

## LK-Grundfutterprojekte als Basis für die Qualitätsentwicklung von Gärfutter und Heu in Österreich

### *Nationwide forage projects as a basis for quality development of grass silage and hay in Austria*

Reinhard Resch<sup>1\*</sup> und Gerald Stögmüller<sup>2</sup>

#### **Zusammenfassung**

Graskonserven machen in Österreich meistens den Löwenanteil in Futtermischungen für Wiederkäuer aus, daher ist die Qualität von Silagen und Raufutter aus strukturreichen Futterpflanzen sehr wichtig für den Betriebserfolg. Seit 2003 werden bundesweite LK-Grundfutterprojekte, abwechselnd zu Gärfutter und Heu, durchgeführt, um aus einer breiten Datenbasis heraus Beispiele für „Best Practice in Qualität und Management“ und vor allem für qualitative Potenziale (Schwachstellen) des Futters und deren Ursachen herausfiltern zu können. Erkenntnisse aus der Laboranalyse in Kombination mit dem abgefragten Management dienen in der Folge der Beratung und Lehre dazu, den LandwirtInnen zielorientierte Lösungsansätze zur Qualitätsverbesserung zu vermitteln.

LK-Grundfutterprojekte greifen aktuelle Schwerpunkte, wie z.B. Gerüstsubstanzen, Mineralstoffe, Gärqualität, Mikrobiologie etc., auf, damit über das erweiterte Wissen einerseits die Rationsgestaltung verbessert werden und andererseits Fehler in der Futterwirtschaft vom Feld über die Konservierung bis zum Futtertisch vermieden werden können. So gesehen sind diese Projekte ein Instrument, welches hilft das Qualitätsmanagement im Bereich Grundfutter der viehhaltenden Betriebe auf ein höheres, professionelleres Niveau anzuheben. Trendanalysen über 20 Jahre zeigen hier durchaus eine qualitativ positive Entwicklung in der Grundfutterqualität.

Als wichtige Beispiele für qualitätsverstärkende Faktoren, die nicht mit einer Routineanalyse (Weender Analyse) abgedeckt werden können, gelten Eisengehalt und Lagerverpilzung. Gegenüber der traditionellen Rohfaser ermöglichen ADF und ADL eine deutlich exaktere Bewertung der schwer- bzw. nichtverdaulichen Zellwandbestandteile, womit Mängel in punkto Pflanzenbestand und Blattverluste bei der Ernte besser identifiziert werden können. Der Eisengehalt lässt eine deutlich bessere Einstufung des Futterschmutzungsgrades mit Erde zu. Mit dem aktuellen LK-Heuprojekt 2022 konnten diverse Zusammenhänge zwischen Heuqualität und Management bestätigt werden. Von allen Heuproben wiesen 32 % Eisengehalte über 600 mg/kg TM auf, davon konnten 18 % als leichte und 14 % als mäßige bis starke Erdverschmutzung eingestuft werden. Mehr als 90 % der untersuchten Heuproben waren nach den VDLUFA-Orientierungswerten futterhygienisch einwandfrei. Durch die 456 Heuproben aus dem Jahr 2022 konnten folgende Eigenschaften für tendenziell höhere Keimzahlen bei verderb- anzeigenden Lagerpilzen bestätigt werden: erster Aufwuchs, höhere Lagen, höhere Stängelanteile, Futterschmutzung, Bodentrocknung, höhere Schütthöhe am Heustock, Belüftungsdauer über 72 Stunden. Die Lagerverpilzung mit Schimmelpilzen kann auch in Belüftungsheu mit besten Inhaltsstoffen vorkommen, daher ist die mikrobiologische Befundung ein wesentliches Kriterium der Qualität von Futterkonserven.

<sup>1</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Raumberg 38, A-8952 Irnding-Donnersbachtal

<sup>2</sup> LK Niederösterreich, Futtermittellabor Rosenau, Gewerbepark Haag 3, A-3250 Wieselburg-Land

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

Mit dem neuen Schwerpunkt Schwefelgehalt konnte gezeigt werden, dass eine positive Korrelation zwischen Rohprotein und Schwefel besteht. Ein Stickstoff-/ Schwefelverhältnis über 12:1 stellte sich allerdings als sehr unsicherer Indikator für Empfehlungen zur Schwefel-Ergänzungsdüngung heraus. Somit muss eine wahrscheinlich gängige Praxis zur S-Düngungsempfehlung kritisch in Frage gestellt werden.

Die erarbeiteten Daten zur Heuqualität sind in ihrer Vielfalt wahrscheinlich weltweit einzigartig. Die Erkenntnisse daraus dienen in erster Linie dem Wissenstransfer zu den rund 7.000 Heumilchbetrieben in Österreich, um deren Entwicklung hinsichtlich Heuqualität zu fördern. Darüber hinaus sind sie Inspiration für angelegte Forschungsprojekte mit Exaktversuchen.

Schlagwörter: Lagerverpilzung, Schwefelgehalt, Heubelüftungstrocknung, Schimmelpilze, Heumanagement, Grundfutterqualität

### Summary

For ruminant feed rations in Austria, conserved forage usually provides a large share. Therefore, quality of silage and roughage from structurally rich forage plants is very important for farmers success. Since 2003, nationwide forage projects of agricultural chambers (LK) have been carried out. Filtration of examples of „best practice in quality and management“ and especially qualitative potentials in the forage and their causes from a broad data basis are the main tasks. The findings from the laboratory analysis, in combination with the questioned management, are subsequently used in advisory services and teaching to provide farmers with target-oriented solutions for improving forage quality. LK forage projects take up current focus on points, such as cell wall substances, minerals, microbiology etc. However, on the one hand, ration design can be improved through the expanded knowledge and on the other hand, errors in feed management can be avoided from the field over preservation to the stable. These projects are an instrument that helps to raise quality management on livestock farms to a higher, more professional level. Trend analyses over 20 years show a positive development in the quality of grass silages and roughage in Austria. Important examples of quality-enhancing factors that cannot be covered by a routine analysis (Weender analysis) are cell wall substances, iron content and germ count of fungi. Compared to traditional crude fibre, ADF and ADL allow a much more accurate assessment of the indigestible or non-digestible cell wall components, which makes it easier to identify deficiencies in terms of plant communities and leaf loss at harvest. The iron content allows a significantly better classification of the degree of contamination with soil.

With the current LK hay project 2022, various correlations between hay quality and management could be confirmed. After all, 32% of the hay samples had iron contents above 600 mg/kg DM, of which 18% could be classified as marginally and 14% as moderately to highly contaminated with soil. More than 90% of the hay samples analysed were top in terms of feed hygiene according to the VDLUFA orientation values. Hay samples of 2022 confirmed the following characteristics for a tendency towards higher germ counts of spoilage-indicating storage fungi: first growth, higher altitudes, higher stem content, forage contamination by soil, drying without ventilation, higher bulk height on the haystack, drying time over 72 hours. Storage fungus with moulds can also occur in ventilated hay with the best ingredients. Therefore, microbiological detection is an essential criterion for the quality of conserved forage.

With the new focus on sulphur content, it could be shown that there is a positive correlation between crude protein and sulphur. However, a nitrogen/sulphur

ratio above 12:1 is a very uncertain indicator for recommendations on sulphur supplementation fertilisation. Thus, a probably common practice for S fertilisation recommendation has to be questioned critically.

The data compiled on hay quality are probably unique worldwide in their diversity. The findings primarily serve to transfer knowledge to the approximately 7,000 hay-milk farms in Austria in order to promote their development with regard to hay quality. Furthermore, they are an inspiration for related research projects with exact trials.

Keywords: storage fungus, sulphur content, hay-ventilation-drying, moulds, hay-management, forage quality

## 1. Einleitung

Die dominierende Kultur der landwirtschaftlichen Nutzflächen Österreichs stellt nach BML (2022) mit ca. 53 % das Dauergrünland inkl. Futterbau dar. Die auf diesen Flächen produzierte, für Menschen als Nahrung ungeeignete, strukturreiche Biomasse, wird größtenteils von Wiederkäuern in Form von Grünfutter, Grassilage und Heu zu Milch und Fleisch veredelt. Unter Einbeziehung von Silomais zum Grundfutter nahmen nach RESCH (2022a) die Grassilagen 56 %, Silomais 24 % und Heu 20 % des Nettoertrages an den Futterkonserven ein. Das österreichische Grundfutter sichert nach BMLRT (2021) zu 91 % den Eigenversorgungsanteil an Rohprotein für die Rinder.

In den vergangenen Jahrzehnten trugen verbessernde Entwicklungen im Bereich Grünland- und Erntemanagement, Futterkonservierung und Qualitätsbewusstsein, sowie zum Teil der Klimawandel durch die Temperaturerhöhung zur Steigerung der Grundfutterqualität bei, die sich nach GUGGENBERGER et al. (2022) insbesondere an der tendenziellen Verringerung der schwerer und nicht verdaulichen Zellwandbestandteile erkennen lässt.

### 1.1 LK-Grundfutterprojekte

Im Jahr 2003 wurde von den LK-Fütterungsreferenten der Bundesländer mit Unterstützung des BMLF sowie der HBLFA Raumberg-Gumpenstein und des Futtermittel-labors Rosenau unter Einbindung der Arbeitskreisberatung Milchproduktion und anderer Projektpartner (LKV, Maschinenring, ARGE Heumilch) eine Initiative zur regelmäßigen Grundfutteruntersuchung und -auswertung gestartet. Die Futteranalyse von Silagen und Heu in Kombination mit Ergebnisbesprechungen und Rationsberechnungen zeigte vielen PraktikerInnen Schwachstellen/Potenziale in ihrer Futterwirtschaft auf und öffnete gleichzeitig das Bewusstsein für gezielte Entwicklungen und Verbesserungen.

Innerhalb von 20 Jahren wurden bundesweit insgesamt 5 LK-Silageprojekte und 6 LK-Heuprojekte mit unterschiedlichen fachlichen Schwerpunkten erfolgreich durchgeführt. Diese Schwerpunkte dienen unter anderem dazu, neue Bewertungsparameter der Futterqualität einer breiten Anwenderschaft zugänglich zu machen und um nationale Faustzahlen für die Futterbewertung und Verbesserungsempfehlungen für Praxis, Beratung und Lehre erstellen zu können. Einzigartig ist bei diesen LK-Projekten die Erfassung des Grundfuttermanagements durch Fragebögen in jedem Projektjahr und die verknüpfende Auswertung der Futteranalysen mit den Managementparametern. Das Interesse der viehhaltenden LandwirtInnen an derartigen Projekten teilzunehmen ist hoch, da bisher mehr als 5.000 Silageproben und mehr als 3.500 Heuproben mit Laborbefunden und Daten zum Management vorliegen. Eine breite Datenbasis ermöglicht die Analyse der IST-Situation von Silagen, Heu und Grummet und öffnet durch Wissenserweiterung eine gemeinsame Entwicklung der Grundfutterqualitäten in Österreich.

Die praxisgerechte Aufbereitung von aktuellen Erkenntnissen und der Wissenstransfer hin zu den Viehhaltern sind für die fachliche Weiterbildung essentiell. Dazu braucht es

eine effektive Vernetzung von LandwirtInnen, Fachberatung der Landwirtschaftskammern, Arbeitskreisberatung Milchproduktion, Landwirtschaftliches Bildungswesen, Forschung und Untersuchungslaboren.

Unter Berücksichtigung der betrieblichen Gegebenheiten (Standort, Ausstattung, Arbeitskräfte etc.) ist die Qualitätskontrolle durch eine Futterbewertung (Laboruntersuchung, Sinnenprüfung) ein erster Schritt, um eigene Schwachstellen/Potentiale kennenzulernen. Auf dieser Basis können Ursachen für Probleme ergründet und Maßnahmen zur Verbesserung festgelegt werden.

Das aktuelle LK-Heuprojekt 2022 hat in der Futtermittelanalyse durch die Einbindung der mikrobiologischen Untersuchung in Form der Verpilzung (Feld- und Lagerpilze), der Gerüstsubstanz- sowie der Schwefelanalyse eine neue Dimension zur ganzheitlicheren Qualitätsbewertung von Heu beschrritten. Mit 456 untersuchten Heuproben setzt dieses Projektjahr wiederum neue Maßstäbe für Heumilchbauern. Insbesondere die neuen Daten zur Futterhygiene und zum Schwefelgehalt von Heu können dabei helfen die Welt des Heus besser zu verstehen. Anlässlich der 50. Viehwirtschaftlichen Fachtagung der HBLFA Raumberg-Gumpenstein werden Ergebnisse aus den LK-Grundfutterprojekten, speziell vom aktuellen Heuprojekt, vorgestellt und diskutiert.

## 1.2 Heuproduktion in Österreich

Der überwiegende Teil des Raufutters stammt in Österreich aus Dauergrünlandflächen, die je nach Bewirtschaftungsintensität zwei- bis fünfmal (max. 6-mal im Vorarlberger Rheintal) jährlich gemäht werden. Heu wird vom Niederungsgrünland auf 300 m bis zum alpinen Grünland der Bergmähder auf über 2.000 m Seehöhe erzeugt. Im aktuellen Förderprogramm werden 13.400 viehhaltende Betriebe, davon ca. 7.000 Milchkuhbetriebe, auf den Einsatz von fermentierten Futtermitteln verzichten (ÖPUL-Maßnahme 2023: UBB-Topup „Heuwirtschaft“, früher Silageverzicht). d.h. diese Landwirte haben als Grundfutterbasis ausschließlich Grünfutter bzw. Heu und Grummet zur Verfügung. Das ist eine Zunahme gegenüber 2022 um 34 %. Österreichische Projektstudien der letzten 15 Jahre ergaben, dass sich die Flächen der Silageproduzenten im Durchschnitt auf rund 630 m und jene der Heuproduzenten auf rund 880 m Seehöhe befanden, d.h. Heu wird tendenziell stärker im benachteiligten Berggebiet auf hängigeren Flächen gewonnen.

Die Produktion von hochwertigem Raufutter ist für viele Betriebe eine Herausforderung im Bereich Pflanzenbestand, Düngung, Konservierungsmanagement und Trocknungstechnik. Problemfelder sind, neben dem Ertrag, meist lückige oder verkrautete Wiesen bzw. die Ausbreitung der Gemeinen Rispe (*Poa trivialis*), erdige Futtermittelschmutzung und zu hohe Feldverluste durch Abbröckelung.

Die traditionelle Bodentrocknung von Grünlandfutter nutzt ausschließlich die Sonnenenergie zur Futtertrocknung. Dieses Verfahren braucht die längste Feldphase für die Vortrocknung und trägt daher das größte Wetterrisiko. Trockenmassegehalte von ca. 800 g/kg FM bei der Ernte erhöhen einerseits die Wahrscheinlichkeit von Qualitätsverlusten durch Abbröckelung der Blattmasse (RESCH 2022b) und andererseits das Risiko einer massiven Vermehrung der vorhandenen epiphytischen Mikroflora (ADLER et al. 2014) im feuchten Erntegut. Pilze werden nach UNDI et al. (1997) unter jenen Umweltbedingungen in größerer Zahl nachgewiesen, unter denen sie am besten überleben oder konkurrieren können. Abgesehen vom betreffenden Substrat sind der verfügbare Wassergehalt und die Temperatur die wichtigsten Einflussfaktoren auf die Vermehrung der Mikroflora im gelagerten Heu (KASPERSSON et al. 1984). Die meisten Pilzarten treten in einem Temperaturbereich von 10 bis 40 °C auf (ADLER 2002). Höhere Feuchtigkeit bei der Einlagerung führt zu einem stärkeren Temperaturanstieg im Erntegut, sodass bei Temperaturen über 40 °C die wenig thermotoleranten Arten aus der produkttypischen Feldflora rasch zurückgehen (WITTENBERG 1997) und häufig von einer Lagerflora abgelöst werden.

Physikalische Eigenschaften des Futters und anlagentechnische Auslegungen erfordern von LandwirtInnen technisches Verständnis und Feingefühl in der Anlagenbedienung,

ansonsten verursacht die Trocknung hohe Kosten und bringt nicht den optimalen Erfolg. Kaltbelüftungen haben einen eingeschränkten Trocknungseffekt. Insbesondere bei kühlen Temperaturen oder hohen Luftfeuchtigkeiten ist die Wasseraufnahme der Luft sehr gering und das reduziert die Effektivität der Heutrocknung. Belüftung mit Kaltluft hat somit Grenzen im Hinblick auf den Wassergehalt des Ernteguts (WIRLEITNER et al. 2014). Trocknungsverfahren mit Luftanwärmung oder Luftentfeuchtung können auch bei ungünstigen Lufttemperaturen bzw. -feuchtigkeiten entsprechende Wassermengen aus dem Futter abführen. Mit entsprechendem Energieeinsatz könnte mit derartigen Verfahren prinzipiell auch leicht angewelktes Grünfutter getrocknet werden, allerdings steigen hier die Kosten stark über ein wirtschaftliches Maß hinaus (FRITZ 2018). Die aktuelle Teuerung von Energie mindert den wirtschaftlichen Erfolg der Unterdachttrocknung, daher spielt die Energieeffizienz der Belüftungstrocknung eine entscheidende Rolle in punkto Wirtschaftlichkeit.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Probenziehung

Um eine fundierte Aussage zur Qualität eines beprobten Futterstockes treffen zu können, ist die repräsentative Probenziehung Grundvoraussetzung. Bei den österreichischen LK-Grundfutterprojekten wurden die Proben bei Silagen zu 100 % und bei Heu zu ~65 % mit standardisierten Edelstahlbohrern aus dem Silo-/Heustock bzw. den Silage-/Heuballen gestochen. Die Ziehung der Futterproben wurde größtenteils durch geschulte Probenzieher (Landwirtschaftskammer, Maschinenring, LKV) durchgeführt. Von der Gesamtprobe wurden ca. 500-1.500 g in Vakuumbuteln (Silagen) bzw. Papierbuteln bzw. Pappschachteln (Heu) für die chemische Analyse an das Futtermittellabor Rosenau der LK Niederösterreich geschickt. Ein Teil der Probe wurde für die Auswertungsseminare (Arbeitskreisbetriebe) aufbewahrt.

### 2.2 Fragebogen zum Management

Die Verschneidung zwischen chemischen Untersuchungsparametern und dem Management des Betriebes wurde erst durch die Erhebung verschiedener Informationen über Betrieb, Wirtschaftsweise, Düngung, Ausgangsmaterial, Heuernte, Trocknungsart und eigene Einstufung der Qualität mittels Fragebogen möglich. Der Heuprojekt-Fragebogen 2022 enthielt zusätzlich Fragen zur Düngung mit Wirtschafts- und Schwefeldüngern. Außerdem wurden den LandwirtInnen teilweise Fragen zur eigenen Einstufung von Futtermittelschmutzung, Futterqualität, Futterhygiene und zur künftigen Entwicklung der Heutrocknung gestellt.

### 2.3 Laboruntersuchungen

Die chemische Analyse der Heu- und Grummetproben erfolgte im Futtermittellabor Rosenau (LK Niederösterreich in Wieselburg; [www.futtermittellabor.at](http://www.futtermittellabor.at)) anhand von Standardmethoden (VDLUFA 1976). Vom Organisationskomitee der LK-Grundfutterprojekte wurde im Vorfeld jeweils ein Mindestumfang für die Futtermittelanalyse festgelegt: Weender-Rohnährstoffe, Gerüstsubstanzen, Zucker. Bei Silagen wurde zusätzlich die Gärqualität und bei Heu seit 2018 die Verpilzung (Feld- und Lagerpilzflora) von allen Heuproben untersucht (VDLUFA 2012a). Bei der Einstufung der Faserstoffe wurde seit 2015 in der Analyse dem Zeitgeist Rechnung getragen, indem die Gerüstsubstanzen (NDF, ADF, ADL) von sämtlichen Proben untersucht wurden. Die Rohfaser als auslaufender Parameter wird in den Darstellungen nur mehr als Beifügung für Vergleiche gezeigt. Berechnet wurden das nutzbare Protein (nXP) und die ruminale Stickstoffbilanz (RNB). Die Verdaulichkeit der organischen Masse (dOM), metabolische Energie (ME) und Nettoenergie-Laktation (NEL) wurden mittels Regressionskoeffizienten nach GRUBER et al. (1997) geschätzt.

