



lfz
raumberg
gumpenstein

Lehr- und Forschungszentrum
Landwirtschaft
www.raumberg-gumpenstein.at

Abschlussbericht

Praxisheu

Wissenschaftliche Tätigkeit Nr. 3583 (100683)

Raufutterqualität auf österreichischen Betrieben

Hay quality of Austrian farms

Projektleitung:

Ing. Reinhard Resch, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Projektmitarbeiter:

Univ. Doz. Dr. Karl Buchgraber, LFZ Raumberg-Gumpenstein
Dipl.-Ing. Günther Wiedner, LK Niederösterreich
Ing. Mag. (FH) Peter Frank, LK Tirol
Ing. Christian Meusburger, LK Vorarlberg
Dipl.-Ing. Michael Pichler, LK Salzburg
Ing. Wolfgang Stromberger, LK Kärnten
Dipl.-Ing. Franz Tiefenthaller, LK Oberösterreich
Dipl.-Ing. Karl Wurm, LK Steiermark

Projektpartner:

Futtermittellabor Rosenau, LK Niederösterreich
Arbeitskreisberatung Milchproduktion
ARGE Heumilch Österreich
Maschinenring Tirol

Projektlaufzeit:

2010



lfbcs.ministry.at

www.raumberg-gumpenstein.at

Impressum

Herausgeber
Lehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning
des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt- und Wasserwirtschaft

Direktor
Prof. Dr. Albert Sonnleitner

Leiter für Forschung und Innovation
Mag. Dr. Anton Hausleitner

Für den Inhalt verantwortlich
die Autoren

Redaktion
Ing. Reinhard Resch

Druck, Verlag und © 2011
Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
Summary.....	5
1. Einleitung.....	6
2. Problem- und Fragestellungen	6
3. Material und Methoden.....	7
3.1 Teilnahmebedingungen Heuprojekt.....	7
3.2 Probenahme	7
3.3 Fragebogen.....	8
3.4 Laboranalyse.....	8
3.5 Sensorische Heubewertung.....	8
3.6 Datenbeschreibung.....	8
3.7 Statistische Auswertung.....	9
4. Ergebnisse und Diskussion.....	10
4.1 Allgemeines zur österreichischen Raufutterqualität im Jahr 2010	10
4.1.1 Raufutterqualität in den Bundesländern.....	12
4.1.2 Raufutterqualität bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise.....	13
4.1.3 Raufutterqualität in Abhängigkeit des Standortes	14
4.1.4 Management bei der Raufutterproduktion in Österreich	16
4.2 Spezielles zur österreichischen Raufutterqualität im Jahr 2010	17
4.2.1 Inhaltsstoffe	17
4.2.1.1 Rohfaser (XF)	18
4.2.1.2 Rohprotein (XP).....	20
4.2.1.3 Rohfett (XL)	21
4.2.1.4 Rohasche (XA)	21
4.2.1.5 Zucker (XX).....	22
4.2.2 OM-Verdaulichkeit und Energie	22
4.2.3 Mineralstoffe.....	25
4.2.3.1 Mengenelemente	25
4.2.3.1.1 Calcium (Ca).....	25
4.2.3.1.2 Phosphor (P)	25
4.2.3.1.3 Magnesium (Mg)	27
4.2.3.1.4 Kalium (K).....	27
4.2.3.1.5 Natrium (Na).....	28
4.2.3.2 Spurenelemente.....	28
4.2.3.2.1 Eisen (Fe).....	28
4.2.3.2.2 Mangan (Mn)	28
4.2.3.2.3 Zink (Zn).....	29
4.2.3.1.4 Kupfer (Cu).....	30
4.2.4 Karotin	30
4.2.5 Mikrobiologie	30
4.2.5.1 Bakterien.....	31
4.2.5.2 Schimmelpilze	31
4.2.5.3 Hefen.....	32
4.2.6 ÖAG-Sinnenbewertung	32

4.3 Details zu den österreichischen Raufutterqualitäten mit künstlicher Heutrocknung.....	33
4.4 Raufutterqualitäten in unterschiedlichen Tierkategorien in Österreich.....	36
4.5 Raufutterqualitäten und Heuanteil in der Grundfuttersration.....	36
4.6 Wahl des Erntezeitpunktes.....	37
4.7 Dauer der Feldphase	38
4.8 Empfehlungswerte für optimale Raufutterqualität in Österreich.....	39
4.9 Wie der Landwirt seine eigene Heuqualität einstuft.....	40
4.10 Heugala	40
4.10.1 Verfahren zur Ermittlung der besten Heu- und Grummetqualitäten	40
4.10.2 Preisträger	41
4.10.3 Gewinnspiel	42
4.10.4 Sponsoren.....	42
5. Schlussfolgerungen und Ausblick.....	44
6. Literatur	45
Anhang.....	47

Zusammenfassung

Im Wirtschaftsjahr 2010 wurde in Österreich von den Landwirtschaftskammern (Fütterungsreferenten, Berater der Arbeitskreise Milchproduktion, Futtermittellabor Rosenau) in Zusammenarbeit mit mehr als 500 Heubauern, ARGE Heumilch Österreich, Maschinenring Tirol und dem LFZ Raumberg-Gumpenstein ein Heuprojekt durchgeführt. Zielsetzung war die bundesweite Erfassung und Bewertung der IST-Situation der Heuqualität mit Hilfe der chemischen und sensorischen Analyse der Raufutterproben sowie die Erhebung von Eckdaten des Managements bei der Futterkonservierung. Die besten Heu- und Grummetproben wurden darüber hinaus auf der Heugala 2011 in Köstendorf (Salzburger Flachgau) prämiert.

Im Heuprojekt 2010 lag der durchschnittliche Probeneinsender auf einer Seehöhe von 898 m und hatte rund 70 % hängige bis steilhängige Flächen für die Heukonservierung zur Verfügung. Von insgesamt 814 untersuchten Heuproben stammen ~83 % aus Bio- bzw. UBAG-Betrieben mit Verzicht. UBAG-Betriebe ohne Verzicht verzeichneten im Vergleich zu anderer Wirtschaftsweise höhere Rohprotein- und Energiekonzentrationen im Raufutter. Dieser Qualitätsunterschied ist in der Ursache darauf zurückzuführen, dass in diesen Betrieben der Anteil an Heutrocknungsanlagen zwischen 79 % (ohne Siloverzicht) bis 98 % (Siloverzicht) lag und der Erntezeitpunkt bis zu 10 Tage früher als in anderen Wirtschaftssystemen angesetzt wurde. Der positive Effekt der künstlichen Heutrocknung konnte insbesondere für die Warmbelüftung herausgearbeitet werden, weil dieses Trocknungsverfahren in puncto Futterqualität günstigere Gehalte bei wertvollen Inhaltsstoffen, Energie und Mineralstoffen aufwies als bodengetrocknetes Futter. Der aromatische Geruch, die Farbe und das Gefüge der Heuproben konnten in der Praxis durch Kalt- bzw. Warmbelüftung ebenfalls verbessert werden. Das Erntegut wurde für Warmbelüftungsanlagen um durchschnittlich 7 Stunden früher auf den Heustock gefahren als jenes ohne Belüftungsanlage. Österreichs Warmbelüftungsanlagen wurden nur zu 9 % mit Heizöl betrieben, 57 % holten sich die Energie über die Solartechnik und 17 % nutzten die Luftentfeuchtung mit Wärmepumpen.

In der Heuerntetechnik stellte sich das bewährte Ladewagensystem als qualitativ günstige Variante gegenüber der in den letzten Jahren aufkommenden Rundballentechnik heraus. Der Nachteil der Rundballen hängt mit der um ca. 4 Stunden längeren Feldphase und den höheren Blattverlusten beim Pressvorgang zusammen. Die erhöhten Abbröckelverluste bewirkten bei Rundballen signifikant schlechtere Rohprotein-, Energie- und Mineralstoffkonzentrationen im Raufutter. Ein riesiges Verbesserungspotential liegt bei der Heukonservierung in der technischen Futterbearbeitung auf dem Feld, weil die Abbröckelverluste vor allem bei kräuterreichen Futterbeständen viel zu hoch sind.

Von den mikrobiologisch untersuchten Heuproben lagen 72 % unterhalb der VDLUFA-Orientierungswerte für verderbanzeigende Schimmelpilze. Bedenkliche hygienische Qualitäten traten vorwiegend beim 1. Aufwuchs auf, wenn die Feldphase über 36 Stunden dauerte und insbesondere bei der künstlichen Heutrocknung.

Aufgrund der großen Qualitätsunterschiede zwischen Heu und Grummet in einzelnen Trocknungsverfahren wurden Empfehlungswerte für Raufutter aus Bodentrocknung, Kaltbelüftung und Warmbelüftung in den Bereichen Inhaltsstoffe, OM-Verdaulichkeit und Energie, Mengen- und Spurenelemente sowie für sensorische Parameter (Geruch, Farbe, Gefüge und Verunreinigung) erarbeitet. Anhand der vorliegenden Ergebnisse können österreichische Landwirte und Berater die Entwicklung der Raufutterqualitäten wesentlich gezielter durchführen, damit die Qualität der Heumilch für die Zukunft sichergestellt werden kann.

Schlüsselwörter: Heuqualität, Raufutterqualität, Dürrfutterqualität, Heu, Grummet, Erntetechnik, Trocknungstechnik, ÖPUL, HKT

Summary

In the year 2010 a hay-project was carried out in Austria by the Chamber for agricultural matters (feeding referees, consultants of the working groups for milk production, forage laboratory Rosenau) in cooperation with more than 500 farmers, ARGE Heumilch Austria, Maschinenring Tirol and the AREC Raumberg-Gumpenstein. Objectives of the project were the nationwide assessment and evaluation of the present situation of hay quality by means of chemical and sensory analysis of the roughage samples as well as the assessment of fundamental management data from forage preservation. Additionally, the best samples of hay and aftermath were awarded at the "Heugala 2011" in Köstendorf (Flachgau, Salzburg).

In the hay-project 2010 the average of the participants, who sent in their samples, was on 898 m above sea level and had about 70 % sloped or very steep areas for the preservation of hay at their disposal. About 83 % of 814 investigated hay-samples on the whole originated from organic or UBAG-farms with abdication. In comparison with another way of management UBAG-farms without abdication recorded a higher concentration of crude protein and energy in the roughage. This quality difference is caused by the fact that these farms had a proportion of 79 % (without silage abdication) to 98 % (with silage abdication) concerning hay drying facilities and the harvesting date was set 10 days earlier than in other management systems. The positive effect of the artificial hay drying could especially be worked out for warm-air ventilation, because in terms of forage quality this drying procedure showed better contents of valuable ingredients, energy and minerals than the field-dried hay. In practice the aromatic smell, the colour and the structure of the hay samples could also be improved by cold-air and warm-air ventilation, respectively. For warm-air ventilation the forage was brought onto the storage facility 7 hours earlier, averagely, than the one without ventilation. Only 9 % of the warm-air ventilation facilities in Austria are driven by fuel oil, 57 % of them take their energy from solar techniques and 17 % use the air dehumidification with heat pumps. In the hay harvesting process the well approved system of self-loader emerges to be the qualitatively more convenient variant in contrast to the round bale techniques, which have been becoming modern during the last years.

The disadvantage of round bales is connected with the phase on the field being 4 hours longer and the higher loss of leaves at the pressing procedure. These increased crumb-losses at round bales effectuate significantly worse concentrations of crude protein, energy and minerals in the roughage. At the preservation of hay a huge potential of improvement is to find in the technical forage management on the field, because the crumb losses are far too high especially with forage being rich in herbs.

72 % of the microbiological examined hay samples lay beyond the VDLUFA-values for orientation in terms of mould. Apprehensive hygienic qualities prevalently occurred at the first growth, when the field phase lasted more than 36 hours and especially with the artificial hay drying process.

Because of the big differences in quality between hay and aftermath, in the distinct drying procedures recommendations in terms of the contents (ingredients, digestibility of organic matter, energy, macro elements and micronutrients as well as sensory parameters [smell, colour, structure and contamination]) were compiled for roughage from field drying, cold-air and warm-air ventilation. Based on the present results the Austrian farmers and consultants can essentially better forward the development of roughage quality, in order to be able to guarantee the future quality of hay milk.

Key words: hay-quality, hay, roughage-quality, roughage, harvest technique, drying technique, ÖPUL, HKT

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.

Milchleistung und Milchinhaltsstoffe hängen sehr stark von der Qualität des Raufutters ab. Bei der Produktion von qualitativ hochwertigem Heu und Grummet stoßen viele Betriebe auf Schwierigkeiten im Bereich Pflanzenbestand, Arbeitsweise auf dem Feld und der Trocknungstechnik. Die wesentlichen Problemfelder sind lückige, verkrautete Wiesen bzw. die Ausbreitung der Gemeinen Risppe (*Poa trivialis*), erdige Futtermittelverschmutzung, hohe Feldverluste durch Abbröckelung, Erhitzung von Heustock bzw. Heuballen, wenn der Wassergehalt der Konserven 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.

Nach der erfolgreich angelaufenen Marketingstrategie der ARGE Heumilch Österreich hat die Heumilch und deren Produkte eine breite Akzeptanz bei den Konsumenten gewonnen. Authentische Produkte, die mit einer besonderen Qualität beworben werden, erfordern von den Lieferanten Verantwortung und ein gutes und positives Qualitätsbewusstsein. 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 Milchproduktion, 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 wurde ein österreichweites Heuprojekt vom LFZ Raumberg-Gumpenstein und den Fütterungsreferenten der Landwirtschaftskammern organisiert. Von den Heumilchbauern war ein sehr großes Interesse spürbar, weil insgesamt 814 Raufutterproben eingesendet wurden, das entspricht mehr als dem Fünffachen der Teilnahme an der 1. Österreichischen Heumeisterschaft im Jahr 2008 (RESCH, 2010). Mit der Umsetzung von Heuprojekten über alle österreichischen Bundesländer hinweg ist es möglich eine unmittelbare Wissenserweiterung von Forschung, Beratung und Praxis erreichbar, weil eine Datenbasis zur Verfügung steht, welche eine Analyse der IST-Situation von Heu und Grummet zulässt und gleichzeitig Perspektiven für eine zukünftige Entwicklung der Raufutterqualitäten aufzeigen kann.

2. Problem- und Fragestellungen

Nach STOCKINGER (2009) sind rund 25 % der Gewinnreserven in der Milchproduktion mit der Grundfutterqualität verbunden, somit ist die Heuqualität der bedeutungsvollste Faktor im Hinblick auf den wirtschaftlich erfolgreichen Heumilchviehbetrieb. Die Ergebnisse der 1. Österreichischen

Heumeisterschaft haben gezeigt, dass in der Raufutterqualität noch Potentiale stecken, die in der Praxis ausgeschöpft werden können.

Der Schwerpunkt dieser Arbeit soll die Lage der österreichischen Raufutterqualitäten aus unterschiedlichen Blickrichtungen bestimmen und Zusammenhänge mit Managementfaktoren klären. Die Ergebnisse aus dem Heuprojekt 2010 sollen dem Landwirt praxisrelevante Möglichkeiten aufzeigen, welche angewendet werden können um die Qualität von Heu und Grummet zu verbessern. Aus Sicht der Fachberatung müssen realistische und keine utopischen Empfehlungswerte für die Raufutterqualität aus diesen Daten abgeleitet werden, welche auf die österreichischen Produktionsbedingungen abgestimmt sind.

3. Material und Methoden

3.1 Teilnahmebedingungen Heuprojekt

Die Landwirte wurden ab dem Frühjahr 2010 umfassend (ARGE Heumilch Österreich, Kammerzeitungen, Fortschrittlicher Landwirt, Arbeitskreisberatung Milchproduktion, LFZ-Homepage, etc.) über die Ziele des Heuprojektes 2010 sowie die damit verbundenen Analysenkosten aufgeklärt. Der Fragebogen (Anhang) musste vollständig ausgefüllt sein, damit eine Teilnahme möglich war. Die Heu- und Grummetproben aus allen Aufwüchsen des Jahres 2010 konnten bis Ende Oktober 2010 in das Futtermittellabor Rosenau (LK Niederösterreich) zur Analyse eingesendet werden.

3.2 Probenahme

Am 11. Mai 2010 wurde am LFZ Raumberg-Gumpenstein für die Probenzieher ein Eichungsseminar organisiert, wo die Probenziehung auf dem Heustock bzw. Heuballen mittels Edelstahlbohrern praktisch vorgezeigt wurde.

Abbildung 1: Heustock- und Heuballenbeprobung im Rahmen des Heuprojekt-Eichungsseminars



Die Ziehung der Probe wurde größtenteils durch offizielle Probenzieher (Landwirtschaftskammer, Maschinenring Tirol) durchgeführt. 74 % der Proben wurden mit standardisierten Edelstahlbohrern aus dem Heustock bzw. den Heuballen gestochen, der Rest wurde händisch an mindestens 5 Entnahmestellen beprobt. 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 Nachbesprechung (Arbeitskreisbetriebe) aufbewahrt.

3.3 Fragebogen

Im Erhebungsbogen wurden detaillierte Informationen über Betrieb, Wirtschaftsweise, Ausgangsmaterial, Heuernte, Trocknungsart und eigene Einstufung der Qualität durch den Landwirt abgefragt (Anhang – *Abbildung 17*).

3.4 Laboranalyse

Im Heuprojekt 2010 wurde ein Mindestumfang für die chemische Analyse festgelegt, das war die Weender-Untersuchung von TM und Rohnährstoffen sowie die Berechnung von nutzbarem Protein (nXP), ruminaler Stickstoffbilanz (RNB), Verdaulichkeit der organischen Masse (dOM), metabolischer Energie (ME) und Nettoenergie-Laktation (NEL). Darüber hinaus konnten freiwillig zusätzliche Analysenparameter wie z.B. Gerüstsubstanzen, Mengen- und Spurenelemente, Zucker, Carotin oder mikrobiologische Keimzahlen von Bakterien und Pilzen in Auftrag gegeben werden.

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 Zucker und Carotin. Die Verdaulichkeit, Umsetzbare Energie (ME) und Nettoenergie-Laktation (NEL) werden in Rosenau durch Regressionskoeffizienten (GRUBER et al., 1997) geschätzt. Am LFZ Raumberg-Gumpenstein wurde von insgesamt 501 Proben des Heuprojektes 2010 die Verdaulichkeit der organischen Masse mit der Zweistufenmethode nach TILLEY & TERRY (1963), modifiziert nach RESCH (2004) ermittelt. Zusätzlich wurde die Nettoenergie-Laktation über eine Schätzgleichung berechnet, die auf der Beziehung zwischen der OM-Verdaulichkeit (nach TILLEY & TERRY) und der Energiedichte aus den DLG-Futterwerttabellen (1997) basiert.

3.5 Sensorische Heubewertung

In der chemischen Analyse sind keine Informationen zu Geruch, Farbe, organischer Verunreinigung, Staubigkeit, Giftpflanzen, Phänologie oder Artengruppenverhältnis, daher wurde im Organisationskomitee beschlossen, dass die offiziellen Probenzieher die ÖAG-Sinnenprüfung durchführen.

Diese organoleptische Prüfung der Heuproben mit dem ÖAG-Sinnenbewertungsschlüssels (BUCHGRABER, 1999) bewertet die Kategorien Geruch, Gefüge, Farbe und Verschmutzung mit Punkten für den jeweiligen Zustand des Futters. In Summe mündet die Punktebewertung in einer Klassifizierung mit vier Noten (20-16 Punkte = 1- sehr gut bis gut; 15-10 Punkte = 2- befriedigend; 9-5 Punkte = 3 mäßig; 4- -3 Punkte = verdorben), welche ein Maß für die Wertminderung durch die Heukonservierung darstellt. Darüber hinaus wurden bei der Heumeisterschaft weitere organoleptische Bewertungen vorgenommen. Dazu zählt das Artengruppenverhältnis Gräser : Leguminosen : Kräuter in %.

3.6 Datenbeschreibung

Die Daten vom Heuprojekt 2010 stammen aus dem Erntejahr 2010 und umfassten insgesamt 814 Datensätze mit chemischen Analysen. Von 638 Raufutterproben standen auswertbare Fragebogendaten zur Verfügung. Die Herkunft der Heuproben geht aus *Tabelle 1* hervor. Es konnte ein West-Ost-Gefälle beobachtet werden, weil der Anteil der westlichen Bundesländer Vorarlberg und Tirol sehr hoch 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 (47 %) zugeordnet werden, 38 % waren vom 2. Aufwuchs. Um die Auswertung von Aufwuchs 4 bis 6 zu ermöglichen wurden diese Proben

gemeinsam mit dem 3. Aufwuchs in eine Gruppe zusammengefasst. Im Heuprojekt wurden auch 36 Raufutterproben eingeschickt, welche aus einer Mischung zwischen 1. und anderen Aufwüchsen bestanden. Diese Gruppe kann in punkto Futterqualität nicht ausgewertet werden, weil nicht bekannt ist wie hoch der Anteil der jeweiligen Aufwüchse war, deswegen wird die Gruppe Mischung im Abschlussbericht nicht behandelt.

Tabelle 1: Probenanzahl aus den Bundesländern in Abhängigkeit vom Aufwuchs (LK-Heuprojekt 2010)

Aufwuchs	1	2	3	4	5	6	Mischung
Anzahl Proben	379	311	70	15	1	2	36
Kärnten	10	8		1			
Oberösterreich	9	8	2	1			1
Niederösterreich	4	5					
Salzburg	59	64	32	5			13
Steiermark	57	36	6	2			9
Tirol	171	122	9				13
Vorarlberg	69	66	21	6	1	2	

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, Luzerne gras) auf. Die geringe Probenanzahl bei Feldfutter ist statistisch nicht auswertbar, daher wird auf eine Darstellung im Abschlussbericht verzichtet.

3.7 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 Statgrafics (Version Centurion XV) und mit PASW (SPSS) 18.0 durchgeführt.

Für die mehrfaktoriellen Analysen wurde das GLM-Verfahren (Allgemeine lineare Modellierung) herangezogen. Als Regressionsvariable wurde nicht der Rohfasergehalt, sondern das Erntedatum neben Seehöhe und Rohaschegehalt in das Modell eingespeist, um autokorrelative Zusammenhänge auszuschließen.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Allgemeines zur österreichischen Raufutterqualität im Jahr 2010

Dem Anspruch einer allgemeinen Darstellung der Raufutterqualität kann am ehesten entsprochen werden, wenn im ersten Schritt spezifische Faktoren ausgeblendet werden. Jeder Landwirt braucht zur ersten Einstufung seiner Qualität zumindest die Information Ernteaufwuchs, deshalb wurden die nachfolgenden deskriptiven Tabellen für bestimmte Aufwüchse dargestellt.

Tabelle 2: Übersicht zur österreichischen Heuqualität im 1. Aufwuchs 2010 (Heuprojekt 2010)

Parameter	Einheit	Probenanzahl	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Perzentile			Maximum
						25	50	75	
Trockenmasse (TM)	g/kg FM	379	911,0	9,8	876	904	912	918	938
Rohprotein (XP)	g/kg TM	379	105,4	20,5	59	93	104	116	206
Unabgebautes Protein (UDP)	g/kg TM	372	21,7	5,1	12	20	21	23	71
Nutzbare Protein (nXP)	g/kg TM	372	121,0	9,0	95	115	120	126	162
Ruminale N-Bilanz (RNB)	g/kg TM	372	-2,5	2,2	-8	-4	-3	-1	9
Rohfett (XL)	g/kg TM	379	28,8	3,3	15	27	29	31	38
Rohfaser (XF)	g/kg TM	379	289,7	33,2	183	270	290	310	412
Strukturkohlenhydrate (NDF)	g/kg TM	9	576,6	42,9	525	541	567	617	651
Zellulose und Lignin (ADF)	g/kg TM	9	350,3	51,2	262	310	354	389	429
Lignin (ADL)	g/kg TM	8	53,1	13,1	32	40	57	63	70
Rohasche (XA)	g/kg TM	379	87,4	18,7	47	75	85	96	190
N-freie Extraktstoffe (XX)	g/kg TM	379	488,8	26,4	341	475	489	504	604
OM-Verdaulichkeit	%	372	68,0	4,2	55,0	65,2	68,0	70,7	80,0
Umsetzbare Energie (ME)	MJ/kg TM	379	9,37	0,63	7,13	8,95	9,35	9,78	11,28
Nettoenergie (NEL)	MJ/kg TM	373	5,52	0,44	4,31	5,23	5,50	5,81	6,88
Kalzium (Ca)	g/kg TM	364	6,4	1,9	1,8	5,1	6,1	7,4	13,1
Phosphor (P)	g/kg TM	364	2,4	0,6	1,2	2,0	2,4	2,9	4,4
Magnesium (Mg)	g/kg TM	364	2,3	0,6	0,9	1,8	2,2	2,6	4,8
Kalium (K)	g/kg TM	364	21,1	4,7	7,7	17,8	21,2	24,0	35,1
Natrium (Na)	g/kg TM	364	0,27	0,32	0,11	0,15	0,21	0,28	2,96
Eisen (Fe)	mg/kg TM	44	502	431	69	160	346	787	1950
Mangan (Mn)	mg/kg TM	44	88,7	48,0	25,3	46,5	81,5	116,2	265,1
Zink (Zn)	mg/kg TM	44	27,7	8,4	10,0	22,8	26,1	31,5	53,8
Kupfer (Cu)	mg/kg TM	44	6,8	1,2	4,4	5,8	6,7	7,7	8,9
Carotin	mg/kg TM	4	92,9	68,6	24	31	86	162	175
Zucker	g/kg TM	124	146,4	30,5	74	127	141	162	255

Die Lage der Heuqualitäten in Österreich lässt sich aus der Darstellung in *Tabelle 2* recht gut herauslesen, weil die Untergliederung in Perzentile die IST-Situation treffsicher analysieren lässt. Die TM-Gehalte der Heuproben waren in jeder Hinsicht unbedenklich, weil die Werte über 870 g/kg FM lagen. Die Rohproteingehalte umfassten eine riesige Spannweite von 59 bis auf 206 g/kg TM, das zeigt die gewaltigen Unterschiede in der österreichischen Heuqualität auf. Der mittlere Rohproteingehalt von 104 g/kg TM ist aus qualitativer Hinsicht ernüchternd, weil von Seiten der Beratung gute Grundfutterqualitäten, insbesondere gute Proteingehalte gefordert werden. Das bessere Viertel der eingesendeten Proben lag nur auf 116 g Protein/kg TM. Die N-Bilanz im Pansen ist daher zum überwiegenden Teil im negativen Bereich, d.h. es bedarf einer Ergänzung durch teure Eiweiß-Kraftfuttermittel.

Drei Viertel der untersuchten Heuproben lagen über 270 g Rohfaser/kg TM, d.h. dass die Futterernte zu spät erfolgte. Wenn die OM-Verdaulichkeit und die Energiekonzentration betrachtet werden, so verfestigt sich die Aussage, dass nur 25 % der engagierten Probeneinsender in der Lage waren gute bis sehr gute Heuqualitäten (1. Aufwuchs) zu produzieren.

Tabelle 3: Übersicht zur österreichischen Grummetqualität im 2. Aufwuchs 2010 (Heuprojekt 2010)

Parameter	Einheit	Proben- anzahl	Mittelwert	Standard- abweichung	Minimum	Perzentile			Maximum
						25	50	75	
Trockenmasse (TM)	g/kg FM	311	907,8	10,8	873	900	908	916	938
Rohprotein (XP)	g/kg TM	311	133,2	19,6	76	121	132	144	215
Unabgebautes Protein (UDP)	g/kg TM	307	26,9	5,0	15	24	26	29	74
Nutzbare Protein (nXP)	g/kg TM	307	126,5	7,7	104	121	126	131	161
Ruminale N-Bilanz (RNB)	g/kg TM	307	1,1	2,2	-6	0	1	2	11
Rohfett (XL)	g/kg TM	311	33,2	3,5	16	31	34	36	41
Rohfaser (XF)	g/kg TM	311	256,0	27,7	174	239	256	275	336
Strukturkohlenhydrate (NDF)	g/kg TM	4	553,0	36,7	519	525	544	591	605
Zellulose und Lignin (ADF)	g/kg TM	4	363,3	42,8	320	323	365	402	403
Lignin (ADL)	g/kg TM	4	67,3	6,1	60	62	67	73	75
Rohasche (XA)	g/kg TM	311	107,8	27,9	68	90	102	118	255
N-freie Extraktstoffe (XX)	g/kg TM	311	469,6	27,9	345	455	473	487	569
OM-Verdaulichkeit	%	307	68,5	2,8	58,6	66,6	68,3	70,2	77,0
Umsetzbare Energie (ME)	MJ/kg TM	311	9,35	0,46	7,86	9,08	9,33	9,61	10,44
Nettoenergie (NEL)	MJ/kg TM	307	5,51	0,31	4,62	5,31	5,51	5,70	6,28
Kalzium (Ca)	g/kg TM	297	8,7	2,4	2,7	7,0	8,4	10,1	20,5
Phosphor (P)	g/kg TM	297	2,9	0,7	1,6	2,4	3,0	3,4	5,0
Magnesium (Mg)	g/kg TM	297	3,1	0,9	1,4	2,4	3,0	3,6	7,3
Kalium (K)	g/kg TM	297	23,1	5,2	8,7	19,0	23,5	26,6	38,9
Natrium (Na)	g/kg TM	297	0,32	0,42	0,11	0,17	0,25	0,35	6,48
Eisen (Fe)	mg/kg TM	31	747	765	124	191	452	994	2890
Mangan (Mn)	mg/kg TM	31	102,6	45,0	31,8	70,8	94,0	138,6	205,7
Zink (Zn)	mg/kg TM	31	36,6	12,0	18,6	27,4	34,8	41,5	65,2
Kupfer (Cu)	mg/kg TM	31	9,4	2,4	6,5	7,7	8,9	10,1	17,5
Carotin	mg/kg TM	1	50,4		50	50	50	50	50
Zucker	g/kg TM	121	118,4	26,0	57	103	118	131	270

Was die Auswertung des 2. Aufwuchses anlangt, so ist sehr positiv hervorzuheben, dass die Anzahl der insgesamt eingesendeten 311 Grummetproben eine optimale Basis für die statistische Analyse darstellt. Der Wassergehalt war beim 2. Aufwuchs zwar geringfügig höher wie beim 1. Aufwuchs, jedoch wiederum bei allen Proben absolut im unbedenklichen Bereich. Die Proteingehalte vom 2. Aufwuchs (*Tabelle 3*) waren im Durchschnitt um 28 g/kg TM höher wie im 1. Aufwuchs. In der ruminale N-Bilanz lagen drei Viertel der Proben im positiven Bereich. Die Rohfaser-situation 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.

