

# Untersuchungen zur Aktualisierung der Futterbewertung im Futtermittellabor Rosenau

## Teil 1: Beschreibung des Projektes und Ergebnisse der chemischen Analysen

Gerald Stögmüller<sup>1\*</sup>, Leonhard Gruber<sup>2,3</sup>, Stefanie Gappmaier<sup>2</sup>, Thomas Guggenberger<sup>2</sup> und Georg Terler<sup>2</sup>

### 1. Einleitung und Problemstellung

Die Energiebewertung im Futtermittellabor Rosenau der LK Niederösterreich beruht aktuell auf Verdauungskoeffizienten der DLG-Tabelle für Wiederkäuer (1997). In diesen Futterwerttabellen sind für die einzelnen Grundfutterkategorien (z. B. Grassilage 1. Schnitt, Grünfutter  $\geq 2$ . Aufwuchs, Maissilage etc.) Verdaulichkeitswerte für die verschiedenen Vegetationsstadien angeführt. In der Praxis ist jedoch der gesamte Bereich der Vegetationsstadien (von sehr früh bis sehr spät geerntet) vorhanden. Deshalb wurden Regressionsgleichungen zur Vorhersage bzw. Interpolation der Verdauungskoeffizienten in Abhängigkeit vom Gehalt an Rohfaser entwickelt (GRUBER et al. 1997).

Allerdings bestand – aus Mangel an Alternativen – von allem Anfang an das Problem, dass die Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe von Wiesenfutter als Grundlage der Energiebewertung (Regressionsgleichungen nach GfE 2001) aus Produktionsgebieten in Deutschland abgeleitet wurde (nämlich aus den DLG-Tabellen). Dies kann zu Fehleinschätzungen des Energiegehaltes führen, da die Pflanzenbestände in Deutschland nicht unbedingt den Verhältnissen im österreichischen Grünland entsprechen (RESCH et al. 2006). Die botanische Zusammensetzung der Grünlandbestände (Gräser, Kräuter, Leguminosen) bestimmt jedoch maßgeblich die Zusammensetzung der Gerüstsubstanzen und damit das Verhältnis zwischen dem Gehalt an NDF und Rohfaser (VAN SOEST 1994, GRUBER 2009). Da Rohfaser als Bestimmungsfaktor für das Vegetationsstadium und folglich für die Verdaulichkeit herangezogen wird, besteht durch die Unsicherheit in der Einschätzung des tatsächlichen Vegetationsstadiums auch immer eine Fehlerquelle in der Berechnung der Energiekonzentration.

An der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurden in den letzten 40 Jahren über 1.000 Verdauungsversuche (*in vivo*) mit Hammeln zur Energiebewertung durchgeführt, in welchen Grundfuttermittel unterschiedlicher Vegetationsstadien geprüft wurden.

Auch bei der Proteinbewertung gibt es neue Möglichkeiten zur verbesserten Futterbewertung. Bekanntlich setzt sich das nutzbare Rohprotein (nXP, nach GfE 2001) aus dem Mikrobenprotein und dem unabgebauten Futterprotein (UDP) zusammen. Während durch mehrere (auch externe) wissenschaftliche Arbeiten erwiesen ist, dass durch die nXP-Formel das Ausmaß des Mikrobenproteins sehr zutreffend abgeschätzt wird (STEFANON et al. 1998, SCHWAB et al. 2005), beruht die Kalkulation des UDP auf konstanten Tabellenwerten (DLG 1997). Es ist jedoch einleuchtend und bekannt, dass die Abbaubarkeit und die Abbauraten des Futterproteins im Wiesenfutter von Konservierung und Vegetationsstadium stark beeinflusst wird (GRUBER et al. 2004, STEINGASS und LEBERL 2008, EDMUNDS et al. 2012), ebenso wie von der Passagerate (SNIFFEN et al. 1992, SHANNAK et al. 2000, KIRCHHOF et al. 2007). Auch diesbezüglich wurde in Raumberg-Gumpenstein in den letzten Jahren umfangreiches Datenmaterial zum Proteinabbau verschiedener Grund- und Kraftfutter in mehreren Diplomarbeiten und Projekten erarbeitet (*in situ*-Technik, Protein-Fractionen nach dem Cornell-System), die für die Proteinbewertung im Futtermittellabor Rosenau der LK Niederösterreich genutzt werden können.

Allerdings beruht der Großteil der an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein erhobenen Parameter zur Energie- und Proteinbewertung von Futtermitteln der Forschungsanstalt. Aufgrund der Diversität Österreichs braucht es demnach repräsentative Futterproben aus allen Teilen Österreichs, um eine für das ganze Land gültige Aussage treffen zu können.

