

Serie Systemvergleich Hohenrain II

Nährstoff- und Mineralstoffgehalte der konservierten Futtermittel

Ueli Wyss¹, Patrick Schlegel¹, Hansjörg Frey², Franziska Akert^{3,4}, Ester Mulser³ und Beat Reidy³

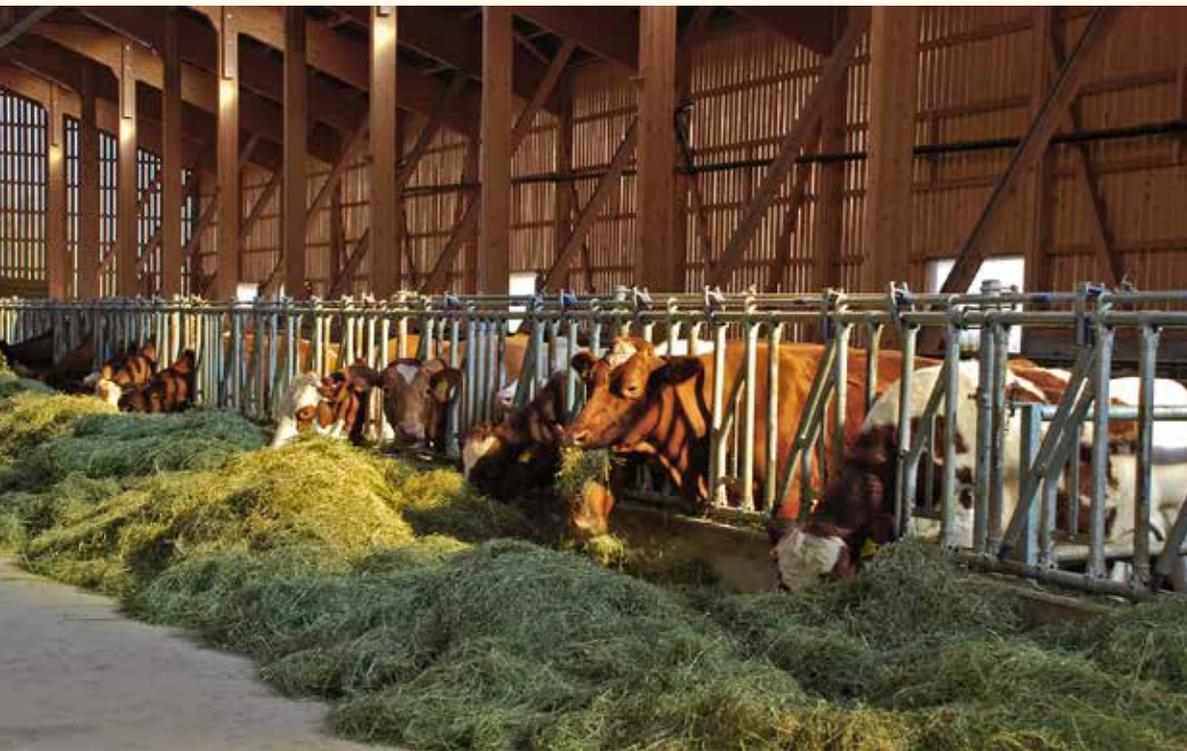
¹Agroscope, 1725 Posieux, Schweiz

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

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

⁴Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 8092 Zürich, Schweiz

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



Bei den belüfteten Dürrfutterproben von den Pilotbetrieben entsprachen die Nährstoffe, Nährwerte und Mineralstoffe im Wesentlichen den Resultaten der Raufutter-Enquête. (Foto: Franziska Akert, HAFL und ETHZ)

Einleitung

Im Projekt Hohenrain II wurden von 2014 bis 2016 drei Milchproduktionssysteme mit Verfütterung von frischem Wiesenfutter (Eingrasen) während der Vegetationsperiode untersucht (Ineichen *et al.* 2018). Neben dem Gutsbetrieb in Hohenrain waren auch 38 Pilotbetriebe, verteilt auf drei Regionen in der Schweiz, am Projekt beteiligt.