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 4* zeigen, dass im Spätsommer bzw. Herbst geerntetes Raufutter nur mehr einen durchschnittlichen Rohfasergehalt von 236 g/kg TM enthielt und die Rohproteinwerte auf 152 g/kg TM anstiegen. Das strukturell feinere Futter wies im Durchschnitt um 0,2 MJ NEL/kg TM höhere Energiekonzentrationen auf als der 1. bzw. 2. Aufwuchs. Die Elementgehalte lagen bei Phosphor auf 3,3 g/kg TM, allerdings stieg auch der Rohaschegehalt auf 115 g/kg TM an.

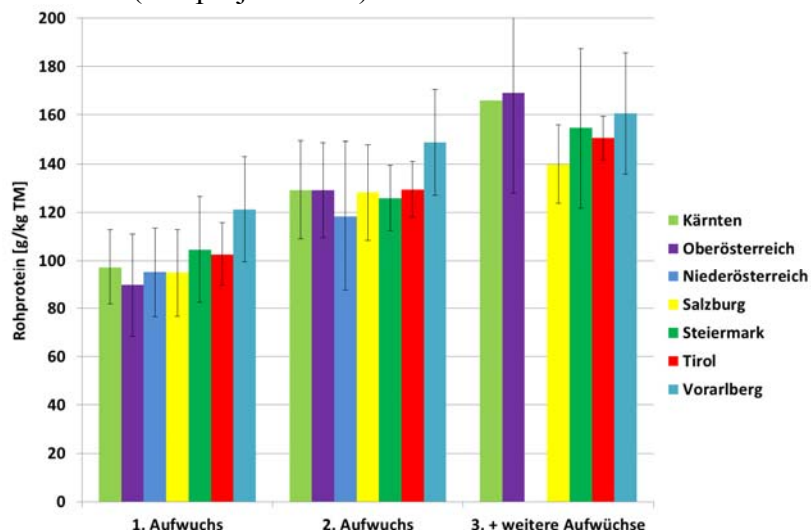
Tabelle 4: Übersicht zur österreichischen Grummetqualität im 3. und folgende Aufwüchse 2010 (Heuprojekt 2010)

Parameter	Einheit	Probenanzahl	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Perzentile			Maximum
						25	50	75	
Trockenmasse (TM)	g/kg FM	86	906,3	13,3	873	896	909	916	929
Rohprotein (XP)	g/kg TM	86	151,5	24,7	110	135	149	162	249
Unabgebautes Protein (UDP)	g/kg TM	86	31,1	7,4	22	27	30	32	75
Nutzbare Protein (nXP)	g/kg TM	86	133,4	8,9	115	128	133	137	171
Ruminale N-Bilanz (RNB)	g/kg TM	86	2,9	2,9	-2	1	3	4	14
Rohfett (XL)	g/kg TM	86	34,4	3,4	26	32	34	37	44
Rohfaser (XF)	g/kg TM	86	235,5	25,6	136	220	236	255	285
Strukturkohlenhydrate (NDF)	g/kg TM	4	506,8	31,4	473	477	510	534	535
Zellulose und Lignin (ADF)	g/kg TM	4	328,5	32,0	294	298	328	360	365
Lignin (ADL)	g/kg TM	4	65,5	8,0	56	58	66	73	75
Rohasche (XA)	g/kg TM	86	115,1	30,3	71	95	110	128	301
N-freie Extraktstoffe (XX)	g/kg TM	86	463,4	31,3	382	445	462	487	539
OM-Verdaulichkeit	%	86	70,5	2,5	64,8	68,9	70,4	72,3	77,0
Umsetzbare Energie (ME)	MJ/kg TM	86	9,63	0,42	8,44	9,40	9,61	9,90	10,41
Nettoenergie (NEL)	MJ/kg TM	86	5,71	0,28	4,98	5,55	5,69	5,91	6,22
Kalzium (Ca)	g/kg TM	82	8,3	1,7	4,0	7,3	8,2	9,3	15,2
Phosphor (P)	g/kg TM	82	3,3	0,7	2,0	2,7	3,3	3,8	5,2
Magnesium (Mg)	g/kg TM	82	2,8	0,6	1,9	2,4	2,8	3,2	4,5
Kalium (K)	g/kg TM	82	24,8	5,5	13,6	21,4	25,2	28,4	39,8
Natrium (Na)	g/kg TM	82	0,40	0,57	0,11	0,20	0,33	0,46	5,25
Eisen (Fe)	mg/kg TM	6	948	672	405	421	745	1427	2198
Mangan (Mn)	mg/kg TM	6	93,7	30,4	46,2	74,6	96,4	108,7	141,1
Zink (Zn)	mg/kg TM	6	43,5	7,3	34,1	37,2	43,5	49,2	54,1
Kupfer (Cu)	mg/kg TM	6	10,2	1,5	7,7	8,7	11,1	11,2	11,2
Carotin	mg/kg TM	3	161,1	86,0	85	85	144	254	254
Zucker	g/kg TM	59	119,4	23,0	67	103	117	140	165

4.1.1 Raufutterqualität in den Bundesländern

Die Heuqualität ist in den österreichischen Bundesländern unterschiedlich ausgeprägt (Anhang *Tabelle 27 bis 29*), insbesondere in Vorarlberg heben sich die durchschnittlichen Inhaltsstoffgehalte, Energiekonzentrationen und Elementgehalte deutlich von den übrigen Bundesländern in positiver Hinsicht ab (*Abbildung 2*).

Abbildung 2: Rohproteingehalte in den österreichischen Bundesländern in Abhängigkeit vom Aufwuchs (Heuprojekt 2010)



4.1.2 Raufutterqualität bei unterschiedlicher Wirtschaftsweise

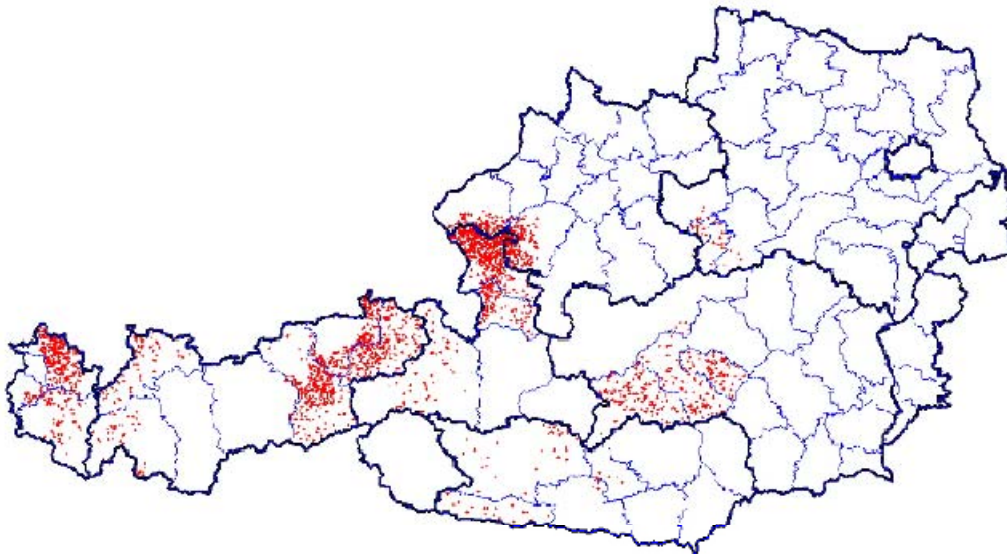
Je nach Art der Wirtschaftsweise unterliegt ein landwirtschaftlicher Betrieb gewissen Rahmenbedingungen. Die Frage stellt sich ob die Wahl einer bestimmten Wirtschaftsweise Auswirkungen auf die Raufutterqualität ausübt.

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 3). Verstärkt befinden sich diese Gebiete in Vorarlberg, Tiroler Unterland, Salzburger Flachgau und im Steirischen Murtal. Im Heuprojekt 2010 waren 60 % der Befragten Landwirte HKT-Betriebe und 40 % nahmen nicht an der Maßnahme Siloverzicht teil

Die durchschnittlichen Raufutterqualitäten unterscheiden sich zwischen den Teilnehmern bzw. Nicht-Teilnehmern an dieser Maßnahme insofern, als dass im 1. und 2. Aufwuchs bessere Qualitäten bei den Betrieben mit Siloverzicht insbesondere im Protein-, Energie- und Phosphorgehalt verzeichnet werden konnten (Anhang Tabelle 30).

In Tabelle 5 konnten große Unterschiede im Anteil der Trocknungsverfahren zwischen den Betriebsgruppen mit und ohne Siloverzicht festgestellt werden. Die ungünstigeren Raufutterqualitäten der Nicht-Teilnehmer an der Maßnahme Siloverzicht sind sehr wahrscheinlich auf die Tatsache zurückzuführen, dass 44 % keine künstliche Heutrocknung zur Verfügung hatten, hingegen wurden 48 % der Heuproben aus HKT-Betrieben mittels Warmbelüftung getrocknet.

Abbildung 3: Verteilung der landwirtschaftlichen Betriebe mit Teilnahme an der ÖPUL-Maßnahme Siloverzicht (BMLFUW, Invekosdaten 2010)



Im Erhebungsbogen des Heuprojektes 2010 wurde außerdem die Wirtschaftsweise der Betriebe abgefragt. Von den befragten Landwirten waren 40,7 % Biobetriebe. An UBAG (Umweltgerechte Bewirtschaftung von Acker- und Grünlandflächen) nahmen 15,7 %, an UBAG + Verzicht 41,9 %, und an der Maßnahme Ökopunkte (nur in Niederösterreich) nahmen 0,3 % teil. Betriebe, welche an keiner ÖPUL-Maßnahme teilnahmen waren mit 1,4 % im Heuprojekt vertreten.

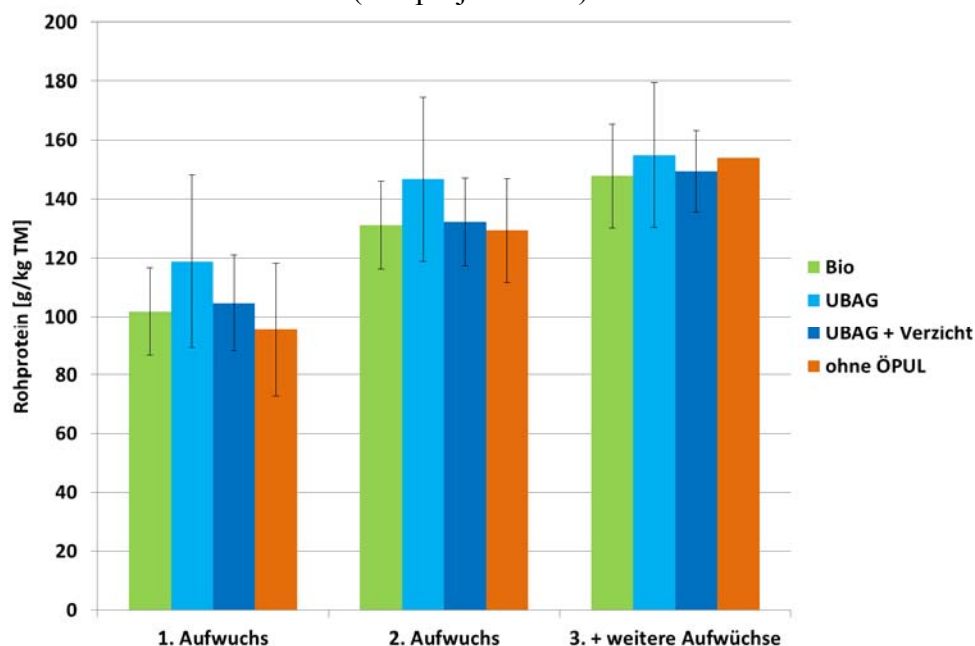
Die Mittelwerte in Tabelle 31 (Anhang) bzw. die Rohproteingehalte Abbildung 4 dokumentieren einen Qualitätsunterschied in Abhängigkeit der Wirtschaftsweise. Speziell im ersten Aufwuchs erzielten UBAG-Betriebe wesentlich bessere Qualitäten in den Rohnährstoffen, in der Energie und den Mineralstoffen sowie im Zuckergehalt. Im 2. Aufwuchs war ebenfalls ein leichter Vorsprung der UBAG-Betriebe zu verzeichnen, allerdings war er nicht mehr so groß. Im 3. und den folgenden Aufwüchsen gab es keine Unterschiede zwischen der Art der Wirtschaftsweise.

Tabelle 5: Anteil von unterschiedlichen Heutrocknungsverfahren in Abhängigkeit von der Teilnahme an ÖPUL-Maßnahmen (Heuprojekt 2010)

ÖPUL-Maßnahme	Probenanzahl	Bodentrocknung		
		Kaltbelüftung	Warmbelüftung	
		%	%	%
Siloverzicht	292	12	40	48
Bio	118	14,4	27,1	58,5
UBAG	55	1,8	47,3	50,9
UBAG + Verzicht	119	14,3	48,7	37
keine ÖPUL-Teilnahme	0	0	0	0
kein Siloverzicht	192	44	43	13
Bio	73	60,3	28,8	11
UBAG	29	20,7	41,4	37,9
UBAG + Verzicht	84	35,7	58,3	6
keine ÖPUL-Teilnahme	6	50	33,3	16,7

Aus der Prozentverteilung der Trocknungsverfahren (Tabelle 5) gehen relevante Differenzen zwischen bestimmten ÖPUL-Maßnahmen hervor, besonders wenn die Maßnahme Siloverzicht als Gruppierung eingesetzt wird, welche in Beziehung zur Raufutterqualität stehen.

Abbildung 4: Rohproteingehalte von österreichischem Raufutter in Abhängigkeit von ÖPUL-Maßnahmen und Aufwuchs (Heuprojekt 2010)



4.1.3 Raufutterqualität in Abhängigkeit des Standortes

Aus der Erhebung im Heuprojekt 2010 ging hervor, dass ein durchschnittlicher österreichischer Probeneinsender sein Raufutter auf einer Seehöhe von 898 m geerntet hat. Die Spannweite reichte vom Niederungsgrünland auf 400 m bis zum alpinen Grünland auf 2000 m Seehöhe.

Die Heuqualität (1. Aufwuchs) verzeichnete bis 1400 m einen Verlust an Rohprotein, Energie, Phosphor und Zucker. Interessant war, dass die durchschnittliche Futterqualität vom 1. Aufwuchs über 1400 m Seehöhe in den Rohnährstoffen bzw. der Energie fast gleichwertig wie jene unter 600 m war, Unterschiede gab es dennoch in den Elementgehalten. Im 2. und 3. Aufwuchs lagen die

Grummetqualitäten mit Ausnahme der Mineralstoffe (*Tabelle 6*) nicht in auf- bzw. absteigenden linearen Trends in Beziehung mit der Seehöhe.

Tabelle 6: Einfluss der Seehöhe auf die Raufutterqualität in Abhängigkeit vom Aufwuchs (Heuprojekt 2010)

Aufwuchs	Mittelwerte											
	1				2				3			
Seehöhe in Meter über N.N.	unter 600 m	600- 1000 m	1000- 1400 m	über 1400 m	unter 600 m	600- 1000 m	1000- 1400 m	über 1400 m	unter 600 m	600- 1000 m	1000- 1400 m	
Trockenmasse [g/kg FM]	907,3	912,3	912,2	910,3	910,5	909,2	907,3	907,5	909,3	911,8	909,0	
Rohprotein [g/kg TM]	112,5	108,1	100,0	107,3	127,5	138,5	130,1	127,9	144,6	151,0	159,5	
nutzbares Rohprotein [g/kg TM]	122,7	121,8	118,7	123,0	123,8	128,4	124,8	129,0	129,9	134,0	135,0	
Unabgebautes Protein [g/kg TM]	20,9	21,9	20,9	21,2	25,5	28,1	25,9	25,5	28,9	32,2	32,0	
Ruminale N-Bilanz [g/kg TM]	-2,0	-2,2	-3,0	-2,5	0,6	1,6	0,8	-0,2	2,4	2,7	4,0	
Rohfett [g/kg TM]	28,9	29,3	28,5	30,1	32,3	34,1	33,0	32,6	34,1	34,0	36,0	
Rohfaser [g/kg TM]	280,8	283,4	294,3	282,1	270,9	249,3	251,0	223,7	251,7	223,6	227,5	
Rohasche [g/kg TM]	82,5	95,9	87,6	85,5	98,3	114,6	118,3	118,2	107,9	128,7	121,5	
OM-Verdaulichkeit [%]	68,8	68,5	67,2	69,0	67,1	69,1	68,7	71,7	69,2	71,5	71,2	
Metabolische Energie ME [MJ/kg TM]	9,63	9,41	9,26	9,56	9,23	9,43	9,27	9,70	9,49	9,62	9,69	
Nettoenergie-Laktation NEL [MJ/kg TM]	5,68	5,55	5,43	5,64	5,41	5,56	5,46	5,78	5,60	5,72	5,76	
Calcium Ca [g/kg TM]	5,1	6,5	7,2	7,8	6,7	8,9	10,5	11,0	7,3	8,7	10,3	
Phosphor P [g/kg TM]	2,8	2,5	2,3	2,3	3,2	3,0	2,7	2,6	3,5	3,3	3,0	
Magnesium Mg [g/kg TM]	1,9	2,4	2,6	2,6	2,3	3,3	3,7	3,5	2,6	3,0	4,1	
Kalium K [g/kg TM]	21,9	21,7	20,3	18,9	24,0	23,2	21,6	19,1	24,2	24,5	26,5	
Natrium Na [g/kg TM]	0,64	0,24	0,22	0,20	0,39	0,30	0,40	0,29	0,35	0,34	0,28	
Eisen Fe [mg/kg TM]	290	674	458	155	137	878	1133			667		
Mangan Mn [mg/kg TM]	91,4	104,9	59,1	76,6	65,4	118,7	136,2			95,1		
Zink Zn [mg/kg TM]	21,5	33,5	28,6	27,7	24,7	41,6	38,8			40,4		
Kupfer Cu [mg/kg TM]	6,1	8,2	7,3	6,7	8,1	9,1	11,1			10,0		
Zucker [g/kg TM]	186,4	138,9	132,6		136,4	120,2	106,3		123,6	120,1		
Heuanteil in der Ration [%]	52	51	76	72	28	48	71	85	28	26	90	

über 1400 m Seehöhe gab es keinen 3. Aufwuchs

Tabelle 7: Prozentanteil von Heuprobenherkünften in Bezug auf die Hangneigung und in Abhängigkeit der ÖPUL-Maßnahme Siloverzicht sowie der Seehöhe (Heuprojekt 2010)

ÖPUL-Maßnahme	Probenanzahl	eben	hängig*	steilhängig**
		%	%	%
Siloverzicht	285	27	59	14
unter 600 m	40	70	30	0
600 - 1000 m	201	18	70	12
1000 - 1400 m	35	20	37	43
über 1400 m	9	11	78	11
kein Siloverzicht	180	30	48	22
unter 600 m	34	65	35	0
600 - 1000 m	62	36	58	6
1000 - 1400 m	60	12	47	42
über 1400 m	24	4	50	46

*hängig bis 30 % Hangneigung, **steilhängig über 30 % Hangneigung

Mit zunehmender Seehöhe nimmt der Anteil an hängigen bzw. steilhängigen Wiesenflächen (*Tabelle 7*) und der Heuanteil in der Futtermischung zu (*Tabelle 6, Anhang Tabelle 32*). Die durchschnittlichen Raufutterqualitäten waren im 1. Aufwuchs nicht unterscheidbar. Im 2. bzw. 3. Aufwuchs hatten die Steiflächen höhere Rohaschegehalte, die auf steigende Probleme mit erdiger Futtermittelverschmutzung hinwiesen. Die Zuckergehalte waren auf ebenen Standorten höher als auf den hängigen Lagen.

4.1.4 Management bei der Raufutterproduktion in Österreich

In *Tabelle 8* zeigt sich, dass über 60 % der Proben aus Betrieben mit Siloverzicht kamen. Der bevorzugte Erntezeitpunkt war vormittags, wenn das Futter noch leicht feucht bis abgetrocknet war. Bei der Mähtechnik setzten über 50 % Scheibenmäherwerke ein, knapp 10 % verwendeten einen Aufbereiter, wobei die Schnitthöhe bei mehr als 90 % im optimalen Bereich lag. Es wurde 2 bis 3 mal gezettet und kaum über Nacht geschwadet. Fast 80 % fuhren das Heu nach 24-48 h ein und 92 % verwendeten dazu den Ladewagen. Künstliche Heutrocknung wurde auf über 70 % der Betriebe eingesetzt, davon ist die Boxentrocknung auf Bodenrost mit ~86 % am beliebtesten. Bei Warmbelüftungen verwendeten 57 % die Solartechnik über Dachabsaugung und 17 % entfielen auf Luftentfeuchter. Der Großteil der Heuballen war zu fest gepresst.

Tabelle 8: Prozentuelle Verteilung definierter Gruppen innerhalb von abgefragten Parametern von Raufutterproben der Teilnehmer aus dem Heuprojekt 2010

Parameter	Gruppeneinteilung					
	1	2	3	4	5	6
Wirtschaftsweise	Bio 41,2	UBAG 15,6	UBAG + Verz. 41,8	ohne ÖPUL 1,4		
Siloverzicht	ja 61,4	nein 38,6				
Hangneigung	eben 29,2	bis 30 % 52,8	über 30 % 18,0			
Aufwuchs	1. 50,8	2. 38,9	3. + 10,3			
Mähzeitpunkt	Morgen 13,5	Vormittag 43,6	Mittag 16,2	Nachmittag 16,8	Abend 9,9	
Bestand bei der Mahd	nass 6,5	feucht 43,5	trocken 50,1			
Mähgeräte	Trommel 19,1	Scheiben 53,3	Messerbalken 18,0	Aufbereiter 9,6		
Schnitthöhe	bis 5 cm 8,1	5-7 cm 77,9	über 7 cm 14,0			
Zett- bzw. Wendehäufigkeit	1 x 9,9	2 x 33,7	3 x 39,7	> 3 x 16,7		
Nachtschwad	nein 88,7	ja 11,3				
Feldphase	bis 24 h 11,8	24-36 h 48,5	36-48 h 30,0	48-72 h 9,0	> 72 h 0,7	
Regen	nein 97,6	ja 2,4				
Erntegerät	Ladew. 91,9	Presse fix 2,2	Presse var. 4,9	händisch 0,7	Sonstige 0,3	
Trocknungsverfahren	Bodentrockn. 27,8	Kaltbelüftung 39,0	Warmbelüftung 33,2			
Bauart der Belüftung	Bodenrost 85,6	Ziehlüfter 8,1	Ballentrockn. 6,3	Sonstige 0,0		
Energie für die Belüftung	Solar 57,2	Luftentfeuchter 17,3	Hackschnitzel 12,3	Ölfeuerung 9,1	Sonstige 4,1	
Dauer der Belüftung	bis 12 h 5,9	12-24 h 12,3	24-48 h 13,6	48-72 h 28,4	72-96 h 19,9	über 96 h 19,9
Pressdichte bei Heuballen	locker 4,9	mittelmäßig 82,9	fest 12,2			

4.2 Spezielles zur österreichischen Raufutterqualität im Jahr 2010

Nach der Abhandlung von grundlegenden Einflussfaktoren auf die Heuqualität wie Standort, Aufwuchs und Wirtschaftsweise geht der folgende Teil der Arbeit auf jene Managementfaktoren ein, welche unmittelbar mit der Ernte und der Konservierung des Grünlandfutters zu tun haben. Mit einem Allgemeinen linearen Modell (GLM) ist es möglich gleichzeitig mehrere Faktoren zu berücksichtigen und dabei dennoch den Fokus auf einen bestimmten Einflussfaktor richten zu können, wobei in diesem Fall die übrigen Faktoren aus- bzw. gleichgeschaltet werden. In diesem Abschnitt werden die Effekte auf Inhaltsstoffe inklusive Zucker, OM-Verdaulichkeit, Energie sowie Mengen- und Spurenelemente untersucht.

4.2.1 Inhaltsstoffe

Anhand *Tabelle 9* bzw. *Tabelle 33* (Anhang) können praxisrelevante Zusammenhänge mit dem Management für die wichtigsten Inhaltsstoffe von österreichischem Heu und Grummet abgeleitet werden.

Tabelle 9: GLM-Analyse von Einflussfaktoren auf Inhaltsstoffe und Zucker für Raufutter aus dem 1. bzw. 2. Aufwuchs in Österreich (Heuprojekt 2010)

Parameter	Rohprotein		nutzbares RP		Rohfaser		Rohfett		Rohasche		Zucker	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Aufwuchs												
Mittelwert	107,5	128,5	117,3	126,5	309,6	251,0	28,7	32,4	75,1	100,1	180,9	178,0
Standardfehler	8,9	8,9	3,8	3,1	13,1	9,9	1,5	1,5	9,4	10,6	28,2	23,9
Kategorische Variablen	p-Werte											
Bundesland	0,010	0,251	0,001	0,009	0,009	0,000	0,037	0,012	0,071	0,627		
Wirtschaftsweise	0,003	0,281	0,000	0,421	0,001	0,670	0,009	0,577	0,026	0,599		
HKT (Siloverzicht)	0,632	0,916	0,742	0,651	0,635	0,387	0,544	0,358	0,026	0,120	0,247	0,399
Hangneigung	0,234	0,924	0,221	0,372	0,229	0,074	0,108	0,301	0,061	0,001	0,209	0,056
Bestandesfeuchte	0,864	0,141	0,799	0,178	0,501	0,481	0,920	0,001	0,928	0,389	0,993	0,473
Mähzeitpunkt	0,626	0,457	0,687	0,446	0,925	0,320	0,157	0,009	0,031	0,344	0,447	0,127
Mähgerät	0,792	0,136	0,958	0,348	0,916	0,889	0,658	0,167	0,721	0,562	0,829	0,150
Schnitthöhe	0,824	0,629	0,929	0,876	0,779	0,527	0,680	0,337	0,952	0,492	0,497	0,696
Zetthäufigkeit	0,923	0,142	0,288	0,097	0,035	0,102	0,401	0,012	0,200	0,567	0,914	0,428
Nachtschwad	0,126	0,015	0,556	0,109	0,805	0,996	0,405	0,397	0,898	0,478	0,949	0,027
Dauer der Feldphase	0,600	0,971	0,073	0,912	0,031	0,321	0,153	0,894	0,051	0,827		
Regen	0,149	0,324	0,267	0,273	0,932	0,273	0,185	0,273	0,863	0,321	0,061	0,522
Erntegerät	0,203	0,004	0,112	0,095	0,175	0,978	0,282	0,034	0,027	0,391	0,874	0,001
Trocknungsverfahren	0,417	0,121	0,350	0,079	0,068	0,079	0,682	0,677	0,090	0,766	0,400	0,958
Regressionsvariablen	p-Werte											
Seehöhe	0,157	0,948	0,166	0,154	0,244	0,004	0,056	0,627	0,950	0,604	0,760	0,760
Erntedatum	0,094	0,003	0,451	0,013	0,610	0,212	0,233	0,138	0,211	0,103	0,362	0,108
Rohaschegehalt	0,096	0,173	0,116	0,014	0,000	0,000	0,289	0,000			0,090	0,542
Rohfasergehalt									0,000	0,000		
Regressionsvariablen	Mittelwerte											
Seehöhe	974	913	974	913	974	913	974	913	974	913	789	786
Erntedatum	9.6.	27.7.	9.6.	27.7.	9.6.	27.7.	9.6.	27.7.	9.6.	27.7.	25.5.	27.7.
Rohaschegehalt	90	108	90	108	90	108	90	108			96	107
Rohfasergehalt									285	253		
Regressionskoeffizienten												
Seehöhe (für 100 m)	1,1	-0,5	0,5	0,4	-1,4	-2,8	0,3	0,0	-0,1	-0,6	1,5	0,8
Erntedatum (für 1 Tag)	-0,26	-0,23	-0,05	-0,07	0,12	0,11	-0,03	-0,02	-0,20	0,16	-0,64	-0,27
Rohaschegehalt (für 1 g)	0,13	0,10	-0,05	-0,07	-0,41	-0,38	-0,01	-0,05			-0,39	-0,11
Rohfasergehalt (für 1 g)									-0,21	-0,44		
Statistische Kennzahlen												
R ²	51,0	54,2	50,8	56,0	58,5	65,8	40,9	52,3	41,0	53,5	67,6	89,7
Mittlerer Schätzfehler (MAE)	10,4	9,6	4,5	3,8	16,0	12,2	1,8	1,7	10,3	12,7	14,2	8,0
Anzahl Proben	179	130	179	130	179	130	179	130	179	130	51	41

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

Eine detaillierte Auswertung der Trockenmasse wurde nicht durchgeführt, weil sämtliche TM-Gehalte über 870 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 die kritische Marke verringert wurde.