Aus diesem Grund wurde in Kooperation mit dem Futtermittellabor Rosenau, den Landwirtschaftskammern und der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ein mehrjähriges und umfassend angelegtes, österreichweites Projekt zur Aktualisierung der Futterbewertung initiiert.

<sup>1</sup> LK Niederösterreich, Futtermittellabor Rosenau, Gewerbepark Haag 3, A-3250 Wieselburg-Land

<sup>2</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

<sup>3</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Nutztierwissenschaften, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

\* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Gerald Stögmüller, email: gerald.stoegmueller@lk-noe.at

## 2. Versuchsaufbau

Durch eine gezielte, systematische Futterprobenaktion über ganz Österreich unter Mitarbeit der Fütterungsreferenten der Bundesländer sollten repräsentative Proben der wichtigsten Grundfuttermittel gewonnen werden.

Der Versuchsplan beinhaltet Futterproben von Dauergrünland und Feldfutter verschiedener Aufwüchse und Vegetationsstadien. Neben Grünfutter wurden bei Grünlandfutter auch Silagen und Heu beprobt. Feldfutter wurde frisch und siliert beprobt. Maissilagen stellten ebenfalls eine eigene Kategorie dar.

Von folgenden Grundfutterkategorien in allen Bundesländern wurden für österreichische Produktionsbedingungen repräsentative Proben gezogen und umfassende Analysen hinsichtlich Energie- und Proteinbewertung durchgeführt.

Die 9 Futterkategorien des Projektes „Futterbewertung Rosenau“:

• Dauergrünland	1. Aufwuchs Grünfutter
• Dauergrünland	≥2. Aufwuchs Grünfutter
• Dauergrünland	1. Aufwuchs Silage
• Dauergrünland	≥2. Aufwuchs Silage
• Dauergrünland	1. Aufwuchs Heu
• Dauergrünland	≥2. Aufwuchs Heu
• Feldfutter	1. Aufwuchs Silage
• Feldfutter	≥2. Aufwuchs Silage
• Maisganzpflanzen	Silage

## 3. Probenplan

In *Tabelle 1* ist der Probenplan<sup>1)</sup> angeführt, aus dem die Anzahl der Proben hervorgeht, die pro Jahr in den einzelnen Bundesländern von den bestimmten Futterkategorien genommen werden sollten.

### 3.1 Probenziehung und Versand

Von jeder Kategorie eines Futtermittels (z. B. Dauergrünland, 1. Aufwuchs, Silage etc.) sollte innerhalb eines Bundeslandes und Jahres ein möglichst großes Spektrum an Qualität (verschiedene Vegetationsstadien) geliefert werden, um für die Ableitung von Beziehungen (d. h. Regressionsgleichungen) eine breite Basis zu erhalten. Die Untersuchungen wurden vier Jahre lang durchgeführt (Ernten 2014, 2015, 2016, 2017). Es musste sehr darauf geachtet werden, dass die Proben frisch vakuumiert (nicht tiefgefroren) angeliefert wurden, um vor allem Eiweißabbau und Atmungsverluste zu verhindern bzw. zu minimieren. Hinsichtlich Analyse wurde hiermit eine Veränderung der Pansenabbaubarkeit so weit wie möglich ausgeschaltet.

Grünfutterproben wurden vor dem Versand bei 45 °C schonend getrocknet, um eine einsetzende Gärung beim Versand zu unterbinden. Die Temperaturbeschränkung war entscheidend, um Hitzeschädigung zu vermeiden. Diese Proben wurden dann vakuumiert oder luftdicht verpackt ins Futtermittellabor Rosenau gesandt.

Eine große Herausforderung war und ist weiterhin die Differenzierung von Wiesenfutter (Dauergrünland) und Feldfutter. Gras und Leguminosen weisen unterschiedliche Rohproteingehalte (RESCH et al. 2016) sowie Rohproteinzusammensetzungen (GRUBER et al. 2004) auf. In der Praxis sind aber zu einem überwiegenden Anteil Mischungen aus Dauergrünland und Feldfutter in den Silos vorhanden. Solche Mischungen wurden bisher üblicherweise als „Grassilagen“ deklariert und nicht näher definiert. Inzwischen wurde am Probenbegleitschein eine detailliertere Erfassung umgesetzt.

