

Serie Systemvergleich Hohenrain II

Mineralstoffgehalte im Wiesenfutter

Ueli Wyss¹, Patrick Schlegel¹, Hansjörg Frey² und Beat Reidy³

¹Agroscope, 1725 Posieux, Schweiz

²Berufsbildungszentrum für Natur und Ernährung BBZN, 6276 Hohenrain, Schweiz

³Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, 3052 Zollikofen, Schweiz

Auskünfte: Ueli Wyss, E-Mail: ueli.wyss@agroscope.admin.ch



Die meisten Mineralstoffe im Wiesenfutter deckten den Bedarf der Milchkuh ab. (Foto Franziska Akert, HAFL)

Einleitung

Weiden und/oder die Fütterung von frischem Gras im Stall (Eingrasen) sind in der Schweiz weit verbreitete Fütterungssysteme während der Vegetationsperiode. Dabei werden die hofnahen Flächen geweidet. Je nach Futterangebot wird die Ration im Stall mit eingegrastem Wiesenfutter von hoffernen Wiesen ergänzt. Gras enthält für das Tier essentielle Mineralstoffe, welche deren Bedarf, je nach Element unterschiedlich deckt. Doch eine ungenügende Versorgung mit Mineralstoffen kann zu Mangelerscheinungen führen (Suttle 2010). Der Mineralstoffgehalt im Gras kann durch zahlreiche

Faktoren beeinflusst werden (Klima- und Bodenverhältnisse sowie Bewirtschaftungsweise) unter anderem durch die botanische Zusammensetzung (Kessler und Jolidon 1998; Daccord *et al.* 2001; Schlegel *et al.* 2016), dem Erntetermin oder Nutzungsstadium (Daccord *et al.* 2001; Wyss und Kessler 2002; Schlegel *et al.* 2016), dem Aufwuchs (Daccord *et al.* 2001; Schlegel *et al.* 2016), der Region (Schlegel *et al.* 2017) wie auch der Weidesaison (Schlegel und Bracher 2012).

Für eine effiziente Versorgung mit Mineralstoffen sicherzustellen, sind somit zuverlässige Angaben über

die Mineralstoffgehalte des verfütterten Wiesenfutters eine wichtige Voraussetzung.

Im Projekt Hohenrain II wurden von 2014 bis 2016 drei Milchproduktionssysteme mit Verfütterung von frischem Wiesenfutter verglichen: Vollweide ohne Kraftfutterergänzung und saisonaler Blockabkalbung (VW); Eingrasen mit Teilweide und Zufütterung von reduzierten (EGKF) und erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus) (Ineichen *et al.* 2018).

In der vorliegenden Publikation werden speziell die Mineralstoffgehalte im Weidegras und im eingegrasteten Futter, der Vegetationsperioden 2014 und 2015, dargestellt.

Material und Methoden

Der Versuch wurde auf dem Gutsbetrieb des Berufsbildungszentrums Natur und Ernährung (BBZN) in Hohenrain (620 m ü. M.), Kanton Luzern, durchgeführt. Die detaillierten Angaben zu den drei Milchproduktionssystemen sind bei Ineichen *et al.* (2018) beschrieben. Die mittelschweren (schwach humoser sandiger Lehm) und teilweise staunassen Böden auf dem Gutsbetrieb mit meist süd-östlicher Exposition sind genügend bis vorzüglich mit Nährstoffen versorgt und erbringen sehr gute Raufuttererträge (Weide Ø 121 dt Trockensubstanz (TS)/Jahr, Eingrasflächen Ø 136 dt TS/Jahr).

In den Jahren 2014 und 2015 wurden alle 14 Tage Futterproben auf den Weiden der drei Herden und vom eingegrasteten Futter im Stall entnommen. Während die Weideflächen der beiden Eingrasherden getrennt waren, wurden die Flächen unter Schnittnutzung gemeinsam bewirtschaftet. Die Proben wurden getrocknet und auf 1 mm (Brabender, Duisburg, Deutschland) gemahlen.

Nach der Veraschung wurden die Mengen- und Spurenelemente Kalzium (Ca), Phosphor (P), Magnesium (Mg), Kalium (K), Natrium (Na), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Mangan (Mn) und Zink (Zn) mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES, Optima 7300 DV Perkin-Elmer, Schwerzenbach, Schweiz) analysiert.

