

Mineralstoffgehalt im Wiesenfutter in Abhängigkeit der Region und der Höhenlage

Patrick Schlegel¹, Michel Amaudruz² und Pascal Python²

¹Agroscope, 1725 Posieux, Schweiz

²Agridea, 1006 Lausanne, Schweiz

Auskünfte: Patrick Schlegel, E-Mail: patrick.schlegel@agroscope.admin.ch



Die Mineralstoffgehalte von Wiesenfutter aus dem Mittelland und der Jurakette waren mit den Referenzwerten vergleichbar.

Einleitung

Wiesenfutter ist für Pflanzenfresser eine wichtige Mineralstoffquelle. Inwieweit sich der Mineralstoffbedarf der Tiere mit diesem Futter decken lässt, hängt vom jeweiligen Element ab. Zudem hängt der Gehalt dieser Elemente von zahlreichen Faktoren ab (Klima- und Bodenverhältnissen sowie der Bewirtschaftungsweise). Die Planung der Mineralstoffergänzung wird somit erschwert, insbesondere dann, wenn für eine effiziente Mineralstoffnutzung ein Überschuss vermieden werden

soll. Ein Mineralstoffüberschuss kann die Futterkosten erhöhen. Ebenfalls kann das Risiko eines Mangels an anderen Mineralstoffen, die durch Antagonismen hervorgerufen werden, erhöht werden (Suttle 2010). Er begünstigt auch die Mineralstoffanreicherung im Boden, wenn der Hofdünger auf Kulturen mit einem tieferen Mineralstoffbedarf ausgebracht wird (Öborn *et al.* 2008; Agroscope 2009; Meuli *et al.* 2014). Ein Überschuss von zugeführten Mineralstoffen wie P, Cu und Zn kann

folglich zu Wasserverschmutzung (Römken *et al.* 2008) und zu einer Beeinträchtigung der Mikrobenaktivität des Bodens (Giller *et al.* 1998, 2009) führen. Eine effiziente Mineralstoffergänzung erfordert somit gute Kenntnisse über die Mineralstoffgehalte der benutzten Grundfutter. Werden deren Mineralstoffgehalte auf einem landwirtschaftlichen Betrieb nicht analysiert, kann auf die Referenzwerte zurückgegriffen werden. Die Referenzwerte wurden nach Pflanzenbestand, Entwicklungsstadium, Aufwuchs und Konservierungsform für Mengenelemente aktualisiert und mit den Spurenelementen ergänzt. Diese aktualisierten Referenzwerte für Mineralstoffgehalte basieren auf Modellen (Schlegel *et al.* 2016) mit Analysewerten von Agroscope in Posieux. Zudem wird jeden Frühling in der Romandie und im Tessin eine Erhebung durchgeführt welche die Qualität der Abschätzung des Entwicklungsstadiums von Pflanzenbeständen verstärkt (Vuffray *et al.* 2016). Da die Mineralstoffgehalte von Wiesenfutter durch Klima- (Meisser *et al.* 2013) oder Bodenverhältnisse (Suttle 2010) beeinflusst werden können, sind die aktualisierten Referenzwerte auf einer breiteren geografischen Ebene zu überprüfen.

Das Ziel dieser Untersuchung bestand darin, die Mineralstoffgehalte eines vorgegebenen Wiesenfutters in Abhängigkeit seiner Herkunft (Region und Höhenlage) zu untersuchen und mit den aktualisierten Referenzwerten zu vergleichen.