Im Projekt standen Fragen zum Eingrasen in Kombination mit der Weide im Vordergrund. Um Aussagen zur Qualität des konservierten Wiesenfutters machen zu können, wurde im Projekt auch die für die Winterfütterung zubereiteten Futterkonserven analysiert. Dabei stand die Frage im Vordergrund, ob sich in Bezug auf die Nährstoffe und Nährwerte des konservierten Futters

(Dürrfutter, Grassilage und Trockengras) Unterschiede zwischen den Versuchsjahren und Regionen ergaben. Während des Anwelkens und der Silierung von Wiesenfutter findet ein Proteinabbau und eine Umlagerung bei den Rohproteinfraktionen statt (Hoedtke *et al.* 2000). Inwieweit der Proteinabbau auch bei der Dürrfutterbereitung eine Rolle spielt, sollte zusätzlich an einem Teil des vorliegenden Materials untersucht werden.

Material und Methoden

Für das Projekt wurden insgesamt 38 Pilotbetriebe, verteilt auf drei Regionen im schweizerischen Mittelland, ausgewählt beim Projekt Systemvergleich Hohenrain II mitzumachen. Sie entsprachen den Kriterien der drei Milchproduktionssysteme Vollweide (VW) beziehungsweise Verfütterung von frischem Gras im Stall mit Teilweide ergänzt mit zwei unterschiedlichen Kraftfuttermitteln (EGKF und EGKFplus) (Ineichen *et al.* 2018). Die Betriebe mit Eingrasen und hohen Kraftfuttermitteln produzierten ausschliesslich Käsereimilch und verfütterten keine Silagen. Bei den anderen zwei Systemen produzierte nur rund die Hälfte der Betriebe silofreie Milch. Während der dreijährigen Versuchsdauer stiegen zwei Betriebe aus dem Projekt aus. Von den restlichen 36 Betrieben hatten 31 Betriebe eine Heubelüftung. Von denjenigen Betrieben, die keine Heubelüftung hatten, gehörten drei Betriebe der Vollweidegruppe und je ein Betrieb den Systemen EGKF und EGKFplus an.

Im Spätherbst beziehungsweise Anfang Winter 2013/2014 bis 2015/2016 wurden die Betriebe besucht und Proben vom konservierten Futter gezogen. Entweder handelte es sich um Heu- beziehungsweise Emdproben oder um Mischproben aus Heu und Emd. Gleichzeitig wurden auch auf dem Gutsbetrieb des Berufsbildungszentrums Natur und Ernährung (BBZN) in Hohenrain (620m ü. M.), Kanton Luzern, Proben vom konservierten Futter gezogen. Die Trockensubstanz (TS)-Bestimmung der Silageproben erfolgte an der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) in Zollikofen. Anschliessend wurden die Proben bei Agroscope auf 1 mm (Brabender, Duisburg, Deutschland) gemahlen und mit NIRS die Nährstoffe (Rohasche, Rohprotein, Rohfaser, ADF, NDF und Zucker) bestimmt (Ampuero Kargten und Wyss 2014). Die Energie- (NEL) und Proteingehalte (APDE und APDN) wurden mit den Regressionen für unbekannte botanische Zusammensetzung berechnet (Agroscope 2018a). Zusätzlich wurden bei einem Teil der Proben nach der Veraschung die Mengen- und Spurenelemente Kalzium (Ca), Phosphor (P), Magnesium (Mg), Kalium (K), Natrium

Zusammenfassung

Im Projekt Hohenrain II wurden von 2014 bis 2016 drei Milchproduktionssysteme mit Verfütterung von frischem Wiesenfutter während der Vegetationsperiode untersucht. Von den Erntejahren 2013 bis 2015 wurden vom konservierten Futter (Dürrfutter, Grassilage und Trockengras) die Inhaltsstoffe analysiert. Zusätzlich wurden vom Erntejahr 2015 in den Dürrfutter- und Grassilageproben die Rohproteinfraktionen bestimmt. Neben den Proben des Gutsbetriebes in Hohenrain wurden auch Proben der 38 Pilotbetriebe, verteilt auf drei Regionen in der Schweiz, in der Untersuchung analysiert. Beim Dürrfutter entsprechen die durchschnittlichen Gehalte von den Pilotbetrieben den Werten, die jährlich in der Raufutter-Enquête publiziert wurden. Bei den Silagen fielen insbesondere die NEL-Gehalte der Pilotbetriebe leicht tiefer aus. Das Jahr, beziehungsweise die Region, hatte nur bei einigen Nährstoffen einen Einfluss auf deren Gehalt. Bei den Nährwerten konnten keine Unterschiede festgestellt werden. Proben des analysierten Trockengrases wiesen teilweise sehr hohe Rohaschegehalte und entsprechend tiefe NEL-Gehalte auf. Bei den Rohproteinfraktionen ergaben sich Unterschiede zwischen den Dürrfutter- und Silageproben, wobei bei den Silagen insbesondere die Nicht-Protein-Stickstoff-Fraktion höher ausfiel.