Nach der Anlieferung der Proben im Labor wurde eine bestimmte Probenmenge für die Gärqualitätsbestimmung entnommen. Das restliche Probenmaterial wurde separat in Trockenschränken bei 45 °C schonend getrocknet. Danach wurden zuerst die von den Landwirten gewünschten Analysen durchgeführt. Alle weiteren Parameter wurden erst verzögert in einer probenärmeren Zeit (im Frühjahr) analysiert.

### Verrechnung und Kostenübernahme

Routinemäßig übermittelte Proben wurden wie üblich entsprechend des Kundenwunsches verrechnet. Alle zusätzlich benötigten Proben sowie alle weiteren, für das Projekt benötigten Parameter dieser Proben wurden vom Futtermittellabor sowie der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in Eigenleistung analysiert.

Tabelle 1: Jährlicher Probenplan

Futterkategorie	NÖ	OÖ	Stmk	Sbg	Tirol	Vbg	Ktn	Bgld	Summe
Wiesenfutter 1. Aufwuchs Grünfutter	9	8	-	8	-	-	-	-	25
Wiesenfutter ≥2. Aufwuchs Grünfutter	9	8	-	8	-	-	-	-	25
Wiesenfutter 1. Aufwuchs Silage	5	5	4	2	2	2	3	2	25
Wiesenfutter ≥2. Aufwuchs Silage	5	5	4	2	2	2	3	2	25
Wiesenfutter 1. Aufwuchs Heu	4	4	3	3	3	3	3	2	25
Wiesenfutter ≥2. Aufwuchs Heu	4	4	3	3	3	3	3	2	25
Feldfutter 1. Aufwuchs Silage <sup>1)</sup>	5	5	4	2	2	2	3	2	25
Feldfutter ≥2. Aufwuchs Silage <sup>1)</sup>	5	5	4	2	2	2	3	2	25
Maissilage	5	5	4	2	2	2	3	2	25
<b>Summe</b>	<b>51</b>	<b>49</b>	<b>26</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>21</b>	<b>14</b>	<b>225</b>

<sup>1)</sup> Die Erhebungen wurden 4 Jahre hindurch ausgeführt (Ernte 2014, 2015, 2016, 2017)

<sup>2)</sup> Unter Feldfutter ist vor allem Futter aus Klee-Grasmischungen auf Ackerland (mit unterschiedlichem Leguminosenanteil) im Gegensatz zu einer Dauerwiese zu verstehen. Dieses Futter hat in der Praxis eine wichtige Bedeutung.

### 3.2 Energiebewertung

Für die Energiebewertung (ME, NEL) wurden folgende vier Methoden angewendet:

- Berechnung des Energiegehaltes ausgehend von Rohnährstoff-Analysen und DLG-Verdaulichkeitskoeffizienten
- Auf Basis der enzymlöslichen organischen Substanz (ELOS): Feststellung der *in vitro*-Verdaulichkeit mittels Pepsin und Zellulase
- Auf Basis des Hohenheimer Futterwerttests (Gasbildungstest, HFT): Feststellung der *in vitro*-Fermentation mit Hilfe der Gasbildung mit Pansensaft
- Verwendung der Verdauungskoeffizienten der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (Meta-Analyse der spezifischen Verdauungsversuche, die zur Untersuchung der Qualität des Grünlandfutters in den letzten 35 Jahren durchgeführt wurden)

### 3.3 Proteinbewertung

Für die Proteinbewertung wurden folgende Methoden angewandt:

- Bestimmung des Rohproteins im Rahmen der Weender Analyse
- Proteinfractionierung nach CNCPS nach SNIFFEN et al. (1992)
- erweiterter Hohenheimer Futterwerttest nach STEINGASS et al. (2001)

### 3.4 Chemische Analysen

Die Futteranalysen wurden nach den Vorgaben des Methodenbuches III des Verbandes der landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA 2012) nasschemisch durchgeführt.

Analysenblöcke bzw. Parameter	Analysenart/Gerät
-------------------------------	-------------------

#### Analysen im Futtermittellabor Rosenau:

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| – Weender Rohnährstoffe (TM, XP, XL, XF, XA)                                  | nasschemisch                 |
| – Gerüstsubstanzen (NDF, ADF, ADL)  | nasschemisch                 |
| – Zucker (Grasprodukte) bzw. Stärke (Maissilage)                              | nasschemisch                 |
| – Mineralstoffe (Ca, P, Mg, K, Na, Fe, Mn, Zn, Cu)                            | nasschemisch mittels ICP-OES |
| – Gärqualität (Milchsäure, Essigsäure, Buttersäure und Propionsäure, Ethanol) | mittels Gaschromatograph     |
| – pH-Wert und Ammoniak  | mittels Messsoden            |
| – NDF-N (Proteinfraction B3)  | nasschemisch                 |
| – ADF-N (Proteinfraction C)   | nasschemisch                 |
| – Enzymlösliche org. Substanz (ELOS)  | nasschemisch                 |