## 2.4 Datenbasis

Für die vergleichenden Untersuchungen wurden Daten aus den LK-Silageprojekten seit 2003 bzw. LK-Heuprojekten seit 2007 herangezogen. Insgesamt standen bei Grassilagen 6.505 und bei Heu 3.720 Datensätze mit chemischen Analysen zur Verfügung. Von den meisten Futterproben waren auch auswertbare Fragebogendaten zum Management vorhanden. Bei den ProjektteilnehmerInnen gab es bei Grassilagen und Heu ein deutliches West-Ost Gefälle. Während im östlichen Alpenvorland (Oberösterreich, Niederösterreich, Steiermark und Burgenland) und in Kärnten die Silagen dominieren, war das Heu in den westlichen Bundesländern, Vorarlberg, Tirol und Salzburg vorherrschend. Fast die Hälfte der Grundfutterproben war vom 1. Aufwuchs, der ertraglich besonders bedeutsam ist. Im Erhebungsbogen wurde die Futterzusammensetzung der eingesendeten Heuprobe abgefragt. 98 % der Proben stammen aus Dauergrünlandflächen bzw. Dauergrünland mit Feldfutter gemischt, der Rest teilte sich auf Feldfutter (Rotklee, Luzerne, Klee gras, Luzernegras) auf. Die geringe Probenanzahl bei reinen Feldfutter war statistisch nicht auswertbar, daher wurde auf eine Darstellung verzichtet.

Die Fragebogendaten wurden in den Landwirtschaftskammern der Bundesländer über eine einheitliche MS-Access-Eingabemaske erfasst und kontrolliert. Die Analysendaten von Rosenau wurden in Gumpenstein in die Datenbank importiert. Nach Sammlung der gesamten Daten an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein erfolgte eine Plausibilitätsprüfung und Validierung der Daten.

## 2.5 Statistische Auswertung

Die statistischen Berechnungen wurden an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein mit der Software Statgraphics Centurion (Version XVII) und mit IBM SPSS Statistics (Version 28) durchgeführt. Für die mehrfaktoriellen Analysen wurde das GLM-Verfahren (Allgemeine lineare Modellierung) herangezogen. Die Mittelwertvergleiche wurden mit der Methode TUKEY-HSD (**H**onestly **S**ignificant **D**ifference) durchgeführt. Die berechneten P-Werte beziehen sich auf ein Konfidenzniveau von 95 %. Signifikante P-Werte sind in den Tabellen mit fatter Schrift dargestellt.

# 3. Ergebnisse und Diskussion

Die Auswertung von Daten aus den LK-Grundfutterprojekten verfolgt das Ziel Futterqualitäten aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten, um Erkenntnisse im Sinne einer qualitativ positiven Entwicklung zu erarbeiten und diese zwischen Forschung, Lehre, Beratung und Praxis diskutieren zu können. Außerdem können aus den Ergebnissen zielgerichtete Empfehlungen zum besseren Management oder aktualisierte Orientierungswerte für Parameter abgeleitet werden. In diesem Beitrag werden insbesondere Einflussfaktoren und deren Wirkung auf die chemische und mikrobiologische Qualität von Heuproben aus Österreich besprochen.

## 3.1 Erntezeitpunkt

Ein maßgeblicher Einflussfaktor auf die Futterqualität ist das Datum der Futterernte, welches in Verbindung mit dem Wettergeschehen meist in unmittelbarem Zusammenhang mit dem pflanzlichen Vegetationsstadium steht (GRUBER et al. 2011). In den LK-Silage- und Heuprojekten wurden die Einflüsse auf den Erntezeitpunkt im 1. Aufwuchs unter Verwendung von kategorialen Variablen und der Seehöhe als Covariate mit einem linearen Modell für Grassilage und Heu untersucht (*Tabelle 1*).

Die Streuung der Erntezeitpunkte konnte mit dem linearen Modell zu ~60 % ( $R^2$ ) erklärt werden. Die Seehöhe übte den stärksten Einfluss auf den Erntezeitpunkt und in der Folge auf die Nutzungshäufigkeit aus. Grassilagen wurden auf einer mittleren Seehöhe von 629 m im Mittel am 14. Mai und Heu auf durchschnittlich 880 m am 9. Juni geerntet. Eine Zunahme von 100 m Seehöhe bewirkte eine Verzögerung des Erntetermines bei



Tabelle 1: Einflussfaktoren auf das Erntedatum im 1. Aufwuchs (LK-Silage- und Heuprojekte 2007 bis 2022)

Faktor	P-Wert	Futter	1	2	3	4	5	6	7
Projektjahr	< 0,01		2007-2010	2012	2015	2016	2018	2020	2022
		Silage				13.Mai		15.Mai	
Bundesland	< 0,01	Heu	11.Jun	10.Jun	08.Jun		02.Jun		04.Jun
			Kärnten	Nieder- österreich	Oberöster- reich	Salzburg	Steiermark	Tirol	Vorarlberg
Wirtschaftsweise	< 0,01	Silage	17.Mai	18.Mai	12.Mai	11.Mai	15.Mai	17.Mai	10.Mai
		Heu	14.Jun	27.Jun	08.Jun	06.Jun	04.Jun	08.Jun	31.Mai
Trocknungsverfahren	< 0,01		Boden- trocknung	Kalt- belüftung	Warm- belüftung				
		Heu	17.Jun	10.Jun	06.Jun				
Seehöhe (Mittelwert 783m)	< 0,01	Silage	629	+ 2,6 Tage je 100 m Seehöhenzunahme					
		Heu	880	+ 3,7 Tage je 100 m Seehöhenzunahme					

Grassilagen um 2,6 und bei Heu um 3,7 Tage. Zweischnittflächen lagen im Durchschnitt auf einer Seehöhe von ca. 1.200 bis 1.300 m, Dreischnittflächen auf 900 m, Vierschnittflächen auf ca. 720 m und Flächen mit fünf Nutzungen auf unter 700 m. Rund 42 % der Proben aus dem LK-Heuprojekten stammen von Grünlandflächen mit jährlich vier Nutzungen, 26 % mit dreimaliger und 7 % mit Zweischnittnutzung. Auf intensive Gunstlagenflächen mit fünf Nutzungen entfielen 23 % bzw. 1 % der Proben mit sechs Nutzungen. Rund 1 % wurde nur einmal gemäht. Diese Flächen lagen mit ca. 1.400 m Seehöhe am höchsten.

Auf Basis gleicher Seehöhe konnten zwischen den Bundesländern signifikante Unterschiede im Erntedatum des 1. Aufwuchses festgestellt werden. Vorarlberger ernteten im Durchschnitt schon am 31. Mai und Niederösterreicher erst am 27. Juni. Das kommt wahrscheinlich davon, dass die Betriebe im Alpenvorland tendenziell mehr kombinierte Rationen mit junger Grassilage füttern und das Heu eher als Strukturkomponente verwenden. Mit einer Warmbelüftung ausgestattete Betriebe ernteten das Heu auf gleicher Seehöhe um 11 Tage früher als Betriebe mit Bodentrocknung ohne Heubelüftung. Seit Beginn der LK-Heuprojekte im Jahr 2007 zeichnet sich ein Trend hin zu früheren Erntezeitpunkten ab, der sich in den letzten Jahren einpendelte. Die Ernte des 1. Aufwuchses im Jahr 2022 erfolgte im Durchschnitt am 4. Juni, also um 7 Tage früher als vor 15 Jahren (Tabelle 1).

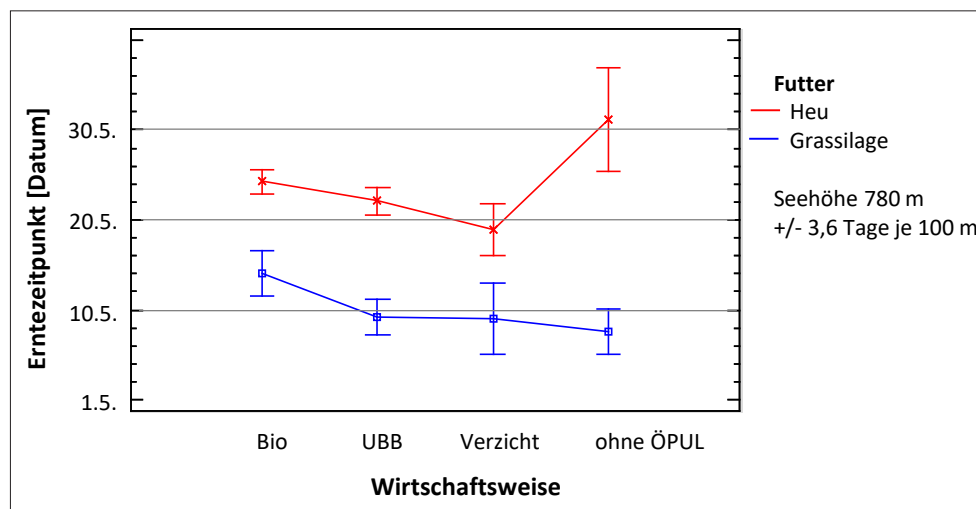


Abbildung 1: Erntezeitpunkt 1. Aufwuchs von Grassilage und Heu in Abhängigkeit der Wirtschaftsweise (LK-Grundfutterprojekte 2007-2022)

Schließlich hatte auch die Wirtschaftsweise einen signifikanten Effekt auf das Erntedatum. Während bei Grassilagen die Betriebe ohne ÖPUL-Teilnahme am 7. Mai mähten, waren die Biobetriebe mit der Mahd um 7 Tage später dran. Auf der anderen Seite war die Heumahd bei den ÖPUL-Betrieben auf gleicher Seehöhe um ca. 10 Tage gegenüber den Silagebetrieben verzögert (Abbildung 1).

### 3.2 Erklärung der Grundfutterqualität über chemische Parameter

Für die Beschreibung von Futterqualitäten haben sich Parameter aus der chemischen Laboranalyse, ermittelt mit standardisierten Methoden (VDLUF 1976), bewährt. Nachstehend wurden einige Parameter tabellarisch dargestellt, um Silage- und Heuqualitäten in Österreich anhand einer deskriptiven Auswertung einstufen zu können. Tabellen, die zusätzlich auf das Vegetationsstadium der Pflanzenbestände Rücksicht nehmen, bieten die „Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum“ (RESCH et al. 2006) bzw. die „DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer (DLG 1997) für Deutschland.

Aufgrund der erheblichen Qualitätsunterschiede bei Dauerwiesenfutter im Verlauf der Vegetationsperiode, wurden die einzelnen Aufwüchse separat ausgewertet und die Folgeaufwüchse im Anhang angeführt (Tabellen 8 bis 10).

Die TM-Gehalte von Heuproben waren zum Zeitpunkt der Probenziehung zu 99 % im Empfehlungsbereich über 870 g/kg FM, weil die Probenahme meistens erst mehrere Wochen nach der Einlagerung erfolgte. Nach RESCH (2014) erreichten unter exakten

Tabelle 2: Übersicht Silage- und Heuqualität 1. Aufwuchs Österreich (LK-Projekte 2003 bis 2022)

Parameter	Einheit	Grassilagen						Raufutter (Heu)						
		2003-2009	2016	2020	Mittelwert	Std.-abw.	Probenanzahl	2012	2015	2018	2022	Mittelwert	Std.-abw.	Probenanzahl
Trockenmasse (TM)	g/kg FM	369	354	364	366,2	71,0	3.114	914	920	921	916	915,7	11,7	1.682
Rohprotein (XP)	g/kg TM	147	153	145	147,6	20,2	3.114	112	111	118	117	110,6	22,4	1.680
Nutzbares Protein (nXP)	g/kg TM	133	136	135	133,8	6,9	3.107	126	121	126	125	123,5	9,3	1.654
Ruminale N-Bilanz (RNB)	g/kg TM	2,3	2,8	1,6	2,2	2,5	3.107	-2,4	-1,6	-1,1	-1,1	-2,0	2,4	1.654
Strukturkohlenhydrate (NDF)	g/kg TM	506*	439	442	449,4	50,0	1.089	479	527	517	506	517,6	56,5	651
Zellulose und Lignin (ADF)	g/kg TM	342*	291	287	297,8	37,8	1.137	329	313	329	322	324,9	34,7	618
Lignin (ADL)	g/kg TM	52*	38	35	38,4	10,9	1.089	57	44	49	39	46,1	11,3	617
Zucker (XZ)	g/kg TM	68	72	73	71,8	42,2	1.202	138	135	137	136	137,2	31,5	1.129
Rohfaser (XF)	g/kg TM	265	253	258	261,9	26,9	3.114	264	291	279	283	281,4	33,6	1.680
Rohfett (XL)	g/kg TM	31	32	32	31,1	3,0	3.114	30	26	28	30	28,2	3,8	1.646
Rohasche (XA)	g/kg TM	101	102	93	99,8	19,6	3.114	88	89	85	86	86,5	20,5	1.678
OM-Verdaulichkeit (DOM)	%	72,9	74,1	73,9	73,3	2,7	2.660	71,5	67,8	69,5	69,1	69,1	4,4	1.650
Umsetzbare Energie (ME)	MJ/kg TM	10,10	10,29	10,34	10,17	0,45	3.114	9,89	9,32	9,63	9,60	9,55	0,65	1.672
Nettoenergie (NEL)	MJ/kg TM	6,04	6,17	6,20	6,08	0,32	3.113	5,89	5,48	5,70	5,67	5,64	0,47	1.655
Kalzium (Ca)	g/kg TM	7,3	6,4	6,6	7,0	1,7	2.843	7,3	6,5	7,4	6,4	6,8	2,0	1.558
Phosphor (P)	g/kg TM	3,0	3,3	3,2	3,1	0,5	2.843	2,4	2,4	2,4	2,7	2,4	0,6	1.558
Magnesium (Mg)	g/kg TM	2,4	2,2	2,3	2,3	0,5	2.843	2,5	2,4	2,5	2,2	2,4	0,9	1.558
Kalium (K)	g/kg TM	29,7	28,8	28,1	29,3	4,6	2.843	20,7	22,4	22,6	24,7	22,0	5,2	1.557
Natrium (Na)	g/kg TM	0,49	0,52	0,67	0,5	0,5	2.843	0,40	0,29	0,30	0,31	0,31	0,32	1.558
Eisen (Fe)	mg/kg TM	736	717	626	668	544	903	544	717	501	526	542	505	613
Mangan (Mn)	mg/kg TM	85,5	76,1	79,8	81,6	30,9	903	90,2	94,0	94,9	91,7	93,1	48,1	613
Zink (Zn)	mg/kg TM	32,7	30,1	30,2	31,1	8,8	903	31,4	32,1	32,4	26,4	30,5	11,9	613
Kupfer (Cu)	mg/kg TM	7,8	7,8	8,0	7,9	1,3	903	6,0	8,0	6,7	6,8	6,8	1,5	613
Schwefel (S)	g/kg TM										1,5	1,5	0,4	203

\* Datenbasis für Gerüstsubstanzen vor 2010 mit geringer Probenanzahl



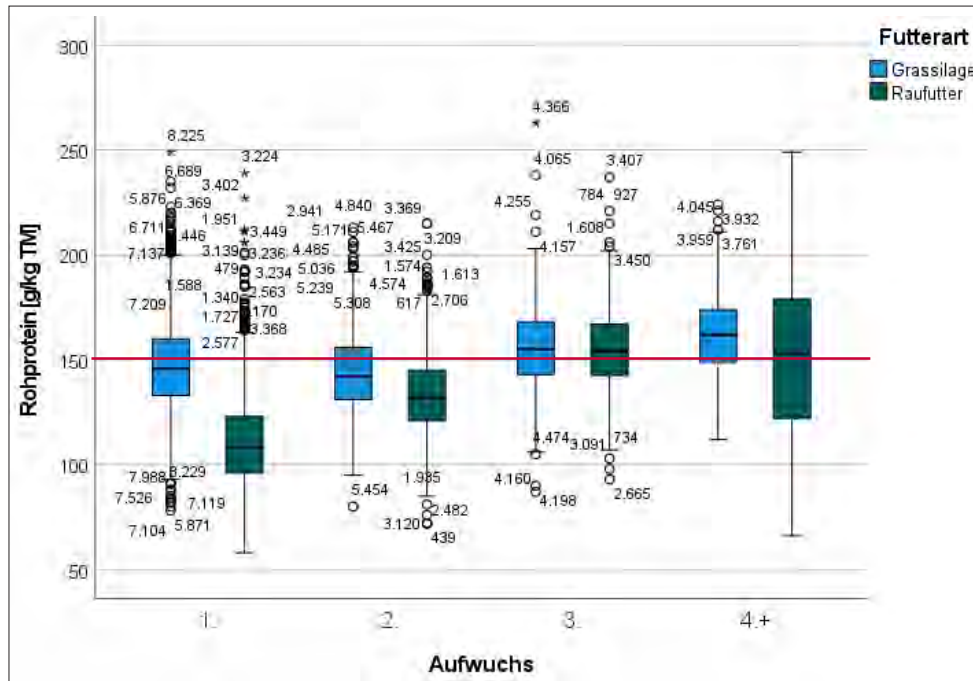


Abbildung 2: Rohprotein-gehalte in Grassilagen und Heu in Abhängigkeit der Aufwüchse (Boxplots der LK-Projekte 2012 bis 2022). Die Boxenlänge umfasst 50 % der Proben. Werte (o) außerhalb der Spannen werden als Extremwerte und jene mit (\*) als Ausreißer bezeichnet.

Versuchsbedingungen viele Heupartien innerhalb von 7 Tagen nach der Einfuhr des Erntegutes den TM-Gehalt von mehr als 870 g/kg FM, allerdings kann sich bei bodengetrocknetem Heu und ungünstigen Wetterbedingungen dieser Zeitraum noch wesentlich länger hinauszögern.

Die großen Qualitätsunterschiede in der österreichischen Grundfutterqualität von Dauerwiesenfutter zeigen sich beispielsweise in der Spannweite der Rohproteingehalte (Abbildung 2). Ziel wäre es, den Proteinbedarf von Milchkühen in der Laktation (lt. GfE 2001) zwischen 140 bis 160 g XP/kg TM) durch das wirtschaftseigene Grundfutter abzudecken. Die Rohproteingehalte lagen bei Heu zwischen 58 und 249 g/kg TM und bei Grassilagen zwischen 77 und 263 g/kg TM. Der mittlere Rohproteingehalt von Heu im 1. Aufwuchs war mit 111 g/kg TM im Vergleich zu 147 g XP/kg TM bei Grassilagen deutlich geringer. Der Proteingehalt steigt in den Folgeaufwüchsen an, wobei sich im 3. Aufwuchs das XP-Niveau bei Grassilagen und Raufutter auf 155 g/kg TM gleich hoch zeigte. Der Jahreseinfluss auf den Proteingehalt kann erheblich sein, das zeigen die Tabellen der einzelnen Aufwüchse. Die Varianz von Rohproteingehalten bei gleichen NDF-Gehalten ist nach RESCH et al. (2015) auf den Pflanzenbestand, aber auch auf Verlust an Blattmasse durch Abbröckelung im Zuge der Heuwerbung zurückzuführen.

