



**LfL**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

# **Effiziente Futterwirtschaft und Eiweißbereitstellung in Futterbaubetrieben**

**5**

**2014**



**Schriftenreihe**

**ISSN 1611-4159**

## **Impressum**

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan  
Internet: [www.LfL.bayern.de](http://www.LfL.bayern.de)

Redaktion: Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3, 85586 Poing-Grub  
E-Mail: [ITE@LfL.bayern.de](mailto:ITE@LfL.bayern.de)  
Telefon: 089/99141-401

1. Auflage: August 2014

Druck: ES-Druck, 85356 Freising-Tüntenhausen

Schutzgebühr: 15,00 Euro

© LfL



**LfL**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Heimische  
Eiweißfuttermittel

Aufbruch Bayern 

# **Effiziente Futterwirtschaft und Eiweißbereitstellung in Futterbaubetrieben**

**Köhler, B.; Thurner, S.;  
Diepolder, M.; Spiekers, H.**



# Inhaltsverzeichnis

Seite

	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>14</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>19</b>
<b>2</b>	<b>Zielsetzung .....</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>Material und Methoden .....</b>	<b>25</b>
4.1	Forschungsansatz .....	25
4.1.1	Gesamtsystemerhebung.....	26
4.1.2	Praxisorientierung .....	28
4.2	Versuchsstandorte .....	29
4.2.1	Lehr-, Versuchs- und Fachzentren (LVFZ) und Versuchsbetrieb Grub .....	29
4.2.2	Pilotbetriebe in Bayern.....	34
4.3	Versuchsmethodik .....	35
4.3.1	Gesamtanalyse.....	35
4.3.2	Ertrags- und Futtermengenerfassungssystem.....	36
4.3.3	Grünlanderhebungen .....	37
4.3.4	Methodenvergleich.....	38
4.4	Versuchsdurchführung .....	40
4.4.1	Ertragserfassung mittels Wiegung .....	40
4.4.2	Ertrags- und Feuchteermittlung an Erntemaschinen .....	41
4.4.3	Probeschnitte .....	43
4.4.4	Futtermengenerfassung .....	44
4.4.5	Trockenmassebestimmung .....	45
4.4.6	Qualitätserhebung.....	46
4.4.7	Controlling am Silo .....	48
4.4.8	Fütterung .....	49
4.4.9	Leistungserhebung .....	50
4.4.10	Bilanzierung .....	50
<b>5</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion .....</b>	<b>51</b>
5.1	Ertragserhebung .....	51
5.1.1	Ernteerträge Grünland .....	51

5.1.2	Rohproteinерträge Grünland.....	56
5.1.3	Energieerträge Grünland .....	57
5.1.4	Zusammenfassende Wertung der Grünlanderträge .....	58
5.1.5	TM- und Rohproteinерträge Klee gras .....	62
5.1.6	TM- und Rohproteinерträge Luzerne .....	64
5.1.7	TM-, Rohprotein- und Energieerträge Silomais.....	66
5.2	Silagemanagement und Qualitäten .....	67
5.2.1	Verfahrenstechnik .....	67
5.2.2	Dichtemessungen .....	68
5.2.3	Gärqualitäten .....	70
5.2.4	Zusammenfassende Wertung der Silagen .....	75
5.3	Nährstoffmengenfluss beim Grobfutter .....	76
5.3.1	Grobfutterqualitäten (zur Ernte).....	76
5.4	Verluste vom „Feld bis zum Trog“ .....	79
5.4.1	Feldverluste .....	80
5.4.2	Siliverluste.....	80
5.5	Fütterung und tierische Leistungen .....	82
5.5.1	Milchleistungen .....	83
5.5.2	Futtermengenauswertungen.....	84
5.5.3	Zusammenfassende Wertung der Futtermengen .....	93
5.6	Ertrags- und Feuchtermittlung (alternative Messtechniken).....	94
5.6.1	Onlinemessung (Frisch- und Trockenmasse).....	94
5.6.2	Abschiebewägen und Ladewägen (Frischmasse).....	99
5.7	Probeschnitte vom Grünland.....	101
5.8	Silovermessung .....	102
<b>6</b>	<b>Zusammenfassende Wertung der Futterwirtschaft .....</b>	<b>105</b>
<b>7</b>	<b>Praxistransfer und Pilotbetriebe.....</b>	<b>107</b>
<b>8</b>	<b>Schlussfolgerungen.....</b>	<b>109</b>
<b>9</b>	<b>Veröffentlichungen zum Projekt.....</b>	<b>113</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>116</b>
	<b>Anhang .....</b>	<b>123</b>

## Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Stoffflüsse in einem Futterbaubetrieb mit den entsprechenden Messstationen.....	27
Abb. 2: Umsetzung des Pilotvorhabens zur effizienten Futterwirtschaft.....	28
Abb. 3: Einladung zum Beratertag in Grub.....	29
Abb. 4: Messstellen in der Futter- oder Substratwirtschaft.....	37
Abb. 5: Unterteilung des befüllten Silos in Grundkörper.....	40
Abb. 6: Querschnitt des aufgesetzten Körpers als Trapez.....	40
Abb. 7: Querschnitt des aufgesetzten Körpers als Kreissegment.....	40
Abb. 8: Probeschnitt mit Rahmen.....	44
Abb. 9: Messprinzip zur Erfassung der Siloverluste „allin:allout“.....	45
Abb. 10: Probenahmemuster zur TM-Bestimmung am Siloanschnitt.....	46
Abb. 11: Dichteborher (li.) (Firma Pioneer) zur Probenahme für TM-Bestimmung am Siloanschnitt und (re.) „Gruber Bohrer“ zur Dichteermittlung beim „CAS“.....	46
Abb. 12: Ernteerträge vom Grünland am Standort Achselschwang auf Schlagebene der 4 bis 5 Schnittvarianten der Jahre 2009-2012.....	51
Abb. 13: Ernteerträge vom Grünland am Standort Hübschenried auf Schlagebene der 4-5 Schnittvarianten der Jahre 2009-2012.....	52
Abb. 14: Ernteerträge vom Grünland am Standort Almesbach auf Schlagebene der 3-4 Schnittvarianten der Jahre 2009-2012.....	53
Abb. 15: Ernteerträge vom Grünland am Standort Grub auf Schlagebene der 4-5 Schnittvarianten der Jahre 2009-2011 und der (3)-4 Schnittvarianten aus dem Jahr 2012.....	54
Abb. 16: Ernteerträge vom Grünland vom LVFZ Kringell auf Schlagebene bei 4-5(6) Schnittvarianten der Jahre 2009-2011 und 3-4 Schnittvarianten aus dem Jahr 2012.....	55
Abb. 17: Ernteerträge vom Grünland des Betriebs Spitalhof auf Schlagebene der 4-5(6) Schnittvarianten der Jahre 2009-2012.....	56
Abb. 18: Mittlere XP-Erträge vom Grünland je Jahr aus den jeweiligen Silageernten der Betriebe in den Jahren 2009 bis 2012.....	57
Abb. 19: Mittlere Energieerträge vom Grünland je Betrieb und Jahr der Jahre 2009-2012 (Datenbasis: mittlere Ernteerträge und NEL-Werte des zu silierenden Materials je Schnitt, Kringell: NEL-Werte mit Klee gras).....	58
Abb. 20: Betriebsspezifische Ernteerträge vom Grünland der Betriebe im vierjährigen Mittel aus den Erntejahren 2009-2012 mit Angabe der betriebsüblichen Schnittintensitäten.....	59
Abb. 21: TM Erträge vom Klee gras am Standort Kringell von unterschiedlichen Schlägen bei unterschiedlicher Schnitthäufigkeit der Jahre 2009-2012.....	63
Abb. 22: TM- und XP-Erträge vom Klee gras je Nutzungsjahr auf zwei unterschiedlichen Schlägen am Standort Almesbach (Schlag A „Ostmark“= Umwidmung von Ackerland in Dauergrünland von 2009-2012; Schlag B Kezerangen“= Klee gras in der Fruchtfolge von 2011-2012).....	64
Abb. 23: TM- und XP-Erträge der Luzerne in Reinbestand am Standort Grub (2009-2012) und am Standort Rottal-Inn (2011) je nach Nutzungsjahr.....	65

Abb. 24: Mittlere betriebsbezogene Ernteerträge mit Standardabweichung (s) zwischen den Schlägen beim Silomais der maisanbauenden Betriebe der Jahre 2008-2012 .....	66
Abb. 25: Mittlere betriebsbezogene Energie- und XP-Erträge vom Silomais der maisanbauenden Betriebe aus den Erntejahren 2008-2012.....	67
Abb. 26: Ermittelte Dichten von Grassilagen in Abhängigkeit zu den TM-Gehalten; Orientierungswert nach Richter et al. (2009) [10] .....	69
Abb. 27: Ermittelte Dichten von Maissilagen in Abhängigkeit zu den TM-Gehalten; Orientierungswert nach Richter et al. (2009) [10].....	70
Abb. 28: Konzentrationen an Milch- (blaue Kreuze) und Essigsäure (rote Punkte) in Grassilagen in Abhängigkeit zum TM-Gehalt .....	72
Abb. 29: Anteil des Ammoniakgehalts am Gesamtstickstoff (Nt) in Abhängigkeit zum TM-Gehalt der Grassilagen .....	73
Abb. 30: Konzentrationen an Milch- (blaue Kreuze) und Essigsäure (rote Punkte) in Luzernesilagen in Abhängigkeit zum TM-Gehalt.....	74
Abb. 31: Konzentrationen an Milch- (blaue Kreuze) und Essigsäure (rote Punkte) in Maissilagen in Abhängigkeit zum TM-Gehalt.....	74
Abb. 32: TM-Verluste in Mais-, Gras- und Luzernesilagen der beteiligten Betrieben nach der „allin:allout“-Methode; Köhler et al. (2013) [68].....	81
Abb. 33: Durchschnittliche Milchleistungen der Milchviehherden (kg ECM/Kuh und Jahr) von den LVFZ nach den LKV-Daten der Milchleistungsprüfung aus den Jahren 2009-2012 und im vierjährigen Mittel (Querbalken) .....	84
Abb. 34: Vergleich des „Online“ gemessenen FM-Ertrags am Feldhäcksler gegenüber des FM-Ertrags mittels Wiegung an der Fuhrwerkswaage auf Fuhrwerksebene beim Silomais .....	95
Abb. 35: Vergleich der „Online“ ermittelten FM-Erträge gegenüber den Wiegungen an der Fuhrwerkswaage auf Schlagebene bei Gras-Anwelkgut .....	96
Abb. 36: Messergebnisse von verschiedenen Sensortechniken (NIRS und Leitfähigkeit) zur Ermittlung des TM-Gehalts beim Silomais verschiedener Hersteller .....	97
Abb. 37: Messergebnisse verschiedener Sensortechniken (NIRS und Leitfähigkeit) zur Ermittlung des TM-Gehalts bei der Luzerne .....	98
Abb. 38: Messergebnisse verschiedener Sensortechniken (NIRS und Leitfähigkeit) zur Ermittlung des TM-Gehalts beim Gras-Anwelkgut.....	99
Abb. 39: Vergleich des FM-Ertrags ermittelt am Ladewagen bei verschiedenen Messbedingungen (befestigte und unbefestigte Standfläche) gegenüber der Wiegung an der Fuhrwerkswaage.....	100
Abb. 40: Vergleich des FM-Ertrags ermittelt am Abschiebewagen mit digitalen Wiegezellen und Wiegerahmen bei verschiedenen Messbedingungen (befestigte und unbefestigte Standfläche) gegenüber der Wiegung an der Fuhrwerkswaage.....	100
Abb. 41: Ertragsermittlung vom Grünland mittels manueller Schnittprobe im Vergleich zur Wiegung an der Fuhrwerkswaage auf Schlagebene.....	101
Abb. 42: Vergleich der Messgenauigkeit der Volumenmessung mit zwei verschiedenen Varianten der Dichtebestimmung gegenüber dem Referenzwert aus der Wiegung mit schlagbezogener TM-Bestimmung.....	103

## Tabellenverzeichnis

	Seite
Tab. 1: Standortcharakteristik der in den Projekten beteiligten Betriebe.....	30
Tab. 2: Landwirtschaftliche Nutzfläche (in ha) der beteiligten Betriebe differenziert nach Flächennutzung und Kulturen (Stand 2011).....	31
Tab. 3: Durchschnittliche jährliche Tierbestände (Anzahl) der beteiligten Betriebe (Stand 2011).....	31
Tab. 4: Futterwirtschaft der beteiligten Betriebe.....	32
Tab. 5: Datenerhebung und Messmethoden zur Ermittlung der Massenströme in den Futterbaubetrieben.....	36
Tab. 6: Grünlandflächen, Schnitthäufigkeit und N-Düngung (vierjähriges Mittel über alle Flächen) an den Betriebsstandorten in den Jahren 2009-2012.....	38
Tab. 7: Methodenansätze zur Mengenerfassung im Projekt „Effiziente Futterwirtschaft“.....	39
Tab. 8: Versuchsdurchführungen zur Testung der Messtechniken zur Ertrags- und Feuchteermittlung an Erntemaschinen.....	42
Tab. 9: Sensortechnik der Ertrags- und Feuchteermittlung je Hersteller (Stand 2012).....	43
Tab. 10: Angewandte Laboranalytik bei der Erfassung der Masse- und Nährstoffströme in den Projekten „Effiziente Futterwirtschaft“ und „Eiweißbereitstellung aus Grobfutter“.....	47
Tab. 11: Schätzgleichungen zur Berechnung von ME und NEL sowie nXP und RNB der Futtermittel im Projektzeitraum.....	48
Tab. 12: Datenerhebung in den Betrieben zum Futtermittelverbrauch je Tiergruppe.....	49
Tab. 13: Vergleich der Ernteerträge aus der Gesamtertragserhebung je Schlag und von den Versuchspartikeln am Standort Spitalhof bei ähnlicher Lage und Bewirtschaftung (4-5 Schnitte, Düngung: 200-215 kg Gesamt-N/ha und Jahr).....	60
Tab. 14: Gegenüberstellung der Grünlanderträge und der N-Entzüge von fünf bayerischen Praxisbetrieben im Mittel der Jahre 2009-2012 zu den Faustzahlen.....	61
Tab. 15: Kenngrößen zur Gärqualität der untersuchten Silagen, Mittelwert (mean) und Standardabweichung (s).....	71
Tab. 16: Temperatur-Messwerte (°C) unterschiedlicher Silagearten im oberen und unteren Bereich des Silostocks bei 40 cm Messtiefe und Außentemperatur (Umgebung).....	75
Tab. 17: Mittlere XP-Erträge und mittlere XP-, nXP und NEL-Gehalte (gewichtet nach dem mittleren TM-Ertrag je Schnitt zum Siliertermin) der Betriebe aus den Erntejahren 2009-2012, Qualitätsanalysen von Wiesengras (teils mit Klee gras) vom Anwelkgut zum Erntetermin.....	77
Tab. 18: Mittlere XP-, nXP- und Energiegehalte beim Silomais der Betriebe aus den Erntejahren 2008-2012.....	79
Tab. 19: Mögliche Verluste an Nettoenergie bei der Silierung (nach Zimmer, 1980) [8].....	80
Tab. 20: Energie- und Rohproteinaufwand in der Milchviehhaltung in Anlehnung an DLG (2005) [15]; Angaben je Kuh und Jahr.....	82

Tab. 21: Herkunft der Rohproteinversorgung des Milchviehs an den LVFZ, Versuchsbetrieb Grub und Betrieb Spitalhof, abgeleitet aus den Rationen (Stand 2011) .....	83
Tab. 22: Jährlicher und nach Futtertagen erfasster Futtermittelverbrauch (kg TM, XP, nXP, NEL und P) der Milchviehherde am LVFZ Achselschwang aus den Jahren 2010 bis 2012 .....	86
Tab. 23: Jährlich und nach Futtertagen erfasste Futtermittelverbräuche (kg TM, XP, nXP, NEL und P) der Jungviehherde (JV1 und JV2) des Betriebs Achselschwang (Standort Hübschenried) aus den Jahren 2009-2012.....	88
Tab. 24: Leistungsdaten der Milchvieh- und Jungviehherde am LVFZ Achselschwang/ Hübschenried aus den Jahren 2010 und 2011 .....	90
Tab. 25: Jährlicher und nach Futtertagen erfasster Futtermittelverbrauch (kg TM, XP, nXP, NEL und P) der Milchviehherde am LVFZ Almesbach aus den Jahren 2009 bis 2012 .....	92
Tab. 26: Leistungsdaten der Milchviehherde am LVFZ Almesbach aus den Jahren 2009 bis 2011 .....	93
Tab. 27: Relativwerte der TM-Mengen aus der Volumenmessung mit unterschiedlicher Dichtemessung im Vergleich zum Referenzwert über Fuhrwerkswiegungen beim Einsilieren.....	102

## Abkürzungsverzeichnis

AAS	Atomabsorptionsspektroskopie
ADFom	organischer Anteil der Säure-Detergenzien-Faser
ÄELF	Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
AMR	aufgewertete Mischration
AMS	automatisches Melksystem
AQU	Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen der LfL
AVB	Abteilung Versuchsbetriebe der LfL
$a_w$	Wasseraktivität ( <u>a</u> ctivity of <u>w</u> ater)
BAT	Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung
BayStMELF	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
BKR	Boden-Klima-Räume
BZA	Betriebszweigauswertung
Ca	Calcium
CAS	Controlling am Silo
Cl	Chlor
DAFA	Deutsche Agrarforschungsallianz
dt	Dezitonne
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
DüV	Düngeverordnung
dXF	verdauliche Rohfaser
dXL	verdauliches Rohfett
dXP	verdauliches Rohprotein
dXX	verdauliche N-freie Extraktstoffe
ECM	energiekorrigierte Milch (kg)
ELOS	enzymlösliche organische Substanz
Fe	Eisen
FM	Frischmasse
FMW	Futtermischwagen
g	Gramm
GB	Gasbildung
GJ	Gigajoule
HNJ	Hauptnutzungsjahr
HSWT	Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
IAB	Institut der LfL für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz
IBA	Institut der LfL für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur
ILT	Institut der LfL für Landtechnik und Tierhaltung
IPZ	Institut der LfL für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
IQR	Interquartilsabstand
ITE	Institut der LfL für Tierernährung und Futterwirtschaft
JV	Jungvieh
K	Kalium
kg	Kilogramm
KBM	Kuratorium Bayerischer Maschinen- und Betriebshilfsringe
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

LKP	Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung in Bayern
LKV	Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern
LVFZ	Lehr-, Versuchs- und Fachzentren
ME	umsetzbare Energie
Mg	Magnesium
Mn	Mangan
MJ	Megajoule
MV	Milchvieh
Na	Natrium
NDFom	organischer Anteil der Neutralen Detergenzien-Faser
NEL	Nettoenergielaktation
NH <sub>3</sub>	Ammoniak
NH <sub>3</sub> -N	Ammoniakanteil an Gesamt-N
NIRS	Nahinfrarotspektroskopie
NN	Höhe über Meeresspiegel (Normal Null)
Nt	Gesamt-Stickstoff
nXP	nutzbares Rohprotein
P	Phosphor
RFA	Röntgenfluoreszenzanalyse
RNB	ruminale Stickstoffbilanz
S	Schwefel
s	Standardabweichung
t	Tonne
THG	Treibhausgas
TM	Trockenmasse
TMR	Total-Mischration
UDP	unabbaubares Rohprotein
XA	Rohasche
XL	Rohfett
XP	Rohprotein

---

## Danksagung

Die vorliegenden Forschungsergebnisse konnten nur mit aktiver und umfassender Unterstützung der Lehr-, Versuchs- und Fachzentren (LVFZ) Achselschwang, Almesbach und Krin-gell, dem Versuchsbetrieb in Grub sowie dem Spitalhof (Milchwirtschaftlicher Verein) ge-wonnen werden. Durch diese intensive und gute Zusammenarbeit war es möglich, erstmals eine Gesamtanalyse der Futterwirtschaft in dieser Größenordnung durchzuführen. Als Ergeb-nis der gemeinsamen Arbeit wurde eine Weiterentwicklung der Futterwirtschaft an den ge-nannten Betrieben erzielt. Dies trägt dazu bei, ihre Funktion als Multiplikator für die bayeri-sche Beratung und Praxis noch weiter zu stärken. Dafür möchten sich die Autoren bei allen Mitarbeitern der Betriebe sehr herzlich bedanken. Des Weiteren bedanken sich die Verant-wortlichen der beiden Projekte für die gute institutsübergreifende Zusammenarbeit. Hier hat sich insbesondere die Koordination in den Arbeitsschwerpunkten „Effiziente und nachhaltige Grünlandbewirtschaftung“ und „Eiweißstrategie“ der LfL bewährt. Besonderer Dank gebührt der Abteilung Qualitäts- und Untersuchungswesen für die Bewältigung des großen Analysen-umfangs sowie den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, die sich für die Um-setzung des Pilotvorhabens eingesetzt haben. Ferner bedanken wir uns für die aktive Unter-stützung durch die Verbundpartner Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Verede-lung in Bayern (LKV), Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung in Bayern (LKP) und Kuratorium Bayerischer Maschinen- und Betriebshilfsringe (KBM). Für die konkrete Zuarbeit bedanken wir uns bei Markus Demmel und Johannes Ostertag. Dem Bayerischen Staatsminis-terium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten wird für die finanzielle Unterstützung ge-dankt. Dies betrifft insbesondere die Förderung des engagierten Projektteams Josef Gaigl, Benjamin Keyselt, Brigitte Köhler und Dandy Schneider.

## Zusammenfassung und Ausblick

Mit den beschriebenen Ansätzen zur Erzielung einer effizienten Futterwirtschaft sowie einer verbesserten Eiweißbereitstellung aus dem Grobfutter wurde in den beiden interdisziplinären und institutsübergreifenden und aufeinander aufbauenden Forschungsvorhaben eine Gesamtanalyse der Futterwirtschaft an fünf Betrieben der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft erfolgreich durchgeführt. Die Ergebnisse aus den beiden Forschungsansätzen liefern neue und wertvolle Informationen und Arbeitsunterlagen, die direkt für den Transfer in Beratung und Praxis zur Verfügung stehen sowie weitergehend für die Anwendung in Bewertungssystemen eingesetzt werden können (z. B. Nachhaltigkeitsindikatoren). Aufgrund der Komplexität der Mengen- und Nährstoffströme in den Futterbaubetrieben und der damit betroffenen Fachgebiete wird auf die Hauptaspekte zur Erzielung einer Effizienzsteigerung aufgeteilt nach den Projekten „*Effiziente Futterwirtschaft*“ und „*Mehr Milch aus Grobfuttermittel*“ eingegangen.

