

Mineralstoffgehalt des Grund- und Kraftfutters in Österreich

Mineral content of forage and concentrates in Austria

Reinhard Resch^{1*}, Leonhard Gruber¹, Karl Buchgraber¹, Erich M. Pötsch¹,
Thomas Guggenberger¹ und Günther Wiedner²

Zusammenfassung

Die ausreichende Versorgung der Milchkuh mit Mengen- und Spurenelementen ist für Tiergesundheit und Leistungsvermögen von entscheidender Bedeutung. Erstrebenswert ist eine bedarfsgerechte Versorgung über das wirtschaftseigene Grundfutter, ergänzt durch die Zufuhr von Mineralstoffen aus Kraftfutter und einer abgestimmten Mineralstoffmischung.

Der Gehalt an Mengen- und Spurenelementgehalten in Futtermitteln wird durch unterschiedliche Einflüsse wie Standort, Bodenverhältnisse, Pflanzenbestand sowie Düngung, Nutzung und Futterkonservierung bestimmt. Mit Hilfe eines mehrfaktoriellen Analysemodells (GLM) ist es möglich, die signifikanten Einflussgrößen auf das jeweilige Element zu bestimmen. Die Varianzen der Mengen- und Spurenelemente aus Grünlandfutter konnten über ein GLM-Modell mit einem Bestimmtheitsmaß (R^2) zwischen 12,7 % und 58,1 % erklärt werden. Die modellhafte Analyse der Einflussfaktoren kann als Instrument zur Abschätzung von Elementgehalten im Futtermittel gute Dienste leisten, eine exakte Bestimmung der Elementkonzentrationen ist allerdings nur über die chemische Futtermittelanalyse möglich. Die Kenntnis der wesentlichen Effekte erlaubt eine gezielte Einflussnahme auf steuerbare Faktoren wie z.B. Pflanzenbestand, Düngung etc., um bestimmte Elementgehaltswerte im Futter anzuheben oder zu reduzieren.

Von Mineralstoffgehalten in Kraftfuttermitteln gab es in Österreich bisher keine tabellarischen Aufstellungen. Die Gehaltswerte von Mengen- und Spurenelementen für Energie- und Proteinkraftfuttermittel wurden zur Rationsberechnung von den DLG-Futterwerttabellen (1973) übernommen. In dieser Arbeit werden erstmals die Elementkonzentrationen für die wichtigsten Energie- und Proteinkraftfuttermittel aus österreichischer Herkunft dargestellt und mit Werten aus Deutschland (DLG) und Frankreich (INRA) verglichen.

Schlagwörter: Mengenelemente, Spurenelemente, Grundfutter, Kraftfutter

Summary

Adequate supply with mineral macro- and micronutrients is essential for health and productivity of dairy cows. It is desirable to cover the demand of mineral elements by home grown forage supplemented with minerals in concentrates and special mineral mixtures.

The amount of macro- and micronutrients in feed depends on different influences like location, soil properties, botanical composition and also fertilization, utilization and forage conservation. It is possible to identify significant effects on different mineral elements by using multifactorial linear models like GLM (General Linear Model). Variances of element contents could be described with an R^2 ranging between 12.7 % and 58.1 %. The GLM based estimation of different element concentrations in forage are often helpful for farmers, but only chemical analysis of feed provides exact and reliable data. The knowledge of essential effects allows an aimed control of alterable factors like botanical composition, fertilization etc. in order to increase or reduce certain element contents of forage.

So far no Austrian specific tables of mineral nutrient contents of energy and protein concentrates are existing. All calculations of mineral supply for dairy cows are based on data of the DLG Tables (1973). This paper is presenting contents of mineral and trace elements of the most important Austrian energy and protein concentrates for the first time in comparison with values of Germany (DLG) and France (INRA).

Keywords: mineral elements, trace elements, forage, concentrates

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Referat für Futterkonservierung und Futterbewertung, Institut für Nutztierforschung, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Abteilung für Grünlandmanagement und Kulturlandschaft, Abteilung für Innenwirtschaft und Ökolometrie, A-8952 Irdning

² Futtermittellabor Rosenau der Landwirtschaftskammer Niederösterreich, A-3252 Petzenkirchen

* Ansprechpartner: Ing. Reinhard Resch, email: reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at

1. Einleitung

Die Mineralstoffe im Futter sind ein wesentlicher Teil der Futterqualität. Wenn der Viehhalter über die einzelnen Mineralstoffgehalte im Futtermittel Bescheid weiß, so kann er eine bedarfsgerechte Fütterung erreichen, die sich positiv auf die tierische Gesundheit und die Leistungsfähigkeit auswirkt.

Ein Grund, warum die Auseinandersetzung mit Mengen- und Spurenelementgehalten im Grundfutter erforderlich war, ist die Tatsache, dass im Vergleich zur Fachunterlage von GRUBER et al. (1995), welche bis dato auf diese Thematik einging, mehr spezifisches Datenmaterial zur Verfügung steht. Aktuelle Datenauswertungen nehmen mit Hilfe von statistischen Rechenverfahren gleichzeitig auf verschiedene Einflussfaktoren wie z.B. Geologie, Bodenverhältnisse, Grünlandnutzung, Pflanzenbestand und Futterkonservierung Rücksicht, welche die Mengen- und Spurenelementgehalte im Grundfutter verändern können.

Erstmals werden in einer österreichischen Arbeit Gehaltswerttabellen für Mengen- und Spurenelemente von Energie- und Proteinkraftfuttermittel dargestellt und mit Ergebnissen aus Deutschland und Frankreich verglichen.

2. Material und Methodik

2.1 Datenbasis

Um den Einfluss unterschiedlicher Faktoren auf den Mineralstoffgehalt im Grundfutter auswerten zu können, wurde auf die umfangreiche Datenbasis aus dem MaB-Projekt 6/21 (Laufzeit 1997-2001) zurückgegriffen. In diesem Projekt wurden insgesamt 2.223 Futterproben aus 8 Testgebieten in Österreich auf den Nähr- und Mineralstoffgehalt analysiert. Gleichzeitig wurden die botanische Zusammensetzung der Futterbestände, der Boden, Standorts- sowie Nutzungsparameter von 1.911 Berggrünlandflächen erfasst (EUROMAB-Symposium 1999, MaB-Forschungsbericht 2000). Mit den MaB-Daten konnten die Fragestellungen für den Bereich Grünfutter abgedeckt werden.

Zur Klärung der Frage nach dem Einfluss von einzelnen Arten auf den Mineralstoffgehalt wurden Daten aus einem Kooperationsprojekt des LFZ Raumberg-Gumpenstein und der AGES-Linz herangezogen (PÖTSCH und RESCH 2005). Inwieweit die Futterkonservierung den Mineralstoffgehalt beeinflusst, konnte durch Daten der letzten 10 Untersuchungsjahre aus dem Futtermittellabor Rosenau (LK Niederösterreich) nachgegangen werden (RESCH et al. 2006). Die Mineralstoffgehalte von Silagen wurden den aktuellen Silageprojektstudien der Jahre 2003, 2005 und 2007 entnommen (RESCH 2008). In Bezug auf den Einfluss des Bodens wurden Empfehlungen aus den aktuellen Richtlinien für die Sachgerechte Düngung (6. Auflage, 2006) und Daten aus dem Interreg IIIA-Projekt „SeenLandWirtschaft“ (BOHNER und SCHINK 2007) verwendet.