Unter Einbeziehung der entscheidenden Managementfaktoren konnten je nach Inhaltsstoff zwischen 41 bis 90 % der Datenvarianz mit der GLM-Analyse erklärt werden. Der starke regionale Einfluss aus der allgemeinen Auswertung konnte bestätigt werden. Selbst bei Gleichschaltung von Seehöhe, Rohaschegehalt und Erntedatum waren die Vorarlberger Heuproben beim 1. Aufwuchs allen anderen Bundesländern in der Qualität deutlich überlegen.

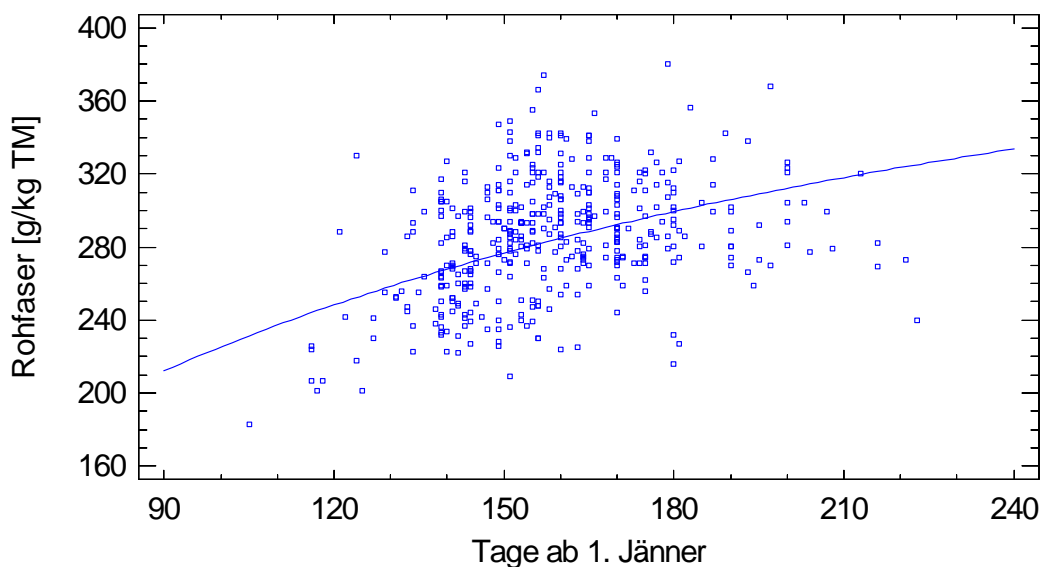
UBAG-Betriebe erzeugten im Jahr 2010 eindeutig bessere Raufutterqualitäten als Betriebe mit den ÖPUL-Maßnahmen Bio bzw. UBAG + Verzicht. Die Anzahl an Betrieben ohne ÖPUL-Teilnahme war sehr gering, deshalb können keine praxisrelevanten Aussagen zur Qualität dieser Kategorie gemacht werden.

4.2.1.1 Rohfaser (XF)

Die physiologische Entwicklung der Grünlandpflanzen steht in enger Verbindung mit der Qualität des Raufutters, weil nach GRUBER et al. (2011) die physikalische Inkrustierung der Faserkohlenhydrate für den Rückgang der Verdaulichkeit mit fortschreitender Vegetation verantwortlich ist. Nach GRUBER et al. (2009) ist die Rohfaseranalytik nicht in der Lage die Gerüstsubstanzen (Summe von Zellulose, Hemizellulosen und Lignin) eines Futtermittels exakt zu erfassen. Zurzeit ist die Rohfaseruntersuchung in Österreich noch Routine, weil es starke Zusammenhänge zur Futterqualität gibt.

Im ersten Aufwuchs konnten mit einer einfachen Regressionsanalyse maximal 18 % (R^2) der Datenvarianz der Rohfaser mit dem Faktor Erntedatum erklärt werden (Abbildung 5). Die mehrfaktorielle Regression konnte unter Einbeziehung der Faktoren Seehöhe und Rohaschegehalt das R^2 nur auf ~29 % steigern (Modell: Rohfaser = 222,03 - 0,027*Seehöhe + 0,87*Tage ab 1. Jänner - 0,58*Rohasche in g/kg TM).

Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Erntedatum und Rohfasergehalt im Raufutter von österreichischen Dauerwiesen 1. Aufwuchs (Heuprojekt 2010)



Die Streuung von Rohfasergehaltswerten im Raufutter zeigt in *Abbildung 5* welche Dynamik und Nutzungselastizität in den österreichischen Grünlandbeständen herrscht. Es gibt Futterbestände, die bei gleichem Erntedatum wesentlich mehr Rohfaser gebildet haben als andere die z.B. ein Monat später immer noch einen relativ geringen Gehalt aufwiesen. Ein Teil des nicht erklärbaren Rohfaser-Wertebereiches wird im Zusammenhang mit nicht erfassten Parametern stehen (Pflanzenbestand, Düngung, Abbröckel- und Lagerverluste), welche nur auf Basis von exakteren Erhebungen bestimmt werden könnten.

In Vorarlberg lagen die Rohfasergehalte unter Gleichschaltung der Variablen (*Tabelle 9*) um mehr als 20 g/kg TM niedriger als der österreichische Mittelwert im Jahr 2010. UBAG-Betriebe hatten im 1. Aufwuchs um 8 g weniger Rohfaser als Biobetriebe bzw. um 21 g weniger Rohfaser als Betriebe mit UBAG + Verzicht (*Anhang Tabelle 33*). Das Trocknungsverfahren hatte einen tendenziellen Einfluss auf den Rohfasergehalt von Raufutter (*Tabelle 9* bzw. *Anhang Tabelle 33*). Die Veränderungen im Rohfasergehalt von Raufutter bewirkten eine deutliche Verschiebung in der Qualität (*Abbildung 6*), wobei die Änderungen im 1. Aufwuchs massiver ausfielen als in den Folgeaufwüchsen.

Abbildung 6: Einfluss von Rohfaser auf den Rohproteingehalt bei unterschiedlichen Trocknungsverfahren im 1. bzw. 2. Aufwuchs von Raufutter (Heuprojekt 2010)

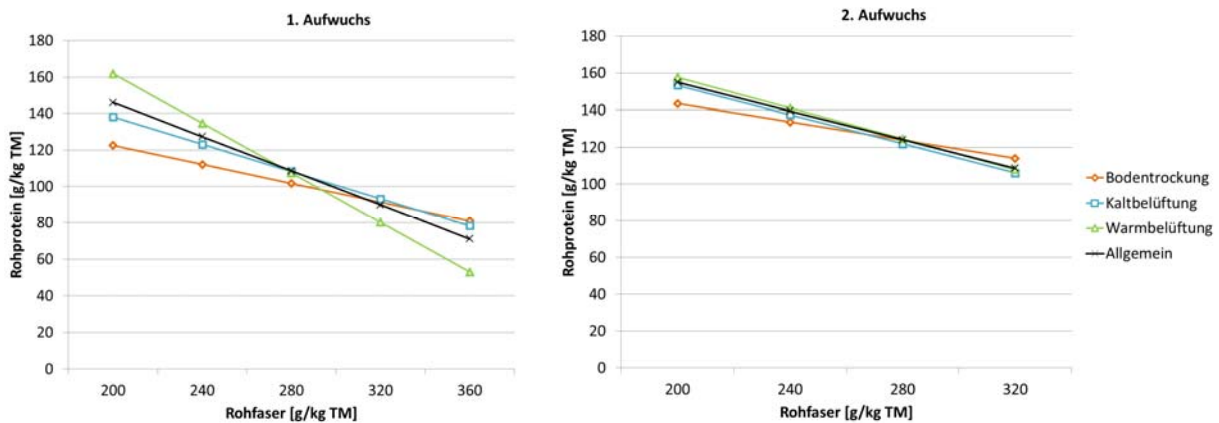
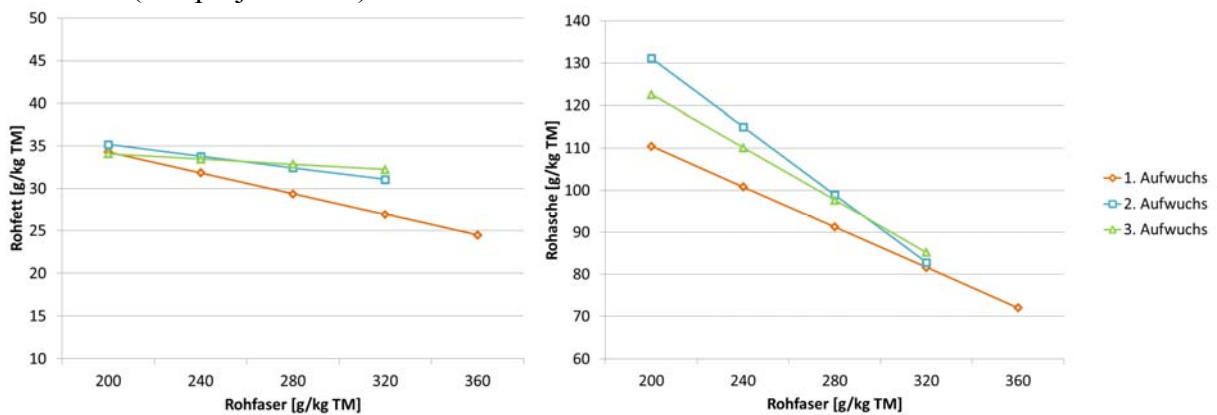


Abbildung 7: Einfluss von Rohfaser auf den Rohfett- bzw. Rohaschegehalt in den einzelnen Aufwüchsen (Heuprojekt 2010)



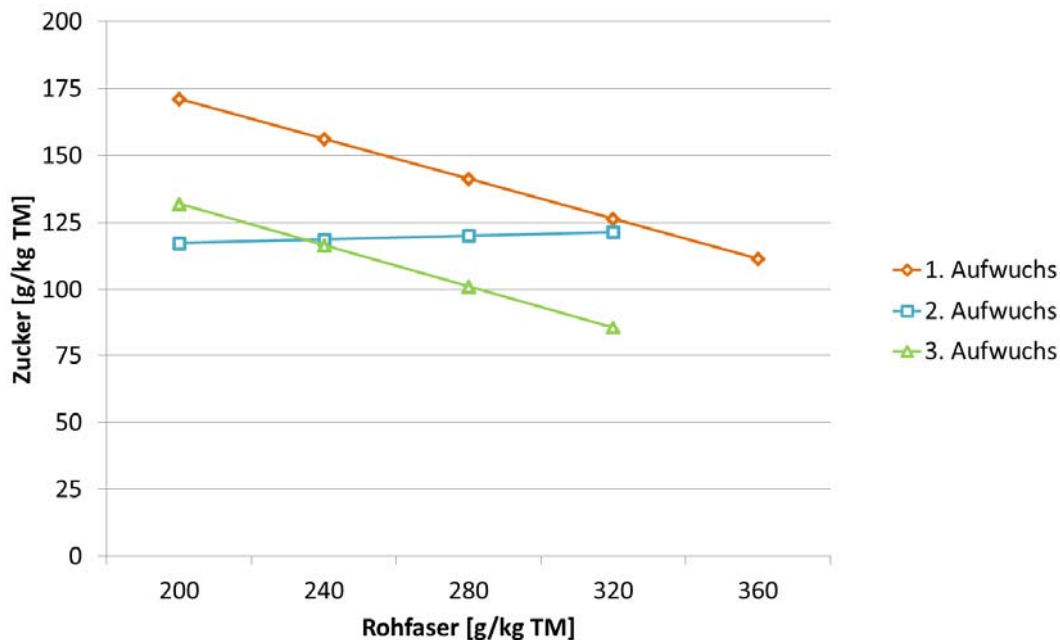
Mit Zunahme der Rohfaser kam es bei Rohfett und Rohasche zur Reduktion der Gehaltswerte (*Abbildung 7*). Die Kurvenverläufe gestalteten sich nicht gleich wie in der Untersuchung von RESCH (2010). Im Fall von Rohfett waren die Gehalte bei jungem Futter um 5 g höher und die

Kurve verlief flacher als bei den Proben im Jahr 2007. Die Erklärung der Datenvarianz war bei Rohfett in den Folgeaufwüchsen schwach ausgeprägt (Anhang *Tabelle 33*).

Die Rohaschekurve vom 2. Aufwuchs war gegenüber der Regressionsgeraden 2007 wesentlich steiler und sie lag zwischen 1. und 3. Aufwuchs (RESCH 2010).

Von Interesse für die Heufütterung ist auch der Zusammenhang zwischen Rohfaser- und Zuckergehalt. Unabhängig von übrigen Einflussfaktoren zeigte der Rohfasergehalt in den Aufwüchsen eine starke Wirkung. Die Zuckergehalte lagen im 1. Aufwuchs deutlich über dem Niveau der Folgeaufwüchse (*Abbildung 8*). Die Kurve vom 2. Aufwuchs entstand aus ~80 Grummetproben, allerdings konnte keine Beziehung zwischen Rohfaser- und Zuckergehalt festgestellt werden, daher der flache Verlauf.

Abbildung 8: Einfluss von Rohfaser- auf den Zuckergehalt in den einzelnen Aufwüchsen (Heuprojekt 2010)



4.2.1.2 Rohprotein (XP)

Der Eiweißgehalt ist für Milchviehbetriebe mit einem hohen Heuanteil in der Ration von sehr großem Interesse, weil die Ergänzung von Protein durch Kraftfuttermittel insbesondere für Biobetriebe sehr kostspielig ist. In der Datenanalyse konnte nachgewiesen werden, dass der 1. Aufwuchs wesentlich geringere Gehalte aufwies als die Folgeaufwüchse (*Tabelle 2 bis 4*).

Der Einfluss von Rohfaser- auf den Proteingehalt ist stark ($R^2 = 58\%$), allerdings konnte dieser Effekt nicht allein über das Erntedatum erklärt werden. Gleich wie bei der Rohfaser bewirkte auch die Probenherkunft (Bundesland) und die Wirtschaftsweise einen starken Einfluss auf den Proteingehalt (*Tabelle 9, Anhang Tabelle 33*).

Leichte Trends ergaben sich in der Proteinreduktion bei steigender Hangneigung und bei zunehmender Dauer der Feldphase im 1. Aufwuchs. Der Ladewagen hatte eindeutige Vorteile gegenüber der Ballenpresse. Unter Berücksichtigung der erfassten Management- und Standortfaktoren konnte speziell die Warmbelüftung, im 1. Aufwuchs den Rohproteingehalt gegenüber Bodentrocknung um 5 g erhöhen (Anhang *Tabelle 33*). Wenn ausschließlich die Faktoren Aufwuchs und Trocknungsverfahren für die Analyse herangezogen werden (*Tabelle 10*), dann war der Effekt der unterschiedlichen Trocknungsverfahren auf den Proteingehalt größer wie in der GLM-Analyse.

4.2.1.3 Rohfett (XL)

Der Rohfettgehalt von österreichischem Raufutter lag im Jahr 2010 zwischen 15 und 44 g/kg TM, wobei der 1. Aufwuchs im Durchschnitt geringere Gehalte als die Folgeaufwüchse aufwies (*Tabelle 2 bis 4*). Wichtige Einflussfaktoren waren das Bundesland (Vorarlberg hatte etwas höhere Fettgehalte) und die Wirtschaftsweise (Vorteile für Betriebe mit ÖPUL-Maßnahme UBAG).

Flächen in ebener Lage hatten etwas höhere Gehalte, insbesondere wenn sie im feuchten Zustand gemäht wurden. Die Mahd mit dem Mähaufbereiter führte zu etwas geringeren Rohfettgehalten. Geringe Zetthäufigkeit und eine kurze Feldphase wirkten sich positiv auf die Konzentration an Rohfett aus. Die Ernte mittels Ballenpresse führte zu niedrigeren Rohfettwerten als die Einfuhr mit dem Ladewagen. Die künstliche Heutrocknung, insbesondere die Warmbelüftung (*Tabelle 10*, Anhang *Tabelle 33*) brachte leichte Vorteile in der Höhe des Rohfettgehaltes.

Tabelle 10: Einfluss von Aufwuchs und Trocknungsverfahren auf die Inhaltsstoffe von Raufutter (Heuprojekt 2010)

Parameter	Aufwuchs	Mittelwert				Anzahl Proben				Standardabweichung			
		Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Warmbelüftung	Insgesamt	Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Warmbelüftung	Insgesamt	Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Warmbelüftung	Insgesamt
Rohprotein [g/kg TM]	1	95,3	105,8	113,5	105,0	79	120	80	279	14,5	13,8	23,7	18,6
	2	127,4	133,8	141,6	134,1	69	83	65	217	14,6	18,3	19,3	18,3
	3	143,5	148,8	150,7	149,3	6	16	29	51	13,3	22,3	17,3	18,4
nutzbares Rohprotein [g/kg TM]	1	116,6	121,0	124,6	120,8	77	120	79	276	7,1	6,6	8,8	8,0
	2	123,6	126,7	130,2	126,8	68	83	65	216	6,3	7,1	8,6	7,8
	3	131,2	132,3	132,4	132,3	6	16	29	51	8,3	6,0	7,1	6,8
Rohfaser [g/kg TM]	1	304,6	286,3	271,1	287,1	79	120	80	279	29,3	26,1	30,2	30,9
	2	265,8	249,7	238,7	251,5	69	83	65	217	22,8	26,3	23,9	26,6
	3	237,3	239,4	229,7	233,6	6	16	29	51	38,1	13,7	20,6	21,5
Rohfett [g/kg TM]	1	27,2	29,4	29,9	28,9	79	120	80	279	3,3	2,7	3,0	3,2
	2	32,2	33,7	34,2	33,4	69	83	65	217	3,4	3,1	4,2	3,6
	3	33,2	34,4	33,1	33,5	6	16	29	51	2,6	3,3	4,0	3,6
Rohasche [g/kg TM]	1	89,8	90,9	91,7	90,8	78	120	79	277	46,7	19,0	20,4	29,7
	2	106,1	117,3	117,4	113,8	69	83	65	217	25,9	46,2	34,9	37,6
	3	111,7	111,9	121,2	117,2	6	16	29	51	17,5	18,1	29,3	25,2
Zucker [g/kg TM]	1	129,3	145,3	148,7	145,7	7	31	43	81	20,6	33,1	30,9	31,2
	2	109,8	126,0	119,9	120,7	11	28	35	74	15,8	37,3	20,5	27,8
	3	119,7	127,2	119,6	122,1	3	13	23	39	23,2	37,1	21,8	27,4

4.2.1.4 Rohasche (XA)

Der Rohaschegehalt von österreichischem Raufutter schwankte zwischen 47 und 301 g/kg TM. Aus der Analyse der Rohasche kann der Anteil an nicht pflanzlicher Rohasche (Futtermittelverschmutzung) nicht exakt bestimmt werden.

Aufwuchs und Rohfasergehalt hatten den größten Einfluss auf den Rohaschegehalt (*Abbildung 7*, *Tabelle 9*). In den Folgeaufwüchsen ergaben sich keine signifikanten Differenzen, welche mit den Managementfaktoren in Beziehung standen (*Tabelle 9* bzw. Anhang *Tabelle 33*). Im 1. Aufwuchs hatte das Bundesland Salzburg unter Ausschaltung der übrigen Faktoren die höchsten Rohaschegehalte, das gleiche gilt für die ÖPUL-Maßnahme UBAG + Verzicht. Mit der Dauer der Feldphase nahm der Rohaschegehalt etwas zu (Anhang *Tabelle 33*). Durch die Ernte mittels Ballenpresse gingen wertvolle Mineralstoffe verloren, weil die Rohaschegehalte gegenüber Ladewagen sehr niedrig lagen. Unter Berücksichtigung der erfassten Managementfaktoren hatte

das Trocknungsverfahren keinen signifikanten Einfluss auf den Aschegehalt (*Tabelle 9*). Wenn nur der Aufwuchs und das Trocknungsverfahren herangezogen wurden (*Tabelle 10*), wies bodengetrocknetes Heu geringere Aschegehalte auf als künstlich getrocknetes Futter, insbesondere Heu aus Warmbelüftung.

4.2.1.5 Zucker (XX)

Der Begriff Zucker umfasst jene Kohlenhydratfraktion, welche am leichtesten löslich ist. Dem Wiederkäuer steht diese Fraktion sehr schnell im Pansen als Energieträger zur Verfügung. Im Heuprojekt 2010 wurden insgesamt 312 Zuckeranalysen durchgeführt, wodurch erstmals eine statistische Analyse von Raufutterproben aus Österreich durchgeführt werden konnte.

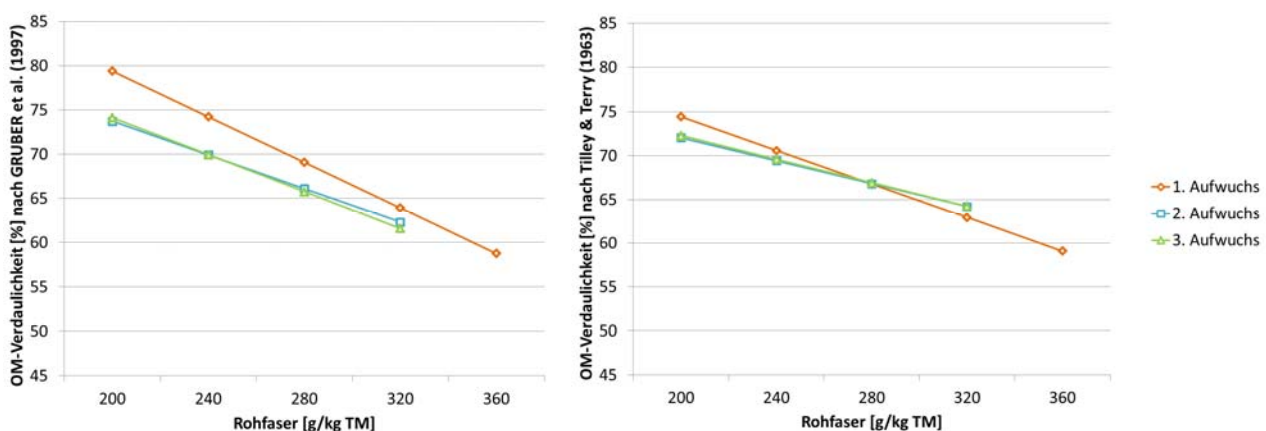
Es zeigte sich, dass der 1. Aufwuchs mit durchschnittlich 146 g/kg TM deutlich höhere Zuckergehalte aufwies als die Folgeaufwüchse mit ~121 g/kg TM (*Abbildung 8, Tabelle 10*). Die Hangneigung wirkte sich insofern aus, als dass mit zunehmender Hangneigung die Zuckergehalte geringer wurden. Futter, welches am Abend gemäht wurde hatte die niedrigsten Zuckerkonzentrationen im Heu (*Anhang Tabelle 33*). Dieser Effekt kann nur durch Atmungsverluste über die Nachtstunden erklärt werden. Durch künstliche Heutrocknung waren die Zuckergehalte im Raufutter höher als im Bodenheu ohne Belüftung.

4.2.2 OM-Verdaulichkeit und Energie

Die Verdaulichkeit der organischen Masse ist für Wiederkäuer ein zentraler Parameter für die Verwertbarkeit von Futtermitteln. GRUBER et al. (1997) leiteten aus Bilanzversuchen (in vivo) Regressionskoeffizienten für Grünlandfutter ab, welche die Rohfaser und den Aufwuchs als entscheidenden Schätzfaktor beinhalten. In *Abbildung 9* ist die Beziehung zwischen Rohfasergehalt und OM-Verdaulichkeit in den Aufwüchsen ersichtlich.

Mit der Schätzformel nach GRUBER et al. (1997) bewirkte die Zunahme von 10 g Rohfaser/kg TM im 1. Aufwuchs eine Reduktion der OM-Verdaulichkeit um ~1,3 % bzw. ~1,0 % in den Folgeaufwüchsen. Die Zweistufenmethode nach TILLEY und TERRY (1963) mittels Pansensaft ergab für den 1. Aufwuchs ein Qualitätsgefälle von 0,9 % bzw. 0,7 % für die Folgeaufwüchse, wenn der Rohfasergehalt um 10 g/kg TM zunahm.

Abbildung 9: Einfluss von Rohfaser- auf die Verdaulichkeit der organischen Masse (dOM) in den einzelnen Aufwüchsen (Heuprojekt 2010)



Unter Berücksichtigung der abgefragten Standort- und Managementfaktoren konnten zwischen 52 und 63 % der Datenvarianz von OM-Verdaulichkeit bzw. Energiekonzentration erklärt werden (*Tabelle 11*). 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 aus Salzburg (Anhang *Tabelle 34*) aufwiesen. Im 1. Aufwuchs hatten die Raufutterproben mit der ÖPUL-Maßnahme UBAG eindeutig bessere Qualitäten als Biobetriebe bzw. UBAG + Verzicht.

Tabelle 11: GLM-Analyse von Einflussfaktoren auf OM-Verdaulichkeit (nach GRUBER et al. 1997) und Energie von Raufutter aus dem 1. bzw. 2. Aufwuchs in Österreich (Heuprojekt 2010)

Parameter	OM-Verdaulichkeit		Umsetzbare Energie		Nettoenergie-Laktation	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Aufwuchs						
Mittelwert	65	69	8,93	9,42	5,20	5,56
Standardfehler	1,8	1,1	0,28	0,17	0,20	0,12
Kategorische Variablen						
Bundesland	0,005	0,000	0,004	0,000	0,004	0,000
Wirtschaftsweise	0,001	0,677	0,001	0,623	0,001	0,635
HKT (Siloverzicht)	0,996	0,342	0,857	0,361	0,824	0,361
Hangneigung	0,249	0,073	0,199	0,112	0,200	0,095
Bestandesfeuchte	0,680	0,505	0,636	0,394	0,644	0,440
Mähzeitpunkt	0,834	0,266	0,881	0,255	0,873	0,253
Mähgerät	0,941	0,914	0,933	0,810	0,932	0,846
Schnitthöhe	0,884	0,481	0,925	0,660	0,919	0,616
Zetthäufigkeit	0,048	0,093	0,061	0,071	0,057	0,072
Nachtschwad	0,979	0,835	0,937	0,585	0,935	0,659
Dauer der Feldphase	0,025	0,295	0,031	0,398	0,031	0,378
Regen	0,991	0,324	0,890	0,262	0,898	0,270
Erntegerät	0,191	0,924	0,158	0,670	0,167	0,747
Trocknungsverfahren	0,123	0,064	0,108	0,067	0,113	0,069
Regressionsvariablen						
Seehöhe	0,299	0,005	0,234	0,011	0,237	0,008
Erntedatum	0,902	0,236	0,675	0,128	0,671	0,147
Rohaschegehalt	0,268	0,263	0,002	0,000	0,014	0,000
Regressionskoeffizienten						
Seehöhe (für 100 m)	0,17	0,31	0,03	0,04	0,02	0,03
Erntedatum (für 1 Tag)	-0,004	-0,012	-0,002	-0,002	-0,001	-0,002
Rohaschegehalt (für 1 g)	0,017	0,011	-0,007	-0,009	-0,004	-0,005
Kennzahlen						
R ²	52,5	58,9	52,7	62,8	52,4	60,4
Mittlerer Schätzfehler (MAE)	2,2	1,3	0,34	0,21	0,24	0,15
Anzahl Proben	178	130	179	130	179	130

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

Der Faktor Dauer der Feldphase im 1. Aufwuchs wurde in *Tabelle 11* als signifikanter Faktor ausgewiesen, weil sich ein abnehmender Trend in der Qualität abzeichnete (Anhang *Tabelle 34*). Je länger die Feldphase dauerte, umso geringer wurden die OM-Verdaulichkeit und die Futterenergie. Beim Grummet bewirkte die Zunahme der Seehöhe um 100 m eine Verbesserung der OM-Verdaulichkeit um 0,3 %, d.h. unter komplett gleichen Arbeitsbedingungen enthielt das Grummet aus Hochlagen besser verwertbare Pflanzen als Bestände im Niederungsgrünland. Die GLM-Analyse (*Tabelle 11*) zeigte, dass das Trocknungsverfahren aus statistischer Hinsicht keinen signifikanten Einfluss auf die OM-Verdaulichkeit, ME und NEL ausübte, allerdings

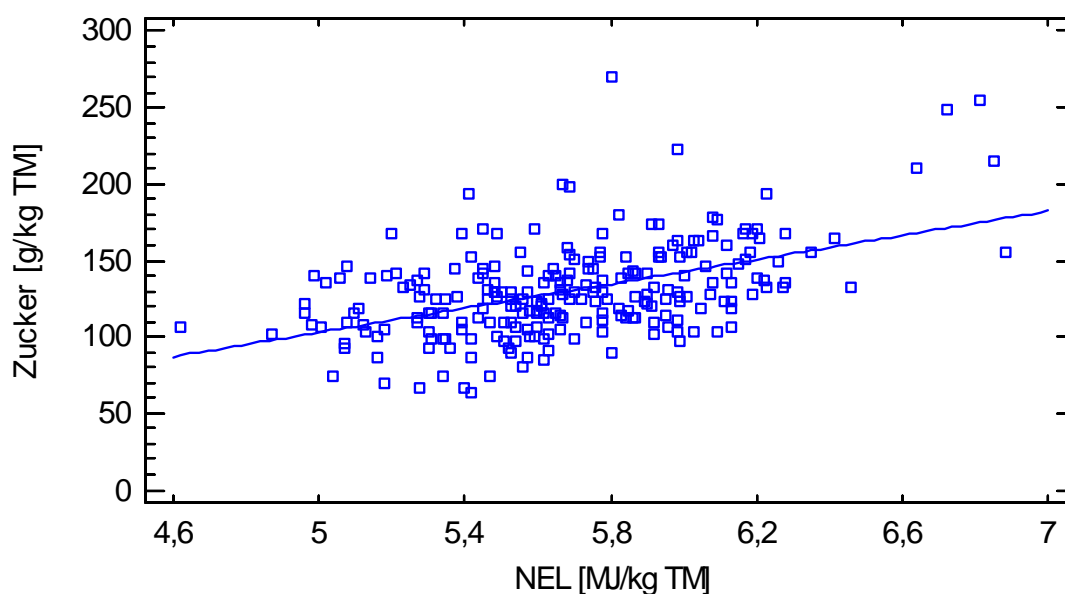
zeichnete sich im Trend ein positiver Effekt der künstlichen Heutrocknung ab, insbesondere Warmbelüftung gegenüber Bodentrocknung.