### Effiziente Futterwirtschaft

Basis der Untersuchungen waren die Milchviehbetriebe Achselschwang, Almesbach, Grub, Kringell und Spitalhof mit 85-210 ha Futterbaufläche und Milchviehherden von 70 bis 190 Stück. Analysiert und laufend verbessert wurde die Futterwirtschaft ab Herbst 2008 bis zum Sommer 2012. Alle Erträge aus dem Futterbau wurden an der Fuhrwerkswaage erfasst und soweit möglich Schlägen und Silos zugeordnet.

Der weitere Fluss der Grobfutter und der darin enthaltenen Energie und Nährstoffe bis zum Trog und die Umsetzung in Milch und Fleisch wurde über die Erfassung der aus den Silos entnommenen Futtermengen und der Futtervorlage, begleitenden Analysen und der Erfassung der Leistung im Stall umfassend bearbeitet. Begleitend erfolgten Untersuchungen zum Controlling auf den Flächen, am Silo und im Stall. Zielsetzung ist ein praxisgerechtes Managementsystem für die Futterwirtschaft. Folgerichtig erfolgten begleitend Untersuchungen in Praxisbetrieben in Zusammenarbeit mit den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie den Verbundpartnern.

Aus den Untersuchungen an den Betrieben der LfL und des Milchwirtschaftlichen Vereins ergeben sich die nachstehenden Ergebnisse und Schlussfolgerungen. Ein Kernstück der Untersuchungen waren die Ertragsmessungen an der Fuhrwerkswaage. Im mittleren Ertrag an Trockenmasse (TM) je ha und Jahr ergab sich folgende Reihung (*Mittelwert der Betriebe; Spanne zwischen den Betrieben*):

- Silomais                      **144** dt (96-168 dt)
- Luzerne                      **80** dt (Grub), 114 dt (Rottal)
- Klee gras                      **80** dt (Kringell), **90** dt (Almesbach)
- Dauergrünland              **78** dt (60-98 dt) (alle LVFZ).

Zwischen den Jahren und den einzelnen Schlägen und Schnitten ergaben sich weitere erhebliche Differenzen, die eine aussagefähige Ertrags erfassung in der Routine unverzichtbar erscheinen lassen.

Die Ertrags erhebungen vom Grünland über den vierjährigen Zeitraum (2009-2012) liefern eine wertvolle Datenbasis, die zu einer Verbesserung der Futterwirtschaft an den Betrieben führte sowie bei der Ertrags abschätzung in kalkulatorischen Anwendungen (Faustzahlen, Deckungsbeitrags berechnungen, Betriebszweigauswertungen) Eingang fand.

Die mittels Wie gungen auf Betriebs- und Schlagebene festgestellten Grünlanderträge zeigten starke Schwankungen zwischen den Standorten, Jahren und Schlägen. Ursachen für die deut-

lichen Ertragsunterschiede lagen zum Teil an der niedrigen Nährstoffrückführung (N-Düngung) bei gleichzeitig hoher Schnittintensität, wie am Beispiel der Standorte Hübschenried und Kringell deutlich zu erkennen war. Die Grünlanderträge, ermittelt als Ernteerträge in TM, also frei Silo, lagen bei intensiver Bewirtschaftung (4-5 Schnitte, N-Düngung ~ 260 kg Gesamt-N) im vierjährigen Mittel bei 80-98 dt TM/ha, bei gleicher Schnittintensität und niedriger N-Düngung (~ 110 kg Gesamt-N) bei rund 60 dt TM/ha sowie bei dem Standort Almesbach in der Oberpfalz mit 3-4 Schnitten bei 81 dt TM/ha.

Die Erträge aus der intensiven Bewirtschaftung entsprachen weitgehend den Ertragspotenzialen nach Faustzahlen, wobei ausschließlich grünlandbegünstigte Lagen durch die Standorte im Süden (Spitalhof, Achselschwang und Grub) dargestellt wurden. Die Bedeutung der standortbezogenen Ertragserfassung, wie z. B. für das nordbayerische Grünland, wird hiermit sehr deutlich. Eine genauere Betrachtung der Düngewirtschaft beim Grünland konnte auf Basis dieser Ertragsdaten weitere Aufschlüsse zur N-Effizienz und insgesamt zu einer nachhaltigen Bewirtschaftung geben.

Bei einer fachgerechten Anwendung erbrachte die automatische „Ertrags- und Feuchteermittlung an Erntemaschinen“ bei der Erfassung der Frischmassen beim Einsatz in Silomais, Gras und Luzerne gute Ergebnisse. Die TM-Bestimmung, getestet an verschiedenen Systemen, unterliegt zwar noch zahlreichen Einflussfaktoren, liefert aber bereits jetzt in der Praxis wertvolle Informationen zur Grobfutterernte. Weitere technische Entwicklungen zur TM-Bestimmung können die Akzeptanz automatischer Messtechniken an Erntemaschinen in der Praxis verbessern und somit die Ertrags- und Mengenerfassung in der Praxis wesentlich unterstützen.

Eine weitere Methode zur Futtermengenerfassung, die „Volumenmessung am Silo“ erwies sich trotz bestehender Abweichungen in der exakten Mengenerfassung, als eine für landwirtschaftliche Betriebe praktikable und sinnvolle Variante der Mengenerfassung. Beim Silage-Management der beteiligten Betriebe ergab sich aus der Anwendung des Moduls „*Controlling am Silo*“ insgesamt ein relativ gutes Niveau in der fachlichen Praxis. Bei den untersuchten Silagen wurden weitgehend gute bis sehr gute Gärqualitäten festgestellt. Es wurden vereinzelt Schwachstellen bei der Siloanlage (z. B. Wassereintritt) und in der Silierung (z. B. Siliermitteleinsatz Luzerne, Nacherwärmung Silomais) aufgedeckt. Die TM-Verluste im Silo lagen im Mittel bei 10 % ohne Unterschiede zwischen den Gras- und Maissilagen bei erheblicher Schwankung zwischen den Silos. Die relativ hohen Verluste beim Silomais werden auf Nacherwärmung zurückgeführt. Anhand der festgestellten mittleren TM-Verluste konnte ein Wert von **8 %** als „*benchmark*“ für den Einsatz in der Beratung und Praxis gesetzt werden.

Nach dem aufgestelltem Ertrags- und Futtermengenerfassungssystem wurde eine vollständige Futtermengenerfassung „bis zum Trog“ unter Nutzung der vorhandenen Wiegetechnik mit Datenspeicherung am Futtermischwagen exemplarisch für die Betriebe umgesetzt. Dies sollte insbesondere in der Praxis in Zukunft verstärkt genutzt werden.

Die Analysen des Futtermittels zeigen die Möglichkeiten für die Betriebe auf, eine umfassende Futterkontrolle, insbesondere unter Beachtung der Grobfutterbasis des Betriebes vorzunehmen. Es zeigt sich, dass bei bayerischen Betrieben mit Milchleistungen zwischen 8.500-9.700 kg energiekorrigierte Milch (ECM)/Kuh und Jahr einer optimalen Nutzung der Grobfutterpotenziale besondere Aufmerksamkeit zu widmen ist und diese wesentlich zum ökonomischen Erfolg der Betriebe beiträgt. Beispielhaft wurden die Futtermittelsverbräuche der Betriebe Achselschwang und Almesbach ausgewertet.

Am Betrieb Achselschwang berechnete sich mit einem Kraftfuttereinsatz von rund 30 dt TM/Kuh und Jahr eine kraftfutterbereinigte Grobfutterleistung von rund

1.800 kg ECM/Kuh und Jahr. Auf Basis des erfassten Grobfutterverzehr ergibt sich eine Grobfutterleistung von etwa 2.800 kg Milch je Kuh und Jahr. Solche Unterschiede traten auch bei der Berechnung in Almesbach auf. Diese Differenzen sollten in weiteren Untersuchungen wieder aufgegriffen werden. Auf Grund der Daten zum Kraftfutterverbrauch wurden Ursachen in einer fehlerhaften Kraftfutterdosierung aufgedeckt und abgestellt. Im letzten Untersuchungsjahr konnte daraufhin eine entsprechend verbesserte Grobfutternutzung realisiert werden. In Almesbach betrug die auf Basis des erfassten Grobfutterverzehr von 2009 bis 2011 berechnete Grobfutterleistung rund 4.000 bis 4.900 kg ECM pro Kuh und Jahr. Bereits vom zweiten Untersuchungsjahr an ergab sich ein effizienter Kraftfuttereinsatz von rund 260 g Kraftfutter je kg ECM.

Diese teils ungünstigen Daten zur Grobfutterverwertung sind aus ökonomischer und ökologischer Sicht zu verbessern. Für Praxisbetriebe empfiehlt sich generell die ergänzende Nutzung der Betriebszweigauswertung „Milch“. In der Rationszusammensetzung sollte konsequent eine grobfutterbasierte Versorgung der Tiere mit Trockenmasse, Energie und Nährstoffen Beachtung finden. Durch verbesserte Grobfutterqualitäten sowie durch eine genauere Dosierung der Kraftfuttermengen gelang es 2012 den Betrieben Achselschwang und Almesbach beispielhaft, Kraftfuttermittel einzusparen. Insbesondere in Achselschwang führte dieses Controlling in der Fütterung zu einem anhaltend höheren Einsatz von Grasprodukten in der Milchviehfütterung.

In der Milchviehhaltung sind auch bei Leistungen über 9.000 kg Milch je Kuh und Jahr Grobfutteranteile bis zu 70 % der TM im Milchkuhbereich möglich. In der Jungrinderaufzucht ist im zweiten Aufzuchtjahr das Grobfutter praktisch die alleinige Futterbasis.

Die Betrachtung der Mengenflüsse vom Aufwuchs bis zur Umsetzung in Milch und Fleisch zeigen, dass erhebliche Verluste bei Gras, Klee und Luzerne auf dem Feld, im Silo und bei der Vorlage über Futterreste und „Luxuskonsum“ resultieren können. Beim Silomais sind die Verlustpotenziale verfahrensbedingt auf dem Feld etwas geringer, aber im Silo und bei der Futtervorlage und dem Luxuskonsum ähnlich hoch anzusiedeln. Beim Silomais kommt hinzu, dass die ruminale Stickstoffbilanz (RNB) stark negativ ist und somit vielfach ein Ausgleich mit Eiweißfutter erfolgt, der die Gefahr des Luxuskonsums noch erhöht.

Generell scheint die Hypothese, dass eine Minderung des Verlustpotenzials um **10 %-Punkte** möglich ist, bestätigt. Voraussetzung ist ein zeitnahe produktionstechnisches Controlling der Futterwirtschaft.

### **Effiziente Eiweißbereitstellung**

An den LVFZ wurden über vier Jahre die Rohprotein(XP)-flüsse von Grünland sowie dem weiteren Feldfutterbau (Klee gras, Luzerne, Silomais) analysiert. Um eine optimale Eiweißversorgung aus dem Grobfutter für das Milch- und Jungvieh bereitzustellen, sind für die Futterbaubetriebe möglichst hohe Rohproteinerträge bedeutsam. Entscheidend dafür sind neben einer optimalen Bestandeszusammensetzung, die Balance zwischen richtigen Schnitzeitpunkt und hohen Ernteerträgen. Die Einflüsse auf die Rohproteinerträge (Produkt aus Ernteertrag und XP-Gehalt) sind von daher vielfältiger als bei den Ernteerträgen. Dies ist insbesondere bei der Wahl des richtigen Schnitzeitpunktes zu beachten.

Für die einzelnen Grobfutter zeigen sich folgende Proteinерträge im Mittel der Betriebe (*Spanne zwischen den Betrieben*):

Grünland:	<b>14</b> dt XP/ha und Jahr (10-17 dt XP), 167 g XP/kg TM, 136 g nXP/kg TM, 5 g RNB/kg TM,
Silomais:	<b>10</b> dt XP/ha und Jahr (7-13 dt XP), 71 g XP/kg TM, 131 g nXP/kg TM, -9,6 g RNB/kg TM,
Klee gras:	<b>15</b> dt XP/ha und Jahr,
Luzerne:	<b>20</b> dt XP/ha und Jahr.

Maßgebend ist der Ernteertrag je ha. In zweiter Linie hat der Rohproteingehalt Einfluss. Für die Rationsgestaltung sind die Gehalte an nutzbarem Rohprotein (nXP) und die ruminale Stickstoffbilanz (RNB) maßgebend. Hier zeigt sich für den Silomais mit einer mittleren RNB von -9,6 g N je kg TM der hohe Ausgleichsbedarf mit Eiweißfuttermitteln. Ideal ist eine Ergänzung mit geeigneten Grobfuttermitteln mit positiver RNB wie Luzerne, Klee gras und Grünlandprodukten.

Die Ergebnisse der vierjährigen Rohproteinерträge vom Grünland zeigen deutliche Schwankungen zwischen den Standorten und den Jahren. Es wurden bei dem intensiv genutzten Grünland zwischen 10 und 17 dt XP/ha geerntet. Der Spitalhof, in einer Grünlandgunstlage gelegen, erzielte dabei konstant über die Jahre einen XP-Ertrag von 17 dt/ha. Eine Bewertung nach den mittleren XP-Gehalten in den Jahren, gewichtet nach den Ernteerträgen, zeigte mehr Jahres- als Standorteffekte. Die Mittelwerte lagen zwischen 144 und 188 g XP/kg TM. In den Jahren 2011 und 2012 wurden beim Grobfutter im Wesentlichen vom Grünland, aber auch bei Klee gras und Luzerne verbesserte Futterqualitäten (Energie- und nXP-Gehalte) erzielt.

An den LVFZ wurde je nach vorhandener Grobfutterbasis und dem -bedarf der Tiere sowie zur Umsetzung der bayerischen Eiweißstrategie das Grobfutterangebot durch gezielten Anbau von Klee gras und Luzerne erweitert. Dabei kann beispielhaft das Potenzial der Luzerne für eine gezielte Eiweißversorgung anhand der TM- bzw. XP-Erträge am Standort Grub genannt werden. Bei der Luzerne wurde bereits im 1. HNJ 2012 91 dt TM/ha bzw. 17 dt XP/ha bei drei Schnitten geerntet. Auf einem ergänzend erfassten Betrieb im Rottal betrug der XP-Ertrag 25 dt/ha. Bei der Luzerne ergeben sich neben der verbesserten Eiweißversorgung positive Effekte auf Futteraufnahme und Strukturwirkung. Das Klee gras nimmt an den Betrieben Kringell und Almesbach neben dem Grünland je nach Flächenumfang einen großen Anteil der Grobfutter- und Eiweißversorgung ein. Hierdurch kann der Ergänzungsbedarf an Eiweiß über Zukauffutter gemindert werden.

Der Ansatz zur besseren Steuerung der Futterwirtschaft über eine konsequente Mengenerfassung gilt im gleichen Maße für die eiweißreicheren Grobfuttermittel Klee gras oder Luzerne. Der Einsatz der beschriebenen automatischen Messtechniken an Erntemaschinen für diese Kulturen wurde positiv getestet.

Die Diskussion über die geringe Siliereignung von Luzerne oder auch Klee gras kann anhand von Ergebnissen zu TM-Verlusten bei beiden Kulturen nicht bestätigt werden (Köhler et al., 2013) [68]. Das mittlere Niveau der festgestellten TM-Verluste von 10 % bei Gras- und Maissilagen wird bei der Luzerne im Wesentlichen nicht überschritten und lag im Mittel bei 12 %. Ferner zeigten sich beim Einsatz neuer Siliertechniken, wie dem Silotunnel, positive Ergebnisse zur Silierung von Luzerne. Dem Erhalt der Proteinqualität beim Silieren von ei-

weißreichen Grobfuttermitteln ist besondere Beachtung zu geben. Weiterführende Untersuchungen zeigen, dass hier positive Ansätze bestehen.

Die Futterauswertungen an den Betrieben zeigen, dass die Eiweißversorgung aus dem Grobfutter zu optimieren ist. Je nach Futtergrundlage können aus dem Grobfutter 40-70 % des Rohproteinaufwandes in der Milchviehfütterung bei Leistungen um 9.000 kg Milch je Kuh und Jahr abgedeckt werden. Den größten Einfluss hat der Anteil an Silomais. Im Grünlandgebiet sind bei guten Grobfutterqualitäten relativ geringe Proteinergänzungen erforderlich (siehe Spitalhof). Bei hohen Anteilen Maissilage und vergleichsweise hohem Kraftfuttereinsatz, wie in Achselschwang, kann der Anteil Rohprotein aus Grobfutter auf unter 40 % abfallen. Eine Möglichkeit die Rohproteinversorgung aus dem Grobfutter zu verbessern, ist über den Einsatz von Grascobs gegeben. Durch die Trocknung wird eine höhere Proteinwertigkeit erhalten, wobei dafür bereits auf eine hohe Futterqualität beim Ausgangsmaterial zu achten ist.

In der Junggrinderaufzucht kann bei grünlandbasierter Fütterung über **85 %** des Rohproteins aus dem Grobfutter abgedeckt werden. Gegebenenfalls empfiehlt sich eine differenzierte Grobfuttererzeugung für die Tiergruppen in Ausrichtung auf den jeweiligen Bedarf.

### **Schlussbetrachtung**

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass für Futterbaubetriebe der Nutzen einer Ertrags- und Futtermengenerfassung zur Gestaltung einer effizienten Futterwirtschaft als sehr hoch anzusehen ist. Eine bessere Steuerung der Masse- und Nährstoffmengen im gesamten System Futterwirtschaft ist umsetzbar und mit Hilfestellung automatischer Messtechniken bereits in die Praxis zu transferieren. Die Ergebnisse weisen ebenfalls darauf hin, welche Bedeutung eine am Ertrag orientierte Düngeplanung für die Ausschöpfung der Leistungspotenziale des Grobfutters hat.

Für die Futterplanung und -kontrolle sollte verstärkt die vorhandene Messtechnik des Futtermischwagens genutzt werden, um den Einsatz des Grobfutters zu optimieren und Luxuskonsum zu vermeiden. Die Bereiche Futtererzeugung und Futtereinsatz sind über eine systematische Futterplanung gut aufeinander abzustimmen. Basis sind die Futterertrags- und Verbrauchsdaten.

Unter Berücksichtigung der Betriebsabläufe kann hier eine sehr differenzierte und nachhaltige Grünlandnutzung erfolgen. Insgesamt trägt die Umsetzung einer effizienten Futterwirtschaft und Eiweißbereitstellung aus dem Grobfutter zu einer Verbesserung der Nachhaltigkeit in den Futterbaubetrieben bei.

Die maßgebende Ressource ist für viele Betriebe das Grünland, da hier die Potenziale im Ertrag und der Qualität vielfach noch nicht ausgeschöpft sind. Je nach Voraussetzungen am Standort und dem gewählten Produktionssystem sind „Ernteerträge frei Trog“ von 50.000 MJ Nettoenergielaktation (NEL)/ha bis 70.000 MJ NEL/ha zu realisieren. Ein „*Masterplan*“ mehr Milch aus Grünland ist einzelbetrieblich aufzustellen und umzusetzen. Um die Eiweißversorgung aus dem Grobfutter zu verbessern ist der Eiweißabbau im Silo zu reduzieren und die Nutzung von Klee bzw. Luzerne auszudehnen.

Für die konsequente und breit gestreute Umsetzung in die bayerische landwirtschaftliche Praxis werden weitere Aktivitäten in der Beratung benötigt. Dies umfasst insbesondere auch personelle Ressourcen.

---

## 1 Einleitung

Mit steigender Nachfrage nach Lebens- und Futtermitteln sowie nach Substraten für Energie und nachwachsenden Rohstoffen gewinnt bei begrenzten Ressourcen die Effizienz der Futterwirtschaft zunehmend an Bedeutung. Dabei sind für die Milchviehbetriebe vor allem die zunehmende Flächenknappheit und die steigenden Futterkosten wirtschaftliche Gründe, die eine Optimierung der Futterwirtschaft mehr denn je notwendig machen. Für einen Milchviehbetrieb ist es entscheidend, wie viel qualitativ hochwertiges Grobfutter „frei Trog“ zur Fütterung angeboten wird. Anhand von zahlreichen Untersuchungen zu Futterverlusten, ist zu erkennen, dass in der Praxis nach wie vor ein erhebliches Potenzial zur Verbesserung der Effizienz in der Futterwirtschaft vorhanden ist. Um eine Verbesserung zu realisieren, müssen in erster Linie die Mengen- und Nährstoffflüsse in der Futterproduktion quantitativ erfasst werden, um daraus Maßnahmen für eine Verlustminimierung innerhalb der Produktionskette ableiten zu können. In der Futterproduktion und in der Fütterung von Wiederkäuern wird ein wesentlicher Ansatz in der Verminderung von Masse- und Qualitätsverlusten innerhalb des Produktionssystems gesehen. Um den Futtereinsatz effektiv zu gestalten, sollte die Bereitstellung von qualitativ hochwertigem Grobfutter optimiert und gleichzeitig der Einsatz von Kraftfutter minimiert werden. Dabei ist festzuhalten, dass der größte Anteil des benötigten Proteins in der Milchviehfütterung aus dem betriebseigenen Grobfutter bereitgestellt wird. Somit kann über eine optimale Nutzung der Eiweißpotenziale aus dem eigen erzeugtem Grobfutter (Grünland, Klee gras, Luzerne) der Zukauf von Eiweißfuttermitteln reduziert werden. Diese Optimierungsstrategie entspricht einem wesentlichen Ansatz der bayerischen Eiweißstrategie. Für das gesamte Forschungsvorhaben der effizienten Futterwirtschaft spielt die effiziente Eiweißbereitstellung aus dem betriebseigenen Grobfutter eine bedeutende Rolle. Mit der ganzheitlichen Betrachtung der Futterwirtschaft können Optimierungsstrategien für die bayerischen Futterbaubetriebe herausgearbeitet und gleichzeitig offene Fragen zu den Nährstoffkreisläufen beleuchtet, und ggf. geklärt werden. Damit leisten beide Forschungsvorhaben einen wichtigen Beitrag zur Nachhaltigkeit des Nährstoffkreislaufes in Futterbaubetrieben.

## 2 Zielsetzung

Neben den sich veränderten Produktionsbedingungen in der Landwirtschaft, die zunehmend effizient gestaltete Produktionssysteme erfordern, wird in der Futterwirtschaft ein erhebliches Potenzial zur Effizienzsteigerung gesehen. Die Grobfuttererzeugung in Bayern mit jährlich rund 12,5 Mio t TM bildet eine wesentliche Grundlage der Futterwirtschaft und erwirtschaftet somit einen großen Anteil des Produktionswertes der Milchproduktion. Untersuchungen zur Optimierung im Bereich der Futterwirtschaft zeigen in der Praxis weiterhin erhebliche Differenzen zwischen den Nährstoffin- und -outputs. Um eine Verbesserung der Effizienz in der Futterwirtschaft umzusetzen, müssen in erster Linie die Mengen- und Nährstoffflüsse in der Futterproduktion quantitativ erfasst werden, um daraus Maßnahmen für eine Verlustminimierung und Qualitätsoptimierung innerhalb der Produktionskette ableiten zu können. Mittels einer konsequenten Verfahrensplanung und eines systematischen Controllings wird es für möglich erachtet, eine Minderung an Masse- und Nährstoffverlusten um mindestens **10** %-Punkte zu erreichen.

