

Einfluss des Konservierungsmanagements auf die Qualität von Raufutter österreichischer Rinderbetriebe – Ergebnisse aus LK-Heuprojekten

Reinhard Resch^{1*}

Zusammenfassung

Aufgrund der steigenden Kraftfutterpreise hat die Heu- und Grummetqualität in Zukunft für mehr als 8.000 Heumilchbetriebe eine höhere Bedeutung. Über 1.000 Landwirte nahmen an den bisher durchgeführten Heuprojekten (2007 – 2012) teil, welche von LFZ Raumberg-Gumpenstein, den Landwirtschaftskammern und den Arbeitskreisen Milchproduktion organisiert wurden. Die Teilnehmer ließen ca. 2.000 Raufutterproben chemisch analysieren und dokumentierten ihr Heumanagement. Es stellte sich heraus, dass UBAG-Betriebe unter vergleichbaren Voraussetzungen bessere Heuqualitäten produzierten als Biobetriebe bzw. UBAG-Betriebe + Verzicht. Im Westen Österreichs waren die Raufutterqualitäten deutlich günstiger als in den östlichen Bundesländern. Der Erntezeitpunkt war hinsichtlich Heuqualität der stärkste Einflussfaktor im Management. Betriebe, welche über eine Heubelüftungsanlage verfügten, ernteten bis 10 Tage früher und hatten dadurch signifikant höhere Qualitäten. Kurze Feldphasen und die künstliche Trocknung mittels Warmbelüftung brachten vor allem im 1. Aufwuchs eine Qualitätssteigerung. Heuballen waren schlechter als loses Heu auf dem Futterstock. Qualitätsmindernde Futterverschmutzungen traten bei der Mahd von nassem Futter bzw. zu tief eingestellter Schnitthöhe auf. Riesige Qualitätsreserven liegen in Österreich in punkto Heuqualität noch beim Pflanzenbestand und bei der Vermeidung von Abbröckelverlusten der wertvollen Blattmasse.

Schlagwörter: Heumanagement, Heuqualität, Raufutterqualität, Heu, Grummet, Erntetechnik, Trocknungstechnik

Summary

Based on increasing prices of concentrates, hay quality will be more important in the future for approximately 8,000 Austrian haymilk-farmers. More than 1,000 farmers participate in national quality projects (2007 – 2012), organised by LFZ-Raumberg-Gumpenstein, agricultural chambers and work-groups milk-production. 2,000 hay samples were chemically analysed and hay-management was investigated via questionnaire. UBAG farms (ecologically managed) with abandonment of mineral fertilizer and herbicides and also organic farms (BIO) had lower hay qualities in comparison with UBAG and conventional farmers. Farmers in western Austria produced higher hay qualities than farmers in the east. Date of harvest was the strongest management effect on hay quality. Farms with artificial hay-drying systems harvested 10 days earlier than the others and reached significant better forage quality. Reduction of time on the field and artificial ventilation of hay with warm air achieved higher nutrient values and energy concentrations in hay of first cut. Baled hay had lower quality in comparison with loose hay on a hay stock. Quality reducing forage contamination by soil was observed, when wet forage was cut and cutting height lower than 5 cm. A great potential for Austrian hay quality could be found in the improvement of grassland management and avoidance of losses of valuable plant leaves.

Keywords: hay management, hay quality, roughage quality, harvest technique, drying technique

1. Einleitung

In Österreich gibt es rund 8.000 Milchviehbetriebe, welche in der Fütterung keine vergorenen Futtermittel einsetzen dürfen (ÖPUL-Maßnahme Siloverzicht), d.h. diese Landwirte haben als Grundfutterbasis keine Silage sondern ausschließlich Grünfutter bzw. Heu und Grummet zur Verfügung. Der wirtschaftliche Erfolg in der Heumilchproduktion steht in engem Zusammenhang mit der wirtschaftseigenen Futtergrundlage, weil Zukauffutter, insbesondere Eiweiß- und Energiekraftfuttermittel, immer kostspieliger werden.

Bei der Produktion von qualitativ hochwertigem Heu und Grummet stoßen viele Betriebe auf Schwierigkeiten im Bereich Pflanzenbestand, Konservierungsmanagement und Trocknungstechnik. Problemfelder sind lückige, verkrautete

Wiesen bzw. die Ausbreitung der Gemeinen Rispe (*Poa trivialis*), erdige Futterschmutzung, hohe Feldverluste durch Abbröckelung, Erhitzung von Heustock bzw. Heuballen, wenn der Wassergehalt der Konserve bei der Einlagerung zu hoch war, und die Schimmelpilzvermehrung auf dem Lager. Minderwertiges, vor allem hygienisch bedenkliches Heu und Grummet, sind für den Betriebserfolg und die Tiergesundheit die größte Herausforderung.

Vielen Heumilchbauern fehlt es zurzeit noch an Fachwissen in punkto standortangepasstes Grünlandmanagement, Einstufung der eigenen Grundfutterqualität und Möglichkeiten der Rationsoptimierung. Ein Ansatz zur Reduktion von Wissensdefiziten der Landwirte rund um die Grundfutterqualität ist die Vernetzung von Heumilchbauern, Fachberatung der Landwirtschaftskammern, Arbeitskreisberatung Milch-

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut Pflanzenbau und Kulturlandschaft, A-8952 Irdning

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

produktion, Landwirtschaftliches Bildungswesen und der Forschung. Eine essentielle Rolle spielen dabei Qualitätsdaten von Raufutter aus der Laboranalyse in Kombination mit Fragebogenerhebungen zur Arbeitsweise bei der Heuproduktion. Aktuelle Ergebnisse über die Zusammenhänge zwischen Heuqualität und Konservierungsmanagement müssen für Praxis, Beratung, Bildungseinrichtungen, aber auch für Maschinenringe aufbereitet werden, damit konkrete Empfehlungen zur Verbesserung und Sicherung der Raufutterqualität in Österreich abgeleitet werden können.

Im Jahr 2010 und 2012 wurden österreichweite Heuprojekte vom LFZ Raumberg-Gumpenstein und den Fütterungsreferenten der Landwirtschaftskammern unter Einbindung der Arbeitskreisberatung Milchproduktion organisiert. Von den Heumilchbauern war ein sehr großes Interesse spürbar, wobei insgesamt mehr als 2.000 Raufutterproben eingesendet wurden. Mit der Umsetzung von Heuprojekten, über alle österreichischen Bundesländer hinweg, ist es möglich, eine unmittelbare Wissenserweiterung von Forschung, Beratung und Praxis zu erreichen. Nur eine breite Datenbasis ermöglicht die Analyse der IST-Situation von Heu und Grummet und öffnet Perspektiven für eine zukünftige Entwicklung der Raufutterqualitäten in Österreich.

2. Material und Methoden

2.1 Probenahme

Die Probenziehung ist die Grundvoraussetzung für eine repräsentative Aussage zur Qualität eines beprobten Futtersockes. Bei den österreichischen Heuprojekten wurde die Probeziehung zu ca. 70 % mit standardisierten Edelstahlbohrern aus dem Heustock bzw. den Heuballen gestochen, der Rest wurde händisch an mindestens fünf Entnahmestellen beprobt. Am LFZ Raumberg-Gumpenstein bzw. im Land Salzburg wurde für die Probenzieher ein Eichungsseminar organisiert, bei dem die Probenziehung vom Heustock bzw. Heuballen mittels Edelstahlbohrern unter praktischen Verhältnissen vorgestellt wurde. Die Ziehung der Probe wurde größtenteils durch offizielle Probenzieher (Landwirtschaftskammer, Maschinenring Tirol, LKV Salzburg) durchgeführt. Von der Gesamtprobe wurden ca. 500 – 1.000 g an das Futtermittellabor Rosenau für die chemische Analyse geschickt. Ein Teil der Probe wurde für die Auswertungsseminare (Arbeitskreisbetriebe) aufbewahrt.

2.2 Fragebogen

Im Erhebungsbogen (Anhang *Abbildung 4*) wurden detaillierte Informationen über Betrieb, Wirtschaftsweise, Ausgangsmaterial, Heuernte, Trocknungsart und eigene Einstufung der Qualität durch den Landwirt abgefragt. Die Daten aus dieser Befragung sind die Grundlage für die Verschneidung zwischen chemischen Untersuchungsparametern und dem Management des Betriebes.

2.3 Laboranalyse

In den Heuprojekten wurde ein Mindestumfang für die chemische Analyse festgelegt; das war die Weender Untersuchung (TM und Rohnährstoffe) sowie die Berechnung von nutzbarem Protein (nXP), ruminaler Stickstoffbilanz

(RNB), Verdaulichkeit der organischen Masse (dOM), umsetzbare Energie (ME) und Nettoenergie Laktation (NEL). Im Jahr 2012 wurde zusätzlich der Zucker standardmäßig mittels Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIRS) analysiert. Die chemische Analyse der Heu- und Grummetproben erfolgte im Futtermittellabor Rosenau (LK niederösterreich in Petzenkirchen) mittels nasschemischer Standardmethoden für Nährstoffe, Gerüstsubstanzen, HFT, Mengen- und Spurenelemente sowie Carotin. Die Verdaulichkeit, Umsetzbare Energie (ME) und Nettoenergie Laktation (NEL) werden in Rosenau durch Regressionsgleichungen (GRUBER et al. 1997) geschätzt.

2.4 Daten

Die Daten der Heuprojekte stammen aus dem Erntejahr 2010 (RESCH 2011) und 2012 und umfassten insgesamt 2.001 Datensätze mit chemischen Analysen. Von allen Raufutterproben standen auswertbare Fragebogendaten zur Verfügung. Es konnte ein West-Ost-Gefälle bei den Teilnehmern beobachtet werden, weil der Anteil der westlichen Bundesländer Vorarlberg und Tirol höher war. Salzburg und die Steiermark lieferten eine beachtliche Probenanzahl, während die Teilnahme aus den Bundesländern Kärnten, Ober- und Niederösterreich gering war. Aus dem Burgenland wurden keine Raufutterproben eingesendet, daher können auch keine Aussagen für das östliche Flach- und Hügelland getroffen werden. Die meisten Proben können dem 1. Aufwuchs (46 %) zugeordnet werden, 35 % waren vom 2. Aufwuchs. Um die Auswertung von Aufwuchs 4 bis 6 zu ermöglichen wurden diese Proben gemeinsam mit dem 3. Aufwuchs in einer Gruppe zusammengefasst. Im Heuprojekt wurden auch 36 Raufutterproben eingeschickt, welche aus einer Mischung zwischen 1. und anderen Aufwüchsen bestanden. Diese Gruppe konnte in punkto Futterqualität nicht ausgewertet werden und fehlt somit in dieser Arbeit, weil der Anteil der jeweiligen Aufwüchse nicht bekannt war. Im Erhebungsbogen wurde die Futterzusammensetzung der eingesendeten Heuprobe abgefragt. 98 % der Proben stammen aus Dauergrünlandflächen, der Rest teilte sich auf Feldfutter (Rotklee, Luzerne, Klee gras, Luzernegras) auf. Die geringe Probenanzahl bei Feldfutter war statistisch nicht auswertbar, daher wurde auf eine Darstellung verzichtet.

2.5 Statistische Auswertung

Die Daten wurden in den Bundesländern über eine einheitliche MS-Access-Eingabemaske erfasst und kontrolliert. Nach Sammlung der gesamten Daten im LFZ Raumberg-Gumpenstein erfolgte eine Plausibilitätsprüfung und Validierung der Daten. Die statistischen Berechnungen wurden am LFZ Raumberg-Gumpenstein mit der Software Statgraphics (Version Centurion XV) und mit PASW (SPSS) 20.0 durchgeführt. Für die mehrfaktoriellen Analysen wurde das GLM-Verfahren (Allgemeine lineare Modellierung) herangezogen. Die Mittelwertvergleiche wurden mit der Methode TUKEY-HSD (**H**onestly **S**ignificant **D**ifference) durchgeführt. Anhand der P-Werte in den Tabellen können signifikante Effekte identifiziert werden. Wenn ein P-Wert kleiner 0,05 ist, so war der Einfluss auf die abhängige Variable signifikant. Ein P-Wert kleiner 0,01 gilt als hoch signifikanter Effekt. Signifikante P-Werte sind in den Tabellen mit fetter Schrift dargestellt.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Allgemeines zur österreichischen Raufutterqualität

Die aktuelle Lage der Heuqualitäten in Österreich lässt sich anhand einer deskriptiven Auswertung gut darstellen. Aufgrund der großen Qualitätsunterschiede wurden die einzelnen Aufwüchse getrennt angeführt (Tabellen 1 bis 3). Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit wurden neben Mittelwert und Standardabweichung auch die Quartile sowie Minimum und Maximum angeführt. Qualitätstabellen, die auf das Vegetationsstadium der Pflanzenbestände Rücksicht nehmen, bieten die „Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum“ (RESCH et al. 2006) bzw. die „DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer (DLG 1997) für Deutschland.

Die TM-Gehalte der Heuproben waren im 1. Aufwuchs bis auf 1 Probe unbedenklich, weil die Werte über 870 g/kg FM lagen. Die Rohproteingehalte umfassten eine riesige Spannweite von 59 bis 206 g/kg TM. Das zeigt die gewaltigen Unterschiede in der österreichischen Heuqualität auf. Der mittlere Rohproteingehalt von 108 g/kg TM ist aus qualitativer Hinsicht recht gering, weil von Seiten der Beratung gute Grundfutterqualitäten, insbesondere hohe Proteingehalte im Grundfutter gefordert werden. Das bessere Viertel der eingesendeten Proben lag nur auf 119 g Protein/kg TM. Die N-Bilanz im Pansen ist zum überwiegenden Teil im negativen Bereich, d.h. es bedarf einer Ergänzung durch teure Eiweiß-Kraftfuttermittel. Bei der Rohfaser gab es zwischen 2010 und 2012 ein extrem differenziertes Bild. Lagen im Jahr 2010 insgesamt 74 % der Proben über 270 g XF/kg TM, so waren es 2012 nur 37 %. Ein ähnlich positives Bild

mit 0,36 MJ höheren NEL-Werten zeichnete sich bei der Nettoenergie Laktation im Jahr 2012 ab.