Tab. 1 | Nährstoff- und Nährwertgehalte von belüftetem Dürrfutter in Abhängigkeit des Jahres und der Region.

		Jahr			Region			RMSE	Signifikanz		
		2013	2014	2015	West	Mitte	Ost		Jahr	Region	J × R
Anzahl	n	42	39	62	39	55	49				
Rohasche	g/kg TS	89	99	92	91	94	95	12,1	<0,001	n.s.	n.s.
Rohprotein	g/kg TS	123	134	129	130	127	130	27,3	n.s.	n.s.	n.s.
Rohfaser	g/kg TS	271	262	269	277	265	261	26,1	n.s.	<0,05	n.s.
ADF	g/kg TS	304	297	305	315	300	290	25,3	n.s.	<0,001	n.s.
NDF	g/kg TS	505	475	499	504	495	481	44,5	<0,01	n.s.	n.s.
Zucker	g/kg TS	110	117	118	112	115	119	14,9	n.s.	<0,05	n.s.
NEL	MJ/kg TS	5,3	5,3	5,3	5,2	5,3	5,3	0,29	n.s.	n.s.	n.s.
APDE	g/kg TS	84	87	85	85	85	86	7,6	n.s.	n.s.	n.s.
APDN	g/kg TS	78	85	82	82	80	82	17,8	n.s.	n.s.	n.s.

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

TS: Trockensubstanz; ADF: Lignozellulose; NDF: Zellwände; Zucker: ethanollösliche Kohlenhydrate; NEL: Netto-Energie Milch;

APDE: aborrierbares Protein im Darm, das auf Grund der verfügbaren Energiemenge aufgebaut werden kann;

APDN: aborrierbares Protein im Darm, das auf Grund des abgebauten Rohproteins aufgebaut werden kann

Tab. 2 | Nährstoff- und Nährwertgehalte von den untersuchten Grassilagen in Abhängigkeit des Jahres und der Region

		Jahr			Region			RMSE	Signifikanz		
		2013	2014	2015	West	Mitte	Ost		Jahr	Region	J × R
Anzahl	n	10	12	22	14	26	4				
TS-Gehalt	%	32,1	39,5	38,5	30,4	38,0	41,7	7,29	n.s.	<0,01	n.s.
Rohasche	g/kg TS	112	109	102	106	116	101	17,2	n.s.	n.s.	n.s.
Rohprotein	g/kg TS	147	157	148	151	150	151	34,7	n.s.	n.s.	n.s.
Rohfaser	g/kg TS	272	264	262	269	259	271	37,6	n.s.	n.s.	n.s.
ADF	g/kg TS	314	294	291	299	292	308	40,5	n.s.	n.s.	n.s.
NDF	g/kg TS	475	447	454	460	457	460	57,1	n.s.	n.s.	n.s.
Zucker	g/kg TS	34	69	82	47	71	68	35,1	<0,05	n.s.	n.s.
NEL	MJ/kg TS	5,4	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	9,45	n.s.	n.s.	n.s.
APDE	g/kg TS	74	76	76	74	75	77	6,1	n.s.	n.s.	n.s.
APDN	g/kg TS	93	98	93	95	94	95	21,5	n.s.	n.s.	n.s.

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

TS: Trockensubstanz; ADF: Lignozellulose; NDF: Zellwände; Zucker: ethanollösliche Kohlenhydrate; NEL: Netto-Energie Milch;

APDE: aborrierbares Protein im Darm, das auf Grund der verfügbaren Energiemenge aufgebaut werden kann;

APDN: aborrierbares Protein im Darm, das auf Grund des abgebauten Rohproteins aufgebaut werden kann.