#### Analysen in der HBLFA-Raumberg-Gumpenstein:

- Hohenheimer Futterwerttest (HFT) nasschemisch
- erweiterter HFT nasschemisch
- Proteinfractionen A und B1 nasschemisch

## 4. Ergebnisse

Der Probenplan konnte nicht genau wie geplant erfüllt werden (*Tabelle 2*). Je nach Probeneingang der verschiedenen Gebiete konnten mehr oder weniger Proben für dieses Projekt entnommen werden. Es lagen nur sehr wenige Proben von reinen Feldfutterbeständen vor, ein nicht unbeträchtlicher Anteil wurde hier aber mit Dauergrünland gemischt als „Grassilage“ eingesendet und konnte nicht separat ausgewertet werden. Zusätzlich zu den Landwirte-Proben wurden auch von der HBLFA Raumberg-Gumpenstein 150 Proben aus einem parallel laufenden Versuch für dieses Projekt herangezogen.

Tabelle 2: Tatsächliche Anzahl an Versuchsproben in den einzelnen Bundesländern und Futterkategorien (oberer Wert: SOLL, unterer Wert: IST)

Futterkategorie	NÖ	OÖ	Stmk	Sbg	Tirol	Vbg	Ktn	Bgld	Summe
Dauergrünland 1. Aufwuchs Grünfutter	16 18	16 20	12 41	12 22	12	12 4	12 4	8	100 109
Dauergrünland ≥2. Aufwuchs Grünfutter	16 5	16 10	12 36	12 17	12	12	12	8	100 68
Dauergrünland 1. Aufwuchs Silage	20 36	20 58	16 27	8 7	8 9	8 2	12 45	8	100 187
Dauergrünland ≥2. Aufwuchs Silage	20 26	20 29	16 12	8 10	8 9	8 1	12 39	8 1	100 127
Dauergrünland 1. Aufwuchs Heu	16 11	16 14	12 16	12 23	12 50	12 24	12 12	8	100 150
Dauergrünland ≥2. Aufwuchs Heu	16 14	16 15	12 17	12 30	12 61	12 10	12 13	8	100 160
Feldfutter 1. Aufwuchs Silage	20 12	20 8	16	8 1	8	8 1	12 6	8	100 28
Feldfutter ≥2. Aufwuchs Silage	20 6	20 7	16 3	8	8	8	12 4	8	100 20
Maisganzpflanzen Silage	20 39	20 21	16 16	8 3	8	8 2	12 15	8	100 98
Summe	164 167	164 182	128 168	88 113	88 129	88 44	148 138	72 1	900 947

### 4.1 Verteilung der Projektproben über die Produktionsgebiete

Hauptproduktionsgebiet	Anzahl Proben
Alpenostrand	84
Alpenvorland	196
Hochalpen	312
Kärntner Becken	37
Nordöstliches Flach- und Hügelland	9
Südöstliches Flach- und Hügelland	17
Voralpen	68
Wald- und Mühlviertel	126