Für die Auswertung wurden die Daten der Vollweide, der beiden Teilweiden und dem Eingrasfutter verglichen. Um den Einfluss des Vegetationsverlaufs zu untersuchen, wurden die Daten nach Monat gruppiert. Die statistische Auswertung erfolgte mit einer Varianzanalyse (SYSTAT 13, Systat Software GmbH, Erkrath, Deutschland), wobei die Faktoren Verfahren (Eingrasen, Vollweide und Teilweide) und Monat untersucht wurden. Bei signifikanten Effekten ($P < 0,05$) wurden die Werte mittels Bonferroni-Test verglichen.

Zusammenfassung

Vollweide oder Eingrasen mit Teilweide sind in der Schweiz weit verbreitete Fütterungssysteme. Im Projekt Systemvergleich Hohenrain II wurden während drei Jahren ein Vollweidesystem (VW) und zwei Teilweideverfahren – ergänzt mit der Verfütterung von frischem Gras im Stall und zwei unterschiedlichen Kraftfutterergänzungen (EGKF und EGKFplus) – verglichen. In den Jahren 2014 und 2015 wurden vom Weidegras und vom eingegrasteten Futter während der ganzen Vegetationsperiode regelmäßig Proben genommen und die Mineralstoffgehalte Kalzium (Ca), Phosphor (P), Magnesium (Mg), Kalium (K), Natrium (Na), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Mangan (Mn) und Zink (Zn) untersucht. Das Weidegras wies tiefere Ca und höhere P, K, Cu und Zn-Gehalte als das eingegrastete Futter auf. Dies ist vor allem auf das tiefere Entwicklungsstadium des Weidefutters zurückzuführen. Abgesehen vom Na-Gehalt variierten die Mineralstoffgehalte im Laufe der Vegetationsperiode beim Weidegras sowie beim eingegrasteten Gras. Die Mineralstoffgehalte im Wiesenfutter würden den Bedarf einer Milchkuh bis zu einer Milchleistung von 30 kg pro Tag an Ca, P, K, Cu, Fe und Mn decken. Hingegen ist dies für Mg, Na und Zn nicht der Fall sein.

Resultate und Diskussion

Mineralstoffe nach Systemen und Monat

Im Vergleich mit eingegrastem Futter, welches einen tieferen Anteil an Gräsern (60 %), hauptsächlich Raigras, und Kräutern (6 %), jedoch einen höheren Anteil an Leguminosen (34 %) aufwies, beinhaltete Weidegras 70 % Gräser, 9 % Kräuter und 21 % Leguminosen (Ineichen *et al.* 2018). Alle Futter wurden als ausgewogen raigrasbetont (Typ Ar) eingestuft. Das eingegrastete Futter wies zudem ein höheres Nutzungsstadium (Ø 2,7 +/- 0,5) als das Weidegras (Ø 1,8 +/- 0,4) auf. Die Rohproteingehalte waren mit 247 g/kg TS (Vollweide) beziehungsweise 233 g/kg TS (Teilweide) entsprechend höher und die Rohfasergehalte mit 178 g/kg TS (Vollweide) beziehungsweise 183 g/kg TS (Teilweide) tiefer im Vergleich zum eingegrasteten Futter mit 179 g Rohprotein pro kg TS und 222 g Rohfaser pro kg TS.

Tab. 1 | Nutzungsstadium, Rohaschegehalte und Mengenelemente in Abhängigkeit der Verfahren und dem monatlichen Verlauf