Als einen wichtigen Teilaspekt der effizienten Futterwirtschaft ist eine optimale Eiweißbereitstellung aus dem betriebseigenen Grobfutter zu sehen. Auch hierfür gelten die gleichen Ansätze zur Erzielung einer Effizienzsteigerung. Um die Eiweißpotenziale aus dem wirtschaftseigenem Grobfutter verstärkt zu nutzen, muss insbesondere auf den Erhalt der Eiweißqualität geachtet werden. Verbesserungsansätze zur Eiweißqualität sind vor allem über die Bestandesführung im Grünland, einem optimalen Schnitzeitpunkt, bei der Ernte und im Silierprozess zu verfolgen. Von besonderem Interesse ist die Nutzung des Eiweißertragspotentials bei Klee gras und Luzerne, wobei hier vor allem in Bezug auf eine sichere Konservierung zum Erhalt der Eiweißqualität bis zum Trog noch offene Fragen bestehen. Aus der verstärkten Nutzung von höherwertigem Grobfuttereiweiß sollen die Einsparpotentiale an Sojaextraktionsschrot aufgezeigt werden. Die genannten Aspekte zur Erzielung einer optimalen Proteinversorgung aus dem Grobfutter spielen insgesamt zur Umsetzung einer effizienten Futterwirtschaft eine wichtige Rolle.

In den beiden Forschungsvorhaben wird das gemeinsame Ziel verfolgt, mittels einer vollständigen Analyse der Futtermengen- und Nährstoffströme über die gesamte Futterproduktionskette die Masse- und Nährstoffverluste auf einzelbetrieblichen Niveau quantitativ und qualitativ zu erfassen. Ein Beratungsmodul mit der Zielsetzung „Effiziente Futterwirtschaft“ unter besonderer Berücksichtigung des Eiweißangebotes „frei Trog“ ist für die Praxis unter den Gesichtspunkten einer optimalen Anpassung der Teilbereiche Pflanze, Tier und Verfahrenstechnik aufzubauen. Dabei stellt die Etablierung einer Futtermengen- und einer darauf gestützten Anbauplanung einen wichtigen ersten Schritt dar. Diese Erkenntnisse sollen dann als Grundlage zur Erstellung von Handlungsempfehlungen für die Praxis dienen, mit dem Ziel, die Verluste an den entscheidenden Stellen effizient zu vermindern. Insgesamt kann dadurch die Nachhaltigkeit des Nährstoffkreislaufes in den Futterbaubetrieben erheblich verbessert werden.

Die Zielsetzung zur Effizienzsteigerung in der Futterwirtschaft ist nur über einen ganzheitlichen Ansatz, d. h. über eine bessere Abstimmung der Bereiche Futtererzeugung und Fütterung zu erreichen. Um diesen Grundsatz nachzugehen, wurde das Projekt interdisziplinär angelegt und in gemeinsamer Leitung von den Instituten für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE), für Landtechnik und Tierhaltung (ILT) und für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz (IAB) in enger Zusammenarbeit mit der Abteilung Versuchsbetriebe (AVB) durchgeführt und in den Arbeitsschwerpunkten „Effiziente und nachhaltige Grünlandbewirtschaftung“ und „Eiweißstrategie“ der LfL verankert. Ferner wurde mit den Partnerprojekten des Aktionsprogramms „Heimische Eiweißfuttermittel“ zusammengearbeitet und die Koordination intensiv genutzt.

### 3 Literatur

Effizienzsteigerung in der Futterwirtschaft ist von jeher ein wichtiger Ansatz, die Versorgung mit Futter zu verbessern. Hierbei geht es in erster Linie um die Minderung von Masse- und Qualitätsverlusten. Effiziente Produktionssysteme werden sich zunehmend den Anforderungen einer höheren Produktionsintensität unter gleichzeitiger Gewährleistung möglichst geringer negativer ökologischer Effekte (Gewässerschutz, Treibhausgas(THG)-Emissionen (Klimawandel)) stellen müssen. Unter dem Begriff der „Öko-Effizienz“ wird die Entwicklung einer nachhaltigen Intensivierung in der Futtererzeugung zunehmend beachtet und diskutiert (Taube, 2011) [4]. In Zukunft wird sich eine verbesserte Effizienz in den Agrarproduktionssystemen für die Betriebe als ein wesentliches wirtschaftliches Kriterium herausbilden.

In Bayern nimmt das Grünland mit 1,07 Mio. ha Fläche (rund ein Drittel der landwirtschaftlich genutzten Fläche) (StMELF, 2012) [72] ein Hauptteil in der Futtererzeugung ein. Etwa die Hälfte der gesamten Futterfläche wird in Bayern für den Futterbau genutzt. Der Produktionswert für das Futter liegt bei ca. 2,3 Mrd. Euro (Spiekers, 2004) [1]. Bei dem Grobfutter handelt es sich im Wesentlichen um Gras, Grassilage, Heu, Cobs, Stroh und Maissilage, das bis zum Futterangebot „am Trog“ weiteren Produktions- und Umbauprozessen mit evtl. Verlustquellen ausgesetzt ist. In Untersuchungen zeigen sich sehr große Differenzen bei solchen Futterverlusten. Diese Verluste, die in Form von Trockenmasse und bei Energie und Nährstoffen auftreten, werden in der Größenordnung von 20 bis 50 % angegeben (Spiekers, 2008) [3]. In der Futterwirtschaft können über die gesamte Produktionskette Masse- und Nährstoffverluste auftreten. Diese reichen vom Futteraufwuchs (Feldverluste), über das Futterangebot (Konservierungs- und Lagerungsverluste) bis zu den Futterrationen (Futterverluste und -reste). Bei der Futter- und Substratbergung werden in Abhängigkeit des Ernteguts und der Verfahrensschritte und des Technikeinsatzes sehr unterschiedliche Verlusthöhen in der Literatur angegeben. Für die Grassilagebereitung wurden über die gesamte Verfahrenskette rund 25 % an TM-Verluste gemessen (Sauter, 2008 [73]; Pflaum, 2007 [74]). Dagegen sind bei den Maissilagen rund 13 % an TM-Verlusten vom Feld bis zur Silage festgestellt worden (Mitterleitner et al., 2007) [75].

Insbesondere beim Silagemanagement gilt es die Schwachstellen in der Praxis aufzudecken und so möglichst die Verluste zu minimieren. Unvermeidbare Verluste bei der Konservierung werden nach wie vor in Höhe von 7 % gesehen (Zimmer, 1980) [8]. Jedoch werden bei diesem Grenzwert die Einflüsse während der Verfütterung bei geöffneten Silos durch evtl. Auftreten von Nacherwärmung nicht berücksichtigt (Spiekers et al., 2009) [9]. Siloverluste werden z. B. bei Fehlgärungen, aeroben Verderb bis zu je 10 % angegeben, die aber durch ein richtiges Silomanagement vermeidbar wären (Zimmer, 1980) [8]. Ein wichtiger Ansatz für eine verbesserte Futterwirtschaft in der Praxis wird in der Umsetzung eines systematischen Controllings gesehen. Für den Bereich der Futtermittelkonservierung ist das *Praxishandbuch „Futter- und Substratkonservierung“*, herausgegeben vom Bundesarbeitskreis Futtermittelkonservierung, die fachlich abgestimmte Grundlage für die Beratung und Praxis (DLG, 2011) [11]. Wesentliche Grundlagen für ein „*Controlling am Silo*“ wurden bereits im Rahmen eines Forschungsvorhabens des BayStMELF mit einer konkreten Empfehlung für Beratung und Praxis erarbeitet und validiert (Richter et al., 2009) [10]. Dieses Instrument wurde weiterführend in den Forschungsvorhaben zur effizienten Futterwirtschaft angewandt und kann entsprechend der Datenbasis zu Fragen der Siloverluste in der Praxis weiterentwickelt werden.

Für eine verbesserte Futterwirtschaft bedarf es einer stärkeren Zusammenführung und Abstimmung des Wissens aus den einzelnen Teilbereichen und eine entsprechende Überführung in die Praxis. Umfassende Arbeiten zur Bewertung der Futterwirtschaft und zur Anwendung in der Beratung liegen neben eigenen Arbeiten der LfL (Dilger und Faulhaber, 2006) [12] für

den süddeutschen Raum auch Unterlagen aus Baden-Württemberg vor (Over et al., 2011) [13]. Erheblich geringer wird die Datenlage, wenn der Bereich der Innenwirtschaft mit Lager- und Futtervorlageverluste einbezogen wird. Um den Futtereinsatz effektiv zu gestalten, sollte die Bereitstellung von qualitativ hochwertigem Grobfutter optimiert und gleichzeitig der Einsatz von Kraftfutter minimiert werden. Dies entspricht auch dem Ansatz des Forschungsvorhabens zur „effizienten Eiweißbereitstellung“, bei dem es gilt, die Eiweißtragungspotenziale aus dem heimischen Grobfutter optimal zu nutzen. Nur über den Ansatz einer konsequenten Erfassung der Mengen- und Nährstoffströme sind die Reserven in der Futterwirtschaft zu erkennen und auszuschöpfen. Neue Ansatzpunkte zur verbesserten Steuerung der Prozesse ergeben sich aus der Weiterentwicklung der Messtechnik. Die Erträge an Trockenmasse lassen sich bereits mit vertretbarem Aufwand am Feldhäcksler erfassen und durch Georeferenzierung sicher zuordnen (Demmel, 2007) [16]. Die Daten aus der Ertragsmessung am Feldhäcksler können weiterführend zum Qualitätsmanagement in der Futterbergung und -konservierung genutzt werden (Schmittmann, 2008) [76]. Im Stall liefern die Möglichkeiten des Mischwagens mit Waage die Voraussetzung für Precision Dairy Farming (Spiekers, 2007 [22]; Wendl und Harms, 2007) [23].

Mit dem Augenmerk auf die höherwertigen Eiweißträger in der Futterwirtschaft ist neben der Anbaueignung, dem Ertrag und dem Futterwert die Siliereignung der Leguminosen zu betrachten. Dabei gelten die meisten Leguminosen aufgrund hoher Rohprotein- und niedriger vergärbare Kohlenhydratgehalte als Futterpflanzen mit einer geringen Siliereignung. Jedoch ist eine erfolgreiche Silierung der Futterleguminosen durch passende Anwelkgrade und dem Zusatz geeigneter Siliermittel in der Praxis sehr gut möglich. Es stehen technische Lösungen von der Ernte, Futteraufbereitung und dem Einsatz geeigneter Siliermittel bis hin zur Entnahme und Verfütterung in praktikabler Form zur Verfügung (Pahlow, 2003) [19]. Bei der Luzerne erfolgen in der Pflanzenzüchtung und der Tierernährung der LfL umfangreiche Versuche, da die Luzerne auch als Alternative zu Maissilage bei Problemen mit dem Maiswurzelbohrer angesehen wird. Ergebnisse aus dem Versuch am Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft an der LfL zeigen, dass sich die Luzernesilage als eine interessante und stabile Rationskomponente in der Milchviehfütterung darstellt (Ettle et al., 2011) [18].

Den größten Anteil des in Milchviehbetrieben benötigten Rohproteins liefert das betriebseigene Grobfutter. Um eine verbesserte Rohproteinversorgung aus heimischen Futtermitteln in der Milchviehfütterung umzusetzen, bedarf es einem konsequenten Analysieren von Menge und Qualität beim Grobfutter. Je nach Leistungsniveau bei den Milchkühen steigen die Anforderungen an Proteinbedarf in Menge und Qualität an (Schuba und Südekum, 2012) [20]. Den Energie- und Rohproteinaufwand zur leistungsgerechten Fütterung in der Milchviehhaltung ist auf der Basis praxisnaher Rationen, die den Empfehlungen entsprechen, zu ersehen. (DLG, 2005 und 2014) [15];[41]. Über eine konsequente Erfassung des Rohproteinangebotes können Reserven entdeckt und für die Fütterung nutzbar gemacht werden. Ebenso können pflanzenbauliche Maßnahmen zur Verbesserung des Rohproteinangebotes aus dem Grobfutter verfolgt werden, z. B. Nachsaatmaßnahmen im Grünland. Durch die Bemühungen, Eiweißfutter insbesondere Sojaextraktionsschrot in der Rinderfütterung einzusparen und durch die steigende Einzeltierleistung, gewinnt die Eiweißqualität der Grobfutter an Bedeutung. Über die Konservierung soll die Eiweißqualität insbesondere der Grasprodukte erhalten oder durch natürliche oder künstliche Trocknung gesteigert werden (Spiekers und Edmunds, 2012) [42]. Bei der Silierung gilt es den Abbau des Rohproteins gering zu halten. Von der DLG (2011) [11] wird zur Orientierung bei Gras- und Maissilagen ein Reinproteinanteil von mehr als **50 %** gefordert. Aus neueren Arbeiten von Edmunds et al. (2013) [44] geht hervor, dass durch kurze Feldliegezeiten und verstärktes Anwelken der Proteinabbau reduziert werden kann. Bei höheren TM-Gehalten ergeben sich allerdings Probleme durch vermehrte Bröckelverluste, ge-

rade bei kräuter- und leguminosenreichen Beständen. Um einen hohen Ertrag an nutzbarem Rohprotein (nXP) aus dem Grünland zu erzielen, sollten die Empfehlungen der DLG (2011) [11] Anwendung finden.

Um die Nährstoffströme in Futterbaubetrieben trotz seiner Komplexität besser analysieren und bewerten zu können, muss in erster Linie eine solide Quantifizierung der Massen- und Nährstoffströme erreicht werden. Zur Überprüfung der bisherigen Faustzahlen für Grünlanderträge, Grobfuttermittelverbrauch und Nährstoffausscheidungen zur Berechnung der Nährstoffbilanzen ist eine vollständige Betrachtung des Nährstoffkreislaufes von den Erntemengen ab Feld bis zu den Nährstoffausscheidungen auf den Futterbaubetrieben notwendig. Flächendeckende und in der Qualität des Datenmaterials belastbare Ertragsmessungen für Futterbaubetriebe mit Schwerpunkt Grünland und Feldfutterbau (Praxiserhebungen) liegen in dieser Form für Bayern bei Grünland jedoch erst seit kurzer Zeit (Diepolder et al., 2013) [49] bzw. nur in eingeschränktem Umfang bzw. für Feldfutterbau gar nicht vor oder eignen sich nicht für die Erfassung von Stoffströmen auf einzelbetrieblichem Niveau. Ferner werden für eine Ableitung von Ertragspotenzialen aus den Futterbauversuchen (Parzellen) zu den Praxiserträgen teilweise erhebliche Differenzen vermutet. Auf erhebliche Streuungen weisen auch neuere Untersuchungen der LfL (Diepolder et al., 2013) [49] hin. Im Bereich der Futter- und Nährstofflieferung liegen von der LfL für den Teilbereich „Futtererzeugung und Nährstoffentzug/-bedarf“ aus Versuchen und Kalkulationen abgeleitete, laufend aktualisierte Faustzahlen vor (Wendland et al., 2007) [24]. Wesentliche Erkenntnisse über die Ertrags- und Nährstofflieferung von bayerischen Grünlandflächen unterschiedlicher Regionen und Nutzungsintensitäten werden weiterführend vom Projekt „*Ertrags- und Nährstoffmonitoring auf bayerischen Grünlandflächen*“ erwartet (Diepolder et al., 2012; 2013) [50]; [49]. Dabei sollen Erträge und Nährstoffentzüge von Praxisflächen in Abhängigkeit von Nutzungsintensität, Pflanzenbestandeszusammensetzung und Boden-Klima-Räume quantifiziert und auf Basis dieser Daten eine Validierung von Faustzahlen vorgenommen werden. Dies trägt dazu bei, dass insbesondere bei den Futterbaubetrieben noch offene Fragen bei der Nährstoffbilanzierung auf Basis des nach Düngerverordnung (DüV) vorgeschriebenen Feld-Stall-Ansatzes weiter geklärt werden. Damit dürften auch Erklärungen für die häufig festgestellten, teilweise erheblichen Differenzen zwischen den angesetzten Durchschnittserträgen ab Feld und dem unterstellten Futtermittelverbrauch der Tiere möglich sein.

Aus Daten der Betriebszweigauswertung (BZA) zeigen sich sehr große Unterschiede in den anfallenden Kosten bei der Grassilageproduktion (Dorfner und Hofmann, 2008) [6]. So werden von Hoffmann (2012) [53] aus Analyse der Bayerischen BZA bei den Grassilagen Spannen von 4,50 bis 10 €/dt FM Produktionsvollkosten ermittelt. Hauptaspekte für die Kosten sind die erzielten Nettoerträge, Arbeiterledigungskosten sowie zunehmend Düngemittel- und Flächenkosten (Spiekers, 2008) [3]. Diese genannten Gründe lassen Reserven erkennen, die es für die zukünftige Futterwirtschaft auszuschöpfen und für die Praxis umzusetzen gilt. Die im Rahmen der Betriebszweigauswertung ausgewiesenen Ernteerträge liegen heute nicht höher als zu Beginn der Auswertungen vor 10 oder 20 Jahren. Dies zeigte sich auch bei den bundesweiten Auswertungen im Forum der Spitzenbetriebe Milchviehhaltung der DLG in 2006 und 2007. Den Auswertungen zum Schwerpunkt Futterkosten ist zu entnehmen, dass erhebliche Differenzen in Ertrag, Nettoertrag und Futterkosten zwischen Betrieben bestehen, die erhebliche Ansatzpunkte zur Verbesserung eröffnen (Lüpping, 2007) [33].

Die hohen Verkaufserlöse in der Milch- und Fleischerzeugung belegen die große wirtschaftliche Bedeutung dieser Produktionszweige in der Landwirtschaft. Dabei sind in den Betrieben ein starkes Wachstum und eine zunehmende Spezialisierung zu verzeichnen. Für die Anforderungen einer spezialisierten Nutztierhaltung sind entsprechende Beratungskonzepte anzubieten. Auswertungen zur bestehenden Fütterungsberatung in Bayern (LKV im Verbundsystem)

---

belegen in der Milchviehhaltung, dass sich eine erfolgreiche Beratung anhand von Kenngrößen belegen lässt. Zur Weiterentwicklung der Beratung sollte auf eine verstärkte Abstimmung von Produktionstechnik und Ökonomie geachtet werden (Spiekers et al., 2011) [5].

Die Komplexität der Futterwirtschaft verlangt einen interdisziplinären und praktischen Ansatz um eine Abstimmung von Futtererzeugung und Fütterung zu erreichen. Wie dargestellt, ist in den einzelnen Teilbereichen der Futterwirtschaft, bereits ein umfassendes Wissen vorhanden. Es gilt die Bereiche Pflanze, Tier und Verfahrenstechnik miteinander zu verbinden und abzustimmen. Ein hohes Potenzial zur Effizienzsteigerung wird in diesem Ansatz gesehen, weil es in der Praxis erhebliche Reserven zur Absenkung der Verluste gibt.

## 4 Material und Methoden

### 4.1 Forschungsansatz

Aufgrund des vorher dargelegten Wissensstands zur Futterwirtschaft werden erhebliche Reserven hinsichtlich ihrer Effizienzsteigerung vermutet. Die Komplexität der Masse- und Nährstoffströme, erfordern einen ganzheitlichen Ansatz. Mit dem Ziel ein hohes Maß an Praxisorientierung in den Projekten umzusetzen, sind für diese Strategie interdisziplinäre Strukturen von grundlegender Bedeutung.

Folgende Maßnahmen wurden in den Projekten vorgesehen:

- Analyse der Futterwirtschaft sowie des Nährstoffkreislaufes und Weiterentwicklung an den LVFZ und am Versuchsbetrieb in Grub
- Erträge und Nährstoffabfuhr von den Futterbauflächen der LVFZ sowie dem Versuchsbetrieb in Grub
- Beteiligung an dem LfL-Teilprojekt: „Ertrags- und Nährstoffmonitoring aus bayerischen Grünlandflächen“
- Auswertungen verfügbarer Daten zur Futterwirtschaft
- Nährstoffbilanzen von Futterbaubetrieben im Rahmen der DüV, Betriebszweigauswertungen
- Pilotvorhaben in Praxisbetrieben (Betreuung in Kooperation mit ÄELF, LKP, LKV und KBM)

Auf Basis der institutsübergreifenden Projektleitung von ITE, IAB und ILT sind die gesamten Teilbereiche der Futterwirtschaft an der LfL vertreten. Ebenso wurde eine vernetzte Vorgehensweise über die Organisation und Zusammenarbeit in den Arbeitsschwerpunkten „Effizienz und nachhaltige Grünlandbewirtschaftung“ und „Eiweißstrategie“ praktiziert. Für die ganzheitliche Betrachtung sind die LVFZ der LfL mit Futterbau und Rindviehhaltung prädestiniert, solche komplexe Nährstoffflüsse praxisentsprechend zu erheben. Im Kontext weiterer Forschungsziele in Teilgebieten ist zu erwähnen, dass sich die Ergebnisse in eine Reihe anderer Vorhaben sehr gut integrieren lassen.

Mit der Fokussierung auf die Grobfutterproduktion sollen aus den gesamten Ergebnissen Ableitungen für ein effizienteres Futtermanagement in Form von Handlungsempfehlungen an die Beratung und Praxis weitergegeben werden. Kernstück des Projektes bildete die Analyse und Weiterentwicklung der Futterwirtschaft auf den LVFZ und dem Versuchsbetrieb in Grub. Diese Betriebe verfügten in der Regel über die notwendigen Voraussetzungen zur Datenerfassung (z. B. Wiegeeinrichtungen). Aus diesem Schwerpunkt der Datenerhebung und den Kenntnissen ergab sich die Grundlage für die Umsetzung des Pilotvorhabens in den Praxisbetrieben. Zusätzlich sollen bereits vorhandene Daten zur Futterwirtschaft (Nährstoffbilanzen, Betriebszweigauswertungen) mit in die Auswertungen einbezogen werden.

### 4.1.1 Gesamtsystemerhebung

Zur Gesamtsystembetrachtung bedarf es einer vollständigen Analyse der Masse- und Nährstoffströme in den Futterbaubetrieben. Jedoch zeigen sich in dem Stoffkreislauf von Futterbaubetrieben sehr komplexe Verhältnisse in Bezug auf Massen- und Qualitätsströme (Abb. 1). Auf der Grundlage dieses Stoffflusses wurden für die Datenerhebungen an den Betrieben die wichtigsten Messstationen festgelegt (siehe Kapitel 4.3.2), so dass Aussagen zu Veränderungen entlang der Futterproduktionskette unter Praxisbedingungen ermöglicht wurden. Dabei wurde im Aufbau der Versuchsmethodik auf eine einheitliche Dokumentations- und Probenahmestruktur geachtet. Gleichzeitig wurde im methodischen Ansatz berücksichtigt, dass sich ein für die Praxis anwendbares Ertrags- und Mengenerfassungssystem entwickeln und etablieren kann.