(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.

Von den Dürrfutter- und Grassilageproben vom Erntejahr 2015 wurden gemäss Licitra *et al.* (1996) im kommerziellen Labor LKS (Landwirtschaftliche Kommunikations- und Servicegesellschaft mbH LKS, 09577 Niederwies, Deutschland) fünf Rohproteinfraktionen bestimmt. Der Nicht-Protein-Stickstoff (NPN) wird als Fraktion A bezeichnet und ist für das Tier sofort und vollständig verfügbar. Das Reineiweiss wird in drei Kategorien unter-

teilt, die sich durch eine schnelle (B1), mittlere (B2) und langsame (B3) ruminale Abbaubarkeit unterscheiden. Die Fraktion C entspricht der in saurer Detergentienlösung unlöslichen Fraktion des Rohproteins und gilt als unverdaulich (Hoedtke *et al.* 2012).

Bei den Nährstoffen und Nährwerten wurde eine Varianzanalyse (Systat 13) mit den Faktoren Jahr und Region durchgeführt. Beim Trockengras wurden die Interaktionen zwischen den beiden Faktoren nicht im Modell berücksichtigt und bei den Mineralstoffgehalten wurde eine deskriptive Statistik durchgeführt, da in einigen Jahren beziehungsweise Regionen nur wenige Daten

Tab. 3 | Nährstoff- und Energiegehalte von den untersuchten Trockengrasproben in Abhängigkeit des Jahres und der Region

		Jahr			Region			RMSE	Signifikanz	
		2013	2014	2015	West	Mitte	Ost		Jahr	Region
Anzahl	n	6	8	7	7	12	2			
Rohasche	g/kg TS	205	151	120	108	193	175	90,2	n.s.	n.s.
Rohprotein	g/kg TS	139	160	155	142	168	145	24,5	n.s.	n.s.
Rohfaser	g/kg TS	230	266	237	264	191	278	48,7	n.s.	<0,05
ADF	g/kg TS	260	296	274	280	240	310	42,0	n.s.	n.s.
NDF	g/kg TS	399	428	458	442	384	460	50,4	n.s.	<0,05
Zucker	g/kg TS	77	58	84	102	62	54	37,1	n.s.	n.s.
NEL	MJ/kg TS	4,4	4,7	5,0	4,8	4,9	4,3	0,70	n.s.	n.s.
APDE	g/kg TS	81	89	92	87	93	82	11,6	n.s.	n.s.
APDN	g/kg TS	89	103	100	91	109	93	16,4	n.s.	n.s.

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

TS: Trockensubstanz; ADF: Lignozellulose; NDF: Zellwände; Zucker: ethanollösliche Kohlenhydrate; NEL: Netto-Energie Milch;

APDE: aborbierbares Protein im Darm, das auf Grund der verfügbaren Energiemenge aufgebaut werden kann;

APDN: aborbierbares Protein im Darm, das auf Grund des abgebauten Rohproteins aufgebaut werden kann

Tab. 4 | Mineralstoffgehalte im Dürrfutter, in den Grassilagen und im Trockengras

		Dürrfutter		Grassilage		Trockengras	
		Ø	s	Ø	s	Ø	s
Anzahl	n	92		26		13	
Ca	g/kg TS	6,4	1,8	6,8	1,9	7,4	2,6
P	g/kg TS	3,3	0,6	3,7	0,7	4,1	0,7
Mg	g/kg TS	1,9	0,5	2,0	0,5	2,1	0,5
K	g/kg TS	28	5	32	5	34	7
Na	g/kg TS	0,29	0,15	0,30	0,21	0,43	0,23
Cu	mg/kg TS	7,5	1,9	7,6	2,2	9,1	1,8
Fe	mg/kg TS	453	370	512	501	770	757
Mn	mg/kg TS	66	29	81	36	87	54
Zn	mg/kg TS	25	5	24	7	28	6

Ø: Durchschnitt; s: Standardabweichung; TS: Trockensubstanz

verfügbar waren. Bei den Rohroteinfractionen wurde der Einfluss der Konservierungsart (Silage oder Dürrfutter) mit Hilfe einer Varianzanalyse (Systat 13) untersucht.