Der Wassergehalt war beim 2. Aufwuchs im unbedenklichen Bereich. Die Proteingehalte vom 2. Aufwuchs (Tabelle 2) waren im Durchschnitt um 28 g/kg TM höher als im 1. Aufwuchs. In der ruminalen N-Bilanz lagen drei Viertel der Proben im positiven Bereich. Die Rohfasersituation war im Durchschnitt mit 256 g/kg TM recht zufriedenstellend. Im Hinblick auf erdige Futtermittelverschmutzungen hatte ein Viertel der Probeneinsender Probleme. Die teils hohen Rohaschegehalte drückten auch insgesamt auf die Energiekonzentration. Die Mineralstoffkonzentration der einzelnen Elemente lag beim Grummet günstiger als im 1. Aufwuchs, insbesondere beim Phosphor. Das Grummet des Jahres 2012 unterschied sich im Durchschnitt gegenüber den Partien aus 2010 nur marginal.

Der 3. bis 6. Aufwuchs wurde in einer Gruppe zusammengefasst, weil es aus pflanzenbaulicher Sicht sinnvoll ist und außerdem die Probenanzahl ab dem 4. Aufwuchs nicht mehr auswertbar gewesen wäre. Die Ergebnisse aus Tabelle 3 zeigen, dass im Spätsommer bzw. Herbst geerntetes Raufutter nur mehr einen durchschnittlichen Rohfasergehalt von 241 g/kg TM enthielt und die Rohproteinwerte auf 149 g/kg TM anstiegen. Das strukturell feinere Futter wies im Durchschnitt um 0,15 MJ NEL/kg TM höhere Energiekonzentrationen auf als der 2. Aufwuchs. Die Mineralstoffgehalte lagen bei Phosphor auf 3,3 g/kg TM, allerdings stieg auch der Rohaschegehalt auf 113 g/kg TM an. Das Erntejahr 2012 brachte aus qualitativer Sicht allgemein eine Verbesserung gegenüber 2010. Positiv waren der höhere Protein- und geringere Aschegehalt, die höhere Nettoenergie und die günstigeren Mineralstoffgehalte.

Tabelle 1: Übersicht Heuqualität Österreich 1. Aufwuchs (Heuprojekt 2010 und 2012)

Parameter	Einheit	2010	2012	Mittelwert	Standardabweichung	Probenanzahl	Minimum	Perzentile			Maximum
								25	50	75	
Trockenmasse (TM)	g/kg FM	911,0	913,4	912,2	10,9	735	794	906	913	919	938
Rohprotein (XP)	g/kg TM	105,4	111,1	108,1	20,8	735	59	95	106	119	206
Unabgebautes Protein (UDP)	g/kg TM	21,7	20,1	21,0	4,2	726	12	19	20	22	71
Nutzbares Protein (nXP)	g/kg TM	121,0	126,4	123,6	9,1	726	95	118	123	130	162
Ruminale N-Bilanz (RNB)	g/kg TM	-2,5	-2,4	-2,4	2,2	726	-8	-4	-3	-1	9
Rohfett (XL)	g/kg TM	28,8	29,7	29,2	3,2	735	15	27	29	31	38
Rohfaser (XF)	g/kg TM	289,7	263,8	277,1	33,7	735	175	251	275	301	412
Strukturkohlenhydrate (NDF)	g/kg TM	576,6	479,5	493,2	51,3	64	407	454	481	520	651
Zellulose und Lignin (ADF)	g/kg TM	350,3	329,6	332,5	37,5	64	262	309	329	352	443
Lignin (ADL)	g/kg TM	53,1	57,3	56,7	12,9	63	26	48	57	66	83
Rohasche (XA)	g/kg TM	87,4	88,4	87,9	18,5	735	47	76	85	96	191
N-freie Extraktstoffe (XX)	g/kg TM	488,8	507,1	497,7	27,1	735	341	481	499	516	604
Zucker (XZ)	g/kg TM	146,4	137,8	140,3	33,1	422	49	120	138	159	304
OM-Verdaulichkeit (dOM)	%	68,0	71,5	69,7	4,4	725	55,0	66,7	69,7	72,9	83,9
Umsetzbare Energie (ME)	MJ/kg TM	9,37	9,89	9,62	0,66	735	7,13	9,15	9,62	10,07	11,65
Nettoenergie (NEL)	MJ/kg TM	5,52	5,88	5,70	0,47	727	4,31	5,37	5,68	6,02	7,23
Kalzium (Ca)	g/kg TM	6,4	7,3	6,8	2,0	696	1,8	5,4	6,6	7,9	14,8
Phosphor (P)	g/kg TM	2,4	2,4	2,4	0,6	696	1,2	2,0	2,4	2,9	4,4
Magnesium (Mg)	g/kg TM	2,3	2,5	2,4	0,7	696	0,9	1,9	2,3	2,8	7,4
Kalium (K)	g/kg TM	21,1	20,6	20,9	4,9	696	7,7	17,5	20,7	24,0	36,2
Natrium (Na)	g/kg TM	0,27	0,40	0,34	0,41	696	0,11	0,19	0,24	0,35	5,08
Eisen (Fe)	mg/kg TM	502	531	520	420	112	69	249	368	710	2304
Mangan (Mn)	mg/kg TM	88,7	88,4	88,5	45,7	112	25,3	52,9	76,6	111,8	265,1
Zink (Zn)	mg/kg TM	27,7	31,0	29,7	9,0	112	10,0	23,8	27,9	33,4	77,2
Kupfer (Cu)	mg/kg TM	6,8	6,0	6,3	1,5	112	3,2	5,5	6,5	6,7	12,1
Carotin	mg/kg TM	92,9	88,7	90,2	47,7	11	24	58	78	122	175

Tabelle 2: Übersicht Grummetqualität Österreich 2. Aufwuchs (Heuprojekt 2010 und 2012)

Parameter	Einheit	2010	2012	Mittelwert	Standard- abweichung	Proben- anzahl	Minimum	Perzentile			Maximum
								25	50	75	
Trockenmasse (TM)	g/kg FM	907,8	913,7	910,5	10,9	573	859	904	911	918	940
Rohprotein (XP)	g/kg TM	133,2	129,8	131,7	18,4	573	72	120	130	142	215
Unabgebautes Protein (UDP)	g/kg TM	26,9	25,9	26,5	4,4	568	14	24	26	28	74
Nutzbares Protein (nXP)	g/kg TM	126,5	126,0	126,3	7,2	568	104	121	126	131	161
Ruminale N-Bilanz (RNB)	g/kg TM	1,1	0,6	0,9	2,1	568	-6	0	1	2	11
Rohfett (XL)	g/kg TM	33,2	32,3	32,8	3,4	573	16	31	33	35	41
Rohfaser (XF)	g/kg TM	256,0	256,3	256,2	25,5	573	174	239	256	273	336
Strukturkohlenhydrate (NDF)	g/kg TM	553,0	454,4	473,2	55,4	21	360	433	481	507	605
Zellulose und Lignin (ADF)	g/kg TM	363,3	327,8	334,5	34,8	21	269	316	333	356	403
Lignin (ADL)	g/kg TM	67,3	62,1	63,0	11,6	21	38	56	65	73	79
Rohasche (XA)	g/kg TM	107,8	103,1	105,7	24,8	573	64	90	101	114	255
N-freie Extraktstoffe (XX)	g/kg TM	469,6	478,6	473,7	26,4	573	345	459	475	491	569
Zucker (XZ)	g/kg TM	118,4	112,8	114,8	24,4	338	57	99	112	129	270
OM-Verdaulichkeit (dOM)	%	68,5	68,6	68,5	2,6	567	58,6	66,7	68,5	70,2	77,0
Umsetzbare Energie (ME)	MJ/kg TM	9,35	9,41	9,37	0,43	573	7,86	9,09	9,39	9,67	10,46
Nettoenergie (NEL)	MJ/kg TM	5,51	5,54	5,52	0,30	569	4,62	5,33	5,53	5,72	6,28
Kalzium (Ca)	g/kg TM	8,7	8,7	8,7	2,3	537	2,7	7,2	8,4	10,1	20,5
Phosphor (P)	g/kg TM	2,9	2,9	2,9	0,7	537	1,4	2,4	2,9	3,4	5,0
Magnesium (Mg)	g/kg TM	3,1	3,1	3,1	0,9	537	1,4	2,5	3,0	3,5	7,3
Kalium (K)	g/kg TM	23,1	22,4	22,8	5,4	537	8,7	18,7	22,9	26,5	40,6
Natrium (Na)	g/kg TM	0,32	0,37	0,34	0,35	537	0,11	0,20	0,28	0,38	6,48
Eisen (Fe)	mg/kg TM	747	769	760	834	76	124	258	461	984	5451
Mangan (Mn)	mg/kg TM	102,6	95,6	98,4	46,3	76	28,4	60,9	88,1	127,2	248,6
Zink (Zn)	mg/kg TM	36,6	34,2	35,2	10,0	76	18,6	28,4	32,8	40,3	65,2
Kupfer (Cu)	mg/kg TM	9,4	7,3	8,2	2,3	76	4,3	6,5	7,7	9,7	17,5
Carotin	mg/kg TM	50,4	120,7	109,0	41,0	6	50	72	114	138	167

Tabelle 3: Übersicht Grummetqualität Österreich 3. – 6. Aufwuchs (Heuprojekt 2010 und 2012)

Parameter	Einheit	2010	2012	Mittelwert	Standard- abweichung	Proben- anzahl	Minimum	Perzentile			Maximum
								25	50	75	
Trockenmasse (TM)	g/kg FM	905,7	914,1	910,1	12,1	254	870	903	912	919	937
Rohprotein (XP)	g/kg TM	141,1	155,4	148,5	23,8	254	76	134	149	162	249
Unabgebautes Protein (UDP)	g/kg TM	28,9	31,3	30,2	6,3	254	17	27	30	32	75
Nutzbares Protein (nXP)	g/kg TM	130,0	133,9	132,1	8,5	254	109	127	132	137	171
Ruminale N-Bilanz (RNB)	g/kg TM	1,8	3,5	2,7	2,8	254	-5	1	3	4	14
Rohfett (XL)	g/kg TM	33,2	34,3	33,8	3,5	254	22	31	34	36	44
Rohfaser (XF)	g/kg TM	247,6	235,5	241,3	30,3	254	136	222	239	258	339
Strukturkohlenhydrate (NDF)	g/kg TM	511,2	428,8	447,1	55,5	27	331	416	444	473	554
Zellulose und Lignin (ADF)	g/kg TM	328,2	310,9	314,7	31,5	27	219	295	319	336	365
Lignin (ADL)	g/kg TM	64,2	60,0	60,9	10,2	27	33	56	63	68	76
Rohasche (XA)	g/kg TM	109,4	116,1	112,9	32,1	254	62	95	105	123	305
N-freie Extraktstoffe (XX)	g/kg TM	468,7	458,6	463,5	29,9	254	347	446	465	486	539
Zucker (XZ)	g/kg TM	119,0	106,7	111,1	22,2	185	51	97	111	126	171
OM-Verdaulichkeit (dOM)	%	69,6	70,5	70,1	2,9	253	59,4	68,5	70,2	71,9	80,0
Umsetzbare Energie (ME)	MJ/kg TM	9,52	9,62	9,57	0,46	254	8,28	9,33	9,59	9,88	11,19
Nettoenergie (NEL)	MJ/kg TM	5,63	5,70	5,67	0,31	254	4,73	5,49	5,67	5,87	6,84
Kalzium (Ca)	g/kg TM	8,0	8,4	8,2	1,8	236	3,8	6,9	8,1	9,4	15,2
Phosphor (P)	g/kg TM	3,1	3,3	3,2	0,7	236	1,3	2,6	3,2	3,7	5,5
Magnesium (Mg)	g/kg TM	2,8	3,0	2,9	0,7	236	1,6	2,4	2,8	3,2	6,3
Kalium (K)	g/kg TM	23,6	25,2	24,4	5,6	236	10,0	21,0	24,3	28,1	41,3
Natrium (Na)	g/kg TM	0,37	0,46	0,41	0,41	236	0,11	0,23	0,34	0,47	5,25
Eisen (Fe)	mg/kg TM	888	823	856	803	30	176	352	562	986	3824
Mangan (Mn)	mg/kg TM	93,6	92,5	93,1	42,4	30	25,0	61,4	90,4	116,1	218,2
Zink (Zn)	mg/kg TM	38,4	37,2	37,8	9,7	30	22,9	30,6	35,6	44,3	61,4
Kupfer (Cu)	mg/kg TM	9,0	8,5	8,8	2,4	30	4,4	7,4	8,8	9,8	17,5
Carotin	mg/kg TM	161,1	196,4	169,9	72,4	4	85	100	170	240	254

3.2 Einfluss des Managements auf die Raufutterqualität

Die Arbeitsweise des Landwirtes hat einen Einfluss auf die Grundfutterqualität. In diesem Beitrag wird mittels

statistischer Auswertung von Praxisdaten hinterfragt, wie groß der Einfluss des Managements auf die Heuqualität österreichischer Betriebe ist. Die Heuqualität wird nicht nur von einem sondern von mehreren Umwelt- und Bewirtschaftungsfaktoren bestimmt. Die Bewertung des Effekts eines

bestimmten Managementfaktors auf die Raufutterqualität erfordert daher die Einbindung von relevanten Umwelt- und Bewirtschaftungsfaktoren, um deren Einfluss zu fassen. Mit Hilfe eines allgemeinen linearen Modells (GLM) ist es möglich, mehrere Faktoren zu berücksichtigen. Dabei kann der Focus auf einen Managementfaktor gerichtet werden und alle übrigen Einflüsse werden wie in einem Exaktversuch gleichgeschaltet. Das Gleichschalten bzw. Ausblenden von Faktoren bewirkt eine gewisse Adjustierung der Daten, wodurch sich leichte Veränderungen in der Wertegrößenordnung ergeben können.