Die Gesamtversuchsdurchführung erfolgte an den milchviehhaltenden Betrieben der LfL:

- LVFZ Achselschwang
- LVFZ Almesbach
- LVFZ Kringell
- Milchwirtschaftlicher Verein Spitalhof
- Versuchsbetrieb Grub

In der Stoffstromanalyse wurde die Bezugseinheit Milchvieh mit Nachzucht festgelegt. Daraus ergab sich, ausgehend von den Gesamtbeständen, eine Datenerhebung von den Kälbern bis zur Milchviehherde in den jeweiligen Leistungsgruppen. Die Erfassung des gesamten Nährstoffflusses wurde unter Berücksichtigung der betriebspezifischen Bedingungen entsprechend über alle Bezugsebenen durchgeführt. Die Massenströme in den Futterbaubetrieben wurden als Ernteerträge „vom Feld“, als Einlagerungsmenge „im Silo“ und als Futtermenge „am Trog“ ermittelt. Als Maßeinheiten wurden in der Ertragserfassung der Schlag und im Futterstrom die Silos festgelegt. Somit lag eine Größenordnung in den Praxiserhebungen vor, die einerseits Auswertungen in Bezug auf Daten aus anderweitigen Versuchen ermöglichte und andererseits praxisnahe Informationen für die Landwirte und Beratung liefern kann. Über das gesamte System wurden auch die Ströme an XP, nXP und RNB verfolgt. Veränderungen am Rohprotein werden insbesondere während der Konservierung erwartet. Durch den Abbau des Proteins in der Silierung kann sich das nXP vermindern. Ergänzend ist der Zukauf von Eiweißfuttermitteln zu betrachten. Die Menge und Qualität des Grobfutters ist maßgebend für den erforderlichen Zukauf von Eiweißfuttermitteln.

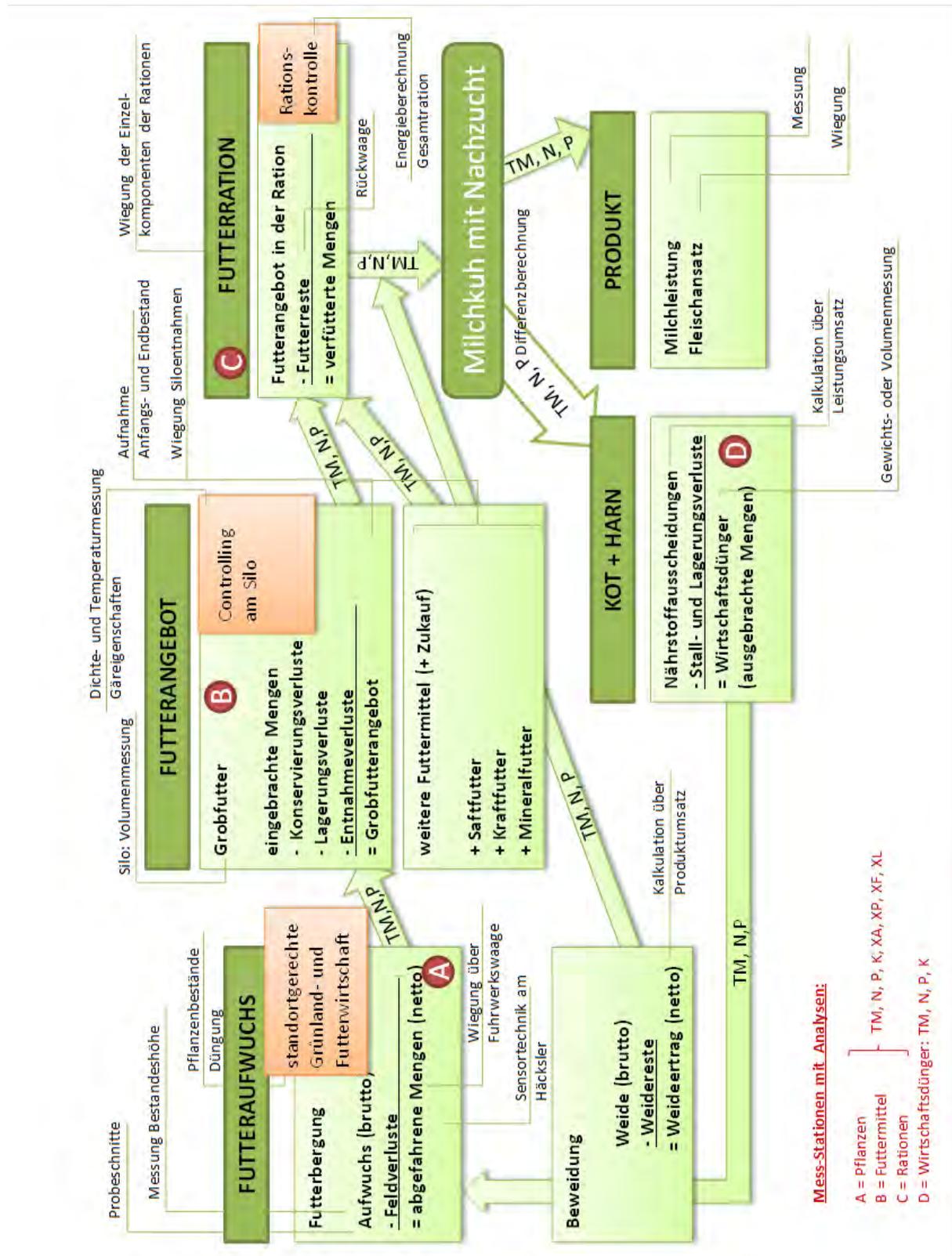


Abb. 1: Stoffflüsse in einem Futterbaubetrieb mit den entsprechenden Messstationen

### 4.1.2 Praxisorientierung

Durch die Gesamtanalyse der Futterwirtschaft an den beteiligten Betrieben der LfL erfolgte eine praxisorientierte Datenerhebung. Die technischen Ausstattungen an den LVFZ ermöglichten den Aufbau eines Referenzsystems in der Mengenerfassung (Fuhrwerkswaage), um darauf aufbauend weitere Messtechniken zu testen. Die gewonnenen Daten zu den Grobfutterernten in Menge und Qualität wurden zeitnah ausgewertet und den Betrieben zur Verfügung gestellt. So wurde auf Basis der Daten eine laufende Weiterentwicklung der Futterwirtschaft an den LVFZ ermöglicht und umgesetzt. Weiterführend wurden aus den gewonnenen Erfahrungen Ableitungen für die Beratung und Praxis getroffen. Ebenso fanden in regelmäßigen Abständen gemeinsame Treffen der Projektbeteiligten (LfL-Institute und LVFZ sowie Koordinatoren im Bereich der Arbeitsschwerpunkte) statt, die zum Austausch von Ergebnissen, Entwicklungen und zur Abstimmung dienten.

Neben dem Kernstück der Gesamtanalyse der Futterwirtschaft an den LVFZ wurde mit dem Pilotvorhaben in Praxisbetrieben das Gesamtkonzept der „effizienten Futterwirtschaft“ abgerundet. Dafür wurde mit den Milchviehteams an den ÄELF bzw. den später eingerichteten Fachzentren Rinderhaltung als Kooperationspartner sowie den Verbundpartnern (LKV, KBM, LKP) Wege der Zusammenarbeit gesucht. Das Prinzip der Übertragung in die Praxis sollte durch eine Form von „Arbeitskreisen Futterwirtschaft“ organisiert werden (Abb. 2).

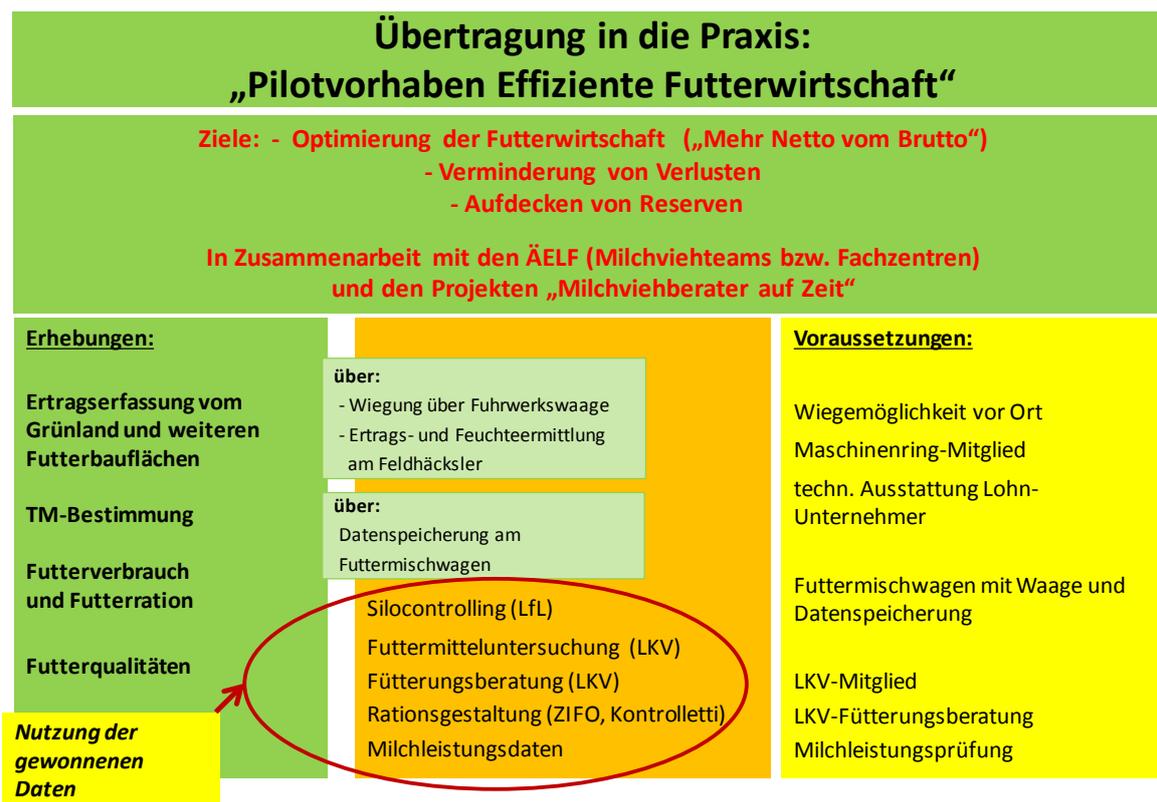


Abb. 2: Umsetzung des Pilotvorhabens zur effizienten Futterwirtschaft

Dazu fand weiterführend eine Kooperation mit dem von 2009 bis 2012 laufenden, als Milchviehberatungsinitiative bekannten Projekt „Qualifizierung der Betriebsleiter von Milchviehbetrieben“ an den Ämtern statt. So konnte im Zeitraum von 2010 bis 2011 zur „effizienten Futterwirtschaft“ mit den Milchviehteams vom Amt Coburg, Amt Fürstentfeldbruck und Amt Erding eine engere Zusammenarbeit umgesetzt werden. Eine abschlie-

ßende Bewertung der Beratungsprojekte aus Sicht der Landwirte, der Projektleitung sowie der Projektmitarbeiter und eine Zusammenfassung des Abschlussberichts sind in „Schule und Beratung“ veröffentlicht (Angermüller, 2013a; Angermüller, 2013b; Angermüller und Kaiser, 2013) [77]; [78]; [79].

Aus den Ergebnissen der Gesamtanalyse werden Arbeitsmittel zur Verfügung gestellt, die zur Ableitung von Faustzahlen und Richtwerten dienen. Die Datenbasis insbesondere vom Grobfutter wird für die Düngungsberatung, Deckungsbeitragsrechnung sowie Nährstoffbilanzierung Anwendung finden. Als direkter Praxistransfer zur „effizienten Futterwirtschaft und Eiweißbereitstellung“ fand eine gemeinsam mit den Verbundpartnern organisierte und gestaltete Abschlussveranstaltung in Form eines „Beratertages“ am 30.10.2012 in Grub statt (Abb. 3).



Abb. 3: Einladung zum Beratertag in Grub

## 4.2 Versuchsstandorte

### 4.2.1 Lehr-, Versuchs- und Fachzentren (LVFZ) und Versuchsbetrieb Grub

Die Datenerhebungen wurden auf den LVFZ Achselschwang, Almesbach, Kringell und Spitalhof sowie auf dem Versuchsbetrieb Grub durchgeführt. Anhand der Kennzahlen der Standortfaktoren je Betrieb können die Produktionsbedingungen in der Futterwirtschaft eingeordnet werden (Tab. 1). Bei allen Futterbaubetrieben liegt der Schwerpunkt der Produktionsausrichtung in der Milchvieh- und Rinderhaltung. Je nach betrieblichen Gegebenheiten erfolgt die Jungrinderaufzucht am Hauptstandort oder gegebenenfalls in einem Nebenbetrieb. Die Betriebsgrößen variieren in den Viehbeständen von 70 bis 190 Milchkühen plus weiblicher Nachzucht. Auf dem LVFZ Kringell wird nach den Kriterien des ökologischen Landbaus gewirtschaftet.

Weitere Betriebsdaten zu den einzelnen LVFZ sowie Versuchsstationen der LfL können unter <http://www.lfl.bayern.de/lvfz/> eingesehen werden.

Tab. 1: Standortcharakteristik der in den Projekten beteiligten Betriebe

Betrieb	Agrargebiet in Bayern	BKR <sup>1</sup>	Höhe m*	Jahres- temp. <sup>2</sup> ° C	Jahresnieder- schläge <sup>2</sup> mm
Achsel- schwung	Voralpines Hügelland	117	580-680	7,0	950-1.200
Almes- bach	Ostbayerisches Mittelgebirge I	112	417	7,3	680
Grub	Tertiäres Hügelland	115	525	8,9	860
Kringell	Ostbayerisches Mittelgebirge I	112	480	8,2	900-1.000
Spitalhof	Alpenvorland	117	730	6,7	1.300

\*Meter über NN; <sup>1</sup>BKR= Boden-Klima-Räume: 117= Moränen-Hügelland Donau-Süd, 112= Verwitterungsböden in den Höhenlagen, 115= Tertiär-Hügelland Donau Süd (Roßberg et al., 2007) [45], <sup>2</sup>= im langjährigen Mittel.

Geprägt von den jeweiligen Naturräumen und betrieblichen Strukturen zeigen sich bei den Futterbaubetrieben unterschiedliche Flächenausstattungen (Tab. 2). Allgemein weisen die fünf Futterbaubetriebe sehr verschieden hohe Grünlandanteile an der landwirtschaftlichen Nutzfläche auf. In den grünlandbasierten Gebieten des Alpenvorlandes, die charakteristisch sehr hohe Niederschläge aufweisen, liegen die Betriebe Spitalhof (reiner Grünlandbetrieb) und Achselchwang. Die Grünlandflächen des Versuchsbetriebs Grub liegen teils auf der Münchner Schotterebene und teils an einem Niedermoorstandort. Das LVFZ Kringell liegt in der Mittelgebirgsregion Bayerischer Wald. Die genannten Betriebe nutzen das Grünland zum überwiegenden Teil zur Silagebereitung mit 4-5 Schnitten pro Jahr. Am LVFZ Almesbach in der Oberpfalz (im nordöstlichen Teil Bayerns) wird aufgrund anderer Standortbedingungen (Trockenperioden) drei- bis viermal gemäht. Die Bewirtschaftungsmaßnahmen am Grünland werden unter Kapitel 4.3.3 „Grünlanderhebungen“ näher erläutert. Die Tierbestände der beteiligten Betriebe unterlagen in dem Erhebungszeitraum nur geringfügigen Schwankungen. Ausnahme bildet das LVFZ Almesbach, das 2010 eine größere Aufstockung des Tierbestandes vornahm (Tab. 3).

Tab. 2: *Landwirtschaftliche Nutzfläche (in ha) der beteiligten Betriebe differenziert nach Flächennutzung und Kulturen (Stand 2011)*

<b>Flächen- nutzung</b>	<b>Kulturen</b>	<b>Achsel- schwung</b>	<b>Almes- bach</b>	<b>Grub</b>	<b>Kringell</b>	<b>Spital- hof</b>
Landw. Fläche gesamt		267	186	368	152	85
anteilig	Grünland	136	36	39	70	85
anteilig	Ackerland	131	150	329	82	--
Getreide	Sommerungen, Winterungen	55	80	162	32	--
Ölfrüchte	Raps	--	21	32	--	--
Hülsenfrüchte	Sojabohne	--	--	26	--	--
Ackerfutter	Silomais, Körnermais	48	31	83	23	--
	Klee gras, Luzerne	28	18	26	27	--

Tab. 3: *Durchschnittliche jährliche Tierbestände (Anzahl) der beteiligten Betriebe (Stand 2011)*

<b>Tierbestand</b>	<b>Achselschwung</b>	<b>Almesbach</b>	<b>Grub</b>	<b>Kringell</b>	<b>Spitalhof</b>
Milchvieh	190	126	120	70	90
Jungvieh	170	120	125	65	98

Die Futterwirtschaft sowie die Tierhaltung an den beteiligten Betrieben werden im Einzelnen in der Tab. 4 dargestellt. Die Grobfutterproduktion vom Grünland in Form von Silage nimmt den Hauptanteil in der Futterwirtschaft ein. An den Betrieben Achselschwung, Almesbach, Kringell und dem Versuchsbetrieb Grub wurden die Silageernten mit den ortsansässigen Lohnunternehmern bei ausschließlicher Einsatz des Feldhäckslers durchgeführt. Der Spitalhof führt in Eigenausstattung mit zwei Ernteladewägen seine gesamten Grobfutterernten durch. Verschiedene Silogrößen, insbesondere am Versuchsbetrieb in Grub ermöglichen eine kultur- und schnittbezogen getrennte Silierung von Erntegut. Der Einsatz weiterer Siliertechniken wie Rundballen oder der Silotunnel fanden während des Projektzeitraumes an einzelnen Betrieben statt. Am Betrieb Almesbach werden die Silos im „Sandwich“-Verfahren von Gras- und Maissilagen genutzt, um bei der Entnahme ausreichend Vorschub umzusetzen. Alle Betriebe verfügen über einen Futtermischwagen (entweder Selbstfahrer oder im Anhängesystem) mit jeweils unterschiedlichen Futterentnahmetechniken. Die Rationen werden überwiegend als aufgewertete Mischration und am LVFZ Achselschwung als eine Total-Mischration (TMR) mit differenzierten Leistungsgruppen vorgelegt. Die einzelnen Komponenten in den Rationen werden in der Tab. A-5 aufgeführt.

Tab. 4: Futterwirtschaft der beteiligten Betriebe

Parameter	LVFZ Achselchwang	LVFZ Almesbach	Versuchs- betrieb Grub	LVFZ Kringell	Lw. Betrieb Spitalhof
<b>Ernteverfahren</b> (Silierung)	Feldhäcksler / Lohnarbeit	Feldhäcksler/ Lohnarbeit	Feldhäcksler/ Lohnarbeit	Feldhäcksler/ Lohnarbeit	Ladewagen/ Eigenregie
<b>Silosystem</b> (Bauform, Anzahl)	Traunsteiner/13	Traunsteiner/6	Traunsteiner/16	Traunsteiner/8	Traunsteiner/5
<b>Nutzvolumen</b> (m <sup>3</sup> )	380 - 690	370 - 540	150 - 480	250	210 - 320
<b>Silertechniken</b> (in Anwendung)		"sandwich"/ Rundballen	Silotunnel/ Rundballen	Rundballen	
<b>Fütterungstechnik</b>	FMW <sup>1</sup> - Selbstfahrer	FMW - Anhänger	FMW - Selbstfahrer	FMW - Anhänger	FMW - Anhänger
<b>Futterentnahme- technik</b>	Silofräse/ Selbstbefüllung	Greifzange/ Fremdbefüllung	Silofräse/ Selbstbefüllung	Silofräse/ Selbstbefüllung	Blockschneider
<b>Rationsgestaltung</b>	TMR <sup>2</sup> (2 Leistungsgrup.)	AMR <sup>3</sup>	AMR	AMR	AMR
(abgedeckte Milchleistung, kg Tag <sup>-1</sup> )	Hochlakt.: 36  Niederlakt.: 26	25	25	Hochlakt.: 30  Niederlakt.: 24	Hochlakt.: 28  Niederlakt.: 22
<b>Melksysteme</b> (Plätze)	Fischgrät  Tandem (Ausbildung)	Fischgrät  AMS <sup>4</sup>	Fischgrät  AMS	Tandem	Fischgrät  Tandem (Ausbildung)

<sup>1</sup>FMW Futtermischwagen, <sup>2</sup>TMR Totalmischration, <sup>3</sup>AMR = aufgewertete Mischration, <sup>4</sup>AMS= automatisches Melksystem

### LVFZ Achselchwang



Das LVFZ Achselchwang, mit den Nebenstandorten Hübschenried und Westerschondorf hat eine Betriebsfläche von insgesamt 559 ha. Davon bewirtschaftet der Betrieb Achselchwang 168 ha, mit 110 ha Ackerland und 58 ha Grünland. Der Standort Hübschenried, mit 122 ha landwirtschaftliche Fläche, verfügt ausschließlich über Grünlandflächen mit teilweiser Weidenutzung und liegt vom Hauptbetrieb etwa 10 km entfernt. Die weibliche Jungviehaufzucht ist am Standort Hübschenried konzentriert. Die Milchviehhaltung in Achselchwang umfasst eine Milchviehherde von rund 190 Tieren und eine Kälberaufzucht mit rund 36 Plätzen. Die Kälber bleiben 8-10 Wochen in Achselchwang. Die Kälber kommen mit ca. 10 Lebenswochen nach Hübschenried. Die Futterproduktion vom Grünland wird gemeinsam von den Betrieben Achselchwang und Hübschenried organisiert und durchgeführt. Am Standort Westerschondorf mit 153 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche, befindet sich der Produktionszweig Bullenmast. Mit Westerschondorf findet kein Futteraustausch mit der Milchviehhaltung in Achselchwang statt. Der Betrieb Westerschondorf wurde daher nicht in die Auswertung einbezogen. Die Fruchtfolge umfasst

die Kulturen Winterweizen, Wintergerste und Silomais. Am Standort Achselschwang laufen Versuche im Fütterungs- und Haltungsbereich in der Milchviehhaltung. Für die Erfassung der Futtermengenströme in Achselschwang werden die Flächen der Standorte Achselschwang und Hübschenried berücksichtigt.



