g/kg T)

Code	Futtermittel	Auf- wuchs	Kon- serv. Form	Calcium		Phosphor		Magnesium		Kalium		Natrium	
				a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
112	Luzerne	1	Silage	13,540	-0,060892	3,573	-0,002945	2,370	-0,002155	31,756	0,023528	0,429	-0,004788
113	Luzerne	1	Heu	14,268	-0,042073	2,565	0,003977	3,290	-0,012458	17,851	0,106124	1,382	-0,002574
122	Luzerne	2	Silage	15,118	-0,007591	2,770	0,002002	2,224	-0,003581	25,144	-0,013884	0,297	-0,000077
123	Luzerne	2	Heu	23,360	-0,137371	2,726	0,001128	2,182	0,001180	24,467	-0,016529	0,434	0,000399
212	Luzernegras	1	Silage	8,782	0,057332	3,509	-0,008407	2,239	-0,005170	28,294	0,018419	0,487	-0,000953
222	Luzernegras	2	Silage	10,747	-0,018545	3,442	-0,002560	2,615	-0,002148	23,908	0,026006	0,483	-0,002896
312	Rotklee	1	Silage	10,597	-0,048004	3,208	-0,005144	2,624	-0,005995	33,181	0,014539	0,242	-0,001805
322	Rotklee	2	Silage	13,118	-0,000980	2,737	-0,001616	2,765	-0,007417	25,020	-0,020381	0,093	-0,000676
411	Rotklee gras	1	Grün	8,949	0,006654	3,504	0,006316	2,422	-0,008239	30,598	-0,067810	0,130	-0,000041
412	Rotklee gras	1	Silage	8,563	-0,015578	3,226	-0,001949	2,287	-0,005674	28,644	-0,005820	0,382	0,001095
413	Rotklee gras	1	Heu	4,790	0,014037	2,653	-0,001953	1,943	-0,004838	17,014	0,046977	0,182	-0,000963
422	Rotklee gras	2	Silage	9,815	-0,012445	3,511	-0,000628	2,537	-0,006020	28,494	0,009494	0,245	-0,000507
423	Rotklee gras	2	Heu	6,080	-0,001671	3,112	-0,005351	1,958	-0,002252	25,806	-0,009503	0,230	0,000882
511	Wiese grasreich	1	Grün	6,689	-0,030019	3,294	-0,012309	1,990	-0,009377	25,936	-0,016158	0,364	-0,000765
512	Wiese grasreich	1	Silage	7,462	-0,014866	3,205	-0,002661	2,261	-0,003661	26,208	-0,016756	0,423	-0,001252
513	Wiese grasreich	1	Heu	6,670	-0,029868	2,821	-0,008515	2,056	-0,007523	21,681	-0,041304	0,271	-0,001203
521	Wiese grasreich	2	Grün	10,316	-0,048406	3,718	-0,000754	3,360	-0,008548	21,314	0,014313	0,963	0,005498
522	Wiese grasreich	2	Silage	8,864	-0,034557	3,526	-0,001220	2,888	-0,011756	25,814	0,020724	0,423	-0,001431
523	Wiese grasreich	2	Heu	7,306	-0,045387	3,128	-0,008014	2,360	-0,010594	22,954	-0,021439	0,258	-0,000064
712	Wiese kleereich	1	Silage	9,241	-0,014840	3,376	0,001769	2,661	-0,005703	26,588	-0,007978	0,420	-0,007063
713	Wiese kleereich	1	Heu	10,073	0,053485	2,749	-0,024249	2,956	-0,002014	25,081	-0,152317	0,639	0,003146
722	Wiese kleereich	2	Silage	8,158	-0,033840	3,973	0,002328	2,635	-0,010974	29,321	0,035877	0,423	-0,010190
723	Wiese kleereich	2	Heu	7,693	-0,064488	3,729	-0,008133	2,673	-0,012966	28,720	0,024222	0,507	0,003619
912	Gerstenganzpflanze		Silage	5,350	0,056419	3,162	-0,001812	1,426	0,003360	17,649	0,111131	0,381	0,003066
1112	Roggenganzpflanze		Silage	4,980	0,000663	3,958	-0,003052	1,873	-0,003021	32,545	-0,045387	0,493	0,004499
1212	Weizenganzpflanze		Silage	2,600	0,022204	2,514	-0,000319	1,187	0,001111	10,683	0,131021	0,276	-0,004169
1312	Landsbg. Gemenge	1	Silage	8,015	-0,008252	3,489	-0,012239	2,237	-0,006681	31,896	-0,128453	0,638	-0,022309
1412	Silomais		Silage	3,012	0,007886	2,051	-0,000906	1,620	0,002431	14,193	0,036814	0,096	-0,000558
Bestimmtheitsmaß %				55,1		34,5		23,4		43,3		5,7	
Variationskoeffizient %				29,9		22,8		42,2		23,1		192,6	
P für gepoolte Regression				<0,001		0,001		<0,001		0,808		0,109	
P für individuelle Regression				<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		0,190	