### 3.2.1 Schwefelgehalte von Heuproben

In den letzten Jahren wurde in der Praxis die Behauptung laut, dass das österreichische Grünland beim Schwefel nicht ganz bedarfsgerecht versorgt wird und dadurch auch die Rohproteingehalte im Futter unter den Erwartungen bleiben. Untersuchungen aus Bayern (DIEPOLDER und RASCHBACHER 2013) zeigten, dass diese Hypothese dort nicht zutrifft, weil nur 2 % der analysierten Futterproben ein zu hohes Stickstoff-/Schwefel-Verhältnis (N/S) von mehr als 12:1 aufwiesen. Von den 32 % Futterproben mit Rohproteingehalten unter 150 g/kg TM könnten aus diesem Gesichtspunkt nur 6 % auf latenten Schwefelmangel zurückgeführt werden. Folglich wären zu geringe Rohproteingehalte in Bayern kaum durch Schwefelmangel erklärbar. In den Richtlinien für die sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland (BMLRT 2022) wird davon ausgegangen, dass bei bedarfsgerechter, ertragsbezogener Grünlanddüngung mit Wirtschaftsdüngern, kein Ergänzungsbedarf für Schwefel besteht.

Im LK-Heuprojekt 2022 wurden erstmals bundesweite Schwefelanalysen an Futterproben aus der Praxis durchgeführt. Der mittlere Schwefelgehalt betrug 1,81 g/kg TM und schwankte von 0,76 bis 3,29 g/kg TM. Schwefel ist ein Baustein der essentiellen Aminosäuren Cystein und Methionin. Die Regressionsanalyse in *Abbildung 3* zeigt, dass rund 50 % der Datenvarianz der Rohproteingehalte durch den Schwefelgehalt erklärt werden können. Mit steigenden Rohproteingehalten stiegen in der Tendenz auch die Schwefelgehalte im Heu an. Es ist jedenfalls auch ersichtlich, dass bei konstanten Rohproteingehalten die Schwefelgehalte um ca. 0,5 bis 1,5 g/kg TM schwankten.

Wenn man Heuproben als Grundlage für die Schwefelversorgung des Grünlandfutters hernimmt, dann würde in Österreich aufgrund des N/S-Verhältnisses bei 43 % eine latente und bei 8 % eine ertragswirksame Schwefelunterversorgung bestehen (*Abbildung 4*). Diese Interpretation verliert allerdings an Aussagekraft, wenn berücksichtigt

Abbildung 3: Beziehung zwischen Rohprotein- und Schwefelgehalt in Raufutterproben (LK-Heuprojekt 2022)

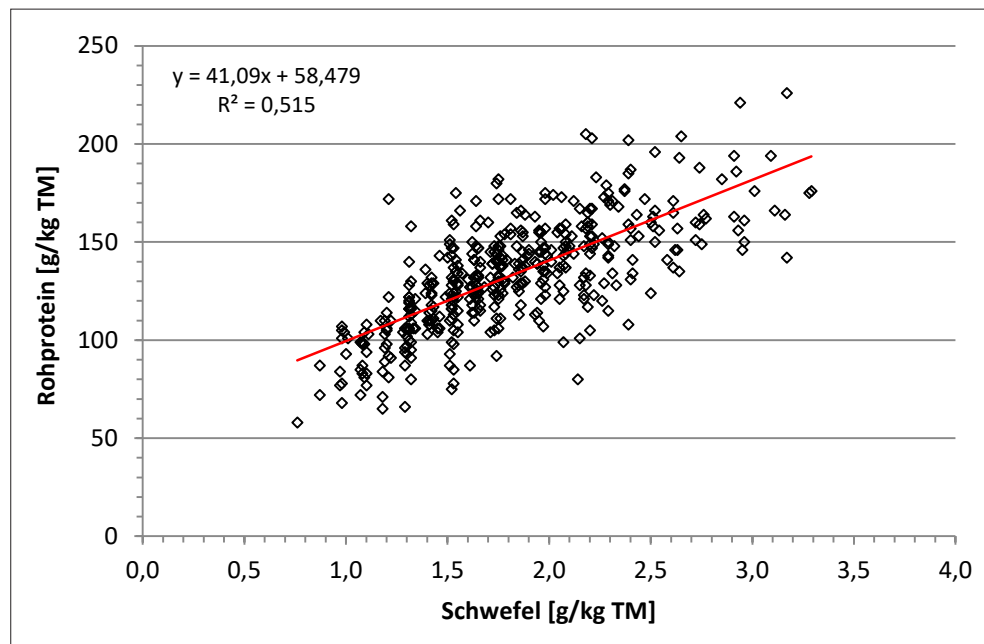
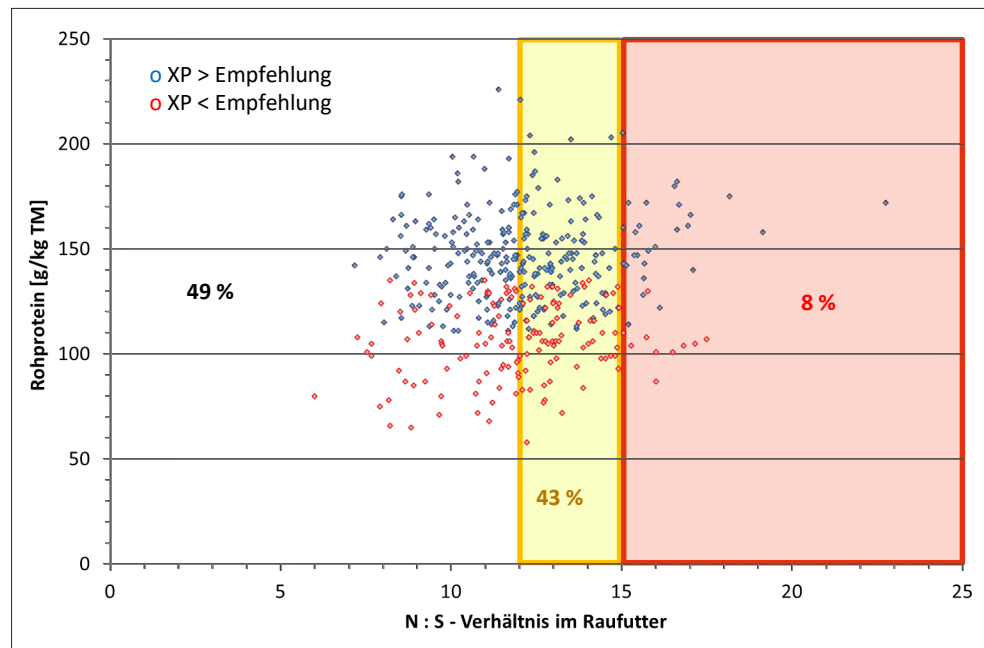


Abbildung 4: Rohprotein-gehalt und N/S-Verhältnis von Heuproben aus der Praxis (LK-Heuprojekt 2022)



wird, dass Proben mit möglichem S-Mangel dennoch höhere Rohproteingehalte als der Orientierungswert (OW) enthielten. In diesem Fall würden aufgrund des hohen N/S-Verhältnisses nur mehr 15 % einen latenten und 2 % einen ertragswirksamen S-Mangel aufweisen. Darüber hinaus besteht das Problem, dass 49 % der Proben mit niedrigem N/S-Verhältnis unterhalb 12:1 zwar als frei von S-Mangel interpretiert werden, allerdings geringere Rohproteingehalte als empfohlen aufweisen. Würde das N/S-Verhältnis in der Praxis Anwendung für eine S-Düngungsempfehlung am Grünland finden, dann wäre die Fehlerquote der Empfehlungen wahrscheinlich relativ hoch, daher muss diese Methode bei der S-Düngung von Grünlandflächen stark in Frage gestellt werden.

Da bei der Heuwerbung teils nicht unerhebliche Bröckelverluste entstehen (PÖLLINGER 2014), wäre es möglich, dass die Ergebnisse aus dem LK-Heuprojekt hinsichtlich N/S-Verhältnis gegenüber Grünfütter eine gewisse Verschiebung der Verhältnisse aufweisen. Eine Überprüfung der N/S-Verhältnisse von Grünfütterproben wäre sinnvoll, um die Erkenntnisse aus dem LK-Heuprojekt 2022 zu validieren. Im aktuellen DaFNE-Forschungsprojekt „SATGRASS“ (Projektleitung Dr. Schaumberger, HBLFA Raumberg-Gumpenstein) werden Grünfütterproben von mehr als 170 Grünlandflächen aus dem gesamten Bundesgebiet über die gesamte Vegetationsperiode 2021 bis 2023 gesammelt und auf den Rohprotein- und Schwefelgehalt sowie auf die Artengruppenzusammensetzung an Gräsern, Leguminosen und Kräutern untersucht.

Im Fragebogen 2022 wurde die Schwefeldüngung abgefragt. Insgesamt wurden zu 11,5 % der untersuchten Heupartien zusätzlich betriebsfremde schwefelhaltige Düngemittel verabreicht. Zwei Drittel der Schwefelanwender waren Biobetriebe, der Rest verteilte sich auf ÖPUL-Betriebe mit UBB oder Verzicht. Die Mengen an schwefelhaltigen Düngern pro Hektar schwankten sehr stark von 20 bis 3.000 kg/ha. Eine differenzierte Auswertung der Art der Schwefeldünger war nicht möglich, da nur wenige Teilnehmer Angaben dazu machten.

Die multifaktorielle Auswertung des Schwefelgehaltes von Heuproben mit einem linearen Modell (GLM) zeigte, dass die Covariaten Rohprotein- und NDF-Gehalt sowie die Schwefeldüngung und der Aufwuchs einen hoch signifikanten Einfluss ausübten ( $P < 0,01$ ). Mit dem GLM konnten 61 % der Datenvarianz erklärt werden. Ausgehend von einem adjustierten S-Mittelwert von 1,95 g/kg TM bewirkte die Rohprotein-Zunahme um 10 g (Mittelwert 134 g XP/kg TM) eine Erhöhung des S-Gehaltes um 0,13 g/kg TM. Im Vergleich dazu war der hoch signifikante Effekt der NDF-Zunahme um 10 g (Mittelwert 474 g NDF/kg TM) nur bei + 0,017 g S/kg TM.

Unter konstantem Rohproteingehalt lag der erste Aufwuchs mit durchschnittlich 1,78 g S/kg TM signifikant tiefer im S-Gehalt als der 3. Aufwuchs mit 2,01 g S/kg TM. Die Bewertung des Aspektes der Schwefeldüngung zeigte eine hoch signifikante Wirkung

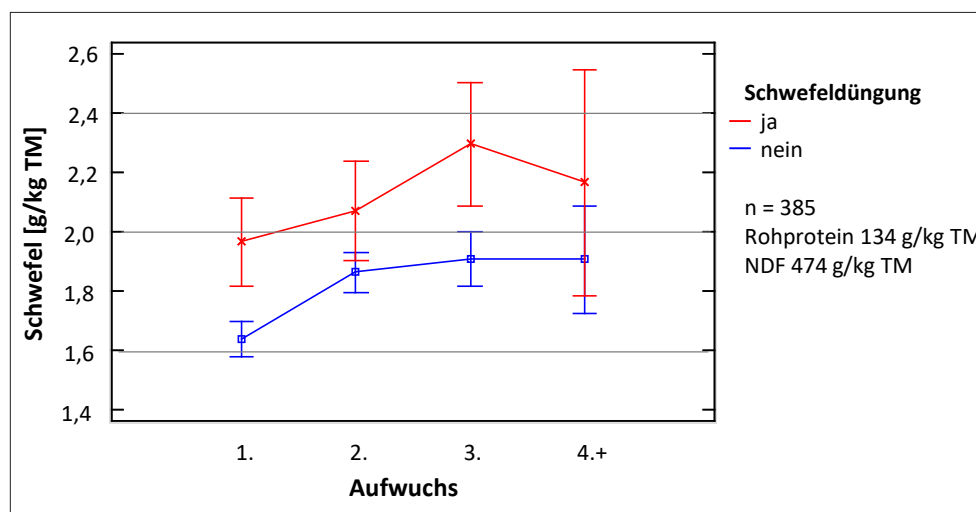


Abbildung 5: Einfluss der Schwefeldüngung auf den Schwefelgehalt im Heu in Abhängigkeit des Aufwuchses (LK-Heuprojekt 2022)

( $P < 0,01$ ), nämlich, dass mit einer zusätzlichen Schwefelgabe der S-Gehalt im Heu gegenüber keiner S-Düngung um durchschnittlich  $0,24 \text{ g S/kg TM}$  zunahm (Abbildung 5). Die Wechselwirkung zwischen Aufwuchs und Schwefeldüngung war nicht signifikant ( $P = 0,412$ ), daher zeigen sich in *Abbildung 5* die verhältnismäßig homogenen Differenzen der S-Gehalte über den S-Düngungseffekt.

Eine GLM-Analyse des Rohproteingehaltes (XP) von Raufutter unter Integration des Faktors Schwefeldüngung brachte keine signifikante Verbesserung ( $P = 0,769$ ) des XP-Gehaltes durch eine S-Düngung. Der Rohproteingehalt ohne S-Düngung betrug  $141 \text{ g/kg TM}$  und mit S-Düngung  $145 \text{ g/kg TM}$ , die Differenz ist statistisch gesehen zufällig.

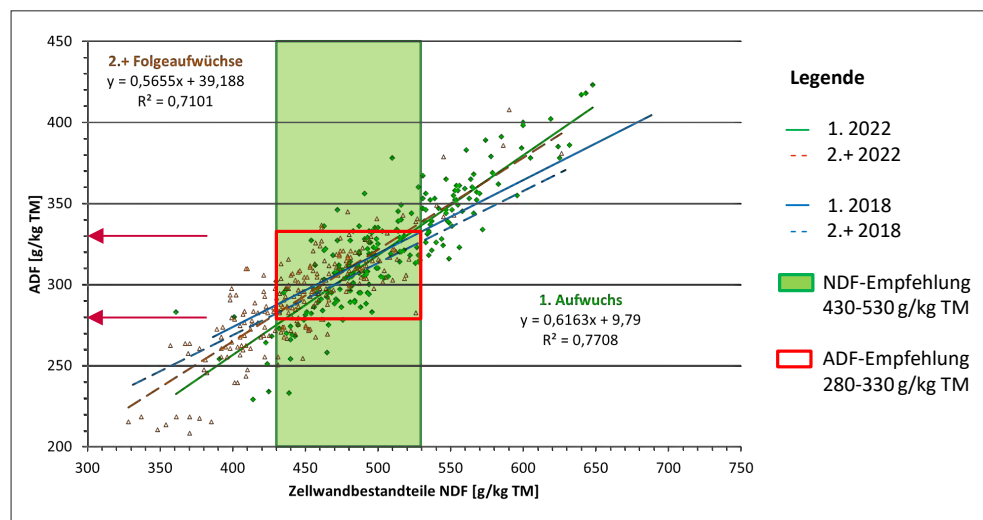
Zwei Drittel der Heuproben hatten einen Gesamtgehalt an Zellwandbestandteilen (NDF), der nach STÖGMÜLLER und RESCH (2017) im Orientierungsbereich für gute Heuqualität, also zwischen  $430$  und  $530 \text{ g/kg TM}$  lag (Abbildung 6). Rund  $20 \%$  der untersuchten Proben wurden aus qualitativer Sicht zu spät geerntet. Zwischen Stängelanteil und ADF-Gehalt (Zellulose + Lignin) besteht eine positive Beziehung, d.h. höhere ADF-Werte weisen prinzipiell auf höhere Stängelanteile hin. Der 1. Aufwuchs und die Folgeaufwüchse unterschieden sich in der Beziehung NDF zu ADF nur geringfügig, das zeigen die linearen Trendlinien (Abbildung 6).

Aus Sicht einer günstigen Verdaulichkeit wären ADF-Gehalte unter  $300 \text{ g/kg TM}$  erstrebenswert. In der Praxis schafften das im Jahr 2022  $43 \%$ , im Jahr 2018 waren es  $33 \%$  der Probeneinsender. Günstigere ADF-Gehalte wiesen vor allem Heuproben aus Heubelüftungsanlagen auf. Bodenheu hatte bedingt durch höhere Bröckelverluste einen höheren Stängelanteil und damit auch höhere ADF-Gehalte. Neben der Wahl des optimalen Erntezeitpunktes (Ähren-/Rispschieben) sollten blattreichere Futterpflanzen gefördert und TM-Verluste durch Abbröckelung sowie durch schonende Ernte- bzw. Trocknungsverfahren auf weniger als  $10 \%$  reduziert werden (RESCH 2022b).

Der Ligningehalt (ADL) steht nach DACCORD et al. (2001) mit dem Stängelanteil und den Futterpflanzenarten in Beziehung. Lignin ist unverdaulich, daher wirken sich schon  $10 \text{ g}$  mehr ADL entsprechend negativ auf die Verdaulichkeit der organischen Masse aus (RESCH und STÖGMÜLLER 2017). Erstrebenswert wären Ligningehalte mit weniger als  $45 \text{ g/kg TM}$ . Diese etwas strengere ADL-Zielvorgabe erreichten  $56 \%$  der untersuchten Heuproben (Abbildung 7).

Ein ganz wesentlicher Aspekt der Futterqualität, der in der Praxis vielfach unterschätzt wird, betrifft die Futtermverschmutzung mit Erde. Die Selbsteinschätzung der teilnehmenden LandwirtInnen ergab, dass nur  $43 \%$  überzeugt von einer sauberen Ernte waren, während  $52 \%$  eine leichte,  $4 \%$  eine mäßige und  $0,5 \%$  eine starke Erdverschmutzung einstufen. Der Rohaschegehalt ist nach RESCH et al. (2014b) in diesem Bereich ein relativ ungenauer Parameter zur Einstufung des Verschmutzungsgrades. Im Boden

Abbildung 6: Beziehung NDF und ADF im Heu in Abhängigkeit der Aufwüchse (LK-Heuprojekte 2018 und 2022)



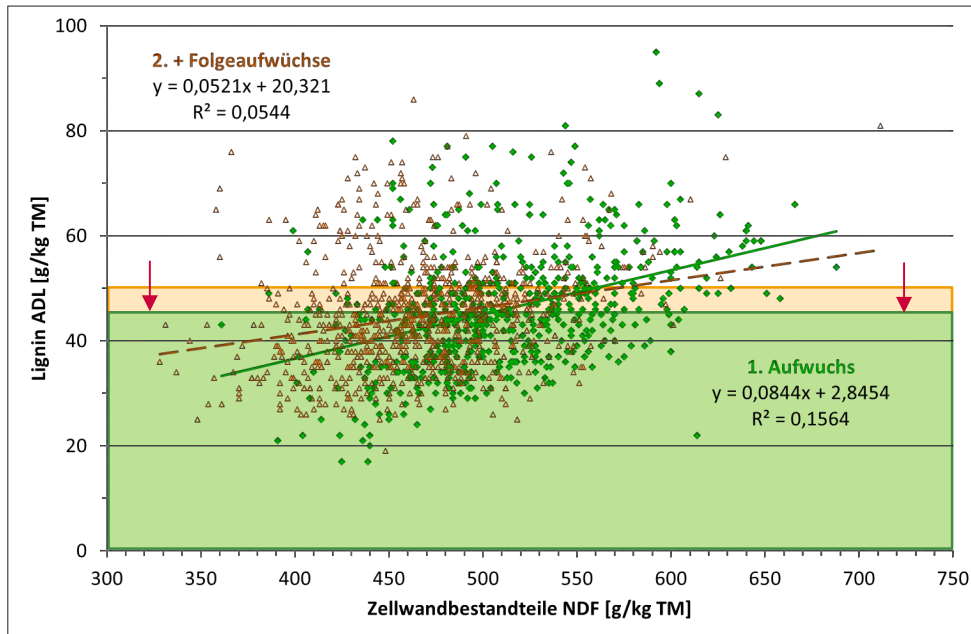


Abbildung 7: Beziehung NDF und Lignin (ADL) im Heu in Abhängigkeit der Aufwüchse (LK-Heuprojekte 2007 bis 2022)

ist meistens viel Eisen enthalten, sodass bei einer Futtermittelverschmutzung der Eisengehalt im Heu stark ansteigen kann.