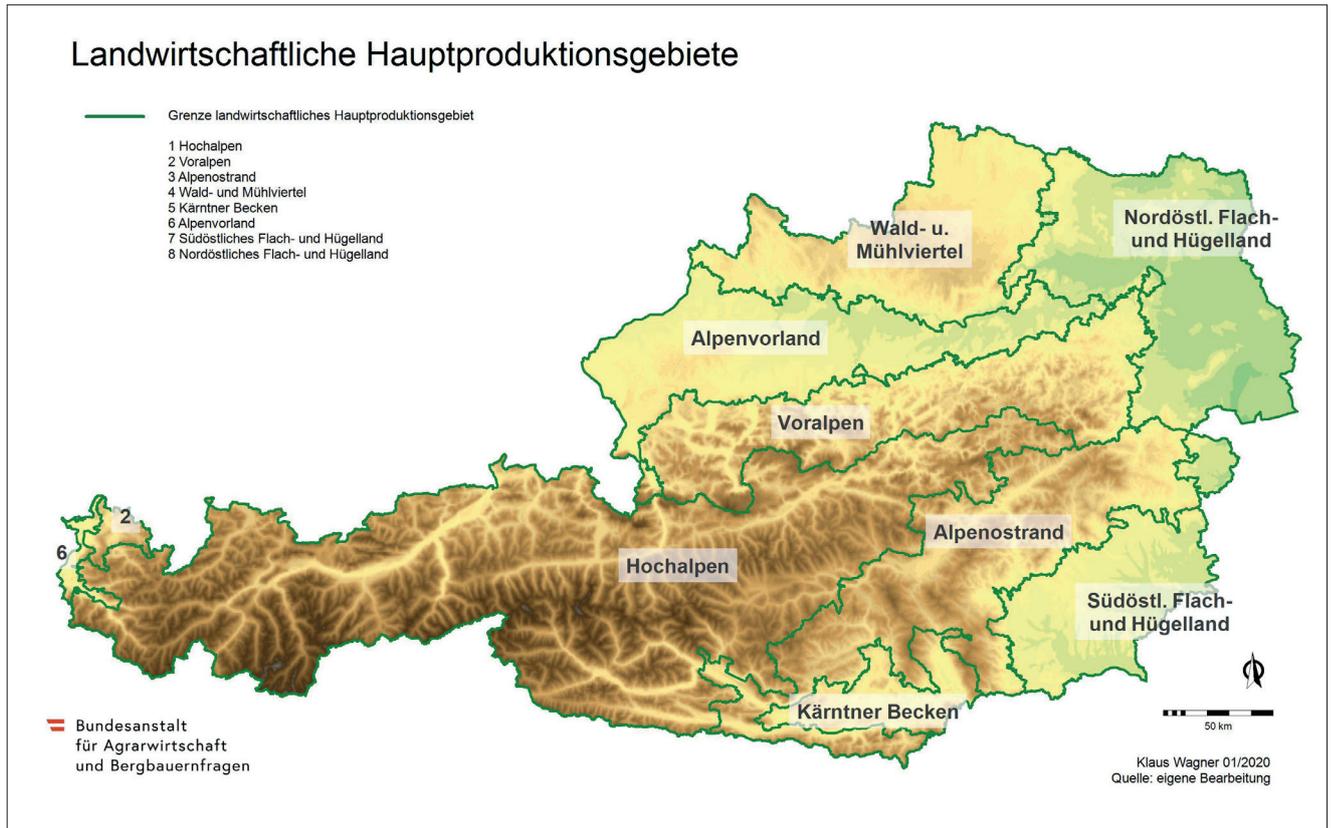


Abbildung 1: Landwirtschaftliche Hauptproduktionsgebiete

Besonders interessant ist ein Vergleich der Futterqualitäten über die Produktionsgebiete, in denen die Bedingungen für die Grundfuttererzeugung relativ gut vergleichbar sind. Bei der Projektplanung und Probenauswahl wurde diese Herkunft noch nicht beachtet. Bei Qualitätsauswertungen anderer Proben durch das Futtermittellabor erkannte man erst vor kurzem die deutlich bessere Aussagekraft gegenüber Bundesländer-Auswertungen.

Aufgrund der ungleichmäßigen Verteilung und teilweise niedrigen Probenzahl von einigen Produktionsgebieten wurde die Auswertung nach Produktionsgebieten in diesem Projekt wieder verworfen.

### 4.2 Ergebnisse der Weender und Detergenzien-Analyse

Um zu überprüfen, ob das vorliegende Probenmaterial repräsentativ ist und damit die Grundgesamtheit für österreichische Verhältnisse entsprechend abbildet, wurden die Ergebnisse der Rohnährstoffanalysen der Versuchsproben ( $n = 947$ ) mit einem großen Datenpool aus Rosenau verglichen (Jahre 4; Anzahl der Proben 11.500; *Abbildung 2*).

Obwohl für das Projekt auch extreme Futterqualitäten herangezogen wurden, spiegeln die Ergebnisse die Qualitäten der Praxis sehr gut wider. Die Vergleiche zeigen, dass sich die Futterqualitätsauswertungen des Futtermittellabors Rosenau mit den Proben des vorliegenden Projektes relativ gut decken. Man kann also davon ausgehen, dass die Ergebnisse des Projektes für den Querschnitt der Futterproben in Österreich herangezogen werden können.

### 4.3 Statistische Auswertungen der Projektproben

In einer ersten Auswertung wurde erhoben, wie sich die Konservierung, der Aufwuchs bzw. die Interaktion Konservierung  $\times$  Aufwuchs auf den Gehalt an Rohnährstoffen auswirkt (*Tabelle 3*). Dabei zeigten sich signifikante Unterschiede sowohl zwischen der Konservierung als auch hinsichtlich des Aufwuchses. Grünfutter hatte die höchsten Rohproteingehalte und die signifikant niedrigsten Faserbestandteile (Rohfaser, Hemizellulose, Zellulose und Lignin). Grund dafür sind Konservierungsverluste wie Bröckelverluste, Atmungsverluste und Sickersaftverluste (JARRIGE et al. 1973, HOEDTKE et al. 2010, KIENDLER et al. 2019).

