

Aufbau, Struktur und Bedeutung der Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum

Structure and relevance of feed value tables of forage from Alpine space

Reinhard Resch^{1*}

Zusammenfassung

Durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Forschung (LFZ Raumberg-Gumpenstein), Futtermittellabor Rosenau, den Landwirtschaftskammern sowie dem Südtiroler Versuchszentrum auf der Laimburg, konnte die 2. erweiterte und völlig neu bearbeitete Auflage der Futterwerttabellen für das alpenländische Grundfutter mit einer aktuellen und umfangreicheren Datenbasis (über 22.000 Grundfuttermittel) aufgestellt werden. Die Erweiterung hinsichtlich Futtermittel umfasst neue Tabellen für Weidefutter und Futtermittel wie Birtreber, Erbse und Sudan gras etc. Die Tabellenstruktur, die bisher Roh Nährstoffe, UDP, nXP, RNB, Energie und Mengenelemente enthielt, wurde durch die Spurenelemente Eisen, Mangan, Zink und Kupfer sowie die Futterwertzahl, als Instrument für die Futtermittelklassifizierung, erweitert. Das gesamte Tabellenwerk umfasst unterschiedliche Pflanzenbestände wie z.B. Dauergrünland, Feldfutter, Silomais etc., welche in die Grundfutterarten Silage, Heu und Grünfutter unterteilt wurden. Innerhalb eines Grundfuttermittels erfolgt die Untergliederung in Aufwuchs und Vegetationsstadien.

Für die praktische Arbeit mit dem Tabellenwerk wird die Kombination der Tabellenwerte mit der sensorischen Silage- und Heubewertung (ÖAG-Sinnenprüfung) empfohlen. Durch diesen Prozess setzen sich die Landwirte verstärkt mit ihren Grundfuttermitteln auseinander und können ihr Qualitätsbewusstsein und Fachwissen anheben. Das Datenmaterial der 2. Auflage der ÖAG-Futterwerttabellen wurde mit Ende des Jahres 2006 in die wichtigsten österreichischen Futterrationsprogramme für Rinder und kleine Wiederkäuer (Schafe und Ziegen) aufgenommen und steht seither auch für Rationsberechnungen zur Verfügung.

Es ist von außerordentlich großer Bedeutung, dass die Anwenderschaft in Österreich (Landwirte, Berater, Lehrer etc.) mit standortangepassten Grundfutterwerten operieren, weil es ansonsten zu massiven Fehleinschätzungen kommen kann, die sich wirtschaftlich negativ auswirken können.

Schlagwörter: Grundfutterqualität, Futterwert, Sensorikbewertung, Grundfuturaufnahme, Rationsberechnung

Summary

The upgraded edition of feed value tables of forage from Alpine space was prepared by an interdisciplinary cooperation of the agricultural research and education centre LFZ Raumberg-Gumpenstein, the animal feed laboratory Rosenau, the agricultural chambers and the research centre Laimburg (South Tyrol). The database of this second edition includes more than 22,000 forage samples. New tables have been created for forage from pastures and different feedstuffs like spent grains, pea, sorghum etc. The table structure has been extended for trace elements (Fe, Mn, Zn, Cu) and for a feed value index to classify forage quality. The tables also include different forage from permanent grassland, ley farming but also silage maize. Feed stuffs are structured by conservation system like silage, hay and green grass and classified by cuts and phenological phases.

The usage of feed value tables in combination with organoleptic evaluation of silage and hay is to be seen as a recommendable tool that farmers will help to increase their expertise and consciousness on forage quality in practice. The Austrian feed ration programs for dairy cows, sheep and goats are based on data of the feed value tables. It is definitely important for Austrian farmers, agricultural consultants and teachers to use well adjusted feed value data of the typical forage from Austria to avoid negative economic consequences.

Keywords: forage quality, feed value, organoleptic evaluation, feed intake, feed ration calculation

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Referat für Futterkonservierung und Futterbewertung, A-8952 Irdning

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

1. Einleitung

Die Qualität des Grundfutters von Wiesen, Weiden und Ackerfutter hat in der leistungsorientierten Fütterung des Alpenraumes einen sehr hohen Stellenwert, weil eine gute Grundfutterleistung nur in Kombination mit qualitativ hochwertigen, wirtschaftseigenen Futtermitteln erreicht werden kann. Die Landwirte im Alpenraum produzieren heute Grundfutter im Spannungsfeld von Ökonomie und Ökologie. Auf der einen Seite streben ökonomisch wirtschaftende Milchviehbetriebe nach sehr hohen Einzeltierleistungen, die nur über Spitzenqualitäten im Grundfutter erreicht werden können, auf der anderen Seite werden viele Flächen nach umweltrelevanten Kriterien (ÖPUL = Österreichisches Programm für umweltgerechte Landwirtschaft) bewirtschaftet, welche geringere Futterqualitäten hervorbringen.

Die Futterbestände des Alpenraumes liefern im Hinblick auf Qualität (Rohnährstoffe, Mineralstoffe, Vitamine, Futterenergie) ein heterogenes Grundfutter. Die bedarfsgerechte Versorgung des Wiederkäuers stellt für den Landwirt täglich eine Herausforderung dar, weil letztlich der wirtschaftliche Betriebserfolg eng mit der Leistung und Gesundheit der Nutztiere zusammenhängt. Die neuen ÖAG-Futterwerttabellen sollen für jede Grundfutterart allgemeingültige Werte zur Verfügung zu stellen.

Zur exakten Rationsberechnung wird etwa ein Prozent der österreichischen Futterpartien chemisch analysiert, der überwiegende Teil der Grundfuttermittel wird nach Gefühl und Erfahrung verfüttert. Wenn keine exakten Analysenwerte vorliegen, so sollen in Zukunft die 2. Auflage der Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum in Kombination mit Rationsberechnungsprogrammen hergenommen werden, damit die Schnittstellen „Tier – Leistung – Grundfutter – Kraftfutter“ besser umgesetzt werden können. Die wichtigsten Grundlagen und der Aufbau der 2. Auflage der ÖAG-Futterwerttabellen, vor allem aber die Bedeutung für das Grundfutter im Alpenraum werden im Folgenden dargestellt.

2. Material und Methoden

2.1 Datenbasis

In der 1. Auflage der Österreichischen Futterwerttabellen (BUCHGRABER et al. 1996, 1998) wurden rund 7.000 Grundfuttermittel ausgewertet. Die 2. erweiterte und völlig neu bearbeitete Auflage (RESCH et al. 2006) beinhaltet 22.119 Futterproben aus Österreich und 690 aus Südtirol (Tabelle 1). Für die Gewährleistung der Aktualität der Tabellen wurden nur Futterproben aus den vergangenen 10 Jahren (1997-2006) verwendet. Die Vergleichbarkeit der Analysenwerte aus den drei Labors ist gegeben, weil die Futteranalysen vom LFZ Raumberg-Gumpenstein, Futtermittellabor Rosenau und der Laimburg mit anerkannten Standardmethoden durchgeführt werden.