Die Daten für die wichtigsten Einzelhandelsfuttermittel in Österreich stellte das Futtermittellabor Rosenau zur Verfügung. Nachdem in den vergangenen Jahren die Einzelhandelsfuttermittel nur sehr spärlich auf Mengen- und Spurenelementgehalte analysiert wurden, mussten aktuelle

Probenziehungen aus den Jahren 2007 und 2008 erfolgen, um repräsentative Stichprobenumfänge für österreichische Energie- und Proteinkraftfuttermittel zu gewährleisten. Die Analysenkosten dafür haben dankenswerterweise die ÖAG (Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland- und Futterbau) und das Futtermittellabor Rosenau getragen. Als Vergleichsbasis zu den österreichischen Einzelhandelsfuttermitteldaten dienen die Werte aus den DLG-Futterwerttabellen – Mineralstoffgehalte in Futtermitteln (1973) und den Tabellen nach SAUVANT et al. (2002).

2.2 Statistische Auswertung

Die mehrfaktorielle Auswertung der Daten erfolgte mit dem Softwarepaket Statgraphics Plus (Version 5.1), die deskriptiven Analysen wurden mit der Software SPSS 12.0 durchgeführt. Bei der mehrfaktoriellen Analyse wurde eine univariate Statistik in Form eines GLM-Modells (GLM = General Linear Model) angewendet. Dieses Modell kann gleichzeitig mehrere unabhängige Variable (kategorische und Regressionsvariablen) berücksichtigen. Mit diesem Modell ist es möglich, unterschiedliche Bedingungen wie pH-Wert im Boden, Rohfasergehalt etc. durch Adjustierung der Daten auszuschalten.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Mineralstoffgehalte in österreichischen Grundfuttermitteln

Die Untersuchung des Zusammenhangs von unterschiedlichen Einflussfaktoren auf Gehalte von Mengen- und Spurenelementen im Grundfutter war die zentrale Aufgabenstellung in dieser Arbeit. In *Tabelle 1* wird für einzelne Elemente die deskriptive Statistik dargestellt und darüber hinaus werden die signifikanten Einflussfaktoren nach dem Gewicht ihres Effekts in aufsteigender Ziffernfolge aufgelistet. Die Effekte werden nachstehend in den Ausführungen zu den Einflussfaktoren interpretiert.

3.1.1 Standorteinflüsse

Die Gehaltswerte an Mengen- und Spurenelementen im Grundfutter werden in Österreich durch das Ausgangsgestein der Böden stark beeinflusst. Futter aus dem kristallinen Zentralmassiv unterscheidet sich deutlich von jenem aus den Kalkalpen (*Tabelle 2*), dazu kommen auch noch kleinräumige, geologische Ausprägungen (Geologische Übersichtskarte von Österreich nach EGGER et al. 1999), die sich in spezifischen Elementgehalten niederschlagen. Anhand umfangreicher statistischer Auswertungen hat sich gezeigt, dass bei den Elementen Natrium und Kupfer der Einfluss der geologischen Formation auf den Gehaltswert im Grünlandfutter am höchsten ausgeprägt ist (*Tabelle 1*).

So sind z.B. im Tiroler Unterland mittlere Natriumwerte von 0,17 g/kg TM festgestellt worden, während im Waldviertel die Na-Werte bei 0,45 g/kg TM lagen. Sehr niedrige Kupfergehalte (unter 1 mg/kg TM) treten in Teilen Kärntens und im Salzburger Flachgau auf, hohe Kupferwerte sind im Salzburger Pinzgau (Ø 12,4 mg/kg TM) vorhanden. Mangan und Zink werden ebenfalls stark vom Grundgestein

Tabelle 1: Gehaltswerte und Einflussfaktoren von Mengen- und Spurenelementen im Dauerwiesenfutter (Datenquelle: MaB-Projekt 6/21, 1997-2001)

Mineralisches Element	Mengenelemente						Spurenelemente					
	Calcium (Ca)	Phosphor (P)	Magnesium (Mg) [g/kg TM]	Kalium (K)	Natrium (Na)	Eisen (Fe)	Mangan (Mn)	Zink (Zn)	Kupfer (Cu) [mg/kg TM]	Molybdän (Mo)	Kobalt (Co)	Selen (Se)
Anzahl Futtermittelanalysen	1.779	1.779	1.781	1.779	1.781	1.779	1.781	1.535	1.779	1.228	1.043	1.352
Gehaltswert - Mittelwert	9,3	3,0	3,2	21,7	0,21	618	129	40,9	7,9	1,8	0,27	0,029
Gehaltswert - Standardabweichung	3,4	1,0	1,2	6,4	0,21	801	82	16,4	7,0	1,8	0,36	0,051
Gehaltswert - Minimum	2,5	0,5	1,2	3,5	0,00	5	15	1,1	0,1	0,0	0,01	0,001
Gehaltswert - unteres Quartil (25 %)	7,0	2,2	2,4	16,9	0,08	193	75	32,7	6,6	0,7	0,09	0,009
Gehaltswert - oberes Quartil (75 %)	11,0	3,5	3,7	25,1	0,24	693	175	46,4	10,1	2,3	0,30	0,270
Gehaltswert - Maximum	48,3	7,0	21,8	60,1	2,06	9.259	1.004	466,2	150,1	22,1	5,09	0,581
Einflussfaktor												
Standort - Geologie	6	3	4	5	1	6	3	2	1	4	3	3
Standort - Seehöhe	n.s.	8	n.s.	9	4	n.s.	5	6	n.s.	2	n.s.	n.s.
Standort - Wasserverhältnisse	8	5	5	8	5	5	8	n.s.	5	n.s.	4	2
Boden - pH	4	n.s.	7	n.s.	3	3	1	1	n.s.	1	n.s.	4
Boden - Gehaltswert	n.s.	2	n.s.	3	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	6	3	7	n.s.
Grünland - Nutzungshäufigkeit	7	4	6	7	n.s.	7	6	5	n.s.	5	6	n.s.
Grünland - Aufwuchs	5	6	2	6	2	4	2	4	4	6	5	n.s.
Grünfütter - Rohproteingehalt	2	1	8	1	n.s.	2	4	n.s.	2	n.s.	2	n.s.
Grünfütter - Rohfasergehalt	1	7	3	4	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Grünfütter - Rohaschegehalt	3	n.s.	1	2	n.s.	1	7	3	3	7	1	1
R² in % (adjustiert auf Freiheitsgrade)	50,1	53,6	35,5	44,9	24,9	55,7	39,3	12,7	36,2	36,1	58,1	47,9

Signifikanter Einfluss auf den Gehaltswert: 1 = größter Effekt, 2 = zweitgrößter Effekt, 3 = drittgrößter Effekt, usw. (P-Wert < 0,05)
n.s. = Effekt des Einflussfaktors ist nicht signifikant (P-Wert ≥ 0,05)

beeinflusst, die niedrigen Gehalte treten in Kalkgebieten auf, hohe Mangan- bzw. Zinkwerte finden sich auf sauren Standorten. Bei den Elementen Phosphor und Kobalt stellt die geologische Formation den drittstärksten Effekt in punkto Futtergehaltswert dar. Von den wichtigsten mineralischen Elementen ist nur der Gehalt an Eisen gering vom Grundgestein beeinflusst.