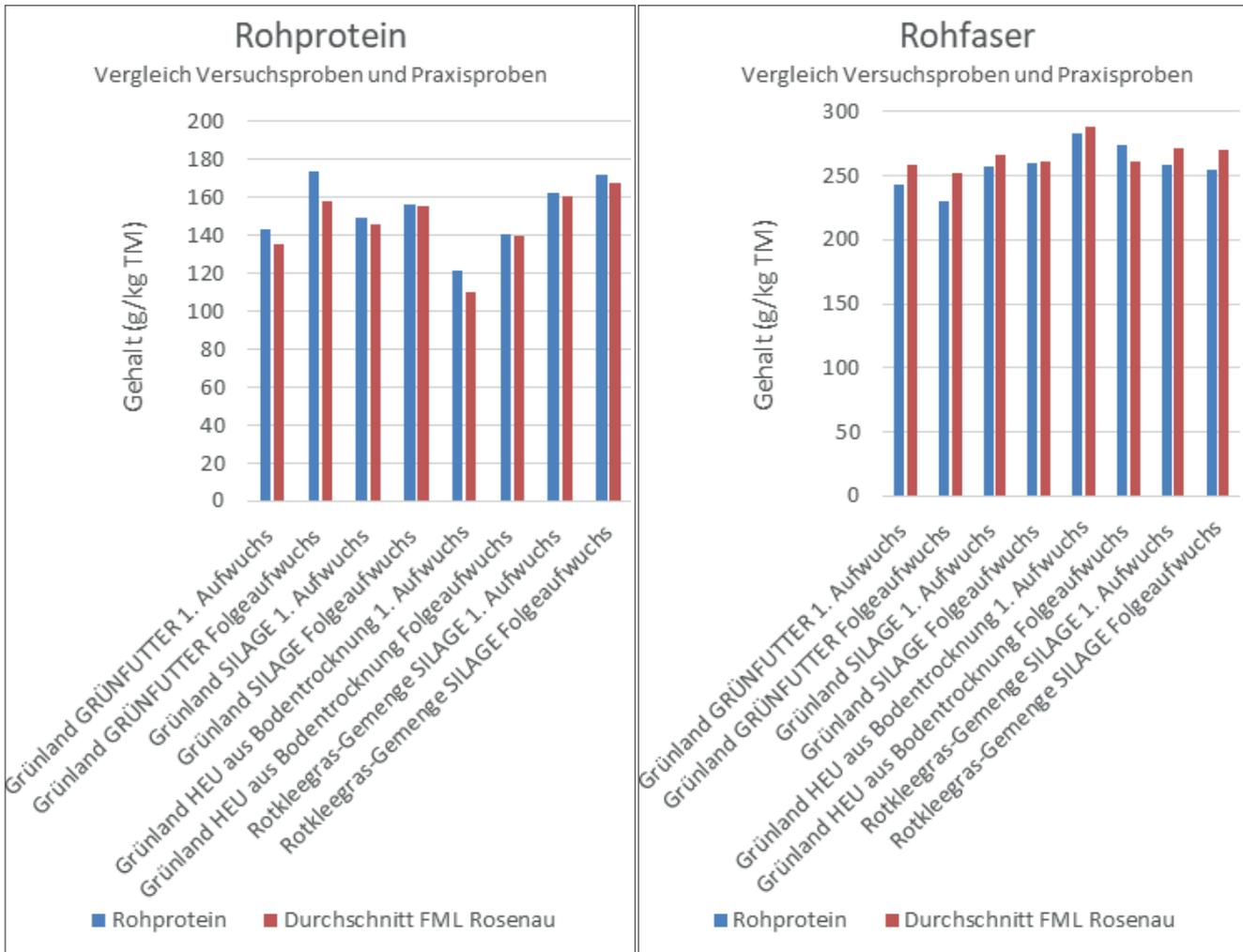


Abbildung 2: Vergleich der Daten der Projektproben mit Durchschnittswerten aus dem Futtermittellabor Rosenau (Quelle: Datenauswertung Futtermittellabor Rosenau)

Wie auch schon aus anderen Literaturquellen hervorgeht (KIENDLER et al. 2019), nimmt der Rohproteingehalt mit den Aufwüchsen zu. Demgegenüber nimmt der Fasergehalt ab. GRUBER et al. (2010) erklären diesen Zusammenhang mit der morphologischen Zusammensetzung der Pflanze, welche sich im Laufe der Vegetationsperiode ändert.