Resultate und Diskussion

Dürrfutter entspricht dem schweizerischen Durchschnitt

Die Werte für das belüftete Dürrfutter variierten sehr stark zwischen den verschiedenen Proben. Im Durchschnitt lagen die Werte der Pilotbetriebe im ähnlichen Bereich wie die Werte vom Gutsbetrieb in Hohenrain

und auch wie die Daten der jährlich durchgeführten Raufutter-Enquête (Agroscope 2018b).

Die NEL-Gehalte des Dürrfutters betragen in den drei Jahren 2013 bis 2015 im Durchschnitt jeweils 5,3 MJ/kg TS (Tab. 1). Obwohl die Witterungsbedingungen von Jahr zu Jahr ziemlich unterschiedlich waren, konnte kein Jahreseffekt festgestellt werden. Auch bei den Daten aus der Raufutter-Enquête war der Jahreseinfluss nur sehr gering (Agroscope 2018b).

Bei den unterschiedlichen Regionen zeigten sich statistisch gesicherte Unterschiede beim Rohfaser-, ADF- und Zuckergehalt. Nach Boessinger *et al.* (2012) haben in der



Abb. 1 | Die Kenntnisse und die Erfahrung der Betriebsleiter haben einen grossen Einfluss auf die Qualität der Futterkonserven.
(Foto: Ueli Wyss, Agroscope)

Schweiz die Region und die Höhenlage einen Einfluss auf die Nährstoffe des Dürrfutters, wobei in der zitierten Studie meist in Proben aus der Region Ost-Schweiz höhere Gehalte vorgefunden werden.

Grassilagen: leicht höhere Nährwerte als im Dürrfutter

Im Gegensatz zum Dürrfutter wurden weniger Grassilageproben analysiert, da nicht alle Betriebe Silage einsetzten. Im Mittel betrug der TS-Gehalt 37 %. Im Vergleich zum Dürrfutter waren in den Silagen die Rohproteingehalte höher und Rohfasergehalte tiefer. Infolge der Milchsäuregärung fiel auch der Zuckergehalt deutlich ab. Dementsprechend war der NEL-Gehalt um 0,2 MJ/kg TS höher als beim Dürrfutter (Tab. 2). Dies weist darauf hin, dass das Futter in einem früheren Nutzungsstadium gemäht wurde. Die Rohaschegehalte waren in den Silagen leicht höher als im Dürrfutter. Insbesondere bei nassen Silagen bleiben die erdigen Verunreinigungen, die auch mit der Rohasche erfasst werden, besser kleben. Alle Nährstoffe lagen bei den Silageproben vom Gutsbetrieb in Hohenrain in einem ähnlichen Bereich. Mit Ausnahme beim Zuckergehalt bestanden zwischen den drei Jahren und den drei Regionen bei den Silagen keine Unterschiede bei den Nährstoffgehalten und Nährwerten. Die NEL-Gehalte der Silagen beliefen sich im Mittel der untersuchten Jahre und der Regionen auf 5,5 MJ/kg TS. Die Daten der Raufutter-Enquête (Agroscope 2018b) wiesen mit 5,7 MJ NEL pro kg

TS einen höheren Energiegehalt auf. Dies bedeutet, dass bei den erhobenen Grassilagen offensichtlich noch Verbesserungspotenzial vorhanden gewesen wäre.

Einfluss der Betriebsführung

Betrachtet man die NEL-Werte der einzelnen Betriebe, so fällt auf, dass beim Dürrfutter die Betriebe mit den 25 % höchsten NEL-Gehalten von 2015 (Basis) auch 2014 im Durchschnitt die höchsten Werte aufwiesen. Die gleiche Feststellung wurde auch bei den Grassilagen gemacht. Dies zeigt, dass offensichtlich die Kenntnisse und die Erfahrung der Betriebsleiter im Zusammenhang mit der Futterkonservierung einen wesentlichen Faktor für die erzielte Qualität der Futterkonserven darstellen (Abb. 1).