Allgemeine Form der Regressionsgleichung: $y = a + b \cdot (XF - 278,56)$, z. B. Code 112: $Ca = 13,540 - 0,060892 \cdot (300 - 278,56) = 12,2$

Tabelle 6

Beziehungen zwischen dem Rohfasergehalt (g/kg T) und dem Gehalt an Spurenelementen (mg/kg T)

Code	Futtermittel	Auf- wuchs	Kon- serv. Form	Eisen		Mangan		Zink		Kupfer	
				a	b	a	b	a	b	a	b
112	Luzerne	1	Silage	483,8	0,721	53,28	-0,1693	26,15	0,0154	8,053	0,0391
113	Luzerne	1	Heu	856,2	- 8,080	83,30	-0,7497	37,44	-0,1503	1,699	0,1059
312	Rotklee	1	Silage	551,8	2,779	107,89	0,8480	25,69	0,0938	7,714	-0,0041
412	Rotklee gras	1	Silage	720,6	3,979	84,89	0,1757	35,05	0,0289	7,956	-0,0112
422	Rotklee gras	2	Silage	540,6	- 3,020	102,27	-0,1526	37,28	-0,0844	8,144	-0,0663
423	Rotklee gras	2	Heu	329,0	- 6,359	64,51	-0,3995	25,11	-0,1590	6,906	-0,0534
511	Wiese grasreich	1	Grün	162,3	- 1,277	70,82	0,5498	31,91	-0,0426	7,767	-0,0114
512	Wiese grasreich	1	Silage	705,4	- 3,610	101,60	-0,0170	30,22	-0,0232	7,241	-0,0190
513	Wiese grasreich	1	Heu	584,2	- 4,443	102,32	-0,1547	28,12	-0,0714	6,095	-0,0193
522	Wiese grasreich	2	Silage	890,9	-11,068	110,24	-0,5565	31,28	-0,1155	8,182	-0,0335
523	Wiese grasreich	2	Heu	523,9	- 4,908	102,14	-0,4198	29,83	-0,0944	6,943	-0,0336
712	Wiese kleereich	2	Silage	1171,7	10,991	137,43	1,2673	38,33	0,1660	9,243	0,0365
722	Wiese kleereich	1	Silage	485,3	-13,809	91,66	-0,4701	28,22	-0,2086	9,854	-0,0275
1412	Silomais	1	Silage	191,0	0,213	35,89	0,0281	23,94	0,0275	5,203	0,0067
Bestimmtheitsmaß %				17,9		15,7		10,2		21,0	
Variationskoeffizient %				98,2		58,8		39,8		39,0	
P für gepoolte Regression				0,135		0,929		0,229		0,435	
P für individuelle Regression				0,002		0,120		0,174		0,013	

Allgemeine Form der Regressionsgleichung: $y = a + b \cdot (XF - 282,29)$ z. B. CODE 112: $Fe = 483,8 + 0,721 \cdot (300 - 282,29) = 496,5$

denen Leguminosen beträgt 20 bis 33 g/kg T, doch sind Werte über 30 g eher selten. Die Na-Gehalte bewegen sich zwischen 0,1 und 0,5 g/kg T und reichen somit nicht einmal zur Deckung des Erhaltungsbedarfes (ГЕН 1986).