Das Futtermittellabor Rosenau (Landwirtschaftskammer Niederösterreich) stellte in dankenswerter Weise eine sehr umfangreiche Datenbasis von Silagen und Heu aus Praxisbetrieben zur Verfügung. Die Daten des LFZ Raumberg-Gumpenstein lagen schwerpunktmäßig im Grünfütterbe-

Tabelle 1: Probenanzahl in den ÖAG-Futterwerttabellen 2006 in Abhängigkeit von Nutzung und Futterart

Futternutzung und Futterart	Silage	Heu und Grummet	Grünfütter
	[n]	[n]	[n]
Grünlandfutter			
Dauerwiesen	10184	3412	4171
Naturschutz- und Streuwiesen	-	-	213
Kultur-, Mäh- u. Kurzrasenweiden	-	-	575
Hut- und Almweiden	-	-	926
Feldfutter			
Rotklee gras	638	9	420
Luzernegras	276	18	90
Landsberger Gemenge	26	-	-
Rotklee	29	-	-
Luzerne	62	30	71
Mais			
Silomais	1135	-	349
Maiskolbensilage (CCM)	11	-	-
Maiskornsilage	48	-	-
Sonstige			
Ganzpflanzensilage (GPS)	37	-	-
Erbse	18	-	-
Sudangras	8	-	13
Biertreber	15	-	-
Stroh	-	25	-
Probenanzahl insgesamt	12487	3494	6828

reich, wobei sehr darauf geachtet wurde, dass hauptsächlich Werte aus Praxisprojekten verwendet wurden. Sämtliche Datensätze wurden in einer gemeinsamen Datenbasis zusammengefasst und die Werte auf Plausibilität geprüft. Einige Proben waren aufgrund von hohen Rohaschewerten (erdige Futtermittelverschmutzung) auffällig, deswegen wurde festgelegt, dass für die Auswertung Rohaschelimits gelten. Eliminiert wurden bei Heu bzw. Grummet jene Proben mit Rohaschgehalten, die über 130 g/kg TM lagen, alle Silagen über 140 g/kg TM und bei Leguminosen alle Rohaschewerte über 150 g/kg TM. Dieser Schritt war notwendig, weil teilweise die Mittelwerte der Mineralstoff- und Spurenelementgehalte durch die erdige Verschmutzung stark beeinflusst wurden.

2.2 Vegetationsstadien von Futterbeständen

In den ÖAG-Futterwerttabellen wird jedem phänologischen Vegetationsstadium ein bestimmter Rohfasergehalt zugewiesen, der von der Futterart (Silage, Heu oder Grünfütter) und vom Aufwuchs abhängt (Tabelle 2). Die ÖAG-Futterwerttabelle für den Alpenraum verwendet bei den Folgeaufwüchsen zum Unterschied von der 7. Auflage der deutschen DLG-Futterwerttabelle für Wiederkäuer (DLG 1997) bzw. der 4. Auflage der Schweizer Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer (RAP 1999, ALP 2006, ALP 2008), nicht die Einteilung in Wochen, sondern nach Entwicklungsstadien, wie im 1. Aufwuchs. Durch die Anwelkung bei der Silierung bzw. die Heutrocknung treten Bröckelverluste insbesondere bei Leguminosen und Kräutern auf, welche eine Differenzierung im Rohfasergehalt erfordern. Gegenüber Grünfütter

Tabelle 2: Rohfasergehaltswerte der Vegetationsstadien in Abhängigkeit von Konservierung und Aufwuchs

1. Aufwuchs	Silage	Heu	Grünfütter intensiv	Grünfütter extensiv
Schossen	< 230	< 240	< 210	< 220
Ähren- / Rispschieben	230-260	240-270	210-240	220-250
Beginn Blüte	260-290	270-300	240-270	250-270
Mitte Blüte	290-320	300-330	270-300	270-300
Ende Blüte	290-320	300-330	>300	300-330
Überständig	> 320	> 330		>330

2. + Folgeaufwüchse	Silage	Heu	Grünfütter
Schossen	< 220	< 230	< 200
Ähren- / Rispschieben	220-250	230-260	200-230
Beginn Blüte	250-280	260-290	230-260
Mitte bis Ende Blüte	280-300	290-310	260-290
Überständig	> 300	> 310	> 290

ist der Rohfasergehalt einer Silage um etwa 2 % höher, der von Heu bzw. Grummet ist um 3 % höher anzusetzen.

Bei den Maissilagen wurde die Einteilung in Reifestadien (Milchreife, Beginn Teigreife und Ende Teigreife) sowie nach dem Kolbenanteil (niedrig, mittel und hoch) vorgenommen. Das Hauptkriterium für das Reifestadium ist die Trockenmasse im Kolben, der Kolbenanteil an der Gesamtpflanze hängt eng mit dem Rohfasergehalt zusammen.

2.3 Energiebewertung der Futtermittel

Die Futterenergie der LFZ-Futterproben wurde mit Hilfe von Schätzgleichungen auf Basis der DLG-Futterwerttabellen (1997) ermittelt. Die enge Beziehung zwischen dem Gehalt an verdaulicher organischer Masse in g/kg TM (dOMD) und der Energiedichte in MJ/TM (ME bzw. NEL) ist die Basis für eine Regressionsgleichung. Auf diese Art und Weise ist es möglich über die OM-Verdaulichkeit (nach TILLEY und TERRY 1963) die Futterenergie zu schätzen.

Das Prinzip der Regressionsgleichung wird auch im Futtermittellabor Rosenau zur Anwendung gebracht, um die Energiedichte zu schätzen. Hier wird die enge Beziehung der Rohfaser zur Futterqualität genutzt, um zuerst die Verdauungskoeffizienten der Rohnährstoffe nach GRUBER et al. (1997) zu berechnen. In weiterer Folge können mit den klassischen Formeln aus den DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 7. Auflage (1997) die unterschiedlichen Energiedichten (GE, ME und NEL) abgeleitet werden.

In der Auswertung wurde keine Rücksicht darauf genommen, mit welchem Verfahren die Energiedaten ermittelt wurden. Die Südtiroler Futterwerttabelle für Grünfütter aus Wiesen wurde einerseits nach dem Deutschen Energiebewertungssystem und andererseits mit dem Schweizer Futterbewertungssystem dargestellt, weil in Südtirol die Energie über Nettoenergie-Mast (NEV) und Nettoenergie-Laktation (NEL) bewertet wird. Für DACCORD und ARRIGO (1992) ist die Schätzung der V_{KOS} (Verdaulichkeit der organischen Masse) entscheidend für die genaue Nährwertbestimmung und für einen optimalen Raufuttereinsatz.