Tabelle 12: Einfluss von Aufwuchs und Trocknungsverfahren auf die OM-Verdaulichkeit und Futterenergie von Raufutter (Heuprojekt 2010)

Parameter	Aufwuchs	Mittelwert				Anzahl Proben				Standardabweichung			
		Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Warmbelüftung	Insgesamt	Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Warmbelüftung	Insgesamt	Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Warmbelüftung	Insgesamt
OM-Verdaulichkeit [%]	1	66,1	68,2	70,2	68,2	77	120	79	276	3,8	3,4	3,7	3,9
	2	67,5	69,0	70,1	68,9	68	83	65	216	2,2	2,5	2,4	2,6
	3	70,4	70,4	70,9	70,7	6	16	29	51	4,2	1,3	2,3	2,3
Umsetzbare Energie ME [MJ/kg TM]	1	9,11	9,38	9,69	9,40	77	120	80	277	0,59	0,51	0,59	0,59
	2	9,21	9,39	9,53	9,37	68	83	65	216	0,42	0,43	0,48	0,46
	3	9,62	9,64	9,62	9,63	6	16	29	51	0,64	0,25	0,49	0,44
Nettoenergie-Laktation NEL [MJ/kg TM]	1	5,32	5,52	5,74	5,53	77	120	80	277	0,41	0,36	0,42	0,42
	2	5,40	5,54	5,64	5,53	68	83	65	216	0,28	0,29	0,32	0,31
	3	5,71	5,71	5,71	5,71	6	16	29	51	0,46	0,17	0,33	0,30

In *Tabelle 12* wurden nur die Faktoren Aufwuchs und Trocknungsverfahren dargestellt und hier zeigte sich speziell im 1. Aufwuchs ein deutlicher Unterschied. Betriebe mit Warmbelüftung konnten die Nettoenergie (NEL) um 0,42 MJ/kg TM im Vergleich zur Bodentrocknung verbessern, im 2. Aufwuchs war die Differenz noch 0,24 MJ/kg TM zugunsten der Warmbelüftung und im 3. Aufwuchs war kein Unterschied feststellbar.

Abbildung 10: Beziehung zwischen Zucker- und Energiegehalt im Raufutter (Heuprojekt 2010)



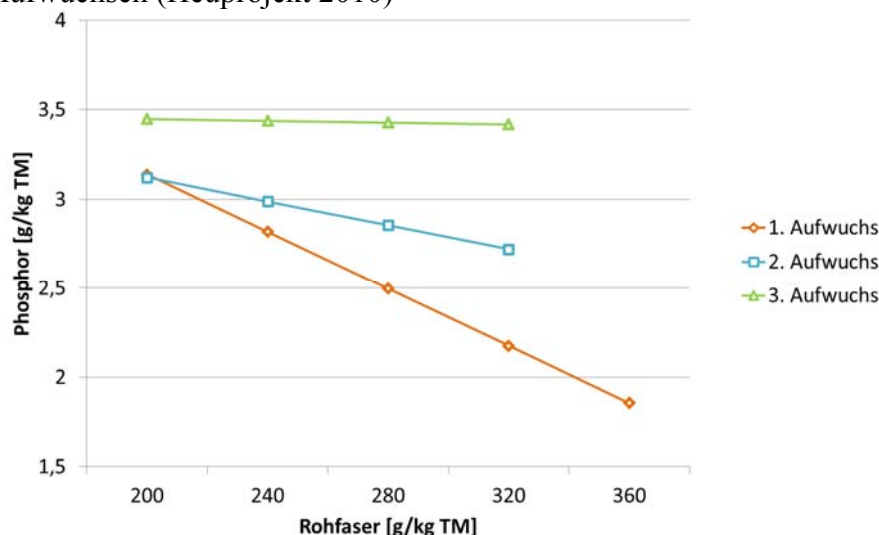
In der Regressionsanalyse von *Abbildung 10* konnte mit einem R^2 von 24 % ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Zucker- und dem Energiegehalt (NEL) nachgewiesen werden. Anders ausgedrückt enthalten energiereiche Heupartien höhere Zuckergehalte als energieärmeres Raufutter mit mehr Strukturanteil.

4.2.3 Mineralstoffe

4.2.3.1 Mengenelemente

Der Block der Mengenelemente umfasst in dieser Arbeit Calcium (Ca), Phosphor (P), Magnesium (Mg), Kalium (K) und Natrium (Na).

Abbildung 11: Einfluss von Rohfaser- auf den Phosphorgehalt von Raufutter in den einzelnen Aufwüchsen (Heuprojekt 2010)



Nach JEROCH et al. (1999) bedingen Calcium und Phosphor rund 70 % des Mineralstoffbedarfes von Wirbeltieren, wobei nach GRUBER und RESCH (2009) ein Großteil aus dem Grundfutter gedeckt werden kann. In den Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum (RESCH et al. 2006) wies Raufutter geringere Gehalte an Mengenelementen auf als Grünfutter und Silage. In der statistischen Auswertung (Tabelle 13 und Anhang Tabelle 35) konnten die Datenvarianzen der Mengenelemente mittels GLM-Analyse zwischen 34 bis 54 % (R^2) erklärt werden, wenn die Standort- bzw. Managementfaktoren aus dem Erhebungsbogen berücksichtigt wurden.

4.2.3.1.1 Calcium (Ca)

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 13) indirekt bestätigt, weil das Erntedatum im 1. Aufwuchs den niedrigsten p-Wert (0,001) aufwies. Die Differenz zwischen 1. und 2. Aufwuchs betrug 2,3 g Calcium /kg TM (Tabelle 2 und 3). Mit Zunahme des Rohaschegehaltes um 10 g stieg der Calciumgehalt im Heu um 0,15 g, d.h. dass die Futterverschmutzung mit Erde auch die Ca-Konzentration im Raufutter merklich an hob.

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. Biobetriebe hatten etwas höhere Calciumgehalte als UBAG-Betriebe und die Einfuhr mit der Ballenpresse führte zu geringeren Ca-Werten im Raufutter.

4.2.3.1.2 Phosphor (P)

Wenn für den Phosphorgehalt im Raufutter ein Mindestwert von 2,5 g/kg TM empfohlen wird, dann waren im Heuprojekt 2010 insgesamt 40 % der Heuproben vom 1. Aufwuchs und 67 % der Grummetproben von den Folgeaufwüchsen über diesem Wert. Der Phosphorgehalt im Raufutter

hängt laut GLM-Analyse stark von Erntedatum, Rohaschegehalt und Seehöhe ab. Nach RESCH et al. (2009) war der Haupteinflussfaktor auf den P-Gehalt der Rohproteingehalt des Futterbestandes, welcher durch die botanische Zusammensetzung geprägt wird. Der Vergleich zwischen den Heuprojektdate 2010 und RESCH et al. (2009) mittels mehrfaktorieller Regression (Modell: $P = 0,514 + 0,0176 \cdot \text{Rohprotein} - 0,000256 \cdot \text{Rohfaser} + 0,00420 \cdot \text{Rohasche} - 0,000299 \cdot \text{Seehöhe}$) ergab eine Bestätigung des Faktors Rohprotein als Haupteinflussfaktor. Im Bundesland Tirol waren die P-Werte im Heu mit durchschnittlich 2,05 g/kg TM am niedrigsten (Anhang *Tabelle 35*). Die Wirtschaftsweise übte einen spürbaren Einfluss aus, weil Biobetriebe die geringsten und UBAG-Betriebe die höchsten P-Gehalte im Raufutter aufwiesen. Bei der Futterernte konnten mit dem Ladewagen um 0,2 bis 0,4 g/kg TM höhere Phosphorgehalte erzielt werden als mit der Ballenpresse.

Tabelle 13: GLM-Analyse von Einflussfaktoren auf die Mengenelemente von Raufutter aus dem 1. bzw. 2. Aufwuchs in Österreich (Heuprojekt 2010)

Parameter	Calcium		Phosphor		Magnesium		Kalium		Natrium	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Mittelwert	5,5	9,0	2,3	3,0	2,1	3,1	20,2	25,2	0,29	0,35
Standardfehler	0,8	1,2	0,3	0,4	0,3	0,5	2,1	2,4	0,15	0,13
Kategorische Variablen	p-Werte									
Bundesland	0,053	0,002	0,169	0,774	0,001	0,000	0,244	0,655	0,845	0,465
Wirtschaftsweise	0,046	0,296	0,042	0,334	0,079	0,636	0,003	0,078	0,017	0,990
HKT (Siloverzicht)	0,053	0,652	0,410	0,751	0,054	0,470	0,371	0,464	0,001	0,020
Hangneigung	0,150	0,641	0,929	0,967	0,145	0,861	0,711	0,479	0,177	0,641
Bestandesfeuchte	0,188	0,036	0,318	0,943	0,070	0,214	0,147	0,389	0,864	0,799
Mähzeitpunkt	0,907	0,314	0,172	0,302	0,992	0,671	0,395	0,018	0,468	0,041
Mähgerät	0,358	0,748	0,944	0,508	0,324	0,608	0,609	0,709	0,178	0,856
Schnitthöhe	0,132	0,444	0,512	0,435	0,446	0,086	0,794	0,023	0,276	0,474
Zetthäufigkeit	0,293	0,553	0,234	0,432	0,496	0,035	0,443	0,078	0,463	0,786
Nachtschwad	0,504	0,042	0,613	0,033	0,368	0,006	0,058	0,939	0,000	0,705
Dauer der Feldphase	0,269	0,478	0,057	0,813	0,034	0,522	0,033	0,551	0,687	0,128
Regen	0,258	0,216	0,614	0,971	0,578	0,242	0,079	0,589	0,879	0,760
Erntegerät	0,574	0,414	0,088	0,528	0,334	0,863	0,230	0,656	0,208	0,283
Trocknungsverfahren	0,757	0,740	0,568	0,847	0,338	0,786	0,136	0,225	0,392	0,517
Regressionsvariablen	p-Werte									
Seehöhe	0,595	0,492	0,032	0,844	0,848	0,477	0,913	0,250	0,212	0,647
Erntedatum	0,001	0,076	0,003	0,043	0,402	0,998	0,086	0,006	0,000	0,033
Rohaschegehalt	0,035	0,787	0,033	0,045	0,032	0,814	0,000	0,249	0,365	0,058
Regressionsvariablen	Mittelwerte									
Seehöhe	978	911	974	913	974	913	974	913	974	913
Erntedatum	10.6.	27.7.	9.6.	27.7.	9.6.	27.7.	9.6.	27.7.	9.6.	27.7.
Rohaschegehalt	90	109	90	108	90	108	90	108	90	108
Regressionskoeffizienten										
Seehöhe (für 100 m)	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,02	-0,01
Erntedatum (für 1 Tag)	0,05	0,02	-0,01	-0,01	0,00	0,00	-0,06	-0,06	-0,010	-0,002
Rohaschegehalt (für 1 g)	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,08	0,02	0,001	0,002
Statistische Kennzahlen										
R ²	49,0	54,1	51,2	41,1	50,9	54,9	52,9	54,9	51,5	34,4
Mittlerer Schätzfehler (MAE)	1,0	1,4	0,3	0,4	0,3	0,5	2,5	2,7	0,15	0,13
Anzahl Proben	177	126	177	126	177	126	177	126	177	126

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

Unter Berücksichtigung sämtlicher Einflussfaktoren aus dem Fragebogen (*Tabelle 13, Tabelle 35*) war der Effekt des Trocknungsverfahrens auf den P-Gehalt in der GLM-Analyse nicht signifikant. Werden nur Aufwuchs und Trocknungsverfahren herangezogen (*Tabelle 14*), so zeigt sich ein positiver Effekt der Warmbelüftung gegenüber Bodentrocknung.

4.2.3.1.3 Magnesium (Mg)

Der Mg-Gehalt im Raufutter konnte mit der GLM-Analyse zu ~51 bis 55 % (R^2) erklärt werden, wobei das Bundesland und der Aufwuchs einen starken Einfluss ausübten (*Tabelle 13*). Geologisch bedingte Unterschiede in den Regionen Österreichs verursachen nach RESCH et al. (2009) Differenzen im Mg-Gehalt des Grünlandfutters. Das erklärt weshalb im Bundesland Tirol die MG-Werte höher lagen, 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 2,3 g/kg TM und der 2. Aufwuchs auf 3,1 g/kg TM im Raufutter.

Tabelle 13: Einfluss von Aufwuchs und Trocknungsverfahren auf die Mengenelemente von Raufutter (Heuprojekt 2010)

Parameter	Aufwuchs	Mittelwert				Anzahl Proben				Standardabweichung			
		Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Warmbelüftung	Insgesamt	Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Warmbelüftung	Insgesamt	Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Warmbelüftung	Insgesamt
Calcium [g/kg TM]	1	6,4	6,9	6,4	6,6	78	120	76	274	1,8	1,7	1,6	1,7
	2	8,7	9,5	9,0	9,1	66	82	65	213	2,5	2,5	2,0	2,4
	3	8,2	8,5	8,3	8,4	6	16	26	48	1,5	1,6	1,4	1,4
Phosphor [g/kg TM]	1	2,2	2,4	2,7	2,4	78	120	76	274	0,4	0,5	0,6	0,6
	2	2,8	2,9	3,2	2,9	66	82	65	213	0,6	0,7	0,7	0,7
	3	3,1	3,3	3,5	3,4	6	16	26	48	0,4	0,7	0,7	0,7
Magnesium [g/kg TM]	1	2,4	2,5	2,2	2,4	78	120	76	274	0,7	0,6	0,5	0,6
	2	3,4	3,3	3,2	3,3	66	82	65	213	0,9	1,0	1,0	1,0
	3	3,1	2,8	2,8	2,8	6	16	26	48	0,6	0,8	0,6	0,6
Kalium [g/kg TM]	1	18,8	21,2	22,6	20,9	77	120	76	273	4,5	4,3	4,2	4,5
	2	21,3	22,9	23,4	22,6	66	82	65	213	4,8	5,1	5,1	5,1
	3	23,5	24,1	25,5	24,8	6	16	26	48	4,6	3,2	5,0	4,4
Natrium [g/kg TM]	1	0,25	0,22	0,36	0,27	78	120	76	274	0,16	0,10	0,55	0,31
	2	0,42	0,27	0,32	0,33	66	82	65	213	0,79	0,12	0,27	0,47
	3	0,38	0,34	0,29	0,32	6	16	26	48	0,30	0,11	0,14	0,16

4.2.3.1.4 Kalium (K)

Der Gehalt an Kalium im Raufutter lag bei 94 % der Proben unter der kritischen Marke von 30 g/kg TM. In der GLM-Analyse (*Tabelle 13*) konnten ~53 bis 55 % (R^2) der Datenvarianz erklärt werden. Im 1. Aufwuchs hatte der Rohaschegehalt den größten Einfluss auf den K-Gehalt, weil mit Zunahme um 1 g Rohasche der K-Gehalt um +0,08 g/kg TM anstieg. Mit dem mehrfaktoriellen Regressionsmodell ($K = 15,2012 + 0,09087 \cdot \text{Rohprotein} - 0,02077 \cdot \text{Rohfaser} + 0,05518 \cdot \text{Rohasche} - 0,002306 \cdot \text{Seehöhe}$) konnte der starke Einfluss des Rohprotein- Rohasche- und Rohfasergehaltes, wie in RESCH et al. (2009) beschrieben, auf den K-Gehalt bestätigt werden, d.h. dass blattreiches, rechtzeitig geerntetes Raufutter auch gleichzeitig höhere Kaliumkonzentrationen enthält.

Das Grummet der Folgeaufwüchse enthielt im Durchschnitt um rund 5 g Kalium/kg TM mehr als Heu vom 1. Aufwuchs. Die Wirtschaftsweise hatte einen signifikanten Einfluss auf den K-Gehalt,

weil UBAG-Betriebe mehr Kalium enthielten als Biobetriebe. Die Salzburger Heuproben wiesen etwas geringere K-Gehalte auf als vergleichsweise die Proben aus der Steiermark. Das Trocknungsverfahren hatte laut GLM-Analyse (*Tabelle 13*) keinen Einfluss auf den K-Gehalt. Wenn nur Aufwuchs und Trocknungsverfahren berücksichtigt werden (*Tabelle 14*), dann wiesen die belüfteten Heuproben etwas höhere Gehalte auf wie Bodentrocknungsheu.

4.2.3.1.4 Natrium (Na)

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 0,27 g/kg TM und stiegen bei den Folgeaufwüchsen über 0,32 g/kg TM an. Wenn der Heustock mit Vieh- oder Kochsalz bestreut wird, um die Feuchtigkeit zu binden kann der Natriumgehalt auch deutlich ansteigen. Der höchste Natriumgehalt in Österreich lag auf 6,48 g/kg TM. Aus der GLM-Analyse konnte ermittelt werden, dass ÖPUL-Maßnahmen einen signifikanten Effekt auf den Na-Gehalt im Heu hatten. HKT-Betriebe mit Siloverzicht wiesen geringere Na-Gehalte auf als die Betriebe ohne Siloverzicht. Der Erntezeitpunkt wirkte sich ebenfalls stark auf den Na-Gehalt auf, weil mit jedem Tag die Konzentration um -0,0097 g/kg TM abnahm. Je steiler das Gelände wurde, umso geringer waren die Na-Gehalte (Anhang *Tabelle 35*). Im Trend konnte beobachtet werden, dass mit zunehmender Schnitthöhe der Na-Gehalt zurückging. Die Zetthäufigkeit wirkte sich mit einer Steigerung des Natriumgehaltes aus. Die Futterernte mit dem Ladewagen ergab etwas höhere Na-Gehalte wie die Konservierung des Raufutters mittels Ballenpresse. Das Trocknungsverfahren hatte keinen Einfluss auf den Na-Gehalt von Heu und Grummet (*Tabelle 13* und *Tabelle 14*).

4.2.3.2 Spurenelemente

Der Block der Spurenelemente umfasst in dieser Arbeit die Elemente Eisen (Fe), Mangan (Mn), Zink (Zn) und Kupfer (Cu). Die Auswahl der unabhängigen Variablen musste für die GLM-Analyse eingeschränkt werden, weil die Gruppen aufgrund der geringeren Probenanzahl nicht vollständig besetzt waren.

4.2.3.2.1 Eisen (Fe)

Die Spannweite der Gehaltswerte in österreichischem Raufutter umfasste den Bereich 69 bis 2980 mg/kg TM. Im Heuprojekt 2010 zeigte sich bei den mittleren Eisengehalten, dass der 1. Aufwuchs mit 502 mg/kg TM die geringsten und der 3. Aufwuchs mit 948 mg/kg TM die höchsten Fe-Konzentrationen im Raufutter aufwies.

Das Element Eisen zeigte wie in der Arbeit von RESCH et al. (2009) eine sehr enge Beziehung zum Rohaschegehalt. Die Zunahme um 1 g Rohasche verursachte eine Erhöhung des Eisengehaltes um 28 mg/kg TM beim 1. Aufwuchs bzw. um 35 mg/kg TM beim 2. Aufwuchs (*Tabelle 15*). Somit ist der Eisengehalt im Futter ein guter Indikator für die Futtermittelverschmutzung von Raufutter. Bodengetrocknetes Futter enthielt mehr Eisen als belüftetes Heu bzw. Grummet (*Tabelle 16*, Anhang *Tabelle 36*).

Unterschiedliche ÖPUL-Maßnahmen, die Schnitthöhe und das Erntegerät hatten keinen Einfluss auf die Höhe des Fe-Gehaltes von Heu.

4.2.3.2.2 Mangan (Mn)

Mangan ist ein Bestandteil von verschiedenen Enzymen und daher für alle Lebewesen ein essentielles Element. Die Spannweite der Gehaltswerte 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.

Mit der GLM-Analyse konnten zwischen ~41 und 58 % (R^2) der Datenvarianz erklärt werden (Tabelle 15). Von den im Modell eingesetzten Einflussfaktoren konnte bei der Schnitthöhe ein Trend beobachtet werden (Anhang Tabelle 34), welcher mit zunehmender Schnitthöhe zu einer Reduktion der Mn-Gehalte führte. Im 2. Aufwuchs stieg der Mn-Gehalt um ~1 mg/kg TM an, wenn der Rohaschegehalt um 1 g/kg TM zunahm (Tabelle 15). Nach RESCH et al. (2009) wird der Mn-Gehalt im Futter am stärksten durch die geologische Formation und den pH-Wert im Boden beeinträchtigt.

Tabelle 15: GLM-Analyse von Einflussfaktoren auf die Spurenelemente von Raufutter aus dem 1. bzw. 2. Aufwuchs in Österreich (Heuprojekt 2010)

Parameter	Eisen		Mangan		Zink		Kupfer	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Aufwuchs								
Mittelwert	658	589	104,3	114,1	28,6	38,5	10,2	6,3
Standardfehler	103	351	14,6	26,4	2,1	6,2	5,0	9,2
Kategorische Variablen	p-Werte							
Wirtschaftsweise	0,412	0,681	0,707	0,801	0,243	0,488	0,098	0,871
Schnitthöhe	0,138	0,935	0,093	0,214	0,182	0,713	0,374	0,709
Erntegerät	0,773	0,565	0,355	0,359	0,224	0,777	0,767	0,391
Trocknungsverfahren	0,275	0,364	0,138	0,685	0,030	0,344	0,596	0,593
Regressionsvariablen	p-Werte							
Seehöhe	0,021	0,475	0,884	0,223	0,214	0,577	0,430	0,701
Erntedatum	0,151	0,423	0,186	0,396	0,018	0,220	0,539	0,368
Rohaschegehalt	0,000	0,000	0,777	0,006	0,002	0,007	0,027	0,278
Regressionsvariablen	Mittelwerte							
Seehöhe	862	799	862	799	862	799	862	799
Erntedatum	5.6.	22.7.	5.6.	22.7.	5.6.	22.7.	5.6.	22.7.
Rohaschegehalt	82	99	82	99	82	99	82	99
Regressionskoeffizienten								
Seehöhe (für 100 m)	-69,0	46,7	-0,6	6,1	-0,7	-0,7	-1,1	0,7
Erntedatum (für 1 Tag)	7,16	-6,69	0,93	0,53	0,24	0,18	0,15	-0,20
Rohaschegehalt (für 1 g)	28,78	35,75	0,14	1,05	0,23	0,24	0,38	-0,13
Statistische Kennzahlen								
R^2	73,6	79,6	40,9	57,9	45,7	52,5	35,7	20,5
Mittlerer Schätzfehler (MAE)	222	341	34,0	28,1	4,6	6,2	9,8	7,6
Anzahl Proben	48	32	47	32	48	32	48	32

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

4.2.3.2.3 Zink (Zn)

Das Element Zink ist ein Bestandteil von Enzymen, welche für den Zucker-, Fett- und Eiweißstoffwechsel sehr wichtige Aufgaben erfüllen. Nach den Bedarfsnormen der GfE (2001) sollte die Milchkuh mit 50 mg/kg TM versorgt werden. 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 um 0,23 bzw. 0,24 mg/kg TM an (Tabelle 15). Die Untersuchung an 1535 Grünlandflächen in Österreich ergab nach RESCH et al. (2009), dass das Ausgangsgestein des Standortes und der pH-Wert einen erheblichen Einfluss auf den Zn-Gehalt im Futter ausüben. Die in der GLM-Analyse eingesetzten Managementfaktoren (Anhang Tabelle 36) ergaben keine praxisrelevanten Zusammenhänge mit dem Zink-Gehalt des Raufutters.

Tabelle 16: Einfluss von Aufwuchs und Trocknungsverfahren auf die Spurenelemente von Raufutter (Heuprojekt 2010)

Parameter	Aufwuchs	Mittelwert				Anzahl Proben				Standardabweichung			
		Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Warmbelüftung	Insgesamt	Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Warmbelüftung	Insgesamt	Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Warmbelüftung	Insgesamt
Eisen [mg/kg TM]	1	705	524	482	601	12	7	6	25	594	536	252	507
	2	792	766	399	742	11	6	2	19	1030	618	196	844
	3		405	799	667		1	2	3			526	436
Mangan [mg/kg TM]	1	125,4	81,0	93,2	104,4	11	7	6	24	63,3	44,4	45,0	55,7
	2	115,8	115,9	82,7	112,3	11	6	2	19	51,5	46,7	16,0	46,9
	3		97,9	93,7	95,1		1	2	3			67,1	47,5
Zink [mg/kg TM]	1	29,5	30,1	35,0	31,0	12	7	6	25	7,1	7,1	14,0	9,1
	2	40,5	36,5	33,1	38,4	11	6	2	19	15,0	11,9	8,0	13,2
	3		40,0	40,6	40,4		1	2	3			9,1	6,5
Kupfer [mg/kg TM]	1	7,9	7,7	6,8	7,6	12	7	6	25	5,6	0,9	0,9	3,9
	2	9,1	9,1	7,2	8,9	11	6	2	19	2,0	1,6	0,8	1,8
	3		11,1	9,5	10,0		1	2	3			2,5	2,0

4.2.3.2.4 Kupfer (Cu)

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 6,8 mg Kupfer/kg TM und Grummet zwischen 9,4 und 10,2 mg Kupfer/kg TM. Der Bedarf konnte von insgesamt 18 % der untersuchten Raufutterproben gedeckt werden.

Die Datenvarianz des Kupfergehaltes von Raufutter konnte mit der GLM-Analyse zwischen 21 und 36 % (R^2) erklärt werden. Nach RESCH et al. (2009) hatte das geologische Ausgangsmaterial und der Rohaschegehalt den größten Einfluss auf die Kupferkonzentration im Grünfutter. Im Heuprojekt erwies sich beim Heu ebenfalls der Rohaschegehalt als wichtiger Einflussfaktor. Bei Zunahme des Rohaschegehaltes um 1 g/kg TM stieg zugleich der Kupfergehalt um 0,38 mg/kg TM (Tabelle 15). Es verwundert daher nicht, wenn Rinder bei Kupfermangel Erde fressen.

4.2.4 Karotin

Das β -Karotin ist ein essentielles Vitamin aus der Gruppe A. Die Kuh muss dieses Vitamin mit dem Futter aufnehmen, weil es im Körper nicht synthetisiert werden kann. Nach GfE (2001) ist der Karotinbedarf der Milchkuh mit einem Erhaltungsbedarf von 100 mg/kg TM plus 20 mg/kg Milchleistung zu berechnen. Eine Kuh mit einer täglichen Milchleistung von 25 kg hat daher einen Karotinbedarf von 600 mg/Tag.

Im Heuprojekt wurden insgesamt nur 8 Proben auf Karotingehalt untersucht. Der Wertebereich streute von 24 bis 254 mg/kg TM, das entspricht der gesamten Bandbreite von sehr schlechter bis sehr hoher Versorgung aus dem Raufutter. Aufgrund der geringen Anzahl von Untersuchungen war eine GLM-Datenanalyse nicht möglich.

4.2.5 Mikrobiologie

Raufutterqualität steht in engem Zusammenhang mit dem mikrobiologischen Status, insbesondere dem Grad der Verpilzung. Im Begriff Schimmelpilze ist eine Reihe von Spezies zusammengefasst, welche sich grundsätzlich in Feld- und Lagerflora aufteilen lassen. Während die Arten der Feldflora (z.B. *Alternaria*, *Cladosporien*, *Fusarien*) eher unproblematisch für die Tiere sind,

können Lagerpilze wie *Aspergillen*, *Penicillen*, *Wallemia*, etc. zu gesundheitlichen Schädigungen bei Tier und Mensch führen.

Nach den Empfehlungen sollte im Raufutter die Anzahl an kolonienbildenden Einheiten (KBE) bei Schimmelpilzen unter 100.000 KBE/g FM und bei Hefepilzen unter 10.000 KBE/g FM liegen. Darüber hinaus gilt die Forderung, dass sich die Schimmelpilzflora überwiegend aus Spezies der Feldflora zusammensetzen soll. Schimmelpilze der Lagerflora gelten als Verderbanzeiger und daher sollte deren Keimzahl im Raufutter so gering wie möglich sein.

Im Zuge des Heuprojektes 2010 wurden insgesamt 25 Heuproben mikrobiologisch im Futtermittellabor Rosenau auf Bakterien, Schimmelpilze und Hefen untersucht. Davon konnten 17 Raufutterproben als hygienisch unbedenklich, 7 als hygienisch bedenklich und 1 Probe als verdorben bezeichnet werden.

4.2.5.1 Bakterien

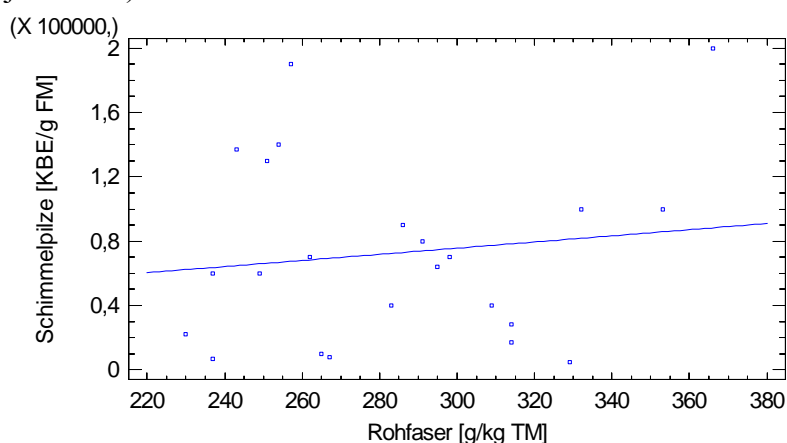
Diese Gruppe umfasst aerobe, mesophile Bakterien, welche nach VDLUFA (2007) in produkttypische (Keimgruppe 1: *Gelbkeime*, *Pseudomonas* und *Enterobacteriaceae*) und verderbanzeigende (Keimgruppe 2: *Bacillus*, *Micrococcus*, koagulase-negative Spezies von *Staphylococcus*; Keimgruppe 3: *Streptomyceten*) eingeteilt werden.