3.2.1 Management auf österreichischen Heubetrieben

Auf Heubetrieben wird in der Praxis die Heuproduktion ganz unterschiedlich durchgeführt. Im Fragebogen (Anhang *Abbildung 4*) wurden daher eine Reihe von Managementfaktoren abgefragt. In *Tabelle 4* wurde die prozentuelle Verteilung einzelner Verfahren in den Faktoren ausgewertet. Die Häufigkeitsstatistik ist aufschlussreich, weil sie die Bedeutung einzelner Verfahren der Projektteilnehmer zeigt. Rund zwei Drittel der Proben stammen aus Betrieben mit Siloverzicht.

Der Anteil an Bio-Betrieben (45 %) bzw. UBAG + Verzicht (31 %) war bei den Teilnehmern sehr hoch (UBAG = Umweltgerechte Bewirtschaftung von Acker- und Grünlandflächen im ÖPUL 2007). Der bevorzugte Erntezeitpunkt war

vormittags bis gegen Mittag, wenn das Futter noch leicht feucht bis abgetrocknet war. Bei der Mähtechnik setzten über 54 % Scheibenmäherwerke ein und 11 % verwendeten einen Aufbereiter. Die Schnitthöhe lag bei mehr als 90 % auf 5 cm und darüber. Es wurde größtenteils zwei- bis dreimal gezettet und kaum über Nacht geschwadet. Fast 80 % fuhren das Heu nach einer Feldphase von 24 bis 48 h ein und 88 % verwendeten dazu den Ladewagen. Künstliche Heutrocknung wurde auf über 74 % der Betriebe eingesetzt, davon ist die Boxentrocknung auf Bodenrost mit etwa 89 % am beliebtesten. Heubetriebe setzten zu 53 % die Solartechnik (Dachabsaugung) ein, während etwa 20 % Luftentfeuchter/Wärmepumpen verwendeten. Die Belüftungen liefen vielfach zwischen 24 und 96 Stunden effektiver Trocknungszeit. Der Großteil der Heuballen wurde mittelfest gepresst. Die Ballenlagerung erfolgte zu 100 % unter Dach.

In den Folgeauswertungen werden qualitative Effekte von Managementfaktoren für Österreichs Heubetriebe aufgezeigt. Die Bedeutung dieser Ergebnisse kann direkt mit den Verteilungen in *Tabelle 4* diskutiert werden.

3.2.2 Erntezeitpunkt

Ein maßgeblicher und unbestrittener Einflussfaktor auf die Futterqualität ist das Datum der Futterernte, welches in unmittelbarem Zusammenhang mit dem pflanzlichen Vegetationsstadium steht (GRUBER et al. 2011). Der

Tabelle 4: Prozentuelle Verteilung der Kategorien von Managementfaktoren (Heuprojekt 2010 und 2012)

Parameter	Kategorie bzw. Verfahren					
	1	2	3	4	5	6
Wirtschaftsweise	Bio 44,9	UBAG 19,5	UBAG + Verz. 31,2	ohne ÖPUL 4,5		
Siloverzicht (HKT)	ja 66,2	nein 33,8				
Mähzeitpunkt	Morgen 17,7	Vormittag 41,1	Mittag 19,4	Nachmittag 15,3	Abend 6,6	
Bestand bei der Mahd	nass 4,7	feucht 41,8	trocken 53,5			
Mähgeräte	Trommel 14,3	Scheiben 53,9	Messerbalken 20,6	Aufbereiter 11,2		
Schnitthöhe	bis 5 cm 7,9	5 - 7 cm 75,7	über 7 cm 16,4			
Zett- bzw. Wendehäufigkeit	ohne 0,3	1 x 11,5	2 x 34,9	3 x 38,7	> 3 x 14,6	
Nachtschwad	nein 90,6	ja 9,4				
Feldphase	bis 24 h 12,2	24 - 36 h 48,5	36 - 48 h 28,4	48 - 72 h 10,3	> 72 h 0,6	
Erntegerät	Ladew. 87,5	Presse fix 4,0	Presse var. 4,9	händisch 2,0	Sonstige 1,7	
Trocknungsverfahren	Bodentrockn. 25,5	Kaltbelüftung 39,2	Warmbelüftung 35,3			
Bauart der Belüftung	Bodenrost 88,9	Ziehlüfter 4,2	Ballentrockn. 5,9	Sonstige 0,9		
Energie für die Belüftung	Solar 53,3	Luftentfeuchter 19,6	Hackschnitzel 9,8	Ölfeuerung 8,7	Sonstige 8,5	
Dauer der Belüftung	bis 12 h 5,7	12 - 24 h 12,4	24 - 48 h 25,0	48 - 72 h 30,4	72 - 96 h 16,5	über 96 h 10,0
Pressdichte bei Heuballen	locker 19,1	mittelmäßig 67,5	fest 13,4			
Lagerung von Heuballen	unter Dach 100,0	im Freien ¹ 0,0	im Freien ² 0,0	Sonstige 0		

1- mit Abdeckung; 2- ohne Abdeckung

Landwirt bestimmt das Erntedatum und entscheidet somit über die Qualität. Die Einflüsse auf den Erntezeitpunkt im 1. Aufwuchs wurden mit Hilfe eines linearen Modells (Tabelle 5) untersucht.

Es stellte sich heraus, dass mit einem mehrfaktoriellen Modell ca. 60 % der Streuung des Erntezeitpunktes erklärt werden konnten. Den stärksten Effekt auf das Erntedatum hatte die Seehöhe. Auf einer mittleren Seehöhe von 893 m wurde das Grünfutter für die Heukonservierung in Österreich am 10. Juni gemäht. Mit Zunahme der Seehöhe um 100 m verschob sich das Erntedatum um 3,6 Tage nach hinten. Ein Gunstlagenbetrieb auf 500 m Seehöhe erntete demnach 27. Mai, während ein Bergbetrieb auf 1.300 m mit der Heuernte erst am 24. Juni anfang. Das Trocknungs-

verfahren hatte auch einen großen Einfluss auf den Erntezeitpunkt. Betriebe mit einer Warmbelüftung ernteten das Heu unabhängig von der Seehöhe im Durchschnitt am 6. Juni, jene mit einer Kaltbelüftung am 10. Juni und Betriebe ohne Heubelüftung erst am 16. Juni, also um 10 Tage später. Unter Gleichschaltung von Seehöhe und Ausschaltung des Trocknungsverfahrens konnte festgestellt werden, dass die Heubauern in Vorarlberg schon am 30. Mai mit der Heuernte loslegten, die Steirer am 4. Juni, Kärntner, Salzburger und Tiroler am 8. Juni. Signifikant später ernteten die Ober- und Niederösterreicher ihr Heu, nämlich im Schnitt am 24. Juni. Konventionelle und UBAG-Betriebe ernteten am 9. Juni, die Biobetriebe erst am 13. Juni.

Tabelle 5: Einflussfaktoren auf das Erntedatum im 1. Aufwuchs (Heuprojekt 2010 und 2012)

Ursache	Quadratsumme	Freiheitsgrad	mittleres Abweichungsquadrat	F-Quotient	p-Wert
Jahr	0	1	0,0	0,0	0,994
Bundesland	9.065	6	1.510,9	11,8	0,000
Wirtschaftsweise	994	3	331,2	2,6	0,053
Trocknungsverfahren	6.635	2	3.317,6	25,9	0,000
Seehöhe	50.102	1	50.102,3	390,6	0,000
Residuen	67.605	527	128,3		
Total (Korrigiert)	172.181	540			

R² = 60,7 %; R² (korrigiert für Freiheitsgrade) = 59,8 %

3.2.3 Heumanagement vs. Inhaltsstoffe

Anhand Tabelle 6 können praxisrelevante Zusammenhänge mit dem Management für die wichtigsten Inhaltsstoffe von österreichischem Heu und Grummet abgeleitet werden. Eine detaillierte Auswertung der Trockenmasse wurde nicht durchgeführt, weil zum Zeitpunkt der Probenahme sämtliche TM-Gehalte im stabilen Bereich, also über 860 g/kg FM lagen. Dieser Umstand hängt damit zusammen, dass zwischen Einlagerung und Probeziehung mehrere Wochen bis Monate verstrichen sind und daher der Restwassergehalt auf dem Heulager unter

Tabelle 6: Effekte von Einflussfaktoren auf Inhaltsstoffe und Zucker für Raufutter in Österreich (Heuprojekt 2010 und 2012)

Parameter Aufwuchs	Rohprotein			Rohfaser			Rohasche			Zucker		
	1.	2.	3. +	1.	2.	3. +	1.	2.	3. +	1.	2.	3. +
Mittelwert	119,5	137,7	150,9	279,2	250,6	239,7	93,8	109,0	132,9	124,7	108,4	108,1
Standardfehler	6,1	5,3	9,3	8,3	6,1	8,8	6,5	7,6	16,5	10,1	8,6	10,9
Kategorische Variablen	P-Werte											
Jahr	0,061	0,244	0,339	0,000	0,190	0,659	0,559	0,370	0,739	0,036	0,234	0,002
Bundesland	0,005	0,001	0,043	0,003	0,000	0,000	0,001	0,126	0,105	0,347	0,072	0,103
Hangneigung	0,290	0,201	0,045	0,046	0,039	0,077	0,255	0,234	0,230	0,034	0,230	0,176
Regen	0,358	0,275	0,541	0,902	0,785	0,709	0,151	0,101	0,740	0,764	0,164	0,918
Managementfaktoren	P-Werte											
Wirtschaftsweise	0,005	0,000	0,007	0,001	0,196	0,082	0,663	0,060	0,453	0,103	0,769	0,780
HKT (Siloverzicht)	0,054	0,715	0,871	0,008	0,009	0,035	0,311	0,675	0,774	0,094	0,760	0,070
Bestandesfeuchte	0,790	0,368	0,343	0,725	0,399	0,874	0,334	0,006	0,028	0,162	0,487	0,849
Mähzeitpunkt	0,860	0,564	0,294	0,784	0,694	0,031	0,228	0,540	0,965	0,555	0,189	0,409
Mähgerät	0,047	0,809	0,971	0,383	0,875	0,502	0,433	0,491	0,054		0,660	0,148
Schmitthöhe	0,383	0,658	0,305	0,911	0,646	0,736	0,002	0,000	0,041	0,305	0,580	0,565
Zetthäufigkeit	0,694	0,994	0,767	0,641	0,487	0,044	0,842	0,002	0,013	0,446	0,035	
Nachtschwad	0,060	0,155	0,140	0,557	0,051	0,033	0,210	0,070	0,344	0,676	0,636	0,380
Dauer der Feldphase	0,446	0,735	0,606	0,002	0,843	0,247	0,185	0,476	0,052	0,512	0,258	0,307
Erntegerät	0,067	0,135	0,219	0,137	0,194	0,751	0,103	0,254	0,481	0,601	0,201	0,962
Trocknungsverfahren	0,001	0,014	0,008	0,000	0,007	0,141	0,176	0,149	0,062	0,049	0,009	0,899
Regressionsvariablen	P-Werte											
Seehöhe	0,000	0,957	0,389	0,006	0,000	0,000	0,443	0,076	0,485	0,441	0,163	0,680
Erntedatum	0,000			0,000			0,578			0,000		
Rohaschegehalt	0,002	0,057	0,639	0,000	0,000	0,000				0,000	0,000	0,000
Regressionsvariablen	Mittelwerte											
Seehöhe [m über N.N.]	898	856	689	898	856	689	898	856	689	839	818	683
Erntedatum	6.6.			6.6.			6.6.			1.6.		
Rohaschegehalt [g/kg TM]	89	108	118	89	108	118				90	107	120
Regressionskoeffizienten	Mittelwerte											
Seehöhe (für 100 m)	2,0	0,0	1,1	-1,76	-2,2	-5,9	0,2	1,2	1,3	-0,7	1,2	0,7
Rohaschegehalt (für 1 g)	0,15	0,07	-0,02	-0,34	-0,33	-0,26				-0,61	-0,46	-0,27
Statistische Kennzahlen	Mittelwerte											
R ²	46,6	32,7	40,4	56,4	53,5	66,9	22,4	34,2	43,7	51,9	41,5	42,6
Anzahl Proben	460	381	157	460	381	157	460	291	157	287	248	139

p-Werte bei 95 % Konfidenzniveau: < 0,01 = hoch signifikant, < 0,05 signifikant

die kritische Marke verringert wurde. Unter Einbeziehung der relevanten Umwelt- und Managementfaktoren konnten je nach Inhaltsstoff zwischen 22,4 bis 66,9 % (R^2) der Datenstreuung mit der GLM-Analyse erklärt werden. Das bedeutet, dass im ungünstigsten Fall nur ein rund Viertel und im besten Fall zwei Drittel der Qualitätsunterschiede von Heuproben aus der Praxis durch die statistische Analyse aufgeklärt werden können. Der Restfehler ist durch die vorhandenen Faktoren nicht erklärbar.

Bei den untersuchten Umweltfaktoren (Jahr, Bundesland, Hangneigung, Regen, Seehöhe) hatten alle bis auf den Regen (Niederschlagsereignis bei der Heuernte über 5 mm) zumindest bei einem Inhaltsstoff einen signifikanten Einfluss auf dessen Gehaltswert. In Österreich gibt es bei den Heuqualitäten einen starken regionalen Einfluss. Selbst bei Gleichschaltung von Seehöhe, Rohaschegehalt und Erntedatum waren die Vorarlberger Heuproben beim 1. Aufwuchs allen anderen Bundesländern im Rohfaser- und Rohprotein Gehalt überlegen. Im Projektjahr 2012 hatte das Heu durch die Wetterumstände vor dem 1. Aufwuchs bessere Protein- und Rohfaserwerte als die Heuproben des Jahres 2010. Auch in der Schweiz konnte von BOESSINGER und PYTHON (2012) ein signifikanter Jahreseffekt auf Inhaltsstoffe von belüftetem Dürrfutter nachgewiesen werden. Heu von Steillagen über 30 % Hangneigung wies signifikant höhere Rohfaser- und niedrigere Zuckergehalte auf als das Futter von flachen Lagen.