2.4 Bewertung der Proteinkomponenten

In die Futterwerttabellen wurde das unabgebaute Protein (UDP), also der pansenstabile Proteinanteil eines Futters, der vom Dünndarm des Wiederkäuers direkt genutzt werden kann, genauso aufgenommen wie das nutzbare Rohprotein (nXP), das sich aus dem Mikrobenprotein plus dem unabgebauten Protein zusammensetzt. Der Parameter, welcher über die Stickstoffunter- bzw. Stickstoffübersorgung Auskunft gibt, nämlich die ruminale N-Bilanz (RNB) wurde in den neuen Tabellen selbstverständlich auch berücksichtigt. Die rechnerische Vorgangsweise, um zu den angeführten Proteinkomponenten zu gelangen, erfordert im ersten Schritt die Ermittlung der Proteinabbaubarkeit in Prozent über eine lineare Schätzgleichung nach GRUBER et al. (1997). Die Schätzgleichungen für das UDP wurden in Abhängigkeit von der Futterart (Silage, Heu oder Grünfütter) ausgewählt, der Rohfasergehalt des Futtermittels, als dynamischer Teil der Formel, bestimmt letzten Endes die Höhe der Proteinabbaubarkeit. Die Kalkulation für das nutzbare Protein (nXP) wurde unter Einbeziehung der Metabolischen Energie nach LEBZIEN et al. (1997) durchgeführt.

Die einzelnen Proteinkomponenten wurden nach den unten stehenden Formeln berechnet:

$$\text{UDP [\%]} = ((100 - \text{Proteinabbaubarkeit [\%]}) / 100 \times \text{XP [g]}) / \text{XP [g]} \times 100$$

$$\text{nXP [g]} = (11,93 - (6,82 \times (\text{UDP [g]} / \text{XP [g]}))) \times \text{ME [MJ]} + 1,03 \times \text{UDP [g]}$$

$$\text{RNB [g]} = (\text{XP [g]} - \text{nXP [g]}) / 6,25$$

Für die Südtiroler Futterwerttabelle wurde gemäß dem Schweizer Futterbewertungssystem die Proteinkomponente APD-N (nutzbares Rohprotein) und APD (Absorbierbares Protein im Darm) in g/kg TM angeführt.

2.5 Mengen- und Spurenelemente

Jene Proben, die nicht auf Mengen- und Spurenelemente analysiert wurden, sind nicht in die Auswertung der Elemente einbezogen worden. Aus statistischer Sicht ändert sich bei einer reduzierten Datengrundlage gleichzeitig die Lage zum Mittelwert der gesamten Stichprobe. Konkret zeigte sich dieser Effekt in der Form, dass der Rohfasermittelwert der Proben mit Mineralstoffdaten (reduzierter Datenbasis) vom Mittelwert der gesamten Proben einer Futterkategorie abwich. Diese Abweichung in der Rohfaser stellt aber ein großes Problem dar, weil die Rohfaser die Höhe des Elementgehaltes beeinflusst. In den neuen ÖAG-Futterwerttabellen wurde diese grundlegende Problematik mit Hilfe von Regressionsgleichungen gelöst, indem für jede Futter- und Aufwuchskategorie (1. Aufwuchs, 2. + Folgeaufwüchse) die Beziehung zwischen Element (P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, Cu) und Rohfaser ausgewertet wurde. Im zweiten Schritt wurden die Gehaltswerte der einzelnen Elemente mit der ermittelten Schätzformel berechnet, die Rohfaserbasis für die Berechnung war der mittlere Rohfasergehalt der gesamten Futterproben (auch Proben ohne Mineralstoffwerte) einer Futterkategorie.

3. Ergebnisse und Diskussion

Im Gegensatz zu den europäischen Gunstlagen befindet sich in Österreich ein Großteil der Grundfutterflächen im benachteiligten Berggebiet, wo innerhalb der Regionen große Unterschiede hinsichtlich Klima und Standortbedingungen herrschen. In den alpinen Lagen sind Dauerwiesen mit einer sehr differenzierten botanischen Zusammensetzung und Nutzung die Ausgangsbasis für das Futter der Wiederkäuer. Die qualitative Einstufung von Grundfuttermitteln ist in Österreich sehr wichtig, weil die Rationen für die Wiederkäuer hauptsächlich auf Grundfutter wie Grassilage, Raufutter, Silomais sowie auf Grünfutter aus Weidehaltung und Frischgrasvorlage aufbauen.

3.1 Aufbau bzw. Gliederung der Futterwerttabellen nach Einflussfaktoren

Der Pflanzenbestand (Gräser, Leguminosen und Kräuter), die Nutzungshäufigkeit, das Entwicklungsstadium der Pflanzen zum Zeitpunkt der Ernte, der Aufwuchs und die Art der Futterkonservierung sind wesentliche Einflussfaktoren auf den Gehalt an Nähr- und Mineralstoffen im Grundfutter, deswegen sind diese Kriterien für die Bewertung von Grundfuttermitteln, im Speziellen von Wiesenfutter, geeignet. Die Nährwertbestimmung lässt sich nach MEISTER und LEHMANN (1988) am besten über die dominierenden Faktoren Pflanzenalter und botanische Zusammensetzung beschreiben, wogegen der Standort und die Höhenlage keinen signifikanten Einfluss auf das Qualitätsniveau zeigten. Im Aufbau der ÖAG-Futterwerttabellen wurde in der Gliederung (Abbildung 1) auf die Einflussfaktoren Rücksicht genommen, sodass Hauptbereiche für Silage, Heu und Grünfutter entstanden, welche weiters in verschiedene Pflanzenbestände und Aufwuchsgruppen unterteilt sind. Wenn eine ausreichende Probenanzahl zur Verfügung stand, wurden in jeder Kategorie auch die Vegetationsstadien dargestellt.

Aufgrund der Tatsache, dass die in der Tabelle angeführten phänologischen Stadien auf der Gruppierung von Rohfasergehalten basieren (Tabelle 2), stellt sich die Frage inwieweit diese Methode von tatsächlich erfassten phänologischen Verhältnissen abweicht. Am Beispiel Raufutter wird dazu in Abbildung 2 ein Vergleich zwischen den Werten aus der ÖAG-Futterwerttabelle, der DLG-Futterwerttabelle und Projektdaten mit erfasstem Phänologiestadium für Raufutter dargestellt.

Die Rohfaserwerte aus der ÖAG-Futterwerttabelle verlaufen unabhängig vom Aufwuchs mit jedem Entwicklungsstadium linear. Im Gegensatz dazu flachen die Verläufe