Von einem qualitativ sehr guten Zustand kann bei Raufutter dann gesprochen werden, wenn die Keimzahl an aeroben Bakterien unter 5 Mio. KBE/g FM liegt und vorwiegend aus Gelbkeimen besteht. Von den untersuchten Proben lagen 88 % unter 5 Mio. KBE/g FM bei einem Gelbkeimanteil zwischen 15 und 50 %. Zwei Proben wiesen Bakterien-KBE über 6 Mio./g FM (geringe Qualitätsminderung) auf und 1 Probe insgesamt 40 Mio. KBE/g FM (Verderb).

4.2.5.2 Schimmelpilze

Nach VDLUFA (2007) fallen unter die produkttypische Schimmelpilzflora die Keimgruppe 4: Schwärzepilze, *Acremonium*, *Fusarium*, *Aureobasidium* und unter die verderbanzeigenden Schimmelpilze und Schwärzepilze die Keimgruppe 5: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Scopulariopsis*, *Wallemia* bzw. Keimgruppe 6: *Mucorales*.

Abbildung 12: Einfluss des Rohfasergehaltes auf die Schimmelpilz-Keimzahl von Raufutter (Heuprojekt 2010)



Im Heuprojekt 2010 lagen insgesamt 72 % der untersuchten Raufutterproben unter 100.000 KBE Schimmelpilze/g FM, also in guter hygienischer Qualität vor. Der Anteil an verderbanzeigenden Schimmelpilzen entsprach im Durchschnitt 28 % bei den Proben mit guter hygienischer Raufutterqualität und 42 % bei jenen Proben über 100.000 KBE Schimmelpilze/g FM. *Aspergillus glaucus* war anteilmäßig der bedeutendste Verderbanzeiger. Nach ADLER (2002) tritt

Aspergillus glaucus bei einer Feuchtigkeit unter 16 % oft dominierend auf, wobei dessen Sukzession durch eine höhere Ausgangsfeuchtigkeit beschleunigt wird. 43 % der Proben, die über dem Orientierungswert lagen, hatten einen Besatz mit *Mucorales*, hingegen konnte bei guter hygienischer Qualität kein *Mucor* nachgewiesen werden. Die hygienisch bedenklichen Qualitäten mit hohen Keimzahlen und großem Anteil an Verderbanzeigern traten hauptsächlich beim 1. Aufwuchs auf, wenn die Feldphase länger als 36 Stunden dauerte, insbesondere bei künstlicher Heutrocknung (Kalt- bzw. Warmbelüftungen). Es bestand kein statistisch absicherbarer Zusammenhang zwischen der Schimmelpilz-Keimzahl und dem Rohfasergehalt (*Abbildung 12*), weil die Datenvarianz nur mit einem R^2 von 1,7 % erklärt werden konnte, d.h. dass junges Wiesenfutter genauso schimmelig werden konnte wie überständige Partien.

4.2.5.3 Hefen

Unter dem Begriff Hefen werden nach VDLUFA (2007) alle verderbanzeigenden Hefegattungen in der Keimgruppe 7 zusammengefasst. Ein Verdacht auf mikrobiell bedingte Qualitätsminderung durch Hefen kann nach ADLER (2002) ausgesprochen werden, wenn die Keimzahlen 100.000 KBE/g FM bzw. 10^5 überschreiten. Im Heuprojekt 2010 überstieg 1 Heuprobe von insgesamt 25 untersuchten Raufutterproben den Orientierungswert und zwar mit 10,4 Mio. KBE/g FM sehr deutlich. Diese Probe war in mikrobieller Hinsicht als verdorben einzustufen.

4.2.6 ÖAG-Sinnenbewertung

Im Zuge des Heuprojektes 2010 wurde von den Probeziehern auch eine sensorische Überprüfung der Raufutterqualität durchgeführt. Die Ergebnisse in *Tabelle 17* zeigen, dass die Heuproben vom 1. Aufwuchs eine geringere Qualität bei Geruch, Farbe und Gefüge aufwiesen als die Grummetproben (2. + Folgeaufwüchse). Ein klares Qualitätsgefälle konnte auch von warmbelüfteten Raufutterproben im Gegensatz zu bodentrockneten Partien beobachtet werden.

Tabelle 17: Einfluss von Aufwuchs und Trocknungsverfahren auf die sensorische Qualität von Raufutter (Heuprojekt 2010)

Parameter	Aufwuchs	Mittelwert				Anzahl Proben				Standardabweichung			
		Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Warmbelüftung	Insgesamt	Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Warmbelüftung	Insgesamt	Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Warmbelüftung	Insgesamt
Geruch	1	2,3	2,9	3,6	2,8	37	39	22	98	1,4	1,0	1,0	1,3
	2	2,8	3,0	3,3	3,0	28	23	15	66	1,2	1,4	1,3	1,3
	3	2,0	1,9	3,1	2,5	4	7	9	20	0,8	2,5	1,5	1,8
Farbe	1	3,6	4,1	4,3	4,0	37	39	22	98	1,2	0,8	0,9	1,0
	2	3,9	4,6	4,6	4,3	28	23	15	66	1,0	0,7	0,6	0,9
	3	4,3	4,3	4,2	4,3	4	7	9	20	0,5	1,0	1,3	1,0
Gefüge	1	4,8	5,4	5,8	5,2	37	39	22	98	1,6	1,3	1,0	1,4
	2	6,2	6,5	6,1	6,3	28	23	15	66	0,9	0,7	1,8	1,1
	3	7,0	7,0	6,9	7,0	4	7	9	20	0,0	0,0	0,3	0,2
Verunreinigung	1	2,3	2,7	2,5	2,5	37	39	22	98	0,8	0,5	0,8	0,7
	2	2,2	2,7	2,5	2,4	28	23	15	66	0,8	0,6	0,7	0,7
	3	1,8	2,3	2,9	2,5	4	7	9	20	1,5	1,3	0,3	1,1
Gesamtpunkte	1	13,0	15,1	16,2	14,6	37	39	22	98	3,8	2,6	2,2	3,3
	2	15,1	16,8	16,5	16,0	28	23	15	66	2,5	2,2	3,8	2,8
	3	15,0	15,4	17,1	16,1	4	7	9	20	1,4	4,1	2,7	3,1

Die Heuproben enthielten nach sensorischer Schätzung zufolge 81 % Gräser, 9 % Leguminosen und 10 % Kräuter. Eine Auswertung von 287 österreichischen 3-Schnittwiesen (MAB-Projekt 6/21, 1997 bis 2001) ergab vor der Mahd ein Artengruppenverhältnis von 53 % Gräser, 14 % Leguminosen und 33 % Kräuter. Die Differenzen zeigen sehr deutlich, dass ein massiver Verlust an wertvoller Blattmasse vor allem bei den Kräutern im Zuge der Heukonservierung erfolgt, wenn der Anteil von 33 % auf 10 % schrumpft.

In der Praxis ist hier ein gewaltiges Qualitätspotential zur Verbesserung von Heu und Grummet vorhanden, wenn mit den Maschinen schonender gearbeitet werden würde. Unter schonender Futterbearbeitung ist eine Fahrgeschwindigkeit unter 8 km/h und Zapfwellendrehzahl unter 450 min⁻¹ (Umdrehungen/Minute) gemeint. Die Entwicklungsabteilungen der Landmaschinenhersteller sind aufgerufen, um technische Lösungen zu schaffen, welche die Abbröckelverluste auf dem Feld bzw. beim Transport zum Heulager minimieren.

4.3 Details zu den österreichischen Raufutterqualitäten mit künstlicher Heutrocknung

In diesem Abschnitt werden belüftungstechnische Auswirkungen auf die Heuqualität besprochen. Von den teilnehmenden Betrieben wurde von mehr als 80 % das Boxentrocknungssystem mit einem Bodenrost bevorzugt. Ältere Ziehkanal-, Ziehlüfter- bzw. Giebelrostanlagen waren bei Kaltbelüftungen noch mit einem Anteil von 14 % vertreten. Ballentrocknungen nahmen insgesamt 3 % bei Kalt- bzw. 10 % bei Warmbelüftungen ein. Von sämtlichen untersuchten Heuballen wurden ~70 % ohne künstliche Nachtrocknung konserviert.

Tabelle 18: Belüftungsdauer der künstlichen Heutrocknung auf österreichischen Betrieben in Abhängigkeit von Aufwuchs und Trocknungsverfahren (Heuprojekt 2010)

Trocknungs- verfahren	Dauer der Belüftung	Anzahl der Proben			Prozentanteil		
		1. Aufwuchs	2. Aufwuchs	3. Aufwuchs	1. Aufwuchs	2. Aufwuchs	3. Aufwuchs
Kaltbelüftung	unter 12 h	1	3	1	2,2	8,3	10,0
	12 bis 24 h	12	3	1	26,7	8,3	10,0
	24 bis 48 h	3	4	1	6,7	11,1	10,0
	48 bis 72 h	5	8	1	11,1	22,2	10,0
	72 bis 96 h	9	10	3	20,0	27,8	30,0
	über 96 h	15	8	3	33,3	22,2	30,0
Warmbelüftung	unter 12 h	3	2	2	5,3	4,8	8,3
	12 bis 24 h	6	4	3	10,5	9,5	12,5
	24 bis 48 h	11	10	3	19,3	23,8	12,5
	48 bis 72 h	20	15	9	35,1	35,7	37,5
	72 bis 96 h	9	5	4	15,8	11,9	16,7
	über 96 h	8	6	3	14,0	14,3	12,5

Die Qualitätsunterschiede zwischen Raufutter aus Heustock bzw. Heuballen wurden unter Punkt 4.2 bereits ausführlich behandelt. Aufgrund der geringen Probenanzahl von Ziehkanal-, Ziehlüfter- und Giebelrostanlagen konnte kein statistischer Vergleich mit der Boxentrocknungsgruppe durchgeführt werden.

In der Frage der Belüftungsdauer stellte sich heraus, dass über 50 % der kaltbelüfteten Heupartien länger als 72 h belüftet wurden, während dieser Anteil bei der Warmbelüftung weniger als 30 % betrug (Tabelle 18). Im 2. Aufwuchs dauerte die Belüftung weniger lange als beim 1. bzw. 3. Aufwuchs.

Bei Raufutter in Rundballen ergab die deskriptive Gegenüberstellung von bodengetrockneten und warmbelüfteten Heuballen in den einzelnen Aufwüchsen (Tabelle 19) insgesamt nur geringfügige Qualitätsunterschiede. Die Quantifizierung des Qualitätseffekts der künstlichen Heutrocknung bei

Heuballen erfordert exaktere und kontrollierte Versuchsbedingungen bzw. eine deutlich höhere Anzahl an untersuchten Heuballen aus der Praxis.

Tabelle 19: Qualitätsvergleich zwischen Raufutter-Rundballen aus Bodentrocknung und Warmbelüftung (Heuprojekt 2010)

Parameter	Aufwuchs	Mittelwert		Probenanzahl		Standardabweichung	
		Boden- trocknung	Warm- belüftung	Boden- trocknung	Warm- belüftung	Boden- trocknung	Warm- belüftung
Rohprotein [g/kg TM]	1	86,4	79,3	13	3	22,0	20,5
	2	118,8	120,0	10	2	10,0	38,2
	3	149,5	148,5	2	2	0,7	13,4
Rohfaser [g/kg TM]	1	319,6	321,7	13	3	42,8	22,2
	2	282,5	259,5	10	2	22,4	6,4
	3	234,5	235,0	2	2	34,6	42,4
Rohasche [g/kg TM]	1	102,8	65,5	13	2	110,3	14,8
	2	84,5	144,5	10	2	12,1	29,0
	3	103,5	102,0	2	2	13,4	15,6
Nettoenergie-Laktation NEL [MJ/kg TM]	1	5,31	5,18	11	3	0,56	0,28
	2	5,44	5,07	9	2	0,20	0,42
	3	5,82	5,83	2	2	0,55	0,39
Phosphor P [g/kg TM]	1	2,0	2,4	12	2	0,5	0,2
	2	2,7	2,9	10	2	0,6	1,1
	3	2,9		2		0,3	
Punktesumme Sinnenprüfung	1	13,8	14,3	6	4	3,5	2,9
	2	14,4	13,7	5	3	2,6	7,8
	3	16,0	11,0	1	1		

Um die Frage zu beantworten, ob die Belüftungstechnik einen Einfluss auf die Raufutterqualität ausübte, wurde eine GLM-Analyse bei warmbelüfteten Proben an einigen wesentlichen Qualitätsparametern durchgeführt (Tabelle 20).

Die Ergebnisse zeigten beim 2. Aufwuchs signifikante Effekte in der Kategorie Energie für Warmbelüftung bzw. der Belüftungsdauer in den Parametern Rohprotein und Phosphor, allerdings sind diese Aussagen mit nur 1 Probe abgesichert (Anhang Tabelle 38). Unter Versuchsbedingungen können Fragen des Einflusses von unterschiedlicher Belüftungsdauer exakt analysiert werden, wenn alle Ausgangsbedingungen gleich gewählt werden. Eine mehrfaktorielle Studie wird erst handfestere Ergebnisse liefern können, wenn das Heuprojekt 2010 in einem anderen Versuchsjahr wiederholt wird und mehr Daten zur Verrechnung zur Verfügung stehen.

In *Abbildung 13* wird der Zusammenhang zwischen effektiver Belüftungsdauer und Rohproteingehalt für das Trocknungsverfahren Kaltbelüftung dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass im linearen Verlauf 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. Interessant an *Abbildung 13* ist die Verteilung in den einzelnen Kategorien.

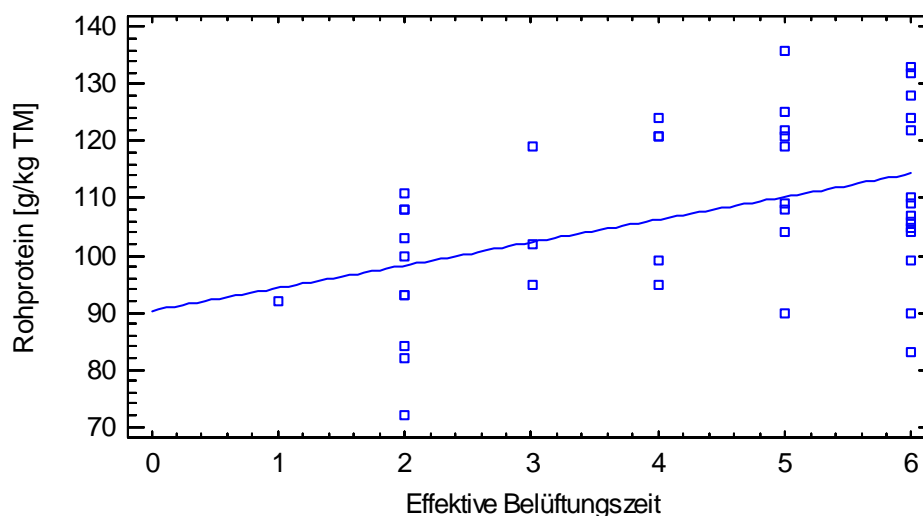
Optimal wären jene Proben mit guten Proteingehalten und kurzer Belüftungsdauer. Schlecht sind jene mit geringer Qualität und langer Belüftungsdauer, weil die Energieeffizienz sehr ungünstig wird und die Kosten je Qualitätseinheit steigen. Nach NYDEGGER et al. (2009) ist eine optimale Abstimmung der Belüftungstechnik (Lüfterleistung, Entfeuchter, etc.) auf die betrieblichen Anforderungen und die Einhaltung der Belüftungsregeln für eine energieeffiziente Trocknung essentiell.

Tabelle 20: GLM-Analyse von technischen Einflussfaktoren der Warmbelüftung auf die Qualität von Raufutter aus dem 1. bzw. 2. Aufwuchs in Österreich (Heuprojekt 2010)

Parameter	Rohprotein		Rohfaser		NEL		Phosphor	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Aufwuchs								
Mittelwert	128,7	172,7	253,9	230,7	5,96	5,88	3,1	4,1
Standardfehler	4,9	6,5	6,8	9,2	0,10	0,12	0,2	0,2
Kategorische Variablen	p-Werte							
Energie für Warmbelüftung	0,355	0,002	0,867	0,854	0,986	0,980	0,712	0,008
Dauer der Belüftung	0,241	0,014	0,661	0,166	0,401	0,130	0,755	0,023
Regressionsvariablen	p-Werte							
Seehöhe	0,775	0,591	0,495	0,083	0,370	0,094	0,305	0,248
Erntedatum	0,001	0,602	0,008	0,084	0,040	0,112	0,077	0,435
Rohaschegehalt	0,741	0,577	0,425	0,199	0,450	0,111	0,926	0,172
Regressionsvariablen	Mittelwerte							
Seehöhe	727	757	727	757	727	757	727	757
Erntedatum	23.5.	13.7.	23.5.	13.7.	23.5.	13.7.	23.5.	13.7.
Rohaschegehalt	93	106	93	106	93	106	93	106
Regressionskoeffizienten								
Seehöhe (für 100 m)	0,8	1,4	2,7	-6,8	-0,05	0,083	-0,1	0,1
Erntedatum (für 1 Tag)	-1,45	0,13	1,47	0,66	-0,016	-0,008	-0,03	0,01
Rohaschegehalt (für 1 g)	-0,08	0,10	-0,27	-0,33	-0,004	-0,005	0,00	0,01
Statistische Kennzahlen								
R ²	78,7	85,5	60,2	67,3	65,0	62,5	51,5	80,6
Mittlerer Schätzfehler (MAE)	10,7	6,4	13,7	9,5	0,21	0,12	0,3	0,2
Anzahl Proben	30	21	30	21	30	21	30	21

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

Abbildung 13: Einfluss der effektiven Belüftungsdauer auf den Rohproteingehalt von Raufutter im 1. Aufwuchs am Beispiel der Kaltbelüftung (Heuprojekt 2010)



*Effektive Belüftungszeit:

1= unter 12 h, 2= 12 bis 24 h, 3= 24 bis 48 h, 4= 48 bis 72 h, 5= 72 bis 96 h, 6= über 96 h

4.4 Raufutterqualitäten bei unterschiedlichen Tierkategorien in Österreich

Nachdem im Erhebungsbogen abgefragt wurde an welche Nutztiere das Heu bzw. Grummet verfüttert wird, konnte die Qualität für die einzelnen Tierkategorien ausgewertet werden. Diese Fragestellung ist durchaus von praktischem Interesse, da jede Nutztierart gewisse Ansprüche an den Nährstoffbedarf stellt. Die nachstehende deskriptive Auswertung ist in dieser Form in Österreich noch nicht durchgeführt worden und daher für die Fütterungsberatung wichtig.

In *Tabelle 21* zeigt sich, dass Milchkühe im Durchschnitt die relativ besseren Heupartien vorgelegt bekamen. Im Rinderbereich erhielten Mutterkühe und Jungrinder etwas schlechtere Qualitäten als die Milchkühe. Interessant ist die Tatsache, dass trockenstehende Rinder beinahe die gleichen Heuqualitäten zu fressen bekamen wie die Milchkühe, obwohl die Empfehlung strukturreicheres Heu mit einem höheren Rohfasergehalt lautet. Das Raufutter für Schafe und Ziegen ist im Futterwert vergleichbar mit der Qualität für Mutterkühe. Pferdeheu war in der Qualität in einer anderen Liga vertreten, weil die Konzentrationen an Rohprotein und Energie deutlich niedriger lagen als bei den übrigen Nutztieren. Bedenklich war die sensorisch überprüfte Qualität vom 1. und 2. Aufwuchs bei Pferdeheu, weil hier eine deutliche Qualitätsminderung (Durchschnitt unter 10 Punkten) gegeben war.

Tabelle 21: Raufutterqualitäten in Österreich für unterschiedliche Tierkategorien in Abhängigkeit des Aufwuchses (Heuprojekt 2010)

Parameter	Aufwuchs	Mittelwert						Probenanzahl						Standardabweichung					
		Milchkühe	Mutterkühe	Trockensteher	Jungrinder	Schafe und Ziegen	Pferde	Milchkühe	Mutterkühe	Trockensteher	Jungrinder	Schafe und Ziegen	Pferde	Milchkühe	Mutterkühe	Trockensteher	Jungrinder	Schafe und Ziegen	Pferde
Rohprotein [g/kg TM]	1	107,2	95,2	105,4	101,9	97,4	89,6	245	19	60	108	29	12	18,3	9,2	14,2	15,1	18,3	14,5
	2	135,1	124,9	131,6	130,1	122,2	125,6	199	17	47	71	17	8	18,4	13,1	11,8	12,6	11,8	12,9
	3	149,9		152,3	151,8	133,7	156,0	52		4	6	3	1	19,0		19,8	16,9	8,1	
	Insgesamt	122,9	109,2	118,2	114,4	108,2	106,5	496	36	111	185	49	21	24,4	18,7	19,6	20,8	20,6	24,8
Rohfaser [g/kg TM]	1	284,3	297,0	287,5	292,4	298,9	319,7	245	19	60	108	29	12	30,4	21,3	26,2	27,0	26,9	27,2
	2	250,1	262,6	258,4	257,0	256,6	270,1	199	17	47	71	17	8	26,4	24,0	20,6	19,9	22,3	30,5
	3	230,7		227,5	228,8	229,7	235,0	52		4	6	3	1	26,5		28,2	23,8	38,5	
	Insgesamt	265,0	280,8	273,0	276,8	280,0	296,8	496	36	111	185	49	21	34,7	28,3	29,1	31,0	34,9	39,0
Rohasche [g/kg TM]	1	90,7	86,3	91,3	88,6	98,3	79,5	244	19	60	108	28	12	19,9	16,4	21,8	18,2	72,9	11,4
	2	114,0	113,4	116,1	117,5	119,7	108,0	199	17	47	71	17	8	38,4	20,4	54,3	45,8	26,6	21,9
	3	121,4		122,0	121,5	121,3	116,0	52		4	6	3	1	36,1		12,8	15,4	21,7	
	Insgesamt	103,3	99,1	102,9	100,7	107,3	92,1	495	36	111	185	48	21	32,9	22,7	40,6	34,7	58,6	21,5
Nettoenergie-Laktation NEL [MJ/kg TM]	1	5,55	5,39	5,50	5,45	5,39	5,25	245	19	60	108	29	10	0,42	0,35	0,37	0,40	0,33	0,32
	2	5,54	5,36	5,47	5,45	5,37	5,37	199	17	47	71	17	7	0,31	0,28	0,28	0,29	0,28	0,18
	3	5,71		5,74	5,72	5,69	5,71	52		4	6	3	1	0,31		0,23	0,18	0,26	
	Insgesamt	5,57	5,38	5,50	5,46	5,40	5,32	496	36	111	185	49	18	0,37	0,32	0,33	0,36	0,31	0,28
Phosphor P [g/kg TM]	1	2,5	2,1	2,3	2,3	2,3	2,0	241	19	58	106	28	12	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,3
	2	3,0	2,5	2,8	2,8	2,5	2,9	195	16	44	68	17	8	0,7	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5
	3	3,4		2,9	2,9	3,4	3,4	49		4	6	3	1	0,7		0,5	0,6	0,5	
	Insgesamt	2,8	2,3	2,5	2,5	2,5	2,4	485	35	106	180	48	21	0,7	0,5	0,7	0,6	0,6	0,6
Punktesumme Sinnesprüfung	1	14,7	14,2	14,6	14,7	14,7	7,5	76	12	24	34	14	2	3,2	2,6	3,7	3,5	2,9	6,4
	2	16,3	15,7	15,8	15,9	17,0	8,5	56	10	17	22	7	2	2,5	2,5	3,0	2,8	2,3	4,9
	3	16,0	11,0	14,8	15,3	16,3	17,0	19	1	5	6	3	1	3,1		2,4	2,5	1,5	
	Insgesamt	15,5	14,7	15,1	15,2	15,6	9,8	151	23	46	62	24	5	3,0	2,7	3,3	3,2	2,7	5,7

4.5 Raufutterqualitäten und Heuanteil in der Grundfütteration

Bei der Erstellung des Erhebungsbogens wurde auch die Frage gestellt, ob der Anteil des Raufutters in der Grundfütteration eine Auswirkung auf die Qualität hat. Die Arbeitshypothese lautete, dass die Raufutterqualität mit Zunahme des Rationsanteiles steigt, weil Betriebe mit ausschließlicher Heufütterung wahrscheinlich ein höheres Qualitätsbewusstsein haben.

Tabelle 22: Österreichische Raufutterqualitäten in Abhängigkeit des Rationsanteiles in den einzelnen Aufwuchsen (Heuprojekt 2010)

Parameter	Aufwuchs	Mittelwert					Anzahl Proben					Standardabweichung				
		bis 25 %	25,1 bis 50	50,1 bis 75	über 75 %	Gesamt	bis 25 %	25,1 bis 50	50,1 bis 75	über 75 %	Gesamt	bis 25 %	25,1 bis 50	50,1 bis 75	über 75 %	Gesamt
Rohprotein [g/kg TM]	1	107,7	111,8	99,8	101,9	105,6	16	45	19	56	136	20,6	15,5	10,9	11,5	14,8
	2	132,3	138,6	140,9	129,0	134,7	17	32	17	34	100	22,8	20,2	22,5	10,4	18,8
	3	150,3	147,4	162,0	143,0	149,2	12	11	1	1	25	24,8	21,7			22,1
Rohfaser [g/kg TM]	1	282,8	275,2	290,9	294,6	286,3	16	45	19	56	136	37,8	34,8	23,4	22,9	30,2
	2	261,6	244,6	237,1	249,1	247,8	17	32	17	34	100	24,8	30,4	31,4	25,7	28,7
	3	222,5	230,0	251,0	230,0	227,2	12	11	1	1	25	36,4	24,8			30,0
NEL [MJ/kg TM]	1	5,67	5,65	5,40	5,43	5,53	16	45	19	56	136	0,42	0,49	0,26	0,35	0,41
	2	5,57	5,62	5,59	5,50	5,56	17	32	17	34	100	0,30	0,33	0,36	0,27	0,31
	3	5,73	5,66	5,62	5,67	5,69	12	11	1	1	25	0,31	0,34			0,31
Phosphor P [g/kg TM]	1	2,6	2,7	2,3	2,3	2,5	16	45	19	55	135	0,7	0,5	0,4	0,5	0,5
	2	3,2	3,0	3,2	2,5	2,9	17	32	17	34	100	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7
	3	3,4	3,4	2,3	3,7	3,4	12	11	1	1	25	0,6	0,6			0,6

Die deskriptive Auswertung (Tabelle 22) konnte die aufgestellte Arbeitshypothese nicht bestätigen, weil jene Betriebe mit einem Rationsanteil von über 75 % Raufutter an der Gesamtration nicht über die besten Heuqualitäten verfügten.

4.6 Wahl des Erntezeitpunktes

Es ist eine durch viele Untersuchungen bestätigte Tatsache, dass die Futterqualität sehr eng mit dem Erntedatum zusammenhängt. In dieser Arbeit ist daher die Frage berechtigt, ob Managementfaktoren einen Einfluss auf den Erntezeitpunkt ausüben.

Tabelle 23: GLM-Analyse von Einflussfaktoren auf das Erntedatum im 1. Aufwuchs (Heuprojekt 2010)

Ursache	Quadratsumme	Freiheitsgrad	mittleres Abweichungsquadrat	F-Quotient	p-Wert
Bundesland	4831	6	805,2	7,4	0,0000
Wirtschaftsweise	1772	3	590,6	5,4	0,0011
Trocknungsverfahren	4705	2	2352,3	21,6	0,0000
Seehöhe	54467	1	54466,7	500,8	0,0000
Residuen	42088	387	108,8		
Total (Korrigiert)	138956	399			

$$R^2 = 69,7 \%, R^2 \text{ (korrigiert für Freiheitsgrade)} = 68,8 \%$$

Die statistische Untersuchung zeigt in Tabelle 23, dass die Seehöhe einen hoch signifikanten Einfluss auf das Erntedatum ausübte. Der Regressionskoeffizient für die Seehöhe betrug 0,0394. Für die Praxis bedeutet daher eine Zunahme der Seehöhe um 100 m, dass der Erntezeitpunkt im Jahr 2010 um 3,9 Tage später erfolgte. In der GLM-Analyse von Tabelle 23 wurden für den 1. Aufwuchs eine mittlere Seehöhe von 924 m und ein Erntedatum am 11. Juni 2010 unterstellt.

Bei konstanter Seehöhe von 924 m wurde die Heuernte in Vorarlberg um 4 Tage früher durchgeführt wie in Tirol bzw. 6 Tage früher wie in Salzburg und 28 Tage früher gegenüber Niederösterreich. In der Wirtschaftsweise konnte festgestellt werden, dass UBAG-Betriebe im Durchschnitt am 7. Juni den 1. Aufwuchs ernteten während Biobetriebe erst am 12. Juni, also 5 Tage später die Heuernte durchführten. Sehr deutlich wirkte sich das Trocknungsverfahren auf die Wahl des Erntezeitpunktes aus (Tabelle 24), weil Betriebe mit Warmbelüftung (7. Juni 2010) um 10 Tage früher mit der Heuernte begannen als Betriebe mit Bodentrocknung (17. Juni 2010).