### **LVFZ Almesbach**

Die landwirtschaftliche Produktion findet am LVFZ Almesbach an den Standorten Almesbach (mit Wöllershof) und Pfrentsch statt. Mit weiteren Pachtflächen umfasst die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche 322 ha. Davon bewirtschaftet der Betrieb Almesbach 151 ha Acker und 36 ha Grünland. Am Zweigbetrieb Pfrentsch finden die Jungviehaufzucht sowie weitere extensive Landnutzungen mit Mutterkuh- und Wildhaltung statt. Die Flächen in Pfrentsch umfassen 17 ha Acker und 118 ha extensives Grünland. Zwischen dem Betrieb Almesbach und Pfrentsch findet kein Futteraustausch statt und es erfolgte keine Futtermengenerfassung am Standort Pfrentsch. Die gesamten Futterflächen einschließlich des Grünlandes für die Milchviehhaltung befinden sich im Umkreis von Almesbach. Davon liegt ein Teil der Grünlandflächen in einem Auengebiet. Die Viehhaltung in Almesbach umfasst rund 125 Milchkühe mit Nachzucht.



### **LVFZ Kringell**

Der nach den Kriterien des organischen Landbaus wirtschaftende Betrieb Kringell hat eine landwirtschaftliche Nutzfläche von insgesamt 152 ha, davon anteilig 82 ha Acker- und 70 ha Grünlandflächen. In der Fruchtfolge stehen zweijähriges Klee gras, Silomais, Triticale oder Winterweizen, Erbsen und Wintergerste. Für die Grobfutterproduktion wird das Klee gras mit dem Grünland zusammen genutzt und überwiegend siliert. Die Milchviehhaltung mit Nachzucht erfolgt geschlossen an der Betriebsstätte Kringell. Derzeit werden rund 70 Milchkühe gehalten. Die Kälber- und Jungviehaufzucht umfasst rund 70-80 Tiere. Derzeit wird am Standort Kringell beim Jungvieh und für einen Teil der Milchviehherde die Weidewirtschaft erweitert. An einer weiteren Betriebsstätte wurde eine Mutterkuhherde mit rund 25 Tieren in einem Kurzrasenweideverfahren gehalten. Die Flächen und Tiere in Beweidung wurden in der Futtermengenerfassung nicht mit einbezogen.



### **Versuchsbetrieb Grub**

Der Versuchsbetrieb Grub verfügt über eine landwirtschaftlich Gesamtfläche von 368 ha und liegt nordöstlich in der Münchner Schotterebene. Vorwiegend werden die Flächen ackerbaulich genutzt und das Grünland nimmt einen Anteil von 11 % an der landwirt-

schaftlichen Nutzfläche ein. Der Versuchsbetrieb Grub steht mit weiteren Versuchsstandorten im Austausch von eigenerzeugtem Futter. Am Standort in Grub befinden sich die Leistungsprüfungen für Schweine und Schafe und somit ein weiterer Futterbedarf, der von diesen Flächen abgedeckt wird. Am Versuchsbetrieb Grub laufen vielfältige Versuche im Fütterungs- und Haltungsbereich. Die Milchviehhaltung umfasst ca. 120 Milchkühe. Die Jungviehaufzucht ist an einem weiteren Versuchsstandort in Karolinenfeld konzentriert, wurde aber nicht in der Futtermengenerfassung berücksichtigt. In der Rindermast mit 144 Mastplätzen werden weitere Fütterungsversuche durchgeführt. Seit 2009 werden am Standort Grub Luzerne und Sojabohnen angebaut und in Versuchen zur Futterqualität und Konservierung sowie in der Fütterung untersucht.



### **Landwirtschaftlicher Betrieb Spitalhof**

Bei dem Betrieb Spitalhof handelt es sich um einen reinen Grünlandbetrieb, am Stadtrand von Kempten im Allgäuer Hügelland. Seit vielen Jahren werden auf den landwirtschaftlichen Flächen des Spitalhofs Versuche zur Grünlandbewirtschaftung durchgeführt. Der Betrieb Spitalhof, der vom milchwirtschaftlichen Verein getragen wird, hat einen Tierbestand von 90 Milchkühen der Rasse Braunvieh mit Nachzucht. Der Betrieb hat 85 ha landwirtschaftliche Fläche und verfügt zusätzlich über eine Alpweidefläche von 68 ha für das Jungvieh. Die Weideflächen wurden nicht in der Mengenerfassung berücksichtigt. Die Grünlandbewirtschaftung umfasst eine Futterproduktion von Silage, Heu und Trockengrün.

#### **4.2.2 Pilotbetriebe in Bayern**

Als einen weiteren Schritt der Projektumsetzung sollten ausgewählte Futterbaubetriebe in ganz Bayern als weitere Versuchsbetriebe zur Erfassung der Nährstoffflüsse in der Futterwirtschaft aufgenommen werden. Die Umsetzung des Vorhabens wurde in Bezug auf Auswahl und Betreuung in Kooperation mit den ÄELF sowie den Selbsthilfeorganisationen LKP, LKV und KBM durchgeführt. Mit den Erfahrungen aus der Datenerhebung an den LVFZ sollte die praktische Umsetzung an den Praxisbetrieben optimal und praxisgerecht gestaltet werden. Die LVFZ und die weiteren Pilotbetriebe sollten als Multiplikator in ihrer Region fungieren. Folgende Anforderungen wurden an das Betriebsmanagement der beteiligten Betriebe gestellt:

- Mitglied im Maschinenring,
- LKV-Fütterungsberatung,
- Betriebszweigauswertung,
- Berechnung der Nährstoffbilanz nach DüV,
- Ertragserfassung am Feldhäcksler oder Ladewagen,
- Mischwagen mit Waage zur Erfassung des Futtermittelsverbrauchs,
- Ertragsmonitoring, Controlling am Silo.

In der Tabelle A-2 sind neben den Voraussetzungen an den Betrieben die einzelnen Ansatzstellen aufgeführt, die gemeinsam einen Beitrag zur Realisierung einer effizienten Fut-

---

terwirtschaft leisten sollen. Bei der Gewinnung der am Pilotvorhaben teilnehmenden Praxisbetriebe, wurde auf eine landesweite Verteilung geachtet. Ferner war für die Umsetzbarkeit einer Mengenerfassung jeweils vor Ort, die Einsatzfähigkeit von automatischer Ertrags- und Feuchtemessung an Erntemaschinen bei den Maschinenringbetrieben ein entscheidendes Kriterium. Eine Zusammenarbeit mit den Verbundpartnern KBM sowie dem Bundesverband der Lohnunternehmen bildete dafür eine grundlegende Basis. Dazu fand eine bayernweite Abfrage bei den im Maschinenring organisierten Lohnunternehmen statt, welche technische Ausstattung sich zur automatischen Ertrags- und Feuchtemessung an Erntemaschinen (verschiedener Hersteller) im Einsatz befindet.

### **4.3 Versuchsmethodik**

#### **4.3.1 Gesamtanalyse**

Für die Gesamtanalyse der Futterwirtschaft an den Betrieben wurde eine quantitative und qualitative Datenerhebung auf einzelbetrieblichem Niveau festgelegt. Die Erhebungen umfassten die gesamten Erntemengen entsprechend des betrieblichen Futteranbaus. Eine genaue Betrachtung der Mengenflüsse wurde vor allem bei den Grobfutterernten vorgenommen. Die Mengenerfassung fand an den definierten Messstellen im Betrieb statt, die mit Messeinrichtungen ausgestattet sind. Somit wurde zum Erntezeitpunkt der Futteraufwuchs über Wiegen an der Fuhrwerkswaage erfasst und die Siloanordnung dokumentiert (Tab. 5). Die Ertragsermittlung über Wiegen gilt als Referenz im gesamten System (Eingangsgröße) und ist die Datengrundlage zur Testung alternativer Messtechniken zur Prozesssteuerung. Die Mess- oder Schätzmethode wie Ertrags- und Feuchteermittlung am Feldhäcksler, Probeschnitte oder Silovermessung werden in den entsprechenden Kapiteln dargestellt.

Das Futterangebot insbesondere der Grobfuttermengen wurde an den Betrieben in der Regel über die Wiegetechnik des Futtermischwagens erhoben. Die Datenerhebung aller einzelnen Futterkomponenten erfolgt bei entsprechender Ausstattung ebenso über den Futtermischwagen und je nach Fütterungstechnik über die Datenauslese des Kraftfutterautomaten. Zur Berechnung der Futterverbräuche waren weitere Aufzeichnungen zu den Futterresten notwendig. Die Futterreste wurden in Form einer vollständigen oder repräsentativen Erfassung von den Betrieben erhoben und dabei weitgehend handschriftlich dokumentiert.

Tab. 5: Datenerhebung und Messmethoden zur Ermittlung der Massenströme in den Futterbaubetrieben

Datenerhebung	Dateneinheiten	Messmethode
<b>Futteraufwuchs</b>		
Ertragshebung auf ausgewählten Grünlandflächen (Frischgras)	Ertrag/Schlag (dt/ha)	Probeschnitte
Erntemengen (Siliergut)	Ertrag, TM-Ertrag/Schlag (dt/ha)	Durchsatz- und Feuchteermittlung am Häcksler
	<b>Ertrag/Schlag, (dt/ha)</b>	<b>Wiegung der gesamten Erntemengen</b>
Erntemengen je Silo	Siliergut (dt/Silo)	Zuordnung Erntemengen je Silo
<b>Futterangebot</b>		
Grobfuttermengen	Silagemengen (dt/Silo)	Silovermessung tägliche Siloentnahmen (über Wiegecomputer)
<b>Futtermittion</b>		
Rationsmengen aller Komponenten	tägliche Futtermenge je Einzelkomponente je Tiergruppe	tägliche Datenaufzeichnung über Wiegecomputer
Futterreste	gefressene Futtermengen je Tiergruppe	Wiegung der Futterreste je Tiergruppe

Begleitend zur Mengenerfassung wurde eine umfassende Qualitätserhebung durchgeführt, um bei den Nährstoffen mögliche Veränderungen oder Verluste in der Futterproduktionskette aufzudecken. Insbesondere zur Ermittlung der Trockenmassen, die vor allem beim Erntegut vom Grünland sehr große Schwankungen aufweisen kann, wurde eine hohe Probenahmedichte über die Gesamterntemenge realisiert. Die Qualitätsuntersuchungen beim Grobfutter wurden zum Zeitpunkt der Ernte, im Silo und im Trog durchgeführt (siehe Kapitel 4.4.6).

#### 4.3.2 Ertrags- und Futtermengenerfassungssystem

Mit der Fuhrwerkswaage und dem Futtermischwagen wurden die entscheidenden Messstellen im Futterbaubetrieb definiert, mit denen die Gesamtanalyse im Projekt durchgeführt wurde (Abb. 4). Dieses System ist für die Futter- wie für die Substratwirtschaft anwendbar. Für eine kontinuierliche Anwendung in der Praxis stehen weitgehend automatisierte Messtechniken auf dem Markt zur Verfügung, die als Ersatz für eine fehlende Fuhrwerkswaage dienen können.

Mit der Fuhrwerkswaage ist eine schlag- und silogenaue Dokumentation der Erntemengen durchführbar, wobei es einer handschriftlichen Dokumentation der Gewichts- sowie Schlag- und Silozuordnung bedarf. Zur Erfassung der täglichen Futtermengen sind die Futtermischwägen an den LVFZ mit einer Wiegeeinrichtung und einer Datenspeicherung (außer Spitalhof) ausgestattet. Damit wurden die täglichen Futtermengen der einzelnen Futterkomponenten festgehalten. Anhand einer Datenauswertung (*Access*-Datenbank) wurden

diese Futtermengen entsprechend den Einheiten Silagemengen je Silo oder als Futterangebot „am Trog“ weiter aufgearbeitet. Die „Software“-Programme der Futtermischwagenhersteller liefern unterschiedliche Möglichkeiten der Datenauswertung. Insgesamt stehen mit einer Datenspeicherung vielfältige Auswertungsmöglichkeiten zum Futtermengeneinsatz zur Verfügung.

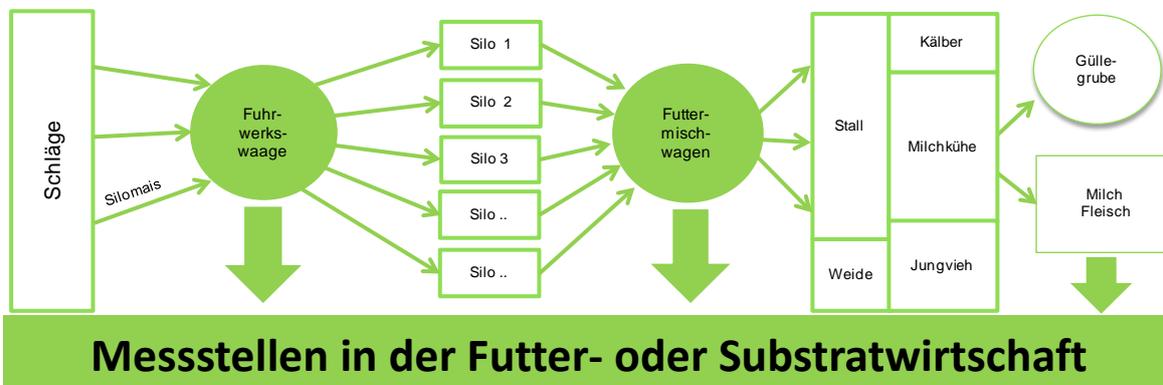


Abb. 4: Messstellen in der Futter- oder Substratwirtschaft

#### 4.3.3 Grünlanderhebungen

Die Grünlanderhebungen bilden aufgrund der zu erwartenden Ertragsunterschiede und fehlender Datenbasis in der Praxis einen Schwerpunkt in den Ertrags- und Qualitätsfeststellungen.

Das Grünland wird auf allen Standorten intensiv bewirtschaftet, mit einem durchschnittlichen Düngungsniveau von 200-300 kg Gesamt-N/ha und Jahr, eine Ausnahme bilden die Standorte Hübschenried und Kringell (Ökobetrieb) mit einer niedrigeren Düngungshöhe (Tab. 6). Bei der Berechnung des N-Düngungsniveaus wurden bei der organischen Düngung keine Stickstoffverluste in Form von Ausbringungsverlusten berücksichtigt, die auf Berechnungsbasis der DüV abgezogen werden. Die N-Zufuhr über die organische Düngung resultierte aus Mengenangaben der Betrieb und den Nährstoffgehalten, die zum Teil auf eigene Analysen im Zeitraum von 2010-2011 beruhen oder alternativ mit Standardwerten für Wirtschaftsdünger berechnet wurden.

Tab. 6: Grünlandflächen, Schnitthäufigkeit und N-Düngung (vierjähriges Mittel über alle Flächen) an den Betriebsstandorten in den Jahren 2009-2012

Betriebe	Fläche ha	Schnitte n	Düngungsniveau (kg Gesamt-N/ha)		
			gesamt	organisch*	mineralisch
Achselschwang	60	4-5	<b>274</b>	229	45
Hübschenried	90	4-5	<b>85</b>	55	30
Almesbach	32	3-4	<b>296</b>	167	129
Grub	42	4-5	<b>296</b>	132	164
Kringell	37	4-5(6)	<b>137</b>	137	0
Spitalhof	76	4-5	<b>200</b>	152	48

\*bei den Wirtschaftsdüngern ohne Abzug von Ausbringungsverlusten beim Stickstoff (nach DüV)

In Abstimmung mit dem LfL-Projekt „Ertrags- und Nährstoffmonitoring auf bayerischen Grünlandflächen“ (Diepolder et al., 2013) [49] wurde auf repräsentativen Grünlandflächen der Betriebe eine methodisch konforme Datenerhebung zur Ertragsermittlung mittels Probeschnitte durchgeführt (siehe Kapitel 4.4.3). Diese ausgewählten Flächen wurde botanisch erfasst und eine Ertragsanteilschätzung nach KLAPP-STÄHLIN (Voigtländer und Voss, 1979) [34] vorgenommen. Zur Einstufung der Wiesen in die Kategorien Nutzungsintensität und Wiesentypen wurden die Wiesenflächen in Anlehnung an die Faustzahlen zur Düngung bei Acker- und Grünland (Wendland et al., 2011) [17] in bekannte Wiesentypen eingeordnet. Die Grünlandflächen konnten zum überwiegenden Anteil in den Wiesentyp Wiesenfuchsschwanzwiese (*Alopecurus pratensis*) eingestuft werden (vgl. auch Kuhn et al., 2011) [32].

Auf Basis der Ertrags- und Qualitätsanalyse der ausgewählten Grünlandschläge können schlagbezogene Erträge und Nährstoffentzüge berechnet werden. Die komplette Datenerhebung vom Grünland (Erträge, Qualitäten, Wiesentyp, Bewirtschaftungsmaßnahmen) liefert eine wichtige Datengrundlage zur Beurteilung von Grünlandmaßnahmen, die zur Verbesserung der Ertragsleistung beiträgt. Eine solche Grünlandbegehung wurde an allen Betrieben im Frühjahr 2012 durchgeführt.

#### 4.3.4 Methodenvergleich

Die Datenerhebung zur Mengenerfassung, durchgeführt mittels Wiegen an der Fuhrwerkswaage, wurde aufgrund der Messgenauigkeit (40 t Maximalgewicht Toleranzbereich von  $\pm 10$  kg) als Referenzsystem für die Testung weiterer Messmethoden zur Mengenerfassung im Grobfutterbereich eingesetzt.

Auf Basis der Gesamtwiegen und der TM-Bestimmung konnte auf ausgewählten Schlägen eine Methodenüberprüfung stattfinden. Dies fand zu den Probeschnittflächen statt, die in Zusammenarbeit mit dem LfL-Projekt „Ertrags- und Nährstoffmonitoring auf bayerischen Grünlandflächen“ (Diepolder et al., 2012; 2013) [50]; [49] mit der gleichen Methode zur Ertragsfeststellung mittels Probeschnitte (7 x 1m<sup>2</sup> pro Schlag) durchgeführt wurde (Tab. 7).

Ein weiterer Methodenvergleich zur Ertragsfeststellung fand mit den an den LVFZ im Einsatz befindlichen Feldhäcksler von den Lohnunternehmern statt, die über eine Ausstattung mit einer Ertrags- und Feuchtermittlung (Onlinemessung) verfügen. Über diese Kooperation konnten mehrere Versuchsdurchführungen zur Messgenauigkeit dieser „Online“ Messsysteme über den gesamten Projektzeitraum durchgeführt werden. Weitere Messtechniken wie Erntewiegewägen wurden am LVFZ Achselschwang untersucht (siehe Kapitel 4.4.2).

Tab. 7: *Methodenansätze zur Mengenerfassung im Projekt „Effiziente Futterwirtschaft“*

Mengenkategorie	Methodenansätze	Referenzmethode
Erträge	Probeschnitte	Wiegungen/Schlag
	Durchsatz- und Ertragsermittlung am Feldhäcksler	Wiegungen/Schlag
	Erntewiegewägen	Wiegungen/Fuhre
Trockenmassen	Feuchtemessung mittels Sensoren am Feldhäcksler	TM-Bestimmung mittels Trockenschrank
Futtermengen	Volumenmessung am Silo	Wiegungen/Silo

Zur Erfassung des Futtermittels (Silagemengen) wurden Vergleichsuntersuchungen zur Volumenmessung am Silo mit Dichtebestimmung gegenüber den tatsächlich einsilierten TM-Mengen erhoben. Die Volumenmessung an den befüllten Silos wurde ca. zwei Monate nach Befüllung durchgeführt. Die baulichen Grundmaße (Länge, Breite (mittlere Breite bei Traunsteinersilos), Höhe, evtl. Maße bei schräger Rückwand) der Silos müssen vorliegen und dokumentiert sein.

Nach folgenden Schritten wird die Silovermessung vorgenommen (siehe Abb. 5-7):

- befülltes Silo in drei Grundkörper unterteilen (Anfahrt, Hauptteil und Abfahrt)
- Anfahrt als Keil (Grundform Dreieck)
- Hauptteil in Hauptkörper bis Silooberkante (Grundform Rechteck oder Trapez)
- weitere Hauptkörper über Silooberkante (Grundform Trapez oder Kreissegment ab einer Befüllhöhe von über 50 cm über Silooberkante) Längsunterteilung der Hauptkörper über Silooberkante je nach Oberflächenform in mindestens zwei Teilabschnitte
- Abfahrt als Keil (je nach Siloform)
- Anfertigung einer Skizze und Berechnung des Volumens



Abb. 5: Unterteilung des befüllten Silos in Grundkörper

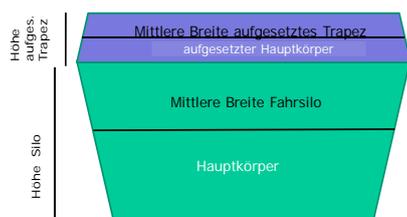


Abb. 6: Querschnitt des aufgesetzten Körpers als Trapez

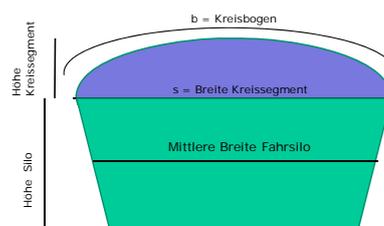


Abb. 7: Querschnitt des aufgesetzten Körpers als Kreissegment

Nach der Volumenberechnung wird unter Berücksichtigung der Dichte im Futterstock die Menge im Silo ermittelt. Diese kann mit einer tabellierten Dichte (Grassilage 220 kg TM/m<sup>3</sup>; Maissilage 230 kg TM/m<sup>3</sup>), als auch mittels gemessener Dichte je Silo berechnet werden (Lfl, 2011a) [47].

Die gemessene Dichte wird mittels Bohrung bei halb vollem Silostock ermittelt. Neben dem „Dichteborner“ (Firma *Pioneer*) wurde in diesem Projekt der „Gruber Bohrer“ benutzt (Abb. 11). Letzterer weist aufgrund der größeren Bohrkronen ein höheres entnommenes Volumen auf. Dieses beträgt beim „Pioneer Bohrer“ 0,64 dm<sup>3</sup> bei 40 cm und beim „Gruber Bohrer“ 1,33 dm<sup>3</sup> bei 20 cm Bohrtiefe. Die Dichteborungen erfolgen auf halber Silostockbreite im oberen, mittleren und unteren Bereich. Die entnommene Menge je Bohrung wird gewogen, die Tiefe an der gebohrten Stelle gemessen und aus den drei ermittelten Dichtewerten der Mittelwert berechnet. Für die Referenzwerte wurden die an der Fuhrwerkswaage gewogenen FM-Mengen sowie die mit einer entsprechenden Anzahl an TM-Bestimmungen (Analyse über Ofentrocknung) ermittelten TM-Mengen verwendet. Die so ermittelten TM-Mengen je Silo (Referenzwerte) wurden den berechneten TM-Mengen aus der Volumenberechnung, einmal mit der tabellierten Dichte und einmal mit gemessener Dichte, gegenübergestellt.