Die Anwendung der Orientierungswerte für Rohasche (< 100 g/kg TM) bzw. Eisen (< 600 mg/kg TM) ergab, dass im Fall von Rohasche insgesamt 32 % der Proben wahrscheinlich eine Verschmutzung aufwiesen. Die Untersuchung der Diskrepanz in *Abbildung 8* zeigt, dass 11 % der Heuproben mit Rohaschegehalten unter 100 g/kg TM dennoch überhöhte Eisengehalte aufwiesen und somit eine falsch negative Einschätzung der Futtermittelverschmutzung vorliegen könnte. Andererseits konnten wir feststellen, dass 7 % der Heuproben mit Rohaschegehalten über 100 g/kg TM aufgrund geringer Eisengehalte (< 600 mg/kg TM) wahrscheinlich nicht verschmutzt, und somit falsch positiv eingestuft waren.

Für die Praxisbewertung der Futtermittelverschmutzung mittels Rohaschegehalt besteht auf jeden Fall eine nicht unerhebliche Unsicherheit bei niedrigen XA-Gehalten.

In punkto Eisengehalt war die Beziehung zwischen Schnitthöhe bei der Mahd und der Art des eingesetzten Mähgerätes deutlich ausgeprägt. Im Fall einer Schnitthöhe unter

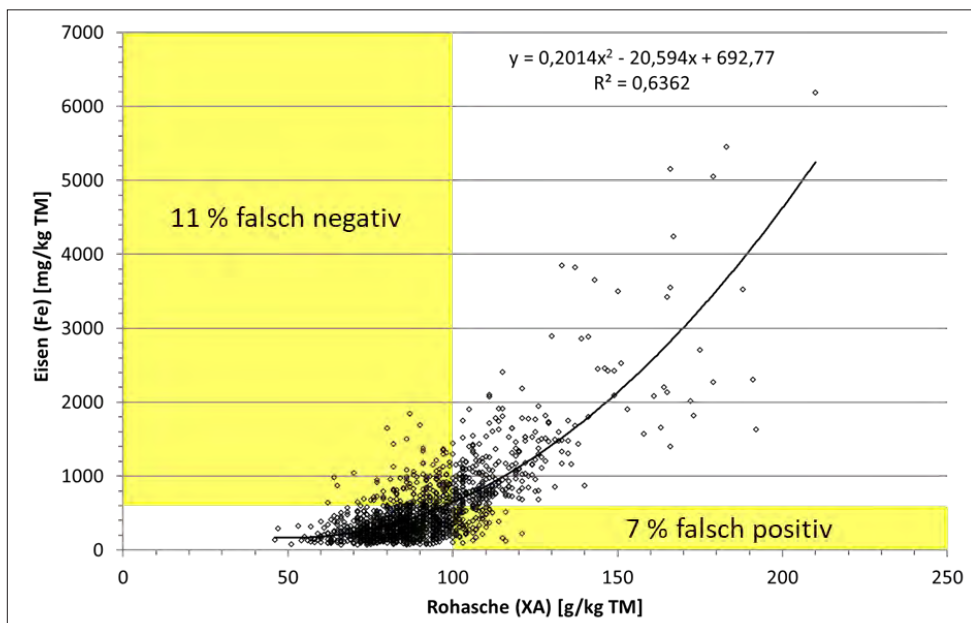


Abbildung 8: Beziehung zwischen Rohasche- und Eisengehalt im Heu aus Österreich (LK-Heuprojekt 2007 bis 2022)

5 cm waren 851 mg Eisen enthalten bzw. mit Schnitthöhe 5 bis 7 cm 592 mg und 515 mg Fe/kg TM bei einer Schnitthöhe über 7 cm. Mähwerke mit Mähaufbereiter wurden ab 2018 in ca. 25 % der Untersuchungen auf einer mittleren Seehöhe von 690 m, also in der Gunstlage, eingesetzt. Die durchschnittlichen Fe-Gehalte erreichten bei Mähaufbereitung 485 mg Fe/kg TM. Im Gegensatz dazu wurden Messerbalken-Mähwerke hauptsächlich in den hängigen Berglagen auf einer Seehöhe von ~1.100 m verwendet. Mit dieser Technik lagen die Fe-Gehalte im Durchschnitt deutlich höher bei 840 mg Fe/kg TM. In den Berglagen ist die verschmutzungsfreie Heuernte etwas schwieriger, d.h. hier wäre für die Betriebe Qualitätspotenzial vorhanden.

Die Selbsteinschätzung der Erdverschmutzung muss kritisch gesehen werden, weil bei sauberen Heupartien mit weniger als 500 mg Eisen/kg TM insgesamt 48 % der LandwirtInnen eine leichte und 2 % eine mäßige Verschmutzung einstufen. Bei Heuproben mit Fe-Gehalten von 500 bis 1.000 mg/kg TM, vermuteten 31 % keine Erde im Futter, obwohl die chemische Analyse eine leichte Verschmutzung anzeigte. Heu mit mehr als 1.000 mg Fe/kg TM gilt als mäßig bis stark verschmutzt. Hier traf die Selbsteinstufung nur bei 15 % der Proben zu, während 32 % eine verschmutzungsfreie Ernte anführten.

Die Auswertungen zu verschiedenen Mengen- und Spurenelementen beschränken sich in dieser Arbeit auf deskriptive Statistiken in *Tabelle 2*, sowie in den *Anhangtabellen 8 bis 10*. Einen umfangreicheren Überblick im Bereich der Mineralstoffe für das Grundfutter in Österreich bieten die Publikationen von RESCH et al. (2006), RESCH et al. (2009) bzw. RESCH (2011).

### 3.3 Management und Umwelt vs. Heuqualität

In der Heuproduktion Österreichs stammten 2022 insgesamt 97 % der Proben aus ÖPUL-Betrieben (*Tabelle 12*). An der ÖPUL-Maßnahme Silageverzicht nahmen 82 % teil, hier lag der Heuanteil in der Grundfutterration bei 94 %, während bei den übrigen Teilnehmern durchschnittlich 45 % Heuanteil gefüttert wurde. Im Jahr 2022 gingen nur 22 Heuproben aus Feldfutter ein, daher konnten in dieser Kategorie keine aussagekräftigen Auswertungen durchgeführt werden. Die mittlere Nutzungshäufigkeit auf den Flächen betrug, unabhängig von der Seehöhe, 3,9 Nutzungen/Jahr. Die mittlere Erntefläche lag bei 11,3 ha und reichte von 0,75 ha bis 40 ha. Im Durchschnitt wurden 17 m<sup>3</sup> Rindergülle in der Verdünnung 1:0,5 bis 1:1 ausgebracht. Der Möscha-Verteiler wurde mit 42 % am häufigsten angewendet, knapp gefolgt vom Prallkopf mit 37 %. Die bodennahe Gülleausbringung wurde zu 13 % mit dem Schleppschuh und von 3 % mittels Schleppschlauch durchgeführt. Die Schlitztechnik (Injektion) fand bei keinem Betrieb Anwendung. Rund 7 % verwendeten sonstige Ausbringungstechniken.

Die Abfrage der Düngung zur eingesendeten Heupartie zeigte, dass 79 % der Flächen mit Gülle, 10 % mit Stallmist/-kompost, 1,7 % mit Jauche, ca. 1 % mit sonstigen Düngern und ~9 % vorher gar nicht gedüngt wurden. Hinsichtlich Wirtschaftsdüngerresten im Heu gaben 85 % der Teilnehmer an, dass keine Reste enthalten waren, 14 % sahen wenig und 1 % eine mäßige Verunreinigung des Heus mit Wirtschaftsdüngern.

Die Uhrzeit am Erntetag wurde von über 71 % der Einsender so gewählt, dass der Bestand bei der Mahd abgetrocknet war. Bei der Mähtechnik setzten 25 % einen Mähaufbereiter ein, gleich viel wie 2018. Die Empfehlung der Schnitthöheneinstellung (> 5 cm bei Grünland, > 7 cm bei Feldfutter) wurde den Angaben zufolge von 98 % der Praktiker eingehalten. Der Großteil der Futterpartien wurde zwei bis dreimal gezettet. Rund 86 % der teilnehmenden Betriebe verfügten über eine Heubelüftung, davon 71 % mit einer Luftanwärmung. Das am meisten verbreitete Belüftungssystem war 2022 die Boxenbelüftung mit einem Bodenrost. Der Rundballenanteil nahm insgesamt 16 % ein, dieser war 2018 mit 12 % etwas geringer. Von den Ballenheupartien wurden 50 % mit einer Warmbelüftung getrocknet und 42 % als Bodenheu ohne Belüftung erzeugt (*Tabelle 12*). Die Energie für die Luftanwärmung kam bei 40 % der Anlagen im Jahr 2022 ausschließlich über eine Dachabsaugung, die übrigen Anlagen wurden über einen Luftentfeuchter bzw.



Ofen (Holz, Öl) und sonstige Techniken (Abwärme etc.) unterstützt. Die durchschnittliche Trockenboxfläche betrug 116 m<sup>2</sup> und die mittlere Schütthöhe war 3,9 m. Bei 84 % der Heupartien blieb die effektive Belüftungsdauer, laut den Angaben der Landwirte, unter 72 Stunden, wobei ~ 50 % die Belüftung zeitweilig durch eine Intervalltrocknung unterbrochen. Rund 66 % der belüfteten Heupartien wurden im Jahr 2022 aus der Trocknungsbox auf ein Heulager umgeschichtet.

Der mittlere Rundballendurchmesser betrug 133 cm, jener von Belüftungsballen 150 cm. Die LandwirtInnen gaben an im Durchschnitt 36 Ballen gleichzeitig belüften zu können. Die Rundballen wurden nur zu 28 % locker gepresst, 20 % pressten fest. Bei Belüftungsballen wurden 43 % locker gepresst. Bis auf eine Ballenpartie wurden alle unter Dach gelagert, dabei 50 % auf Betonboden, 22 % auf Holzboden und 22 % auf Holzpaletten. Bei 6 % wurden zwischen den gestapelten Ballen zusätzlich Holzpaletten gegeben. Der Löwenanteil von 94 % der Ballen wurde am Lager stirnseitig aufgestellt.

### 3.3.1 Heumanagement vs. chemische Qualitätsparameter

Der Einfluss von relevanten Umwelt- und Managementfaktoren auf Parameter der Futterqualität konnte für Heuproben mit Hilfe der mehrfaktoriellen GLM-Analyse zu 18 bis 61 % (R<sup>2</sup>) erklärt werden (Tabelle 3).

Tabelle 3: Effekte von Einflussfaktoren auf ausgewählte Inhaltsstoffe, Mineralstoffe und Nettoenergie Laktation von Heu in Österreich (LK-Heuprojekte 2007 bis 2022)

Parameter	XP	NDF	ADF	ADL	XZ	NEL	XA	Fe	Ca	P	S
Mittelwert	129,1	525,9	337,5	45,7	122,5	5,75	95,5	343	7,6	2,6	1,7
Standardfehler	6,0	16,0	10,7	2,6	7,8	0,12	6,8	115	0,55	0,17	0,16
<b>Kategorische Variablen</b>	<b>P-Werte</b>										
Jahr	0,000	0,004	0,021	0,000	0,007	0,000	0,000	0,098	0,000	0,000	
Bundesland	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,685	0,002	0,000	0,000	0,029
Hangneigung	0,077	0,599	0,218	0,486	0,326	0,415	0,920	0,065	0,319	0,559	0,328
Regen	0,864	0,876	0,544	0,231	0,857	0,581	0,080	0,091	0,217	0,916	0,392
<b>Managementfaktoren</b>											
Wirtschaftsweise	0,421	0,563	0,650	0,198	0,481	0,842	0,122	0,040	0,045	0,000	0,711
HKT (Siloverzicht)	0,446	0,517	0,560	0,347	0,119	0,083	0,416	0,042	0,029	0,423	0,119
Bestandesfeuchte	0,303	0,514	0,787	0,620	0,817	0,881	0,098	0,862	0,782	0,731	0,359
Mähzeitpunkt	0,373	0,160	0,041	0,002	0,001	0,041	0,295	0,738	0,434	0,020	0,835
Mähgerät	0,000	0,007	0,034	0,019	0,591	0,011	0,004	0,023	0,007	0,049	0,247
Schnitthöhe	0,891	0,785	0,482	0,707	0,381	0,468	0,780	0,679	0,820	0,262	0,665
Zetthäufigkeit	0,745	0,218	0,050	0,006	0,000	0,780	0,187	0,414	0,000	0,358	0,745
Nachtschwad	0,059	0,684	0,417	0,662	0,464	0,543	0,417	0,999	0,260	0,053	0,208
Dauer der Feldphase	0,523	0,426	0,248	0,231	0,218	0,011	0,729	0,734	0,265	0,054	0,041
Erntegerät	0,164	0,708	0,906	0,642	0,955	0,184	0,113	0,064	0,594	0,903	0,970
Trocknungsverfahren	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,252	0,170	0,607	0,000	0,019
<b>Regressionsvariablen</b>											
Seehöhe	0,000	0,038	0,789	0,733	0,427	0,003	0,209	0,055	0,877	0,036	0,686
Erntedatum	0,000	0,287	0,026	0,016	0,001	0,000	0,051	0,161	0,000	0,000	0,099
Rohaschegehalt	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,069
<b>Regressionsvariablen</b>	<b>Mittelwerte</b>										
Seehöhe [m über N.N.]	870	835	835	835	845	871	870	838	878	878	798
Erntedatum	2.6.	27.5.	28.5.	28.5.	30.5.	2.6.	2.6.	29.5.	2.6.	2.6.	26.5.
Rohaschegehalt [g/kg TM]	88	85	85	85	87	88		85	88	88	86
<b>Regressionskoeffizienten</b>											
Seehöhe (für 100 m)	1,20	-2,55	-0,22	-0,06	-0,42	0,02	0,42	-18,0	0,0	0,02	0,00
Rohaschegehalt (für 1 g)	0,18	-1,28	-0,72	-0,08	-0,54	0,00	-0,05	23,30	0,03	0,01	0,00
<b>Statistische Kennzahlen</b>											
R <sup>2</sup>	39,1	50,2	50,1	60,8	44,8	44,8	17,5	64,9	45,6	40,4	42,0
Anzahl Proben	949	354	354	354	716	941	948	639	885	885	155

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

Die Umweltfaktoren Jahr und Bundesland wirkten sich grösstenteils hoch signifikant ( $P < 0,01$ ) auf Inhalts- und Mineralstoffe aus, während die Seehöhe nur bei 4 von 11 Parametern einen signifikanten Effekt zeigte. Hangneigung und Regen hatten in allen abhängigen Variablen nur einen zufälligen Einfluss. BOESSINGER und PYTHON (2012) konnten ebenfalls einen signifikanten Jahreseffekt auf Inhaltsstoffe von belüftetem Dürrfutter in der Schweiz nachweisen.

In den Managementfaktoren zeichnete sich für die Variablen Bestandesfeuchte, Schnitthöhe, Nachtschwad und Erntegerät keine signifikante Wirkung ab. Die Wirtschaftsweise hatte einen Einfluss auf die Mineralstoffe Calcium, Phosphor und Eisen. Der Mähzeitpunkt wirkte signifikant auf Zucker, ADF sowie ADL und damit auch auf die Energiedichte

Tabelle 4: Qualitätsvergleich zwischen verschiedenen Heutrocknungsverfahren anhand von Mittelwerten in den einzelnen Aufwüchsen (LK-Heuprojekte 2010 bis 2022)

Parameter	Einheit	Aufwuchs	Bodentrocknung (ohne Belüftung)	Kaltbelüftung	Solar (Dachabsaugung)	Luftentfeuchter/Wärmepumpe	Holzofen (Hack-schnitzel, Pellets)	Ölfeuerung	Sonstige
Anzahl Proben		1.	325	482	406	162	100	73	42
		2.	299	331	306	114	73	46	21
		3.	62	96	176	78	47	13	14
		4.+	25	42	73	37	8	14	8
Rohprotein	g/kg TM	1.	96	106	117	121	116	127	114
		2.	127	131	137	136	133	140	139
		3.	152	153	156	156	150	152	157
		4.+	123	133	168	171	168	176	135
NDF	g/kg TM	1.	578	517	498	507	510	488	514
		2.	503	475	471	477	476	472	485
		3.	472	461	448	453	448	444	443
		4.+	401	450	438	448	417	423	455
Zucker	g/kg TM	1.	117	132	145	142	142	144	134
		2.	111	116	126	123	123	120	121
		3.	109	113	118	120	127	119	122
		4.+	129	123	122	121	141	131	137
NEL	MJ/kg TM	1.	5,34	5,58	5,83	5,83	5,75	5,91	5,73
		2.	5,43	5,52	5,63	5,61	5,51	5,61	5,58
		3.	5,66	5,67	5,76	5,77	5,77	5,63	5,80
		4.+	5,49	5,67	5,85	5,87	5,95	5,92	5,73
Rohasche	g/kg TM	1.	81	88	88	87	90	89	87
		2.	98	106	101	99	107	103	100
		3.	100	111	107	102	107	117	100
		4.+	92	98	111	106	125	113	88
Eisen	mg/kg TM	1.	529	589	569	537	515	539	532
		2.	653	644	611	609	818	569	671
		3.	596	741	580	565	611	527	298
		4.+	696	894	905	661	875	544	637
Phosphor	g/kg TM	1.	2,1	2,3	2,6	2,7	2,5	2,7	2,6
		2.	2,7	2,8	3,0	3,0	2,9	3,1	3,1
		3.	3,2	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,4
		4.+	2,6	2,9	3,4	3,3	3,4	3,1	3,0
Schimmelpilze Keimgruppe 5	KBE <sup>log</sup> /g FM	1.	6,1	5,6	5,6	5,0	4,6	5,4	5,6
		2.	5,8	5,0	4,6	5,4	4,9	5,6	5,6
		3.	5,7	5,5	4,1	4,6	5,1	4,5	4,1
		4.+		5,8	4,6	4,5		5,1	3,0

(NEL) im Heu. Die Zetthäufigkeit hatte einen ähnlichen Effekt wie der Mähzeitpunkt. Das Mähgerät hatte in den meisten Parametern eine starke Wirkung, insbesondere zeigten sich hier Differenzen zwischen Messerbalken und Mähaufbereitermäherwerk. Unter gleichgesetzten Bedingungen konnte das Erntegut mit Mähaufbereiter um 2,5 Stunden schneller eingefahren werden als jenes mit dem Messerbalken gemähte Futter. Das führte in der Folge zu etwas besserer Heuqualität beim Aufbereiterfutter in den Parametern Rohprotein, Gerüstsubstanzen und NEL (*Tabelle 11*).

### 3.3.2 Wirkung der Belüftungstrocknung auf die Heuqualität

In der statistischen Bewertung der Trocknungsverfahren brachten in qualitativer Hinsicht vor allem die Warmbelüftungssysteme signifikante Verbesserungen im Bereich Protein-, Gerüstsubstanzen-, Zucker- und Energiegehalte sowie beim Phosphorgehalt. Das Bodentrocknungsverfahren ohne Belüftung erwies sich insbesondere beim 1. Aufwuchs als das ungünstigste Konservierungsverfahren für Heu, weil hier gegenüber dem Warmbelüftungsheu der Erntezeitpunkt deutlich später erfolgte (*Tabelle 11*).