Tabelle 24: Mittelwerte und Signifikanzindizes von Einflussfaktoren auf das Erntedatum im 1. Aufwuchs (Heuprojekt 2010)

Variable	Proben- anzahl	Mittelwert	Standard- fehler	Erntedatum	Signifikanz- indizes
Gesamtmittelwert	400	162,0	1,6	11.06.2010	
Bundesland					
Kärnten	11	162,9	3,2	12.06.2010	abc
Oberösterreich	12	157,8	3,4	07.06.2010	abc
Niederösterreich	11	178,0	3,6	28.06.2010	d
Salzburg	22	162,6	2,7	12.06.2010	c
Steiermark	24	156,4	2,4	06.06.2010	ab
Tirol	248	160,2	1,5	10.06.2010	bc
Vorarlberg	72	156,1	1,9	06.06.2010	a
Wirtschaftsweise					
Bio	169	163,0	1,1	12.06.2010	b
UBAG	69	157,2	1,5	07.06.2010	a
UBAG + Verzicht	158	159,9	1,2	09.06.2010	a
ohne ÖPUL-Maßnahme	4	167,9	5,5	17.06.2010	ab
Trocknungsverfahren					
Bodentrocknung	108	167,2	1,8	17.06.2010	c
Kaltbelüftung	174	161,4	1,7	11.06.2010	b
Warmbelüftung	118	157,3	1,8	07.06.2010	a

4.7 Dauer der Feldphase

Die Länge der Feldphase wurde im Heuprojekt 2010 abgefragt und sie betrug im Durchschnitt 42 Stunden. In einer GLM-Analyse (Anhang *Tabelle 38*) konnte herausgefunden werden, dass die Datenvarianz der Feldphase mit einem R^2 von 29 % erklärt werden konnte. Den größten Einfluss auf die Zeit zwischen Mahd und Einfuhr spielten Trocknungsverfahren, Zetthäufigkeit, Seehöhe und Mähzeitpunkt.

Mit einer Warmbelüftung (~38 h) konnte die Feldphase gegenüber Bodentrocknung (~46 h) um rund 8 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 (Anhang *Tabelle 38*) dokumentierte, dass die Dauer der Feldphase mit zunehmender Anzahl an Zettvorgängen von 36 auf 48 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 öfter gewendet werden muss und sich dadurch die Trocknungsdauer auf dem Feld verlängert.

Die Seehöhe wirkte sich auch signifikant auf die Feldphase aus. Wenn die Seehöhe um 100 m zunahm, verlängerte sich die Trocknungszeit am Feld um 1,3 h. Ursache dafür ist die stärkere Abkühlung in den Nachtstunden bei zunehmender Seehöhe. Der Mähzeitpunkt (Anhang *Tabelle 38*) wirkte sich insofern auf die Feldphase aus, dass am Morgen gemähtes Futter (36 h) früher eingefahren wurde als das am Nachmittag (43 h) bzw. am Abend (43 h) gemähte Futter. Es sollte auf jeden Fall beachtet werden, dass der Futterbestand, günstigerweise auch der Boden, bei der Mahd abgetrocknet sein soll, um eine Futtermittelverschmutzung mit Erde zu vermeiden.

4.8 Empfehlungswerte für optimale Raufutterqualität in Österreich

Zu den wichtigsten Zielen der österreichischen Grünlandwirtschaft zählt nach BUCHGRABER und GINDL (2002) eine hohe tierische Leistung aus dem Grundfutter, welche unter anderem durch gezielte Nutzung im optimalen Vegetationsstadium „Ähren-/Rispschieben“ erreicht werden kann. In den Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum (RESCH et al. 2006) wurde dem Vegetationsstadium Ähren-/Rispschieben für den 1. Aufwuchs ein Rohfasergehalt von 240-270 g/kg TM und für die Folgeaufwüchse ein Rohfasergehalt von 230-260 g/kg TM unterstellt. Aus ernährungsphysiologischer Sicht sollte dem Wiederkäuer ein Rohfasergehalt von mindestens 220 g/kg TM vorgelegt werden. Die Empfehlungswerte für einzelne Qualitätsparameter von Raufutter (Tabelle 25) wurden daher in dieser Arbeit auf einen Rohfasergehalt von 220-270 g/kg TM für Heu (1. Aufwuchs) bzw. 220-260 g/kg TM für Grummet (2. + Folgeaufwüchse) ausgerichtet. Aus der linearen Beziehung zwischen Rohfasergehalt und dem jeweiligen Parameter ergeben sich für den optimalen Rohfasergehalt automatisch Empfehlungsbereiche für die Qualitätsparameter. Die Regressionsgleichungen befinden sich im Anhang (Tabelle 37).

Unter den durchschnittlichen Praxisbedingungen in Österreich ergaben sich anhand Tabelle 25 Optimalbereiche für Qualitätsparameter von Heu und Grummet bei unterschiedlichen Trocknungsverfahren. Die Differenzierung von Empfehlungen für einzelne Trocknungsverfahren ist den Ergebnissen zufolge sinnvoll, weil zwischen Warmbelüftung und Bodentrocknung ein Qualitätsgefälle nachgewiesen werden konnte und allgemeine Empfehlungen zu wenig Rücksicht auf das Trocknungsverfahren nehmen.

Tabelle 25: Empfehlungswerte für optimale Raufutterqualität in Österreich in Abhängigkeit von Aufwuchs und Trocknungsverfahren (Heuprojekt 2007, 2010)

Parameter	Einheit	1. Aufwuchs			Insgesamt	2. + Folgeaufwüchse			Insgesamt
		Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Warmbelüftung		Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Warmbelüftung	
Rohprotein (XP)	[g/kg TM]	109 bis 121	110 bis 125	114 bis 140	113 bis 137	130 bis 143	131 bis 147	138 bis 150	133 bis 148
nutzbares Rohprotein (nXP)	[g/kg TM]	121 bis 129	124 bis 135	125 bis 138	125 bis 138	125 bis 131	126 bis 133	128 bis 134	126 bis 134
Ruminale N-Bilanz (RNB)	[g/kg TM]	-3,3 bis -3,2	-2,0 bis -0,7	-1,7 bis +1,6	-2,0 bis -0,3	+0,9 bis +1,8	+0,8 bis +2,3	+1,6 bis +2,5	+1,0 bis +2,3
Rohfett (XL)	[g/kg TM]	29 bis 32	30 bis 33	30 bis 34	30 bis 33	27 bis 31	30 bis 34	31 bis 34	29 bis 34
Rohasche (XA)	[g/kg TM]	89 bis 96	96 bis 112	92 bis 106	94 bis 106	105 bis 119	107 bis 123	105 bis 123	106 bis 121
Zucker (XX)	[g/kg TM]	124 bis 127	147 bis 170	144 bis 165	145 bis 164	113 bis 119	126 bis 127	120 bis 122	126 bis 134
OM-Verdaulichkeit (dOM)*	[%]	66 bis 69	68 bis 74	70 bis 75	68 bis 73	68 bis 71	68 bis 71	69 bis 71	68 bis 71
Umsetzbare Energie (ME)**	[MJ/kg TM]	9,1 bis 9,5	9,3 bis 9,9	9,6 bis 10,3	9,3 bis 9,9	9,2 bis 9,4	9,4 bis 9,6	9,4 bis 9,5	9,3 bis 9,5
Nettoenergie-Laktation (NEL)**	[MJ/kg TM]	5,2 bis 5,3	5,5 bis 5,9	5,7 bis 6,3	5,4 bis 5,9	5,4 bis 5,5	5,5 bis 5,7	5,5 bis 5,6	5,5 bis 5,6
Calcium (Ca)	[g/kg TM]	7,5 bis 8,8	7,3 bis 8,4	6,4 bis 7,0	7,0 bis 7,8	8,5 bis 10,0	8,7 bis 9,9	8,1 bis 9,1	8,4 bis 9,6
Phosphor (P)	[g/kg TM]	2,2 bis 2,3	2,5 bis 2,7	2,7 bis 3,3	2,5 bis 2,9	2,8 bis 2,9	2,9 bis 3,0	3,2 bis 3,4	3,0 bis 3,2
Magnesium (Mg)	[g/kg TM]	2,8 bis 3,2	2,6 bis 2,8	~2,1	2,5 bis 2,7	3,3 bis 3,9	3,2 bis 3,4	3,0 bis 3,2	3,2 bis 3,4
Kalium (K)	[g/kg TM]	19,7 bis 21,0	22,4 bis 25,3	23,7 bis 27,4	22,2 bis 25,4	22,2 bis 22,8	23,3 bis 24,1	24,5 bis 25,2	23,2 bis 24,4
Natrium (Na)	[g/kg TM]	~0,25	0,27 bis 0,29	0,32 bis 0,52	0,30 bis 0,38	0,29 bis 0,37	~0,31	0,36 bis 0,42	~0,35
Eisen (Fe)	[mg/kg TM]	659 bis 738	753 bis 1189	514 bis 828	642 bis 826	809 bis 1128	657 bis 817	491 bis 931	726 bis 893
Mangan (Mn)	[mg/kg TM]	57 bis 91	81 bis 100	102 bis 143	84 bis 90	124 bis 152	86 bis 113	93 bis 97	102 bis 112
Zink (Zn)	[mg/kg TM]	36,9 bis 43,9	35,3 bis 40,3	34,8 bis 38,4	34,9 bis 40,5	44,6 bis 53,6	37,1 bis 41,0	35,7 bis 37,9	38,4 bis 42,4
Kupfer (Cu)	[mg/kg TM]	9,1 bis 11,3	12,8 bis 14,9	7,1 bis 8,6	11,9 bis 13,6	9,2 bis 10,1	8,4 bis 9,3	8,4 bis 10,5	8,7 bis 9,7
Geruch	[Punkte]	1,5 bis 2,0	3,3 bis 5,0	4,0 bis 5,0	3,1 bis 4,9	2,0 bis 2,5	2,6 bis 3,2	3,2 bis 3,5	2,4 bis 3,1
Farbe	[Punkte]	3,1 bis 3,9	3,9 bis 5,0	4,3 bis 5,0	3,8 bis 4,9	3,6 bis 4,1	4,2 bis 4,5	4,6 bis 4,8	4,0 bis 4,6
Gefüge	[Punkte]	4,5 bis 5,5	5,0 bis 6,1	5,2 bis 6,2	4,8 bis 6,0	5,8 bis 6,7	6,3 bis 7,0	6,4 bis 7,0	6,0 bis 7,0
Verunreinigung	[Punkte]	1,5 bis 1,7	2,1 bis 2,5	2,3 bis 2,6	2,0 bis 2,5	1,5 bis 1,7	1,9 bis 2,3	2,1 bis 2,3	1,8 bis 2,1
Summe Sinnenbewertung	[Punkte]	10,6 bis 13,2	14,3 bis 18,7	15,7 bis 18,7	13,7 bis 18,3	12,9 bis 14,9	14,9 bis 17,2	16,3 bis 17,6	14,2 bis 16,8

Referenzbereich Rohfaser: 1. Aufwuchs 220 bis 270 g/kg TM, 2.+ Folgeaufwüchse 220 bis 260 g/kg TM

*OM-Verdaulichkeit nach TILLEY und TERRY (1963); **Energieberechnung auf Basis DLG-Futterwerttabellen (1997)

Der Wassergehalt von Raufutter muss unter 14 % liegen, weil ansonsten die Lagerstabilität nicht gewährleistet ist und es zu einem raschen mikrobiellen Verderb kommt. Für Heu und Grummet

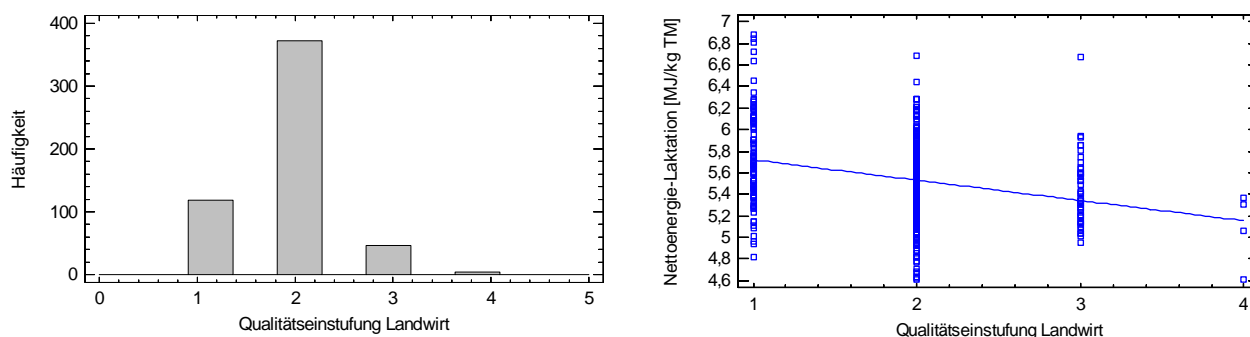
gilt in Österreich die Forderung seitens der Beratung, dass der Wassergehalt unter 13 % sein soll. Ein entscheidender Faktor der Heuqualität ist die zeitliche Dauer von der Einfuhr des Heus bis zum Erreichen des kritischen Wassergehaltes. Praxisbetriebe mit künstlicher Heutrocknung sprechen aus wirtschaftlichen und futterhygienischen Gründen von einer günstigen Situation, wenn der Wassergehalt von 13 % innerhalb von 72 Stunden Trocknungsdauer unterschritten werden kann. Rund 60 % der Betriebe mit künstlicher Heutrocknung gaben im Fragebogen an, dass sie weniger als 72 Stunden belüftet haben, 40 % lüfteten länger als 3 volle Tage.

4.9 Wie der Landwirt seine eigene Heuqualität einstuft

Die teilnehmenden Landwirte wurden gebeten die Qualität der eingesendeten eigenen Futterpartie einzustufen. Es stellte sich heraus, dass ~22 % das Raufutter als sehr gut und 69 % als gut bewerteten (Abbildung 14). Diese Einstufung ist einigermaßen realistisch, denn insgesamt waren ~10 % der Raufutterproben als energiearm (unter 5,1 MJ NEL/kg TM) zu bezeichnen.

In der Regressionsanalyse (Abbildung 14) ist zu sehen, dass die Einstufung der Landwirte in Beziehung zur Nettoenergie (NEL) zu einem Gefälle von 5,7 MJ/kg TM (sehr gut) auf 5,1 MJ/kg TM (schlecht) führte. Die Betrachtung der Einzelmesswerte der NEL in den eingestuften Qualitätskategorien zeigte teilweise eine sehr hohe Spannweite. So ging beispielsweise in der nach dem Landwirt sehr guten eingestuften Heuqualität die Energiedichte von 4,8 bis über 6,8 MJ NEL/kg TM. Aus dieser Hinsicht lässt sich ableiten, dass viele Landwirte ihre interne Qualitätsbewertung nicht über objektive Maßzahlen wie NEL-Konzentration oder Rohproteingehalt, sondern über den subjektiven Vergleich mit anderen Jahren treffen.

Abbildung 14: Qualitätseinstufung Landwirt im Häufigkeitsdiagramm und Beziehung zwischen Qualitätseinstufung und NEL-Konzentration im Raufutter (Heuprojekt 2010)



1- Sehr gut; 2- Gut; 3- Mäßig; 4- schlecht

4.10 Heugala

In der Zielsetzung des Heuprojektes 2010 war die Durchführung einer Prämierung der besten österreichischen Heuqualitäten eine sehr wichtige Aufgabenstellung, weil im Rahmen einer großen Veranstaltung die Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit optimal auf die Grundfutterqualität gelenkt werden kann. Die Heugala fand am 21. Jänner 2011 in Köstendorf (Salzburger Flachgau) statt. Am Nachmittag wurden 3 fachliche Vorträge zur Heuqualität gehalten und am Abend wurden die Prämierung und das Gewinnspiel durchgeführt. Insgesamt kamen über 450 Besucher und nahmen am Fach- und Festprogramm teil.

4.10.1 Verfahren zur Ermittlung der besten Heu- und Grummetqualitäten Österreichs

Die insgesamt 814 eingesendeten Heuproben wurden aufgrund der zur Verfügung stehenden Informationen aus dem Erhebungsbogen bzw. dem Laborauftrag in 6 Kategorien eingeteilt. Die besten Raufutterqualitäten Österreichs wurden in einem zweistufigen Verfahren festgestellt. In der ersten Stufe wurden die chemischen Analysen der Heuproben für die Bewertung herangezogen. In

die Endausscheidung gelangten nur jene Proben, die einen Rohaschegehalt von weniger als 100 g/kg TM enthielten. Die verbleibenden Proben wurden nach der Höhe des Rohprotein- und NEL-Gehaltes gereiht und erhielten gemäß aufsteigendem Rang eine Wertungszahl. Die Summe aus den beiden Wertungszahlen ergab eine neue Reihenfolge der Favoriten. Die Einsender der jeweils besten 10 Proben laut chemischer Analyse wurden telefonisch verständigt. Anschließend wurde nochmals eine repräsentative Langprobe (nicht gestochen) an das LFZ Raumberg-Gumpenstein zur sensorischen Prüfung gesendet.

Preiskategorien:

Energieheu – Raufutter mit weniger als 220 g Rohfaser/kg TM

Heu – 1. Aufwuchs

Grummet – 2. + folgende Aufwüchse

Raufutter aus Bodentrocknung – ohne künstliche Trocknung

Raufutter aus Ballen – Rund- oder Quaderballen

Raufutter aus händischer Futterwerbung – Futter aus reiner Handarbeit

Am 7. Dezember 2010 führte eine Expertenjury (Univ. Doz. Dr. Karl Buchgraber, Univ. Doz. Dr. Erich M. Pötsch, Dipl.-Ing. Karl Wurm und Ing. Reinhard Resch) die sensorische Bewertung der zur Verfügung stehenden Eliteproben auf Geruch, Farbe, Gefüge und Verunreinigung mittels ÖAG-Sinnenprüfung (BUCHGRABER 1999) durch. Nach Zusammenführung der Jurywertungen wurden letztendlich die Sieger in den Kategorien fixiert. Die Sieger wurden brieflich verständigt, dass sie aufgrund der vorliegenden Qualität einen Preis gewonnen haben.

4.10.2 Preisträger

Die *Tabelle 26* enthält die Sieger der einzelnen Preiskategorien. Die Sieger erhielten eine Ehrenurkunde und einen Sachpreis, welcher von den unten angeführten Sponsoren zur Verfügung gestellt wurde. Insgesamt kamen 7 von 18 Siegern aus dem Bundesland Vorarlberg, welches flächenmäßig nicht einmal so groß ist wie der größte Bezirk von Österreich. Aus Tirol kamen 4 Preisträger, aus der Steiermark und Kärnten jeweils 3 und 1 Gewinner aus dem Salzburger Land. Die Bundesländer Oberösterreich und Niederösterreich waren nur mit wenigen Proben vertreten und leider reichte es bei den Qualitäten nicht für eine Prämierung.

Abbildung 15: Preisträger mit den besten Heuqualitäten Österreichs (Heuprojekt 2010)



Tabelle 26: Preisträger der 1. Österreichischen Heumeisterschaft und deren Raufutterqualitäten in den einzelnen Kategorien (Datenquelle: Heuprojekt 2007)

Preiskategorie	Platz	Betrieb	Postleitzahl	Ort	Bundesland	Rohprotein	NEL	ÖAG-Punkte	Futterwertzahl
Energieheu	1	Blum Heinrich	6973	Höchst	Vorarlberg	179	6,85	18,8	117,2
	2	Fink Wolfgang	6973	Höchst	Vorarlberg	206	6,88	17,5	111,3
	3	Achberger Peter	6912	Hörbranz	Vorarlberg	119	6,81	18,8	115,9
Heu	1	Köck Josef	8820	Neumarkt	Steiermark	146	6,34	15,3	85,1
	2	Hassler Agnes	8720	Kobenz	Steiermark	145	6,32	14,8	82,2
	3	Mätzler Josef Anton	6866	Andelsbuch	Vorarlberg	153	6,27	15,8	85,5
Grummet	1	Baldauf Dietmar	6934	Sulzberg	Vorarlberg	158	5,98	19,0	91,3
	2	Mätzler Josef Anton	6866	Andelsbuch	Vorarlberg	166	5,92	18,5	87,4
	3	Hartmann Gilbert	6741	Raggal	Vorarlberg	155	6,23	17,5	92,4
Bodentrocknung	1	Ringdorfer Karl	8960	Öblarn	Steiermark	138	5,82	14,8	69,6
	2	Haselsberger Johann	6352	Ellmau	Tirol	151	5,56	15,3	64,9
	3	Sutterlüty Harald	9130	Poggersdorf	Kärnten	151	5,88	14,0	68,1
Ballenheu	1	Wett Martin	6391	Fieberbrunn	Tirol	150	6,21	16,0	85,1
	2	Schinwald Johann	5204	Straßwalchen	Salzburg	139	5,55	15,0	63,7
	3	Hinteregger Herwig	9560	Feldkirchen	Kärnten	126	5,35	14,3	56,2
Händische Werbung	1	Göritzer Fabian	9842	Mörtschach	Kärnten	108	5,70	18,0	78,8
	2	Eberharter Josef	6277	Zellberg	Tirol	110	5,42	17,0	67,1
	3	Jennewein Ferdinand	6154	Schmirn	Tirol	105	5,83	12,3	60,0

4.10.3 Gewinnspiel

Unabhängig von der Heuqualität konnten die Besucher der Heugala auch an einem Gewinnspiel teilnehmen, wo sehr attraktive Preise verlost wurden. Der Hauptpreis, ein Frontmäherwerk (SIP Opticut 220 F) wurde von der Firma SIP und Fa. Grundbichler im Wert von 8.000,- € zur Verfügung gestellt.

Abbildung 16: Preisträger Heugala-Gewinnspiel 2011



4.10.4 Sponsoren der Sachpreise

Die starke Beteiligung von Landwirten am Heuprojekt 2010 ist nicht zuletzt auch den Firmen zu verdanken, welche für die Prämierung der besten Heuqualitäten und für ein Gewinnspiel wertvolle Sachpreise spendiert haben. Dafür ein herzlicher Dank von Seiten des Organisationskomitees!



SIP Strojna Industrija d.d, SL-3311 Sempeter v Savinjski dolini, www.sip.si
Grundbichler Landmaschinen, A-5440 Golling, www.grundbichler.at



Lasco Heu-Forst-Technik GmbH, A-5221 Lochen, www.lasco.at



Heutrocknung SR, A-5204 Straßwalchen, www.heutrocknung.co.at



Mauch Ges.m.b.H & Co. KG, A-5274 Burgkirchen, www.mauch.at



Raiffeisenverband Salzburg GmbH, A-5020 Salzburg, www.raiffeisen.at



Stockinger Bau GmbH, A-5221 Lochen, www.stockingerbau.at



Krone Österreich, A-4552 Wartberg/Krems, www.krone.de



RWA Raiffeisen Ware Austria AG, A-1100 Wien, www.diesaat.at

Landmaschinen Lachner, A-4890 Weißenkirchen

lk

futtermittellabor
rosenau

Futtermittellabor Rosenau, A-3252 Petzenkirchen, www.futtermittellabor.at
Asen Johann, Mühle, A-5204 Straßwalchen



Sigmühle GmbH, A-5204 Seekirchen, www.sigl.at



Der Fortschrittliche Landwirt; A-8011 Graz, www.landwirt.com



Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau (ÖAG), A-8952 Irdning
www.oeag-gruenland.at

5. Schlussfolgerungen und Ausblick

Über 8.000 Milchviehbetriebe sind in Österreich in den HKT-Gebieten (ehemals Silosperrgebiete) auf die ausschließliche Konservierung von Raufutter angewiesen. Aufgrund der Tatsache, dass der wirtschaftliche Erfolg eng mit der Qualität des Grundfutters in Verbindung steht, nimmt die Heu- und Grummetqualität auf den Heumilchbetrieben eine entscheidende Bedeutung ein.

Über 500 Betriebe nahmen am Heuprojekt 2010 teil und ließen ihre eigene Futterpartie objektiv in einem Futterlabor analysieren. Das zeugt von einem wachsenden Interesse der Heumilchbauern an der Grundfutterqualität. In Verbindung mit einem Management-Erhebungsbogen konnten Zusammenhänge zwischen der Futterqualität und der Arbeitsweise auf dem Betrieb durchleuchtet werden. Es stellte sich heraus, dass UBAG-Betriebe unter vergleichbaren Voraussetzungen bessere Heuqualitäten produzierten als Biobetriebe bzw. UBAG-Betriebe + Verzicht. Mit Hilfe der künstlichen Heutrocknung gelang es den Betrieben im Durchschnitt das Qualitätsniveau des Raufutters zu verbessern. Ein hohes Qualitätsbewusstsein liegt im Bundesland Vorarlberg vor, dort waren die Raufutterqualitäten deutlich günstiger wie in den anderen Bundesländern. Ein riesiges Verbesserungspotential liegt bei der Heukonservierung in der technischen Futterbearbeitung auf dem Feld, weil die Abbröckelverluste vor allem bei kräuterreichen Futterbeständen viel zu hoch sind.

In der Ableitung von qualitativen Empfehlungswerten für die Praxis wurde ganz klar, dass allgemeine Orientierungswerte nicht optimal sind, weil die einzelnen Trocknungsverfahren (Bodentrocknung, Kaltbelüftung, Warmbelüftung) sich deutlich in der Qualität unterscheiden. In dieser Arbeit sind erstmals differenzierte Empfehlungswerte für Österreich in Bezug auf einzelne Parameter und Trocknungsverfahren erarbeitet worden.

Das Heuprojekt 2010 wurde in einer effektiven Zusammenarbeit von Bauern, Beratungsdienst der Landwirtschaftskammern (Arbeitskreise Milchproduktion, Fütterungsberatung), Futtermittellabor Rosenau, 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 Heumilchbauern und die Beratung. Aus den erarbeiteten Erkenntnissen können Wege aufgezeigt werden, die eine Verbesserung der Heuqualität ermöglichen. Für das Wirtschaftsjahr 2012 ist eine Wiederholung des österreichischen Heuprojektes geplant, um die Aussagekraft der Untersuchungen zu verbessern.

6. Literatur

ADLER, A., 2002: Qualität von Futterkonserven und mikrobielle Kontamination. 8. Alpenländisches Expertenforum zum Thema: Zeitgemäße Futterkonservierung, BAL Gumpenstein, 9.-10. April 2002, Tagungsband S.17-25

BUCHGRABER, K., 1999: Nutzung und Konservierung des Grünlandfutters im Österreichischen Alpenraum. Habilitationsschrift, Veröffentlichung der BAL Gumpenstein, Heft 31

BUCHGRABER, K. und G. GINDL, 2004: Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung. Leopold Stocker Verlag, 2. völlig neu bearbeitete Auflage, ISBN 3-7020-1073-4

DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer 7. erweiterte und überarbeitete Auflage. Herausgeber: Universität Hohenheim-Dokumentationsstelle, DLG-Verlag, Frankfurt/Main

GINDL, G., 2002: Zeitgemäße Heubereitung und Heuqualität in der Praxis. Bericht über das 8. Alpenländische Expertenforum zum Thema „Zeitgemäße Futterkonservierung“, BAL Gumpenstein, Irnding, 9.-10. April 2002, 67-72

GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Frankfurt/Main, DLG-Verlag, 135 S

GRUBER, L., STEINWIDDER, A., GUGGENBERGER, T. 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 (7. Auflage 1997)

GRUBER, L. und R. RESCH, 2009: Zur Mineralstoffversorgung von Milchkühen aus dem Grund- und Kraftfutter – Modellrechnungen auf der Basis aktueller Analysenergebnisse. Bericht über die 36. Viehwirtschaftliche Fachtagung zum Thema Milchmarkt, Bestandesbetreuung, Forschungsergebnisse LFZ, Mutterkuhhaltung und Weidehaltung von Milchkühen, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 16. bis 17. April 2009, S. 41-76

GRUBER, L., 2009: Chemische Zusammensetzung, Analytik und Bedeutung pflanzlicher Gerüstsubstanzen in der Ernährung der Wiederkäuer. Übers. Tierernährg. 37 (2009) 45-86

GRUBER, L., SCHAUER, A., HÄUSLER, J., ADELWÖHRER, A., URDL, M., SÜDEKUM, K-H., WIELSCHER, F. und R. JÄGER, 2011: Einfluss des Vegetationsstadiums von Wiesenfutter auf Verdaulichkeit, Futteraufnahme und Milcherzeugung. Tagungsband 38. Viehwirtschaftliche Fachtagung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 13. und 14. April 2011, 43-65

JEROCH, H., DROCHNER, W. und O. SIMON, (1999): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Ulmer Verlag Stuttgart; S. 174-283.