## 4.4 Versuchsdurchführung

### 4.4.1 Ertrags erfassung mittels Wiegen

Die Ernteerträge von den Grobfutterflächen (Grünland und Ackerfutterbau) wurden über Wiegen festgehalten. Die Aufzeichnungen erfolgen mittels Gewichtlisten zur Dokumentation des Schlages, der Gewichte je Fuhre sowie zur Silozuordnung. Die Vorgehensweise der Mengendokumentation wurde anhand eines Versuchsplanes festgelegt und vor Ort mit den beteiligten Personen besprochen. Zur Erfassung der TM-Mengen wurden zum Erntezeitpunkt vom Projektteam Proben zur TM-Bestimmung gezogen (Tab. A-1). Das

---

Probenmaterial zur Nährstoffanalyse beim Erntegut wurde ebenso zum Zeitpunkt der Ernte, d. h. bei den Grasernten vom Anwelkgut sowie beim Silomais vom Grüngut gezogen (siehe Tab. A-3 sowie Tab. A-4). Die Erntemengen an der Fuhrwerkswaage entsprechen per Definition dem Ernteertrag (siehe Kapitel 5.1). Aufgrund unterschiedlichster Verfahrenstechniken bei der Grobfutterernte der Betriebe konnten keine Feldverluste erfasst werden. Bei einer Silierung in Siloballen sowie bei der Heuernte wurden die Gewichte möglichst schlagbezogen über Wiegung ermittelt.

Eine Auswertung der Ernteerträge vom Futterbau über den gesamten Erhebungszeitraum wurde auf Basis der Trockenmassen auf Jahres- und Schlagebene vorgenommen. Die Ernteerträge vom Grünland je Schnitt wurden zu den Jahreserträgen je Schlag aufsummiert. Eine statistische Auswertung der Jahreserträge vom Grünland erfolgte je Standort und Schlag unter Anwendung eines „SAS-Makroprogramms“ in Form von „boxplots“ (Friendly, 2005) [21]. Anhand der Quartilsabstände (Q1, Q3) wurden die Ertragsdifferenzen der Schläge weiter ausgewertet.

#### **4.4.2 Ertrags- und Feuchteermittlung an Erntemaschinen**

Im Projekt wurden die vor Ort zur Verfügung stehende und derzeit am Markt befindlichen Messtechniken zur Ertrags- und Feuchteermittlung an Erntemaschinen auf Messgenauigkeit und Praxistauglichkeit überprüft. Dazu wurden die Messsysteme Ertrags- und Feuchteermittlung am Feldhäcksler mit den TM-Sensoren (über Nahinfrarotspektroskopie und Messung der elektrischen Leitfähigkeit) und die Erntewiegewägen mit Dehnungsmessstreifen sowie die Ausstattung über Wiegerahmen mit digitalen und analogen Wiegezellen getestet. Die Datenerhebung an den Erntemaschinen fand zu den Grobfutterernten an den Betrieben statt. Einerseits wurden Messdaten zur Ertragsermittlung nach der praxisüblichen Vorgehensweise des geschulten Fahrers der Erntemaschinen erhoben und andererseits waren zur Überprüfung der Messgenauigkeit automatischer Messtechniken genaue Versuchsdurchführung notwendig, die nach einer exakten Versuchsanordnung durchgeführt wurden (Tab. 8).

Eine Datenerhebung fand bei den Feldhäckslern mit Online-Messsystemen der Firmen Claas, John Deere und Krone sowie bei Abschiebewägen der Firma Fliegl und den Ladevägen der Firma Claas statt. Eine Schulung zum Einsatz der Onlinemesstechnik am *Claas Jaguar*, zur Anwendung der Ertragsmessung (Quantimeter), TM-Bestimmung mit TM-Sensor und die Anwendung von „Agromap“ wurden den Lohnunternehmern, die für die LVFZ im Einsatz waren sowie für das Projektteam durchgeführt.

Tab. 8: Versuchsdurchführungen zur Testung der Messtechniken zur Ertrags- und Feuchteermittlung an Erntemaschinen

Messtechnik	Messsystem	Ort	Datum	Kultur
TM-Sensor	NIRS (stationärer Einsatz)	Grub	17.07.2009	Gras, 2. Schnitt, Anwelkgut
Ertragsermittlung und TM-Sensor	Volumenmessung, NIRS, Leitfähigkeit	Grub	29.06.2010	Gras, 2. Schnitt Anwelkgut
Ertragsermittlung und TM-Sensor	Volumenmessung, Leitfähigkeit	Grub	22.09.2010	Silomais
TM-Sensor	NIRS, Leitfähigkeit	Grub	20.05.2011	Luzerne, 1. Schnitt Anwelkgut
TM-Sensor	NIRS	Kringell	09.08.2012	Kleegras, 2. Schnitt Anwelkgut
Ertragsermittlung	Dehnungsmessstrei- fen, Wiegerahmen mit digitalen und ana- logen Wiegezellen	Achsel- schwung	11.08.2011	Gras, 4. Schnitt Anwelkgut

Die Erfassung des FM-Ertrags erfolgt bei allen Herstellern über Sensoren an den Vorpresswalzen am Einzug (Tab. 9). Mit Hilfe der Auslenkung der Vorpresswalzen sowie deren Geschwindigkeit wird der Volumenstrom gemessen, von dem nach entsprechender Kalibrierung auf den FM-Ertrag geschlossen werden kann. Der Häckslerfahrer muss zur Kalibrierung beim Beladen eines Wagens am Bordrechner den Kalibriermodus einschalten. Anschließend muss der so gefüllte Wagen auf einer Fuhrwerkswaage gewogen und nach Abzug des Leergewichts die geladene Menge an Erntegut ermittelt werden. Der Häckslerfahrer gibt den ermittelten Wert für die FM in den Bordrechner ein. Um ausreichend genaue Ertragsdaten zu erhalten sollte bei jedem Materialwechsel, spätestens jedoch bei einem Sorten- oder Schlagwechsel neu kalibriert werden. Je nach den örtlichen Gegebenheiten kann jedoch auch ein Fuhrwerk aus der Erntekette ständig zum Kalibrieren verwendet werden. Für die Versuchsdurchführung an den LVFZ wurde ein Fuhrwerk aus der Erntekette ständig zum Kalibrieren verwendet. Bei Versuchen auf Praxisbetrieben wurde mindestens bei jedem Schlagwechsel neu kalibriert. Die Ermittlung des TM-Gehalts erfolgt herstellerabhängig mit verschiedenen Systemen am Auswurfkrümmer des Feldhäckslers (Tab. 9).

Eine sehr hohe Genauigkeit bietet die Feuchtemessung mit Hilfe der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS). Für einen Hersteller wurde dieser Sensor von der DLG zertifiziert und erreichte im Durchschnitt eine absolute Abweichung von weniger als 2 % im Vergleich des vom NIRS System ermittelten Wertes mit dem manuell ermittelten Wert (DLG, 2010) [66]. Ausreichend genaue TM-Gehalte ermittelt jedoch auch der Leitfähigkeitssensor, der bei mehreren Herstellern verwendet wird. Dieser Sensor misst die dielektrische Leitfähigkeit des Gutstromes und korrigiert die Werte entsprechend der zusätzlich gemessenen Temperatur. Der TM-Ertrag wird wiederum bei allen Herstellern über eine Verrechnung

des am Einzug gemessenen FM-Ertrags mit dem am Auswurfkrümmer ermittelten TM-Gehalts ermittelt.

Tab. 9: *Sensortechnik der Ertrags- und Feuchteermittlung je Hersteller (Stand 2012)*

Hersteller (Auswahl)	Online Ertrags- erfassung	Online TM- Gehaltserfassung	TM-Ertrag Ertragskartierung
Claas	Quantimeter	Leitfähigkeit, (NIRS)	ja
John Deere	HarvestLab	NIRS	ja
Krone	CropControl	NIRS, (Leitfähigkeit)	ja

Die Online bzw. mit den verschiedenen Wiegetechniken ermittelten Daten wurden den tatsächlichen FM-Mengen, gewogen an der geeichten Fuhrwerkswaage gegenübergestellt. Bei den Abschiebe- und Ladewägen wurde das Gewicht zweimal erfasst, einmal auf dem Schlag und ein weiteres Mal auf einer befestigten, ebenen Fläche. Für die Überprüfung der TM-Gehaltsmessung mittels verschiedener Sensoren wurden Proben am Silo von jedem Fuhrwerk gezogen und anschließend der TM-Gehalt im Trockenschrank bestimmt. Die Anzahl der gezogenen Stichproben genügte dabei mindestens den Anforderungen der Futtermittelprobenahme-Verordnung. Zur Ermittlung der notwendigen Stichprobenmenge wurde für Gras-Anwelkgut ein eigener Versuch durchgeführt, bei dem die Heterogenität des Erntematerials bestimmt wurde (siehe Kap. 5.6.1).

#### 4.4.3 Probeschnitte

An den beteiligten Betrieben wurde an ausgewählten Grünlandschlägen zusätzlich eine Ertragsfeststellung mittels manueller Schnittprobe durchgeführt. Diese praxisüblich bewirtschafteten Grünlandschläge wiesen mit überwiegend 5 Schnitten pro Jahr eine hohe Nutzungsintensität auf. Die Schlaggrößen reichten von 1 bis 14 ha. Der Methodenvergleich zur Ertragserberhebung wird auf Basis der Ernteerträge je Schnitt ausschließlich bei Silagenutzung vorgenommen. Dabei sind je Schlag in der Regel alle Schnitte in den Auswertungen mit einbezogen. Die TM-Gehalte werden aus den Mischproben anhand schlagbezogener Probenahmen - bei der Schnittprobe vom Frischgras und bei der Gesamtwiegung vom Gras-Anwelkgut - über die Ofentrocknung analysiert und schlagbezogen gemittelt (siehe Kapitel 4.4.5). Bei den Schnittproben wird der Aufwuchs von 7 x 1 m<sup>2</sup> je Schlag unter Nutzung eines Quadratmeterrahmens (Abb. 8) und mit Hilfe einer Rasenkantenschere, möglichst kurz vor dem Mahdtermin, entnommen und gewogen. Dabei wird ein schlag-spezifisches Beprobungsmuster von sieben Teilproben in diagonaler Anordnung über die Fläche sowie über alle Schnitte und Jahre eingehalten. Ebenso wird die betriebsspezifische Schnitthöhe (i.d.R. 6-8 cm) berücksichtigt.



Abb. 8: Probeschnitt mit Rahmen

Aus den Teilproben wird der mittlere TM-Ertrag auf Basis des FM-Ertrages und des mittleren TM-Gehaltes pro ha ermittelt. Da über die Schnittproben beim Frischgras in der Regel aufgrund der Methodik keine Feldverluste anfallen, stellen die mittels Schnittproben erhobenen Ernteerträge Bruttowerte dar. Als Referenzwerte werden die gewogenen Ernteerträge auf TM-Basis je Schnitt der betreffenden Schläge herangezogen.

#### 4.4.4 Futtermengenerfassung

Die Datenerhebung dient zur Erfassung von Grobfuttermengen aus dem Silo („Auslagerungsmengen“) und der Futtermenge je Rationsgruppe. Erfasst wurden die Futtermengen an allen Betrieben je nach Kategorie der Futtermittel und Fütterungssystem mit der Wiegeeinrichtung am Futtermischwagen. Die entnommenen Silagemengen wurden entsprechend der Siloanlagen an den Betrieben je Silo aus den täglichen Datendokumentationen am Futtermischwagen über den Verfütterungszeitraum aufgezeichnet und standen zur Datenverarbeitung zur Verfügung. Die Silagemengen vom Betrieb Spitalhof wurden mit einem Blockschneider entnommen und wurden über eine Wiegung über die Fuhrwerkswaage erhoben. Das für die Silagen gängige Messprinzip nach der „*allin:allout*“-Methode ist in der Abb. 9 dargestellt. Diese Methode dient zur Erfassung der Gesamtmengen je Silo auf Trockenmasseebene. Die Auswertung auf Trockenmassebasis wurde durch eine hohe Probenahmedichte beim einsilierten Gut sowie bei den Silagen beim entnommenen Gut sichergestellt. Anhand der Differenzen zwischen „*allin:allout*“ wurden die Siloverluste ermittelt. Zur Ermittlung der Siloverluste wurden die täglich entnommenen Silagemengen mit den in der entsprechenden Woche festgestellten TM-Gehalten verrechnet und die Trockenmassen über den Verfütterungszeitraum des Silos aufsummiert. Da es sich um eine Datenerhebung unter Praxisbedingungen handelt, wurden für etwaige Abweichungen in der Datenerhebung, z. B. Verkauf einer Teilmenge aus dem Silo, Verbleib einer Restmenge im Silo, Kriterien festgelegt, die für die Datenanalyse der Siloverluste als Voraussetzung gelten.

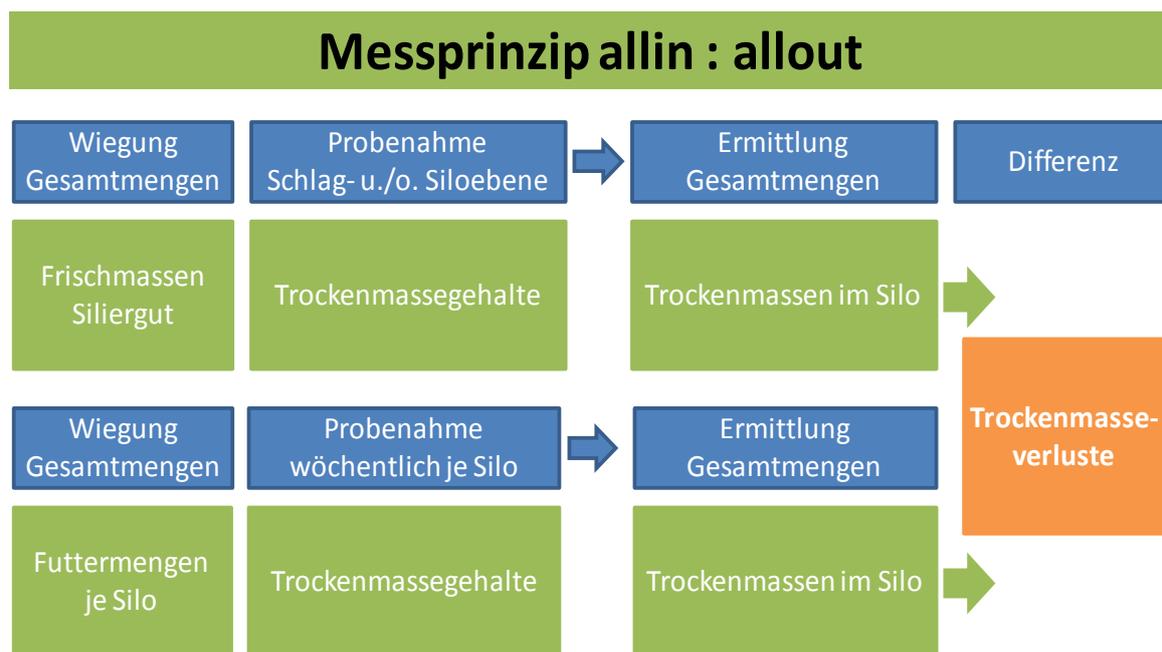


Abb. 9: Messprinzip zur Erfassung der Siloverluste „allin:allout“

### Rationsanteile und Rationsmengen

Entsprechend den Fütterungssystemen der Betriebe (Tab. 4) wurden die einzelnen Futterkomponenten über die Datenspeicherung am Futtermischwagen ausgewertet, auf Basis der Istwerte. Abweichend davon wurden bei manueller Zudosierung einzelner Futterkomponenten zum Futtermischwagen die Sollmengen herangezogen. Ebenso wurden beim Einsatz von Kraftfutterautomaten die Kraftfuttermengen über die Datenspeicherung erhoben. Eine Kontrolle der Kraftfuttermenüverbräuche konnte mit den Aufzeichnungen der Kraftfuttermenüeinkäufe erfolgen.

#### 4.4.5 Trockenmassebestimmung

Aufgrund hoher Streubreiten in den TM-Gehalten beim Grobfutter ist eine intensive TM-Bestimmung festgelegt worden. Zum Zeitpunkt der Ernte wurden TM-Proben von dem Erntegut je Fuhre gezogen. Nachfolgend wurden aus der Mischprobe auf Schlagebene in Abhängigkeit der Schlaggröße einzelne TM-Analysen vorgenommen und die TM-Gehalte je Schlag gemittelt. Die Probenahmedichte zur TM-Bestimmung ist in der Tab. A-1 festgehalten. Zur TM-Bestimmung wurde ausschließlich die Ofentrocknung in einem Trockenschrank angewandt, bei der bis zur Gewichtskonstanz des Trocknungsgutes getrocknet wurde. Einheitlich wurde zur TM-Bestimmung Probenmaterial von 200-300 g eingewogen und in „Crispac-Beuteln“ getrocknet. Die Dauer der Trocknung wurde mit 36 Stunden bei 65 °C und 4 Stunden bei 105 °C einheitlich umgesetzt. Dies entspricht dem VDLUFA-Standardverfahren. Die TM-Ermittlung bei den Silagen während der Entnahmen am Silo wurde mittels einer wöchentlichen Probenahme vom Anschnitt mit einem Dichteborner (Abb. 11) nach einem definierten Probenahmemuster (Abb. 10) durchgeführt. Die TM-Ermittlung bei den Silagen wurde entsprechend den Korrekturgleichungen nach Weißbach und Kuhla (1995) [48] für Gras- und Maissilagen wie folgt vorgenommen.

Korrekturgleichungen:

$$\text{Grassilagen} = \text{TM} (\%) = 2,08 + 0,975 * \text{TM}_{\text{unkorrigiert}}(\%)$$

$$\text{Maissilagen} = \text{TM} (\%) = 2,22 + 0,96 * \text{TM}_{\text{unkorrigiert}}(\%)$$

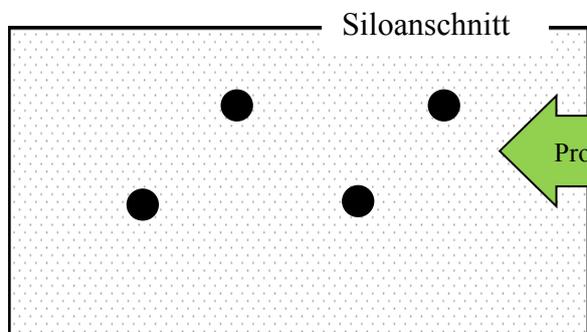


Abb. 10: Probenahmemuster zur TM-Bestimmung am Siloanschnitt

Abb. 11: Dichtbohrer (li.) (Firma Pioneer) zur Probenahme für TM-Bestimmung am Siloanschnitt und (re.) „Gruber Bohrer“ zur Dichtermittlung beim „CAS“

#### 4.4.6 Qualitätserhebung

Für die Nährstoffanalyse wurden das Probenahmemuster sowie die Häufigkeit der Probenahme bei den Grobfuttermitteln und aller weiterer Komponenten festgelegt (Tab. A-1). Die Probenahmen von den fertigen Mischrationen wurden zu Beginn der Futtermengenerfassung durchgeführt. Eine erneute Probenahme erfolgte zu jedem Rations- oder Silowechsel. Von den weiteren Futterkomponenten in der Ration, die in ihren Inhaltsstoffen keinen erheblichen Schwankungen in den Qualitätsparametern (z. B. Kraftfutter) unterliegen, oder nur zu geringeren Anteilen in der Ration (z. B. Heu) vorkommen, wurden monatlich oder in Verbindung mit einem Chargenwechsel erneut beprobt. Die Analysenspektren umfassten die Rohnährstoffe zur weiteren Berechnung der Energiedichten in den Futtermitteln, die Mineralstoffe zur Futterqualitätsanalyse und zur Nährstoffbilanzierung sowie weitere Futterqualitätsparameter zur Beurteilung der Silierbarkeit und des Konservierungserfolgs bei den Silagen. Die Vorgehensweise bei den Probenahmen wurde in Form eines Versuchsplanes festgelegt und allen an den Probenahmen beteiligten Personen ausgehändigt.

Tab. 10: Angewandte Laboranalytik bei der Erfassung der Masse- und Nährstoffströme in den Projekten „Effiziente Futterwirtschaft“ und „Eiweißbereitstellung aus Grobfutter“

Laboruntersuchung	Laborparameter	Gras	Kleegras, Luzerne	Mais
Trockenmasse	TM		Ofentrocknung	
Rohnährstoffe*	Weender	NIRS <sup>1</sup>	nasschemisch/ NIRS (ab 2012)	NIRS
	Zucker		NIRS	
	Stärke	--	--	NIRS
Vergärbarkeit	Pufferkapazität		titrimetrisch	
	Nitrat		reflektometrisch	
Mineralstoffe*	P, K, Mg, Ca, Na, Cu, Zn, S, Cl, Mn, Fe		RFA <sup>2</sup>	
Gärqualitäten (Silagen)	pH-Wert		elektrochemisch	
	Gärsäuren		ionenchromatografisch	
	NH <sub>3</sub> -N		ionenchromatografisch	
	Alkohol		enzymatisch	
NPK-Analyse <sup>3</sup>	Gesamt-N	nach Dumas	--	--
	P	photometrisch	--	--
	K	AAS <sup>4</sup>	--	--

\*Rohnährstoffe und Mineralstoffe werden beim Ausgangsmaterial und den Silagen mit gleicher Analytik bestimmt, <sup>1</sup>NIRS=Nahinfrarotspektroskopie, <sup>2</sup>RFA=Röntgenfluoreszenzanalyse, <sup>3</sup>=Analyse von ausgewählten Grasproben, <sup>4</sup>AAS=Atomabsorptionsspektroskopie.

Der gesamte Probeumfang aus beiden Projekten wurde im LKV-Labor Grub bzw. in der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU) am Standort Grub durchgeführt. Der Probenumfang zur Abbildung der Massen- und Nährstoffströme wurde entsprechend der praxisingängigen Analytik überwiegend mit NIRS-Technik umgesetzt. Die Zuckerbestimmung erfolgte vom Ausgangsmaterial und der Restzucker in den Silagen mit NIRS-Technik. Aufgrund einer gemeinsamen Datenerhebung mit dem LfL-Projekt „Ertrags- und Nährstoffmonitoring auf bayerischen Grünlandflächen“ wurden von den ausgewählten Grünlandflächen der LVFZ eine weitere Analytik zur Stickstoff- und Mineralstoffanalyse abgestimmt (Tab. 10). Eine genaue Beschreibung der Nährstoffuntersuchungen und der Ermittlung der Gärparameter ist bei Richter et al. (2009) ersichtlich [10].