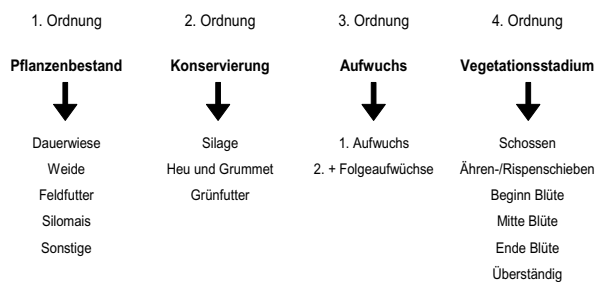


Abbildung 1: Gliederung der ÖAG-Futterwerttabelle

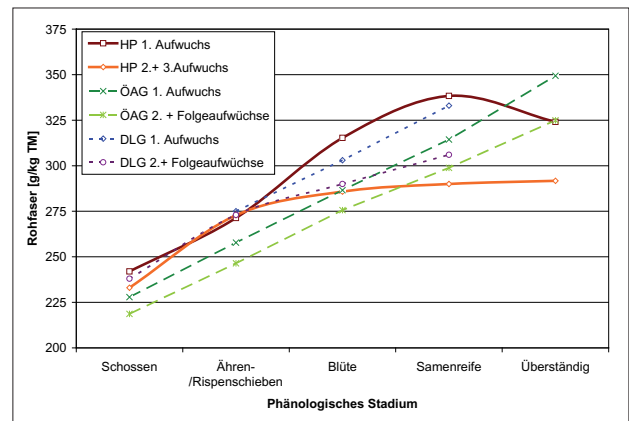


Abbildung 2: Einfluss des Vegetationsstadiums auf den Rohfasergehalt von Raufutter in Abhängigkeit vom Aufwuchs und der Datenbasis unabhängig vom Trocknungsverfahren (Daten: HP= Heuprojekt 1992-95, 2007-08; ÖAG= ÖAG-Futterwerttabellen 2006; DLG= DLG-Futterwerttabellen 1997)

der Heuprojekt Daten in unterschiedlichen Entwicklungsstadien ab (Abbildung 2). Die Rohfaser verläufe aus den DLG-Tabellen sind besser mit jenen aus dem Heuprojekt vergleichbar als die ÖAG-Tabellenwerte. Als Schlussfolgerung dieses Vergleichs kann festgestellt werden, dass die Zuordnung von phänologischen Entwicklungsstadien in der ÖAG-Futterwerttabelle (Heu und Grummet) mit der Methode der Rohfasergruppierung eine Näherung an die tatsächlichen Verhältnisse erlaubt.

3.2 Strukturierung der Futterwerttabellen

Der Aufbau der Tabellenstruktur der ÖAG-Futterwerttabellen orientiert sich an den DLG-Futterwerttabellen (1997). Die Analysenparameter werden bei den ÖAG-Futterwerttabellen in Bereiche übersichtlich zusammengefasst. Für Rohnährstoffe, Protein und Energie (Tabelle 3) sowie für Mengenelemente und Spurenelemente (Tabelle 4) werden die Tabellenbereiche mit stärkeren Linien abgegrenzt.

In der Druckversion der ÖAG-Futterwerttabellen wurden aus Platzgründen ausschließlich Mittelwerte dargestellt. Die Downloadversion (<http://www.raumberg-gumpenstein.at>) beinhaltet neben den Mittelwerten auch die Standardabweichungen.

3.3 Bedeutung der ÖAG-Futterwerttabellen

Um die Bedeutung einer Sache zu klären bedarf es einiger Fragen, welche in der Folge eine qualitativ differenzierte Erklärung liefern können. Zur Beantwortung der nachstehenden Fragen können teilweise fundierte Begründungen angeführt werden, andererseits sind subjektive Einschätzungen notwendig.

3.3.1 Warum werden für Österreich Futterwerttabellen erstellt?

Die Zusammensetzung der Pflanzenbestände im Alpenraum ist heterogen und artenreich (PÖTSCH und BLASCHKA 2003), deswegen müssen wir in den Alpenländern bei der Bewertung von Grundfuttermitteln auf diese Vielfalt Rücksicht nehmen. In Abhängigkeit von der Häufigkeit

Tabelle 3: Strukturierung der Futterwerttabellen (RESCH et al. 2006) für Rohnährstoffe, Protein und Energie

Anzahl der Proben	Trockenmasse	Rohnährstoffe						N-freie Extraktstoffe	UDP % des Rohnproteins	Protein		Verdaulichkeit % der OM	Energie		Qualitätspunkte
		Rohasche	Organische Masse	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	Rohfaser			nutzbares Rohprotein	Ruminale N-Bilanz		Umsetzbare Energie	Nettoenergie Laktation	
n	TM g/kg FM	XA	OM	XP	XL	XF	XX	UDP %	nXP g/kg TM	RNB N/kg	dOM %	ME MJ/kg TM	NEL MJ/kg TM	Qp Punkte	

Tabelle 4: Strukturierung der Futterwerttabellen (RESCH et al. 2006) für den Mengen- und Spurenelemente

Anzahl der Proben	Mengelemente					Anzahl der Proben	Spurenelemente			
	Calcium	Phosphor	Magnesium	Kalium	Natrium		Eisen	Mangan	Zink	Kupfer
n	Ca	P	Mg g/kg TM	K	Na	n	Fe	Mn mg/kg TM	Zn mg/kg TM	Cu

der jährlichen Grünlandnutzung und der Düngung treten standortsabhängig bestimmte Pflanzengesellschaften auf, deren einzelne Pflanzenarten sich mit den Gegebenheiten am besten zurechtfinden. Im Alpenraum dominieren, im Gegensatz zu deutschen und Schweizer Gunstlagen, Bestände mit mehr als 40 Gefäßpflanzenarten je 100 m² (PÖTSCH und RESCH 2005).

Am Beispiel des Zusammenhanges zwischen Rohfaser und Rohprotein in Dauerwiesenfutter eines 1. Aufwuchses (Abbildung 3) sollen die allgemeinen Unterschiede zwischen den Futterwerttabellen aus den Ländern Österreich, Deutschland und der Schweiz demonstriert werden. Die Differenz zwischen den Rohproteingehalten in Österreich und Deutschland liegen bei vergleichbarem Wiesenfutter durchschnittlich bei 40-45 g/kg TM. Würden im konkreten Fall DLG-Werte zur Rationserstellung verwendet werden, so käme es zu einer völlig falschen Einstufung der Versorgungssituation bei Rohprotein aus dem Wiesenfutter. Die Futterwerttabellen aus der Schweiz liefern Werte, welche für die österreichischen Verhältnisse besser passen, allerdings ist die Dynamik wesentlich anders geartet. Schweizer Wiesenfutter hat zu Vegetationsbeginn im Gegensatz zu jenem aus Österreich um 20 g höhere Proteingehalte in der Trockenmasse. Die Proteingehalte des Schweizer Dauerwiesenfutters nehmen bei Zunahme des Rohfasergehaltes viel stärker ab als in Österreich, sodass sie bei einem

Rohfasergehalt von ~280 g/kg TM plötzlich um 20 g tiefer liegen (Abbildung 3).

Österreich weist hinsichtlich der Grundfutterqualität eine spezifische Ausprägung auf, welche die Erstellung von regional gültigen Futterwerttabellen erfordern. WIEDNER et al. (2001) sind in ihren Futterwerttabellen dem Anspruch der Regionalität gerecht geworden, indem sie Tabellen für kleinere Produktionsräume in Österreich dargestellt haben.