Nach WIRLEITNER et al. (2014) ist eine optimale Abstimmung der Belüftungstechnik (Lüfterleistung, Entfeuchter, etc.) auf die betrieblichen Anforderungen und die Einhaltung der Belüftungsregeln für eine energieeffiziente Trocknung essentiell.

Die effektive Belüftungsdauer war im 2. Aufwuchs (51,8 h) um durchschnittlich 2,4 Stunden kürzer als im 1. Aufwuchs (54,2 h) bzw. im 4. Aufwuchs (54,6 h). Die Belüftungsdauer wurde auch deutlich von der Futterstruktur beeinflusst. Stängelreicheres überständiges Heu mit sehr hohen NDF-Gehalten und wenig Rohprotein erforderte 36 h für die Trocknung, wogegen junges, blattreiches Heu mit geringeren NDF-Gehalten 60 h Trocknungszeit benötigte. Diese Tendenz wurde auch durch den Energiegehalt (NEL) bestätigt, mit zunehmender Energiedichte steigt die Trocknungsdauer. Optimal wäre Heu mit guten Proteingehalten und kurzer Belüftungsdauer. Schlecht ist Raufutter mit geringer Qualität und langer Belüftungsdauer, weil die Energieeffizienz sehr ungünstig wird und die Kosten je Qualitätseinheit steigen. Die Schütthöhe hatte in der Praxis nur einen zufälligen Effekt hinsichtlich Belüftungsdauer.

Eine differenzierte Untersuchung der Warmbelüftungssysteme ergab, dass im Mittel mit einer Dachabsaugung ~55,4 Stunden, mit Luftentfeuchtung 52,7 Stunden, mit Holzofen 51,5 Stunden und mit Ölofen 48,2 Stunden belüftet wurde. Heuballen wurden im Durchschnitt 39 Stunden lang belüftet.

### 3.4 Feld- und Lagerpilze in Heuproben

Im LK-Heuprojekt 2018 wurde mit der Untersuchung der Verpilzung von 600 Heuproben aus dem Heulager begonnen, um für eine breite Teilnehmerschaft eine neue Dimension der Bewertung von Heuqualität zu eröffnen. Mit der Fortführung der mikrobiologischen Analysen im LK-Heuprojekt 2022 können Art und Größenordnung der Verpilzung im Heu durch 456 Heuproben mit den vorhandenen Ergebnissen und Systemen validiert werden (*Tabelle 5*).

Im LK-Heuprojekt 2022 waren weder der verfügbare Wassergehalt im Erntegut, noch die Temperaturverhältnisse nach der Einlagerung bekannt, dennoch können die Keimzahlen und die nachgewiesenen Pilzarten einen gewissen Rückschluss auf die Verhältnisse der Heukonservierung geben. Bei geringeren Temperaturen und rasch schwindender Feuchtigkeit im Heulager werden tendenziell produkttypische Gattungen der Keimgruppe 4, also Hyphomyceten (*Acremonium*, *Cladosporien* u.a.) dominieren. Gelegentlich können auch toxinogene Pilze der Gattungen *Fusarium* und *Alternaria* auftreten. *Coelomyceten* sind nach WITTENBERG (1997) die wichtigste und häufigste Gattung der produkttypischen Feldflora.

Die Entwicklung von verderbanzeigenden Mikroorganismen der Lagerflora hängt primär vom Feuchtigkeitsgehalt des Heus im Zusammenwirken mit der Temperatur und der

Tabelle 5: Orientierungswerte des VDLUFA für produkttypische und verderbanzeigende Mikroorganismen in Grassilage und Raufutter, zusammengefasst zu Keimgruppen (KG) 1 bis 7 (VDLUFA 2012b)

Keimgruppen (KG)		Wichtige Indikatorkeime, u.a.	Orientierungswert Grassilagen	Orientierungswert Raufutter
	<b>Mesophile aerobe Bakterien</b>		<b>Mio. KBE/g</b>	<b>Mio. KBE/g</b>
KG 1	Produkttypische Bakterien	Gelbkeime, Pseudomonas, Enterobacteriaceae	0,2	30
KG 2	Verderbanzeigende Bakterien	Bacillus, Micrococcus	0,2	2
KG 3	Verderbanzeigende Bakterien	Streptomyceten	0,01	0,15
	<b>Schimmel- und Schwärzepilze</b>		<b>Tsd. KBE/g</b>	<b>Tsd. KBE/g</b>
KG 4	Produkttypische Pilze	Schwärzepilze, Acremonium, Fusarium, Aureobasidium, Verticillium	5	200
KG 5	Verderbanzeigende Pilze	Aspergillus, Penicillium, Scopulariopsis, Wallemia	5	100
KG 6	Verderbanzeigende Pilze	Mucorales, Rhizopus	5	5
	<b>Hefen</b>		<b>Tsd. KBE/g</b>	<b>Tsd. KBE/g</b>
KG 7	Verderbanzeigende Hefen	alle Gattungen	200	150

\*KBE = kolonienbildende Einheiten je g Frischmasse (FM)

Effektivität der Belüftung ab (REISS 1986). Eine verderbanzeigende Lagerpilzflora wird in der Regel von einer geringeren Artenvielfalt gekennzeichnet. Sporenbildende Pilze wie *Wallemia sebi* bzw. *Aspergillus glaucus* oder *Mucorales* treten häufig bei Feuchtigkeiten von 20 bis 25 % und Temperaturen bis maximal 35 °C dominant in Erscheinung (ADLER et al. 2014).

Wir konnten im Jahr 2022 prinzipiell bestätigen, dass sich die Artenvielfalt wie 2018 bei zwei Drittel der untersuchten Proben auf drei bis vier Pilzarten beschränkte. Insgesamt kamen 13 Pilzspezies 2022 vor, während 2018 noch 16 Spezies auftraten. Die maximale Anzahl von Pilzarten je Probe betrug sieben verschiedene Spezies (Tabelle 6). Von der Feldflora waren am häufigsten *Coelomyceten*, *Fusarien*, *Cladosporien* sowie *Aureobasidien* dominant. In 80 % der Heuproben war eine Feldpilzart aus Keimgruppe 4 der dominierende Pilz. Trat eine Lagerpilzflora in Erscheinung, waren insbesondere *Aspergillus glaucus* und *Wallemia sebi* dominant, *Aspergillus fumigatus* und *Aspergillus niger* traten

Tabelle 6: Identifizierte Pilzarten der VDLUFA-Keimgruppen 4 bis 6 im Heu aus österreichischen Praxisbetrieben und deren Häufigkeit in der Dominanz des Auftretens (LK-Heuprojekt 2022)

KG	Spezies	Anzahl an Proben und Dominanz (Stetigkeit) der Spezies						
		Rang 1	Rang 2	Rang 3	Rang 4	Rang 5	Rang 6	Rang 7
4	<i>Coleomyceten</i>	189	132	49	14	5	1	0
4	<i>Cladosporien</i>	66	53	102	43	15	1	0
4	<i>Fusarien</i>	62	149	111	33	5	0	0
4	<i>Aureobasidium</i>	14	20	45	56	17	0	0
4	<i>Alternaria</i>	0	1	1	13	5	1	0
4	<i>Acremonium</i>	0	0	1	10	1	0	0
5	<i>Aspergillus glaucus</i>	56	38	44	45	9	0	0
5	<i>Wallemia</i>	48	16	17	10	15	7	1
5	<i>Aspergillus fumigatus</i>	0	12	6	2	0	0	0
5	<i>Aspergillus niger</i>	1	0	7	8	4	1	0
5	<i>Penicillien</i>	0	0	0	1	0	0	0
6	<i>Mucor</i>	1	6	4	6	8	2	0
6	<i>Rhizopus</i>	0	2	4	1	0	0	0
Summe		437	429	391	242	84	13	1

weniger auffällig in Erscheinung. In ~25 % der Heuproben konnte ein sporenbildender Verderbanzeiger aus Keimgruppe 5 die Flora dominieren. *Mucorales* (Keimgruppe 6) kamen nur in einem Fall als dominanteste Art zur Geltung. Das liegt daran, dass diese Pilze auf den Nährböden schlechter anwachsen und die Keimzahlen wesentlich geringer sind als bei sporenbildenden Pilzen. Der Orientierungswert (OW) für *Mucorales* liegt deswegen bei 5.000 KBE/g FM, um diesem Umstand Rechnung zu tragen.

Zur Verpilzung von Heuproben aus dem Jahr 2022 kann gesagt werden, dass rund 94 % der vorliegenden Keimzahlen die VDLUFA-Orientierungswerte in den Keimgruppen (KG) 4, 5 und 6 um weniger als das 10-fache überschritten haben. Im Vergleich dazu lag das Beobachtungsjahr 2018 mit 91 % geringfügig schlechter (Abbildung 9). Eine mehr als 10-fache Überschreitung in KG 4, KG 5 oder KG 6 wird als Keimzahlstufe IV bewertet. Diese Qualitäten werden in der Futtermittel-Hygieneverordnung (EG VO 183/2005) als verdorben deklariert und sind somit von Rechts wegen nicht für den Verkauf zulässig. Von allen Heuproben 2022 waren insgesamt 63 % futterhygienisch einwandfrei, d.h. hier lag keine Überschreitung des Orientierungswertes in den drei Pilz-Keimgruppen 4, 5 und 6 vor.

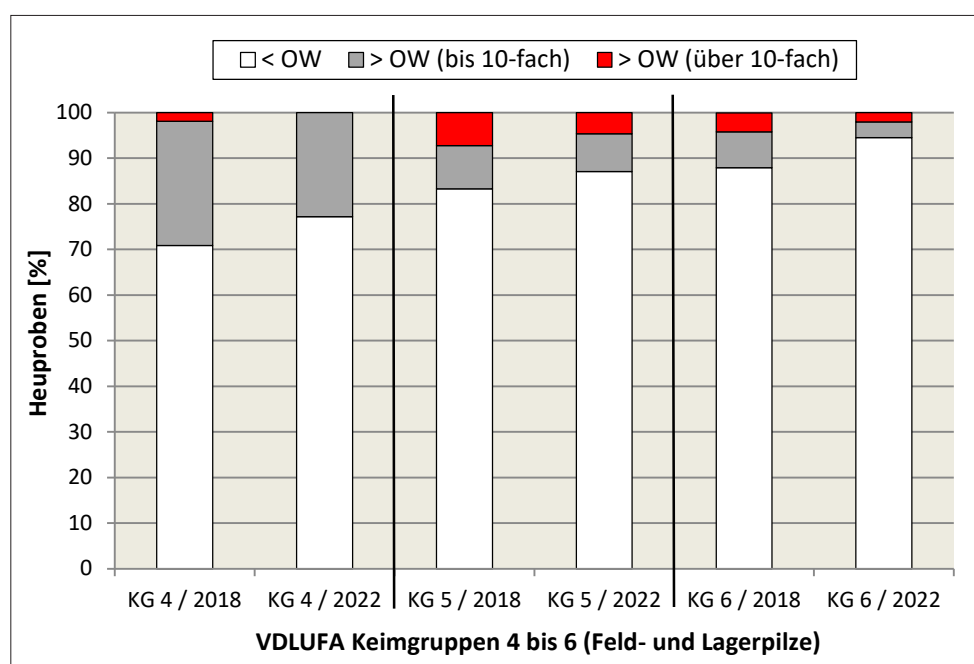


Abbildung 9: Pilz-Keimgruppen im Heu nach VDLUFA (2012b) und deren relative Häufigkeiten in Bezug auf Orientierungswerte (LK-Heuprojekte 2018 und 2022)

Tabelle 7: Keimzahlen und Standardabweichungen von Feld- und Lagerpilzen in Heuproben aus Österreich in Bezug auf die VDLUFA-Keimgruppen (LK-Heuprojekt 2022)

VDLUFA-Orientierungswert (OW)		< OW			> OW (bis 10-fach)			> OW (über 10-fach)		
Zuordnung	Keimgruppe (KG)	Median	Std.abw.	% Proben	Median	Std.abw.	% Proben	Median	Std.abw.	% Proben
OW für KG 4	4	50.000	60.607	76,2	322.000	206.471	23,8	-	-	-
	5	2000	1.398.330		0	1.793.950		-	-	
	6	0	26.243		0	47.147		-	-	
OW für KG 5	4	90.000	154.117		100.750	250.889		45.000	285.271	
	5	0	17.565	86,5	309.000	203.739	8,7	3.910.000	4.462.240	4,8
	6	0	5.164		0	73.533		0	109.961	
OW für KG 6	4	90.000	174.559		85.000	63.357		200.000	188.945	
	5	0	1.521.550		22.000	73.533		442.000	1.626.510	
	6	0	225	94,3	8.000	3.883	3,7	99.000	155.252	2,0

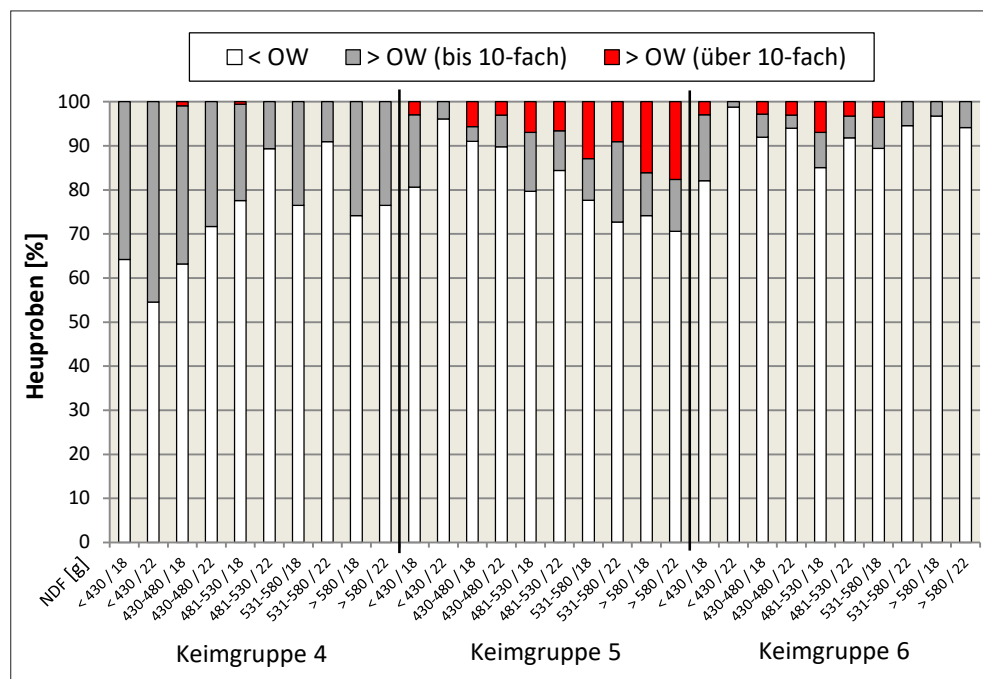
Die mittleren Keimzahlen der Feld- und Lagerpilzflora werden mit dem Median dargestellt, weil die teils extrem hohen Keimzahlen den arithmetischen Mittelwert verzerren würden. *Tabelle 7* bietet neben *Abbildung 9* einen allgemeinen Überblick zur mikrobiologischen Situation der Heuproben aus dem LK-Heuprojekt 2022 in Österreich innerhalb von Keimzahlstufen. Die aktuellen Keimzahlen bestätigen im Großen und Ganzen die Situation aus dem Projektjahr 2018 (RESCH und STÖGMÜLLER 2019). Mit dem Auftreten von Verderb durch Schimmelpilze der Keimgruppe 5 in der Keimzahlstufe 4 (Überschreitung OW > 10-fach bzw. > 1 Mio. KBE/g FM) konnte ähnlich wie 2018 eine deutliche Reduktion der Feldpilze beobachtet werden.

Nach GRUBER et al. (2018) kann eine Beziehung vom Erntezeitpunkt zu den Gerüstsubstanzen NDF, ADF und ADL gezogen werden. Der Anteil an verderbanzeigenden Pilzen mit sehr hohen Keimzahlen (KG 5 > 1 Mio. KBE/g FM) stieg tendenziell mit zunehmendem NDF-Gehalt (*Abbildung 10*). Der Eisengehalt (Fe) als guter Parameter zur Einstufung des Verschmutzungsgrades mit Erde (RESCH et al. 2013) zeigte in der Auswertung, dass dessen Zunahme tendenziell einen erhöhenden Effekt auf die Keimzahlen in den Keimgruppen 4 und 5 bewirkte (Anhang *Abbildung 14*). Nach RESCH et al. (2014a) konnte nachgewiesen werden, dass die OM-Verdaulichkeit negativ durch sporenbildende Schimmelpilze der Keimgruppe 5 beeinflusst wurde. Dahingehend wurden Futterbewertungssysteme bis dato kaum untersucht, aber es würde absolut Sinn ergeben, die Futterhygiene stärker in solche Bewertungssysteme zu integrieren. Inwieweit sich das Management auf die Futterhygiene auswirkt, wird im nachfolgenden Punkt beschrieben.

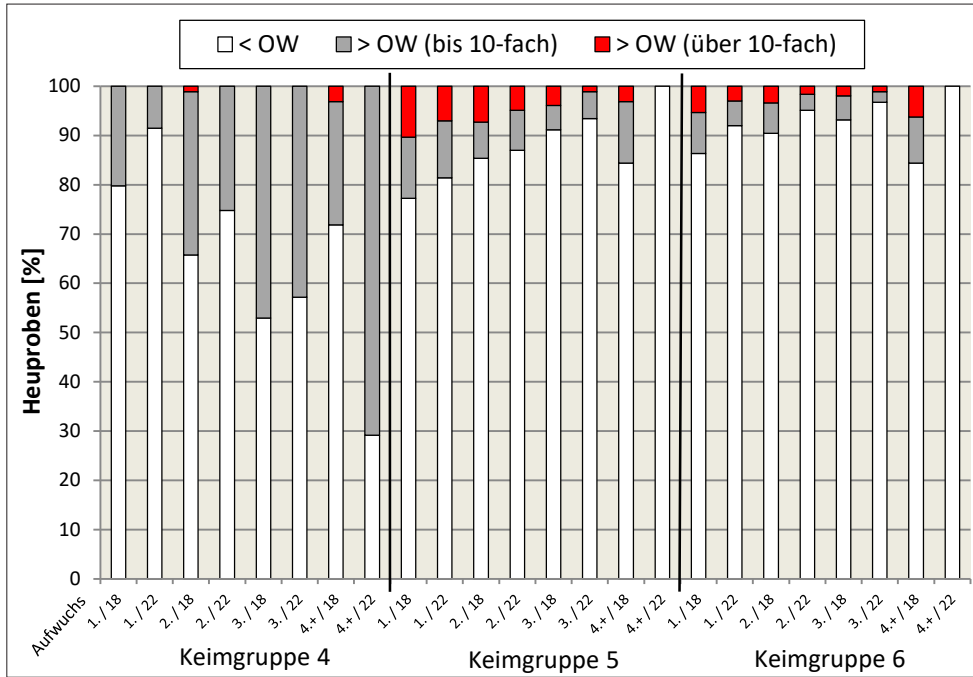
Nach STRAUß und SCHOCH (2003) kann fehlerhaftes Management, wie Schnittzeitpunkt, Mahd bei zu geringer Schnitthöhe, Pressdichte bei Ballen etc., zu einer Beeinträchtigung der mikrobiologischen Qualität des Erntegutes führen. In den folgenden Ausführungen werden Tendenzen bei einigen Umwelt- und Managementfaktoren in Verbindung mit der Feld- bzw. Lagerpilzflora beschrieben.