Je nach Art der Wirtschaftsweise unterliegt ein landwirtschaftlicher Betrieb gewissen Rahmenbedingungen. In Österreich existiert im ÖPUL (Österreichisches Programm für Umweltgerechte Landwirtschaft) die Maßnahme Siloverzicht. Betriebe, welche an dieser Maßnahme teilnehmen, befinden sich meist in den ehemaligen Silosperrgebieten für die Hartkäseproduktion (Abbildung 1). Verstärkt befinden sich diese Gebiete in Vorarlberg, Tiroler Unterland, Salzburger Flachgau und im Steirischen Murtal. Im Heuprojekt waren 66 % der befragten Landwirte HKT-Betriebe und 34 % nahmen nicht an der Maßnahme Siloverzicht teil. Die durchschnittlichen Raufutterqualitäten unterscheiden sich zwischen den Teilnehmern bzw. Nicht-Teilnehmern an dieser Maßnahme insofern, als dass HKT-Betriebe in allen Aufwüchsen signifikant geringere Rohfaserwerte aufwiesen als Betriebe ohne Silageverzicht (Anhang Tabelle 10). Dieser Vorteil konnte allerdings nur in einem leicht höheren Protein- oder Zuckergehalt genutzt werden.

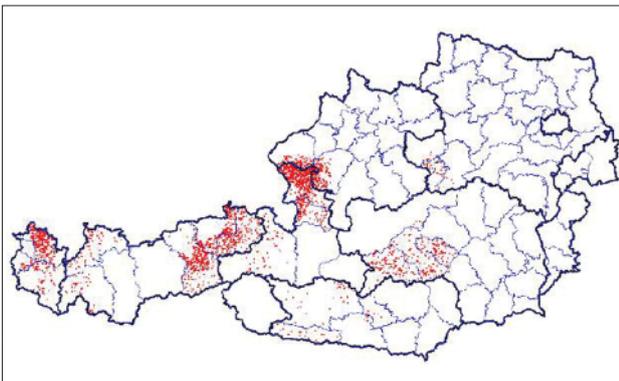


Abbildung 1: Verteilung der landwirtschaftlichen Betriebe mit Teilnahme an der ÖPUL-Maßnahme Siloverzicht (BMLFUW, Invekosdaten 2012)

UBAG-Betriebe hatten insbesondere beim Grummet höhere Proteingehalte als Betriebe mit der Wirtschaftsweise Bio bzw. UBAG + Verzicht. Die Anzahl an Betrieben ohne ÖPUL-Teilnahme war sehr gering, deshalb sind die Aussagen zur Qualität dieser Kategorie unsicher. Wenn das Erntedatum in der Analyse nicht gleichgeschaltet wird, dann führte ein Biobetrieb den 1. Schnitt am 9. Juni und ein UBAG-Betrieb am 1. Juni durch. Das brachte qualitative Vorteile für den Betriebstyp mit der früheren Ernte.

Der Feuchtezustand des Pflanzenbestandes bei der Futterernte hatte einen Einfluss auf den Gehalt an Rohasche. Je feuchter der Bestand bei der Mahd war, desto höher war der Aschegehalt. Der Effekt war beim 2. und den Folgeaufwüchsen am stärksten ausgeprägt (Tabelle 10). Die Tageszeit des Mähens hatte auf die Inhaltsstoffe von Heu nur einen zufälligen Einfluss. Die Zuckerwerte waren zwischen Mittag und Nachmittag minimal höher als am Morgen bzw. Abend. Die Bauart des Mähwerks hatte unter Gleichschaltung der Schnitthöhe keinen praxisrelevanten Einfluss auf die Inhaltsstoffe. Die Schnitthöhe beeinflusste den Rohaschegehalt auf signifikante Weise. Je geringer die Schnitthöhe war, umso höher war der Aschegehalt. Der tiefe Schnitt unter 5 cm Stoppelhöhe erhöhte bei jedem Aufwuchs die Rohasche um mindestens 11 bis 36 g/kg TM im Vergleich zu einer Stoppelhöhe von 5 bis 7 cm.

Mit zunehmender Zetthäufigkeit konnte keine trendmäßige Qualitätsverschlechterung von Heu und Grummet festgestellt werden. Der Nachtschwad brachte zwar keine statistisch gesicherten Unterschiede, allerdings waren die Inhaltsstoffe wie Rohprotein, Rohasche und Zucker in der Tendenz besser (Tabelle 10). Die Dauer der Feldphase zeigte beim Rohfasergehalt des 1. Aufwuchses einen signifikanten Effekt. Unter konstanten Umwelt- und Managementbedingungen stieg der Gehalt von etwa 268 g (unter 24 Stunden) auf etwa 300 g Rohfaser/kg TM (über 72 Stunden) an (Tabelle 10). Bei der Wahl des Erntegerätes stellten sich die Rundballenpressen gegenüber dem Ladewagen als ungünstiger heraus. Insbesondere die niedrigeren Rohprotein- und Zuckergehalte sowie höhere Rohfasergehalte waren zu erkennen. Der Grund ist in einem erhöhten Blattmasseverlust durch Abbröckelung zu suchen. Das Trocknungsverfahren brachte in qualitativer Hinsicht vor allem bei Warmbelüftung bzw. der Luftentfeuchtung signifikante Verbesserungen im Protein-, Rohfaser und Zuckergehalt. Das Bodentrocknungsverfahren ohne Belüftung erwies sich als das ungünstigste Konservierungsverfahren (Tabelle 10). Mit der Kaltbelüftung konnte unter gleichen Bedingungen nur im Zuckergehalt eine statistisch abgesicherte Verbesserung der Inhaltsstoffe gegenüber der Bodentrocknung festgestellt werden. Zuckerwerte im Heu über 200 g/kg TM kamen ausschließlich auf Gunstlage-Betrieben (Seehöhe 400 bis 700 m, Hangneigung eben bis max. 30 %) mit Heubelüftungsanlagen vor.

3.2.4 Heumanagement vs. Nutzbares Rohprotein, OM-Verdaulichkeit und Energie

Qualitätsparameter, welche die Verwertbarkeit von Futtermitteln durch den Wiederkäuer bewerten, sind für den Landwirt von zentraler Bedeutung. Unter Berücksichtigung der abgefragten Umwelt- und Managementfaktoren konnten zwischen 36 und 71 % der Datenvarianz von OM-Verdaulichkeit, Energiekonzentration bzw. nXP erklärt werden

Tabelle 7: Effekte von Einflussfaktoren auf nutzbares Rohprotein, OM-Verdaulichkeit und Energie von Raufutter in Österreich (Heuprojekt 2010 und 2012)

Parameter	nutzbares Rohprotein			OM-Verdaulichkeit			Umsetzbare Energie			Nettoenergie-Laktation		
	1.	2.	3. +	1.	2.	3. +	1.	2.	3. +	1.	2.	3. +
Mittelwert	124,5	129,2	131,7	69,0	69,2	70,2	9,58	9,46	9,54	5,64	5,58	5,65
Standardfehler	2,5	2,1	3,2	1,2	0,7	1,1	0,18	0,11	0,16	0,13	0,07	0,12
Kategorische Variablen	P-Werte											
Jahr	0,000	0,673	0,425	0,000	0,192	0,614	0,000	0,302	0,530	0,000	0,250	0,555
Bundesland	0,001	0,000	0,004	0,007	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000
Hangneigung	0,091	0,058	0,006	0,068	0,029	0,054	0,063	0,051	0,029	0,058	0,048	0,036
Regen	0,625	0,518	0,718	0,946	0,863	0,708	0,875	0,967	0,747	0,841	0,927	0,743
Managementfaktoren	P-Werte											
Wirtschaftsweise	0,001	0,001	0,006	0,001	0,220	0,177	0,000	0,126	0,145	0,000	0,161	0,166
HKT (Siloverzicht)	0,295	0,050	0,159	0,005	0,002	0,019	0,020	0,009	0,041	0,016	0,008	0,035
Bestandesfeuchte	0,717	0,657	0,746	0,872	0,541	0,917	0,843	0,520	0,912	0,852	0,530	0,912
Mähzeitpunkt	0,660	0,850	0,044	0,586	0,717	0,039	0,635	0,747	0,024	0,652	0,720	0,030
Mähgerät	0,123	0,968	0,686	0,430	0,914	0,214	0,314	0,962	0,336	0,377	0,959	0,306
Schritthöhe	0,511	0,843	0,144	0,928	0,747	0,592	0,915	0,795	0,668	0,895	0,782	0,654
Zethäufigkeit	0,675	0,866	0,131	0,763	0,566	0,007	0,752	0,539	0,023	0,768	0,537	0,019
Nachtschwad	0,737	0,102	0,049	0,638	0,051	0,118	0,682	0,047	0,099	0,705	0,050	0,106
Dauer der Feldphase	0,011	0,708	0,695	0,001	0,614	0,191	0,002	0,804	0,372	0,001	0,792	0,333
Erntegerät	0,044	0,080	0,312	0,138	0,178	0,846	0,108	0,109	0,737	0,097	0,132	0,787
Trocknungsverfahren	0,000	0,005	0,052	0,000	0,028	0,602	0,000	0,012	0,301	0,000	0,013	0,374
Regressionsvariablen	P-Werte											
Seehöhe	0,000	0,036	0,004	0,011	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000
Erntedatum	0,000			0,000			0,000			0,000		
Rohaschegehalt	0,001	0,000	0,000	0,383	0,038	0,444	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Regressionsvariablen	Mittelwerte											
Seehöhe [m über N.N.]	898	854	689	898	854	689	898	854	689	898	854	689
Erntedatum	6.6.			6.6.			6.6.			6.6.		
Rohaschegehalt [g/kg TM]	89	108	118	89	108	118	89	108	118	89	108	118
Regressionskoeffizienten												
Seehöhe (für 100 m)	0,73	0,38	1,28	0,2	0,3	0,6	0,040	0,040	0,090	0,030	0,000	0,070
Rohaschegehalt (für 1 g)	-0,06	-0,06	-0,09	0,01	0,01	0,00	-0,009	-0,009	-0,011	-0,005	-0,005	-0,007
Statistische Kennzahlen												
R ²	50,3	35,7	53,2	52,1	41,8	51,6	52,4	49,6	70,5	51,9	45,6	64,9
Anzahl Proben	458	379	157	458	379	157	460	381	157	459	381	157

p-Werte bei 95 % Konfidenzniveau: < 0,01 = hoch signifikant, < 0,05 signifikant

(Tabelle 7). Das Jahr 2012 brachte neben den Inhaltsstoffen auch für nXP, OM-Verdaulichkeit und Energie im 1. Aufwuchs eine signifikante Qualitätssteigerung (nXP + 3,7 g; dOM + 2,3 %; ME + 0,34 MJ; NEL + 0,24 MJ). Der regionale Faktor Bundesland zeigte sich als starker Einfluss auf die Raufutterqualität, weil trotz Ausschaltung der unterschiedlichen Arbeitsweise und Gleichschaltung von Seehöhe, Erntedatum und Rohaschegehalt die Proben aus Vorarlberg eine signifikant höhere Verdaulichkeit und Energiedichte als jene von östlichen Bundesländern (Tabelle 11) aufwiesen. Auf den Steiflächen war im 3. und Folgeaufwuchs eine signifikante Verschlechterung von nXP und NEL gegenüber den Gunstlagen zu beobachten.

Die ÖPUL-Maßnahme UBAG + Verzicht verzeichnete schlechtere Qualitäten als Bio- bzw. UBAG-Betriebe. Betriebe mit der ÖPUL-Maßnahme Siloverzicht lagen in der OM-Verdaulichkeit und der Futterenergie signifikant besser als Betriebe, welche auch Silage verfüttern dürfen. Die Tageszeit der Mahd spielte im 3. bzw. den Folgeaufwuchs eine qualitative Rolle. Am besten schnitten jene Futterpartien ab, welche am Abend gemäht wurden. Die Dauer der Feldphase war im 1. Aufwuchs ein entscheidender Faktor. Je kürzer die Feldzeit war, umso höher war die Qualität. (Tabelle 11). Die Variable Presse hatte im 1. Aufwuchs eine ungünstige Auswirkung auf die Futterqualität. Mit Hilfe der Warmbelüftung bzw. Luftentfeuchtung konnte im 1. und

2. Aufwuchs eine signifikant bessere Heuqualität erzeugt werden. Die Kaltbelüftung unterschied sich gegenüber der Bodentrocknung ohne Belüftung nur marginal positiv.

Der Hygienestatus kann die OM-Verdaulichkeit und in der Folge die Futterenergie von Heu maßgeblich beeinträchtigen. Mit der kalkulierten OM-Verdaulichkeit auf der Basis Rohfaser konnten bei der Auswertung keine futterhygienischen Effekte berücksichtigt werden. Die Untersuchungen der Heuprojektproben aus dem Jahr 2010 mit der invitro-Methode nach TILLEY und TERRY (1963) zeigten, dass die Futterenergie bei gleichem Rohfasergehalt durch Faktoren wie Futterhygiene signifikant beeinflusst wurde (RESCH 2011). Gelingt es, die Keimzahlen der Lagerpilze zu reduzieren, hat das sehr positive Auswirkungen auf die Raufutterqualität und somit die tierische Leistung und Gesundheit. Im Fall von stärkerer Lagerverpilzung mit Verderbanzeigern wie *Aspergillus*, *Wallemia* etc. verschlechtert sich die Qualität enorm. Energieeinbußen von mehr als 0,5 MJ NEL/kg TM können dann auftreten.

3.2.5 Heumanagement vs. Mengen- und Spurenelemente

Aus Platzgründen wird bei den Mineralstoffen nur der 1. Aufwuchs dargestellt. In den Auswertungen von 1.779 österreichischen Grünlandflächen hat RESCH et al. (2009) nachgewiesen, dass der Calciumgehalt am stärksten durch den Rohfasergehalt beeinflusst wird. Diese Aussage wird

durch die GLM-Analyse (Tabelle 8) indirekt bestätigt, weil das Erntedatum im 1. Aufwuchs den P-Wert (0,000) aufwies. Die Heuproben aus 2010 hatten deutlich geringere Ca-Gehalte als jene von 2012 (Tabelle 12). Geologisch bedingte Unterschiede in den Bundesländern verursachten unterschiedlich hohe Gehaltswerte bei Calcium. Heu aus Tirol und Vorarlberg hatte höhere Calciumgehalte als die Proben aus Salzburg, Steiermark und Kärnten. Starke regionale Unterschiede in den Mineralstoffen konnten auch BOESSINGER und PYTHON (2012) in ihren Untersuchungen in der Schweiz bei belüfteten Heuproben feststellen. Je häufiger gezettet wurde, umso geringer wurden die Ca-Gehalte im Raufutter des 1. Aufwuchses.