3.3.2 Wer braucht Futterwerttabellen für Grundfutter?

In dieser Betrachtung wird das Grundfutter auf Wiederkäuer eingeschränkt, um jene Zielgruppen zu erfassen, welche mit einem Tabellenwerk für Grundfuttermittel etwas anfangen können (Tabelle 5). Dazu zählen in erster Linie die Landwirte im Bereich Milchviehwirtschaft, welche mit den Zahlen in die konkrete Rationsberechnung gehen können. Offizialberater benötigen die Tabellen für Fütterungsfragen genauso wie Fachlehrer an landwirtschaftlichen Schulen, welche praxisnahe Rationsbeispiele mit ihren auszubildenden Schülern rechnen wollen. In der landwirtschaftlichen Forschung, speziell für den Schwerpunkt Tierproduktion und Pflanzenbau, stellen derartige Futterwerttabellen eine essentielle Grundlage dar, um zukünftige Entwicklungen der Grundfutterqualität zu verifizieren (z.B. Einfluss des Klimawandels, Änderung gesetzlicher Rahmenbedingungen). Die Agrarpolitik ist letztlich auch eine Zielgruppe für Futterwerttabellen. Die vielfältigen globalen Auswirkungen erfordern agrarpolitische Anpassungsstrategien und Maßnahmen, welche durchaus Folgeeffekte auf die Grundfutterqualität haben können.

Futterwerttabellen werden in der Praxis hauptsächlich von Personen angewendet, welche sich mit der Fütterung von Wiederkäuern intensiv auseinandersetzen. Das betrifft vor allem Fütterungsberater, Tierzuchtlehrer und Forscher im Bereich Tierproduktion, aber auch motivierte Landwirte, die mit Fütterungsprogrammen arbeiten. Die Allgemeinheit der Vieh haltenden Landwirte setzt sich zurzeit eher in geringfügigem Maße mit Futterwerttabellen auseinander. Das Bewusstsein über Grundfutterqualität hängt in der landwirtschaftlichen Praxis eng mit der Tradition und allgemeinen Entwicklungen (Förderungsprogramme, Mechanisierung etc.) zusammen.

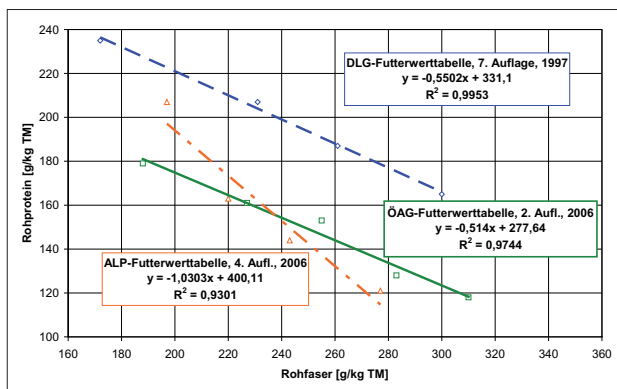


Abbildung 3: Einfluss der Rohfaser auf den Gehalt an Rohprotein in Dauerwiesen-Grünfutter im 1. Aufwuchs in Abhängigkeit der Datenbasis

Tabelle 5: Einschätzung des Anteils der Anwender von Futterwerttabellen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Zielgruppen

Zielgruppe	Anteil der Anwender von Futterwerttabellen				
	minimal	gering	mittelmäßig	hoch	maximal
Landwirte		●	○		
Fütterungsberater				●	○
Tierzuchtlehrer			●	○	
Agrarforschung-Tierproduktion				●	
Pflanzenbauberater		●		○	
Pflanzenbaulehrer		●	○		
Agrarforschung-Pflanzenbau			●	○	
Pflanzenzüchtung		●	○		
Agrarpolitik	●	○			

● = geschätzter Anteil; ○ = erstrebenswerter Anteil

Stiefmütterlich werden Futterwerttabellen von Pflanzenbauberatern, -lehrern und Pflanzenzüchtern behandelt. Dabei könnten die Pflanzenbauer aus den Tabelleninhalten viele wichtige Schlussfolgerungen in Sachen Grünlandmanagement (Düngung, Nutzung, Grünlandregeneration etc.) und Selektion von neuen Sorten herauslesen.

3.3.3 Was bringt die Verwendung der Futterwerttabellen?

Diese zentrale Frage kann in verschiedenen Richtungen gestellt werden. Der wohl wichtigste Nutzen, welcher bei der Auseinandersetzung mit Futterwerttabellen entsteht, ist die selbstkritische Auseinandersetzung mit dem wirtschaftseigenen Grundfutter. Wenn ein Landwirt keine Ahnung von seinen Grundfutterqualitäten hat, wird er sich bei der Formulierung von Zielen schwer tun, die seinen betrieblichen Erfolg sichern. Motivierte Landwirte, die ihr betriebliches Management auf eine sehr gute Grundfutterqualität trimmen, haben in punkto Fachwissen einen Vorsprung. Diese Landwirte überlassen die Futterqualität nicht dem Zufall, sondern hinterfragen ihre Arbeitsweise und selbstverständlich auch ihre Grundfuttermittel. Die Futterwerttabellen und natürlich auch Laboranalysen sind bei der Selbstkontrolle unverzichtbare Managementinstrumente.

Die Frage nach dem Nutzen kann auch streng ökonomisch gestellt werden. Ein Milchviehbetrieb, der Maßnahmen zur Verbesserung der Grundfutterqualität erfolgreich umsetzt, kann je nach Betriebsstruktur und Standort, eine Steigerung des Ertrages von ungefähr 50 bis 300.- Euro je Kuh und Jahr erwarten. Dieser Erfolg hängt mit der verbesserten Grundfutterleistung und der Reduktion von Kraftfuttermitteln zusammen.

3.3.4 Anwendungsgebiet der Futterwerttabellen

Einschätzung von Gehaltswerten

Landwirte, die keinen Laborbefund ihres Grundfuttermittels zur Verfügung haben, können mit Hilfe der Futterwerttabellen die Gehaltswerte von Nährstoffen, Energie sowie von Mengen- und Spurenelementen einschätzen (RESCH 2007). Dazu ist es notwendig, dass der Landwirt den phänologischen Entwicklungszustand seines Pflanzenbestandes anhand sogenannter Leitgräser erkennt. Bis 700 m Seehöhe wird Knaulgras (*Dactylis glomerata*) und über 700 m Seehöhe wird Goldhafer (*Trisetum flavescens*) als Leitgras für die phänologische Bonitierung herangezogen. Sobald der phänologische Entwicklungszustand erhoben ist, können in der entsprechenden Tabelle die Gehaltswerte entnommen werden. Die Daten stehen somit zur weiteren Verarbeitung wie z.B. für eine Rationsberechnung zur Verfügung.

Kombination von Futterwerttabelle und organoleptischer Futterbewertung

Die ÖAG-Futterwerttabellen enthalten ein alternatives, gesamtheitliches Futterbewertungskonzept, welches auf der Verquickung von Energieeinstufung und der sensorischen Futterprüfung basiert. Ermittelt wird hierbei die sogenannte Futterwertzahl, die über das qualitative Potential eines Grundfuttermittels Auskunft geben kann. In den Futterwerttabellen werden jeder Energiekonzentration (NEL) sogenannte Qualitätspunkte zugewiesen (Formel: Qualitätspunkte = NEL (in MJ/kg TM) x 32,673 – 99,96). Nach RESCH et al. (2006) können aufgrund qualitativer Mängel (Probleme während der Feldphase, Überhitzung, suboptimale Trockenmasse, Nacherwärmung etc.) Abzüge im Energiegehalt von Grundfutter vorgenommen werden, welche eine entsprechende Auswirkung auf die Qualitätspunkte nach sich ziehen.