Mit zunehmender Seehöhe nahm der Anteil an Heuproben mit höheren Keimzahlen bei produkttypischen (KG 4) und bei verderbanzeigenden Pilzen (KG 5 und 6) leicht zu, wobei sich der Trend im Jahr 2018 etwas klarer abzeichnete als 2022 (Anhang *Abbildung 13*). Beim 1. Aufwuchs im Frühjahr konnten tendenziell höhere Keimzahlen in der Lagerflora (KG 5 und 6) bzw. niedrigere in der Feldflora (KG 4) beobachtet werden. Im Sommer veränderte sich diese Tendenz hin zu höheren Keimzahlen in KG 4 und geringeren Werten in

Abbildung 10: Einfluss des NDF-Gehaltes auf die Pilzflora-Keimgruppen bzw. die VDLUFA-Orientierungswerte (OW) von Heu (LK-Heuprojekte 2018 und 2022)



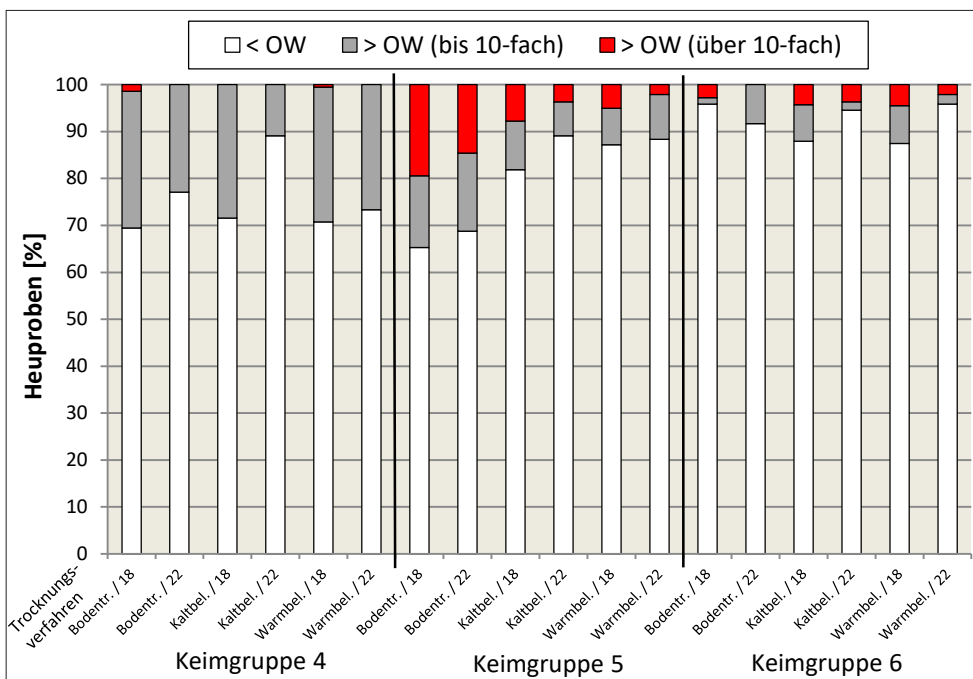




der Lagerflora des 2. bzw. 3. Aufwuchses (Abbildung 11). Im Jahr 2022 verlief der Trend bis zum 4. + Folgeaufwüchse linear weiter.

In der multifaktoriellen GLM-Analyse der Heuproben 2022 hatten die Art des Wirtschaftsdüngers, die Gülleverdünnung und das Gülle-Ausbringungsverfahren (boden-nahe, Mösche, Prallkopf) keinen signifikanten Einfluss auf die Keimzahlen von Feld- und Lagerpilzen.

Das Trocknungsverfahren hatte in punkto Verpilzung auf die untersuchten Heuproben nur in Keimgruppe 5 einen tendenziellen Einfluss, der sich im Jahr 2022 bestätigte. Wir konnten feststellen, dass sich die Heubelüftungstrocknung gegenüber der Boden-trocknung ohne Belüftung in der Feldpilzflora (KG 4) und bei den *Mucorales* (KG 6) nicht



unterschied. Allerdings zeigte sich bei den sporenbildenden Lagerpilzen (KG 5), dass bei Bodentrocknung ein deutlich höherer Probenanteil hohe bis sehr hohe Keimgehalte aufwies (Abbildung 12). Der Anteil von 15-20 % Bodenheuproben in Keimzahlstufe 4 zeigt, dass fast jede 5. Bodenheucharge nicht verkaufsfähig ist, weil diese als verdorben deklariert werden muss! Mit der Kaltbelüftung ging der Anteil hoher Keimgehalte schon deutlich zurück und mit Hilfe der Warmbelüftung konnten die Keimzahlen von KG 5 im Trend nochmal reduziert werden.

Die effektive Belüftungsdauer wurde im LK-Heuprojekt 2018 und 2022 abgefragt und auch hinsichtlich Auswirkung auf die Heuverpilzung ausgewertet. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass sich im Jahr 2018 in den VDLUFA-Keimgruppen 4 bis 6 mit zunehmender Belüftungsdauer die Anzahl der Proben mit höheren Keimzahlen erhöhten (Anhang Abbildung 15). Der Anteil an sporenbildenden Pilzen (KG 5 > 1 Mio. KBE/g FM; KG 6 > 50.000 KBE/g FM) stieg insbesondere deutlich ab einer Belüftungsdauer über 72 Stunden an. Im Jahr 2022 waren hinsichtlich Belüftungsdauer kaum Effekte auszumachen.

Bei der Heuernte wurden je nach Ausmaß der Trocknungsbox und der Futtermenge entsprechende Heustockhöhen erreicht. Im LK-Heuprojekt 2018, wie auch 2022, betrug die maximale Heustockhöhe neun Meter. Ein tendenzieller Einfluss der Stockhöhe auf die Verpilzung zeigte sich in der Form, dass mit Zunahme der Stockhöhe die Keimzahlen in den Keimgruppen 4 bis 6 im Jahr 2018 zunahm (Anhang Abbildung 16). Im Jahr 2022 war der Trend der Keimzahlzunahme bei höheren Heustöcken nicht so klar ersichtlich.

### 3.4.1 Auffälligkeiten bei stark verpilzten Heuproben

Aus den mikrobiologischen Auswertungen von ~1.056 Heuproben von Praxisbetrieben aus den Jahren 2018 und 2022 sind für die Landwirte, Beratung, Lehre und Forschung einige Tendenzen herausgearbeitet worden, welche das Bewusstsein hinsichtlich Futterhygiene verbessern können. Nachdem insbesondere Heupartien mit hohen Keimzahlen (> 10-fach über VDLUFA-Orientierungswert [OW]) an verderbanzeigenden Lagerpilzen der Keimgruppen 5 und 6 eine Belastung für Nutztier und Mensch darstellen können, werden nachstehend markante Auffälligkeiten derartiger Heuproben besprochen. Die hohen OW-Überschreitungen in Keimgruppe 5 bzw. 6 waren im Projektjahr 2022 deutlich geringer ausgeprägt als 2018. Für die nachstehenden Aussagen sind die Proben aus 2018 in der Mehrheit. Prinzipiell bestätigen die stark verpilzten Heuproben 2022 die Trends aus dem Jahr 2018.

Keimgruppe 4 (Feldpilze): > 10-fach über OW

Hohe Keimzahlen an Feldflora (KG 4 > 2 Mio. KBE/g FM) waren auch inkl. dem Jahr 2022 nur in 3 Fällen zu verzeichnen, d.h. extrem hohe Keimzahlen an Feldpilzen kommen in Heuproben selten vor. Zur tiergesundheitslichen Relevanz von sehr hohen Feldpilzkeimzahlen bei Futtervorlage für Rinder können an dieser Stelle keine Aussagen getroffen werden, weil dazu keine veröffentlichten Untersuchungen zur Verfügung stehen. Der erhöhte bzw. überhöhte Keimgehalt kann auch einer sehr kurzfristig nach der Ernte durchgeführten Analyse geschuldet sein. Da die Feldpilze mit zunehmender Lagerdauer absterben, reduziert sich somit der Keimgehalt.

Keimgruppe 5 und 6: > 10-fach über OW

Insgesamt 1,5 % der Fälle aus 2018 inkl. 2022 fielen in diese Kategorie. Im Durchschnitt waren in diesen Proben 73 % der Pilze Sporenbildner der KG 5 (*Aspergillus glaucus*, *Wallemia sebi*, *Aspergillus fumigatus*) bzw. 10 % der KG 6 (*Mucorales*). Die Feldflora (KG 4) nahm mit durchschnittlich 17 % nur einen kleinen Anteil an der Pilzkeimzahl ein. Diese Heuproben wurden im Schnitt auf größerer Seehöhe (960 m) produziert, sie stammen zu 50 % vom 1. Aufwuchs. Außerdem war ersichtlich, dass über 50 % dieser Proben erhöhte Eisengehalte aufwiesen und damit eine Futterverschmutzung mit Erde. Zwei Drittel der besagten Proben wurden mittels Warmbelüftung getrocknet, davon die meisten mit Dachabsaugung ohne zusätzliche Beheizung oder Entfeuchtung. Die durchschnittliche Belüftungsdauer betrug 67 Stunden.

Keimgruppe 5: > 10-fach über OW und Anteil *Wallemia sebi* > 50 %

In diese Kategorie fielen 6,2 % der Fälle. Zwei Drittel dieser Heupartien wurden über die Bodentrocknung ohne Belüftung konserviert. Die belüfteten Heuproben stammen hier größtenteils von Rundballen. Über 50 % der Proben enthielten überhöhte Eisengehalte und damit eine erdige Verschmutzung.

Keimgruppe 6: > 10-fach über OW

In dieser Kategorie waren 3,2 % der Fälle aus 2018 inkl. 2022 vertreten. Alle betroffenen Heuproben lagen außerdem mit den Keimzahlen in Keimgruppe 5 über dem Orientierungswert. Im Durchschnitt enthielten diese Proben 5 Pilzarten, also deutlich mehr als Proben unterhalb des OW. Auffällig war, dass 87 % dieser Heupartien aus Warmbelüftungen stammen und die geerntete Fläche mit durchschnittlich 14,3 ha verhältnismäßig groß war. Die mittlere Schütthöhe von 4,1 m und die effektive Belüftungsdauer mit 70 Stunden waren ebenfalls über dem durchschnittlichen Niveau. Der Anteil an Proben mit erdiger Verschmutzung (Fe > 500 mg/kg TM) war bei diesen Heuproben 70 %.

## 4. Fazit für die Praxis und Ausblick

In Österreich bewirkte die Intensivierung der Auseinandersetzung mit der Grundfutterqualität in der Praxis nach 20 Jahren LK-Grundfutterprojekten, dass die Silage- und Heukonservierung heute mit einem erhöhten Qualitätsbewusstsein und tendenziell steigender Professionalität durchgeführt wird. Beispielsweise verfügen 84 % der Heuprojektteilnehmer über eine Heubelüftungsanlage, 58 % mit Luftanwärmung. Dieser Umstand ermöglichte offensichtlich die Ausnutzung von kürzeren Sonnenfenstern und dadurch eine um durchschnittlich 11 Tage frühere Ernte als mit der traditionellen Bodentrocknung. Besseres Management wirkte sich gemeinsam mit einem früheren Schnitzeitpunkt auf die Heuqualität und in der Folge auf die tierischen Leistungen positiv aus.

Die routinemäßigen Laboruntersuchungen entwickeln sich mit dem technischen Fortschritt weiter, dadurch stehen den LandwirtInnen heute deutlich mehr und detailliertere Parameter für Aufträge zur Auswahl. Beispielsweise kann Rohprotein als grober Maßstab für die gesamten N-Verbindungen im Futter bei Bedarf durch die Proteinfaktionen nach LICITRA et al. (1996) bzw. das Update zu Proteinfaktionen nach VAN AMBURGH et al. (2013) bzw. HIGGS et al. (2015) ergänzt werden. Die neuen GfE-Bedarfsnormen für Milchkühe stehen kurz vor Veröffentlichung und hier werden zukünftig detailliertere Parameter der Proteinqualität berücksichtigt werden (SÜDEKUM 2023). Die Aufgabe von zukünftigen LK-Grundfutterprojekten wird es auch sein auf neue Bewertungsverfahren, wie z.B. Proteinqualität, Rücksicht zu nehmen und entsprechende Schwerpunktuntersuchungen zu setzen. Praxisdaten zu „neuen“ Untersuchungsparametern ermöglichen relevante Auswertungen zur Qualitätsverbesserung, um in der Folge Beratung und Praxis auf Neuerungen besser und zielorientiert einstimmen zu können.

Die Gerüstsubstanzeanalyse zeigte bisher insbesondere im ADF- und Ligningehalt, dass viele Silage- und Heupartien aus Dauerwiesenfutter stängelreicher bzw. blattärmer waren und damit eine schlechtere Verdaulichkeit und Nettoenergie aufwiesen. Die Eisenuntersuchung verbesserte in Kombination mit der Rohascheanalyse die Bewertung des Verschmutzungsgrades deutlich und brachte hervor, dass die Erdverschmutzung bei 15 % ein Problem und bei weiteren 30 % der Silage- und Heuproben ein Thema ist, wo noch Qualitätspotential von den Landwirten zu holen wäre.

In der Bewertung der Futterhygiene fiel auf, dass 63 % der untersuchten Heuproben aus 2018 bzw. 2022 in die erste Qualitätsstufe (Keimzahlstufe I) fielen und damit einwandfrei waren. Speziell bei Heuproben mit folgenden Eigenschaften traten höhere Keimzahlen bei verderbanzeigenden Lagerpilzen auf: erster Aufwuchs, höhere Lagen, höhere Stängelanteile, Futtermittelverschmutzung, Bodentrocknung, höhere Schütthöhe am Heustock sowie Belüftungsdauer ab ca. 72 Stunden. Die mikrobiologische Befundung zeigte uns aber auch, dass Heupartien mit bester Qualität aus der chemischen Analyse dennoch

futterhygienisch als verdorben eingestuft werden mussten, weil die Keimzahlen an verderbanzeigenden Schimmelpilzen mehr als 10-fach über dem VDLUFA-Orientierungswert lagen. Hier waren auch Heuproben aus Warmbelüftungsanlagen betroffen, d.h. auch bei guter Belüftungstechnik können unter ungünstigen Bedingungen futterhygienische Probleme in einzelnen Heupartien auftreten.

Das LK-Heuprojekt 2022 zeigte uns, dass eine aussagekräftige Futterqualitätsbewertung von Grundfutterkonserven auf hohem Niveau idealerweise eine Kombination von chemischer und mikrobiologischer Laboranalyse sowie von einer organoleptischen, sensorischen Beurteilung beinhalten müsste, um gesicherte gesamtheitliche Aussage zum Futter- bzw. Fütterungswert treffen zu können.

## 5. Danksagung

Von 2007 bis 2022 wurden bisher sechs bundesweite LK-Heuprojekte in einer effizienten Zusammenarbeit von Heubauern, Beratungsdienst der Landwirtschaftskammern (LK-Fütterungsreferenten, Arbeitskreise Milchproduktion, Fütterungsberatung), Futtermittellabor Rosenau der LK Niederösterreich, Maschinenring Tirol, LKV, ARGE Heumilch Österreich und Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG) unter Koordination der HBLFA Raumberg-Gumpenstein erfolgreich durchgeführt, um die aktuelle Situation der Raufutterqualität in Österreich untersuchen zu können. Ein besonderer Dank ergeht an dieser Stelle dem Team des Futtermittellabors Rosenau, welches im Jahr 2022 für die Durchführung der Analytik von 456 Heuproben verantwortlich war und den großen Aufwand der mikrobiologischen Untersuchungen wieder großartig gestemmt hat. Die Ergebnisse dieser Arbeit sind eine wichtige Grundlage und Orientierungshilfe für die gesamten Heumilchbauern, die Beratung und Lehre. Aus den erarbeiteten Erkenntnissen können Wege aufgezeigt werden, die eine Verbesserung der Heuqualität ermöglichen. Allen teilnehmenden LandwirtInnen und den Projektmitarbeitern sei an dieser Stelle für ihr Engagement herzlich gedankt.

## 6. Literatur

ADLER, A., 2002: Qualität von Futterkonserven und mikrobielle Kontamination. 8. Alpenländisches Expertenforum zum Thema Zeitgemäße Futterkonservierung, BAL Gumpenstein, 17-26.

ADLER, A., P. KIROJE, E.V. REITER und R. RESCH, 2014: Einfluss unterschiedlicher Trocknungsverfahren auf die Futterhygiene von Raufutter. 19. Alpenländisches Expertenforum zum Thema „Futterkonservierung - Aktuelle Entwicklungen in der Silage- und Heuproduktion“, Gumpenstein, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 57-69.

BMLRT, 2021: Österreichische Eiweißstrategie. Abschlussbericht Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT), Wien 2021, 53 S.

BML, 2022: Grüner Bericht 2022 – Die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML), Wien 2022, 308 S.

BMLRT, 2022: Richtlinien für die sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland, 8. Auflage 2022, Wien, 184 S.

BOESSINGER, M. und P. PYTHON, 2012: Faktoren mit Einfluss auf die Nähr- und Mineralstoffgehalte von belüftetem Dürrfutter. Agrarforschung Schweiz 3, 36-43.

DACCORD, R., Y. ARRIGO, B. JEANGROS, J. SCEHOVIC, F.X. SCHUBIGER und J. LEHMANN, 2001: Nährwert von Wiesenpflanzen: Gehalt an Zellwandbestandteilen. Agrarforschung Schweiz 8, 180-185.

DIEPOLDER, M. und S. RASCHBACHER, 2013: Genug Schwefel im Grünland? Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 5 S.

DLG, 1997: Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 7. erweiterte und Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 212 S.

EG, 2005: Verordnung (EG) Nr. 183/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Januar 2005 mit Vorschriften für die Futtermittelhygiene.

FRITZ, C., 2018: Ansatz zu einem ganzheitlichen Vergleich der Kosten und Erlöse von Bodenheu, Belüftungsheu und Grassilage. Bericht 45. Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 75-90.

GfE, 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 135 S.

GRUBER, L., A. STEINWIDDER, T. GUGGENBERGER und G. WIEDNER, 1997: Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 7. Auflage, LFZ Raumberg-Gumpenstein.

GRUBER, L., A. SCHAUER, J. HÄUSLER, A. ADELWÖHRER, M. URDL, K.-H. SÜDEKUM, F. WIELSCHER und R. JAGER, 2011: Einfluss des Vegetationsstadiums von Wiesenfutter auf Verdaulichkeit, Futteraufnahme und Milcherzeugung. Bericht 38. Viehwirtschaftliche Fachtagung zum Thema „Züchtung, Rindfleisch und Mutterkühe, Forschungsergebnisse LFZ, Fütterungstechnik“, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 43-66.

GRUBER, L., R. RESCH und G. STÖGMÜLLER, 2018: Den Wert des Grundfutters an den Gerüstsubstanzen erkennen. ÖAG-Info 1/2018, Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG), Irdning-Donnersbachtal, 12.

GUGGENBERGER, T., G. STÖGMÜLLER, L. GRUBER, S. GAPPMAIER und G. TERLER, 2022: Die Grundfutterqualität in Österreich von 1985 bis 2021 und ihre räumlichen Unterschiede in den Kleinproduktionsgebieten, 7-45. In: Abschlussbericht Forschungsprojekt Update Futterwert (DaFNE 101150), HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 98 S.

HIGGS, R., L. CHASE, D. ROSS und M. VAN AMBURGH, 2015: Updating the Cornell Net Carbohydrate and Protein System feed library and analyzing model sensitivity to feed inputs. J. Dairy Sci. 98, 6340-6360.

KASPERSSON, A., R. HLÖDVERSSON, U. PALMGREN und S. LINDGREN, 1984: Microbial and biochemical changes occurring during deterioration of hay and preservative effect of urea. Swedish J. Agric. Research 14, 127-132.