Wenn für den Phosphorgehalt im Raufutter ein Mindestwert von 2,5 g/kg TM empfohlen wird, dann waren im Heuprojekt insgesamt 36 % der Heuproben vom 1. Aufwuchs und 50 % der Grummetproben über diesem Orientierungswert. Die Wirtschaftsweise übte einen spürbaren Einfluss aus, weil Biobetriebe die geringsten und UBAG-Betriebe die höchsten P-Gehalte im Raufutter aufwiesen. Warmbelüftung bzw. Luftentfeuchtung brachte gegenüber Bodentrocknung eine Verbesserung im Phosphorgehalt. Offenbar konnte die Blattmasse besser erhalten werden.

Der Mg-Gehalt im Raufutter konnte mit der GLM-Analyse zu etwa 40 % (R^2) erklärt werden, wobei das Bundesland

einen starken Einfluss ausübte (Tabelle 8). Im Bundesland Tirol lagen die Mg-Werte höher, weil viele Proben aus dem Kalkgebiet kamen, hingegen lagen die Gehalte in Salzburg, Steiermark und Kärnten deutlich tiefer. Der Magnesiumgehalt im 1. Aufwuchs brachte es im Durchschnitt auf 2,4 g/kg TM.

Der Gehalt an Kalium im Raufutter lag bei 94 % der Proben unter der kritischen Marke von 30 g/kg TM. Die Wirtschaftsweise hatte einen signifikanten Einfluss auf den K-Gehalt, weil Heu aus UBAG-Betrieben mehr Kalium enthielt als jenes von Biobetrieben. Das Trocknungsverfahren hatte laut GLM-Analyse einen Effekt auf den K-Gehalt. Die warmbelüfteten Heuproben verzeichneten etwas höhere Kaliumgehalte auf als Bodentrocknungsheu.

Im österreichischen Raufutter enthielten 87 % der Heuproben weniger als 0,5 g Natrium/kg TM, d.h. dass der Bedarf der Milchkuh aus dem Grundfutter nicht gedeckt werden kann. Die Na-Mittelwerte lagen für den 1. Aufwuchs bei 0,38 g/kg TM. Wenn der Heustock mit Vieh- oder Kochsalz bestreut wird, um die Feuchtigkeit zu binden, kann der Natriumgehalt auch deutlich ansteigen. Der höchste Natriumgehalt von Raufutter lag auf 6,48 g/kg TM. Das Management hatte nur einen zufälligen Einfluss auf die Natriumkonzentration im Futter.

Tabelle 8: Effekte von Einflussfaktoren auf Mengen- und Spurenelemente von österreichischem Raufutter im 1. Aufwuchs (Heuprojekt 2010 und 2012)

Parameter	Calcium (Ca)	Phosphor (P)	Magnesium (Mg)	Kalium (K)	Natrium (Na)	Eisen (Fe)	Mangan (Mn)	Zink (Zn)	Kupfer (Cu)
Mittelwert	7,35	2,65	2,45	21,0	0,38	853	95,7	32,9	6,6
Standardfehler	0,57	0,18	0,22	1,6	0,06	250	36,1	9,8	2,7
Kategorische Variablen					P-Werte				
Jahr	0,000	0,029	0,000	0,019	0,000	0,891	0,059	0,695	0,005
Bundesland	0,000	0,113	0,000	0,000	0,027	0,066	0,636	0,467	0,845
Hangneigung	0,179	0,722	0,577	0,004	0,924	0,897	0,578	0,452	0,578
Regen	0,325	0,491	0,961	0,580	0,244	0,045	0,990	0,447	0,512
Managementfaktoren									
Wirtschaftsweise	0,056	0,000	0,939	0,005	0,061	0,474	0,563	0,715	0,543
HKT (Siloverzicht)	0,015	0,193	0,005	0,000	0,721	0,006	0,005	0,118	0,477
Bestandesfeuchte	0,958	0,286	0,016	0,070	0,408	0,120	0,011	0,621	0,172
Mähzeitpunkt	0,396	0,240	0,866	0,192	0,202	0,622	0,211	0,622	0,103
Mähgerät	0,036	0,504	0,364	0,428	0,289	0,093	0,124	0,750	0,799
Schnitthöhe	0,288	0,716	0,373	0,227	0,256	0,026	0,574	0,534	0,180
Zetthäufigkeit	0,019	0,580	0,066	0,827	0,069	0,564	0,377	0,782	0,607
Nachtschwad	0,545	0,696	0,660	0,046	0,011	0,871	0,317	0,655	0,141
Dauer der Feldphase	0,115	0,387	0,003	0,108	0,726	0,134	0,210	0,600	0,018
Erntegerät	0,395	0,372	0,752	0,243	0,332	0,392	0,031	0,441	0,607
Trocknungsverfahren	0,781	0,001	0,078	0,001	0,778	0,135	0,155	0,994	0,210
Regressionsvariablen					P-Werte				
Seehöhe	0,425	0,005	0,268	0,297	0,099	0,481	0,660	0,627	0,532
Erntedatum	0,000	0,000	0,160	0,000	0,000	0,568	0,640	0,817	0,986
Rohaschegehalt	0,000	0,000	0,005	0,000	0,222	0,000	0,026	0,080	0,050
Regressionsvariablen					Mittelwerte				
Seehöhe [m über N.N.]	902	902	902	902	902	852	852	852	852
Erntedatum	5.6.	5.6.	5.6.	5.6.	5.6.	5.6.	5.6.	5.6.	5.6.
Rohaschegehalt [g/kg TM]	89	89	89	89	89	85	85	85	85
Regressionskoeffizienten									
Seehöhe (für 100 m)	0,000	0,000	0,000	0,12	0,00	-19,0	-1,7	0,51	-0,18
Rohaschegehalt (für 1 g)	0,018	0,005	0,005	0,09	0,00	15,6	0,8	0,17	0,05
Statistische Kennzahlen									
R^2	49,4	44,1	39,9	41,7	27,0	91,5	83,5	69,8	73,8
Anzahl Proben	444	444	444	444	444	69	68	69	69

P-Werte bei 95 % Konfidenzniveau: < 0,01 = hoch signifikant, < 0,05 signifikant

Der Block der Spurenelemente umfasst in dieser Arbeit die Elemente Eisen (Fe), Mangan (Mn), Zink (Zn) und Kupfer (Cu). Die Spannweite der Eisenwerte in österreichischem Raufutter umfasste den Bereich 69 bis 5.451 mg/kg TM. Im Heuprojekt zeigte sich bei den mittleren Eisengehalten, dass der 1. Aufwuchs mit 502 mg/kg TM die geringsten und der 3. Aufwuchs mit 856 mg/kg TM die höchsten Fe-Konzentrationen im Raufutter aufwies. Das Element Eisen zeigte wie in der Arbeit von RESCH et al. (2009) eine enge Beziehung zum Rohaschegehalt. Die Zunahme um 1 g Rohasche verursachte eine Erhöhung des Eisengehaltes um 16 mg/kg TM beim 1. Aufwuchs bzw. um 25 mg/kg TM beim 2. Aufwuchs. Der Eisengehalt im Futter ist ein guter Indikator für die Futtermittelverschmutzung von Raufutter. Die Schnitthöhe unter 5 cm verursachte signifikant höhere Eisengehalte (1.110 mg/kg TM) als die Einstellung 5 bis 7 cm (807 mg/kg TM) bzw. über 7 cm (643 mg/kg TM). Bodentrocknetes Futter (1.100 mg/kg TM) enthielt mehr Eisen als warmbelüftetes Heu (649 mg/kg TM).

Die Spannweite der Mangangehaltswerte in Österreichs Heu bzw. Grummet reichte von 25 bis 265 mg/kg TM. Der Bedarf der Milchkuh beträgt nach GfE (2001) 50 mg/kg TM. Die bedarfsgerechte Mangan-Versorgung der Milchkuh kann über Raufutter sehr gut abgedeckt werden. Nach RESCH et al. (2009) wird der Mn-Gehalt im Futter am stärksten durch die geologische Formation und den pH-Wert im Boden beeinflusst. Die Manganwerte unterlagen in den einzelnen Kategorien von Managementfaktoren hohen Streubreiten, deswegen ist die Interpretation der Differenzen unsicher.

Im Heuprojekt spannten sich die Zn-Werte von 10 bis 65 mg/kg TM, d.h. dass der Zn-Bedarf durch alleinige Heufütterung nur von 9 % der Proben gedeckt werden konnte und durch Ergänzung ausgeglichen werden muss. Zink wird, ähnlich wie Eisen, stark durch den Rohaschegehalt beeinflusst.

Mit Zunahme der Rohasche um 1 g stieg der Zn-Gehalt im 1. Aufwuchs um 0,17 mg/kg TM an (Tabelle 8). Die in der GLM-Analyse eingesetzten Managementfaktoren ergaben keine praxisrelevanten Zusammenhänge mit dem Zink-Gehalt des Raufutters.

Das Element Kupfer ist ein lebenswichtiges Spurenelement, das seine Funktion hauptsächlich in Enzymen ausübt. Der Kupferbedarf der Milchkuh beträgt nach GfE (2001) rund 10 mg/kg TM. Ein durchschnittliches österreichisches Heu enthielt 6,3 mg Kupfer/kg TM und Grummet zwischen 8,2 und 8,8 mg Kupfer/kg TM. Der Bedarf konnte nur von 18 % der untersuchten Raufutterproben gedeckt werden. Bodentrocknetes Heu hatte höhere Kupfergehalte als belüftetes Raufutter.

3.2.6 Dauer der Feldphase

Die Länge der Feldphase wurde im Heuprojekt abgefragt und sie betrug im Durchschnitt 35 Stunden. Den größten Einfluss auf die Zeit zwischen Mahd und Einfuhr hatten Trocknungsverfahren und Zetthäufigkeit.

Mit einer Warmbelüftung (ca. 31 h) konnte die Feldphase gegenüber Bodentrocknung (ca. 41 h) um rund ca. 10 Stunden verkürzt werden. Der Vorteil der kürzeren Feldphase brachte in qualitativer Hinsicht einen deutlichen Erfolg, der in dieser Arbeit mehrfach nachgewiesen werden konnte. Insofern ist die Heutrocknung mittels Warmbelüftung als schlagkräftig und weniger wetterabhängig zu bezeichnen. Die Auswertung der Zetthäufigkeit dokumentierte, dass die Dauer der Feldphase mit zunehmender Anzahl an Zettvorgängen von 24 auf 42 Stunden anstieg. Bei optimalen Bedingungen von Seiten der Witterung und des Pflanzenbestandes kann mit minimaler Zetthäufigkeit die gewünschte Trocknung erreicht werden, während bei suboptimalen Bedingungen und hohen Futtererträgen öfter gewendet werden muss und sich dadurch die Trocknungsdauer auf dem Feld verlängert.

Tabelle 9: Qualitätsvergleich zwischen unterschiedlichen Trocknungsverfahren in den einzelnen Aufwüchsen (Heuprojekt 2010 und 2012)

Parameter	Aufwuchs	Bodentrocknung (ohne Belüftung)	Kaltbelüftung	Solar (Dachabsaugung)	Luftentfeuchter/ Wärmepumpe	Hackschnitzel	Ölfeuerung	Sonstige
Anzahl Proben	1.	131	208	119	44	21	26	13
	2.	134	158	113	32	18	16	8
	3.	25	50	58	31	8	6	6
Rohprotein	1.	103	107	116	116	116	137	117
	2.	128	131	140	140	126	140	141
	3.	149	153	155	156	136	168	154
Rohfaser	1.	288	278	260	260	258	255	257
	2.	262	253	238	245	255	250	239
	3.	243	235	229	230	233	220	226
Rohasche	1.	86	90	91	88	101	85	94
	2.	103	111	112	106	125	114	112
	3.	108	115	123	111	123	170	101
Zucker	1.	127	139	150	143	158	144	152
	2.	107	118	124	109	123	115	118
	3.	105	113	115	112	137	122	110
NEL	1.	5,52	5,66	5,92	5,92	5,94	6,05	5,97
	2.	5,41	5,54	5,69	5,61	5,48	5,55	5,68
	3.	5,60	5,72	5,75	5,72	5,73	5,88	5,77
Phosphor	1.	2,28	2,37	2,72	2,65	2,47	2,88	2,56
	2.	2,87	2,84	3,17	3,09	3,02	3,05	3,06
	3.	3,42	3,24	3,46	3,28	2,93	3,42	2,94

3.3 Qualitätseffekte der Heubelüftung

Von den teilnehmenden Betrieben wurde von mehr als 88 % das Boxentrocknungssystem mit einem Bodenrost bevorzugt. Ältere Ziehkanal-, Ziehlüfter- bzw. Giebelrostanlagen waren noch mit einem Anteil von 4 % vertreten. Ballentrocknungen nahmen insgesamt 6 % ein. Von sämtlichen untersuchten Heuballen wurden ca. 54 % ohne künstliche Nachtrocknung konserviert. Unter Ausschaltung der Effekte Jahr, Seehöhe, Erntedatum (im 1. Aufwuchs) und Rohasche zeigten sich deutliche Qualitätsunterschiede in der Praxis zwischen den unterschiedlichen Trocknungsverfahren. Mit der Kaltbelüftung konnten geringfügige Verbesserungen erzielt werden. Schon deutlich günstiger war die Heuqualität mit Hilfe der vorgewärmten Luft über eine Dachabsaugung (Tabelle 9). Luftentfeuchter- und Hackschnitzelanlagen waren gleich gut wie die Dachabsaugung. Die Ölfeuerungsanlagen schnitten im 1. und 3. Aufwuchs insbesondere im Rohprotein und Energiegehalt gut ab.

Im 2. und den Folgeaufwüchsen war die Belüftungsdauer um mehr als 7 Stunden kürzer als im 1. Aufwuchs (67 Stunden). In der Frage der Belüftungsdauer stellte sich außerdem heraus, dass über 35 % der kaltbelüfteten Heupartien länger als 72 h belüftet wurden, während dieser Anteil bei der Warmbelüftung weniger als 25 % betrug (Abbildung 2).