Von den Spurenelementen liegen eher wenig Analysen vor. Die Mn-Gehalte liegen zwischen 40 und 90 mg, die Zn-Gehalte zwischen 24 und 36 mg und die Cu-Gehalte bei 8 mg/kg T.

3.3.2 Wiesenfutter

Wie auch bei den Rohnährstoffen, ist diese Futterkategorie — und hier ganz besonders Silagen und Heu — von allen Futtermitteln am besten repräsentiert.

Die Proben von „Wiese grasreich“ des ersten Schnittes weisen einen etwas niedrigeren Mineral- und Spurenelementgehalt auf als vom zweiten Schnitt. Dies ist mit dem unterschiedlichen Blatt/Stengel-Verhältnis bzw. dem unterschiedlichen Vegetationsstadium zu erklären. Die Heuproben sind den Grünfütter- und Silageproben im Mineralstoffgehalt etwas unterlegen. Im Durchschnitt liegen die Ca-Gehalte bei 6 bis 10 g, die P-Gehalte bei 2,6 bis 3,7 g, die Mg-Gehalte bei 2,0 bis 3,4 g und die K-Gehalte bei 21 bis 26 g/kg T. Die Gehalte an Spurenelementen liegen etwas höher als bei den Leguminosen.

3.3.3 Getreide-Ganzpflanzensilagen

Die Getreide-GPS sind durch einen auffallend niedrigen Ca-Gehalt (3 bis 5 g) und einem dem Wiesenfutter vergleichbaren P-Gehalt (2,5 bis 3,8 g) charakterisiert. Die einzelnen Getreide-GPS-Arten (Gerste, Roggen und Weizen) unterscheiden sich im K-Gehalt sehr stark (18, 30 bzw. 13 g/kg T). Von den Spurenelementen liegen keine Analysen vor.

3.3.4 Silomais

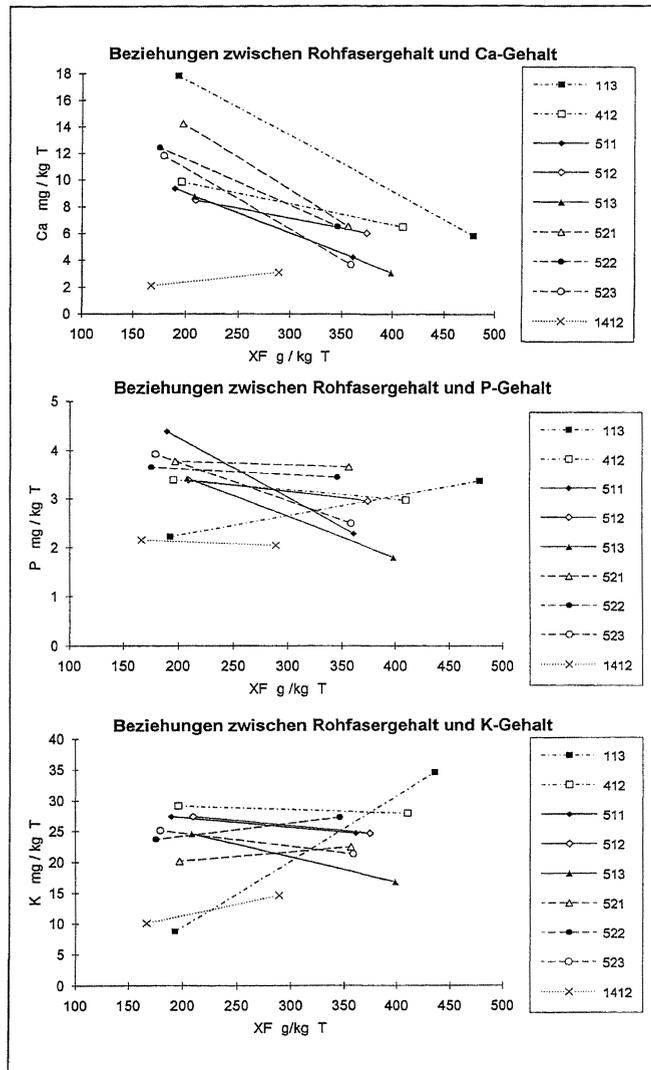
Silomais weist im Vergleich zu den anderen Grundfuttermitteln bei den Mengen- und Spurenelementen wesentlich geringere Gehaltswerte auf. Dieser Sachverhalt muß bei der Menge und Art der Mineralstoffergänzung berücksichtigt werden. Besonders der Ca- und Mn-Gehalt macht nur etwa ein Drittel von Wiesenfutter aus. Die vorliegenden Ergebnisse sind nahezu identisch mit den Angaben von GRUBER und STEINWENDER (1992), jedoch etwas niedriger als die Werte der DLG-Tabelle (1973).