Trockengras mit sehr tiefen Energiegehalten

Trockengras wurde primär auf Betrieben mit Käse- und Milchverarbeitung verfrachtet, die keine Silage herstellen durften. Die analysierten Trockengrasproben (Tab. 3) wiesen im Mittel höhere Rohproteingehalte und tiefere Fasergehalte auf als die untersuchten Silagen und Dürrfutter. Allerdings waren die Rohaschegehalte teilweise sehr hoch und führten zu dementsprechend niedrigen NEL-Gehalten von durchschnittlich 4,9 MJ NEL pro kg TS. Bei einzelnen Proben führte aber auch der hohe Fasergehalt zu den tiefen NEL-Gehalten.

Mit Ausnahme der Rohfaser- und NDF-Gehalte waren die Nährstoffe und Nährwerte von Trockengras zwi-

schen den Jahren und Regionen vergleichbar. Die höchsten Rohaschegehalte wurden 2013 bestimmt und lagen im Mittel der Folgejahre tiefer. Die Herstellung von Trockengras ist ein energieaufwändiges und teures Konservierungsverfahren. Es macht ökonomisch nur Sinn, wenn qualitativ hochwertiges Trockengras hergestellt wird. Die geringe Qualität einzelner Proben und die im Mittel sehr geringe Energiegehalte weisen darauf hin, dass auf den Betrieben diesbezüglich noch grosses Optimierungspotenzial besteht.

Variation bei den Mineralstoffen

Die Mineralstoffgehalte variierten sehr stark zwischen den einzelnen Proben. Der Mineralstoffgehalt wird durch zahlreiche Faktoren beeinflusst. So spielen die botanische Zusammensetzung, der Erntetermin beziehungsweise Nutzungsstadium und der Aufwuchs eine entscheidende Rolle (Daccord *et al.* 2001; Schlegel *et al.* 2016).

Die untersuchten Mineralstoffe in den Silagen und im Trockengras waren im Durchschnitt leicht höher als im Dürrfutter (Tab. 4), was einerseits auf das frühere Nutzungsstadium bei der Silage- und Trockengrasbereitung zurückzuführen ist. Andererseits dürften bei den Silagen der Gärprozess und der Zuckerabbau, der zu einer relativen Zunahme der übrigen Inhaltsstoffe, wie auch der Mineralstoffe, geführt hat, auch eine Rolle gespielt haben. Die gleiche Feststellung wurde auch von Arrigo (2007), insbesondere bei Silagen mit rund 30 % TS, gemacht. Beim Trockengras könnte der Effekt, dass weniger Blätter infolge von Bröckelverlusten verlorengegangen sind, das Ergebnis beeinflusst haben.

Alle untersuchten Mineralstoffe, mit Ausnahme des Mg-Gehaltes, waren in den Grassilagen höher als im Dürrfutter, was auch aus den Daten aus der Raufutter-Enquête (Agroscope 2018b) ersichtlich ist. Insbesondere die Fe-Gehalte schwankten in den konservierten Futterproben stark. Die hohen und stark schwankenden Fe-Gehalte können im Zusammenhang mit erdigen Verunreinigungen gesehen werden, welche bei der Analyse mit dem Rohaschegehalt miterfasst werden. Zwischen dem Rohaschegehalt und dem Fe-Gehalt betragen die Korrelationen beim Dürrfutter, Grassilage und Trockengras 0,33, 0,55 und 0,58. Noch höhere Korrelationen wurden beim Weidegras und eingegrastem Futter gefunden (Wyss *et al.* 2018).

Rohproteinfraktionen durch Silagezubereitung beeinflusst

Zwischen den Dürrfutter- und Silageproben konnten bei den Rohproteinfraktionen A, B2, B3 und C statistisch gesicherte Unterschiede festgestellt werden (Abb. 2). Im Vergleich zum Dürrfutter war insbesondere die Rohproteinfraktion A (NPN-Stickstoff) in den Silagen deutlich höher. Während für die Fraktion B1 kein Unterschied bestand, waren die Fraktionen B2, B3 und C in den Silagen signifikant tiefer als im Dürrfutter. Ähnliche Veränderungen durch die Silage- und Dürrfutterbereitung wurden in der Untersuchung von Wyss (2018) festgestellt. Ein hoher Anteil der Rohproteinfraktion A in Silagen weist darauf hin, dass das Protein während des Silierprozesses durch die Proteolyse beziehungsweise proteolytische Enzyme abgebaut wurde (Kofahl 2009).