Mit der Warmbelüftung konnte die effektive Trocknungszeit gegenüber der Kaltbelüftung um knapp 5 Stunden auf etwa 55 reduziert werden. Die Trocknungseffizienz von Warmbelüftungsanlagen war somit höher als die von Kaltbelüftungen. Mit der Ölfeuerung konnte die Belüftungsdauer signifikant auf 42 h abgesenkt werden. Hackschnitzelöfen benötigten im Durchschnitt 45 h und Wärmepumpe/Luftentfeuchter 52 h für die Heutrocknung. Die Dachabsaugung erforderte 60 h effektive Trocknungszeit. Heuballen wurden im Durchschnitt 36 Stunden belüftet.

In *Abbildung 3* wird der Zusammenhang zwischen effektiver Belüftungsdauer und Energiedichte

dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Proben mit höheren Proteingehalten im Durchschnitt länger belüftet wurden als jene mit geringen Qualitäten. Diese Aussage stimmt mit den Praxiserfahrungen überein, weil grobes Futter schneller trocken wird als feines, blattreiches Heu. Optimal wäre Heu mit hohen Proteingehalten und kurzer Belüftungsdauer. Schlecht ist Raufutter mit geringer Qua-

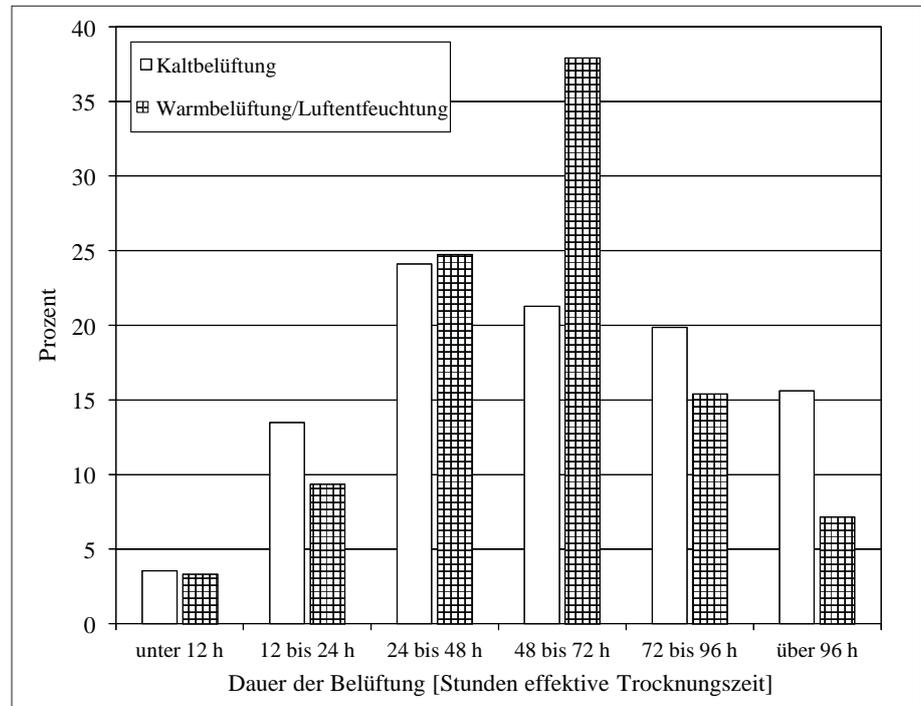


Abbildung 2: Belüftungsdauer der künstlichen Heutrocknung auf österreichischen Betrieben in Abhängigkeit vom Trocknungsverfahren (Heuprojekt 2010 und 2012)

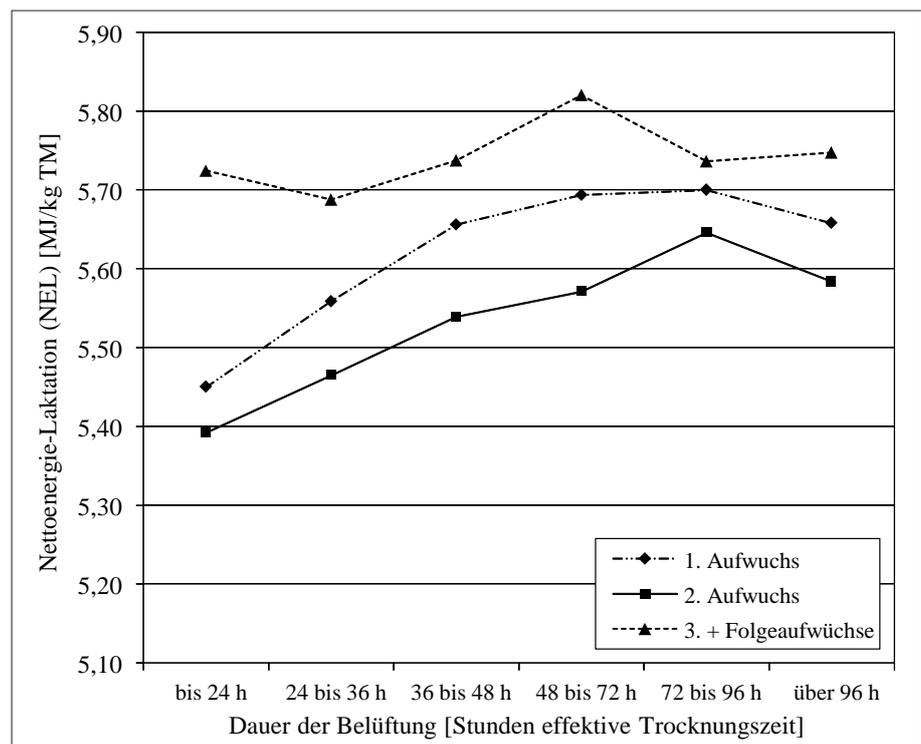


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Belüftungsdauer und Energiegehalt von Raufutter bei unterschiedlichen Aufwüchsen (Heuprojekt 2010 und 2012)

lität und langer Belüftungsdauer, weil die Energieeffizienz sehr ungünstig wird und die Kosten je Qualitätseinheit steigen. Nach NYDEGGER et al. (2009) ist eine optimale Abstimmung der Belüftungstechnik (Lüfterleistung, Entfeuchter, etc.) auf die betrieblichen Anforderungen und die Einhaltung der Belüftungsregeln für eine energieeffiziente Trocknung essentiell.

3.4. Verstärker-Effekte

In dieser Arbeit konnten positive und auch negative Aspekte von bestimmten Managementverfahren herausgearbeitet werden. Die dargestellten Effekte sind additiv, d.h. dass sich positive Einflüsse verstärken können, wenn mindestens zwei im Management angewendet werden. Dasselbe gilt für den negativen Bereich. Zwei Fehler verringern die Qualität stärker als ein Fehler. Das Wissen um die Wirkung von Managementverfahren zeigt dem Landwirt auf, welche qualitätsstärkenden Maßnahmen er kombinieren kann, um so zur Top-Qualität zu gelangen.

4. Fazit für die Praxis

Über 1.000 Betriebe nahmen an den bisher durchgeführten Heuprojekten teil und ließen ihre eigene Futterpartie objektiv in einem Futterlabor analysieren. Das zeugt von einem wachsenden Interesse der Heumilchbauern an der Grundfutterqualität. Bei der Untersuchung des Managementeinflusses auf die Heuqualität stellte sich heraus, dass UBAG-Betriebe unter vergleichbaren Voraussetzungen bessere Heuqualitäten produzierten als Biobetriebe bzw. UBAG-Betriebe + Verzicht. Ein hohes Qualitätsbewusstsein liegt im Westen Österreichs vor, insbesondere im Bundesland Vorarlberg, wo die Raufutterqualitäten deutlich günstiger als in den östlichen Bundesländern waren. Folglich gibt es in Teilen Österreichs noch großes Potential für die fachliche Betriebsberatung zur Anhebung der Qualitäten.

Der Erntezeitpunkt war hinsichtlich Heuqualität der stärkste Einflussfaktor im Management. Betriebe, welche über eine Heubelüftungsanlage verfügten, ernteten früher und hatten dadurch signifikant bessere Qualitäten. Heuballen waren in der Qualität schlechter als das lose Heu auf dem Futterstock. Betriebe mit Warmbelüftungs- bzw. Luftentfeuchteranlagen hatten bei der Heuqualität die Nase vorne. Futtermittelverschmutzung ist auch beim Heu ein Thema, wo durchaus noch Qualitätspotential für die Landwirte zu holen wäre. Riesige Reserven liegen in punkto Heuqualität sicherlich beim Pflanzenbestand und bei der Vermeidung von Abbröckelverlusten.

5. Danksagung

Die Heuprojekte 2010 und 2012 wurden in einer effizienten Zusammenarbeit von Heubauern, Beratungsdienst der Landwirtschaftskammern (LK-Fütterungsreferenten, Arbeitskreise Milchproduktion, Fütterungsberatung), Futter-

mittellabor Rosenau der LK Niederösterreich, Maschinenring Tirol, LKV Salzburg, ARGE Heumilch Österreich und LFZ Raumberg-Gumpenstein erfolgreich durchgeführt, um die aktuelle Situation der Raufutterqualität in Österreich untersuchen zu können. Die Ergebnisse dieser Arbeit sind eine wichtige Grundlage und Orientierungshilfe für die gesamten Heumilchbauern, die Beratung und Lehre. Aus den erarbeiteten Erkenntnissen können Wege aufgezeigt werden, die eine Verbesserung der Heuqualität ermöglichen. Allen teilnehmenden Landwirten und den Projektmitarbeitern sei an dieser Stelle für ihr Engagement herzlich gedankt.

6. Literatur

- BOESSINGER, P. und P. PYTHON, 2012: Faktoren mit Einfluss auf die Nähr- und Mineralstoffgehalte von belüftetem Dürrfutter. *Agrarforschung Schweiz* 3, 36-43.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 7. erweiterte und überarbeitete Auflage. Herausgeber: Universität Hohenheim-Dokumentationsstelle, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. Frankfurt/Main, DLG-Verlag, 135 S.
- GRUBER, L., A. STEINWIDDER, T. GUGGENBERGER und G. WIEDNER, 1997: Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (2. Auflage 1997).
- GRUBER, L., A. SCHAUER, J. HÄUSLER, A. ADELWÖHRER, M. URDL, K.-H. SÜDEKUM, F. WIELSCHER und R. JÄGER, 2011: Einfluss des Vegetationsstadiums von Wiesenfutter auf Verdaulichkeit, Futteraufnahme und Milcherzeugung. Tagungsband 38. Viehwirtschaftliche Fachtagung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 13. und 14. April 2011, 43-65.
- NYDEGGER, F., G. WIRLEITNER, J. GALLER, A. PÖLLINGER, L. CAENEGERN, H. WEINGARTMANN und H. WITTMANN, 2009: Qualitätsheu durch effektive und kostengünstige Belüftung. *Der Fortschrittliche Landwirt* (3) 2009, Sonderbeilage 12 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. ÖAG-Sonderdruck, Info 8/2006, 20 S.
- RESCH, R., L. GRUBER, J. GASTEINER, K. BUCHGRABER, G. WIEDNER, E.M. PÖTSCH und T. GUGGENBERGER, 2009: Mineralstoffgehalte machen das Grund- und Kraftfutter wertvoll. ÖAG-Sonderdruck, Info 8/2009, 8 S.
- RESCH, R., 2011: Raufutterqualität auf österreichischen Betrieben. Abschlussbericht zur wissenschaftlichen Tätigkeit (3583), 56 S.
- TILLEY, J.M.A. und R.A. TERRY, 1963: A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.* 18, 104-111.

7. ANHANG

Betrieb: Betriebsnr.:

Straße:

PLZ: Ort:

Telefonnr.: E-Mail:

Betrieb liegt im HKT-Gebiet (ausschließliche Heufütterung): ja ⁽¹⁾ nein ⁽²⁾ Anteil in der GF-Ration % d. TM

Wirtschaftsweise: Bio ⁽¹⁾ UBAG ⁽²⁾ Ökopunkte ⁽³⁾ keine ÖPUL-Teilnahme ⁽⁴⁾
 + Verzicht ^(2,1) (nur in Niederösterreich)

Standort:
 eben ⁽¹⁾ hängig (bis 30 % Neigung) ⁽²⁾ steilhängig (über 30 % Neigung) ⁽³⁾ **Seehöhe:** m über N.N.