	Nutzungsstadium	Rohasche	Ca	P	Mg	K	Na
		g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS
N	132	132	132	132	125	132	125
Eingrasen	2,7 ^y	113	9,6 ^z	4,0 ^x	2,2	33,4 ^x	0,4
Vollweide	1,8 ^x	112	6,2 ^x	4,8 ^z	2,1	38,1 ^z	0,3
Teilweide	1,8 ^x	108	7,1 ^y	4,5 ^y	2,2	35,7 ^y	0,4
April	1,7 ^a	97 ^a	5,5 ^a	4,1 ^a	1,6 ^a	34,4 ^{ab}	0,3
Mai	2,3 ^b	100 ^{ab}	5,8 ^{ab}	4,0 ^a	1,7 ^{ab}	33,9 ^{ab}	0,4
Juni	2,3 ^b	103 ^{abc}	7,8 ^{bc}	4,0 ^a	2,0 ^b	34,6 ^{ab}	0,3
Juli	2,2 ^{ab}	102 ^{abc}	9,8 ^c	4,2 ^{ab}	2,4 ^{bc}	32,3 ^a	0,3
August	2,2 ^{ab}	116 ^{cd}	9,8 ^c	4,5 ^{bc}	2,4 ^c	35,0 ^{abc}	0,3
September	2,2 ^b	114 ^{bcd}	8,8 ^c	4,6 ^c	2,4 ^c	38,5 ^c	0,4
Oktober	1,9 ^{ab}	133 ^e	7,1 ^b	4,9 ^c	2,3 ^{bc}	38,5 ^c	0,4
November	2,0 ^{ab}	127 ^{de}	5,7 ^{ab}	5,1 ^c	2,1 ^{bc}	38,7 ^{bc}	0,5
RMSE	0,4	13	1,4	0,4	0,3	3,3	0,2
P-Werte							
Verfahren (V)	<0,001	n.s.	<0,001	<0,001	n.s.	<0,001	n.s.
Monat (M)	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	n.s.
V × M	n.s.	<0,01	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

TS: Trockensubstanz; RMSE: Wurzel des mittleren quadratischen Fehlers
n.s.: nicht signifikant (P > 0,05)

Tab. 2 | Gehalte an Spurenelementen in Abhängigkeit der Verfahren und dem monatlichen Verlauf

	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
N	125	132	125	125
Eingrasen	10,5 ^x	428	54	27 ^x
Vollweide	11,8 ^y	336	57	35 ^y
Teilweide	11,3 ^{xy}	347	52	34 ^y
April	11,1 ^{abcd}	280 ^a	44 ^a	30 ^{ab}
Mai	10,1 ^{abc}	357 ^a	67 ^d	29 ^{ab}
Juni	10,0 ^{ab}	177 ^a	49 ^{ab}	28 ^a
Juli	11,8 ^{bcdde}	190 ^a	48 ^{ab}	32 ^{ab}
August	13,2 ^e	375 ^a	63 ^{cd}	37 ^b
September	12,7 ^{de}	229 ^a	50 ^{abc}	34 ^{ab}
Oktober	11,8 ^{cde}	783 ^b	60 ^{bcd}	34 ^{ab}
November	9,0 ^a	575 ^{ab}	54 ^{bcd}	30 ^{ab}
RMSE	1,5	283	12	7
P-Werte				
Verfahren (V)	0,01	n.s.	n.s.	<0,001
Monat (M)	<0,001	<0,001	<0,001	0,02
V × M	n.s.	<0,01	n.s.	n.s.

TS: Trockensubstanz; RMSE: Wurzel des mittleren quadratischen Fehlers
n.s.: nicht signifikant (P > 0,05)

Der Rohaschegehalt war zwischen den verschiedenen Verfahren vergleichbar ($P=0,21$) (Tab. 1). Doch vom Frühling zum Herbst nahmen die Werte zu ($P < 0,001$). Das Weidegras wies während der gesamten Vegetationsperiode tiefere Ca und höhere P, K, Cu und Zn-Gehalte auf als das eingegraste Futter ($P < 0,001$); (Tab. 1 und Tab. 2). Dies kann teilweise durch das unterschiedliche Nutzungsstadium des Futters erklärt werden. Nach Schlegel *et al.* (2016) nehmen mit zunehmendem Nutzungsstadium P, K, Cu, und Zn ab. Calcium bleibt hingegen konstant. Gemäss Daccord *et al.* (2001) weisen die Leguminosen und die Kräuter im Vergleich zu den Gräsern deutlich höhere Ca-Gehalte auf. Der höhere Ca-Gehalt im Eingrasfutter im vorliegenden Versuch kann deshalb wohl durch den höheren Leguminosenanteil erklärt werden.