Tab. 11: Schätzgleichungen zur Berechnung von ME und NEL sowie nXP und RNB der Futtermittel im Projektzeitraum

Kennzahlen	gültig für/ (ab wann)	Schätzgleichung
RNB	alle	$= (XP - nXP) / 6,25$
NEL (MJ/kg TM)	Umrechnung/alle	$= ME [0,46 + (12,38 ME / (1000 - XA))]$
ME (MJ/kg TM)	Gras, Klee gras, Mais (bis Saison 2010)	$= (0,0312 * dXL) + (0,0136 * dXF) + (0,0147 * (dXP + dXX)) + (0,00234 * XP)$
ME (MJ/kg TM)	Gras, Klee gras (ab Saison 2011)	$= 7,81 + 0,07559 * GB - 0,00384 * XA + 0,00565 * XP + 0,01898 * XL - 0,00831 * ADFom$
ME (MJ/kg TM)	Grassilagen, Klee grassilagen (ab Saison 2009)	$= 7,81 + 0,07559 * GB - 0,00384 * XA + 0,00565 * XP + 0,01898 * XL - 0,00831 * ADFom$
nXP (bis 7% XL)	alle	$= [11,93 - (6,82 * (UDP / XP))] * ME + 1,03 * UDP$
nXP (>7% XL)	alle	$= [13,06 - (8,41 * (UDP / XP))] * (ME - MEXL) + 1,03 * UDP$
ME (MJ/kg TM)	Mais, Maissilagen	$= 7,15 + 0,00580 * ELOS - 0,00283 * NDFom + 0,03522 * XL$

NEL=Nettoenergielaktation; ME=umsetzbare Energie; XA= Rohasche (g/kg TM); GB=Gasbildung aus HFT (ml/200 mg TM); dXL=verdauliches Rohfett; dXF= verdauliche Rohfaser; dXP=verdauliches Rohprotein; dXX=verdauliche N-freie Extraktstoffe; ADFom= organischer Anteil der Säure-Detergenzien-Faser (g/kg TM); XL= Rohfett (g/kg TM); UDP=unabbaubares Rohprotein(g/kg TM); ELOS=enzymlösliche organische Substanz (g/kg TM); NDFom=organischer Anteil der Neutralen Detergenzien-Faser; MEXL=ME aus Rohfett.

Die Energiebewertungen erfolgten nach den anerkannten Gleichungen der GfE (1995) [56] und DLG-Futterwerttabellen (1997) [57]. Probenahmen zum Erntezeitpunkt entsprechend der Gruppierung „Gras/Grünmais zum Silieren“ erfolgte nach einer Vorschätzung des Futterwertes für Silagen (Rutzmoser et al., 2001a, b) [55], [58]. Ab der Saison 2011 erfolgte die Energieberechnung nach den neuen Gleichungen der GfE (2008) [71] (Tab. 11).

#### 4.4.7 Controlling am Silo

Zur Qualitätsanalyse der Silagen und des Silagemanagements wurde das an der LfL etablierte Verfahren „Controlling am Silo (CAS)“ als Monitoring über die gesamte Projektlaufzeit eingesetzt (Richter et al., 2009) [10]. Dazu wurden alle befüllten Silos während der Entnahmen, ca. bei halbleeren Zustand der Silos vom Siloanschnitt beprobt und die Silagequalitäten visuell und über ergänzende Messungen analysiert. Insgesamt wurden über

die gesamte Projektlaufzeit an den Silos aller Betriebe nach dem „CAS“-Verfahren eine Dichte- und Temperaturmessung sowie die Analyse des Silagematerials vorgenommen. Das Controlling am Silo wurde vom Projektteam durchgeführt. Zur Beurteilung der Einflüsse auf Veränderungen in den Silagequalitäten oder bei Siloverlusten wurde zum Erntezeitpunkt für jedes Silo ein Silierprotokoll, entsprechend der Vorlage aus dem CAS erstellt (siehe Abb. A-2 und A-3).

#### 4.4.8 Fütterung

Zur Feststellung des Futtermittelsverbrauchs je Tiergruppe wurden die täglichen Futtermittelsrationen je Tiergruppe festgehalten (Tab. 12). Die Abgrenzung einer Tiergruppe erfolgte rationsbezogen. Dabei wurden die Mengen der Einzelkomponenten in den Futtermittelsrationen je Tiergruppe, gleichfalls in Bezug zur Tieranzahl je Tiergruppe dokumentiert. Ebenso wurden die anfallenden Futterreste möglichst entsprechend den Tiergruppen gesammelt und zurückgewogen. Die Futterrestmengen wurden täglich oder entsprechend über mehrere Tage hintereinander beispielhaft erfasst.

Tab. 12: Datenerhebung in den Betrieben zum Futtermittelsverbrauch je Tiergruppe

Tiergruppe	Datenerhebung	Einheiten
Milchvieh und Jungvieh	Futtermengen je Rationsgruppe	Einzelkomponenten - Grassilage je Tiergruppe - Maissilage je Tiergruppe - weitere Komponente pro Tiergruppe
	Futterreste	Futterreste je Tiergruppe
Kälber	Futtermenge je Kälbergruppe	Vollmilch/Milchaustauscher pro Kalb Einzelkomponenten - Grassilage je Tiergruppe - Maissilage je Tiergruppe - weitere Komponente pro Tiergruppe Futterreste je Tiergruppe

Die Futtermittelsmengendokumentation der einzelnen Futterkomponenten ist unter Kapitel 4.4.4 beschrieben und wurde differenziert je nach Fütterungssystem (TMR oder aufgewertete Mischration) ausgewertet. Die genauen Masse- und Nährstoffmengen, die von einer Tiergruppe aufgenommen wurden sowie die Grobfutter- und Kraftfutterleistungen, wurden aus den jeweils vorliegenden Daten berechnet. Bei der Gesamtanalyse der Futtermittelsmengen ist eine möglichst taggenaue Dokumentation der Tieranzahlen in der jeweiligen Rationsgruppe erfolgt.

#### **4.4.9 Leistungserhebung**

Die Aufzeichnung der Milchleistungen an den Betrieben erfolgte in der Regel über ein „*Software*“-Programm eines Herdenplaners auf Basis der kontinuierlichen Milchmengenmessung. Eine weitere Datengrundlage liefern die LKV-Daten aus der Milchleistungsprüfung.

#### **4.4.10 Bilanzierung**

Die Praxisdaten sollen mit den geltenden Faustzahlen für Grünlanderträge, Grobfuttermverbrauch und den Nährstoffausscheidungen verglichen werden, welche die Basis zur Berechnung der Nährstoffbilanzen nach der DüV bilden. Die Ergebnisse und die Einbeziehung der im Projekt erhobenen Praxisdaten, insbesondere der Daten zu Erträgen und Verlusten werden in den einzelnen Kapiteln beschrieben und diskutiert (siehe Kapitel 5.1.4). Vollständige Nährstoffbilanzen auf Betriebsebene mit dem Ansatz einer Gesamtanalyse wurden im Rahmen des Projektes an den LVFZ nicht durchgeführt.

## 5 Ergebnisse und Diskussion

### 5.1 Ertragserhebung

Die vierjährigen Ertragserhebungen der gesamten Grobfutterernten an den fünf Betrieben stellen die Ernteerträge auf Basis der TM-Erträge je Schlag dar (siehe Kapitel 4.4.1). Bei den Ernteerträgen sind bereits anfallende Feldverluste abgezogen. Sie entsprechen somit den TM- und Nährstoffabfuhr von der Fläche, die für die Berechnung von Nährstoffabfuhr bei einer Flächenbilanzierung die Basis bilden.

#### 5.1.1 Ernteerträge Grünland

##### LVFZ Achselschwang

Das Grünland wurde am Standort Achselschwang mit weitgehend fünf Schnitten über alle Schläge einheitlich genutzt. Die Nutzung erfolgte überwiegend zur Silagebereitung und nur zu einem geringen Anteil als Heu. Zur Realisierung hoher Futterqualitäten wurden frühe Schnittzeitpunkte zum 1. Schnitt und 4-Wochen-Intervalle bei den Folgeschnitten umgesetzt. Die Düngung erfolgte überwiegend mit Gülle mit durchschnittlich 229 kg Gesamt-N/ha und Jahr. Die Ernteerträge je Schlag zeigen trotz weitgehend einheitlicher Nutzungsintensitäten der Schläge deutliche Ertragsunterschiede zwischen den Schlägen und Jahren (Abb. 12). So wurden im Jahr 2009 im Mittel 89 dt TM/ha (nur 5 Schnitt-Varianten), 2010 und 2011 dagegen nur 78 bzw. 73 dt TM/ha (nur 5 Schnitt-Varianten) und 80 dt TM/ha in 2012 geerntet.

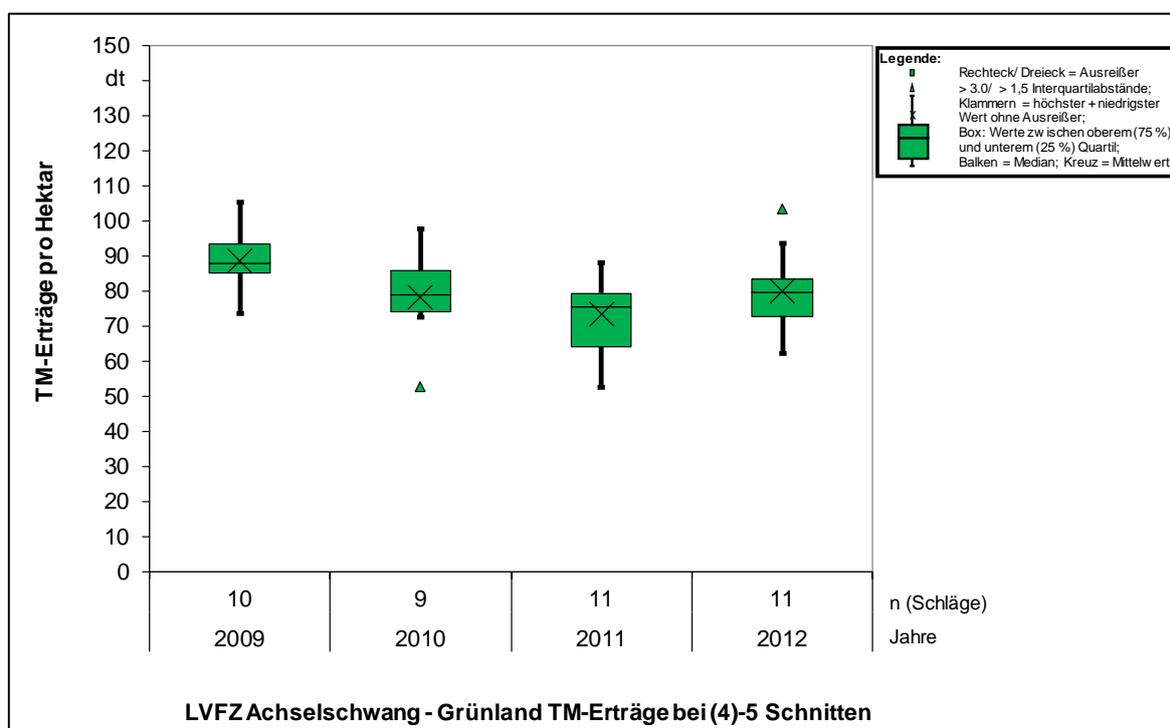


Abb. 12: Ernteerträge vom Grünland am Standort Achselschwang auf Schlagebene der 4 bis 5 Schnittvarianten der Jahre 2009-2012

Damit lag das mittlere Ertragsniveau in Achselschwang bei rund 80 dt TM/ha. Ein zum Teil erheblicher Ertragsanteil an Gemeiner Rispe in den Grünlandbeständen ist eine Erklä-

rung für dieses insgesamt nicht allzu hohe Ertragsniveau. Zu beachten sind darüber hinaus die Ertragsunterschiede zwischen den Schlägen je Jahr. Trotz weitgehend einheitlicher Bewirtschaftung und Nutzung streuten die Ernteerträge der Schläge über die Jahre um 8-15 dt TM/ha, gemessen am Interquartilsabstand (IQR) (siehe „box“).

### Standort Hübschenried

Bei den Grünlandflächen am Standort Hübschenried zeigen sich sehr deutliche Ertragsunterschiede zwischen den Jahren und zwischen den Schlägen (Abb. 13). Die schlagbezogenen Ertragsunterschiede kommen in erster Linie durch das unterschiedliche Düngungsniveau der Einzelschläge zustande. Bei einem durchschnittlichen Düngungsniveau von 85 kg Gesamt-N/ha und Jahr wurde im Mittel ein Ertragsniveau von rund 50-70 dt TM/ha über die Jahre erreicht. Der Anstieg des mittleren Ertragsniveaus 2011 und 2012 kann auf eine gesteigerte Düngung und Nachsaat auf ausgewählten Schlägen zurückgeführt werden.

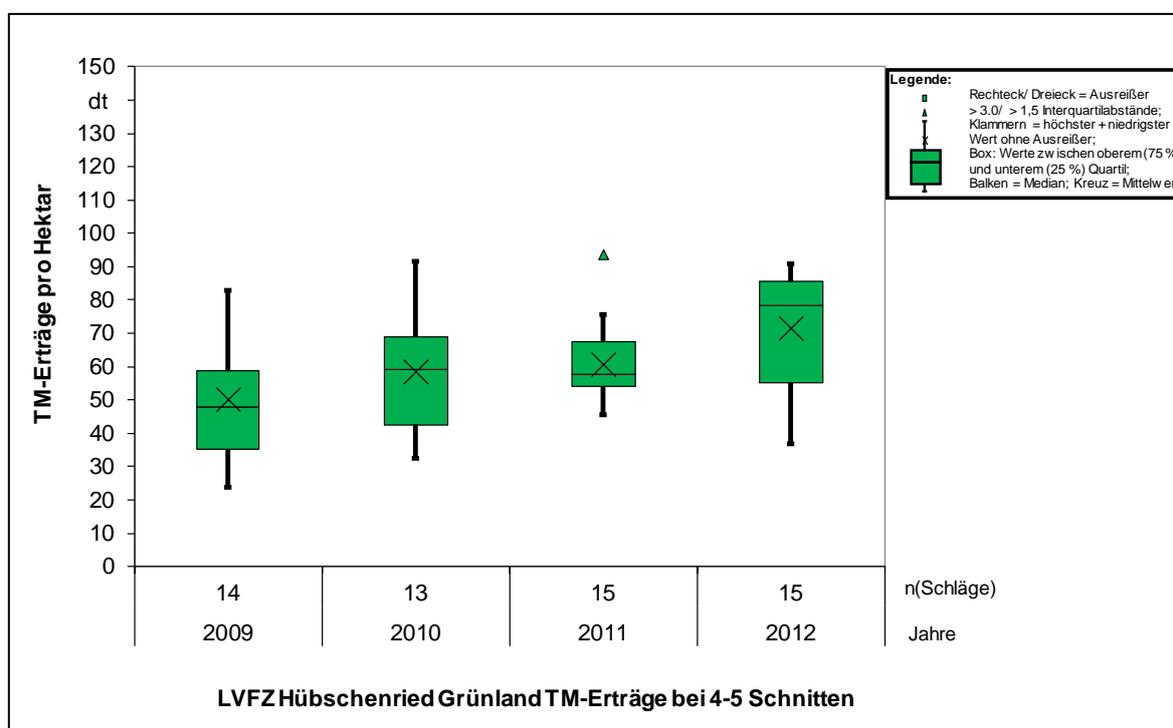


Abb. 13: Ernteerträge vom Grünland am Standort Hübschenried auf Schlagebene der 4-5 Schnittvarianten der Jahre 2009-2012

Über die Jahre streuten die Ernteerträge zwischen den Schlägen um 14-30 dt TM/ha (siehe „box“) (Abb. 13). Eine Ursache dafür wird in einer zunehmenden Differenzierung der Bewirtschaftung und Nutzung der Schläge gesehen und trat im Jahr 2012 bei den vier- bis fünf schnittigen Wiesen mit 30 dt TM/ha Ertragsunterschied sehr deutlich auf. Neben einer notwendigen Gesamtbetrachtung an ertragsbeeinflussenden Faktoren wird hier die ertragsbestimmende Funktion der Düngung sehr deutlich. Jedoch sind auch Ertragsunterschiede zwischen 55 dt TM und 91 dt TM/ha zweier Schläge aufgetreten, die beide in der gleichen Schnittintensität (fünfmal) und bei ähnlichem Düngungsniveau bewirtschaftet wurden. Generell zeigen diese Ertragsunterschiede, dass nur auf Grundlage einer schlagbezogenen Ertragsfassung die Leistungspotenziale der Betriebsflächen genau abgebildet werden können.

### LVFZ Almesbach

In der Regel können am LVFZ Almesbach vom Grünland bei normalen Witterungsbedingungen vier Schnitte pro Jahr erzielt werden. Im Erhebungszeitraum sind 2009 und 2012 als außergewöhnliche Erntejahre zu betrachten, da durch die auftretenden Trockenheitsperioden im Frühjahr oder Sommer weitgehend nur 3 Schnitte umgesetzt wurden. Das mittlere Ertragsniveau am Standort Almesbach reichte bei jährlich 3-4 Schnitten und einem N-Düngungsniveau von rund 300 kg Gesamt-N/ha von 69 bis 88 dt TM/ha (Abb. 14).

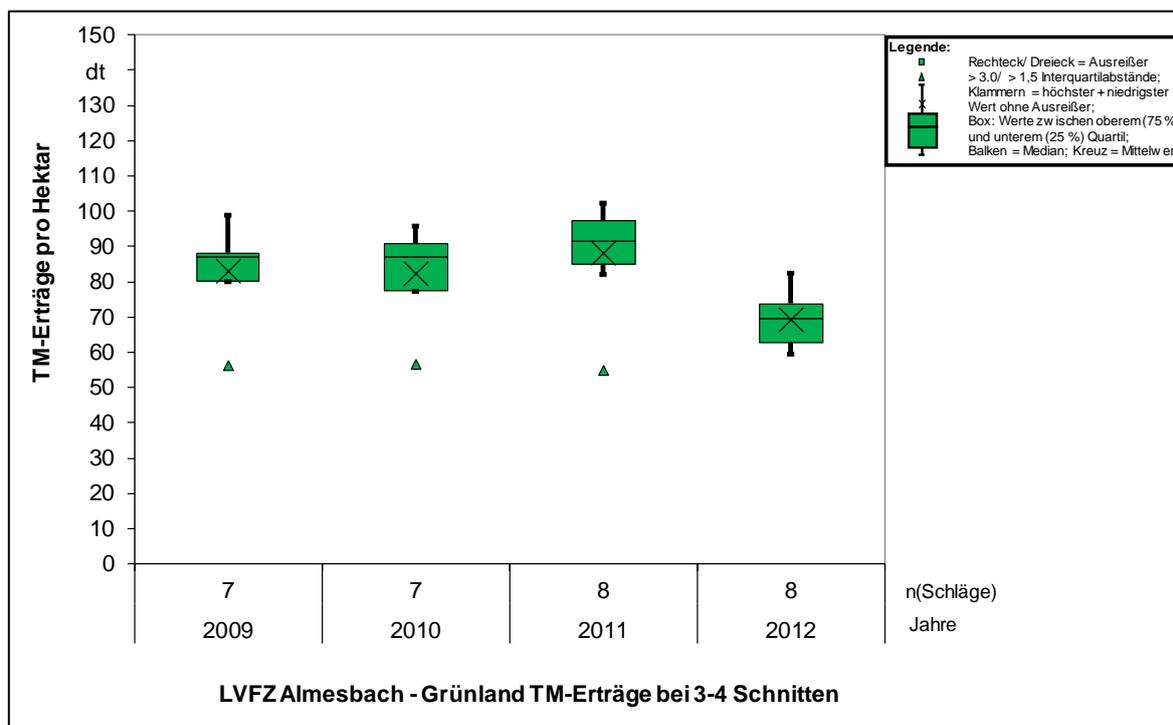


Abb. 14: Ernteerträge vom Grünland am Standort Almesbach auf Schlägebene der 3-4 Schnittvarianten der Jahre 2009-2012

Aufgrund der lokal ausgeprägten Sommertrockenheit war das mittlere Ertragsniveau 2012 mit 69 dt TM/ha deutlich niedriger als in den Vorjahren. Die Erträge streuten über die Jahre zwischen den Schlägen um 8-14 dt TM/ha („box“). Eine deutliche Ertragsabweichung (Ausreißerwerte 2009-2011) eines Schlages war an dem Standort zu verzeichnen, obwohl auch hier das N-Düngungsniveau dem Mittel der Grünlandflächen entsprach. In Kenntnis des Ertragspotenzials dieses Schlages sollte eine veränderte Bewirtschaftung die Folge sein. Eine reduzierte Düngung entsprechend dem Ertragspotenzial der Fläche ist zu empfehlen.

### Versuchsbetrieb Grub

In dem Erhebungszeitraum 2009-2011 wurden die Wiesen am Standort Grub pro Jahr fünfmal geschnitten. Durch ein verändertes Nutzungskonzept wurde 2012 die Schnittintensität des Grünlandes auf vier Schnitte verringert und das Erntegut des 4. Schnittes als Substrat für die Biogasanlage verkauft. Das N-Düngungsniveau lag im dreijährigen Mittel (2009-2011) bei rund 300 kg Gesamt-N/ha, es wurde bei der 4-Schnittnutzung auf rund 250 kg Gesamt-N/ha reduziert.