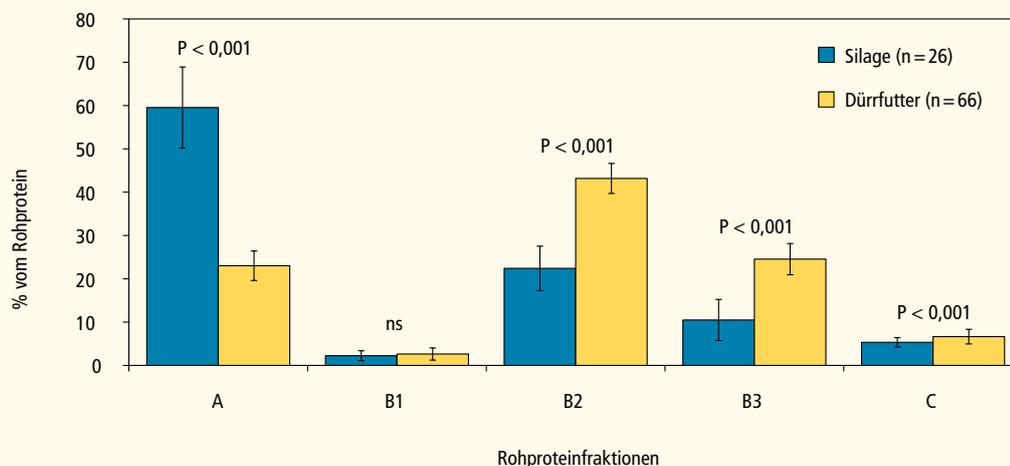


Abb. 2 | Rohproteinfraktionen in den Grassilagen und im Dürrfutter von den Pilotbetrieben aus dem Erntejahr 2015. A: Nicht-Protein-Stickstoff, B1, B2 und B3: Fraktionen mit schneller, mittlerer und langsamer Abbaubarkeit; C nicht lösliche und nicht verdauliche Fraktion

Schlussfolgerungen

- Bei den belüfteten Dürrfutterproben von den Pilotbetrieben entsprachen die Nährstoffe, Nährwerte und Mineralstoffe im Wesentlichen den Resultaten der Raufutter-Enquête. Zwischen den drei Jahren gab es keine Unterschiede. Bei den Regionen gab es nur vereinzelt Unterschiede.
- Für die Grassilagen lagen die NEL-Gehalte, leicht unter den Resultaten der Raufutter-Enquête. Hier würde es für die Betriebe noch Verbesserungspotential geben. Mit Ausnahme beim Zuckergehalt bestanden zwischen den drei Jahren und den drei Regionen keine Unterschiede bei den Nährstoffgehalten und Nährwerten.
- Die Trockengrasproben schnitten in dieser Untersuchung sehr schlecht ab. Die Betriebsleiter müssten sich genau überlegen, ob es sinnvoll ist, Trockengras herzustellen.
- Insgesamt zeigte sich, dass die Kenntnisse und die Erfahrung der Betriebsleiter im Zusammenhang mit der Futtermittelkonservierung einen grossen Einfluss auf die Qualität der Futtermittelkonserven haben. ■