Räumliche Gegebenheiten in Bezug auf Mengen- und Spurenelementgehalte wurden bisher in der Futterwerttabelle der Österreichischen Grundfuttermittel (WIEDNER et al. 2001) berücksichtigt, weil hier neben der allgemeinen Situation auch die Haupt- und Kleinproduktionsgebiete ausgewiesen wurden. In den aktuellen Futterwerttabellen

für das Grundfutter im Alpenraum (RESCH et al. 2006) sind keine räumlichen Untergliederungen durchgeführt worden. Für die Zusammenstellung von neuen Tabellenwerken für Österreich ist es durchaus überlegenswert, stärker auf räumliche Aspekte einzugehen, um die Unterschiede in den Gehalten an Mengen- und Spurenelementen noch besser darstellen zu können.

Die Höhenlage des Grünlandes zeigt bei den meisten mineralischen Elementen keinen signifikanten Einfluss auf den Gehaltswert im Grünfütter. Geringe Effekte konnten bei Natrium, Mangan und Zink beobachtet werden. Bei Molybdän zeigte sich hingegen, dass der Gehalt im Grünfütter je 100 m Seehöhenzunahme um 0,16 mg/kg TM absinkt.

Tabelle 2: Mengen- und Spurenelemente im Dauerwiesenfutter bei unterschiedlichem Ausgangsgestein (Datenquelle: MaB-Projekt 6/21, 1997-2001)

Elementgehalte im Grünlandfütter in Abhängigkeit vom Ausgangsgestein			Silikatgestein		Kalkgestein			Ausgangsgestein mit Anteilen an Silikat- und Kalkgestein		
	Einheit	Proben	Mittelwert	Stabw.	Proben	Mittelwert	Stabw.	Proben	Mittelwert	Stabw.
Boden	pH	510	5,5	0,7	550	6,2	0,8	59	6,3	0,8
Mengenelemente im Grünlandfütter	Calcium (Ca)	954	8,5	2,7	695	10,8	3,7	68	9,3	2,2
	Phosphor (P)	954	2,8	1,0	695	3,0	1,0	68	3,1	1,0
	Magnesium (Mg) [g/kg TM]	954	3,0	0,9	695	3,6	1,5	68	3,3	0,8
	Kalium (K)	954	20,4	7,0	695	21,8	6,0	68	20,6	5,3
	Natrium (Na)	954	0,17	0,19	695	0,21	0,19	68	0,20	0,16
Spurenelemente im Grünlandfütter	Eisen (Fe)	954	529	590	695	678	851	68	1.038	1.639
	Mangan (Mn)	952	157	108	695	106	77	68	106	64
	Zink (Zn)	952	43,0	20,7	695	40,7	11,6	68	41,4	10,2
	Kupfer (Cu) [mg/kg TM]	767	8,9	3,5	609	9,2	4,8	55	10,7	3,1
	Selen (Se)	697	0,021	0,030	267	0,046	0,073	58	0,058	0,092
	Kobalt (Co)	638	0,20	0,29	245	0,31	0,47	56	0,48	0,75
	Molybdän (Mo)	698	1,6	1,7	273	2,8	2,1	58	3,2	1,9

Die Bodenwasserverhältnisse (*Tabelle 1*) des Standortes spielen bei gewissen Elementen eine Rolle, wenn es um den Gehaltswert im Grünfutter geht. Dabei ist ein Unterschied zwischen trockenen, frischen, wechselfeuchten und nassen Standorten feststellbar. Geringfügig tritt dieser Effekt in den Mineralstoffen Ca, K und Mn auf. Eine leichte Beeinflussung des Gehaltswertes konnte bei Cu, Co und Fe sowie bei P, Mg und Na beobachtet werden. Auf Zink und Molybdän hat die Wasserversorgung des Bodens keinen Einfluss (*Tabelle 1*). Speziell bei Selen nimmt der Gehalt im Futter deutlich zu, je mehr Wasser im Boden zur Verfügung steht.

3.1.2 Einfluss des Bodens

Die Verfügbarkeit von Pflanzennährstoffen hängt eng mit dem pH-Wert des Bodens zusammen, wobei der saure Bereich (5,0 bis 6,5) für die Elemente Eisen, Mangan, Bor, Kupfer sowie Zink optimal ist und für Phosphor, Kalium, Calcium, Magnesium sowie Schwefel (S) der schwach saure bis leicht basische pH-Bereich von 6,5 bis 7,0. Nach den Richtlinien für die Sachgerechte Düngung (BMLFUW, 6. Auflage, 2006) liegt der anzustrebende pH-Wert für Grünlandböden je nach Bodenschwere zwischen pH 5,0 und 6,0.

Die Azidität des Bodens übt auf die Futtergehaltswerte von Mangan und Zink den größten Einfluss aus (*Tabelle 1*). Diese Elemente gehen bei niedrigem pH-Wert in die Bodenlösung und können von bestimmten Pflanzen bevorzugt aufgenommen werden (*Abbildung 1*). Grünlandfutter von sauren Böden enthält daher höhere Gehaltswerte an Mn, Zn und Fe als Futter von kalkhaltigen Böden. Die Gehaltswerte an Calcium aber auch Selen steigen hingegen mit zunehmendem pH-Wert an. Bei einer Aufkalkung muss berücksichtigt werden, dass dadurch eventuell die Spurenelemente Eisen, Mangan, Zink und Kupfer schlechter verfügbar werden. Eine Aufkalkung sollte im Grünland erst dann erfolgen, wenn die in Abhängigkeit der Bodenschwere angestrebten pH-Werte unterschritten werden. Der dazu erforderliche Kalkbedarf kann auf Basis einer Bodenuntersuchung ermittelt werden.

Der Gehaltswert an Bodennährstoffen wird einerseits von der geologischen Formation und andererseits von der Nährstoffversorgung über die Düngung bestimmt. Für die Elemente Phosphor und Kalium sowie für Mo-

lybdän konnte ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen Boden- und Futtergehaltswert festgestellt werden (*Tabelle 1*). Je höher die Phosphor- und Kaliversorgung des Bodens ist, umso höher sind die Gehaltswerte dieser Elemente im Grünfutter. Speziell bei Phosphor ist deswegen eine ausreichende Nährstoffversorgung (0,7 bis 1,0 kg P_2O_5 je 100 kg Trockenmasseertrag) des Bodens über eine sachgerechte Düngung mit Wirtschaftsdüngern und eine bedarfsgerechte Ergänzungsdüngung in Abhängigkeit der Nutzungsform anzustreben.

Die Phosphorgehalte in den Grünlandböden liegen in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung zu 70 bis 80 % in den Gehaltsklassen A oder B, also im sehr niedrigen bis niedrigen Bereich (*Abbildung 2*). In einer Projektstudie im oberösterreichischen Salzkammergut aus dem Jahr 2007 (BOHNER und SCHINK 2007) lagen 88 % der P-Gehalte in Gehaltsklasse A und 10 % in B, das ergibt in Summe 98 % an Grünlandböden mit nicht ausreichender P-Versorgung. Wenn die Gehaltsstufe C unterschritten wird, sollte eine Verbesserung der P-Versorgung durch eine gezielte Ergänzungsdüngung stattfinden (Richtlinien für die Sachgerechte Düngung, 6. Auflage, *Tabelle 34*), zumal durch Phosphormangel das Wachstum der Leguminosen leidet. Bei sehr niedriger und niedriger Versorgungsstufe für P und K kann auf Grünlandflächen ein Zuschlag zu diesen Empfehlungswerten von 40 bzw. 20 % gegeben werden!