Futterzusammensetzung:
 Dauergrünland ⁽¹⁾ Rotklee rein (sonst 4) ⁽²⁾ Luzerne rein (sonst 5) ⁽³⁾
 Rotklee gras (Grasanteil > 25 %) ⁽⁴⁾ Luzernegras (Grasanteil > 25 %) ⁽⁵⁾

Aufwuchs:
 1. Aufwuchs ⁽¹⁾ 2. Aufwuchs ⁽²⁾ 3. Aufwuchs ⁽³⁾ weitere Aufwüchse ⁽⁴⁾

Erntedatum (Datum der Einfuhr):

Mähzeitpunkt: Morgen ⁽¹⁾ Vormittag ⁽²⁾ Mittag ⁽³⁾ Nachmittag ⁽⁴⁾ Abend ⁽⁵⁾

Bestand bei Mahd: nass ⁽¹⁾ feucht ⁽²⁾ trocken ⁽³⁾

Mähgeräte: Trommel ⁽¹⁾ Scheiben ⁽²⁾ Messerbalken ⁽³⁾ Mähauflbereiter ⁽⁴⁾

Feldphase (Zeit vom Mähbeginn bis zum Räumen der Fläche):
 24 Std. ⁽¹⁾ 24 bis 36 Std. ⁽²⁾ 36 bis 48 Std. ⁽³⁾ 48 bis 72 Std. ⁽⁴⁾ über 72 Std. ⁽⁵⁾

Regen über 5 mm: nein ⁽¹⁾ ja ⁽²⁾

Schnitthöhe: unter 5 cm ⁽¹⁾ 5 bis 7 cm ⁽²⁾ über 7 cm ⁽³⁾

Zett- und Wendehäufigkeit: einmal zetten ⁽¹⁾ zweimal zetten ⁽²⁾ dreimal zetten ⁽³⁾ öfter als dreimal ⁽⁴⁾

Nachtschwad nein ⁽¹⁾ ja ⁽²⁾

Erntegerät:
 Ladewagen ⁽¹⁾ Fixkammerpresse ⁽²⁾ Variable Presse ⁽³⁾ Händisch ⁽⁴⁾ Sonstige ⁽⁵⁾

Art der Trocknung:
 Boden ⁽¹⁾ Gerüst ⁽²⁾ Kaltbelüftung ⁽³⁾ Warmbelüftung ⁽⁴⁾

Belüftung Bauart:
 Boxentrocknung (Bodenrost) ⁽¹⁾ Ziehkanal / Ziehlüfter / Giebelrost ⁽²⁾ Ballentrocknung ⁽³⁾ Sonstige ⁽⁴⁾:

Energie für Warmbelüftung
 Solar (Dachabsaugung) ⁽¹⁾ Luftentfeuchtung/Wärmepumpe ⁽²⁾ Hackschnitzel ⁽³⁾ Ölfeuerung ⁽⁴⁾
 Sonstige: ⁽⁵⁾

Dauer der Belüftung (effektive Trocknungszeit)
 unter 12 h ⁽¹⁾ 12 bis 24 h ⁽²⁾ 24 bis 48 h ⁽³⁾ 48 bis 72 h ⁽⁴⁾ 72 bis 96 h ⁽⁵⁾ über 96 h ⁽⁶⁾

Heuballen:
Pressdichte: locker ⁽¹⁾ mittelmäßig ⁽²⁾ fest ⁽³⁾ **Pressdruck:** bar

Ballenlagerung: unter Dach ⁽¹⁾ im Freien mit Abdeckung ⁽²⁾ im Freien ohne Abdeckung ⁽³⁾
 sonstige Lagerung ⁽⁴⁾

Ballenlagerung: auf festen Boden (Beton, Asphalt, Holz) ⁽¹⁾ auf Schotter ⁽²⁾ auf Erde ⁽³⁾
 sonstige Lagerung ⁽⁴⁾

Heuqualität – Eigene Einstufung (Landwirt): sehr gut ⁽¹⁾ gut ⁽²⁾ mäßig ⁽³⁾ schlecht ⁽⁴⁾

Futtermittel für: Milchkühe ⁽¹⁾ Mutterkühe ⁽²⁾ Trockensteher ⁽³⁾ Jungtiere ⁽⁴⁾
 Schafe, Ziegen ⁽⁵⁾ Pferde ⁽⁶⁾ Sonstige ⁽⁷⁾

bitte jede Tierkategorie ankreuzen, welche mit diesem Heu gefüttert wird

Probenahme: Heustockbohrer ⁽¹⁾ Siloprobenbohrer ⁽²⁾ händische Entnahme ⁽³⁾

Abbildung 4: Fragebogen Heuprojekt 2012

Tabelle 10: Einfluss von Umwelt- und Managementfaktoren auf Inhaltsstoffe von Raufutter in Österreich (Heuprojekt 2010 und 2012)

Faktoren	Anzahl Proben			Rohprotein [g/kg TM]			Rohfaser [g/kg TM]			Rohasche [g/kg TM]			Anzahl Proben			Zucker [g/kg TM]		
	1.	2.	3.+	1.	2.	3.+	1.	2.	3.+	1.	2.	3.+	1.	2.	3.+	1.	2.	3.+
Mittelwerte	460	381	157	119,5	137,7	150,9	279,2	250,6	239,7	93,8	109,0	132,9	287	248	139	124,7	108,4	108,1
Jahr																		
2010	182	158	35	117,9	138,8	149,2	287,5	252,0	240,4	93,2	107,8	131,8	49	60	28	129,5	110,8	116,2
2012	278	223	122	121,1	136,7	152,7	271,0	249,2	238,9	94,3	110,1	134,0	238	188	111	119,9	106,0	100,1
Bundesland																		
Kärnten	19	21	4	118,0	137,2	155,8	284,9	262,8	244,6	88,5	101,4	121,6	10	13	4	124,3	106,6	118,7
Oberösterreich	6	8	3	118,3	126,9	155,3	276,3	258,6	237,7	89,3	105,1	139,1	5	6	3	128,1	116,3	112,9
Niederösterreich	4	1	6	119,8	143,2	167,8	284,1	230,6	212,8	87,0	124,4	131,1	3	1	5	96,5	97,4	107,6
Salzburg	54	60	49	116,3	130,4	137,0	280,7	256,8	242,8	93,8	103,3	131,5	46	53	46	133,5	116,8	113,8
Steiermark	44	25	4	115,9	141,4	147,3	285,0	259,1	269,0	92,6	103,1	122,6	36	22	4	126,5	98,9	78,9
Tirol	236	175	34	119,7	138,6	145,9	277,3	253,3	239,6	100,5	112,1	129,8	95	71	21	131,8	107,5	108,6
Vorarlberg	97	91	57	128,7	146,2	147,2	266,2	233,1	231,2	104,8	113,3	154,8	92	82	56	132,0	115,3	116,3
Hangneigung																		
eben	131	112	54	121,7	135,5	158,1	274,8	252,9	233,7	91,9	108,6	139,4	86	71	47	131,7	112,3	114,2
bis 30 %	245	192	88	119,9	139,3	153,1	278,1	247,4	237,2	95,3	106,3	128,5	149	125	78	126,4	109,6	106,4
über 30 %	84	77	15	117,0	138,4	141,4	284,8	251,6	248,1	94,1	112,0	130,8	52	52	14	115,9	103,3	103,8
Regen																		
nein	448	369	152	117,2	135,1	153,6	279,6	249,9	241,3	90,0	114,6	130,3	279	242	134	123,2	114,9	108,7
ja	12	12	5	121,8	140,3	148,2	278,8	251,4	238,1	97,6	103,3	135,5	8	6	5	126,1	101,9	107,6
Wirtschaftsweise																		
Bio	193	164	77	118,3	131,2	152,0	273,1	254,6	230,8	93,0	103,2	129,1	114	101	67	131,6	110,4	112,2
UBAG	87	74	41	123,8	139,6	164,9	274,4	253,5	231,8	95,1	106,8	123,7	77	60	39	127,2	112,2	114,3
UBAG + Verzicht	174	135	37	115,2	129,7	152,9	283,1	255,5	236,9	95,3	111,0	135,5	93	81	32	121,8	110,4	109,4
ohne ÖPUL	6	8	2	120,8	150,3	133,8	286,3	238,8	259,4	91,6	114,9	143,3	3	6	1	118,1	100,5	96,7
Siloverzicht (HKT)																		
ja	293	244	125	117,6	138,1	151,3	275,7	247,4	234,5	94,8	108,3	134,2	215	172	110	128,3	109,0	113,9
nein	167	137	32	121,4	137,3	150,5	282,8	253,9	244,9	92,7	109,6	131,6	72	76	29	121,0	107,8	102,4
Bestand bei der Mahd																		
nass	15	19	8	121,3	133,8	150,6	277,5	254,9	237,7	98,0	121,7	153,0	9	14	8	115,4	113,3	110,7
feucht	197	164	62	118,3	139,1	153,9	280,9	248,3	241,2	92,4	102,5	127,6	118	97	53	127,0	105,2	106,0
trocken	248	198	87	118,9	140,2	148,2	279,3	248,6	240,2	90,9	102,7	118,2	160	137	78	131,6	106,6	107,6
Mähzeitpunkt																		
Morgen	53	34	9	118,4	135,3	142,9	281,1	252,1	253,5	95,3	107,6	128,3	23	20	9	128,0	110,4	98,2
Vormittag	208	170	68	119,4	139,6	147,1	280,7	251,6	240,8	95,1	112,6	130,3	124	99	60	122,7	102,6	105,5
Mittag	102	77	34	121,4	137,9	150,1	277,5	248,6	238,2	92,3	109,5	132,6	80	57	30	126,7	111,2	109,3
Nachmittag	62	63	38	119,7	139,7	151,0	277,2	248,5	242,0	96,9	107,0	134,8	39	45	34	127,2	110,6	113,9
Abend	35	37	8	118,7	136,1	163,3	279,7	252,4	223,9	89,2	108,1	138,5	21	27	6	118,8	107,2	113,7
Mähgerät																		
Trommel	69	48	14	110,3	137,7	152,6	289,4	249,8	242,0	91,0	113,3	133,2	34	14		110,9	97,6	
Scheiben	249	222	99	113,6	139,0	150,1	286,4	250,0	235,6	89,4	108,8	145,1	142	89		108,1	112,6	
Messerbalken	90	68	10	111,6	137,2	151,0	286,6	252,6	242,2	86,0	105,8	112,3	40	8		104,0	114,7	
Mähaufbereiter	51	43	34	118,2	136,9	149,9	284,9	250,0	238,9	90,6	107,9	141,1	32	28		110,6	107,6	
Schritthöhe																		
unter 5 cm	34	29	7	118,3	139,5	141,9	278,7	252,7	239,0	101,9	124,9	158,6	17	16	6	131,4	104,5	109,6
5 bis 7 cm	331	286	115	118,8	137,6	154,8	280,0	250,6	241,4	90,6	104,8	122,4	200	182	103	121,5	110,6	105,0
über 7 cm	95	66	35	121,5	136,0	156,0	279,0	248,6	238,7	88,9	97,2	117,8	70	50	30	121,1	110,0	109,8
Zetthäufigkeit																		
1 x	49	39	7	120,2	138,0	154,7	278,0	247,2	217,3	93,9	104,1	178,9	25	25		123,8	96,6	
2 x	163	131	38	118,6	137,3	157,3	281,5	252,3	239,3	94,3	105,7	129,4	83	80		120,2	108,4	
3 x	176	151	69	118,4	137,8	154,8	279,7	250,4	239,2	94,6	105,8	126,5	122	100		126,5	110,9	
öfter als 3 x	72	60	42	120,9	137,7	156,5	277,7	252,6	238,2	92,3	120,4	128,7	57	43		128,2	117,6	
Nachtschwad																		
nein	419	345	134	116,8	135,4	147,3	278,1	254,2	244,6	95,7	113,1	137,0	264	224	117	123,4	109,7	116,3
ja	41	36	23	122,3	140,0	154,5	280,4	247,0	234,7	91,8	104,8	128,8	23	24	22	126,0	107,1	127,1
Dauer der Feldphase																		
bis 24 h	53	44	17	123,4	139,1	148,4	268,2	254,1	245,9	88,2	105,4	104,7	30	29	14	130,0	105,8	118,0
24 bis 36 h	245	181	82	122,0	140,6	147,5	269,6	251,5	242,6	92,4	106,0	111,9	163	120	75	124,2	101,7	116,5
36 bis 48 h	123	115	39	119,7	138,8	153,4	277,3	252,2	246,2	94,7	106,5	115,3	73	74	33	120,0	104,1	110,2
48 bis 72 h	34	38	18	116,8	140,2	146,4	281,6	252,3	250,4	98,2	114,3	123,2	18	23	16	127,5	114,3	108,0
über 72 h	5	3	1	115,7	129,9	158,9	299,5	243,0	213,3	95,3	112,6	209,4	3	2	1	121,7	115,9	155,8
Erntegerät																		
Ladewagen	415	329	139	120,8	136,1	144,5	277,8	248,5	241,0	93,6	113,4	145,4	257	211	123	131,3	106,3	124,0
Fixkammerpresse	14	10	6	116,2	137,0	154,7	284,6	257,5	232,8	90,6	108,6	133,9	11	6	6	119,3	93,2	118,2
Variable Presse	18	29	10	108,2	128,0	139,4	290,9	256,6	240,8	82,9	108,6	138,0	11	19	8	122,7	101,3	123,6
Händisch	11	11	2	122,4	140,1	165,0	267,3	243,4	244,0	102,9	97,4	114,2	7	10	2	131,4	120,5	121,0
Sonstige	2	2		130,1	147,3		275,6	247,1		98,8	116,9		1	2		118,8	120,6	
Trocknungsverfahren																		
Bodentrocknung	103	109	19	117,0	136,1	143,6	284,6	252,9	244,2	90,6	104,6	130,1	48	53	15	117,0	99,0	126,9
Kaltbelüftung	183	136	43	117,3	135,5	150,0	281,7	253,2	240,1	95,3	110,5	126,8	97	83	38	125,8	111,6	121,0
Warmbelüftung	174																	

Tabelle 11: Einfluss von Umwelt- und Managementfaktoren auf nutzbares Rohprotein, OM-Verdaulichkeit und Energie von Raufutter in Österreich (Heuprojekt 2010 und 2012)