Die organoleptische Bewertung von Grundfutter mittels ÖAG-Sinnenprüfung nach BUCHGRABER (1999) umfasst Geruch, Farbe, Gefüge und Verunreinigung. Zu diesem Zweck ist es notwendig die Silage oder das Raufutter in den einzelnen Kategorien punktemäßig einzustufen und daraus einen Qualitätsfaktor abzuleiten (BUCHGRABER 1999). Die Futterwertzahl ergibt sich aus der Multiplikation der Qualitätspunkte mit dem Qualitätsfaktor. Das Ermittlungsverfahren ist in der Praxis für jeden Landwirt einfach anwendbar (RESCH 2007) und ermöglicht eine schnelle und kostenlose Klassifizierung von Silage und Raufutter, welche alle essentiellen Parameter enthält.

Vergleich von Laboranalysen mit Tabellenwerten

Wenn der Landwirt sein Grundfutter im Labor analysieren lässt, würde man annehmen, dass in diesem Fall die Futterwerttabellen keine Bedeutung haben. Auch in dieser Situation sind die Futterwerttabellen von Wichtigkeit, weil sie eine allgemeine Vergleichsbasis zu den exakten Laborwerten darstellen. Die Lage jedes einzelnen Nährstoff-, Energie- sowie Mineralstoffgehaltes aus dem Laborbefund zu den Daten der spezifischen Futterwerttabelle kann bei der Interpretation der Grundfutterqualität unterstützend wirken. Beispielsweise kann bei einem vergleichbaren Rohfasergehalt der Rohproteingehalt des Befundes zum Tabellenwert abweichen. Dafür werden höchstwahrscheinlich die botanische Zusammensetzung und die Düngung des Pflanzenbestandes verantwortlich sein.

Die gezielte Verwendung von Analysenwerten im Vergleich mit Futterwerttabellen erlaubt die Ableitung von wertvollen Schlussfolgerungen für ein optimales Management von Düngung und Nutzung der Grundfutterflächen.

Einsatz in Rationsprogrammen

Die Berechnung von optimalen Futtermitteln, welche eine bedarfsgerechte Versorgung der Wiederkäuer gewährleisten, ist eine der Hauptaufgaben der Futterwerttabellen. Österreichische Rationsprogramme für Milchvieh und Mastriinder, aber auch für Schafe und Ziegen, basieren beim Grundfutter auf den Daten der Futterwerttabellen nach RESCH et al. (2006) und rechnen mit der Futterraufnahmeschätzformel nach GRUBER et al. (2004). So wird z.B. das Milchviehrationsprogramm „Superration“ von der Offizialberatung und auf vielen Milchviehbetrieben zur Rationsoptimierung eingesetzt.

Verwendung für Lehre und Forschung

In den landwirtschaftlichen Fach- und Mittelschulen, aber auch auf der Universität für Bodenkultur werden die Futterwerttabellen im Rahmen der Fachausbildung Tierproduktion, im Speziellen zum Thema Fütterung verwendet, wenn es darum geht Rationsbeispiele zu berechnen. Die Schulung der Jugend im praktischen Umgang mit Futterwerttabellen hat ein riesiges Potential, dahinter steckt aber auch eine große Verantwortung im Hinblick auf Grundfutterqualität. In der Praxis wird leider oftmals zu theoretisch an das Thema Grundfutterqualität herangegangen. Die Schüler werden bei der Arbeit mit Futterwerttabellen meistens nicht gleichzeitig mit Futterkonserven unterschiedlicher Qualität konfrontiert, sodass keine Bewusstseinsbildung in Richtung praktische Bedeutung von Grundfutterqualität forciert wird.

Im pflanzenbaulichen Fachunterricht beschränken sich die Unterlagen vielfach auf Fragen des Düngungsmanagements von Grundfutterflächen und dessen Auswirkungen auf das System Boden-Pflanze. Spannend wäre hier auf jeden Fall die Besprechung der Auswirkung von Managementfaktoren auf die Futterqualität von Dauerwiesen, Feldfutter, Silomais etc.

Die landwirtschaftlichen Forschungseinrichtungen haben in erster Linie, gemeinsam mit den Landwirtschaftskammern und Futtermittellaboratorien, die Aufgabe am Aufbau und an der Aktualisierung einer spezifischen Datenbasis für das alpenländische Grundfutter zu arbeiten. Die Forschung soll gleichzeitig eine sinnvolle Entwicklung der Futterwerttabellen vorantreiben, welche die Anforderungen der Zielgruppen so gut wie möglich berücksichtigt.

3.3.5 Lassen sich aus den Futterwerttabellen Orientierungswerte hinsichtlich Futterqualität ableiten?

Die Frage muss eindeutig mit ja beantwortet werden. Es lassen sich differenzierte Orientierungswerte ermitteln. Auf den ersten Blick sind solche Empfehlungswerte in den Futterwerttabellen nicht offensichtlich zu entdecken. Wenn man sich allerdings Werte von mehreren Tabellen zusammenstellt, ist eine kritische Hinterfragung von Orientierungswerten ohne weiteres möglich. In dieser Arbeit soll ein Orientierungswert an einem Beispiel diskutiert werden.

Frage nach einem Orientierungswert für Energiedichte im Grünlandfutter

In der Praxis kursieren NEL-Empfehlungswerte für eine gute Grünlandfutterqualität. Eine solche Empfehlung lautet: Wenn die Energiedichte (Nettoenergie-Laktation) über 5,8 MJ NEL/kg Trockenmasse liegt, kann von einer guten Grundfutterqualität gesprochen werden. In *Abbildung 4* wurden NEL-Daten aus vier Grünfuttertabellen mit unterschiedlicher Schnitthäufigkeit in Beziehung zum phänologischen Entwicklungsstadium gesetzt und zusätzlich wurde der Orientierungswert dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Häufigkeit der Grünlandnutzung einen starken Einfluss auf die Energiedichte ausübt. In Zusammenhang mit den Orientierungswert könnte eine gute Futterqualität nur erreicht werden, wenn bei Zweischnittnutzung vor dem Ähren-/Rispen-schieben geerntet wird, während bei Drei- und Vierschnittnutzung bis zum Blühbeginn zugewartet werden könnte. Die Energiedichten sind in diesem Beispiel durch