Bio- bzw. UBAG-Betriebe (UBAG = Umweltgerechte Bewirtschaftung von Acker- und Grünlandflächen) dürfen eine allfällige P-Ergänzungsdüngung nur mit den in der Verordnung (EG) Nr. 834/2007 bzw. (EG) Nr. 889/2008 angeführten Düngemitteln durchführen. Im Kalkgebiet gestaltet sich die P-Versorgung auf diesen Betrieben äußerst schwierig, weil die Düngung mit Superphosphat nicht erlaubt ist und die Zufuhr von Hyperphosphat den pH-Wert des Bodens weiter anhebt, wodurch der Phosphor im Boden festgelegt wird und der Pflanze nicht zur Verfügung steht. Für Teilnehmer an der ÖPUL-Maßnahme „Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel auf Grünlandflächen“ gibt es in punkto P-Ergänzungsdüngung eine Ausnahmeregelung. Wenn der Phosphorgehalt im Boden im Rahmen einer Bodenuntersuchung bestimmt wird und unterhalb der Gehaltsklasse C liegt und gleichzeitig der pH-Wert des Bodens über 6,0 liegt, darf leichtlösliches Superphosphat im Ausmaß von maximal 30 kg/ha und Jahr ergänzt werden.

Grünlandfutterpflanzen	pH-Wert im Boden				
	4	5	6	7	8
Rotschwingel, Schafschwingel, Straußgras		[]			
Wiesenlieschgras, Raygräser, Knaulgras Wiesenrispe, Wiesenschwingel, Hornklee			[]		
Rotklee, Weißklee			[]		
Luzerne, Steinklee, Esparsette				[]	

Abbildung 1: Günstige Boden-pH-Werte für verschiedene Grünlandpflanzen (Richtlinien für die Sachgerechte Düngung, BMLFUW 6. Auflage, 2006)

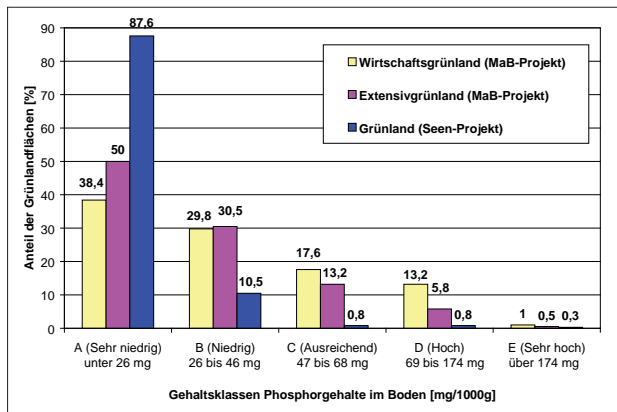


Abbildung 2: Phosphorgehalte österreichischer Grünlandböden (Datengrundlage: 1.044 Flächen aus MaB-Projekt 6/21, 1997-2001; 726 Flächen aus SEEN-Projekt, 2007)

Bei Kalium (K) sind die Futtergehaltswerte in der Praxis auf leistungsorientierten Betrieben eher im oberen Bereich (über 30 g/kg TM) angesiedelt, der Großteil der Grünlandbetriebe im Berggebiet hat Futterpartien mit Kaliumgehalten von 20 bis 30 g/kg TM. Bei der Grünlanddüngung ist eine Düngersplitting in mehrere und dafür mengenmäßig kleinere Teilgaben sinnvoll, damit die Kaliumwerte im Futter nicht über 30 g/kg TM steigen. Wird Kalium auf niedrig versorgten Böden ergänzt, so sollte die Düngung nicht gleichzeitig mit dem Wirtschaftsdünger erfolgen und eine Menge von max. 100 kg K₂O/ha nicht überschritten werden. Die Höhe des Bodengehaltswertes der Elemente Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn und Se übt keinen Einfluss auf den jeweiligen Elementgehalt im Futter aus.

3.1.3 Einfluss des Pflanzenbestandes

Die botanische Zusammensetzung des Grünlandfutters spielt eine zentrale Rolle in der Frage der Mineralstoffgehalte im Futter. Im Aufbau eines Grünlandpflanzenbestandes sind mindestens 60 % wertvolle Futtergräser und zwischen 10-30 % Leguminosen anzustreben, 10-30 % Kräuter (wenn möglich keine Unkräuter) werden toleriert. Gräser sind in ihrer stofflichen Zusammensetzung im Unterschied zu Leguminosen und Kräutern eher protein- und mineralstoffarme Pflanzen, die im Laufe ihrer Vegetation verstärkt Stängelmasse mit einem hohen Anteil an Strukturkohlenhydraten wie Hemizellulose, Zellulose und Lignin bilden. Die zweikeimblättrigen Pflanzen wie Leguminosen

Tabelle 3: Mengenelementgehalte unterschiedlicher Grünlandarten (Datenquelle: PÖTSCH und RESCH 2005)

Pflanzenart	Rohprotein [g/kg TM]	Rohfaser [g/kg TM]	Rohasche [g/kg TM]	Ca	P	Mg	K
Knaulgras	130	293	90	6,0	4,0	2,2	27,5
Englisches Raygras	127	265	87	6,5	3,5	2,3	26,0
Wiesenrispe	146	286	83	6,5	3,8	2,3	23,1
Wiesenfuchsschwanz	117	297	79	3,9	3,5	1,9	24,7
Timothe	116	282	72	4,9	3,1	1,5	21,8
Rotklee	197	222	93	13,3	3,6	3,2	23,2
Weißklee	213	201	100	13,8	4,1	2,9	25,6
Löwenzahn	171	218	106	11,5	3,8	4,4	31,2
Bärenklau/Kerbel	192	198	116	14,9	4,2	3,8	31,9
Stumpfblättriger Ampfer	203	206	101	8,5	4,3	4,4	35,0

Tabelle 4: Mengen- und Spurenelementgehalte im Dauerwiesengrünfutter in Abhängigkeit vom Aufwuchs (Datenquelle: MaB-Projekt 6/21, 1997-2001)

Element	Einheit	Aufwuchs			
		1.	2.	3.	4. - 6.
Calcium (Ca)		7,3	9,5	9,8	8,7
Phosphor (P)		2,5	2,9	3,2	3,8
Magnesium (Mg) [g/kg TM]		2,6	3,3	3,5	3,4
Kalium (K)		19,4	20,8	23,7	24,9
Natrium (Na)		0,15	0,22	0,28	0,65
Mangan (Mn)		118,8	141,2	127,1	109,8
Zink (Zn)		37,1	38,8	41,9	37,1
Kupfer (Cu) [mg/kg TM]		5,6	7,3	9,3	4,7
Molybdän (Mo)		1,2	1,8	1,8	2,9
Selen (Se)		0,018	0,020	0,020	0,068

und Kräuter enthalten mehr Eiweiß und Mineralstoffe, sie bilden in ihrer Entwicklung meist nicht so viele Gerüstsubstanzen wie die Gräser. Der Zusammenhang zwischen Rohprotein- und Mineralstoffgehalt von unterschiedlichen Pflanzenarten erweist sich gerade bei österreichischen Mischbeständen des Dauergrünlandes zur Interpretation von Mengen- und Spurenelementgehalten als sehr vorteilhaft. Leguminosen und auch Kräuter haben wesentlich höhere Calciumgehalte als die Gräser (MEISTER und LEHMANN 1988). Unerwünschte Kräuter wie der Stumpfblättrige Ampfer, aber auch Bärenklau etc. enthalten wiederum hohe Kaliumkonzentrationen (Tabelle 3).