MEISSER, M. und U. WYSS, 1999: Qualität von unterschiedlich konserviertem Dürrfutter. AGRARFORSCHUNG 6 (11-12), 437-440

NYDEGGER, F., WIRLEITNER, G., GALLER, J., PÖLLINGER, A., CAENEGERN, L., WEINGARTMANN, H. und H. WITTMANN, 2009: Qualitätsheu durch effektive und kostengünstige Belüftung. Der Fortschrittliche Landwirt (3) 2009, Sonderbeilage 12 S

RESCH, R., 2004: Die Bestimmung der in vitro-Verdaulichkeit mit der modifizierten Zweistufenmethode nach Tilley und Terry (1968) an der Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein. Vervielfältigtes Vortragsmanuskript für das Vorlesungsseminar Grünland II der BOKU von 17. bis 22. Mai 2004, BAL Gumpenstein, 10 S

RESCH, R., GUGGENBERGER, T., WIEDNER, G., KASAL, A., WURM, K., GRUBER, L., RINGDORFER, F. und K. BUCHGRABER, 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. ÖAG-Sonderdruck, Info 8/2006, 20 S

RESCH, R., GRUBER, L., GASTEINER, J., BUCHGRABER, K., WIEDNER, G., PÖTSCH, E.M. und T. GUGGENBERGER, 2009: Mineralstoffgehalte machen das Grund- und Kraftfutter wertvoll. ÖAG-Sonderdruck, Info 8/2009, 8 S

RESCH, R. 2010: 1. Österreichische Heumeisterschaft. Abschlussbericht zur wissenschaftlichen Tätigkeit (3534), 64 S

STEINWIDDER, A. und K. WURM, 2008: Heu – ein unverzichtbarer Bestandteil in der Rinderfütterung. Der Fortschrittliche Landwirt, Sonderbeilage 1/2008, 8 S

STOCKINGER, C., 2009: Milchproduktion in Zukunft – Gewinnen wir den Wettbewerb?, Tagungsband 36. Viehwirtschaftliche Fachtagung zum Thema Milchmarkt, Bestandesbetreuung, Mineralstoffversorgung, Forschungsergebnisse LFZ, Mutterkuhhaltung und Weidehaltung von Milchkühen, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 16.-17. April 2009, S.11-18

TILLEY, J.M.A and R.A. TERRY, 1963: A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18, 104 – 111

VDLUFA, 2007: Kriterien der mikrobiologischen Beschaffenheit und Orientierungswerte zur Qualitätsbeurteilung. VDLUFA-Verbandsmethode 28.1.4: Futtermitteluntersuchung – Verfahrensanweisung zur mikrobiologischen Qualitätsbeurteilung. Methodenbuch III, 7. Erg. 2007, VDLUFA-Verlag, Darmstadt

ANHANG

Abbildung 17: Fragebogen Heuprojekt 2010

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⁾

Futtermaterial 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⁾

Tabelle 27: Einfluss des Bundeslandes auf die Heuqualität im 1. Aufwuchs (Heuprojekt 2010)

Statistik	Mittelwerte							Anzahl der Proben							Standardabweichung							
	Bundesland		Kärnten	Oberösterreich	Niederösterreich	Salzburg	Steiermark	Tirol	Vorarlberg	Kärnten	Oberösterreich	Niederösterreich	Salzburg	Steiermark	Tirol	Vorarlberg	Kärnten	Oberösterreich	Niederösterreich	Salzburg	Steiermark	Tirol
Trockenmasse [g/kg FM]	903,6	902,0	902,8	908,0	913,6	910,5	915,5	10	9	4	57	56	168	67	10,0	13,3	8,0	8,2	11,0	9,1	8,9	
Rohprotein [g/kg TM]	97,3	89,8	95,0	94,8	104,6	102,6	121,3	10	9	4	57	56	168	67	15,4	21,3	18,5	18,0	22,0	13,1	21,8	
nutzbares Rohprotein [g/kg TM]	21,4	21,4	20,5	19,8	21,5	21,6	21,8	10	7	2	57	55	167	66	2,1	2,9	0,7	2,9	3,2	4,5	2,0	
Unabgebautes Protein [g/kg TM]	117,0	114,7	104,5	118,1	120,7	119,8	127,1	10	7	2	57	55	167	66	8,6	7,4	2,1	8,0	9,2	7,0	8,6	
Ruminale N-Bilanz [g/kg TM]	-3,3	-3,0	-4,0	-3,7	-2,5	-2,7	-1,1	10	7	2	57	55	167	66	1,2	2,1	0,0	1,9	2,3	1,5	2,2	
Rohfett [g/kg TM]	27,4	26,1	26,3	28,3	27,6	29,0	30,7	10	9	4	57	56	168	67	3,1	5,1	2,9	3,5	3,6	2,7	3,0	
Rohfaser [g/kg TM]	313,3	318,6	341,3	299,2	295,5	291,6	260,3	10	9	4	57	56	168	67	35,2	30,4	25,8	30,3	33,7	23,6	27,9	
Rohasche [g/kg TM]	72,0	89,4	72,8	77,4	79,2	89,5	98,9	10	9	4	57	56	168	67	12,1	14,1	11,9	16,3	12,6	16,2	23,4	
OM-Verdaulichkeit [%]	65,3	65,0	59,1	67,0	67,5	67,6	71,4	10	7	2	57	55	167	66	4,5	2,8	1,5	3,9	4,4	3,2	3,6	
Metabolische Energie ME [MJ/kg TM]	9,12	8,75	8,60	9,31	9,37	9,29	9,81	10	9	4	57	56	168	67	0,62	0,71	0,53	0,55	0,64	0,51	0,63	
Nettoenergie-Laktation NEL [MJ/kg TM]	5,32	5,18	4,68	5,46	5,51	5,46	5,84	10	7	2	57	55	167	67	0,44	0,28	0,18	0,39	0,45	0,36	0,44	
Calcium Ca [g/kg TM]	4,6	5,2	5,3	5,4	5,0	7,1	6,5	10	9	1	54	49	168	66	1,3	1,2	1,2	1,2	1,7	1,4		
Phosphor P [g/kg TM]	2,3	2,4	2,1	2,4	2,6	2,3	2,9	10	9	1	54	49	168	66	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6		
Magnesium Mg [g/kg TM]	1,8	1,7	1,5	1,9	1,8	2,7	2,1	10	9	1	54	49	168	66	0,4	0,2	0,5	0,3	0,6	0,4		
Kalium K [g/kg TM]	21,0	21,8	17,9	19,7	22,4	20,2	23,4	10	9	1	54	49	168	66	5,2	6,9	4,2	6,0	4,1	3,8		
Natrium Na [g/kg TM]	0,16	0,28	0,19	0,23	0,22	0,25	0,43	10	9	1	54	49	168	66	0,06	0,18	0,13	0,19	0,16	0,64		
Eisen Fe [mg/kg TM]	272	722		304	290	915	846	10	2		2	16	12	2	253	476		229	205	481	518	
Mangan Mn [mg/kg TM]	73,6	195,6		64,4	66,1	115,2	103,8	10	2		2	16	12	2	44,7	98,3		3,7	29,5	36,8	13,9	
Zink Zn [mg/kg TM]	23,2	24,8		28,9	23,7	36,5	32,0	10	2		2	16	12	2	4,0	0,9		3,4	5,9	9,1	1,6	
Kupfer Cu [mg/kg TM]	6,2	5,0		6,1	6,8	7,4	8,3	10	2		2	16	12	2	0,6	0,8		2,4	1,2	0,8	0,8	
Zucker [g/kg TM]				146,9	146,5	114,0	148,5				43	17	1	60				25,4	17,7		35,7	

Tabelle 28: Einfluss des Bundeslandes auf die Heuqualität im 2. Aufwuchs (Heuprojekt 2010)

Statistik	Mittelwerte							Anzahl der Proben							Standardabweichung							
	Bundesland		Kärnten	Oberösterreich	Niederösterreich	Salzburg	Steiermark	Tirol	Vorarlberg	Kärnten	Oberösterreich	Niederösterreich	Salzburg	Steiermark	Tirol	Vorarlberg	Kärnten	Oberösterreich	Niederösterreich	Salzburg	Steiermark	Tirol
Trockenmasse [g/kg FM]	900,4	903,8	898,6	903,7	906,8	906,0	917,7	8	8	5	64	36	122	65	8,0	13,9	15,7	9,3	12,1	9,3	7,3	
Rohprotein [g/kg TM]	129,3	129,3	118,4	128,2	125,9	129,5	148,8	8	8	5	64	36	122	65	20,1	19,6	30,9	19,7	13,6	11,5	21,8	
nutzbares Rohprotein [g/kg TM]	25,9	26,6	24,7	25,6	25,4	25,9	29,8	8	7	3	64	35	122	65	4,1	3,7	8,4	4,0	2,6	2,3	4,4	
Unabgebautes Protein [g/kg TM]	124,1	124,3	120,7	124,7	125,2	124,9	132,1	8	7	3	64	35	122	65	7,6	8,4	14,6	7,6	5,7	5,7	7,9	
Ruminale N-Bilanz [g/kg TM]	0,8	1,4	0,7	0,5	0,2	0,7	2,7	8	7	3	64	35	122	65	2,0	1,9	4,0	2,1	1,6	1,4	2,7	
Rohfett [g/kg TM]	33,5	32,4	31,8	32,7	32,3	32,9	34,9	8	8	5	64	36	122	65	3,0	4,1	6,1	3,7	2,5	3,4	3,1	
Rohfaser [g/kg TM]	284,9	273,4	289,0	269,8	265,5	254,9	231,4	8	8	5	64	36	122	65	13,1	38,7	34,3	23,0	21,1	21,9	23,5	
Rohasche [g/kg TM]	83,5	104,4	96,6	94,9	94,6	112,7	120,9	8	8	5	64	36	122	65	11,3	16,0	9,4	18,2	10,5	24,2	36,3	
OM-Verdaulichkeit [%]	66,1	67,3	65,7	67,3	67,9	68,4	70,8	8	7	3	64	35	122	65	1,7	3,7	3,1	2,3	2,2	2,3	2,3	
Metabolische Energie ME [MJ/kg TM]	9,24	9,11	8,83	9,30	9,38	9,29	9,61	8	8	5	64	36	122	65	0,38	0,52	0,49	0,40	0,36	0,41	0,51	
Nettoenergie-Laktation NEL [MJ/kg TM]	5,39	5,39	5,25	5,46	5,52	5,47	5,70	8	7	3	64	35	122	65	0,25	0,37	0,40	0,27	0,26	0,28	0,33	
Calcium Ca [g/kg TM]	6,4	7,8	5,4	7,4	7,0	9,9	8,8	8	8	2	61	28	122	65	2,4	1,8	0,8	1,6	1,6	2,4	1,7	
Phosphor P [g/kg TM]	3,1	2,9	3,8	2,9	3,0	2,7	3,3	8	8	2	61	28	122	65	0,8	0,5	0,3	0,7	0,5	0,6	0,6	
Magnesium Mg [g/kg TM]	2,8	2,2	2,0	2,7	2,3	3,7	2,8	8	8	2	61	28	122	65	0,6	0,3	0,2	0,7	0,4	0,9	0,5	
Kalium K [g/kg TM]	21,8	26,3	32,6	22,6	25,9	21,2	25,3	8	8	2	61	28	122	65	4,9	3,6	2,5	5,2	4,7	4,8	4,8	
Natrium Na [g/kg TM]	0,31	0,27	0,22	0,28	0,21	0,34	0,34	8	8	2	61	28	122	65	0,21	0,10	0,15	0,20	0,11	0,59	0,28	
Eisen Fe [mg/kg TM]	346	1283		751	368	1245	871	8	3		3	7	8	2	337	1125		543	227	1072	370	
Mangan Mn [mg/kg TM]	92,6	115,1		99,8	75,6	125,5	130,4	8	3		3	7	8	2	43,8	42,7		42,7	37,1	52,7	8,2	
Zink Zn [mg/kg TM]	33,5	37,7		37,5	29,1	45,3	37,8	8	3		3	7	8	2	12,9	5,3		13,0	8,8	13,1	1,5	
Kupfer Cu [mg/kg TM]	9,0	12,8		8,9	8,9	9,0	10,6	8	3		3	7	8	2	1,5	5,6		2,1	1,8	2,0	0,8	
Zucker [g/kg TM]		128,0		116,6	127,1	107,0	120,9		1		51	8	1	57				21,4	13,9		29,7	

Tabelle 29: Einfluss des Bundeslandes auf die Heuqualität im 3. Aufwuchs (Heuprojekt 2010)

Statistik	Mittelwerte						Anzahl der Proben						Standardabweichung					
	Bundesland						Bundesland						Bundesland					
	Kärnten	Oberösterreich	Salzburg	Steiermark	Tirol	Vorarlberg	Kärnten	Oberösterreich	Salzburg	Steiermark	Tirol	Vorarlberg	Kärnten	Oberösterreich	Salzburg	Steiermark	Tirol	Vorarlberg
Trockenmasse [g/kg FM]	905,0	896,0	899,9	900,1	904,7	917,5	1	2	36	8	9	27	7,1	12,1	17,3	10,2	6,5	
Rohprotein [g/kg TM]	166,0	169,0	139,9	154,6	150,6	160,6	1	2	36	8	9	27	41,0	16,1	32,8	8,9	24,9	
nutzbares Rohprotein [g/kg TM]	33,0	34,0	28,0	30,9	30,2	32,1	1	2	36	8	9	27	8,5	3,2	6,6	1,7	5,1	
Unabgebautes Protein [g/kg TM]	137,0	137,5	130,8	133,1	132,7	134,4	1	2	36	8	9	27	16,3	6,5	9,0	4,4	8,8	
Ruminale N-Bilanz [g/kg TM]	5,0	5,0	1,5	3,4	2,9	4,1	1	2	36	8	9	27	4,2	1,9	4,0	1,1	2,8	
Rohfett [g/kg TM]	39,0	37,5	33,1	36,0	34,1	34,7	1	2	36	8	9	27	2,1	3,1	2,1	1,9	3,6	
Rohfaser [g/kg TM]	239,0	233,5	239,4	247,0	232,9	234,4	1	2	36	8	9	27	46,0	24,3	27,1	13,9	19,8	
Rohasche [g/kg TM]	110,0	114,5	106,2	106,8	117,9	120,0	1	2	36	8	9	27	9,2	25,8	14,0	16,8	19,3	
OM-Verdaulichkeit [%]	70,3	70,8	70,3	69,5	70,7	70,5	1	2	36	8	9	27	4,9	2,4	2,7	1,7	2,2	
Metabolische Energie ME [MJ/kg TM]	9,71	9,74	9,66	9,59	9,62	9,60	1	2	36	8	9	27	0,73	0,42	0,34	0,35	0,43	
Nettoenergie-Laktation NEL [MJ/kg TM]	5,75	5,77	5,72	5,66	5,71	5,69	1	2	36	8	9	27	0,52	0,29	0,25	0,24	0,29	
Calcium Ca [g/kg TM]	5,7	7,6	8,4	6,9	8,9	8,2	1	2	34	6	9	27	0,5	1,5	1,8	1,5	1,4	
Phosphor P [g/kg TM]	4,5	3,4	3,0	2,7	3,3	3,6	1	2	34	6	9	27	0,1	0,6	0,5	0,8	0,6	
Magnesium Mg [g/kg TM]	2,8	2,4	2,6	2,8	3,6	2,9	1	2	34	6	9	27	0,6	0,5	0,5	0,7	0,6	
Kalium K [g/kg TM]	39,8	31,8	22,7	27,5	24,9	25,6	1	2	34	6	9	27	2,1	4,8	7,3	4,7	4,5	
Natrium Na [g/kg TM]	0,17	0,31	0,33	0,27	0,38	0,51	1	2	34	6	9	27	0,10	0,22	0,14	0,24	0,96	
Eisen Fe [mg/kg TM]			745	1265	405				2	3	1				20		889	
Mangan Mn [mg/kg TM]			96,4	90,4	97,9				2	3	1				2,1		47,8	
Zink Zn [mg/kg TM]			42,9	45,1	40,0				2	3	1				6,6		10,1	
Kupfer Cu [mg/kg TM]			10,1	10,0	11,1				2	3	1				1,6		2,0	
Zucker [g/kg TM]			125,4	98,7	115,3				26	3	27				24,5	40,3	17,7	

Tabelle 30: Einfluss der ÖPUL-Maßnahme Siloverzicht auf die Heuqualität in unterschiedlichen Aufwüchsen (Heuprojekt 2010)

Aufwuchs	Mittelwerte						Anzahl Futterproben					
	1		2		3		1		2		3	
	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein
ÖPUL-Maßnahme Siloverzicht (HKT)												
Trockenmasse [g/kg FM]	912,2	910,3	911,2	905,9	901,4	914,7	139	110	108	73	41	7
Rohprotein [g/kg TM]	109,9	101,5	137,7	130,7	149,6	154,0	139	110	108	73	41	7
nutzbares Rohprotein [g/kg TM]	123,3	118,7	129,1	124,5	133,2	131,3	139	107	108	72	41	7
Unabgebautes Protein [g/kg TM]	21,6	21,1	27,9	26,2	31,2	30,8	139	107	108	72	41	7
Ruminale N-Bilanz [g/kg TM]	-2,1	-2,8	1,4	1,0	2,6	3,7	139	107	108	72	41	7
Rohfett [g/kg TM]	29,6	28,5	34,1	32,6	33,4	36,2	139	110	108	73	41	7
Rohfaser [g/kg TM]	276,0	297,3	243,4	261,4	228,8	254,8	139	110	108	73	41	7
Rohasche [g/kg TM]	94,2	88,8	112,4	114,8	123,9	108,5	138	109	108	73	41	7
OM-Verdaulichkeit [%]	69,5	66,9	69,8	67,9	71,1	68,6	139	107	108	72	41	7
Metabolische Energie ME [MJ/kg TM]	9,55	9,26	9,51	9,23	9,61	9,44	139	108	108	72	41	7
Nettoenergie-Laktation NEL [MJ/kg TM]	5,64	5,43	5,63	5,42	5,71	5,56	139	108	108	72	41	7
Calcium Ca [g/kg TM]	6,9	6,5	9,1	9,0	8,2	8,1	135	108	106	71	38	7
Phosphor P [g/kg TM]	2,6	2,3	3,0	2,9	3,5	3,0	135	108	106	71	38	7
Magnesium Mg [g/kg TM]	2,4	2,3	3,1	3,3	2,7	3,5	135	108	106	71	38	7
Kalium K [g/kg TM]	21,6	20,7	23,3	22,2	25,2	22,4	135	107	106	71	38	7
Natrium Na [g/kg TM]	0,25	0,29	0,29	0,31	0,32	0,36	135	108	106	71	38	7
Eisen Fe [mg/kg TM]	737	332	673	338	667		12	13	8	9	3	
Mangan Mn [mg/kg TM]	107,5	98,3	118,2	97,8	95,1		12	12	8	9	3	
Zink Zn [mg/kg TM]	34,0	25,7	37,7	33,7	40,4		12	13	8	9	3	
Kupfer Cu [mg/kg TM]	7,8	7,7	8,5	8,8	10,0		12	13	8	9	3	
Zucker [g/kg TM]	144,0	159,8	124,2	114,3	125,8	104,4	65	12	58	13	34	6
Heuanteil in der Ration [%]	55	67	51	58	27	39	62	75	49	54	23	4

Tabelle 31: Einfluss der Wirtschaftsweise auf die Heuqualität in unterschiedlichen Aufwüchsen (Heuprojekt 2010)

Aufwuchs ÖPUL-Maßnahme	Mittelwerte											
	1				2				3			
	Bio	UBAG	UBAG + Verzicht	ohne ÖPUL	Bio	UBAG	UBAG + Verzicht	ohne ÖPUL	Bio	UBAG	UBAG + Verzicht	ohne ÖPUL
Trockenmasse [g/kg FM]	910,4	910,6	912,9	908,8	905,3	913,5	909,7	912,3	888,0	915,3	918,2	914,7
Rohprotein [g/kg TM]	101,6	118,8	104,7	95,5	131,1	146,8	132,3	129,3	147,9	154,9	149,3	154,0
nutzbares Rohprotein [g/kg TM]	120,4	127,0	120,0	115,3	125,9	132,1	125,6	124,3	134,2	132,6	131,5	131,3
Unabgebautes Protein [g/kg TM]	21,1	21,2	21,6	21,0	26,2	30,5	26,6	26,0	31,7	30,9	29,8	30,8
Ruminale N-Bilanz [g/kg TM]	-3,0	-1,5	-2,3	-3,3	0,8	2,4	1,1	1,0	2,2	3,5	2,8	3,7
Rohfett [g/kg TM]	28,8	30,5	28,7	26,8	33,2	35,1	32,9	32,0	33,5	35,4	32,7	36,2
Rohfaser [g/kg TM]	289,2	264,3	290,5	315,5	253,7	245,1	251,3	271,7	225,1	240,5	233,2	254,8
Rohasche [g/kg TM]	85,7	89,2	92,8	76,3	109,5	108,8	116,9	210,3	121,2	118,5	122,9	108,5
OM-Verdaulichkeit [%]	68,0	71,1	67,7	64,9	68,7	69,8	68,8	67,0	71,5	70,1	70,5	68,6
Metabolische Energie ME [MJ/kg TM]	9,39	9,87	9,29	8,99	9,36	9,58	9,30	9,23	9,69	9,55	9,54	9,44
Nettoenergie-Laktation NEL [MJ/kg TM]	5,53	5,87	5,45	5,24	5,51	5,66	5,48	5,41	5,77	5,65	5,65	5,56
Calcium Ca [g/kg TM]	6,9	6,2	6,6	4,5	9,4	8,1	9,4	5,2	8,8	7,7	8,2	8,1
Phosphor P [g/kg TM]	2,2	2,9	2,5	2,4	2,7	3,5	2,9	3,3	3,2	3,4	3,7	3,0
Magnesium Mg [g/kg TM]	2,5	2,1	2,4	1,9	3,4	2,7	3,4	2,0	3,0	2,8	2,9	3,5
Kalium K [g/kg TM]	19,2	22,9	21,9	18,7	20,9	25,9	22,7	30,0	23,3	25,3	26,1	22,4
Natrium Na [g/kg TM]	0,23	0,51	0,23	0,26	0,28	0,34	0,38	0,33	0,34	0,34	0,31	0,36
Eisen Fe [mg/kg TM]	578	800	601	290	591	674	1063	139	799	405		
Mangan Mn [mg/kg TM]	111,3	107,1	101,5	91,4	105,6	117,8	125,5	40,8	93,7	97,9		
Zink Zn [mg/kg TM]	33,6	33,9	29,7	21,5	37,5	36,2	44,8	19,8	40,6	40,0		
Kupfer Cu [mg/kg TM]	9,4	7,7	6,5	6,1	8,1	9,6	9,2	7,7	9,5	11,1		
Zucker [g/kg TM]	138,5	165,9	135,1		114,0	130,6	116,7		126,0	122,0	118,1	104,4
Heuanteil in der Ration [%]	73	43	60	18	65	32	62	24	21	31	40	

Tabelle 32: Einfluss der Hangneigung auf die Heuqualität in unterschiedlichen Aufwüchsen (Heuprojekt 2010)

Aufwuchs Standort - Hangneigung	Mittelwerte								
	1			2			3		
	eben	hängig	steil- hängig	eben	hängig	steil- hängig	eben	hängig	steil- hängig
Trockenmasse [g/kg FM]	910,1	912,2	912,9	906,6	909,6	909,7	908,0	899,4	903,0
Rohprotein [g/kg TM]	105,5	105,7	103,9	128,4	136,1	135,8	147,2	153,9	137,3
nutzbares Rohprotein [g/kg TM]	120,7	121,0	120,7	124,7	127,9	126,6	131,4	135,0	127,3
Unabgebautes Protein [g/kg TM]	21,5	21,4	21,1	25,7	27,6	27,2	30,8	31,7	27,5
Ruminale N-Bilanz [g/kg TM]	-2,6	-2,4	-2,6	0,6	1,3	1,4	2,6	3,0	1,8
Rohfett [g/kg TM]	29,1	29,0	28,7	33,1	33,4	33,5	33,7	34,3	31,3
Rohfaser [g/kg TM]	289,5	286,6	288,4	263,2	248,5	241,5	241,5	226,5	217,0
Rohasche [g/kg TM]	84,9	94,6	87,7	103,1	115,4	125,6	117,7	119,3	149,0
OM-Verdaulichkeit [%]	67,8	68,3	68,0	67,8	69,2	69,5	70,0	71,4	71,6
Metabolische Energie ME [MJ/kg TM]	9,40	9,38	9,38	9,30	9,43	9,34	9,50	9,72	9,37
Nettoenergie-Laktation NEL [MJ/kg TM]	5,53	5,52	5,52	5,46	5,56	5,52	5,62	5,78	5,58
Calcium Ca [g/kg TM]	6,3	6,7	6,7	8,9	9,0	9,8	7,9	8,5	9,1
Phosphor P [g/kg TM]	2,4	2,5	2,4	3,0	3,0	2,8	3,6	3,4	2,8
Magnesium Mg [g/kg TM]	2,3	2,4	2,3	3,3	3,2	3,4	2,8	2,9	3,1
Kalium K [g/kg TM]	21,0	20,8	21,3	22,4	22,6	22,5	23,4	25,3	25,2
Natrium Na [g/kg TM]	0,38	0,24	0,20	0,31	0,36	0,29	0,35	0,32	0,28
Eisen Fe [mg/kg TM]	357	678	259	411	907	538	405	427	1170,2
Mangan Mn [mg/kg TM]	58,8	123,5	68,8	72,8	130,2	94,0	97,9	46,2	141,1
Zink Zn [mg/kg TM]	24,0	31,5	29,7	29,4	42,1	38,7	40,0	34,1	47,0
Kupfer Cu [mg/kg TM]	6,6	7,8	6,6	8,6	9,1	7,7	11,1	7,7	11,2
Zucker [g/kg TM]	164,4	142,3	127,2	132,5	122,8	105,1	126,8	120,2	119,5
Heuanteil in der Ration [%]	58	60	69	52	53	66	35	25	

hängig: bis zu 30 % Hangneigung, steilhängig: über 30 % Hangneigung

Tabelle 33: GLM-Mittelwerte Inhaltsstoffe im 1. und 2. Aufwuchs (Heuprojekt 2010)

Faktoren	Anzahl Proben		Rohprotein [g/kg TM]		nutzbares RP [g/kg TM]		Rohfaser [g/kg TM]		Rohfett [g/kg TM]		Rohasche [g/kg TM]		Anzahl Proben		Zucker [g/kg TM]	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Aufwuchs	179	130	107,5	130,1	117,3	126,5	309,6	251,0	28,8	32,4	75,1	100,1	50	41	180,9	178,0
Mittelwerte																
Bundesland																
Kärnten	8	8	113,0	137,0	120,0	127,0	306,9	257,8	29,8	34,5	71,5	94,4				
Oberösterreich	1	1	93,6	128,6	110,1	122,5	335,3	267,0	26,6	30,1	74,2	87,5				
Salzburg	10	8	95,2	123,1	111,5	122,6	321,3	264,0	28,3	30,9	83,8	109,3				
Steiermark	12	5	112,0	122,3	119,6	125,9	299,8	249,0	27,4	30,7	62,1	102,0				
Tirol	107	73	110,5	132,1	118,7	128,3	307,1	244,2	29,7	33,3	78,4	107,7				
Vorarlberg	41	35	120,9	137,8	124,1	132,9	287,5	224,1	30,8	34,9	80,6	99,5				
Wirtschaftsweise																
Bio	65	51	107,7	130,6	118,7	125,8	302,1	255,9	29,2	33,5	74,9	91,6				
UBAG	24	22	118,8	136,9	122,4	127,7	293,9	252,4	30,8	32,7	70,7	94,8				
UBAG + Verzicht ohne ÖPUL	87	55	102,8	128,0	112,9	128,0	314,8	258,0	28,6	32,7	82,1	96,3				
3	2	100,8	125,1	115,3	124,7	327,8	237,8	26,4	30,9	72,6	117,6					
Siloverzicht (HKT)																
ja	94	74	106,8	130,0	117,6	126,8	310,8	249,1	28,9	32,7	78,8	96,4	42	35	167,3	185,1
nein	85	56	108,3	130,3	117,1	126,2	308,5	252,9	28,6	32,1	71,4	103,7	8	6	194,6	171,0
Hangneigung																
eben	44	37	110,7	129,5	118,8	126,0	303,7	253,3	29,6	33,1	69,8	97,0	9	9	196,8	196,9
bis 30 %	98	66	108,7	130,9	117,7	127,6	309,6	245,4	28,6	32,1	78,4	91,5	30	21	186,4	178,9
über 30 %	37	27	103,2	130,1	115,5	126,0	315,6	254,4	28,0	32,0	77,0	111,6	11	11	159,6	158,3
Bestand bei der Mahd																
nass	9	8	107,6	134,4	117,2	127,7	309,6	252,3	29,0	35,1	74,7	105,0	4	3	180,3	188,1
feucht	81	60	106,7	131,1	117,0	127,1	312,3	248,0	28,6	31,7	74,7	95,4	21	12	180,5	171,1
trocken	89	62	108,3	125,0	117,8	124,8	307,0	252,8	28,6	30,6	75,9	99,7	25	26	182,0	174,9
Mähzeitpunkt																
Morgen	30	16	107,8	122,9	117,1	124,7	310,3	250,3	29,1	30,8	79,6	99,1	4	2	182,9	209,9
Vormittag	79	64	105,0	131,5	115,9	126,3	312,0	254,0	28,3	32,8	79,7	105,4	17	15	195,7	179,8
Mittag	28	16	109,2	131,5	117,7	127,1	311,6	249,3	29,8	33,5	74,5	105,2	12	6	183,6	162,9
Nachmittag	28	23	110,3	133,5	118,2	128,9	309,2	244,0	28,7	34,2	79,0	94,4	13	13	188,5	177,8
Abend	14	11	105,4	131,4	117,7	125,7	305,1	257,4	27,9	30,9	62,6	96,2	4	5	153,9	159,8
Mähgerät																
Trommel	30	21	106,1	133,2	117,4	127,6	308,9	250,2	29,4	33,1	75,7	104,6	13	11	183,2	183,1
Scheiben	98	71	109,5	135,4	117,6	128,1	308,7	248,8	29,0	33,2	72,7	99,3	23	18	184,2	170,3
Messerbalken	41	29	107,2	132,3	116,7	126,8	312,6	252,4	28,6	32,9	72,9	103,3	9	8	170,7	167,5
Mähauflbereiter	10	9	107,4	119,7	117,6	123,6	308,4	252,7	28,0	30,5	79,0	93,1	5	4	185,7	191,3
Schnitthöhe																
unter 5 cm	16	10	109,7	133,6	116,9	126,6	306,5	256,6	28,3	33,5	76,2	105,0	2	2	189,4	169,3
5 bis 7 cm	136	105	106,7	130,5	117,7	127,0	309,8	248,8	28,8	32,0	74,7	101,3	38	32	169,8	183,2
über 7 cm	27	15	106,2	126,4	117,4	126,0	312,7	247,7	29,2	31,7	74,3	93,9	10	7	183,6	181,6
Zethäufigkeit																
1 x	22	16	108,2	131,1	117,9	128,2	310,7	243,7	29,8	34,6	79,5	93,4	3	3	181,3	190,6
2 x	73	52	106,1	126,9	115,6	124,6	319,2	257,5	28,6	31,7	78,0	101,8	11	13	178,6	171,9
3 x	64	47	107,6	125,8	117,7	125,2	307,3	253,2	28,3	31,6	76,0	100,5	22	16	178,0	170,7
öfter als 3 x	20	15	108,3	136,8	118,1	128,1	301,4	249,7	28,3	31,9	66,8	104,6	14	9	185,9	179,0
Nachtschwad																
nein	162	116	104,1	123,5	116,8	124,9	308,8	251,0	28,4	32,0	74,8	102,6	45	35	180,4	192,5
ja	17	14	110,9	136,8	117,9	128,2	310,5	251,0	29,1	32,8	75,4	97,6	5	6	181,5	163,5
Dauer der Feldphase																
bis 24 h	22	20	113,1	133,0	121,1	125,2	294,8	262,2	29,6	32,5	62,5	98,7				
24 bis 36 h	93	63	112,4	131,2	121,6	126,8	294,8	251,3	29,7	33,1	71,2	97,9				
36 bis 48 h	49	35	111,3	132,5	119,9	126,8	303,9	253,6	28,4	32,8	75,8	100,5				
48 bis 72 h	13	11	104,9	131,2	117,5	126,9	303,9	250,2	28,6	32,5	79,4	107,4				
über 72 h	2	1	95,9	122,8	106,6	127,0	350,8	237,7	27,5	31,1	86,5	95,8				
Regen																
nein	177	127	97,8	125,4	114,1	124,5	308,8	257,4	27,2	31,5	76,3	106,3	49	40	148,3	170,8
ja	2	3	117,3	134,9	120,5	128,6	310,5	244,6	30,3	33,4	73,9	93,8	1	1	213,5	185,3
Erntegerät																
Ladewagen	170	121	112,2	140,1	119,8	128,7	302,4	250,9	29,4	33,8	83,5	103,9	49	40	184,0	122,1
Ballenpresse	9	9	102,9	120,2	114,9	124,3	316,9	251,1	28,1	31,1	66,6	96,2	1	1	177,8	234,0
Trocknungsverfahren																
Bodentrocknung	43	43	104,6	131,9	115,9	126,1	317,0	255,3	28,4	32,5	76,8	98,7	4	5	163,0	174,3
Kaltbelüftung	86	51	107,7	126,1	117,5	125,1	309,8	253,7	28,9	32,1	78,0	102,0	19	14	195,1	180,1
Warmbelüftung	50	36	110,3	132,5	118,6	128,4	302,2	244,1	28,9	32,7	70,5	99,5	27	22	184,7	179,8