Abgesehen vom Na-Gehalt ($P=0,31$) veränderten sich die Mineralstoffgehalte im Laufe der Vegetationsperiode. Die Ca-, Mg- und Cu-Gehalte stiegen vom Frühling bis zum Sommer an und nahmen dann im Herbst wieder leicht ab. Beim Mn gab es im Mai erhöhte Werte. Die K- und Fe-Gehalte stiegen im Herbst stark an. Für die untersuchten Mineralstoffe konnten im Vergleich zu Weidegras aus Posieux und Sorens, Kanton Freiburg

(Schlegel und Bracher 2012) ähnliche monatliche Verläufe festgestellt werden.

Eisen ist im Erdboden meist reichlich vorhanden. Die Variation und vor allem die Erhöhung des Fe-Gehaltes ist sehr wahrscheinlich mit Erdverunreinigungen verbunden, die vor allem im Herbst bei nasser Witterung auftreten. Die erdigen Verunreinigungen werden bei der Analyse mit dem Rohaschegehalt erfasst. Zwischen dem Rohaschegehalt und dem Fe-Gehalt gibt es eine hohe Korrelation ($R^2=0,72$, Abb. 1). Betrachtet man nur das eingegraste Futter, dann ist die Korrelation noch höher ($R^2=0,83$). Dass zwischen dem Rohaschegehalt und dem Fe-Gehalt eine hohe Korrelation besteht, zeigen auch Ergebnisse von Resch *et al.* (2014).

Mineralstoff-Versorgung mit Wiesenfutter

Vergleicht man die Mineralstoffgehalte im Wiesenfutter mit den aktuellen Empfehlungen für die Mineralstoffversorgung (Agroscope 2018) einer Milchkuh mit einer täglichen Leistung von 20 bis 30 kg Milch (Tab. 3), so wird mit dem Wiesenfutter (Weide oder Eingrasen) der Bedarf an Ca, P, K, Cu, Fe und Mn gedeckt. Hingegen sollten die Mineralstoffe Mg, Na und Zn ergänzt werden. In den meisten Mineralstoffmischungen zur Ergänzung