Am stärksten wird der Phosphor- und der Kaliumgehalt von der botanischen Zusammensetzung beeinflusst. Je höher der Anteil an Klee- und Kräuterarten im Grünlandbestand ist, desto höher werden die P- und K-Werte im Futter. Klee- bzw. kräuterreiche Grünlandbestände enthalten mehr Calcium und Kupfer, die Gehalte an Eisen, Mangan und Kobalt sinken mit höherem Eiweißgehalt. Auf die Höhe des Gehaltswertes der Elemente Mg, Na, Zn, Se und Mo übt die Art des Pflanzenbestandes bzw. der Rohproteingehalt keinen Einfluss aus.

3.1.4 Einfluss der Grünlandnutzung

Mit Steigerung der Schnitthäufigkeit nehmen beim Wiesenwiesengrünfutter die Gehalte an Phosphor und Kalium zu, während Calcium und Magnesium signifikant abnehmen. Dieser Effekt bewirkt, dass das Calcium : Phosphor-Verhältnis bei extensiver Grünlandnutzung weit und somit für das Tier ungünstig wird (4,6 : 1 bei 2-Schnittnutzung). Bei intensiver Grünlandnutzung wird das Ca : P-Verhältnis enger (2,4 : 1 bei 5-Schnittnutzung) und aus Sicht der Tierernährung günstiger. Beim Element Mangan weisen extensiv genutzte Wiesen (1 bis 2 Schnitte jährlich) signifikant höhere Futtergehaltswerte auf als mehrschnittige Wiesen.

Die Gehaltswerte von Mengen- und Spurenelementen können in den einzelnen Grünlandaufwüchsen sehr unterschiedlich sein (Tabelle 4). Einen hohen Einfluss auf den Gehalt im Futter hat der Aufwuchs bei Magnesium, Natrium und Mangan. Der Effekt ist derart, dass die Gehalte im 1. Aufwuchs am geringsten sind und mit jedem weiteren Aufwuchs zunehmen. Der gleiche Effekt kann bei den Elementen Ca und Zn beobachtet werden. Selengehalte

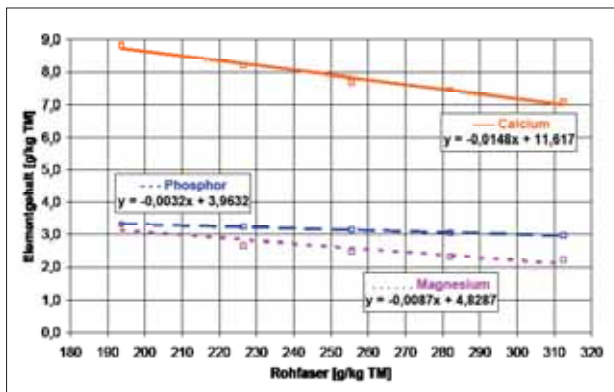


Abbildung 3: Abhängigkeit des Calcium-, Phosphor- und Magnesiumgehaltes vom Rohfasergehalt in Grassilagen (Datenquelle: LK Silageprojekt 2003/2005/2007)

werden im Grünfutter vom Aufwuchs nicht bzw. nur zufällig beeinflusst.

Das Futtermittellabor Rosenau (LK Niederösterreich) untersucht jährlich tausende Grundfuttermittel auf deren Nähr- und Mineralstoffgehalt, wodurch in Österreich umfangreiche Analysendaten von Silagen und Heu aus der Praxis zur Verfügung stehen. Diese Daten sind eine wertvolle Grundlage, um qualifizierte Aussagen über die Mineralstoffgehalte in Zusammenhang mit der Grundfutterqualität und der Futterkonservierung treffen zu können.

Der Rohfasergehalt von Grünlandfutter beeinflusst die Gehaltswerte von Calcium und Magnesium hoch signifikant (Tabelle 1 und Abbildung 3). Ganz genauso, jedoch nicht so stark ausgeprägt, verhält sich die Dynamik bei Kalium und Phosphor. Die Spurenelementgehalte werden vom Rohfasergehalt, der eng mit dem Nutzungszeitpunkt in Verbindung steht, nicht beeinflusst.

Tabelle 5: Mengen- und Spurenelementgehalte verschiedener Grundfuttermittel in Österreich in Abhängigkeit von der Futterkonservierung (Datengrundlage: ÖAG-Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum, RESCH et al. 2006)

Kulturart	Aufwuchs	Konservierung	Rohfaser		Mengenelemente					Spurenelemente			
			Rohfaser (XF) [g/kg TM]	Rohasche (XA) [g/kg TM]	Calcium (Ca)	Phosphor (P)	Magnesium (Mg) [g/kg TM]	Kalium (K)	Natrium (Na)	Eisen (Fe)	Mangan (Mn)	Zink (Zn)	Kupfer (Cu)
Dauerwiese	1.	Grünfutter	268	94	7,3	3,9	2,5	25,7	0,29	310	91	34	6,8
Dauerwiese	1.	Silage	271	102	7,6	3,3	2,4	30,6	0,49	696	90	50	7,9
Dauerwiese	1.	Heu	300	84	6,5	2,5	2,2	23,3	0,32	462	97	33	6,1
Dauerwiese	2. - 5.	Grünfutter	242	101	10,9	3,6	3,3	21,5	0,32	482	122	41	9,9
Dauerwiese	2. - 5.	Silage	259	109	9,6	3,5	2,9	29,0	0,53	746	103	46	8,7
Dauerwiese	2. - 5.	Grummet	271	99	8,4	3,1	2,8	25,4	0,42	637	109	37	7,3
Rotklee gras	1. - 4.	Grünfutter	246	132	10,1	3,8	3,3	22,8	0,51	549	95	34	10,2
Rotklee gras	1. - 4.	Silage	272	109	8,9	3,3	2,5	31,3	0,42	747	91	36	8,2
Rotklee gras	1. - 4.	Heu	320	85	7,8	3,0	2,0	28,6	0,26	290	69	27	7,1
Luzerne	1. - 4.	Grünfutter	255	113	13,1	3,8	2,3	30,3	0,20	-	-	-	-
Luzerne	1. - 4.	Silage	286	112	14,4	3,2	2,7	31,7	0,60	530	54	38	7,3
Luzerne	1. - 4.	Heu	351	91	13,1	2,5	2,6	25,9	0,90	283	36	24	8,7
Kurzrasenweide	1. - 9.	Grünfutter	202	105	8,3	4,2	2,5	27,3	0,40	678	78	33	11,2
Kulturweide	1. - 6.	Grünfutter	228	107	10,3	3,1	3,0	22,5	0,18	621	109	45	9,0
Hutweide	1. - 4.	Grünfutter	248	93	10,0	2,1	2,9	18,8	0,12	618	168	46	7,4
Silomais		Beginn Teigreife	211	40	2,4	1,9	1,4	11,1	0,16	160	24	26	4,3
Silomais		Ende Teigreife	192	36	2,3	2,0	1,5	9,9	0,15	125	27	38	3,9

Der Gehalt an Rohasche, welcher stark von der botanischen Zusammensetzung (Tabelle 3) und durch mineralische Futtermittelverschmutzung mit Erde beeinflusst wird, zählt ebenfalls zu den wichtigen Einflussfaktoren auf Elementgehalte im Grundfutter. Die Zunahme des Rohaschegehaltes schlägt sich im Futter bei den Mengenelementen Magnesium, Kalium und Calcium sowie bei den Spurenelementen Fe, Se, Co, Zn und Cu mit signifikant höheren Gehaltswerten nieder. Hohe Rohaschegehalte führen meist zu hohen Eisenkonzentrationen, wirken sich aber auch auf das Verhältnis Calcium : Phosphor aus (Ca : P wird durch die einseitige Erhöhung von Calcium weit und ungünstig für die Milchkuh). Der Phosphor- und Natriumgehalt im Futter hängt mit dem Aschegehalt nur zufällig zusammen. Erdige Futtermittelverschmutzung kann durch Abschleppen von Erdhaufen im Frühjahr und Einstellung des Mähwerks auf eine Schnitthöhe von 5 cm oder höher und durch gutes Wirtschaftsdüngermanagement auf ein Minimum reduziert werden.