Material und Methoden

In Zusammenarbeit mit den kantonalen landwirtschaftlichen Beratungsdiensten der Westschweiz und des Tessins wurden Proben von mehr als vier Jahre alten und mittelintensiv bewirtschafteten Natur- oder Kunstwiesen (Agroscope 2009) gezogen. Die Standorte wurden in der Romandie (Bezirke Delémont, Freibergen, Berner Jura, Waadtländer Jura, Gros-de-Vaud, Broye, Greyerz und Aigle) und im Tessin (Bezirke Blenio, Bellinzona, Locarno, Lugano und Mendrisio) gewählt und während zwei aufeinanderfolgenden Jahren beprobt. Die Beprobungsstandorte wurden in vier Regionen (Jura-kette, Mittelland, Alpennord- und Alpensüdseite) und drei Höhenlagen (<700, 700–1000, >1000 m) unterteilt. Bis auf das Mittelland, wo es keinen Standort über 1000 m Höhe gab, lagen in jeder Region Standorte in allen drei Höhenlagen. Die Grünfütter waren gemäss AGFF (2007) entweder ausgewogene Mischbestände oder gräserreiche Mischbestände ohne Dominanz von Raygras. Die Parzellen wurden ab Vegetationsbeginn alle sieben bis zehn Tage kontrolliert, um eine Beprobung im

Zusammenfassung Ziel dieser Arbeit war es, die Mineralstoffgehalte eines über seine Herkunft vordefinierten Wiesenfüttertyps zu untersuchen und diese Werte mit Referenzwerten zu vergleichen. Das Wiesenfutter stammte vom ersten Auswuchs, der Pflanzenbestand beinhaltete mindestens 50% Gräser, ohne Dominanz von Raygras und das Entwicklungsstadium entsprach für Knaulgras dem Beginn des Rispschiebens. Verschiedene Standorte aus halbintensiv geführten Wiesen wurden in der Romandie und im Tessin ausgewählt und in vier Regionen (Jura, Mittelland, Alpennord- und Alpensüdseite) und drei verschiedene Höhenlagen unterteilt (<700, 700–1000, >1000 m). Die Gehalte an P, K, und Se im Wiesenfutter waren zwischen den Regionen vergleichbar. Abgesehen vom Fe galt dies für alle Mineralstoffgehalte im Jura und im Mittelland. Die Wiesenfutter aus der Alpenkette wiesen die höchsten Gehalte an Mg, S, Co und Zn auf. Die Wiesenfutter von der Alpennordseite unterschieden sich von denjenigen der Alpensüdseite durch höhere Ca- und Cu-Gehalte sowie tiefere Zn-Gehalte. Die Höhenlage beeinflusste die Mineralstoffgehalte weniger deutlich als die Region. Einzig die Mg- und Na-Konzentrationen stiegen mit zunehmender Höhe, die K-Konzentrationen hingegen sanken. Die Mineralstoffgehalte im Mittelland und im Jura waren mit den Referenzwerten vergleichbar, die Werte der Alpenkette wiesen hingegen vor allem bei Ca, Mg, S, Cu und Zn Abweichungen auf.

festgelegten Wachstumsstadium zu gewährleisten. Die Beprobung erfolgte im ersten Aufwuchs beim Beginn des Rispschiebens von Knaulgras oder von dem dominierenden Gras. Die Proben wurden für die chemischen Analysen frisch oder tiefgefroren an Agroscope geliefert. Nach der Veraschung wurden die Mineralstoffgehalte mittels optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma bestimmt (ICP-OES, Optima 7300 DV Perkin-Elmer, Schwerzenbach, Schweiz). Nach Auflösung mit Salpetersäure in der Mikrowelle (Micro Wave Ultra Clave, MWS GmbH, Heerbrugg, Schweiz) wurden Co und Se in einem Graphitrohrföfen (GF-AAS Analyst 600 Perkin-Elmer, Schwerzenbach, Schweiz) durch Atomabsorptionsspektrometrie bestimmt. Die Bestimmungs-

grenze lag bei 0,12 g/kg für Ca, P, K und Mg, bei 0,05 g/kg für Na, bei 0,1 g/kg für S und Cl, bei 2,5 mg/kg für Cu, Fe, Mn und Zn, bei 0,1 mg/kg für Co und bei 0,025 mg/kg für Se. Waren die Duplikatsignale positiv, lagen aber unterhalb der Bestimmungsgrenze, so war der Mittelwert massgebend. War ein Duplikatsignal negativ, galt die Konzentration gleich Null.