Literatur

- Agroscope, 2018a. Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer. Zugang: www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/services/dienste/futtermittel/fuetterungsempfehlungen-wiederkaeuer.html, [05.03.2018].
- Agroscope, 2018b. Schweizerische Futtermitteldatenbank. Zugang: www.feedbase.ch; [05.03.2018].
- Ampuero Kargten S. & Wyss U., 2014. Futtermittel im Nah-Infrarotlicht (NIRS), *Agrarforschung Schweiz* 5 (05), 204–211.
- Arrigo Y., 2007. Verdaulichkeit und Mineralstoffgehalte von konserviertem Futter. *Agrarforschung* 14 (8), 370–375.
- Boessinger M. & Python P., 2012. Faktoren mit Einfluss auf die Nähr- und Mineralstoffgehalte von belüftetem Dürrfutter. *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: Gehalt an Ca, P, Mg und K. *Agrarforschung* 8 (7), 264–269.
- Hoedtke S., Gabel M. & Zeyner A., 2010. Der Proteinabbau im Futter während der Silierung und Veränderungen in der Zusammensetzung der Rohproteinfraktion. *Übersichten Tierernährung* 38, 157–179.
- Ineichen S., Akert F., Frey H.J., Wyss U., Hofstetter P., Schmid H. & Reidy B., 2018. Systemvergleich Hohenrain II: Versuchsbeschreibung und Qualität des frischen Wiesenfutters. *Agrarforschung Schweiz* 9 (4), 112–119.
- Kofahl A., 2009. Methodische Untersuchungen zur Beurteilung der proteolytischen Aktivität, der Proteolyse und der Desmolyse bei der Silierung eiweissreicher Grünfütterleguminosen. Dissertation Universität Rostock, 274 S.
- Licitra G., Hernandez T.M. & Van Soest P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 57, 347–358.
- 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.
- Wyss U., 2018. Influence of silage or hay making on different protein fractions. Proceedings of the 27th General Meeting of European Grassland Federation, Cork, Ireland. In Press.
- Wyss U., Schlegel P., Frey H.J. & Reidy B., 2018. Serie Systemvergleich Hohenrain II: Mineralstoffgehalte im Wiesenfutter. *Agrarforschung Schweiz* 9 (4), 120–125.

Riassunto**Serie Confronto dei sistemi Hohenrain II: Tenori di nutritivi e minerali in foraggi conservati**

Nel quadro del progetto Hohenrain II, tra il 2014 e il 2016 sono stati studiati tre sistemi di produzione lattiera con foraggio da pascolo fresco durante il periodo di vegetazione. Degli anni di raccolta tra il 2013 e il 2015 sono stati analizzati i tenori delle sostanze nutritive e dei minerali in campioni di foraggio conservato (foraggio, insilato d'erba ed erba secca). Per il raccolto del 2015 sono state inoltre determinate le frazioni proteiche nei campioni di foraggio e di insilato d'erba. Oltre ai campioni provenienti dall'azienda di Hohenrain, sono anche stati analizzati i campioni di 38 aziende pilota distribuite nelle tre regioni svizzere. Per quanto riguarda il foraggio, i tenori medi delle aziende pilota corrispondevano ai valori pubblicati annualmente nell'«Inchiesta sui foraggi secchi». Per quanto concerne gli insilati, in particolare i tenori di NEL si sono attestati a valori leggermente più bassi nelle aziende pilota. L'anno oppure la regione avevano un influsso significativo sul tenore solamente per determinati nutrienti. Sul piano dei valori nutrizionali non sono state attestate differenze. I campioni di erba secca analizzati hanno in parte dimostrato valori di ceneri grezze molto elevati e rispettivamente tenori di NEL bassi. Per quanto concerne le frazioni proteiche, sono state rilevate differenze confermate statisticamente tra i campioni di foraggio e di insilato d'erba. Negli insilati, in particolare, era più elevata la frazione azotata non proteica.

Summary**System comparison Hohenrain II: Nutrient and mineral content of conserved forage**

From 2014 to 2016, the Hohenrain II Project compared three different grassland-based milk production systems with either full grazing, or with partial grazing with indoor feeding of fresh herbage and reduced or increased concentrate supplementation. From 2013 to 2015, the nutrient and mineral content of the conserved forage (hay, grass silage and artificially dried herbage) from 38 pilot farms spread across three Swiss regions were investigated. In addition, crude protein fractions of the silage and hay were determined for the year 2015. In the case of hay, average contents for the pilot farms corresponded to the values published annually in the forage survey. For the silages, the NEL content of the roughage from the pilot farms in particular was slightly lower in comparison to the forage survey. Year or region only influenced content in the case of certain nutrients. No differences were found for the nutritional values. Some of the artificially-dried herbage samples contained very high levels of ash, and thus low NEL levels. In terms of the crude protein fractions, differences were found between the hay and silage samples, with the fraction A in particular – the non-protein nitrogen fraction – being higher in the silage than in the hay.

Key words: grass silage, hay, artificially dried herbage, nutrient and mineral content, crude protein fractions.