LICITRA, G., T.M. HERNANDEZ und P.J. VAN SOEST, 1996: Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. Anim. Feed Sci. and Technol. 57, 347-358.

PÖLLINGER, A., 2014: Heutrocknungsverfahren im Vergleich. 1-10. In: Gruber, L., Pöllinger, A., Resch, R., Velik M., Adler, A. (2014): Abschlussbericht Heuprojekt Nr. 2371, Einfluss des Konservierungsverfahrens von Wiesenfutter auf Nährstoffverluste, Futterwert, Milchproduktion und Milchqualität. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 66 S.

REISS, J., 1986: Schimmelpilze – Lebensweise, Nutzen, Schaden, Bekämpfung, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York/Tokyo, 230 S.

RESCH, R., 2011: Raufutterqualität auf österreichischen Betrieben, Abschlussbericht der wissenschaftlichen Tätigkeit „Praxisheu“, Nr. 3583 (DaFNE 100683), LFZ Raumberg-Gumpenstein, 56 S.

RESCH, R., 2014: Auswirkungen unterschiedlicher Trocknungsverfahren auf die Raufutterqualität. 19. Alpenländisches Expertenforum zum Thema „Futterkonservierung - Aktuelle Entwicklungen in der Silage- und Heuproduktion“, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 45-53.

RESCH, R., 2022a: Grundfutterbilanz Österreich für das Wirtschaftsjahr 2021/2022. Zusammenstellung von Flächen-, Ertrags- und Qualitätsdaten zur Grundfuttersituation 2021 für die Statistik Austria, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal.

RESCH, R., 2022b: Vermeidung von Qualitäts- und Massenverlusten als Schlüssel zur Verbesserung von Silagen und Heu. Bericht 12. Fachtagung für Schafhaltung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 35-56.

RESCH, R., T. GUGGENBERGER, G. WIEDNER, A. KASAL, K. WURM, L. GRUBER, F. RINGDORFER und K. BUCHGRABER, 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. Überarbeitete Neuauflage 10/2017, Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG), Irdning-Donnersbachtal, 20 S.

RESCH, R., K. BUCHGRABER, E.M. PÖTSCH, L. GRUBER, T. GUGGENBERGER, und G. WIEDNER, 2009: Mineralstoffe machen das Grund- und Kraftfutter wertvoll. Der fortschrittliche Landwirt 15, ÖAG-Sonderbeilage Info 8/2009, 59-66.

RESCH, R., G. WIEDNER, K. BUCHGRABER, J. KAUFMANN und E.M. PÖTSCH, 2013: Bedeutung des Eisengehaltes als Indikator für die Futtermittelverschmutzung von Grünlandfüttermitteln. ALVA-Jahrestagung 2013 zum Thema „Pflanzenschutz als Beitrag zur Ernährungssicherung“, Klosterneuburg, LFZ für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen (ALVA), 23. und 24. Mai 2013, 86-88.

RESCH, R., A. ADLER und E.M. PÖTSCH, 2014a: Impact of different drying techniques on hay quality. 16<sup>th</sup> International Symposium Forage Conservation, Brno, Mendel University Brno, June 3-6, 2014, 27-38.

RESCH, R., P. FRANK, G. STÖGMÜLLER, F. TIEFENTHALLER, G. PERATONER, A. ADLER, J. GASTEINER und E.M. PÖTSCH, 2014b: Futtermittelverschmutzung mit Erde - Ursachen, Erkennung und Auswirkungen. Landwirt ÖAG-Sonderbeilage 5/2014, 1-16.

RESCH, R., G. PERATONER, G. ROMANO, H.-P. PIEPHO, A. SCHAUMBERGER, A. BODNER, K. BUCHGRABER und E.M. PÖTSCH, 2015: Der Pflanzenbestand als Basis hoher Futterqualität im Grünland. 20. Alpenländisches Expertenforum zum Thema Bedeutung und Funktionen des Pflanzenbestandes im Grünland, Irdning, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 61-75.

RESCH, R. und G. STÖGMÜLLER, 2017: Zellwandbestandteile im österreichischen Grundfutter. ALVA-Jahrestagung 2017 zum Thema „Zukunft Obstbau“, Waldkirchen am Wesen, Seminarhotel Wesenufer, Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen (ALVA), 22.-23. Mai 2017, 250-252.

RESCH, R. und G. STÖGMÜLLER, 2019: Heuqualität auf österreichischen Praxisbetrieben unter besonderer Berücksichtigung der Feld- und Lagerpilzflora, Bericht 46. Viehwirtschaftliche Fachtagung zum Thema Milchviehfütterung, Herdenmanagement, Rindermast, Grundfutterqualität, Silomaisfütterung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 111-132.

STÖGMÜLLER, G. und R. RESCH, 2017: Durch Futteruntersuchungen Potentiale in der Fütterung nutzen. ÖAG-Info 5/2017, 16 S.

STRAUB, G. und M. SCHOCH, 2003: Veränderung der mikrobiologischen Heu- und Strohqualität in Rheinland-Pfalz. 115. VDLUFA-Kongress, Saarbrücken, Kurzfassungen der Referate, 152-153.



SÜDEKUM, K.-H., 2023: Aktuelle Entwicklungen in der Energie- und Proteinbewertung für Wiederkäuer. Bericht 50. Viehwirtschaftliche Fachtagung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 115-121.

UNDI, M., K. WITTENBERG und N. HOLLIDAY, 1997: Occurrence of fungal species in stored alfalfa forage as influenced by moisture content at baling and temperature during storage. Canadian J. Anim. Sci. 77, 95-103.

VAN AMBURGH, M.E., A. FOSKOLOS, E. COLLAO-SAENZ, R. HIGGS und D.A. ROSS, 2013: Updating the CNCPS feed library with new feed amino acid profiles and efficiencies of use: Evaluation of model predictions, version 6.5. 75<sup>th</sup> Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, Syracuse, Cornell University, Ithaca NY, 59-76 S.

VDLUFA, 1976: Methodenbuch Band III - Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

VDLUFA, 2012a: Methode 28.1.2 Futtermitteluntersuchung - Bestimmung der Keimgehalte an Bakterien, Hefen, Schimmel- und Schwärzepilzen. Methodenbuch III, 8. Ergänzung 2012a, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

VDLUFA, 2012b: Methode 28.1.4 Futtermitteluntersuchung - Verfahrensanweisung zur mikrobiologischen Qualitätsbeurteilung: Methodenbuch III, 8. Ergänzung 2012, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

WIRLEITNER, G., C. ASCHAUER, M. KITTL, K. NEUHOFER, F. NYDEGGER, A. PÖLLINGER, R. RESCH, S. JAKSCHITZ-WILD, J. OSTERTAG und S. THURNER, 2014: Empfehlungen für die Belüftungstrocknung von Heu. Landwirt ÖAG-Sonderbeilage Info 4/2014, 11.

WITTENBERG, K.M., 1997: Microbial and nutritive changes in forage during harvest and storage as hay. Proceedings XVIII International Grassland Congress, Canada 1997, 265-270 S.

## 7. Anhang

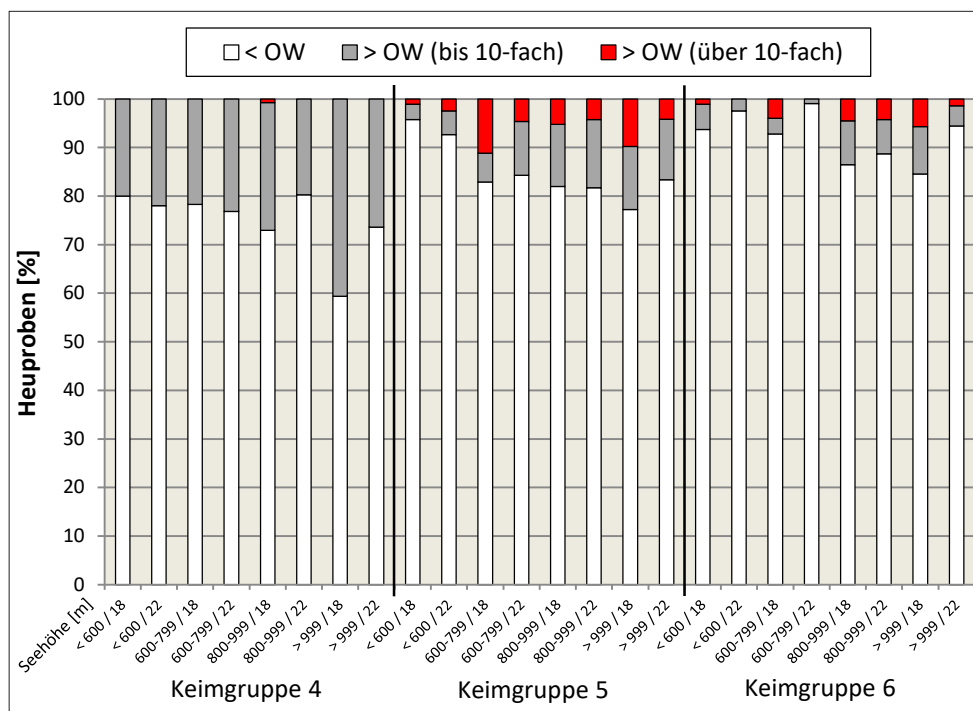


Abbildung 13: Einfluss der Seehöhe auf die Pilzflora-Keimgruppen bzw. die VDLUFA-Orientierungswerte (OW) von Heu (LK-Heuprojekte 2018 und 2022)

Abbildung 14: Einfluss des Eisengehaltes auf die Pilzflora-Keimgruppen bzw. die VDLUFA-Orientierungswerte (OW) von Heu (LK-Heuprojekte 2018 und 2022)

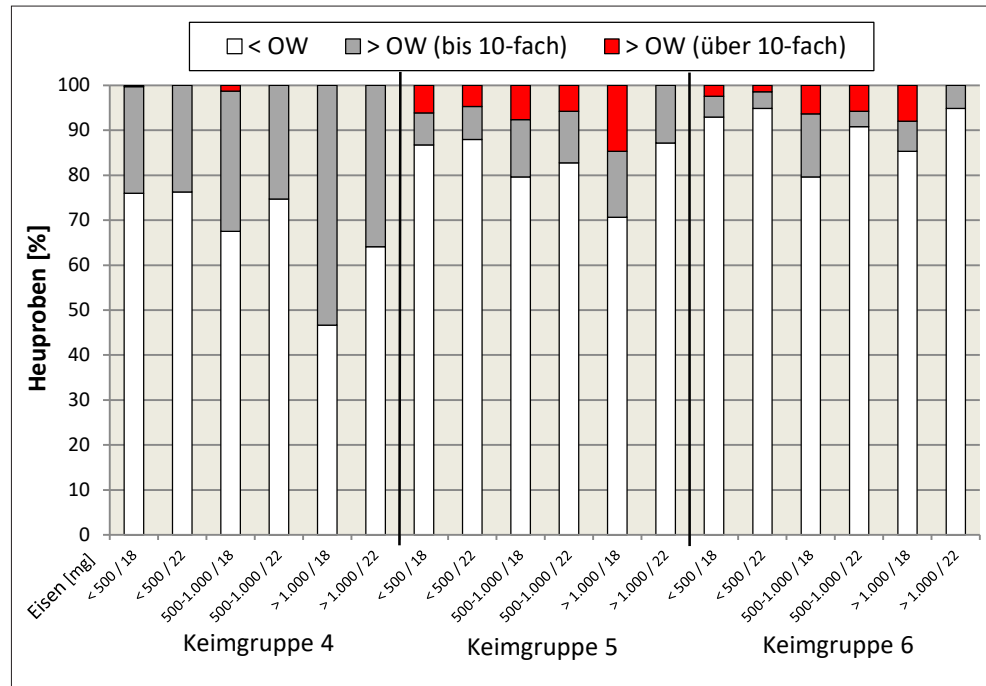
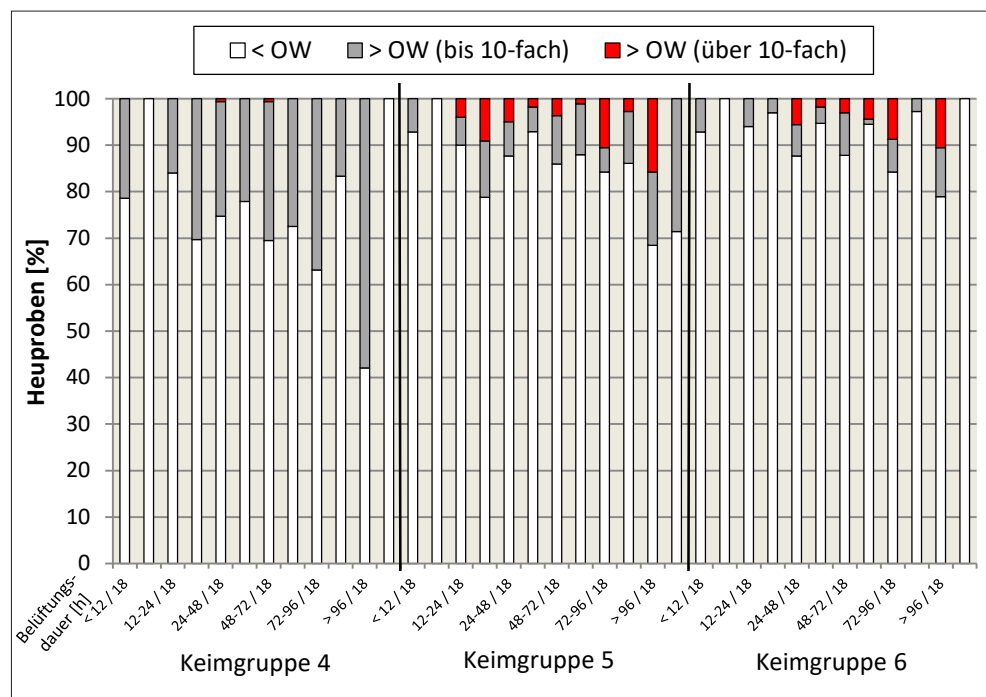


Abbildung 15: Einfluss der effektiven Belüftungsdauer in Stunden auf die Pilzflora-Keimgruppen bzw. die VDLUFA-Orientierungswerte (OW) von Heu (LK-Heuprojekte 2018 und 2022)



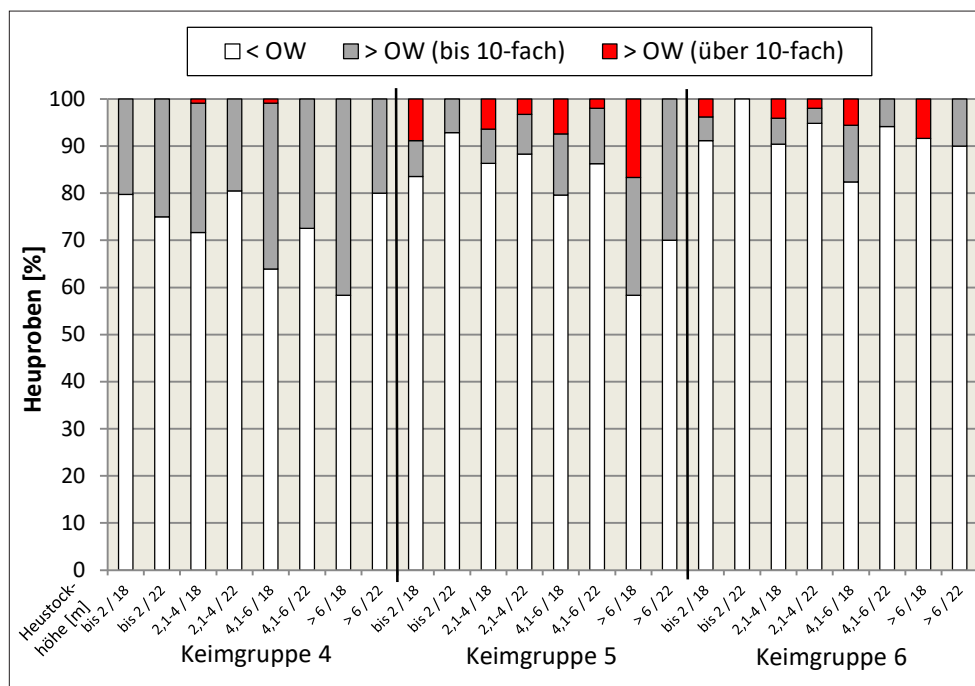


Abbildung 16: Einfluss der Höhe des Heustocks auf die Pilzflora-Keimgruppen bzw. die VDLFA-Orientierungswerte (OW) von Heu (LK-Heuprojekte 2018 und 2022)

Tabelle 8: Übersicht Silage- und Raufutterqualität 2. Aufwuchs Österreich (LK-Grundfutterprojekte 2003 bis 2022)

Parameter	Einheit	Grassilagen						Raufutter (Grummet)						
		2003-2009	2016	2020	Mittelwert	Std.-abw.	Probenanzahl	2012	2015	2018	2022	Mittelwert	Std.-abw.	Probenanzahl
Trockenmasse (TM)	g/kg FM	401	387	410	396,4	86,0	1.007	914	919	921	917	915,4	12,5	1.236
Rohprotein (XP)	g/kg TM	148	140	143	143,9	19,2	1.007	131	136	138	134	133,3	19,1	1.234
Nutzbares Protein (nXP)	g/kg TM	128	125	126	126,2	6,6	1.003	126	128	129	128	127,2	7,7	1.224
Ruminale N-Bilanz (RNB)	g/kg TM	3,2	2,5	2,8	2,8	2,4	1.003	0,7	1,4	1,5	1,0	1,0	2,2	1.225
Strukturkohlenhydrate (NDF)	g/kg TM	526	498	472	488,6	44,7	453	456	485	478	465	479,0	46,6	493
Zellulose und Lignin (ADF)	g/kg TM	374	329	308	322,9	31,5	458	324	297	309	302	306,3	31,6	462
Lignin (ADL)	g/kg TM	63	51	43	48,2	10,1	454	62	48	47	37	45,5	10,2	462
Zucker (XZ)	g/kg TM	58	53	60	55,5	33,2	634	112	116	129	129	120,1	26,6	851
Rohfaser (XF)	g/kg TM	264	281	272	272,6	25,7	1.007	254	259	258	261	257,4	26,0	1.234
Rohfett (XL)	g/kg TM	30	30	31	30,0	3,4	1.007	32	30	31	34	31,8	3,7	1.202
Rohasche (XA)	g/kg TM	107	107	107	107,4	20,5	1.007	106	99	96	93	101,5	26,2	1.234
OM-Verdaulichkeit (dOM)	%	70,2	68,9	69,3	69,4	2,4	935	68,8	68,5	68,8	68,5	68,6	2,7	1.219
Umsetzbare Energie (ME)	MJ/kg TM	9,62	9,44	9,51	9,52	0,42	1.007	9,41	9,42	9,51	9,50	9,42	0,45	1.233
Nettoenergie (NEL)	MJ/kg TM	5,69	5,57	5,61	5,62	0,29	1.007	5,55	5,55	5,61	5,60	5,55	0,31	1.225
Kalzium (Ca)	g/kg TM	8,7	8,2	7,7	8,3	2,3	752	8,8	8,6	8,9	8,4	8,7	2,2	1.129
Phosphor (P)	g/kg TM	3,2	3,3	3,4	3,3	0,5	752	2,9	2,7	2,8	3,1	2,9	0,7	1.129
Magnesium (Mg)	g/kg TM	2,7	2,6	2,6	2,7	0,6	752	3,1	3,0	3,0	2,9	3,1	0,8	1.128
Kalium (K)	g/kg TM	29,0	27,4	28,2	28,4	4,6	752	22,5	23,5	23,9	25,5	23,4	5,3	1.128
Natrium (Na)	g/kg TM	0,47	0,44	0,56	0,5	0,3	752	0,38	0,28	0,31	0,37	0,34	0,29	1.128
Eisen (Fe)	mg/kg TM	885	839	869	865	817	302	812	683	583	496	603	651	397
Mangan (Mn)	mg/kg TM	92,6	83,9	94,2	91,5	43,7	302	97,7	115,2	102,3	98,4	101,7	50,7	397
Zink (Zn)	mg/kg TM	44,5	32,5	30,6	34,1	52,2	302	34,5	36,5	34,9	29,9	33,8	8,2	397
Kupfer (Cu)	mg/kg TM	8,1	8,5	9,0	8,7	3,2	302	7,4	8,7	7,9	8,0	8,0	1,4	397
Schwefel (S)	g/kg TM										1,9	1,9	0,4	123