Die Auswertung der Rohnährstoffe sowie Zucker und ELOS zeigt bei fast allen Parametern signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien. Sie müssen deshalb in der Futterbewertung als eigenständige Kategorien bewertet werden.

Es wird noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich hier um Durchschnittswerte von Praxisproben handelt. In der Darstellung geht es nicht darum, den Einfluss der Konservierung auf diese Fraktionen wissenschaftlich darzustellen, sondern die Unterschiede der Futterkategorien des Projektes. In dieser Auswertung wurden keine Kovariablen (zur Ausschaltung bestimmter Effekte) im statistischen Modell verwendet.

Tabelle 3: Durchschnittlicher Gehalt des Wiesenfutters von Dauergrünland an Rohnährstoffen, Zucker, Gerüstsubstanzen und enzymlöslicher organ. Substanz in Abhängigkeit von Konservierung und Aufwuchs

	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	Zucker	Hemizellulose	Zellulose	Lignin	ELOS	Rohasche
	g/kg TM								
<b>Konservierung</b>									
Grünfutter	156 <sup>b</sup>	27,9 <sup>a</sup>	236 <sup>a</sup>	108 <sup>b</sup>	164 <sup>b</sup>	242 <sup>a</sup>	40,2 <sup>a</sup>	693 <sup>c</sup>	86,2 <sup>a</sup>
Silage	152 <sup>b</sup>	33,2 <sup>b</sup>	258 <sup>b</sup>	64,3 <sup>a</sup>	148 <sup>a</sup>	259 <sup>b</sup>	40,5 <sup>a</sup>	666 <sup>b</sup>	103 <sup>c</sup>
Heu	131 <sup>a</sup>	28,2 <sup>a</sup>	278 <sup>c</sup>	140 <sup>c</sup>	192 <sup>c</sup>	281 <sup>c</sup>	48,8 <sup>b</sup>	621 <sup>a</sup>	97,5 <sup>b</sup>
<b>Aufwuchs</b>									
1. Aufwuchs	137 <sup>a</sup>	29,4	261	124	178	262	39,0	666	88,9
Folgeaufwüchse	156 <sup>b</sup>	30,1	254	84,0	157	258	47,4	653	102
<b>Konservierung × Aufwuchs</b>									
Grünfutter 1. Aufwuchs	141	27,5	242	138	184	242	34,9	705	78,9
Grünfutter Folgeaufwüchse	172	28,3	230	78,4	144	241	45,5	680	93,5
Silage 1. Aufwuchs	149	33,9	257	76,1	148	260	35,5	685	97,6
Silage Folgeaufwüchse	154	32,4	259	52,5	148	258	45,6	648	108
Heu 1. Aufwuchs	121	26,7	284	158	204	285	46,6	610	90,1
Heu Folgeaufwüchse	141	29,7	273	121	181	277	51,1	632	105
<b>p-Werte</b>									
Konservierung	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Aufwuchs	<0,001	0,009	0,004	<0,001	<0,001	0,128	<0,001	0,014	<0,001
Konservierung × Aufwuchs	<0,001	<0,001	0,015	0,002	<0,001	0,480	<0,001	<0,001	0,205

## 5. Literatur

DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1982: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 5. erweiterte und neu gestaltete Auflage. Herausgeber: Dokumentationsstelle der Universität Hohenheim, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 120 S.

DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1991: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 6. erweiterte und völlig neu gestaltete Auflage. Herausgeber: Dokumentationsstelle der Universität Hohenheim, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 112 S.

DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer, 7. erweiterte und überarbeitete Auflage. Herausgeber: Universität Hohenheim – Dokumentationsstelle, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 212 S.

EDMUNDS, B., K.-H. SÜDEKUM, H. SPIEKERS und F.J. SCHWARZ, 2012: Estimating ruminal crude protein degradation of forages using *in situ* and *in vitro* techniques. Anim. Feed Sci. Technol. 175, 95-105.

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

GRUBER, L., A. STEINWIDDER, T. GUGGENBERGER und G. WIEDNER, 1997: Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (2. Auflage 1997).