Faktoren	Anzahl Proben			nutzbares Rohprotein [g/kg TM]			OM-Verdaulichkeit [%]			Umsetzbare Energie [MJ/kg TM]			Nettoenergie-Laktation [MJ/kg TM]		
	1.	2.	3,+	1.	2.	3,+	1.	2.	3,+	1.	2.	3,+	1.	2.	3,+
Mittelwerte	458	379	157	124,5	129,2	131,7	69,0	69,2	70,2	9,58	9,46	9,54	5,64	5,58	5,65
Jahr															
2010	181	158	35	122,7	129,3	131,2	67,9	69,0	70,1	9,41	9,44	9,52	5,52	5,57	5,64
2012	277	221	122	126,4	129,0	132,2	70,2	69,3	70,3	9,75	9,48	9,56	5,76	5,60	5,66
Bundesland															
Kärnten	19	21	4	123,9	127,1	131,9	68,5	68,0	69,6	9,47	9,28	9,45	5,58	5,45	5,58
Oberösterreich	6	8	3	124,8	125,5	133,9	69,5	68,4	70,8	9,64	9,30	9,61	5,70	5,48	5,70
Niederösterreich	3	1	6	122,4	134,2	140,4	67,6	71,3	73,0	9,49	9,79	9,99	5,47	5,82	5,97
Salzburg	54	59	49	123,7	126,5	128,0	69,0	68,5	69,8	9,54	9,34	9,43	5,63	5,50	5,58
Steiermark	44	25	4	122,8	128,4	125,5	68,4	68,2	66,8	9,45	9,34	9,07	5,57	5,49	5,30
Tirol	236	175	34	125,1	128,8	129,9	69,4	68,9	70,0	9,62	9,42	9,50	5,69	5,55	5,62
Vorarlberg	96	90	57	128,8	133,7	132,5	70,8	71,0	71,6	9,86	9,77	9,73	5,85	5,80	5,79
Hangneigung															
eben	130	112	54	125,7	128,5	135,0	69,6	69,0	71,1	9,67	9,43	9,68	5,71	5,56	5,75
bis 30 %	244	192	88	124,8	130,2	132,5	69,1	69,6	70,4	9,60	9,52	9,57	5,66	5,62	5,67
über 30 %	84	75	15	123,1	128,8	127,7	68,3	69,0	69,2	9,47	9,44	9,37	5,56	5,57	5,53
Regen															
nein	446	367	152	124,0	128,6	132,3	69,0	69,2	70,0	9,57	9,46	9,51	5,63	5,59	5,63
ja	12	12	5	125,0	129,8	131,2	69,0	69,1	70,4	9,59	9,46	9,57	5,65	5,58	5,67
Wirtschaftsweise															
Bio	192	163	77	125,3	126,8	133,5	69,8	68,7	71,2	9,70	9,38	9,68	5,73	5,53	5,75
UBAG	86	74	41	126,2	129,6	136,7	69,7	68,9	71,0	9,70	9,43	9,69	5,72	5,56	5,75
UBAG + Verzicht	174	134	37	122,8	126,2	132,1	68,4	68,7	70,6	9,48	9,37	9,59	5,57	5,52	5,68
ohne ÖPUL	6	8	2	123,8	134,1	124,7	68,2	70,4	68,2	9,45	9,67	9,21	5,55	5,73	5,41
Siloverzicht (HKT)															
ja	293	244	125	124,9	130,0	133,0	69,6	69,6	71,0	9,65	9,52	9,63	5,69	5,62	5,72
nein	165	135	32	124,1	128,3	130,5	68,5	68,7	69,5	9,51	9,40	9,44	5,59	5,54	5,58
Bestand bei der Mahd															
nass	15	19	8	125,4	128,2	131,4	69,3	68,8	70,5	9,62	9,40	9,57	5,67	5,54	5,67
feucht	197	162	62	124,0	129,5	132,4	68,8	69,4	70,2	9,55	9,50	9,53	5,62	5,61	5,64
trocken	246	198	87	124,2	129,8	131,4	68,9	69,4	70,1	9,57	9,49	9,52	5,64	5,60	5,63
Mähzeitpunkt															
Morgen	53	34	9	123,9	128,7	127,2	68,7	69,1	68,6	9,54	9,43	9,27	5,61	5,56	5,46
Vormittag	207	169	68	124,1	129,1	130,6	68,7	69,0	70,0	9,54	9,44	9,51	5,61	5,57	5,63
Mittag	102	77	34	125,4	129,4	132,0	69,3	69,4	70,5	9,63	9,49	9,57	5,68	5,60	5,67
Nachmittag	61	62	38	124,8	130,0	131,3	69,3	69,4	70,0	9,62	9,50	9,50	5,67	5,61	5,62
Abend	35	37	8	124,4	128,6	137,7	69,0	69,1	72,1	9,58	9,45	9,84	5,64	5,57	5,86
Mähgerät															
Trommel	69	48	14	120,8	129,0	131,2	67,6	69,2	69,8	9,35	9,47	9,49	5,49	5,59	5,61
Scheiben	248	221	99	122,0	129,4	132,8	68,0	69,2	70,9	9,42	9,47	9,63	5,53	5,58	5,72
Messerbalken	90	67	10	121,6	129,2	131,5	68,0	69,0	69,7	9,40	9,44	9,48	5,52	5,57	5,60
Mähauflbereiter	50	43	34	123,2	129,1	131,4	68,2	69,3	70,5	9,47	9,48	9,56	5,56	5,59	5,67
Schmittöhe															
unter 5 cm	33	29	7	123,9	129,7	128,2	68,9	69,1	70,4	9,57	9,44	9,53	5,64	5,57	5,65
5 bis 7 cm	330	284	115	124,4	128,9	132,7	69,0	69,1	70,0	9,57	9,46	9,51	5,64	5,58	5,63
über 7 cm	95	66	35	125,3	129,0	134,4	69,1	69,4	70,4	9,60	9,49	9,57	5,65	5,60	5,67
Zetthäufigkeit															
1 x	49	39	7	125,0	129,7	138,8	69,2	69,5	73,6	9,61	9,51	10,00	5,66	5,62	5,99
2 x	162	130	38	123,9	128,7	132,3	68,7	69,0	70,0	9,54	9,43	9,54	5,61	5,56	5,64
3 x	176	150	69	124,2	129,2	131,5	69,0	69,2	70,0	9,57	9,47	9,53	5,64	5,59	5,64
öfter als 3 x	71	60	42	124,9	129,1	131,7	69,1	69,1	70,0	9,60	9,44	9,54	5,66	5,57	5,64
Nachtschwad															
nein	417	343	134	124,3	128,1	130,1	69,1	68,8	69,8	9,60	9,40	9,47	5,65	5,54	5,60
ja	41	36	23	124,7	130,2	133,4	68,9	69,6	70,7	9,56	9,53	9,61	5,63	5,63	5,70
Dauer der Feldphase															
bis 24 h	52	44	17	127,2	128,7	131,4	70,4	68,8	69,5	9,80	9,41	9,47	5,80	5,55	5,59
24 bis 36 h	245	181	82	127,0	129,6	130,7	70,5	69,2	69,8	9,79	9,46	9,48	5,79	5,58	5,61
36 bis 48 h	123	113	39	125,0	128,7	131,6	69,4	68,9	69,2	9,62	9,43	9,42	5,67	5,56	5,56
48 bis 72 h	33	38	18	123,3	130,0	128,8	68,7	69,0	68,9	9,52	9,44	9,35	5,60	5,57	5,51
über 72 h	5	3	1	120,2	128,7	136,1	66,1	70,0	73,8	9,17	9,57	9,97	5,35	5,66	5,98
Erntegerät															
Ladewagen	414	327	139	125,2	129,2	129,8	69,3	69,5	70,2	9,62	9,51	9,51	5,67	5,61	5,63
Fixkammerpresse	14	10	6	123,0	128,0	133,9	68,3	68,5	71,0	9,46	9,36	9,66	5,56	5,51	5,73
Variable Presse	17	29	10	119,9	125,6	128,6	67,4	68,5	70,1	9,31	9,33	9,47	5,45	5,50	5,61
Händisch	11	11	2	127,1	131,3	134,7	70,7	70,0	69,7	9,83	9,60	9,52	5,82	5,68	5,62
Sonstige	2	2		127,4	131,7		69,4	69,5		9,68	9,52		5,71	5,62	
Trocknungsverfahren															
Bodentrocknung	102	109	19	123,1	128,4	129,9	68,3	69,0	69,9	9,47	9,42	9,46	5,56	5,55	5,60
Kaltbelüftung	183	135	43	123,7	128,2	131,4	68,7	68,9	70,3	9,52	9,42	9,54	5,60	5,55	5,65
Warmbelüftung	173	135	95	126,8	130,9	133,9	70,1	69,7	70,5	9,75	9,55	9,61	5,76	5,64	5,70

Tabelle 12: Einfluss von Umwelt- und Managementfaktoren auf Mengen- und Spurenelemente von Raufutter in Österreich (Heuprojekt 2010 und 2012)

Faktoren	Proben n	Calcium (Ca)	Phosphor (P)	Magnesium (Mg) [g/kg TM]	Kalium (K)	Natrium (Na)	Proben n	Eisen (Fe)	Mangan (Mn) [mg/kg TM]	Zink (Zn)	Kupfer (Cu)
Mittelwerte	444	7,3	2,7	2,4	21,0	0,38	69	853	95,7	32,9	6,6
Jahr											
2010	180	6,9	2,7	2,3	21,5	0,34	19	861	113,4	33,8	8,5
2012	264	7,8	2,6	2,6	20,5	0,43	50	845	77,9	32,0	4,7
Bundesland											
Kärnten	19	6,4	2,6	2,3	22,2	0,35	10	1.003	79,2	27,2	5,7
Oberösterreich	5	6,7	2,9	2,1	21,3	0,34	2	1.239	132,6	43,0	8,6
Niederösterreich	3	8,8	2,5	2,7	20,0	0,41	2	821	90,2	32,8	5,1
Salzburg	50	6,9	2,6	2,3	20,8	0,39	5	146	94,3	38,4	4,8
Steiermark	36	6,1	2,6	2,2	23,8	0,37	21	911	93,5	25,5	7,3
Tirol	236	8,0	2,6	2,9	19,4	0,45	25	1.043	107,8	33,2	6,5
Vorarlberg	95	8,5	2,8	2,5	19,3	0,38	4	808	72,0	30,1	8,2
Hangneigung											
eben	125	7,6	2,7	2,5	22,1	0,39	17	842	92,0	31,7	7,5
bis 30 %	238	7,3	2,6	2,4	20,4	0,38	39	877	103,6	35,5	6,4
über 30 %	81	7,1	2,7	2,4	20,5	0,38	13	840	91,4	31,4	5,9
Regen											
nein	434	7,6	2,6	2,4	20,6	0,35	67	521	95,4	37,7	5,5
ja	10	7,1	2,7	2,5	21,4	0,42	2	1.185	96,0	28,1	7,7
Wirtschaftsweise											
Bio	186	7,7	2,5	2,5	20,1	0,36	35	882	99,5	35,9	7,0
UBAG	80	7,4	2,8	2,4	22,4	0,34	15	777	79,0	32,5	5,8
UBAG + Verzicht	172	7,2	2,6	2,4	21,3	0,34	16	766	98,0	31,3	5,8
ohne ÖPUL	6	7,1	2,7	2,5	20,1	0,49	3	988	106,2	31,8	7,8
Siloverzicht (HKT)											
ja	283	7,6	2,6	2,5	20,0	0,39	42	1.021	121,1	36,4	7,0
nein	161	7,1	2,7	2,3	22,0	0,38	27	685	70,2	29,4	6,2
Bestand bei der Mahd											
nass	15	7,4	2,7	2,8	19,4	0,42	1	1.278	207,5	42,1	9,4
feucht	193	7,4	2,6	2,3	22,0	0,37	17	587	48,0	28,2	6,1
trocken	236	7,3	2,6	2,3	21,6	0,37	51	695	31,5	28,3	4,2
Mähzeitpunkt											
Morgen	52	7,7	2,6	2,5	21,1	0,37	6	724	59,8	30,2	3,8
Vormittag	200	7,4	2,7	2,5	21,0	0,37	25	950	106,4	32,9	7,1
Mittag	99	7,2	2,7	2,5	22,0	0,41	17	901	130,8	31,1	9,3
Nachmittag	59	7,3	2,7	2,4	20,5	0,39	12	751	76,6	31,9	4,8
Abend	34	7,1	2,6	2,4	20,4	0,37	9	939	104,7	38,3	8,1
Mähgerät											
Trommel	68	6,5	2,5	2,5	19,5	0,34	11	1.156	123,9	33,6	6,7
Scheiben	239	6,6	2,5	2,5	19,3	0,36	36	916	120,9	36,8	7,0
Messerbalken	88	6,3	2,5	2,4	19,7	0,39	9	967	111,2	31,4	6,4
Mähauflbereiter	48	6,4	2,6	2,3	20,0	0,39	12	722	95,2	33,9	8,1
Schnitthöhe											
unter 5 cm	33	7,5	2,6	2,4	20,3	0,42	4	1.110	82,5	28,0	4,2
5 bis 7 cm	322	7,2	2,6	2,5	21,6	0,37	40	807	108,3	36,4	7,9
über 7 cm	89	7,4	2,7	2,5	21,1	0,36	25	643	96,2	34,3	7,7
Zetthäufigkeit											
1 x	48	7,6	2,6	2,4	20,6	0,33	6	775	80,1	33,2	8,5
2 x	159	7,7	2,6	2,6	20,8	0,37	22	968	115,5	35,6	5,5
3 x	169	7,1	2,7	2,4	21,0	0,41	33	864	92,1	33,0	6,1
öfter als 3 x	68	6,9	2,7	2,4	21,5	0,42	8	806	95,0	29,8	6,4
Nachtschwad											
nein	405	7,4	2,7	2,4	21,7	0,35	60	838	110,2	31,2	8,1
ja	39	7,3	2,6	2,5	20,2	0,42	9	869	81,2	34,6	5,1
Dauer der Feldphase											
bis 24 h	51	7,6	2,7	2,6	21,9	0,38	6	1.269	136,7	39,1	10,2
24 bis 36 h	238	7,5	2,7	2,4	21,5	0,40	31	986	97,8	31,8	5,6
36 bis 48 h	118	7,1	2,7	2,3	21,6	0,38	20	858	97,5	27,7	6,9
48 bis 72 h	32	7,1	2,8	2,1	22,7	0,39	11	574	120,1	34,3	9,0
über 72 h	5	7,5	2,4	2,8	17,2	0,36	1	578	26,2	31,6	1,3
Erntegerät											
Ladewagen	404	7,0	2,7	2,4	21,8	0,38	58	870	96,8	28,5	8,2
Fixkammerpresse	12	6,8	2,9	2,4	22,5	0,43	3	1.101	47,5	24,4	5,0
Variable Presse	16	6,7	2,6	2,3	19,6	0,35	5	1.089	162,1	28,6	6,0
Händisch	10	7,6	2,6	2,6	20,2	0,45	2	587	147,5	32,4	7,9
Sonstige	2	8,6	2,5	2,6	20,8	0,30	1	617	24,4	50,5	5,9
Trocknungsverfahren											
Bodentrocknung	100	7,5	2,6	2,6	19,5	0,39	17	1.100	135,9	33,5	9,3
Kaltbelüftung	178	7,3	2,6	2,4	21,2	0,38	30	810	82,4	32,6	5,8
Warmbelüftung	166	7,3	2,8	2,4	22,2	0,38	22	649	68,8	32,5	4,7