Mit den Werten wurde eine Varianzanalyse mit anschliessendem Mittelwertvergleich durchgeführt. Die Auswertung erfolgte entweder nach Region oder nach Höhenlage. Das Jahr der Probennahme wurde als Kovariable eingeschlossen. Der Restfehler entspricht dem Mittelwert der beiden erzielten Werte.

Resultate und Diskussion

Eigenschaften der Wiesenfutter

Es wurden 21 Proben im Jura, 12 im Mittelland, 14 auf der Alpennordseite und 9 auf der Alpensüdseite genommen; <700 m Höhe wurden 20 Proben, in 700–1000 m Höhe 15 und in >1000 m Höhe 21 Proben genommen. Auf der Alpensüdseite wurden die Proben nur einmal im Jahr gezogen, daher die begrenzte Anzahl dieser Proben. Das Entwicklungsstadium war zwischen 2,5 und 3,5 (Ende Schossen bis Rispenschieben bei Knautgras oder beim dominierenden Gras) und das Datum

der Probennahme (Wochen 15 bis 22) korrelierte mit der Höhenlage oder der Wärmezone des Standorts. Der Pflanzenbestand der Proben aus dem Jura war grösstenteils gräserreich (85 %), aus dem Mittelland zur Hälfte gräserreich und zur Hälfte ausgewogen, aus der Alpennord- und Alpensüdseite grösstenteils ausgewogen (93 bzw. 90 %).

Die Gehalte an Rohprotein (RP), Rohfaser (RF) und Asche (RA) der Wiesenproben sind je nach Region und Höhenlage in der Tabelle 1 ersichtlich. Die Gehalte an RP (150 ± 28 g/kg TS) und RF (223 ± 30 g/kg TS) entsprechen Werten, die bei einem frischen ausgewogenen oder gräserreichen Wiesenfutter bei Beginn Rispenschieben zu erwarten sind (Agroscope 2016a). Das Futter aus dem Alpenraum wies höhere RP-Gehalte ($P < 0,001$) und tiefere RA-Gehalte ($P < 0,001$) auf als das Futter der anderen Regionen. Diese Differenzen entsprechen den erwarteten Unterschieden (Agroscope 2016a) zwischen Futter ausgewogener Mischbestände (Proben aus dem Alpenraum) und gräserreichen Beständen (Proben aus dem Jura und dem Mittelland).

Regionaler Einfluss auf die Mineralstoffgehalte

Die Gehalte an Mengen- und Spurenelementen im gemähten Futter werden je nach Region und Höhenlage in der Tabelle 1 dargestellt. Der K-Gehalt kann als Indika-

Tabelle 1 | Mineralstoffgehalt von definiertem Wiesenfutter nach Region und Höhe¹

	Region				Höhe (m)			P Wert ²		
	Jura	Mittelland	Alpen N	Alpen S	<700	700–1000	>1000	r.m.s.e.	Reg.	Alt.
RP ³	139 ^b	132 ^b	171 ^a	166 ^a	143	149	157	26	***	n.s.
RF ³	225 ^b	250 ^a	202 ^c	211 ^{bc}	234 ^x	224 ^{xy}	211 ^y	23	***	*
RA ³	76	74	78	76	80	74	75	10	n.s.	n.s.
Ca	6,3 ^{ab}	5,8 ^b	7,5 ^a	4,9 ^b	6,1	5,8	6,8	1,5	***	n.s.
P	3,4	3,1	3,3	3,0	3,2	3,2	3,4	0,6	n.s.	n.s.
Mg	1,8 ^b	1,7 ^b	2,3 ^a	2,3 ^a	1,8 ^y	2,0 ^{xy}	2,2 ^x	0,4	***	*
K	28,1	28,1	27,5	28,8	30,5 ^x	27,9 ^{xy}	25,9 ^y	5,1	n.s.	*
Na	0,39 ^a	0,35 ^{ab}	0,29 ^{ab}	0,08 ^b	0,21 ^y	0,26 ^x	0,43 ^x	0,2	*	*
Cl	5,6	5,4	5,6	4,0	5,5	5,0	5,3	2,0	n.s.	n.s.
S	1,7 ^b	1,7 ^b	2,0 ^a	2,1 ^a	1,7	1,9	1,9	0,3	***	n.s.
Cu	7,5 ^b	6,3 ^b	10,6 ^a	6,2 ^b	6,8 ^y	8,7 ^x	8,3 ^y	2,5	***	+
Co	0,05 ^b	0,03 ^b	0,06 ^{ab}	0,10 ^a	0,07 ^x	0,04 ^y	0,06 ^{xy}	0,04	**	*
Fe	121 ^b	70 ^c	85 ^{bc}	182 ^a	126	100	105	57	***	n.s.
Mn	51,7 ^b	75,7 ^{AB}	55,3 ^{AB}	85,5 ^A	58,9	74,2	59,4	37,3	+	n.s.
Zn	28,4 ^{bc}	23,9 ^c	32,6 ^b	45,7 ^a	27,6 ^y	36,8 ^x	30,8 ^y	8,8	***	*
Se	0,021	0,017	0,031	0,041	0,028	0,024	0,025	0,04	n.s.	n.s.