3.4 Beziehungen zwischen Rohfasergehalt und dem Gehalt an Mengen- und Spurenelementen

Die Beziehungen zwischen dem Rohfaser- und dem Mineralstoffgehalt sind sehr uneinheitlich, sowohl was die Größenordnung als auch was das Vorzeichen und den Mineralstoff betrifft (Tab. 5 und 6). Das heißt, es kann keine allgemeine Aussage gemacht werden, daß sich der Mineralstoffgehalt der Grundfuttermittel mit dem Rohfasergehalt in einer einheitlichen Weise verändert. Die Anwendung der individuellen linearen Regressionsgleichungen erlaubt hingegen eine etwas genauere Abschätzung der Mineralstoffgehalte der einzelnen Grundfuttermittel bei einer bestimmten Qualität. Allerdings besagen das relativ geringe Bestimmtheitsmaß und die hohen Variationskoeffizienten, daß neben dem Rohfasergehalt noch wesentliche, weitere Einflußfaktoren auf den Gehalt an Mengen- und Spurenelementen existieren.

Die Leguminosen zeigen im allgemeinen einen sehr starken Anstieg des Ca-Gehaltes mit sinkendem Rohfasergehalt (Abb. 2). Bei einigen Leguminosen-Heuarten wurde jedoch eine positive Beziehung festgestellt. Bei Wiesenfutter ist die Beziehung Ca — XF durchwegs negativ, allerdings nicht so ausgeprägt wie bei

Abb. 2: Beziehungen zwischen Rohfasergehalt und Mineralstoffgehalt



den Leguminosen. Bei den Getreide-GPS und bei Silomais sinkt der Ca-Gehalt mit sinkendem XF-Gehalt deutlich, was durch den Ca-armen Kornanteil verursacht wird, der andererseits zur Steigerung der Energiekonzentration entscheidend beiträgt.

Überraschend und relativ uneinheitlich zeigen sich die Beziehungen zwischen dem Rohfaser- und P-Gehalt (Abb. 2). Bei den Leguminosen ist diese Beziehung nur sehr lose und zum Teil positiv. Bei Wiesenfutter vom ersten Schnitt wurde eine deutlich negative Beziehung zwar bei Grünfutter und Heu festgestellt, nicht jedoch bei Grassilage. Beim zweiten Schnitt sinkt der P-Gehalt bei Grünfutter und Silage mit steigendem Rohfasergehalt nur leicht, bei Heu dagegen deutlich. Die Getreide-GPS weisen mit steigendem Rohfasergehalt mehrheitlich einen sinkenden P-Gehalt auf, in abgeschwächter Form auch der Silomais.