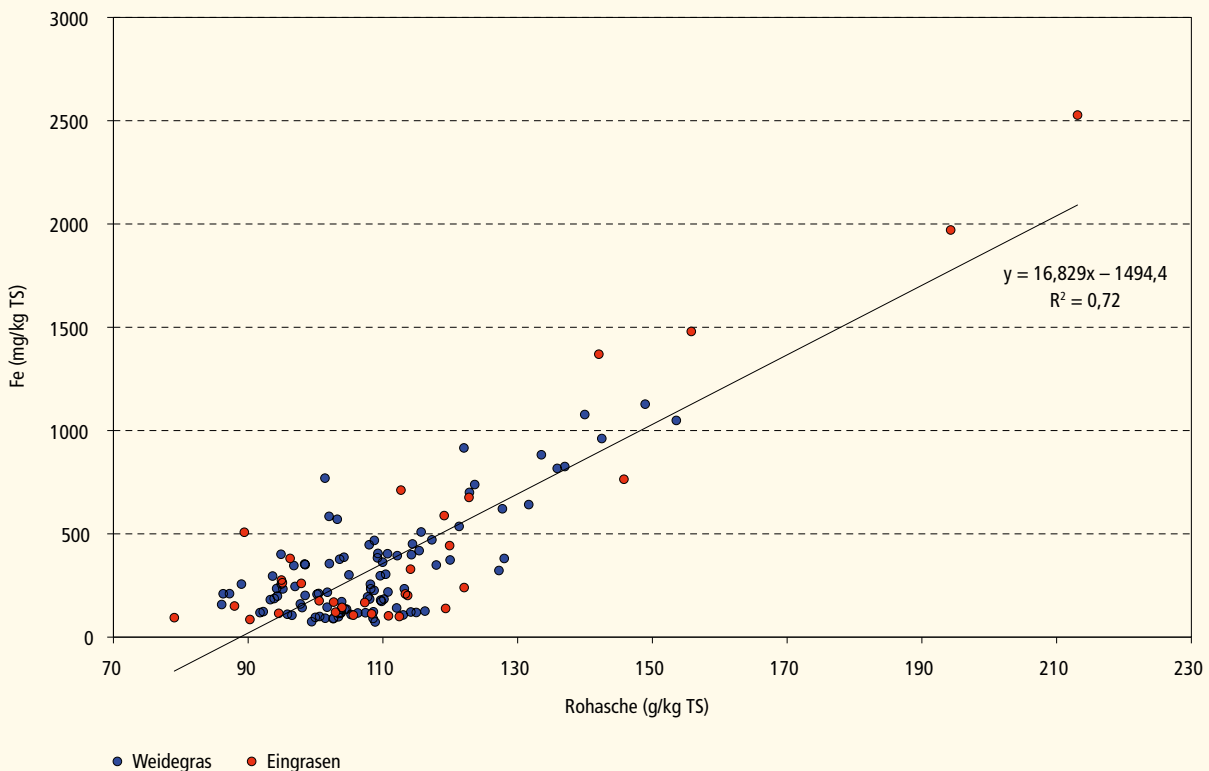


Abb. 1 | Zusammenhang zwischen Rohasche- und Eisengehalt.

der Weide ist P enthalten. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse könnte jedoch auf eine P-Ergänzung bei Vollweide oder Teilweide mit Eingrasen verzichtet werden, um einen nachhaltigeren Umgang mit diesem Element zu fördern. Nach einer Untersuchung in der Romandie und im Tessin wurde der P-Gehalt eines definierten Wiesentyps weder durch die Region noch durch die Höhenlage beeinflusst (Schlegel *et al.* 2017).

Schlussfolgerungen

Die analysierten Mineralstoffe im Wiesenfutter decken sich mit den Angaben, die in der Schweiz als Normwerte (Agroscope 2017) verwendet werden.

Die gefundenen Unterschiede zwischen den Weiden und dem eingegrasteten Futter, sind vor allem auf das unterschiedliche Nutzungsstadium des Futters zurückzuführen.

Mit der Verfütterung von diesem Wiesenfutter wurde die Fütterungsempfehlung der Milchkuh (Agroscope 2018) an Ca, P, K, Cu, Fe und Mn gedeckt. Hingegen müsste Mg, Na und Zn zugefüttert werden. ■

Tab. 3 | Empfohlenes Angebot an Mineralstoffen¹

Verfahren		Vollweide ohne Kraftfutter (VW)	Eingrasen und Teilweide mit 180 kg Kraftfutter pro Jahr (EGKF)	Eingrasen und Teilweide mit 850 kg Kraftfutter pro Jahr (EGKFplus)
Milch	kg/Tag	18	22	25
Lebendgewicht	kg	560	650	650
Verzehr Ration	kg TS/Tag	16,0	18,3	18,5
Ca	g/kg TS	6,1	6,4	6,5
P	g/kg TS	2,9	3,0	3,2
Mg	g/kg TS	3,2	3,2	2,7
K	g/kg TS	7,8	8,0	8,2
Na	g/kg TS	1,4	1,4	1,5
Cu	mg/kg TS	10	10	10
Fe	mg/kg TS	40	40	40
Mn	mg/kg TS	40	40	40
Zn	mg/kg TS	50	50	50

¹Annahmen: in Verfahren Vollweide, Eingrasen und Teilweide, Eingrasen und Teilweide mit hohem Kraftfuttereinsatz: 35, 35 und 30 g K/kg TS der Ration; Anteil Kraftfutter in der Ration: <10%, <10%, 10–25%

Riassunto

Systemi a confronto Hohenrain II: tenore di minerali nel foraggio da pascolo

Il pascolo integrale o il pascolo parziale con afforaggiamento di erba fresca in stalla sono sistemi di foraggiamento molto diffusi in Svizzera. Il progetto «Systemi a confronto Hohenrain II» è stato condotto durante tre anni per confrontare un sistema di pascolo integrale con due sistemi di pascolo parziale con afforaggiamento di erba fresca in stalla e apporti di concentrati ridotto e maggiorato. Nel 2014 e nel 2015 sono stati regolarmente prelevati campioni di erba da pascolo e di erba fresca durante tutto il periodo vegetativo e sono stati analizzati i minerali calcio (Ca), fosforo (P), magnesio (Mg), potassio (K), sodio (Na), rame (Cu), ferro (Fe), manganese (Mn) e zinco (Zn). L'erba da pascolo attestò valori decisamente più bassi di Ca e più alti di P, K, Cu e Zn rispetto all'erba fresca afforaggiata in stalla. Ciò è da ricondurre soprattutto ai diversi stadi di sviluppo del foraggio. Per il tenore di Mg non sono state osservate differenze significative. A parte il tenore di Na, vi è stata una variazione significativa dei minerali nel corso del periodo di vegetazione, sia per l'erba da pascolo che per l'erba fresca afforaggiata. Con l'alimentazione tramite erba da pascolo, possono essere coperte le necessità in minerali Ca, P, K, Cu, Fe e Mn di una vacca da latte con una prestazione in termini di latte di 30 kg al giorno. Per quanto concerne i minerali Mg, Na e Zn invece non è il caso.