¹ Frisches Wiesenfutter aus mittelintensiver Nutzung, 1. Aufwuchs, gräserreicher und ausgewogener Pflanzenbestand ohne Dominanz von Raygras und Entwicklungsstadium Beginn des Rispenschiebens.

² r.m.s.e.: mittlerer quadratischer Fehler; ***: $P < 0,001$; **: $P < 0,01$; *: $P < 0,05$; +: $P < 0,10$; n.s.: $P > 0,10$.

³ RP: Rohprotein, RF: Rohfaser, RA: Rohasche

Tabelle 2 | Übereinstimmung der regionalen Mineralstoffgehalte eines definierten Wiesenfutters¹ mit den aktualisierten Referenzwerten.

	Referenzwert ²		Übereinstimmung der Regionen				Einschätzung der Abweichung
	Minimum	Maximum	Jura	Mittelland	Alpen N	Alpen S	
Ca	4,7	7,2	Ja	Ja	Unterschätzt	Ja	Relevant: Alpen N
P	3,2	3,5	Ja	Ja	Ja	Ja	–
Mg	1,3	1,7	Unterschätzt	Ja	Unterschätzt	Unterschätzt	Relevant: Alpen
K	25	29	Ja	Ja	Ja	Ja	–
Na	0,15	0,28	Unterschätzt	Ja	Ja	Ueberschätzt	Wenig relevant
S	1,5	1,7	Ja	Ja	Unterschätzt	Unterschätzt	Wenig relevant
Cu	5,5	7,4	Ja	Ja	Unterschätzt	Ja	Relevant: Alpen N
Co	0,01	0,09	Ja	Ja	Ja	Ja	–
Mn	76	96	Ueberschätzt	Ja	Ueberschätzt	Ja	Wenig relevant
Zn	23	25	Unterschätzt	Ja	Unterschätzt	Unterschätzt	Relevant: Alpen
Se	0,014	0,026	Ja	Ja	Unterschätzt	Unterschätzt	Wenig relevant

¹ Frisches Wiesenfutter aus mittelintensiver Nutzung, 1. Aufwuchs, gräserreicher und ausgewogener Pflanzenbestand ohne Dominanz von Raigras und Entwicklungsstadium Beginn des Rispschiebens.