3.1.5 Futterkonservierung

Blattwerk von Grünlandpflanzen besitzt gegenüber den Stängeln eine höhere Konzentration an Mengen- und Spurenelementen. Blattreiche Partien mit hohem Leguminosen- und/oder Kräuteranteil sind hinsichtlich Abbröckelverluste empfindlicher als vergleichsweise grasreiches Futter. Mit Zunahme der Trockenmasse des Erntegutes nimmt der Gehalt an Mineralstoffen ab, speziell bei der Heubereitung (Tabelle 5).

Bei der Futterwerbung sollten niedrige Zapfwelldrehzahlen gefahren werden, um das Futter schonend zu wenden bzw. zu schwaden. Im Durchschnitt sind die Rohaschegehalte und damit auch die Mineralstoffgehalte von Bodentrocknungsheu um etwa 10 % niedriger als von Heu aus Warmbelüftungsanlagen. Das abgebröckelte Blattwerk

enthält mehr als dreimal so viel Rohasche als das bodengetrocknete Heu am Schwad, somit wird deutlich, wie viel Mineralstoffe abhanden kommen können.

3.2 Mineralstoffgehalte in österreichischen Kraftfuttermitteln

Nachstehend werden Mittelwerte von Mengen- und Spurenelementgehalte der wichtigsten Einzelkomponenten aus dem Bereich Energie- und Proteinkraftfutter tabellarisch dargestellt (Tabelle 6 und 7). Die österreichischen Daten werden hier mit den bisher verwendeten Werten der DLG-Futterwerttabellen (1973) und den Tabellen aus INRA (2002) verglichen.

Die Betrachtung der relativen Gehaltswertdifferenzen zwischen den österreichischen Daten (Tabelle 8) und den Werten aus Deutschland bzw. Frankreich zeigt, dass die mittlere Abweichung bei den Elementen Calcium, Phosphor, Magnesium und Mangan gering ist und somit die

Kraftfuttermittel der unterschiedlichen Länder gut verglichen werden können. Bei einigen Kraftfuttermitteln kommen allerdings auch Elemente vor, bei denen die Differenz zwischen den Tabellen größer als 100 % ist.

Bei Kalium, Zink und Kupfer liegen die Gehaltswerte in Österreich im Allgemeinen höher als in Deutschland und Frankreich, die Natriumgehalte sind in österreichischen Kraftfuttermitteln im Vergleich zur DLG geringer und gegenüber INRA höher.

Die vielfach spezifischen Elementgehalte von österreichischen Kraftfuttermittel-Einzelkomponenten sollten bei entsprechendem Einsatz in der Ration Berücksichtigung finden, weil die Kalkulation mit DLG-Werten in manchen Fällen die bedarfsgerechte Mineralstoffversorgung (BEYER et al. 1986, 2007) der Milchkuh nicht optimal gewährleistet. Dazu wird es erforderlich werden, dass die Gehaltswerte der Mengen- und Spurenelemente von Energie- und Proteinkraftfuttermitteln in den Rationsprogrammen auf österreichische Verhältnisse adaptiert werden.

Tabelle 6: Vergleich von Mengen- und Spurenelementgehalten diverser Energiekraftfuttermittel aus Österreich, Deutschland (DLG) und Frankreich (INRA)

Futtermittel	Herkunft	Asche [g/kg TM]	Mengenelemente				Na	Spurenelemente						
			Ca	P	Mg	K		Fe	Mn	Zn	Cu	Mo	Co	Se
				[g/kg TM]					[mg/kg TM]					
Gerste (Sommer)	Österreich	29	0,8	4,3	1,3	5,9	1,50	42	19,3	27,2	4,5	-	-	-
	DLG	28	0,8	3,9	1,3	5,0	0,32	44	18,0	32,0	6,1	0,27	0,1	0,17
	INRA	25	0,8	3,9	1,3	5,5	0,12	182	18,5	34,6	10,4	0,51	0,15	0,13
Gerste (Winter)	Österreich	28	0,8	4,1	1,4	6,8	0,25	64	19,6	32,9	5,4	-	-	-
	DLG	29	0,7	4,1	1,2	4,0	0,86	-	-	-	-	-	-	-
	INRA	25	0,8	3,9	1,3	5,5	0,12	182	18,5	34,6	10,4	0,51	0,15	0,13
Hafer	Österreich	31	1,0	3,7	1,3	5,2	0,16	132	50,6	31,6	4,5	-	-	-
	DLG	33	1,2	3,5	1,4	5,0	0,38	65	48,0	36,0	4,7	0,38	0,07	0,22
	INRA	31	1,2	3,6	1,1	5,2	0,11	120	45,4	26,1	3,4	0,94	0,10	0,22
Mais (Körner)	Österreich	15	0,3	3,0	1,2	4,7	0,26	40	8,3	26,0	2,5	-	-	-
	DLG	17	0,4	3,2	1,0	3,0	0,26	32	9,0	31,0	3,8	0,28	0,13	0,10
	INRA	14	0,5	3,0	1,2	3,7	0,05	37	9,3	22,0	2,3	0,47	0,06	0,12
Malzkeime	Österreich	62	1,7	5,7	1,7	14,8	0,36	119	49,0	74,7	10,1	-	-	-
	DLG	74	2,6	8,1	1,5	21,0	0,61	130	41,0	79,0	12,8	0,49	0,07	-
Roggen	Österreich	20	0,9	4,2	1,4	6,1	0,13	42	27,5	57,0	4,9	-	-	-
	DLG	22	0,9	3,3	1,4	6,0	0,26	52	53,0	34,0	5,6	0,83	0,05	0,20
	INRA	21	1,1	3,4	1,3	5,2	0,03	65	52,7	25,2	5,7	0,63	0,03	0,08
Triticale	Österreich	21	0,6	4,0	1,4	5,7	0,15	39	39,9	35,7	6,2	-	-	-
	INRA	22	0,8	4,0	1,1	5,6	0,11	66	22,9	22,9	6,9	0,50	-	-
Trockenschnitzel	Österreich	89	9,6	1,1	2,2	17,9	4,36	605	67,6	27,4	6,0	-	-	-
	DLG	62	9,7	1,1	2,5	9,0	2,41	518	74,0	22,0	13,9	0,46	0,58	0,18
	INRA	76	14,8	1,0	2,0	4,8	3,25	675	78,6	21,3	5,6	0,75	0,21	0,12
Weizen (Sommer)	Österreich	21	1,2	4,3	1,5	6,0	0,18	233	49,9	39,7	5,7	-	-	-
	DLG	20	0,7	4,1	1,2	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Weizen (Winter)	Österreich	20	0,6	4,0	1,5	5,6	0,17	50	39,8	30,3	5,3	-	-	-
	DLG	20	0,7	3,8	1,3	5,0	0,17	45	35,0	65,0	7,0	0,32	1,10	0,12
	INRA	16	1,0	4,1	1,8	6,0	0,23	16	56,7	45,4	6,8	-	-	-
Weizenkleie	Österreich	57	1,5	13,4	5,4	16,8	0,16	193	156,6	99,6	13,4	-	-	-
	DLG	64	1,8	13,0	5,3	12,0	0,54	168	134,0	87,0	15,0	0,76	0,09	0,28
	INRA	57	1,6	11,4	4,8	14,1	0,11	164	128,6	85,0	19,5	1,61	0,10	0,54
Zuckerrübenschnitzel	Österreich	80	6,5	1,1	2,9	6,6	1,14	1025	84,2	21,1	6,6	-	-	-
	DLG	66	6,8	1,0	-	12,0	2,62	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 7: Vergleich von Mengen- und Spurenelementgehalten diverser Proteinkraftfuttermittel aus Österreich, Deutschland (DLG) und Frankreich (INRA)