Tabelle 34: Mittelwerte OM-Verdaulichkeit und Energie im 1. u. 2. Aufwuchs (Heuprojekt 2010)

Faktoren	Anzahl Proben		OM-Verdaulichkeit [%]		Umsetzbare Energie [ME in MJ/kg TM]		Nettoenergie-Laktation [NEL in MJ/kg TM]	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Aufwuchs								
Mittelwerte	179	130	65,0	69,0	8,93	9,42	5,20	5,56
Bundesland								
Kärnten	8	8	65,5	68,3	9,02	9,33	5,26	5,49
Oberösterreich	1	1	61,5	67,2	8,38	9,14	4,82	5,35
Salzburg	10	8	63,0	67,5	8,63	9,17	4,99	5,38
Steiermark	12	5	66,3	69,7	9,12	9,47	5,34	5,60
Tirol	107	73	65,3	69,7	9,00	9,54	5,25	5,64
Vorarlberg	41	35	68,1	71,9	9,42	9,87	5,55	5,88
Wirtschaftsweise								
Bio	65	51	66,0	68,5	9,09	9,36	5,31	5,51
UBAG	24	22	67,0	68,9	9,28	9,42	5,45	5,55
UBAG + Verzicht ohne ÖPUL	87	55	64,2	68,3	8,54	9,60	5,12	5,48
	3	2	62,6	70,4	8,81	9,31	4,93	5,70
Siloverzicht (HKT)								
ja	94	74	65,0	69,3	8,92	9,46	5,20	5,58
nein	85	56	65,0	68,8	8,94	9,39	5,21	5,53
Hangneigung								
eben	44	37	65,7	68,8	9,06	9,39	5,29	5,53
bis 30 %	98	66	65,0	69,7	8,93	9,51	5,21	5,62
über 30 %	37	27	64,2	68,7	8,79	9,37	5,11	5,52
Bestand bei der Mahd								
nass	9	8	64,9	68,9	8,92	9,43	5,19	5,56
feucht	81	60	64,8	69,4	8,89	9,46	5,18	5,59
trocken	89	62	65,3	68,8	8,98	9,37	5,24	5,52
Mähzeitpunkt								
Morgen	30	16	64,9	69,0	8,92	9,39	5,19	5,54
Vormittag	79	64	64,5	68,7	8,86	9,38	5,15	5,53
Mittag	28	16	64,8	69,2	8,91	9,46	5,19	5,58
Nachmittag	28	23	65,2	69,9	8,95	9,57	5,22	5,66
Abend	14	11	65,6	68,4	9,01	9,31	5,26	5,48
Mähgerät								
Trommel	30	21	65,1	69,2	8,95	9,45	5,22	5,58
Scheiben	98	71	65,0	69,3	8,94	9,47	5,21	5,59
Messerbalken	41	29	64,6	68,9	8,87	9,41	5,16	5,55
Mähauflbereiter	10	9	65,2	68,8	8,95	9,35	5,22	5,51
Schnitthöhe								
unter 5 cm	16	10	64,9	68,4	8,95	9,35	5,22	5,50
5 bis 7 cm	136	105	65,2	69,3	8,94	9,46	5,21	5,59
über 7 cm	27	15	64,8	69,4	8,90	9,45	5,18	5,59
Zetthäufigkeit								
1 x	22	16	65,0	69,9	8,94	9,56	5,21	5,65
2 x	73	52	63,7	68,3	8,74	9,30	5,07	5,47
3 x	64	47	65,3	68,8	8,97	9,38	5,24	5,53
öfter als 3 x	20	15	65,8	69,1	9,06	9,45	5,30	5,58
Nachtschwad								
nein	162	116	65,0	69,0	8,92	9,39	5,20	5,54
ja	17	14	65,0	69,1	8,93	9,45	5,21	5,58
Dauer der Feldphase								
bis 24 h	22	20	66,8	67,8	9,22	9,25	5,41	5,43
24 bis 36 h	93	63	67,2	69,0	9,26	9,43	5,44	5,56
36 bis 48 h	49	35	66,1	68,8	9,08	9,40	5,31	5,54
48 bis 72 h	13	11	65,7	69,1	9,02	9,43	5,27	5,57
über 72 h	2	1	59,0	70,4	8,06	9,59	4,59	5,68
Regen								
nein	177	127	65,0	68,4	8,90	9,31	5,18	5,48
ja	2	3	65,0	69,7	8,96	9,53	5,22	5,64
Erntegerät								
Ladewagen	170	121	65,9	69,0	9,09	9,45	5,31	5,57
Ballenpresse	9	9	64,0	69,1	8,77	9,39	5,09	5,54
Trocknungsverfahren								
Bodentrocknung	43	43	64,1	68,5	8,79	9,35	5,10	5,51
Kaltbelüftung	86	51	65,0	68,8	8,93	9,37	5,20	5,52
Warmbelüftung	50	36	65,9	69,8	9,07	9,54	5,30	5,64

Tabelle 35: GLM-Mittelwerte Mengenelemente im 1. und 2. Aufwuchs (Heuprojekt 2010)

Faktoren	Anzahl Proben		Calcium [g/kg TM]		Phosphor [g/kg TM]		Magnesium [g/kg TM]		Kalium [g/kg TM]		Natrium [g/kg TM]	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Mittelwerte	177	126	5,5	9,0	2,32	3,03	2,13	3,08	20,2	25,2	0,29	0,35
Bundesland												
Kärnten	8	8	5,3	7,4	2,34	3,23	2,15	2,70	21,2	26,5	0,21	0,37
Oberösterreich	1	1	4,5	11,2	2,74	2,87	1,75	3,49	21,4	20,8	0,23	0,36
Salzburg	10	8	5,2	8,6	2,12	3,18	1,97	3,25	17,6	23,9	0,31	0,37
Steiermark	11	2	5,2	5,6	2,42	2,71	2,08	1,73	22,1	29,7	0,30	0,27
Tirol	107	72	6,4	10,8	2,05	3,00	2,64	4,04	19,6	25,3	0,34	0,29
Vorarlberg	40	35	6,6	10,4	2,24	3,21	2,21	3,25	19,4	25,3	0,37	0,42
Wirtschaftsweise												
Bio	65	48	6,3	10,4	2,17	2,79	2,34	3,45	19,0	21,5	0,40	0,33
UBAG	23	22	5,9	9,3	2,60	3,19	2,02	3,20	23,0	24,0	0,40	0,36
UBAG + Verzicht ohne ÖPUL	86	54	5,6	9,8	2,30	2,89	2,08	3,35	21,2	23,2	0,27	0,34
ohne ÖPUL	3	2	4,5	6,6	2,19	3,24	2,09	2,32	17,7	32,3	0,11	0,36
Siloverzicht (HKT)												
ja	93	72	5,8	8,9	2,28	3,01	2,24	3,01	19,9	25,6	0,20	0,28
nein	84	54	5,2	9,1	2,36	3,06	2,03	3,15	20,6	24,9	0,38	0,41
Hangneigung												
eben	42	34	6,0	9,0	2,33	3,02	2,30	3,06	20,5	26,0	0,37	0,38
bis 30%	98	65	5,4	9,3	2,30	3,05	2,11	3,03	19,9	24,9	0,29	0,33
über 30%	37	27	5,2	8,7	2,33	3,02	2,00	3,15	20,3	24,8	0,23	0,34
Bestand bei der Mahd												
nass	9	8	5,6	8,8	2,24	3,07	2,35	3,19	18,4	26,6	0,28	0,34
feucht	81	58	5,8	9,7	2,29	2,99	2,10	3,18	21,1	24,3	0,29	0,37
trocken	87	60	5,3	8,5	2,42	3,03	1,94	2,87	21,2	24,9	0,31	0,34
Mähzeitpunkt												
Morgen	30	15	5,8	8,7	2,24	2,71	2,16	3,34	19,6	21,3	0,38	0,43
Vormittag	78	63	5,5	9,3	2,36	3,07	2,12	3,14	20,1	25,1	0,28	0,34
Mittag	28	15	5,6	9,3	2,50	3,00	2,16	3,14	21,5	25,6	0,27	0,33
Nachmittag	27	23	5,5	9,8	2,37	3,04	2,14	3,02	20,6	27,0	0,27	0,19
Abend	14	10	5,4	7,9	2,11	3,34	2,08	2,76	19,4	27,1	0,26	0,44
Mähgerät												
Trommel	30	20	6,1	8,9	2,35	3,17	2,30	3,15	19,5	25,0	0,21	0,32
Scheiben	97	69	5,7	8,6	2,30	3,00	2,16	3,03	20,7	26,0	0,24	0,37
Messerbalken	41	28	5,5	9,0	2,35	3,17	2,21	3,29	20,2	25,4	0,34	0,38
Mähauflbereiter	9	9	5,0	9,5	2,27	2,78	1,87	2,85	20,4	24,6	0,39	0,32
Schnitthöhe												
unter 5 cm	15	10	6,0	8,7	2,19	3,26	2,05	2,60	19,7	28,4	0,36	0,42
5 bis 7 cm	135	102	5,1	8,7	2,35	2,99	2,22	3,28	20,4	24,5	0,31	0,34
über 7 cm	27	14	5,5	9,6	2,40	2,84	2,13	3,35	20,7	22,8	0,21	0,28
Zetthäufigkeit												
1 x	22	16	6,0	9,1	2,15	2,76	2,07	3,07	21,3	24,4	0,22	0,30
2 x	73	50	5,8	9,1	2,23	3,04	2,23	3,14	20,2	25,0	0,25	0,34
3 x	64	46	5,2	9,4	2,44	3,16	2,18	3,44	19,3	23,9	0,34	0,34
öfter als 3 x	18	14	5,1	8,4	2,44	3,16	2,05	2,66	20,1	27,6	0,37	0,41
Nachtschwad												
nein	160	112	5,4	8,2	2,35	2,78	2,07	2,68	21,2	25,3	0,10	0,33
ja	17	14	5,7	9,8	2,28	3,28	2,20	3,48	19,2	25,2	0,49	0,36
Dauer der Feldphase												
bis 24 h	21	20	5,1	8,0	2,62	3,23	2,19	2,98	21,5	26,8	0,23	0,39
24 bis 36 h	93	60	5,3	8,4	2,46	3,00	2,09	2,90	21,7	26,3	0,28	0,23
36 bis 48 h	48	34	4,8	8,0	2,56	3,08	1,94	2,69	22,7	27,1	0,34	0,28
48 bis 72 h	13	11	5,2	8,5	2,56	3,05	1,68	2,96	22,8	26,5	0,34	0,26
über 72 h	2	1	7,3	12,1	1,37	2,80	2,77	3,86	12,4	19,6	0,28	0,59
Regen												
nein	175	124	6,3	8,0	2,21	3,04	2,26	2,73	17,4	24,4	0,31	0,37
ja	2	2	4,8	10,0	2,42	3,02	2,01	3,43	23,1	26,1	0,28	0,32
Erntegerät												
Ladewagen	168	117	5,7	9,4	2,50	3,12	2,02	3,11	21,3	25,7	0,37	0,40
Ballenpresse	9	9	5,4	8,6	2,13	2,94	2,25	3,05	19,2	24,8	0,22	0,29
Trocknungsverfahren												
Bodentrocknung	43	40	5,4	8,8	2,33	3,06	2,18	3,18	19,9	24,3	0,25	0,39
Kaltbelüftung	86	50	5,7	9,2	2,26	2,98	2,19	3,04	19,6	25,0	0,28	0,33
Warmbelüftung	48	36	5,6	9,1	2,36	3,05	2,03	3,01	21,2	26,4	0,34	0,32

Tabelle 36: GLM-Mittelwerte Spurenelemente im 1. und 2. Aufwuchs (Heuprojekt 2010)

Faktoren	Anzahl Proben		Eisen [g/kg TM]		Mangan [g/kg TM]		Zink [g/kg TM]		Kupfer [g/kg TM]	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Mittelwerte	48	32	658	589	104,3	114,1	28,6	38,5	9,8	6,3
Wirtschaftsweise										
Bio	21	14	581	853	116,6	120,5	29,4	42,7	7,6	10,2
UBAG	12	10	768	713	100,8	133,2	33,4	42,9	19,4	3,9
UBAG + Verzicht ohne ÖPUL	13	7	528	503	95,0	111,4	28,9	44,5	8,1	4,7
	2	1	755	287	104,9	91,1	22,9	24,0	4,1	6,4
Schnitthöhe										
unter 5 cm	5	1	786	391	138,6	142,3	26,8	46,5	4,4	3,2
5 bis 7 cm	33	22	722	684	101,4	119,4	31,5	34,9	10,6	10,6
über 7 cm	10	9	465	693	72,9	80,5	27,5	34,1	14,4	5,0
Erntegerät										
Ladewagen	42	27	633	697	93,0	101,0	30,7	37,6	9,2	10,5
Ballenpresse	6	5	682	481	115,6	127,1	26,5	39,5	10,4	2,0
Trocknungsverfahren										
Bodentrocknung	14	14	800	823	118,9	125,9	28,2	43,2	7,6	8,7
Kaltbelüftung	21	11	584	428	83,2	109,7	25,2	36,3	8,0	1,9
Warmbelüftung	13	7	590	516	110,8	106,6	32,5	36,1	13,7	8,2

Tabelle 37: Regressionsgleichungen Rohfasergehalt und Qualitätsparameter (Heuprojekt 2007, 2010)

Parameter	Aufwuchs	Allgemein	Bodentrocknung	Kaltbelüftung	Warmbelüftung
Rohprotein (XP)	1. 2. +	XP = 239,721 - 0,468392*XF XP = 231,569 - 0,380361*XF	XP = 174,027 - 0,241702*XF XP = 211,766 - 0,313501*XF	XP = 186,697 - 0,282553*XF XP = 236,581 - 0,406024*XF	XP = 254,165 - 0,518484*XF XP = 218,979 - 0,313188*XF
nutzbares Rohprotein (nXP)	1. 2. +	nXP = 193,088 - 0,250959*XF nXP = 174,355 - 0,184912*XF	nXP = 166,395 - 0,168961*XF nXP = 166,502 - 0,159499*XF	nXP = 183,689 - 0,220124*XF nXP = 170,842 - 0,172411*XF	nXP = 196,096 - 0,262186*XF nXP = 172,021 - 0,170584*XF
Ruminale N-Bilanz (RNB)	1. 2. +	RNB = 6,96349 - 0,0330134*XF RNB = 9,23496 - 0,0315426*XF	RNB = -3,10245 - 0,000618254*XF RNB = 7,27324 - 0,0246611*XF	RNB = 5,00331 - 0,0258922*XF RNB = 10,6231 - 0,037808*XF	RNB = 16,0727 - 0,0659759*XF RNB = 7,65415 - 0,0234351*XF
Rohfett (XL)	1. 2. +	XL = 46,5442 - 0,0612301*XF XL = 59,518 - 0,116905*XF	XL = 43,5519 - 0,0536843*XF XL = 54,1372 - 0,103429*XF	XL = 43,552 - 0,049381*XF XL = 56,1643 - 0,101383*XF	XL = 49,1458 - 0,0708565*XF XL = 53,4329 - 0,0870101*XF
Rohasche (XA)	1. 2. +	XA = 158,469 - 0,240042*XF XA = 206,871 - 0,389182*XF	XA = 123,475 - 0,127026*XF XA = 193,092 - 0,337622*XF	XA = 182,489 - 0,319873*XF XA = 211,895 - 0,404206*XF	XA = 166,001 - 0,274924*XF XA = 223,458 - 0,457169*XF
Zucker (XX)	1. 2. +	XX = 245,497 - 0,372073*XF XX = 137,666 - 0,0725938*XF	XX = 109,817 + 0,0635032*XF XX = 155,924 - 0,167048*XF	XX = 270,532 - 0,458393*XF XX = 116,433 + 0,0418316*XF	XX = 255,201 - 0,41033*XF XX = 107,19 + 0,0571525*XF
OM-Verdaulichkeit (dOM)	1. 2. +	dOM = 93,6507 - 0,0959725*XF dOM = 85,3215 - 0,0659652*XF	dOM = 84,6066 - 0,0691754*XF dOM = 85,817 - 0,0693463*XF	dOM = 98,0863 - 0,111587*XF dOM = 84,1373 - 0,0607226*XF	dOM = 97,9711 - 0,105222*XF dOM = 81,4012 - 0,0475843*XF
Umsetzbare Energie (ME)	1. 2. +	ME = 12,543 - 0,0119913*XF ME = 10,6926 - 0,00539441*XF	ME = 11,5205 - 0,00904824*XF ME = 10,4495 - 0,00485324*XF	ME = 12,8681 - 0,0132656*XF ME = 10,8472 - 0,00573564*XF	ME = 13,188 - 0,0131392*XF ME = 10,0727 - 0,00246229*XF
Nettoenergie-Laktation (NEL)	1. 2. +	NEL = 7,70648 - 0,0083744*XF NEL = 6,44099 - 0,00381032*XF	NEL = 6,14481 - 0,0036701*XF NEL = 6,26907 - 0,00342811*XF	NEL = 7,7944 - 0,00858646*XF NEL = 6,54903 - 0,00404806*XF	NEL = 8,83073 - 0,0115798*XF NEL = 6,0006 - 0,00172438*XF
Calcium (Ca)	1. 2. +	Ca = 11,3883 - 0,0161282*XF Ca = 16,0426 - 0,0292993*XF	Ca = 14,3103 - 0,025116*XF Ca = 17,7893 - 0,0356319*XF	Ca = 13,2253 - 0,0219497*XF Ca = 16,4032 - 0,0296888*XF	Ca = 9,35982 - 0,0108536*XF Ca = 14,8551 - 0,0260577*XF
Phosphor (P)	1. 2. +	P = 4,22434 - 0,00623295*XF P = 4,28591 - 0,00506698*XF	P = 2,37894 - 0,000554337*XF P = 3,11418 - 0,00107966*XF	P = 3,47267 - 0,00372711*XF P = 3,49106 - 0,00219572*XF	P = 5,67008 - 0,0109401*XF P = 4,98887 - 0,00705734*XF
Magnesium (Mg)	1. 2. +	Mg = 3,393 - 0,00312844*XF Mg = 4,85729 - 0,00653089*XF	Mg = 5,04981 - 0,00820344*XF Mg = 6,71364 - 0,0129879*XF	Mg = 3,58452 - 0,00358304*XF Mg = 4,80605 - 0,0063037*XF	Mg = 2,21617 + 0,000384152*XF Mg = 3,95352 - 0,00358833*XF
Kalium (K)	1. 2. +	K = 39,2671 - 0,0630543*XF K = 31,431 - 0,0318187*XF	K = 26,7885 - 0,0261283*XF K = 26,5208 - 0,0167496*XF	K = 38,0445 - 0,0581185*XF K = 28,2136 - 0,0187273*XF	K = 44,0047 - 0,0753578*XF K = 28,7464 - 0,016259*XF
Natrium (Na)	1. 2. +	Na = 0,706885 - 0,00149503*XF Na = 0,370606 - 0,000079301*XF	Na = 0,24779 + 0,000015697*XF Na = -0,115527 + 0,00185081*XF	Na = 0,412955 - 0,000542116*XF Na = 0,346447 - 0,000154803*XF	Na = 1,40459 - 0,00399853*XF Na = 0,698695 - 0,00128798*XF
Eisen (Fe)	1. 2. +	Fe = 1637 - 3,68472*XF Fe = 1815,9 - 4,19348*XF	Fe = 1088,29 - 1,59105*XF Fe = 2881,79 - 7,97067*XF	Fe = 3105,72 - 8,71251*XF Fe = 1697,21 - 3,99923*XF	Fe = 2208,64 - 6,27528*XF Fe = 3353,73 - 11,0108*XF
Mangan (Mn)	1. 2. +	Mn = 57,036 + 0,121138*XF Mn = 167,48 - 0,250901*XF	Mn = -92,4295 + 0,680656*XF Mn = 308,21 - 0,710001*XF	Mn = 186,103 - 0,39038*XF Mn = 258,423 - 0,662065*XF	Mn = 325,202 - 0,828301*XF Mn = 118,508 - 0,0967146*XF
Zink (Zn)	1. 2. +	Zn = 65,0731 - 0,11166*XF Zn = 64,4922 - 0,100306*XF	Zn = 74,6753 - 0,139924*XF Zn = 103,311 - 0,225973*XF	Zn = 62,2529 - 0,0997674*XF Zn = 62,4252 - 0,0973995*XF	Zn = 54,2325 - 0,0721419*XF Zn = 50,0495 - 0,0552592*XF
Kupfer (Cu)	1. 2. +	Cu = 20,9051 - 0,0333593*XF Cu = 15,0121 - 0,0243511*XF	Cu = 20,6872 - 0,0427896*XF Cu = 14,918 - 0,0219834*XF	Cu = 24,4713 - 0,0432792*XF Cu = 14,1874 - 0,0222165*XF	Cu = 15,0703 - 0,0295417*XF Cu = 21,9151 - 0,0519517*XF
Geruch	1. 2. +	Geruch = 12,7032 - 0,0354764*XF Geruch = 6,97512 - 0,0174398*XF	Geruch = 4,4768 - 0,0111129*XF Geruch = 5,03934 - 0,0117412*XF	Geruch = 12,6675 - 0,0346638*XF Geruch = 6,65971 - 0,0156224*XF	Geruch = 11,713 - 0,0287366*XF Geruch = 5,14351 - 0,00744961*XF
Farbe	1. 2. +	Farbe = 9,88381 - 0,022585*XF Farbe = 7,64878 - 0,0140628*XF	Farbe = 7,07802 - 0,0146102*XF Farbe = 6,56141 - 0,0112206*XF	Farbe = 10,063 - 0,0227104*XF Farbe = 6,39282 - 0,00853421*XF	Farbe = 7,14478 - 0,0106614*XF Farbe = 5,87468 - 0,0048545*XF
Gefüge	1. 2. +	Gefüge = 11,0069 - 0,0228489*XF Gefüge = 11,9986 - 0,0229182*XF	Gefüge = 10,0774 - 0,0206707*XF Gefüge = 11,6633 - 0,0226906*XF	Gefüge = 10,9039 - 0,0219314*XF Gefüge = 11,3017 - 0,0193409*XF	Gefüge = 8,17986 - 0,0111147*XF Gefüge = 10,2346 - 0,0147241*XF
Verunreinigung	1. 2. +	Schmutz = 4,78945 - 0,0103135*XF Schmutz = 4,13065 - 0,00915428*XF	Schmutz = 2,67835 - 0,00430575*XF Schmutz = 2,71897 - 0,00471172*XF	Schmutz = 4,45092 - 0,00885838*XF Schmutz = 4,8858 - 0,011672*XF	Schmutz = 3,56041 - 0,00452016*XF Schmutz = 2,99687 - 0,00336106*XF
Summe Sinnesbewertung	1. 2. +	Punkte = 38,3393 - 0,0911076*XF Punkte = 30,746 - 0,0635298*XF	Punkte = 24,3572 - 0,0508628*XF Punkte = 25,7512 - 0,0494859*XF	Punkte = 38,0795 - 0,0881578*XF Punkte = 29,6785 - 0,0568458*XF	Punkte = 30,489 - 0,0547423*XF Punkte = 24,2487 - 0,030386*XF

Tabelle 38: GLM-Mittelwerte Dauer der Feldphase (Heuprojekt 2010)

Variable	Proben- anzahl	Mittelwert	Standard- fehler	Dauer Feldphase	Signifikanz- indizes
Gesamtmittelwert	492	3,0	0,2	42,0 h	
Bundesland					
Kärnten	16	3,2	0,2	44,4 h	b
Oberösterreich	5	2,6	0,4	37,2 h	ab
Niederösterreich	3	3,7	0,5	56,6 h	b
Salzburg	58	2,7	0,2	38,4 h	a
Steiermark	20	3,0	0,2	42,0 h	ab
Tirol	260	2,7	0,2	38,4 h	a
Vorarlberg	130	2,8	0,2	39,6 h	ab
Wirtschaftsweise					
Bio	195	2,8	0,2	39,6 h	a
UBAG	75	2,8	0,2	39,6 h	a
UBAG + Verzicht	216	2,9	0,2	40,8 h	a
ohne ÖPUL-Maßnahme	6	3,4	0,3	46,8 h	a
Aufwuchs					
1.	248	2,9	0,2	40,8 h	a
2.	201	2,9	0,2	40,8 h	a
3.	43	3,0	0,2	42,0 h	a
Mähzeitpunkt					
Morgen	66	2,6	0,2	37,2 h	a
Vormittag	220	2,8	0,2	39,6 h	b
Mittag	81	3,0	0,2	42,0 h	bc
Nachmittag	75	3,1	0,2	43,2 h	c
Abend	50	3,1	0,2	43,2 h	c
Mähgeräte					
Trommel	87	3,0	0,2	42,0 h	a
Scheiben	269	2,9	0,2	40,8 h	a
Messerbalken	92	3,0	0,2	42,0 h	a
Mähaufbereiter	44	2,9	0,2	40,8 h	a
Zetthäufigkeit					
1 x	50	2,5	0,2	36,0 h	a
2 x	172	2,7	0,2	38,4 h	a
3 x	191	3,1	0,2	43,2 h	b
4 x und öfter	79	3,5	0,2	48,0 h	c
Nachtschwad					
nein	439	3,0	0,2	42,0 h	a
ja	53	2,9	0,2	40,8 h	a
Regen über 5 mm					
nein	481	2,9	0,1	40,8 h	a
ja	11	3,0	0,3	42,0 h	a
Erntegerät					
Ladewagen	461	2,8	0,2	39,6 h	a
Ballenpresse	31	3,1	0,2	43,2 h	a
Trocknungsverfahren					
Bodentrocnung	128	3,3	0,2	45,6 h	b
Kaltbelüftung	201	2,8	0,2	39,6 h	a
Warmbelüftung	163	2,7	0,2	38,4 h	a

Tabelle 39: GLM-Mittelwerte Belüftungstechnik (Heuprojekt 2010)

Faktoren	Anzahl Proben		Rohprotein [g/kg TM]		Rohfaser [g/kg TM]		NEL [MJ/kg TM]		Phosphor [g/kg TM]	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Aufwuchs	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Mittelwerte	30	21	129	173	254	231	5,96	5,88	3,1	4,1
Energie Warmbelüftung										
Solar (Dachabsaugung)	18	17	122	141	252	228	5,97	5,87	3,1	3,2
Luftentfeuchtung	5	2	128	142	256	229	5,93	5,86	3,2	3,1
Hackschnitzel	2	1	123	133	246	216	5,94	5,97	3,2	4,0
Ölfeuerung	5	1	142	275	262	250	6,02	5,83	2,7	6,2
Dauer der Belüftung										
12 bis 24 h	2	2	125	126	256	253	5,88	5,53	3,1	3,0
24 bis 48 h	6	4	121	180	251	227	6,03	5,94	2,9	4,4
48 bis 72 h	10	10	139	176	250	242	6,09	5,76	3,0	4,0
72 bis 96 h	6	2	136	197	245	212	6,09	6,15	3,3	4,7
über 96 h	6	3	123	184	267	220	5,73	6,02	2,9	4,5