² Modellwerte unter Berücksichtigung des Modellfehlers (Schlegel *et al.* 2016)

tor für die Nutzungsintensität der Wiesen gelten und der mittlere Gehalt lag bei 28 ± 5 g/kg TS, welche einer halbtensiven Nutzung entspricht (Agroscope 2009). Diese Situation ist mit den Heu/Emd Werten der «Dürrfutererquete» (Bössinger und Python 2012) vergleichbar. Unabhängig von der Region waren die P-, K-, Mn- und Se-Gehalte der Futter ähnlich ($P > 0,05$) und abgesehen vom Fe waren alle Gehalte im Jura und im Mittelland vergleichbar ($P > 0,05$). Bössinger und Python (2012) hatten ebenfalls zwischen den westschweizer Kantonen des Mittellandes und der Jurakette vergleichbare Werte im Heu/Emd. Die tiefen Se-Gehalte, welche in allen Regionen festgestellt wurden, entsprechen den von Stünzi (1989) erhobenen und vornehmlich aus dem Mittelland stammenden Werten. Das Futter aus der Alpenkette hatte im Vergleich zu den anderen Regionen höhere Gehalte ($P < 0,01$) an Ca (Alpennordseite), Mg, S, Co (Alpensüdseite), Cu (Alpennordseite) und Zn und eine halb so hoher Na-Gehalt ($P < 0,05$). Bössinger und Python (2012) fanden ebenfalls höhere Ca- und Mg-Gehalte im Heu/Emd der Kantone im Alpenraum. Da der S-Gehalt mit dem RP-Gehalt korreliert, lässt sich der höhere Gehalt im Alpenraum über den höheren RP-Gehalt erklären.

Einfluss der Höhenlage auf die Mineralstoffgehalte

Die Gehalte an Mg, K, Na, Co und Zn waren je nach Höhenlage unterschiedlich ($P < 0,05$). Die Mg- und Na-Gehalte stiegen mit zunehmender Höhe an, wogegen die K-Gehalte leicht sanken. Bössinger und Python (2012) haben mit steigender Höhenlage tiefere P- und K-Gehalte festgestellt. Dies könnte auch durch eine ab-

nehmende Nutzungsintensität und/oder eines späteren Wachstumsstadium von Heu aus höheren Lagen erklärt werden. Die Beobachtungen zu P, Mg und K von Kessler (1989) sind vergleichbar. Der mit zunehmender Höhe Ca-Anstieg (Kessler 1989; Bössinger und Python 2012) konnte in dieser Untersuchung nicht bestätigt werden. Gleichzeitig widerspricht der in der vorliegenden Studie beobachtete mit zunehmender Höhe ansteigende Na-Gehalt den Beobachtungen von Kessler (1989). Zwischen 700–1000 m waren die Co- und Zn-Gehalte am tiefsten.

Übereinstimmung mit den Referenzwerten für Mineralstoffe

Die im Mittelland erhobenen Mineralstoffgehalte (Mittelwert \pm Standardabweichung) bewegten sich im Minimal- bis Maximalbereich der Referenzwerte (Tab. 2). Diese Referenzwerte stammen aus den Modellen von Schlegel *et al.* (2016) für Grünfutter des 1. Aufwuchses, ausgewogener und gräserreicher Pflanzenbestand ohne Dominanz von Raygras und Entwicklungsstadium Beginn Rispschieben. Im Alpenraum sind die Mg-, S- und Zn-Gehalte durch die Referenzwerten unterschätzt und diese Abweichung kann als relevant betrachtet werden. Im nördlichen Alpenraum sind auch Ca und Cu durch die Referenzwerten unterschätzt. Folglich, bei der Mineralstoffoptimierung von Rationen mittels Referenzwerten, beinhalten diese Mineralstoffen Sicherheitsmargen im Alpenraum. Dennoch müssen die relativ hohen Cu-Gehalte des Futters in den Alpenregionen beachtet werden, da die Toleranzschwelle bei Schafen bei 15 mg/kg

TS liegt (Agroscope 2016b). Die höheren Mineralstoffgehalte im Alpenraum lassen sich mit dieser Studie nicht erklären. Manche Kräuterarten zeichnen sich durch sehr hohe Gehalte bestimmter Elemente aus (Stünzi 1989; Daccord *et al.* 2001) und ihr Vorkommen im Futter der Alpenregionen kann neben der Bodenbeschaffenheit zu den beobachteten Wirkungen führen. Die Berücksichtigung bestimmter Pflanzenarten und Bodenbeschaffenheiten übersteigt jedoch den angemessenen Aufwand, um Futter in der Schweiz zu klassifizieren. Die bei Na, Mn und Se beobachteten Abweichungen von den Referenzwerten werden nicht als relevant betrachtet, da die Na- und Se-Gehalte tief sind im Vergleich zu den für Wiederkäuer empfohlenen Mineralstoffmengen und die Reproduzierbarkeit der Modelle, die bei Na und Mn für die Referenzwerte verwendet wurden, relativ schwach war (Schlegel *et al.* 2016).