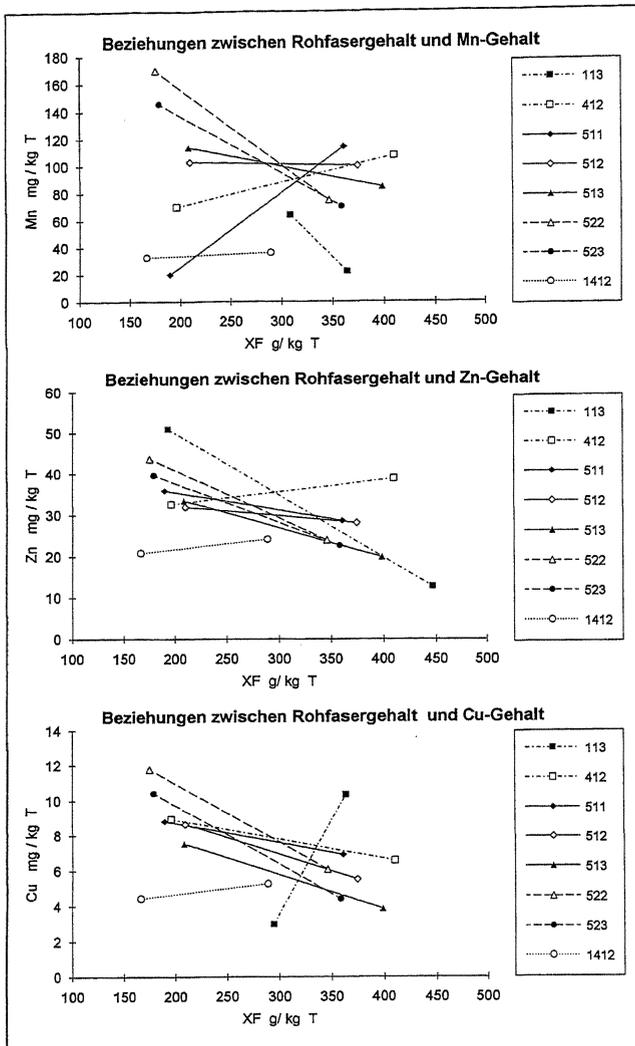


Abb. 3: Beziehungen zwischen Rohfasergehalt und Gehalt an Spurenelementen

Die Beziehungen zwischen XF und Mg sind im allgemeinen negativ, sehr uneinheitlich dagegen das Verhältnis XF zu K bzw. Na. Auch bei Wiesenfutter ist die Relation XF — K je nach Aufwuchs und Konservierungsform sowohl negativ als auch positiv.

Auch bei den Spurenelementen kann keine allgemeine Aussage gemacht werden. Bei einigen Futtermitteln steigt der Mn-Gehalt mit dem Rohfasergehalt, bei einigen sinkt er (Abb. 3). Bei Silomais wird der Gehalt aller untersuchten Spurenelemente mit steigendem Rohfasergehalt höher. Bei Cu besteht im allgemeinen ein negativer Zusammenhang zum XF-Gehalt.

Aus den Ergebnissen läßt sich der Schluß ziehen, daß vereinfachende Verallgemeinerungen bei der Abschätzung des Nähr- und Mineralstoffgehaltes nicht angebracht sind. Die regelmäßige Analyse des Nähr- und Mineralstoffgehaltes der wichtigsten Grundfuttermittel ist somit eine Voraussetzung für eine bedarfsgerechte Fütterung der landwirtschaftlichen Nutztiere.

3.5 Ergebnisse des Hohenheimer Futterwerttestes

In Tabelle 7 sind die Ergebnisse des HFT angeführt und die mit dem HFT geschätzte Energiekonzentration (ME_{HFT}) der über die Verdaulichkeit der DLG-Tabelle (1991) errechneten Energiekonzentration (ME_{DLG} , MJ/kg T) gegenübergestellt. Über das gesamte Datenmaterial ($n=608$) betrachtet, ergeben sich bei Anwendung des HFT geringere Energiekonzentrationen als bei Verwendung der Verdauungskoeffizienten der DLG-Tabelle (8,80 bzw. 9,35 MJ ME/kg T).