Futtermittel	Herkunft	Asche [g/kg TM]	Mengenelemente					Spurenelemente						
			Ca	P	Mg [g/kg TM]	K	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo	Co	Se
Ackerbohnen (Samen)	Österreich	38	2,1	7,7	2,0	12,8	0,12	71	23,2	75,5	17,4	-	-	-
	DLG	41	1,6	4,8	1,8	13,0	0,18	86	33,0	46,0	12,3	0,52	0,03	-
	INRA	38	1,6	5,3	1,8	11,3	0,12	68	8,1	35,8	13,9	0,73	0,40	0,02
Bierhefe (getrocknet)	Österreich	80	3,0	14,2	2,8	22,7	1,53	96	8,9	161,5	6,5	-	-	-
	DLG	85	2,6	17,0	2,6	24,0	2,44	560	59,0	92,0	64	1,25	0,4	0,11
	INRA	76	3,4	12,4	2,4	19,0	1,82	104	42,9	68,6	50,4	1,18	0,21	0,88
Biertreber (getrocknet)	Österreich	49	4,4	6,0	2,5	4,0	0,45	195	57,0	104,1	14,9	-	-	-
	DLG	46	4,5	7,2	2,2	1,0	0,61	-	-	-	-	-	-	4,92
	INRA	17	2,3	6,3	2,6	3,7	0,33	131	46,8	89,2	19,6	1,41	0,10	0,41
Erbsen (Samen)	Österreich	39	1,6	4,8	1,6	12,1	0,19	169	18,1	91,0	14,9	-	-	-
	DLG	36	0,9	4,8	1,3	11,0	0,25	64	17,0	24,0	7,5	1,02	0,21	0,27
	INRA	35	1,3	4,6	1,6	11,3	0,12	106	10,4	37,0	8,1	2,31	0,10	0,17
Kürbiskernkuchen	Österreich	113	1,2	20,8	9,0	21,6	7,07	183	84,5	153,0	15,0	-	-	-
	DLG	87	2,1	14,2	8,2	12,0	2,45	-	76,0	-	15,7	-	-	-
Lupine blau (Samen)	Österreich	38	3,4	5,1	2,1	10,7	0,18	70	67,4	76,4	9,0	-	-	-
	DLG	30	3,7	4,6	1,7	8,0	-	88	34,0	-	5,0	2,63	0,03	-
	INRA	38	3,5	4,1	2,0	9,3	0,33	68	42,1	34,4	5,5	2,22	0,08	0,09
Malzkeime	Österreich	62	2	5,7	1,7	14,8	0,36	119	49,0	74,7	10,1	-	-	-
	DLG	74	2,6	8,1	1,5	21,0	0,61	130	41,0	79,0	12,8	0,49	0,07	-
Rapsextraktionsschrot	Österreich	77	9,2	12,1	5,6	16,3	0,74	190	76,2	78,9	7,1	-	-	-
	DLG	79	6,9	11,9	5,5	15,0	0,13	414	75,0	74,0	6,7	0,6	0,22	-
Rapskuchen 4 - 8 % Fett	Österreich	67	7,2	10,7	4,7	14,3	0,29	209	64,5	58,7	6,0	-	-	-
	DLG	87	6,3	10	5,1	13,0	0,80	640	57,0	60,0	8,4	1,2	0,25	-
Rapskuchen 8 - 12 % Fett	Österreich	67	7,1	11,4	5,0	15,6	0,38	-	63,4	63,1	5,5	-	-	-
Rapskuchen 12 - 20 % Fett	Österreich	67	7,4	10,9	4,8	14,5	0,27	-	65,0	60,3	5,9	-	-	-
Rapskuchen > 20 % Fett	Österreich	59	6,7	10,0	4,5	16,4	0,28	-	57,2	66,4	6,0	-	-	-
Schlempe (Bioethanolproduktion)	Österreich	52	1,7	9,3	3,4	12,7	2,25	160	75,2	65,0	10,0	-	-	-
Schlempe Mais (getrocknet)	Österreich	50	1,3	8,5	3,4	12,5	5,53	159	34,8	72,6	6,4	-	-	-
	DLG	40	1,3	8,0	3,2	9,0	2,02	300	42,0	97,0	70,0	-	0,1	-
Schlempe Weizen (getrocknet)	Österreich	44	2,0	9,5	3,3	12,7	2,42	154	91,4	67,5	11,1	-	-	-
	DLG	95	3,5	5,3	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sojabohne (Samen)	Österreich	62	2,4	6,7	2,6	19,9	0,12	103	30,5	51,5	15,8	-	-	-
	DLG	62	2,9	7,1	-	-	-	15	23,0	37,0	7,7	-	0,22	-
	INRA	59	3,5	6,2	2,6	21,0	0,91	166	26,1	45,4	38,6	4,54	0,00	0,32
Sojaextraktionsschrot 44	Österreich	76	3,7	6,9	3,5	25,6	0,30	301	42,0	56,9	18,6	-	-	-
	DLG	66	3,1	7,0	3,0	22,0	0,23	160	33,0	70,0	19,1	4,28	0,25	0,25
	INRA	74	3,9	7,1	3,3	24,2	0,05	-	40,0	-	-	-	-	-
HP Sojaextraktionsschrot	Österreich	84	3,5	7,2	3,4	27,4	0,25	303	50,5	59,0	15,9	-	-	-
	INRA	72	3,9	7,1	3,3	24,0	0,34	203	38,8	53,7	19,4	3,42	0,11	0,24
Sonnenblumenextraktionsschrot (geschält)	Österreich	84	5,5	12,4	6	25,5	0,25		36,9	105,2	32,5	-	-	-
	DLG	66	4,4	9,9	5,4	13,0	0,12	262	49	64	25,3	0,65	0,14	0,10
Sonnenblumenextraktionsschrot (teilgeschält)	Österreich	76	4,5	14,2	6,8	21,2	0,46	349	45,0	111,0	37,0	-	-	-
	DLG	66	4	10,7	5,2	13,0	0,5	525	56,0	46,0	29,1	0,63	0,49	-
	INRA	75	4,6	12,0	6,1	18,1	0,11	231	53,5	76,9	69,1	1,78	0,14	0,55
Sonnenblumenkuchen (geschält)	Österreich	62	3,9	10,9	5,5	17,7	0,21	177	33,5	79,1	28,5	-	-	-
	DLG	66	2,5	12,5	7,4	12,0	0,08	135	47,0	52,0	31,5	0,75	0,11	-