Schlussfolgerungen

Die vorliegende Studie hatte zum Ziel die auf die Mineralstoffgehalte bekannten Einflussgrößen wie Aufwuchs, Botanische Zusammensetzung, Wachstumsstadium und Nutzungsintensität zu eliminieren um den Einfluss von Herkunft (Region und Höhenlage) einzuschätzen. Abgesehen von Phosphor, Kalium, Mangan und Selen waren die Mineralstoffgehalte in den Alpenregionen höher als in der Jurakette und im Mittelland. Die Höhenlage beeinflusste die Mineralstoffgehalte weniger als die Region. Die aktualisierten Referenzwerte entsprechen den in der Jurakette und im Mittelland erzielten Werten. Folglich haben die Rationen im Alpenraum bezüglich Mineralstoffgehalten eine Sicherheitsmarge, da sie aufgrund der Optimierung mit Referenzwerten effektiv höhere Mineralstoffgehalte aufweisen. ■

Literatur

- AGFF, 2007. Bewertung von Wiesenfutter. Merkblatt n°3.
- Agroscope, 2009. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. *Agrarforschung* **16**, 1–100.
- Agroscope, 2016a. Futtermitteldatenbank. Zugang: www.feedbase.ch [01.11.16].
- Agroscope, 2016b. Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer. Zugang: www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/services/dienste/futtermittel/fuetterungsempfehlungen-wiederkaeuer.html [01.11.16].
- Bössinger M. & Python P., 2012. Faktoren mit Einfluss auf die Nähr- und Mineralstoffgehalte von belüftetem. *Agrarforschung Schweiz* **3** (1), 36–43
- Daccord R., Arrigo Y., Kessler J., Jeangros B., Scehovic J., Schubiger F.-X. & Lehmann J., 2001. Nährwert von Wiesenpflanzen. Gehalte an Ca, P, Mg und K. *Agrarforschung* **8** (7), 264–269.
- Giller K. E., Witter E. & McGrath S. P., 1998. Toxicity of heavy metals to microorganisms and microbial processes in agricultural soils: a review. *Soil Biol. Biochem.* **30**, 1389–1414.
- Giller K. E., Witter E. & McGrath S. P., 2009. Heavy metals and soil microbes. *Soil Biol. Biochem.* **41**, 2031–2037.
- Meuli R.G., Schwab P., Wächter D. & Ammann S., 2014. Nationale Bodenbeobachtung (NABO) 1985–2004. Zustand und Veränderungen der anorganischen Schadstoffe und Bodenbegleitparameter. Bundesamt für Umwelt, Bern. *Umwelt-Wissen* Nr. **1409**
- Kessler J., 1989. Mineralstoffgehalt von Wiesenfutter: Zusammenfassende Ergebnisse. *Landwirtschaft Schweiz* **2**, 523–526.
- Meisser M., Deléglise C., Mosimann E., Signarbieux C., Mills R., Schlegel P., Buttler A. & Jeangros B., 2013. Auswirkungen einer ausgeprägten Sommertrockenperiode auf eine montane Dauerweide im Jura. *Agrarforschung Schweiz* **4** (11–12), 476–483.
- Öborn I., Bengtsson H., Gustafson G. M., Holmqvist J., Modin-Edman A.–K., Nilsson S. I., Salomon E., Sverdrup H. & Jonsson S., 2008. Farm-scale nutrient and trace element dynamics in dairy farming. *In: Trace elements in animal production systems.* (Eds. P. Schlegel, S. Durosoy, A. W. Jongbloed), Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, pp. 89–100.
- Römkens, P.F.A.M., Moolenaar, S.W., Groenenberg, J.E., Bonten, L.T.C. & de Vries, W., 2008. Copper and zinc (additives): an essential burden? *In: Trace elements in animal production systems.* (Eds. P. Schlegel, S. Durosoy, A. W. Jongbloed). Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, pp. 115–136.
- 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.
- Stünzi H., 1989. Selenmangel? Untersuchungen zum Selenstatus des Wiesenfutters. *Landwirtschaft Schweiz* **2**, 437–441.
- Suttle N.F., 2010. Mineral Nutrition of Livestock. 4th Edition. CAB International, Oxfordshire, United Kingdom.
- Vuffray Z., Deléglise C., Amaudruz M., Jeangros B., Mosimann E. & Meisser M., 2016. Phänologische Entwicklung von Mähwiesen – 21 Beobachtungsjahre. *Agrarforschung Schweiz* **7** (7–8), 322–329