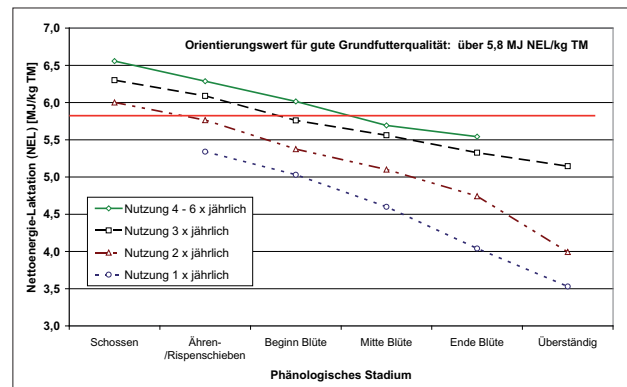


Abbildung 4: Einfluss der Nutzungshäufigkeit auf die Energiedichte (NEL) von Grünfutter aus Dauerwiesen in unterschiedlichen Entwicklungsstadien des 1. Aufwuchses

die unterschiedliche Schnitthäufigkeit so stark beeinflusst, dass ein allgemeiner Orientierungswert von 5,8 MJ NEL/kg TM in diesem Fall sehr kritisch zu beleuchten ist, weil er nicht nutzungsangepasst ist. Der horizontale Empfehlungswert könnte hier stattdessen vertikal auf ein phänologisches Entwicklungsstadium gesetzt werden. Wird z.B. das Stadium Ähren-/Rispen-schieben hergenommen, so ergeben sich in Abhängigkeit der Schnitthäufigkeit folgende Orientierungswerte für eine gute Grundfutterqualität in MJ NEL/kg TM:

>6,3 MJ bei 4 bis 6 Schnitten, >6,1 MJ bei 3 Schnitten, >5,8 MJ bei 2 Schnitten, >5,3 MJ bei 1 Schnitt

Was die Validierung von Empfehlungswerten mit Hilfe der ÖAG-Futterwerttabellen anbelangt, so sind hier auf jeden Fall Möglichkeiten vorhanden. Beratungsempfehlungen könnten in Zukunft durchaus auf eine Standorts- oder Managementanpassung der Grundfutterqualität getrimmt werden.

3.4 Verlässlichkeit der Werte aus den ÖAG-Futterwerttabellen

Jeder Anwender des Tabellenwerkes möchte wissen, ob die Zuordnung eines Gehaltswertes aus einer Futterwerttabelle mit dem tatsächlichen Gehaltswert des Futtermittels übereinstimmt. Diese Kontrolle kann das nur durch eine exakte Laboranalyse durchgeführt werden. Am Beispiel einer überschaubaren Grundfutter-Ringuntersuchung soll für Nettoenergie-Laktation (NEL) gezeigt werden, wie die Abweichungen von Werten aus den ÖAG-Futterwerttabellen zu exakten Daten aus vier Untersuchungslabors geartet sind.

Im XY-Plot der *Abbildung 5* kann beobachtet werden, dass die Einstufung der Energiedichte mit Hilfe der ÖAG-Futterwerttabellen ein differenziertes Bild ergibt. Die Bestimmtheitsmaße (R^2) aus der linearen Regression liegen für Labor 2 und 3 auf rund 50 %, jene der Labors 1 und 4 sind mit ~70 % etwas besser. Die mittlere residuale Abweichung der ÖAG-Tabellenwerte beträgt zum 1. Labor -0,05 MJ und zum 2. Labor +0,01 MJ/kg TM, ein ausgezeichnetes Ergebnis. Die mittlere Abweichung zum Labor 3 (+0,28 MJ/kg TM) und Labor 4 (+0,33 MJ/kg TM) ist deutlich höher und dadurch nicht befriedigend. Aufgrund der heterogenen Energieeinstufung der Labors

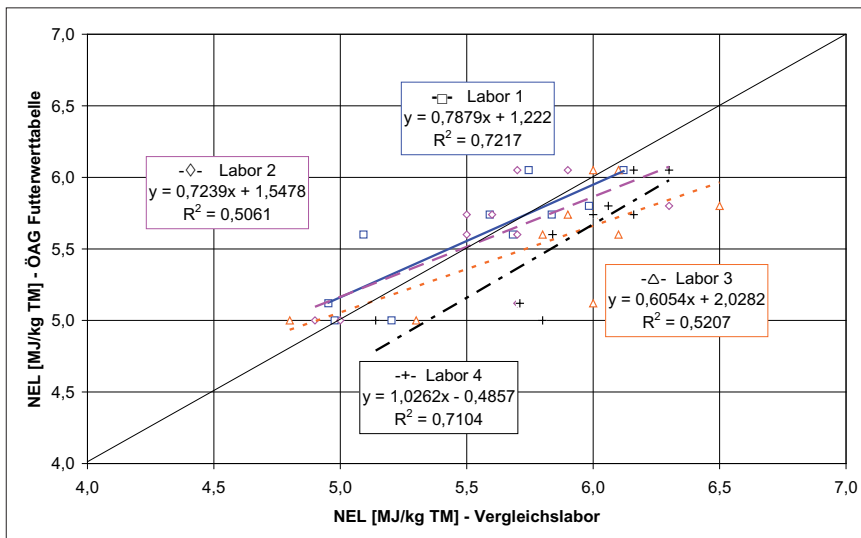


Abbildung 5: Treffsicherheit der Energieeinstufung (NEL) der ÖAG-Futterwerttabellen im Vergleich zur Energiebeurteilung von 4 unterschiedlichen Laboratorien (Daten: Grundfutter-Ringuntersuchung 2007)

ist es eine generelle Aussage für die Energieeinstufung mit der Futterwerttabelle in diesem Beispiel schwierig, weil die Treffsicherheit einerseits ausgezeichnet wäre (im Vergleich mit Labor 1 und 2) und andererseits nicht unerhebliche Differenzen auftreten (vor allem mit Labor 4). Neben dem Vergleich zwischen ÖAG-Tabelle und Laborwerten soll in diesem Beispiel gezeigt werden, dass die Beurteilung der Energiedichte (NEL) in den Laboratorien auch nicht zu 100 Prozent gleich sein muss.

3.5 Konsequenzen für zukünftige Futterwerttabellen

Für die Entwicklung von zeitgemäßen und aussagekräftigen Futterwerttabellen ist das kritische Hinterfragen des status quo essentiell. Dazu gehört mit Sicherheit eine Analyse der Stärken und Schwachpunkte des Tabellenwerkes. In der Weiterentwicklung müssen die Fütterungs- und Futterbauspezialisten den Focus auf die Bedürfnisse der Zielgruppen abstimmen, damit das Potential der Anwender durch ein attraktives Tabellenwerk ausgebaut werden kann. In der Schweiz werden die Nährwerttabellen gemeinsam mit Fütterungsnormen und Fütterungsempfehlungen im „Grünen Buch“ veröffentlicht (ALP 2006) bzw. werden auch dem Benutzer auch online zur Verfügung gestellt (ALP 2008). Die DLG (Deutsche Landwirtschaftliche Gesellschaft) hat seit 1997 keine Druckversion der DLG-Futterwerttabellen veröffentlicht, sondern setzt seit 2007 auf eine Futtermitteldatenbank, welche für den Anwender über das Internet zur Verfügung steht. Die online-Datenbank der DLG wird ständig erweitert und ist regionalisierbar, d.h. es können Daten für bestimmte Regionen abgerufen werden.