Tabelle 7

Ergebnisse des Hohenheimer Futterwerttestes

Code	Futtermittel	Aufwuchs	Konserv. Form	n	XP	XL	XF	Gb ml	ME-hft MJ/kg T	ME-dlg MJ/kg T	Diff. hft-dlg	b hft-dlg
113	Luzerne	1	Heu	9	180	12	350	37,2	8,32	8,24	0,08	0,37
212	Luzernegras	1	Silage	5	165	29	296	40,3	8,86	9,05	-0,19	0,69
411	Rotklee gras	1	Grün	5	159	22	325	37,9	8,39	8,98	-0,59	0,02
412	Rotklee gras	1	Silage	31	157	28	282	39,3	8,66	10,09	-1,43	0,36
422	Rotklee gras	2	Silage	12	164	29	296	37,3	8,44	8,08	0,36	1,61
511	Wiese grasreich	1	Grün	13	112	26	286	45,4	9,19	10,00	-0,81	-0,08
512	Wiese grasreich	1	Silage	131	143	30	287	42,3	9,02	9,89	-0,87	0,29
513	Wiese grasreich	1	Heu	118	93	20	319	41,4	8,47	8,83	-0,36	0,64
522	Wiese grasreich	2	Silage	27	162	31	260	39,1	8,71	8,94	-0,23	0,47
523	Wiese grasreich	2	Heu	59	127	25	282	42,8	8,91	9,26	-0,35	0,08
722	Wiese kleereich	2	Silage	6	196	26	240	36,7	8,50	9,07	-0,57	0,70
912	Gerstenganzpfl.		Silage	11	105	25	274	42,5	8,75	9,11	-0,36	0,49
1112	Roggenganzpfl.		Silage	22	143	32	316	44,9	9,42	10,00	-0,58	0,43
1212	Weizenganzpfl.		Silage	14	93	20	293	40,5	8,35	9,20	-0,85	-0,05
1312	Landsbg. Gemenge	1	Silage	5	125	26	313	40,0	8,55	9,65	-1,10	0,28
1411	Silomais		Grün	11	82	20	250	50,2	9,61	10,53	-0,92	0,41
1412	Silomais		Silage	129	82	27	233	50,9	9,79	10,61	-0,82	0,49
	LS-Mittelwert			608	141	26	288	41,2	8,80	9,35	-0,55	0,42
	s				21	5	38	5,9	0,85	0,60		0,08

Gb = Gasbildung (ml/200 mg T)

Wie in Abbildung 4 zu erkennen, ist die Übereinstimmung zwischen ME_{HFT} und ME_{DLG} relativ schwach ($B=0,424$, $s_{yx}=0,70$). Im Bereich niedriger Energiekonzentration (bei schlechteren Futterqualitäten, $ME < 9,0$ MJ) ergeben sich bei Anwendung der DLG-Tabelle wesentlich höhere Energiekonzentrationen als über den HFT (0,7 bis 1,4 MJ ME Differenz). Bei hoher Energiekonzentration ($ME > 10,0$ MJ) gleichen sich die beiden Methoden mehr und mehr an, doch ist auch in diesem Bereich mit relativ großen Unsicherheiten zu rechnen, wie die Streuung der Werte zeigt.

In der Übereinstimmung zwischen ME_{HFT} und ME_{DLG} bestehen große Unterschiede zwischen den einzelnen Futtermittelgruppen (Tab. 7). Besonders hervorstechend waren die Differenzen bei Rotklee gras (Silage) und Wiese grasreich (Grün und Silage) und bei Silomais, wo ME_{HFT} durchwegs deutlich geringer war als ME_{DLG} . Auch die individuellen Regressionskoeffizienten ($b_{HFT-DLG}$) weisen große Unterschiede zwischen den Futtermittelgruppen auf. Dies bedeutet, daß die Beziehung zwischen ME_{HFT} und ME_{DLG} bei den einzelnen Futtermittelgruppen recht unterschiedlich ist.

Auch ohne die Aussagekraft und Genauigkeit einer in vitro-Verdaulichkeitsmethode (z. B. HFT) zu überschätzen, deuten die vorliegenden Ergebnisse doch