Riassunto**Tenore di minerali nell'erba in funzione della provenienza (regione e dell'altitudine)**

L'obiettivo di questo studio era di valutare i tenori di minerali di un tipo di erba predefinito in funzione della provenienza e di confrontarli con i valori di riferimento. L'erba fresca del primo taglio stagionale era composta da una popolazione con almeno 50% di graminacee, senza la predominanza di loglio e il suo stadio di sviluppo corrispondeva all'inizio della spigatura della dattile raggiunta al primo ciclo di vegetazione. Diversi luoghi sfruttati in modo semi intensivo in Svizzera romanda e in Ticino sono stati selezionati e classificati in quattro regioni (Giura, Altipiano, Nord delle Alpi, Sud delle Alpi) e in tre classi di altitudine (<700, 700–1000, >1000 m s.l.m.). Le concentrazioni di P, K e Se nell'erba erano simili in tutte le regioni e le concentrazioni di minerali, ad eccezione del Fe, erano tutte simili tra il Giura e l'Altipiano. L'erba proveniente dalla catena alpina attestava concentrazioni di Mg, S, Co e Zn più elevate. I campioni di erba prelevati al Nord delle Alpi avevano un tenore superiore di Ca e Cu e inferiore di Zn rispetto al Sud delle Alpi. L'altitudine è risultata avere un impatto inferiore rispetto alle regioni. Solamente le concentrazioni di Mg e Na aumentavano con l'altitudine, mentre quelle di K diminuivano. I tenori di minerali ottenuti sull'Altipiano centrale e nel Giura erano compatibili con i valori di riferimento, mentre quelli dell'arco alpino erano divergenti, soprattutto per Ca, Mg, S, Cu e Zn.

Summary**Mineral content of herbage according to its origin (region and altitude)**

The aim of this paper was to study the mineral contents of a predefined herbage according to its origin, and to compare them with reference values. The fresh herbage from the first seasonal harvest consisted of mixed a populations with, at least, 50% gramineae, without ryegrass dominance and their growth stage was at begin of heading of orchard grass. Various semi intensively managed sites were selected in western Switzerland and in Ticino and classified into four regions (Jura, Central Plateau, Northern Alps and Southern Alps) as well as into three altitude classes (<700, 700–1000, >1000 m a.s.l.). Concentrations of P, K and Se were comparable between regions and all mineral concentrations except Fe were similar between Jura and Central Plateau. Herbage from the Alps presented the highest Mg, S, Co and Zn concentrations and the herbage from the northern Alps was characterised by higher Ca and Cu and lower Zn concentrations than from the southern Alps. The class of altitude had less impact on mineral contents than the region. Only concentrations of Mg and Na increased with altitude, whilst those of K decreased in parallel. Whereas the mineral contents obtained on the Central Plateau and in Jura were compatible with the reference values, those in the Alps differed, mainly for Ca, Mg, S, Cu and Zn.

Key words: herbage, mineral, trace element, altitude, region.