4. Fazit für die Praxis

Die Gehalte an Mengen- und Spurenelementen im Grundfutter unterliegen starken Einflüssen seitens des Standortes, des Pflanzenbestandes, der Düngung, aber auch des Grünlandmanagements und der Futtermittelkonservierung. Trotz der komplexen Wirkung von verschiedenen Einflussfaktoren ist eine Abschätzung der Mineralstoffkonzentration im Futter möglich. Will man exakte Gehaltswerte von Mengen- und

Spurenelementen im Grundfutter wissen, so kommt man an einer chemischen Mineralstoffanalyse nicht vorbei.

Hinsichtlich der teilweise hohen Gehaltswertdifferenzen bei einzelnen Kraftfuttermitteln zwischen Österreich und Deutschland erscheint der Aufbau von österreichischen Mineralstofftabellen für Energie- und Proteinkraftfutter sinnvoll, damit die Berechnung der bedarfsgerechten Mineralstoffration für Milchkuhe auf eine sichere Basis gestellt werden kann.

Tabelle 8: Darstellung relativer Differenzen zwischen Mengen- und Spurenelementgehalten von Kraftfuttermitteln aus Österreich zu jenen aus Deutschland und Frankreich

	Asche	Ca	P	Mg	K	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
Abweichung zur DLG (1973)	Relative Abweichung zum Absolutwert in %									
Median	-2,1	-1,3	2,9	9,7	17,5	-24,9	-8,7	1,6	6,7	6,0
Mittlere Abweichung	2,2	8,5	9,0	7,8	38,2	55,5	35,3	-1,4	35,2	26,0
Max. negative Abweichung	-49,5	-54,9	-29,8	-44,6	-56,4	-70,3	-82,9	-84,9	-53,4	-9,6
Max. positive Abweichung	43,5	85,7	66,7	31,0	302,6	473,0	586,6	98,3	279,3	98,4
Abweichung zu INRA (2002)	Relative Abweichung zum Absolutwert in %									
Median	5,0	-9,5	4,9	4,9	12,8	34,0	3,0	5,1	17,2	25,6
Mittlere Abweichung	17,4	-4,8	9,8	5,5	26,4	108,8	14,6	14,3	46,9	36,2
Max. negative Abweichung	-3,0	-38,9	-4,3	-17,8	-7,5	-47,3	-77,0	-79,3	-33,2	6,5
Max. positive Abweichung	179,0	94,1	44,1	19,7	271,8	558,9	216,2	187,0	145,8	83,6

5. Literatur

- BEYER, M., A. CHUDY, L. HOFFMANN, W. JENTSCH, W. LAUBE, K. NEHRING und R. SCHIEMANN, 1986: DDR-Futterbewertungssystem. Kennzahlen des Futterwertes und Futterbedarfes für Fütterung und Futterplanung. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 5. Auflage, ISBN 3-331-00114-7.
- BEYER, M., A. CHUDY, L. HOFFMANN, W. JENTSCH, W. LAUBE, K. NEHRING und R. SCHIEMANN, 2007: Rostocker Futterbewertungssystem. Kennzahlen des Futterwertes und Futterbedarfes auf der Basis von Nettoenergie. ISBN 3-00-014757-8.
- BMLFUW, 2006: Richtlinien für die Sachgerechte Düngung, 6. Auflage, 80 S.
- BOHNER, A. und M. SCHINK, 2007: Ausgewählte Ergebnisse des Interreg IIIA-Projektes „SeenLandWirtschaft“, BMLFUW, Schriftenreihe BAW, Band 26.
- DLG-Futterwerttabellen, 1973: Mineralstoffgehalte in Futtermitteln. DLG-Verlag, Band 62, 2. erweiterte und neu gestaltete Auflage, ISBN 3-7690-3081-8.
- EGGER, H., H.G. KRENMAYR, G.W. MANDL, A. MATURA, A. NOWOTNY, G. PASCHER, G. PESTAL, J. PISTOTNIK, M. ROCKEN-SCHAUB und W. SCHNABEL, 1999: Geologische Übersichtskarte der Republik Österreich. Geologische Bundesanstalt, Wien.
- GRUBER, L., G. WIEDNER und K. BUCHGRABER, 1995: Mineralstoffe aus dem Grundfutter für das Rind. Sonderbeilage „Der Fortschrittliche Landwirt“, Heft 3/1995, 8 S.
- MaB-Forschungsbericht zum Thema „Das Grünland im Berggebiet Österreichs. Nutzung und Bewirtschaftung im Spannungsfeld von Vegetationsökologie und Sozioökonomik“. BAL Gumpenstein, Irnding, 22.-23.09.2000, 195 S.
- MEISTER, E. und J. LEHMANN, 1988: Nähr- und Mineralstoffgehalt von Wiesenkräutern aus verschiedenen Höhenlagen in Abhängigkeit vom Nutzungszeitpunkt. Schweiz. Landw. Forschung 26, 127-137.
- Proceedings EUROMAB-Symposium for General Theme „Changing Agriculture and Landscape: Ecology, Management and Biodiversity Decline in Anthropogenous Mountain Grassland“. Vienna, 15.-19.09.1999, 99 S.
- PÖTSCH, E.M. und R. RESCH, 2005: Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Nährstoffgehalt von Grünlandfutter. Bericht über die 32. Viehwirtschaftliche Fachtagung zum Thema „Milchviehfütterung, Melkroboter, Züchtung, Ökonomik, Haltung. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 13.-14.04.2005, S. 1-14.
- RESCH, R., 2008: Praxisorientierte Strategien zur Verbesserung der Qualität von Grassilagen in Österreich. Abschlussbericht Silageprojekt 2003/2005/2007, 50 S.
- RESCH, R., T. GUGGENBERGER, G. WIEDNER, A. KASAL, K. WURM, L. GRUBER, F. RINGDORFER und K. BUCHGRABER, 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. Der Fortschrittliche Landwirt, (24), Sonderbeilage, 20 S.
- SAUVANT, D., J.-M. PEREZ und G. TRAN, 2002: Tables of composition and nutritional value of feed animals. INRA, ISBN 2-7380-1046-6.
- WIEDNER, G., T. GUGGENBERGER und H. FACHBERGER, 2001: Futterwerttabelle der Österreichischen Grundfuttermittel. Niederösterreichische Landeslandwirtschaftskammer.
- RESCH R., L.GRUBER, K. BUCHGRABER, E. M. PÖTSCH, T. GUGGENBERGER und G. WIEDNER, 2009: Mineralstoffgehalt des Grund- und Kraftfutters in Österreich, Bericht über die 36. Viehwirtschaftliche Fachtagung zum Thema „Milchmarkt, Bestandesbetreuung, Mineralstoffversorgung, Forschungsergebnisse LFZ, Mutterkuhhaltung, Weidehaltung von Milchkühen“, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 16.-17.04.2009, S. 31-39.