In gewissen Bereichen könnte die inhaltliche Qualität der Futterwerttabellen für den Alpenraum durch eine Spezifizierung verbessert werden. Beispielsweise wäre es in der Raufuttertabelle unbedingt notwendig zwischen Heu aus

Bodentrocknung und künstlicher Heutrocknung zu unterscheiden. Zur Diskussion steht auch eine Differenzierung von grasreichen bzw. klee- und kräuterreichen Pflanzenbeständen. Für qualitative Aspekte wie Mengen- und Spurenelementgehalte im Grundfutter könnte eine Regionalisierung, ähnlich wie in Deutschland, die Aussagequalität der Tabellenwerte verbessern.

Die 2. Auflage der ÖAG-Futterwerttabellen sollte nicht die letzte sein, weil sich die Produktion von Grundfuttermitteln auch in Zukunft an Rahmenbedingungen wie Klima, Förderungsprogramme, Ausrichtung des Betriebes etc. orientieren muss und sich dabei verändert. Die Anwender haben auch weiterhin den Anspruch auf Verwendung von aktuellem, standortangepasstem Datenmaterial.

4. Schlussfolgerungen für die Praxis

Das Wissen und das Bewusstsein um die Grundfutterqualität der betriebseigenen Futtermittel ist ein wesentlicher Baustein für den betrieblichen Erfolg, deswegen sollten die Untersuchungsergebnisse der alpenländischen Grundfutterpartien für Landwirte, Berater und Lehrer in bester und einfach verständlicher Aufbereitung zur Verfügung stehen. Für die Landwirte, die keine Analyseergebnisse für ihr Grundfutter vorweisen können, ist die Verwendung der Futterwerttabellenwerte ein ideales Instrument für die richtige Bewertung und Einstufung der Grundfutterqualität. Bei der Arbeit mit den Futterwerttabellen ist die richtige Zuordnung von Pflanzenbestand, Konservierung, Aufwuchs und Vegetationsstadium absolut entscheidend. Hier muss der Anwender sein Fachwissen realitätsbezogen einsetzen, dann kann die Treffsicherheit der Zuordnung den Gehaltswerten einer Laboranalyse nahe kommen. Eine willkürliche, realitätsferne Zuordnung in den ÖAG-Futterwerttabellen führt zu falschen Grundfuttergehaltswerten, die z.B. in der Rationsgestaltung eine suboptimale Versorgung der Milchkühe hervorruft.

Die Unterstützung der landwirtschaftlichen Forschung und der qualitativ hochwertigen Futtermittelanalyse in Österreich durch Landwirte, Interessensvertretung und Politik ist enorm wichtig, damit auch in Zukunft essentielles Fachwissen in Form von aktuellen Futterwerttabellen zur Verfügung gestellt werden kann.

5. Literatur

- ALP, 2006: Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. Hrsg.: Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP – Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale LMZ, 327 S.
- ALP, 2008: Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. Online-Ausgabe. Hrsg.: Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP.

- BUCHGRABER, K., RESCH, R. und L. GRUBER, 1996: Ergänzungen zu den DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, Wiesen- und Weidfutter aus dem Alpenraum (Grünfutter, Heu, Grummet, Silage, Almfutter und Futter von Extensivflächen). Datengrundlage aus Österreich. DLG-Futterwerttabellen, 7. erweiterte und überarbeitete Auflage, DLG-Verlag 1997.
- BUCHGRABER, K., RESCH, R., GRUBER, L. und G. WIEDNER, 1998: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. Der fortschrittliche Landwirt, Heft 2, Sonderbeilage, 25 – 35.
- BUCHGRABER, K., 1999: Nutzung und Konservierung des Grünlandfutters im Österreichischen Alpenraum. Veröffentlichung der BAL Gumpenstein, Heft 31.
- DACCORD, R. und Y. ARRIGO, 1992: Nährwert von Bergwiesenfutter. Landwirtschaft Schweiz Band 5 (9), 445-448.
- DACCORD, R., 1997: Grundlagen und praktische Umsetzung der Nährwerttabellen für Wiederkäuer in der Schweiz. Bericht Alpenländisches Expertenforum „Grundfutterqualität und Grundfutterbewertung“, BAL Gumpenstein, 1-6.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer 7. erweiterte und überarbeitete Auflage. Herausgeber: Universität Hohenheim-Dokumentationsstelle, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- GRUBER, L., STEINWIDDER, A., GUGGENBERGER, T. und G. WIEDNER, 1997: Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (7. Auflage 1997).
- GRUBER, L., F.J. SCHWARZ, D. ERDIN, B. FISCHER, H. SPIEKERS, H. STEINGASS, U. MEYER, A. CHASSOT, T. JILG, A. OBERMAIER, T. GUGGENBERGER, 2004: Vorhersage der Futterraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 116. VDLUFA-Kongress, 13.-17. Sept. 2004, Rostock, Kongressband 2004, 484-504.
- LEBZIEN, P., J. VOIGT, M. GABEL und D. GÄDEKEN, 1997: Zur Schätzung der Menge an nutzbarem Rohprotein am Duodenum von Milchkühen. J. Anim. Physiol. A. Anim. Nutr.
- MEISTER, E. und J. LEHMANN, 1988: Nähr- und Mineralstoffgehalt von Wiesenkräutern aus verschiedenen Höhenlagen in Abhängigkeit vom Nutzungszeitpunkt. Schweiz. Landw. Forschung, Recherche agronom. en Suisse 26 (2), 1988.
- PÖTSCH, E.M. und A. BLASCHKA, 2003: Abschlussbericht über die Auswertung von MaB-Daten zur Evaluierung des ÖPUL hinsichtlich Kapitel VI.2.A „Artenvielfalt“, BMLFUW, 37 S.
- PÖTSCH, E.M. und R. RESCH, 2005: Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Nährstoffgehalt von Grünlandfutter. Bericht über die 32. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Irdning / HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 13.-14.04.2005, 1-14.
- RAP, 1999. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. (4. überarb. Aufl.), LMZ, Zollikofen, 327 S.
- RESCH, R., 2007: Neue Futterwerttabellen für den Alpenraum. Bericht über die 34. Viehwirtschaftliche Fachtagung zum Thema „Transitfütterung, Milchproduktion, Futtermittel, Tiergesundheit“, 19. und 20. April 2007, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 61-75.
- RESCH, R., GUGGENBERGER, T., WIEDNER, G., KASAL, A., WURM, K., GRUBER, L., RINGDORFER, F. und K. BUCHGRABER, 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. Der Fortschrittliche Landwirt, (24) 2006, Sonderbeilage 8/2006, 20 S.
- TILLEY, J.M.A and R.A. TERRY, 1963: A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18, 104 - 111.
- WIEDNER, G., GUGGENBERGER, T. und H. FACHBERGER, 2001: Futterwerttabelle der Österreichischen Grundfuttermittel. Niederösterreichische Landeslandwirtschaftskammer.