GRUBER, L., S. GRAGGABER, W. WENZL, G. MAIERHOFER, B. STEINER und L. HABERL, 2004: Gehalte an Kohlenhydraten und Protein in Dauergrünland und Silomais nach dem Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) sowie Einfluss der Konservierung (Grünfutter, Silage, Heu). 116. VDLUFA-Kongress, 13.-17. Sept. 2004, Rostock, Kongressband 2004, 366-376.

- GRUBER, L., 2009: Chemische Zusammensetzung, Analytik und Bedeutung pflanzlicher Gerüstsubstanzen in der Ernährung der Wiederkäuer. Übers. Tierernährg. 37, 45-86.
- GRUBER, L., A. SCHAUER, J. HÄUSLER, A. ADELWÖHRER, H. SÜDEKUM, F. WIELSCHER, M. URDL und S. KIRCHHOF, 2010: Einfluss des Wachstumsstadiums von Dauerwiesern auf Ertrag, Futterwert, Futterraufnahme und Leistung bei Milchkühen im Laufe einer ganzen Vegetationsperiode. 122. VDLUFA-Kongress, Kongressband, 21.-24. September 2010, Kiel, 633-671.
- HOEDTKE, S., M. GABLER und A. ZEYNER, 2010: Der Proteinabbau im Futter während der Silierung und Veränderungen der Zusammensetzung der Rohproteinfraktion. Übersichten Tierernährung 38, 157-179.
- JARRRIGE, R., C. DEMARQILLY und J.P. DULPHY, 1973: The voluntary intake of forages. Proceedings of the 5<sup>th</sup> General Meeting, European Grassland Federation 1973, Upsala, 98-106.
- KIENDLER, S., L. GRUBER, G. TERLER, M. VELIK, D. EINGANG, A. SCHAUER und M. ROYER, 2019: Einfluss des Konservierungsverfahrens von Wiesenfutter auf Futterwert, Futterraufnahme und Milchleistung. 46. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, 97-109.
- KIRCHHOF, S., 2007: Kinetik des ruminalen *in situ*-Nährstoffabbaus von Grünlandaufwüchsen des Alpenraumes unterschiedlicher Vegetationsstadien sowie von Maissilagen und Heu – ein Beitrag zur Weiterentwicklung der Rationsgestaltung für Milchkühe. Dissertation an der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, 132 S.
- RESCH, R., T. GUGGENBERGER, G. WIEDNER, A. KASAL, K. WURM, L. GRUBER, F. RINGDORFER und K. BUCHGRABER, 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. ÖAG-Sonderdruck, Info 8/2006, 20 S.
- RESCH, R. und M. HENDLER, 2016: Variabilität von Rohproteingehalt und Rohproteinерtrag unterschiedlicher Futterpflanzenarten. 71. ALVA-Tagung 2016.
- SCHWAB, C.G., P. HUHTANEN, C.W. HUNT und T. HVELPLUND, 2005: Nitrogen requirements of cattle. Nitrogen and Phosphorus Nutrition of Cattle. Reducing the Environmental Impact of Cattle Operations (Eds. E. Pfeffer and H. Hristov). CAB International, 13-70.
- SHANNAK, S., K.H. SÜDEKUM und A. SUSENBETH, 2000. Estimating ruminal crude protein degradation with *in situ* and chemical fractionation procedures. Anim. Feed Sci. Technol. 85, 195-214.
- SNIFFEN, C.J., J.D. O'CONNOR, P.J. VAN SOEST, D.G. FOX und J.B. RUSSELL, 1992: A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. J. Anim. Sci. 70, 3563-3577.
- STEINGASS, H., D. NIBBE, K.-H. SÜDEKUM, P. LEBZIEN und H. SPIEKERS, 2001: Schätzung des nXP-Gehaltes mit Hilfe des modifizierten Hohenheimer Futterwerttests und dessen Anwendung zur Bewertung von Raps- und Sojaextraktionschroten. 113. VDLUFA-Kongress, Berlin, Kurzfassungen der Vorträge, 115.
- STEINGASS, H. und P. LEBERL, 2008: *in vitro* Verfahren: Eine notwendige Ergänzung zur Nährstoffanalytik bei Futtermitteln. Übers. Tierernährg. 36, 31-46.
- STEFANON, B., L. GRUBER, S. MOSCARDINI, V. VOLPE und P. SUSMEL, 1998: The ability of different feed evaluation systems to predict rumen microbial nitrogen flow of lactating dairy cows. Proc. Brit. Soc. Anim. Sci. 1998, 22.
- VAN SOEST, P.J., 1994: Nutritional Ecology of the Ruminant. 2<sup>nd</sup> Ed., Cornell University Press, Ithaca und London, 476 S.
- VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), 2012: Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch) - Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.