Tabelle 9: Übersicht Silage- und Raufutterqualität 3. Aufwuchs Österreich (LK-Grundfutterprojekte 2003 bis 2022)

Parameter	Einheit	Grassilagen						Raufutter (Grummet)						
		2003-2009	2016	2020	Mittelwert	Std.-abw.	Probenanzahl	2012	2015	2018	2022	Mittelwert	Std.-abw.	Probenanzahl
Trockenmasse (TM)	g/kg FM	386	387	406	<b>391,4</b>	85,4	426	915	918	923	916	<b>916,4</b>	10,8	533
Rohprotein (XP)	g/kg TM	160	154	153	<b>155,3</b>	20,4	426	152	161	156	155	<b>155,1</b>	19,1	533
Nutzbares Protein (nXP)	g/kg TM	131	128	128	<b>128,8</b>	6,6	425	134	136	134	135	<b>134,3</b>	7,0	533
Ruminale N-Bilanz (RNB)	g/kg TM	4,6	4,2	3,9	<b>4,3</b>	2,5	425	3,1	4,2	3,5	3,2	<b>3,4</b>	2,3	533
Strukturkohlenhydrate (NDF)	g/kg TM	492	468	458	<b>463,6</b>	44,0	201	436	473	466	436	<b>455,0</b>	40,2	309
Zellulose und Lignin (ADF)	g/kg TM	379	313	301	<b>308,8</b>	29,3	204	322	282	299	287	<b>293,8</b>	28,3	310
Lignin (ADL)	g/kg TM	64	51	42	<b>46,8</b>	9,4	203	63	43	45	37	<b>44,0</b>	10,3	308
Zucker (XZ)	g/kg TM	41	52	54	<b>52,2</b>	32,8	325	107	115	121	129	<b>117,5</b>	22,5	462
Rohfaser (XF)	g/kg TM	246	265	258	<b>258,1</b>	29,3	426	234	243	248	243	<b>241,1</b>	24,6	533
Rohfett (XL)	g/kg TM	30	29	31	<b>29,7</b>	2,9	426	34	33	33	36	<b>33,8</b>	3,4	532
Rohasche (XA)	g/kg TM	115	113	108	<b>112,5</b>	26,8	426	116	104	100	99	<b>105,8</b>	23,3	533
OM-Verdaulichkeit (dOM)	%	71,7	69,7	69,9	<b>70,2</b>	2,1	405	70,8	70,0	69,6	70,2	<b>70,2</b>	2,6	528
Umsetzbare Energie (ME)	MJ/kg TM	9,77	9,53	9,61	<b>9,61</b>	0,42	426	9,67	9,69	9,65	9,78	<b>9,68</b>	0,43	533
Nettoenergie (NEL)	MJ/kg TM	5,81	5,63	5,68	<b>5,69</b>	0,28	425	5,74	5,73	5,70	5,83	<b>5,74</b>	0,36	533
Kalzium (Ca)	g/kg TM	9,3	8,8	8,3	<b>8,8</b>	2,1	307	9,0	9,1	8,8	9,1	<b>8,9</b>	1,9	483
Phosphor (P)	g/kg TM	3,5	3,5	3,5	<b>3,5</b>	0,6	307	3,3	3,2	3,1	3,3	<b>3,2</b>	0,6	483
Magnesium (Mg)	g/kg TM	3,1	2,9	2,9	<b>3,0</b>	0,7	307	3,1	3,2	3,1	3,1	<b>3,1</b>	0,7	483
Kalium (K)	g/kg TM	29,1	28,1	28,7	<b>28,6</b>	5,0	307	24,7	25,2	25,8	26,3	<b>25,4</b>	5,1	483
Natrium (Na)	g/kg TM	0,55	0,48	0,47	<b>0,5</b>	0,3	307	0,42	0,47	0,36	0,41	<b>0,40</b>	0,36	483
Eisen (Fe)	mg/kg TM	551	1.125	863	<b>883</b>	755	140	790	722	628	515	<b>606</b>	496	243
Mangan (Mn)	mg/kg TM	66,0	102,1	96,2	<b>94,5</b>	41,2	140	97,6	89,0	101,5	97,0	<b>97,6</b>	42,7	243
Zink (Zn)	mg/kg TM	32,0	46,2	31,6	<b>34,4</b>	27,1	140	34,3	37,9	35,5	32,6	<b>34,6</b>	6,3	243
Kupfer (Cu)	mg/kg TM	8,7	9,5	9,5	<b>9,4</b>	1,4	140	7,3	10,0	8,8	9,2	<b>9,0</b>	1,4	243
Schwefel (S)	g/kg TM										2,2	<b>2,2</b>	0,4	94

Tabelle 10: Übersicht Silage- und Raufutterqualität 4. und Folgeaufwüchse Österreich (LK-Grundfutterprojekte 2003 bis 2022)

Parameter	Einheit	Grassilagen						Raufutter (Grummet)						
		2003-2009	2016	2020	Mittelwert	Std.-abw.	Probenanzahl	2012	2015	2018	2022	Mittelwert	Std.-abw.	Probenanzahl
Trockenmasse (TM)	g/kg FM	383	368	385	<b>380,6</b>	67,5	553	918	917	922	913	<b>915,4</b>	12,2	203
Rohprotein (XP)	g/kg TM	156	170	154	<b>158,7</b>	19,6	553	159	175	181	178	<b>152,5</b>	34,8	203
Nutzbares Protein (nXP)	g/kg TM	132	132	132	<b>131,8</b>	5,8	550	135	141	141	142	<b>134,1</b>	11,4	203
Ruminale N-Bilanz (RNB)	g/kg TM	4,0	6,1	3,6	<b>4,3</b>	2,6	550	3,8	5,5	6,4	5,8	<b>2,9</b>	3,9	203
Strukturkohlenhydrate (NDF)	g/kg TM	504	432	444	<b>441,9</b>	46,0	214	398	460	446	417	<b>440,9</b>	47,5	82
Zellulose und Lignin (ADF)	g/kg TM	364	283	288	<b>289,2</b>	31,7	217	290	260	279	269	<b>274,1</b>	34,9	84
Lignin (ADL)	g/kg TM	63	43	39	<b>40,4</b>	8,7	215	59	40	41	33	<b>40,6</b>	9,9	82
Zucker (XZ)	g/kg TM	46	42	54	<b>48,7</b>	33,1	306	111	134	128	123	<b>124,8</b>	23,4	133
Rohfaser (XF)	g/kg TM	258	245	247	<b>252,3</b>	30,8	553	230	230	232	226	<b>242,0</b>	33,1	203
Rohfett (XL)	g/kg TM	30	30	32	<b>30,8</b>	2,9	553	34	34	33	36	<b>32,5</b>	4,0	203
Rohasche (XA)	g/kg TM	109	120	108	<b>110,8</b>	23,5	553	123	107	107	108	<b>106,8</b>	32,6	203
OM-Verdaulichkeit (dOM)	%	71,6	71,3	71,8	<b>71,6</b>	2,1	480	71,1	71,6	71,1	71,9	<b>70,4</b>	2,9	200
Umsetzbare Energie (ME)	MJ/kg TM	9,83	9,73	9,91	<b>9,83</b>	0,40	553	9,64	9,92	9,85	9,97	<b>9,69</b>	0,51	203
Nettoenergie (NEL)	MJ/kg TM	5,85	5,78	5,90	<b>5,85</b>	0,27	553	5,72	5,90	5,85	5,93	<b>5,75</b>	0,35	203
Kalzium (Ca)	g/kg TM	8,4	8,7	7,9	<b>8,3</b>	2,0	490	7,9	8,4	7,9	8,9	<b>7,9</b>	1,8	186
Phosphor (P)	g/kg TM	3,3	3,6	3,5	<b>3,4</b>	0,5	490	3,2	3,5	3,5	3,7	<b>3,1</b>	0,8	186
Magnesium (Mg)	g/kg TM	2,7	3,0	2,7	<b>2,7</b>	0,8	490	2,8	2,9	2,9	3,2	<b>2,9</b>	0,7	186
Kalium (K)	g/kg TM	30,2	28,8	28,0	<b>29,3</b>	4,6	490	25,9	27,3	27,8	27,8	<b>25,0</b>	5,4	186
Natrium (Na)	g/kg TM	0,55	0,62	0,62	<b>0,6</b>	0,3	490	0,48	1,02	0,49	0,57	<b>0,50</b>	0,68	186
Eisen (Fe)	mg/kg TM	904	1417	924	<b>966</b>	812	195	1103	433	808	714	<b>806</b>	767	77
Mangan (Mn)	mg/kg TM	76,1	90,7	90,9	<b>88,5</b>	35,7	195	104,2	80,5	104,6	82,5	<b>99,7</b>	41,7	77
Zink (Zn)	mg/kg TM	49,9	33,7	30,1	<b>33,5</b>	33,9	195	32,4	39,6	35,8	34,5	<b>35,7</b>	6,4	77
Kupfer (Cu)	mg/kg TM	8,3	10,3	9,1	<b>9,1</b>	1,7	195	7,4	10,7	9,5	10,2	<b>9,3</b>	1,6	77
Schwefel (S)	g/kg TM										2,4	<b>2,4</b>	0,5	19

Tabelle 11: Adjustierte Mittelwerte von Inhalts- und Mineralstoffen, NEL und Pilzkeimzahlen von Heuproben aus dem 1. Aufwuchs (LK-Heuprojekt 2022, GLM-Analyse)

Faktoren	Gruppen	XP	NDF	ADF	ADL	XZ	NEL	XA	Fe	Ca	P	S	KG4	KG5	KG6
	Einheit/kg TM Mittelwerte	g 129	g 526	g 337	g 46	g 123	MJ 5,73	g 92	mg 343	g 7,6	g 2,6	g 1,7	KBE <sup>log</sup> /g FM 4,7 1,1 1,2		
Jahr	2007 bis 2010	125					5,73	95	455	7,0	2,7				
	2012	129				128	6,01	94	322	8,0	2,6				
	2015	126				118	5,46	94	365	6,8	2,5				
	2018	134	532	341	51	122	5,76	88	256	8,3	2,5		4,7	1,1	1,3
	2022	131	519	334	41	123	5,71	92	315	7,7	2,8	1,7	4,6	1,1	1,0
Bundesland	Kärnten	125	543	349	47	113	5,61	82	517	6,7	2,7	1,6	5,0	2,0	1,2
	Oberösterreich	131	537	342	45	120	5,69	87	187	6,9	3,1	1,9	4,7	1,3	0,8
	Niederösterreich	127	515	340	48	105	5,68	110	156	9,7	2,1	1,4	5,1		0,9
	Salzburg	127	511	321	41	142	5,85	89	407	7,1	2,5	1,7	4,1	0,6	0,9
	Steiermark	129	550	345	47	119	5,63	88	295	6,1	2,7	1,7	4,6	1,2	1,0
	Tirol	128	513	332	45	127	5,78	95	465	8,3	2,4	1,6	4,5	1,6	1,5
	Vorarlberg	137	512	333	46	131	5,89	97	371	8,3	2,7	1,8	4,7	1,4	1,9
Hängigkeit	eben	131	524	339	46	125	5,75	92	284	7,7	2,6	1,8	4,6	1,7	1,4
	bis 30 %	130	523	334	45	123	5,75	93	314	7,5	2,6	1,7	4,7	0,9	1,1
	über 30 %	126	530	339	46	120	5,70	93	429	7,4	2,6	1,6	4,7	0,8	1,0
Regen	nein	129	525	336	45	122	5,75	93	276	7,7	2,6	1,6	4,5	1,7	1,0
	ja	129	527	339	47	123	5,72	92	409	7,4	2,6	1,7	4,8	0,5	1,4
Wirtschaftsweise	Bio	129	522	337	46	122	5,76	88	400	7,8	2,5	1,7	4,8	0,9	1,5
	UBAG	130	521	334	44	124	5,72	92	284	7,5	2,7	1,7	4,8	0,9	1,3
	UBAG + Verzicht	126	519	336	45	125	5,72	99	337	7,9	2,6	1,6	4,8	1,1	0,9
	ohne ÖPUL	131	541	343	47	119	5,73	90	348	7,0	2,7	1,7	4,3	1,6	1,0
Siloverzicht	ja	129	524	336	45	125	5,76	94	395	7,7	2,6	1,8	4,6	1,3	1,3
	nein	130	528	339	46	120	5,71	91	290	7,4	2,6	1,6	4,7	0,9	1,1
Feuchte bei Mahd	nass	133	517	334	44	119	5,76	93	387	7,6	2,6	1,8	5,0	0,5	1,0
	feucht	127	528	340	47	124	5,72	92	315	7,5	2,6	1,6	4,7	1,3	1,2
	trocken	127	533	338	46	124	5,72	92	325	7,6	2,6	1,6	4,4	1,6	1,2
Mähzeitpunkt	Morgen	128	535	345	49	116	5,67	94	345	7,8	2,5	1,6	4,5	1,3	1,3
	Vormittag	129	531	341	46	117	5,68	94	373	7,6	2,6	1,7	4,6	1,7	1,1
	Mittag	132	527	339	46	126	5,76	93	335	7,4	2,7	1,7	4,9	1,3	1,1
	Nachmittag	129	518	330	43	126	5,77	92	308	7,5	2,7	1,7	4,7	0,7	1,2
	Abend	128	518	332	44	127	5,79	89	351	7,5	2,5	1,7	4,6	0,6	1,2
Mähgerät	Trommel	116	536	343	46	124	5,51	90	483	6,7	2,4	1,6	4,9	0,3	1,4
	Scheiben	121	531	339	45	123	5,60	89	459	6,6	2,4	1,7	4,5	1,1	1,3
	Messerbalken	120	550	347	46	126	5,57	91	601	6,3	2,4	1,8	4,8	1,4	1,0
	Mähauflbereiter	126	526	332	43	126	5,64	91	436	6,4	2,5	1,8	4,6	0,6	1,4
Schnitthöhe	unter 5 cm	130	520	331	45	127	5,75	97	291	7,6	2,7	1,8	4,2	1,2	0,9
	5 bis 7 cm	129	529	340	46	120	5,74	91	361	7,6	2,6	1,6	4,9	1,0	1,3
	über 7 cm	129	529	342	46	120	5,72	89	376	7,5	2,5	1,6	4,9	1,2	1,4
Zetthäufigkeit	1 x	126	529	341	48	109	5,66	91	327	8,1	2,6	1,8	4,7	1,4	1,7
	2 x	124	531	342	47	116	5,68	89	314	7,6	2,6	1,7	4,7	1,1	1,0
	3 x	124	529	339	46	124	5,70	92	380	7,1	2,7	1,7	4,6	1,2	1,1
	öfter als 3 x	124	515	328	42	132	5,73	90	349	7,0	2,7	1,6	4,7	0,9	0,9
Nachtschwad	nein	127	528	335	45	124	5,75	92	342	7,4	2,7	1,6	4,8	1,2	1,1
	ja	131	524	340	46	121	5,72	93	343	7,7	2,5	1,7	4,5	1,0	1,2
Feldphase	bis 24 h	131	524	336	45	127	5,82	90	378	7,6	2,6	1,5	4,4	2,0	0,8
	24 bis 36 h	130	522	337	46	124	5,81	91	326	7,8	2,6	1,5	4,7	1,7	1,2
	36 bis 48 h	129	531	344	47	119	5,72	92	323	7,5	2,7	1,5	4,5	2,1	1,3
	48 bis 72 h	131	519	337	47	121	5,73	98	278	7,6	2,8	1,8	4,5	1,0	1,4
	über 72 h	123	534	333	44	122	5,59	90	408	7,3	2,4	2,1	5,3		1,2
Erntegerät	Ladewagen	126	513	332	47	124	5,64	94	426	7,5	2,6	1,7	4,5	2,0	0,9
	Fixkammerpresse	124	515	333	48	126	5,63	91	535	7,2	2,5	1,7	4,5	2,1	1,2
	Variable Presse	122	516	335	47	123	5,60	96	467	7,3	2,6	1,7	4,1	2,3	1,3
Heutrocknung	Bodentrocknung	126	553	350	48	112	5,61	90	396	7,7	2,5	1,6	4,8	1,8	0,9
	Kaltbelüftung	128	515	336	45	126	5,73	93	345	7,5	2,6	1,6	4,6	0,8	1,3
	Warmbelüftung	134	510	326	44	130	5,87	94	287	7,5	2,8	1,8	4,6	0,7	1,3



Tabelle 12: Prozentuelle Verteilung der Kategorien von Managementfaktoren (LK-Heuprojekt 2022)

Parameter	Kategorie bzw. Verfahren und deren Häufigkeit in %					
	1	2	3	4	5	6
Wirtschaftsweise	Bio 55,1	UBAG 26,3	UBAG + Verz. 15,7	ohne ÖPUL 2,9		
Siloverzicht (HKT)	ja 80,0	nein 20,0				
Schnitthäufigkeit	1 x 0,8	2 x 5,3	3 x 22,5	4 x 47,2	5 x 23,9	6 x 0,3
Mähzeitpunkt	Morgen 11,0	Vormittag 33,0	Mittag 24,2	Nachmittag 20,6	Abend 11,2	
Bestand bei der Mahd	nass 2,2	feucht 25,4	trocken 72,4			
Mähgeräte	Trommel 5,4	Scheiben 54,7	Messerbalken 14,0	Aufbereiter 25,3	Sonstige 0,5	
Schnitthöhe	bis 5 cm 1,6	5-7 cm 55,2	über 7 cm 43,2			
Zett- bzw. Wendehäufigkeit	ohne 12,5	1 x 34,8	2 x 42,4	3 x 10,3	> 3 x 0,0	
Nachtschwad	nein 90,1	ja 9,9				
Feldphase	bis 24 h 11,4	24-36 h 50,0	36-48 h 25,9	48-72 h 11,3	> 72 h 1,4	
Erntegerät	Ladew. 86,7	Presse fix 4,9	Presse var. 8,2	händisch 0,0	Sonstige 0,3	
Trocknungsverfahren	Bodentrockn. 13,5	Gerüstrocknung 0,6	Kaltbelüftung 17,4	Warmbelüftung 68,6		
Bauart der Belüftung	Bodenrost 88,5	Ballentrocknung 7,9	Sonstige 3,6			
Energie für die Warmbelüftung	Solar 53,3	Luftentfeuchter 25,7	Hackschnitzel 5,7	Ölfeuerung 6,5	Sonstige 8,8	
Dauer der Belüftung	bis 12 h 3,6	12-24 h 11,4	24-48 h 39,4	48-72 h 30,0	72-96 h 12,7	über 96 h 2,9
Intervalltrocknung	nein 49,8	ja 50,2				
Umschichtung	nein 35,5	ja 64,5				
Pressdichte bei Heuballen	locker 28,1	mittelmäßig 51,6	fest 20,3			
Untergrund für Ballenlagerung	Beton 52,5	Holzboden 21,3	Paletten 21,3	Paletten zwischen 4,9		