Summary

System comparison Hohenrain II: Mineral content of herbage

Full grazing or indoor feeding of fresh herbage and partial grazing are common feeding systems for dairy cows in Switzerland. Project Hohenrain II investigated a comparison of three different grassland-based milk production systems, a partial grazing with indoor feeding of fresh grass with reduced and increased concentrate supplementation was compared with the full grazing system with seasonal calving and no concentrate supplementation during three years. In the years 2014 and 2015, herbage from pastures and for fresh indoor feeding were regularly taken during the growing periods and the minerals calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg), potassium (K), sodium (Na), copper (Cu), iron (Fe), manganese (Mn) and zinc (Zn) were analysed. Herbage from pastures had significantly lower Ca and higher P, K, Cu and Zn contents than herbage for fresh indoor feeding. This is mainly due to the different stages of development of the herbage. No significant differences were determined in the Mg content. Apart from the sodium content, the mineral contents varied significantly in the herbage during the growing periods. With the feeding of herbage, the needs of a dairy cow up to a milk yield of 30 kg per day could be covered by Ca, P, K, Cu, Fe and Mn. On the other hand, this was not the case for Mg, Na and Zn.

Key words: Herbage, grazing, indoor feeding, mineral content.

Literatur

- Agroscope, 2017. Nährwert des Raufutters. Zugang: www.agroscope.admin.ch [13.09.2017].
- Agroscope, 2018. Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer. Zugang: www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/services/dienste/futtermittel/fuetterungsempfehlungen-wiederkaeuer.html, [06.02.2018].
- Daccord R., Arrigo Y., Kessler J., Jeangros B., Schevovic J., Schubiger F.-X. & Lehmann J., 2001. Nährwert von Wiesenpflanzen: Gehalt an Ca, P, Mg und K. *Agrarforschung* 8 (7), 264–269.
- Ineichen S., Akert F., Frey H., Wyss U., Hofstetter P., Schmid H. & Reidy B., 2018. Systemvergleich Hohenrain II: Versuchsbeschreibung und Qualität des frischen Wiesenfutters. *Agrarforschung Schweiz* 9 (4) 112–119.
- Kessler, J. & Jolidon, V., 1998. N-Düngung und Mineralstoffgehalt von Wiesenfutter. *Agrarforschung* 5 (3), 117–120.
- Resch R., Wiedner G., Buchgraber K., Kaufmann J. & Pötsch E., 2013. Bedeutung des Eisengehaltes als Indikator für die Futterverschmutzung von Grünlandfuttermitteln. ALVA-Jahresbericht 2013, 86–88.
- Schlegel P. & Bracher A., 2012. Evolution de la teneur en minéraux de pâturages intensifs. *ETH Schriftenreihe zur Tierernährung* 35, 194–197.
- Schlegel P., Wyss U., Arrigo Y. & Hess H.D., 2016. Mineral concentrations of fresh herbage from mixed grassland as influenced by botanical composition, harvest time and growth stage. *Animal Feed Science and Technology* 219, 226–233.
- Schlegel P., Amaudruz M. & Python P., 2017. Mineralstoffgehalt im Wiesenfutter in Abhängigkeit der Region und der Höhenlage. *Agrarforschung Schweiz* 8 (2), 56–61.
- Suttle N.F., 2010. Mineral Nutrition of Livestock. CABI, Oxfordshire, United Kingdom.
- Wyss, U. & Kessler, J., 2002. Bewirtschaftung beeinflusst Mineralstoffe im Gras. *Agrarforschung* 9 (7), 292–297.