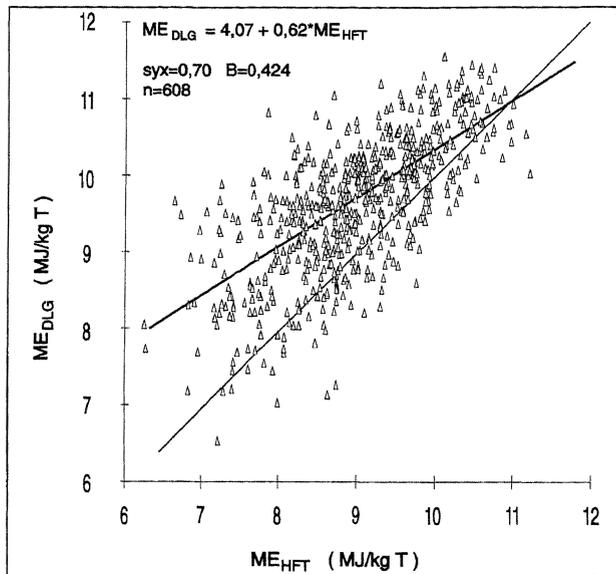


Abb. 4: Beziehung zwischen der Energiekonzentration (Verdaulichkeit DLG 1991) und Energiekonzentration (HFT)

darauf hin, daß die Energiebewertung über die Verdauungskoeffizienten der DLG-Tabelle zu Fehlern führen kann, wobei die Abweichungen besonders im Bereich schlechter Futterqualitäten auffallen. Eine Erklärung dafür könnte sein, daß verminderte Verdaulichkeiten, die durch eine schlechte Konservierung (z. B. Erhitzen des Heustockes, Verregnen bei der Bodentrocknung, mangelhafter Gärverlauf . . .) bedingt sind, über eine in vitro-Verdaulichkeitsmethode erfaßt werden, nicht jedoch mit Tabellenwerten, die sich nur an chemisch analysierten Rohnährstoffen orientieren können. Weiters ist denkbar, daß (im Falle des Wiesenfutters) die botanische Zusammensetzung des vorliegenden Datenmaterials mit dem der DLG-Tabelle nicht gut übereinstimmt, da andere klimatisch-standortliche Verhältnisse vorliegen. Für die deutlich niedrigere Bewertung des Silomaises mit dem HFT fällt eine Erklärung allerdings zur Zeit schwer.

Literatur

- DLG-Futterwerttabellen, 1973: Mineralstoffgehalte in Futtermitteln, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- DLG-Futterwerttabellen, 1991: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- GEH (GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE DER HAUSTIERE — AUSSCHUSS FÜR BEDARFSNORMEN), 1986: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 3: Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 52—59 und 60—65.
- GRUBER, L. und R. STEINWENDER, 1992: Nähr- und Mineralstoffversorgung von Milchkühen aus dem Grundfutter. Ergebnisse einer Praxiserhebung in landwirtschaftlichen Betrieben Österreichs. Die Bodenkultur 43, 65—79.
- GRUBER, L. und G. WIEDNER, 1992: Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. ÖAG-Arbeitsunterlage, Fachgruppe FÜTTERUNG, 15. Juli 1992, BAL Gumpenstein.
- HARVEY, W. R., 1987: User's guide for LSMLMW PC-1 version. Mixed model least-squares and maximum likelihood computer program, Ohio State University.
- HEINZL, W. E., F. J. SCHWARZ und M. KIRCHGESSNER, 1989: Futterwert von Gersten- und Weizen-Ganzpflanzensilage für Milchkühe bei unterschiedlichem Erntezeitpunkt. 2. Mitteilung: Futteraufnahme und Milchleistungskriterien. Das wirtschaftseig. Futter 35, 187—200.

KRAUTZER, B., 1993: Bedeutung und Produktion von Rübenmischsilagen sowie von Getreideganzpflanzensilagen im Alpenraum. Bericht BAL Gumpenstein „Österreichweite Silagetagung“, LFS Grabnerhof, BAL Gumpenstein, 13.—14. Jänner 1993.

MENKE, K. H. and H. STEINGASS, 1988: Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development* 28, 7—55.

(Manuskript eingelangt am 30. November 1993, angenommen am 10. Jänner 1994)

Anschrift der Verfasser:

Dr. Leonhard GRUBER und Ing. Thomas GUGGENBERGER, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 Irdning; Dipl.-Ing. Günter WIEDNER, Nö. Landes-Landwirtschaftskammer, Löwelstraße 16, A-1014 Wien, und Prof. Alfred VOGEL, Höhere landwirtschaftliche Bundeslehranstalt Francisco Josephinum, A-3250 Wieselburg