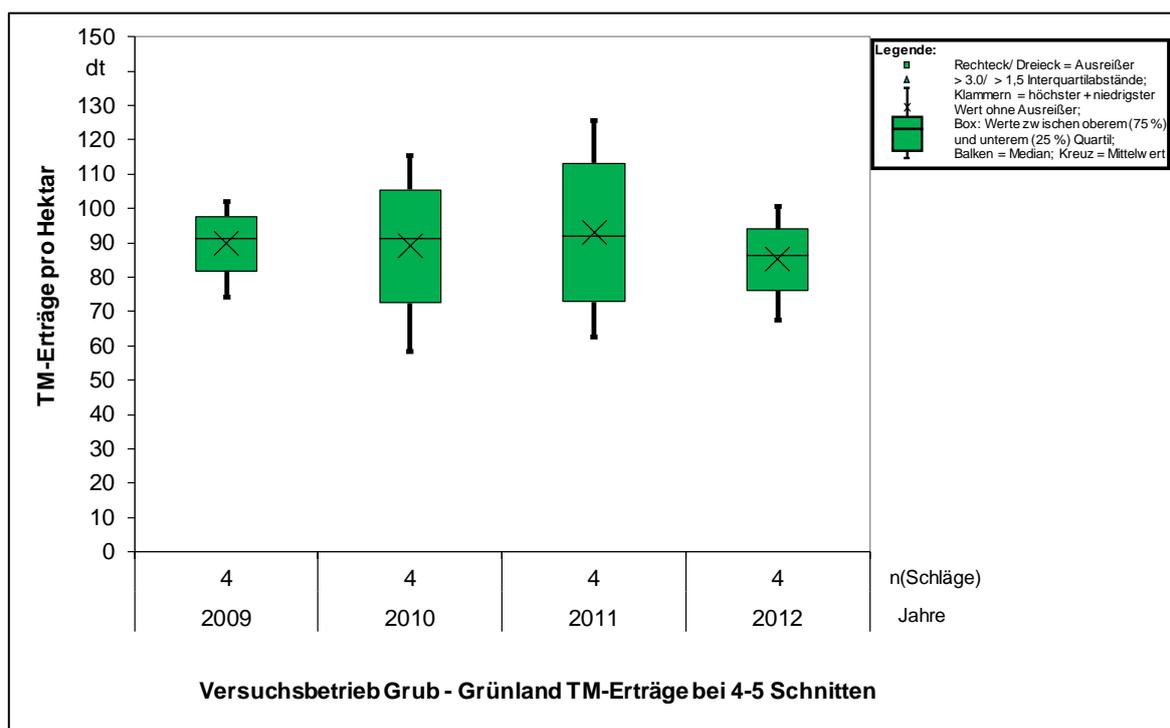


Abb. 15: Ernteerträge vom Grünland am Standort Grub auf Schlagebene der 4-5 Schnittvarianten der Jahre 2009-2011 und der (3)-4 Schnittvarianten aus dem Jahr 2012

Im Vergleich der Jahre wurden im Mittel ähnliche Masseerträge um die 90 dt TM/ha erzielt (Abb. 15). Die Ertragsdifferenzen zwischen den Schlägen sind in erster Linie in den einzelnen Jahren auf deutliche Unterschiede in den Bodenverhältnissen und das unterschiedliche N-Düngungsniveau der Grünlandflächen zurückzuführen. Die Grünlandschläge liegen zum Teil auf Schotterebene (ackerfähige Standorte) und auf Niederungsmoor (Mooswiesen). Die Unterschiede im Ertragsniveau im mittleren Ertragsbereich (siehe „box“) zwischen den Schlägen streuten um 16 bis 40 dt TM/ha über den Betrachtungszeitraum von 2009-2012.

### LVFZ Kringell

Im Erhebungszeitraum von 2009-2011 wurde das Grünland am LVFZ Kringell bei hoher Schnitt-, jedoch geringer Düngungsintensität bewirtschaftet. Je nach Witterungsbedingungen wurden kurze Schnittintervalle von 4 Wochen eingehalten. Im Jahr 2009 wurden auf den meisten Flächen sechs Silageschnitte durchgeführt und in den Folgejahren noch fünf Schnitte. Die organische Düngung zum Grünland erfolgt in Kringell (nach Richtlinien des ökologischen Landbaus) ausschließlich mit Gülle und einer jährlichen Stallmistkompostgabe im Herbst. Damit wurde im Mittel gemessen an der Nutzungsintensität ein niedriges mittleres N-Düngungsniveau von rund 137 kg Gesamt-N/ha erzielt, wobei einzelne Flächen geringere oder in manchen Jahren keine Nährstoffrückführung erhielten. Im Jahr 2009 wurde aufgrund günstiger Witterungsbedingungen ein mittlerer TM-Ertrag von 76 dt TM/ha geerntet. Die Jahre 2010 und 2011 zeigten im Mittel mit 59 dt TM/ha bzw. 51 dt TM/ha ein deutlich geringeres Ertragsniveau (Abb. 16).

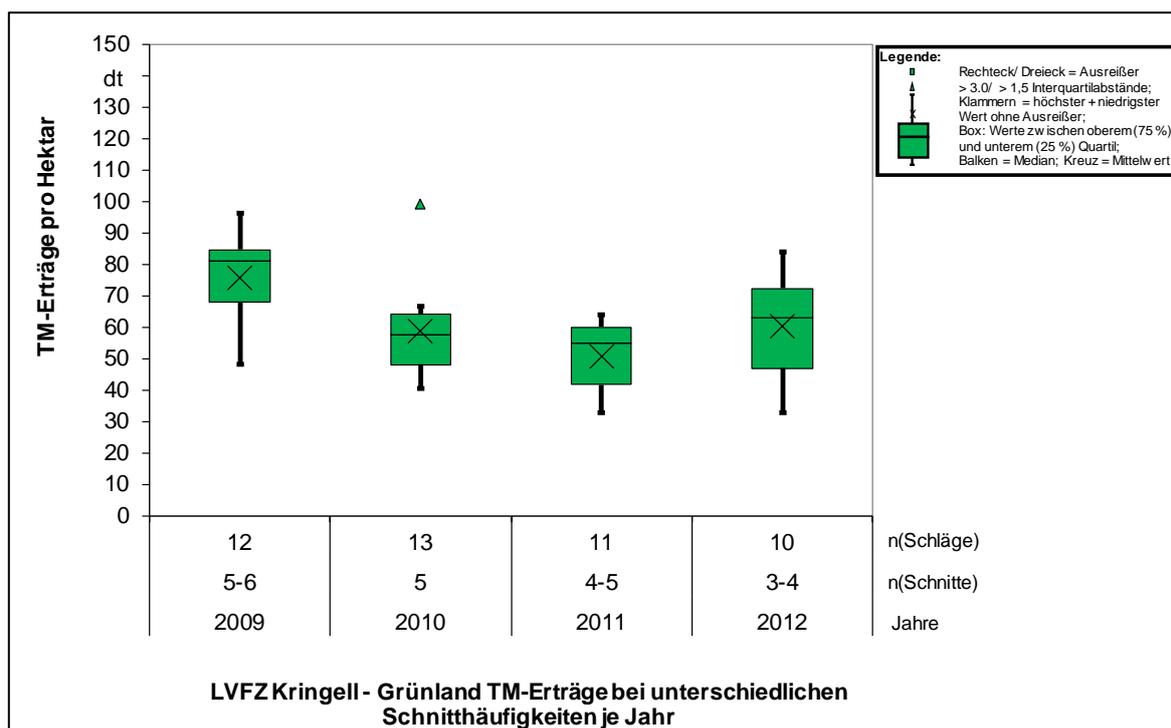


Abb. 16: Ernteerträge vom Grünland vom LVFZ Kringell auf Schlagebene bei 4- 5(6) Schnittvarianten der Jahre 2009-2011 und 3-4 Schnittvarianten aus dem Jahr 2012

Bei den Grünlandernten für die Silagebereitung wurden zu einzelnen Schnittterminen zum Teil Ernteerträge von weniger als 10 dt TM/ha an der Fuhrwerkswaage gemessen. Zwischen den Schlägen des Betriebes traten in den einzelnen Jahren sehr große Ertragsunterschiede auf. Bei fünfschnittiger Nutzung streuten die Erträge im mittleren Bereich zwischen den Schlägen um 16 bis 18 dt TM/ha in den Jahren von 2009-2011 (siehe „box“). Seit 2012 wird ein verändertes Betriebskonzept bei der Grünlandnutzung umgesetzt. Dabei wird ein größerer Anteil der arrondierten Grünlandflächen beweidet und die weiteren Flächen werden bei einem Drei- bis Vier-Schnittregime für die Futterwerbung genutzt. Die veränderte Wiesennutzung mit vier Schnitten führte 2012 zu einem höheren mittleren Ertragsniveau von 60 dt TM/ha. Auch in diesem Jahr traten sehr deutliche Ertragsunterschiede (ca. 25 dt TM/ha) zwischen den gemähten Schlägen auf.

### Landwirtschaftlicher Betrieb Spitalhof

Der rein grünlandbasierte Milchviehbetrieb Spitalhof nutzt sein Grünland überwiegend zur Silagebereitung, mit weiteren Anteilen an Heu/Grummet und Grascobs aus verschiedenen Schnitten. Über den Erhebungszeitraum erzielte der Spitalhof im Verlauf der Jahre 2009-2012 ein sehr konstantes mittleres Ertragsniveau von 91 bis 102 dt TM/ha (Abb. 17).

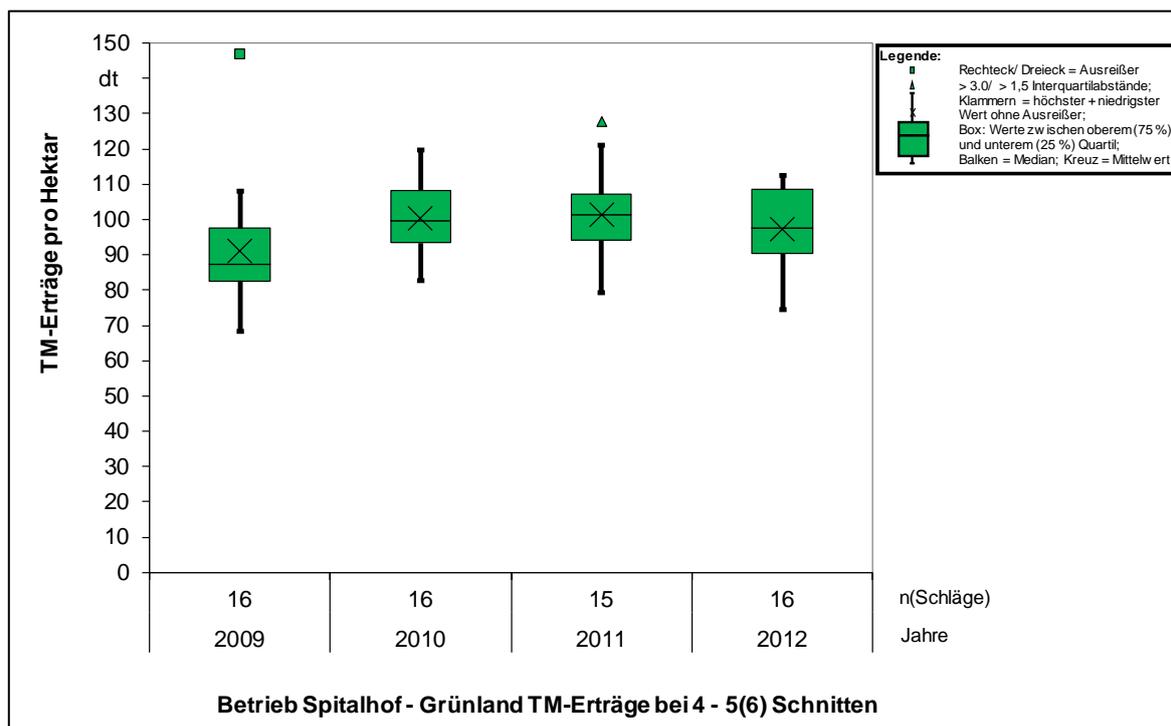


Abb. 17: Ernteerträge vom Grünland des Betriebs Spitalhof auf Schlagebene der 4-5(6) Schnittvarianten der Jahre 2009-2012

Das mittlere N-Düngungsniveau lag am Spitalhof bei rund 200 kg Gesamt-N/ha mit einem überwiegenden Anteil an organischer Düngung von rund 150 kg Gesamt-N/ha. Trotz des relativ konstanten mittleren Ertragsniveaus waren auch bei diesem Standort deutliche Ertragsunterschiede zwischen den Schlägen zu verzeichnen. Diese streuten in den einzelnen Jahren (2009-2012) in einem Bereich von rund 13 bis 18 dt TM/ha.

### 5.1.2 Rohproteinerträge Grünland

Die Rohproteinerträge je Betrieb und Jahr wurden zu den jeweiligen Schnitten zum Zeitpunkt der Silageernte ermittelt (Abb. 18). Für die Futtergrundlage des Milchviehbetriebs sind das Rohprotein(XP)-angebot (Produkt aus TM-Ertrag und XP-Gehalt) und die Proteinqualität die entscheidenden Kriterien. Die XP-Erträge vom Grünland zeigten - wie erwartet - zwischen den Jahren am Einzelstandort und zwischen den Standorten deutliche Unterschiede in ihrer Höhe. Dies ist u. a. darauf zurückzuführen, dass auf den Eiweißertrag einer Fläche zahlreiche Faktoren wie Schnittzeitpunkt, Massenwachstumsbedingungen, dabei insbesondere die aktuelle Witterung und die Nährstoffversorgung einen Einfluss haben.

So zeigten sich am LVFZ Achselchwang deutliche Schwankungen im Rohproteinertrag zwischen den Jahren in Höhe von 10-17 dt XP/ha. Am Standort Hübschenried wurden bei gleicher Schnittintensität und niedrigerem Düngungsniveau XP-Erträge von 9-13 dt XP/ha gemessen. Am LVFZ Almesbach wurden mit 3-4 Schnitten XP-Erträge von 12-16 dt XP/ha und am LVFZ Kringell mit 5 Schnitten von 10-16 dt XP/ha (bei hohen Kleeanteilen) erzielt. Die höchsten und über die Jahre konstantesten XP-Erträge erzielte der Spitalhof mit 17 dt XP/ha im Durchschnitt der Jahre. Am Standort Grub mit mittleren XP-Erträgen von 15 dt XP/ha zeigte sich 2012 ein Einbruch bei den XP-Erträgen auf

14 dt XP/ha aufgrund der Verringerung der Schnittintensität auf 4 Schnitte und den damit verbundenen späten letzten Schnitt mit stark reduziertem Rohproteingehalt.

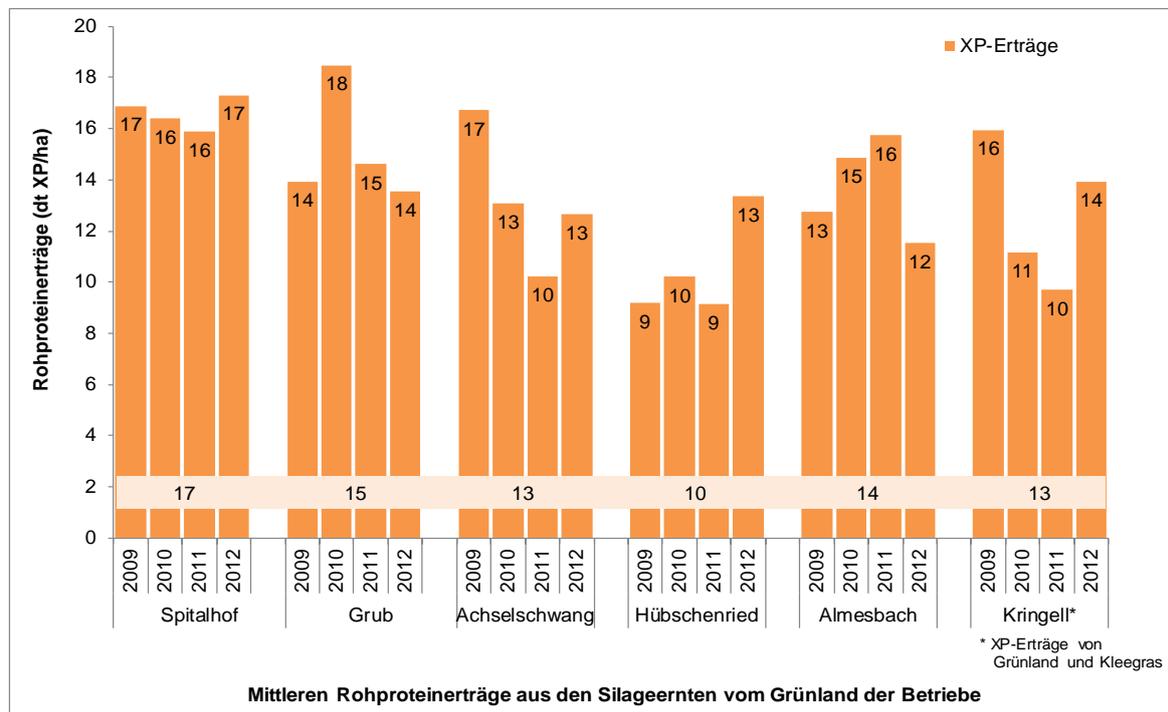


Abb. 18: Mittlere XP-Erträge vom Grünland je Jahr aus den jeweiligen Silageernten der Betriebe in den Jahren 2009 bis 2012

Die mittleren XP-Gehalte vom Grünland zu den Silierterminen an den Betrieben werden im Kapitel 5.3.1 dargestellt und diskutiert. Die eher niedrigen XP-Erträge im Jahr 2011 sind bei den Standorten im Süden (Spitalhof, Achselschwang, Hübschenried und Grub) bei 5-Schnittintensität auch mit den in diesem Jahr relativ niedrigen XP-Gehalte zu erklären (Tab. 17). Eine Trockenheitsphase vor dem 1. Schnitt wirkte sich hier ertragsmindernd aus. Für hohe XP-Erträge beim Grünland ist neben einer optimalen Bestandeszusammensetzung, die Balance zwischen richtigen Schnittzeitpunkt und hohen Ernteerträgen entscheidend. An den Betrieben wurden die optimalen Schnittzeitpunkte für die Silageernten weitgehend eingehalten. Die Ergebnisse zu den Rohproteinerträgen vom Grünland zeigen auf, dass der Rohproteinertrag über alle Schnitte am deutlichsten durch den TM-Ertrag beeinflusst wurde. Weitere Auswertungen zu den Rohproteinerträgen finden sich unter Köhler et al. (2013) [80].

### 5.1.3 Energieerträge Grünland

Anhand der zu den Silageernten ermittelten Ernteerträge und den mittleren Qualitätsanalysen wurden die mittleren Energieerträge je Standort in den Jahren 2009-2012 berechnet (Abb. 19). Auch hier zeigen sich entsprechend den TM-Ertragsunterschieden zwischen den Standorten und Jahren deutliche Differenzen in den erzielten Energieerträgen je Fläche. Die Berechnung der nach TM-Ertrag gewichteten erzielten Energiedichten an den Betrieben zeigt, dass die mittlere Energiedichte bei ca. 6,0 bis 6,2 MJ NEL/kg TM lag (Tab. 17). Ferner lagen im Vergleich zu einem nach Faustzahlen (Wendland et al., 2007, 2011) [24], [17] veranschlagten mittleren TM-Ertragsniveau von 90 dt TM/ha bei Wiesen mit vier

Nutzungen pro Jahr und einem mittleren Energiegehalt von 6,1 MJ NEL/kg TM (Spiekers et al., 2013) [70], was einem Hektarertrag von knapp 55.000 MJ NEL entspricht, die erzielten Energieerträge des Grünlands bei den untersuchten Betrieben bei vier bis fünf Schnitten zumindest bei einigen Standorten mehr oder weniger unterhalb dieses Wertes. Für die besseren Grünlandstandorte und bei einer intensiven Nutzung (5-schnittig) sind dagegen im Vergleich zu dem hier veranschlagten Orientierungswert (ca. 67.000 MJ NEL/ha bei 110 dt TM, und  $\varnothing$  6,1 MJ NEL/kg TM) annähernde Energieerträge je Flächeneinheit am Spitalhof und in einem Einzeljahr auch in Grub erzielt worden.

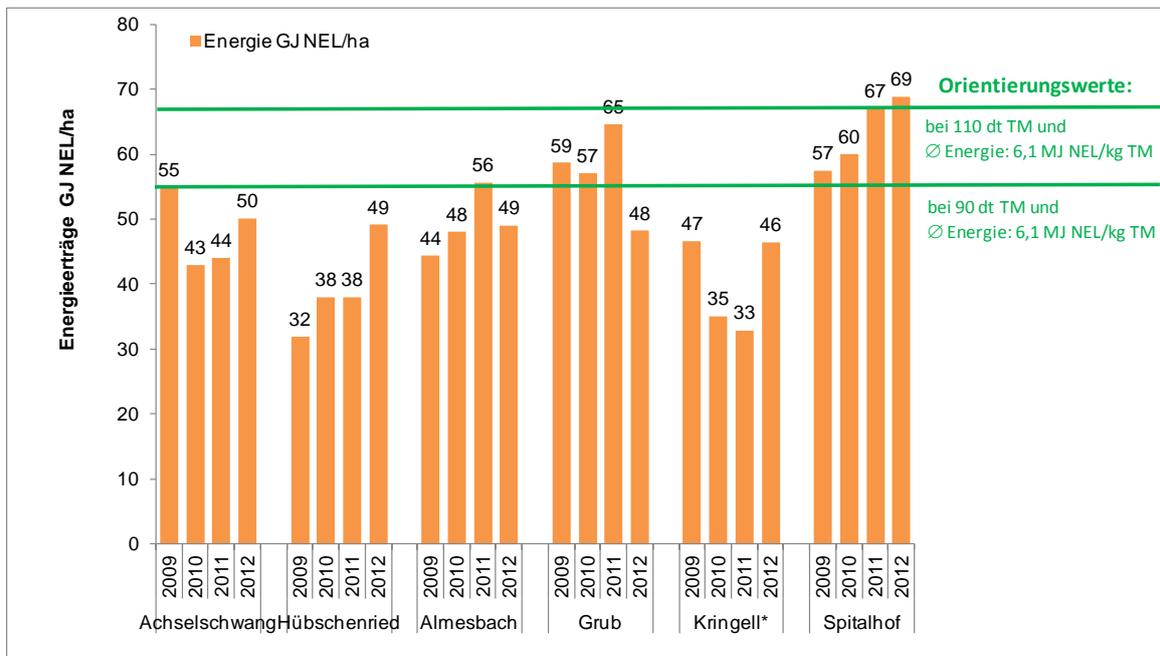


Abb. 19: Mittlere Energieerträge vom Grünland je Betrieb und Jahr der Jahre 2009-2012 (Datenbasis: mittlere Ernteerträge und NEL-Werte des zu silierenden Materials je Schnitt, Kringell: NEL-Werte mit Klee gras)

#### 5.1.4 Zusammenfassende Wertung der Grünlanderträge

Angesichts der Tatsache, dass den meisten Praxisbetrieben die Erträge ihres Grünlands nicht bekannt sind, liefern die Ertragshebungen sehr wertvolle Informationen. Auf Basis von Gesamtwiegungen sind die Ernteerträge über vier Jahre schlagbezogen gemessen worden. Anhand der Ergebnisse konnten die Ernteerträge sowie die Ertragsunterschiede zwischen den Standorten, Jahren und Schlägen umfassend dargelegt werden. Bei der Betrachtung der Erträge im Mittel der vier Jahre je Standort reichten die Jahreserträge bei 4-5 Schnitten von 60 bis 98 dt TM/ha und bei 3-4 Schnitten bis 81 dt TM/ha (Abb. 20). Bei den Gesamterhebungen an den LVFZ sind Nutzungen mit hoher Schnittintensität bei gleichzeitig niedrigem Düngungsniveau aufgetreten (vgl. Hübschenried, Kringell). Solche Imbalancen in der Nutzung von Schnitthäufigkeit und Düngung waren sicher eine Ursache für die teilweise beträchtlichen Ertragsunterschiede innerhalb eines Schnittregimes.

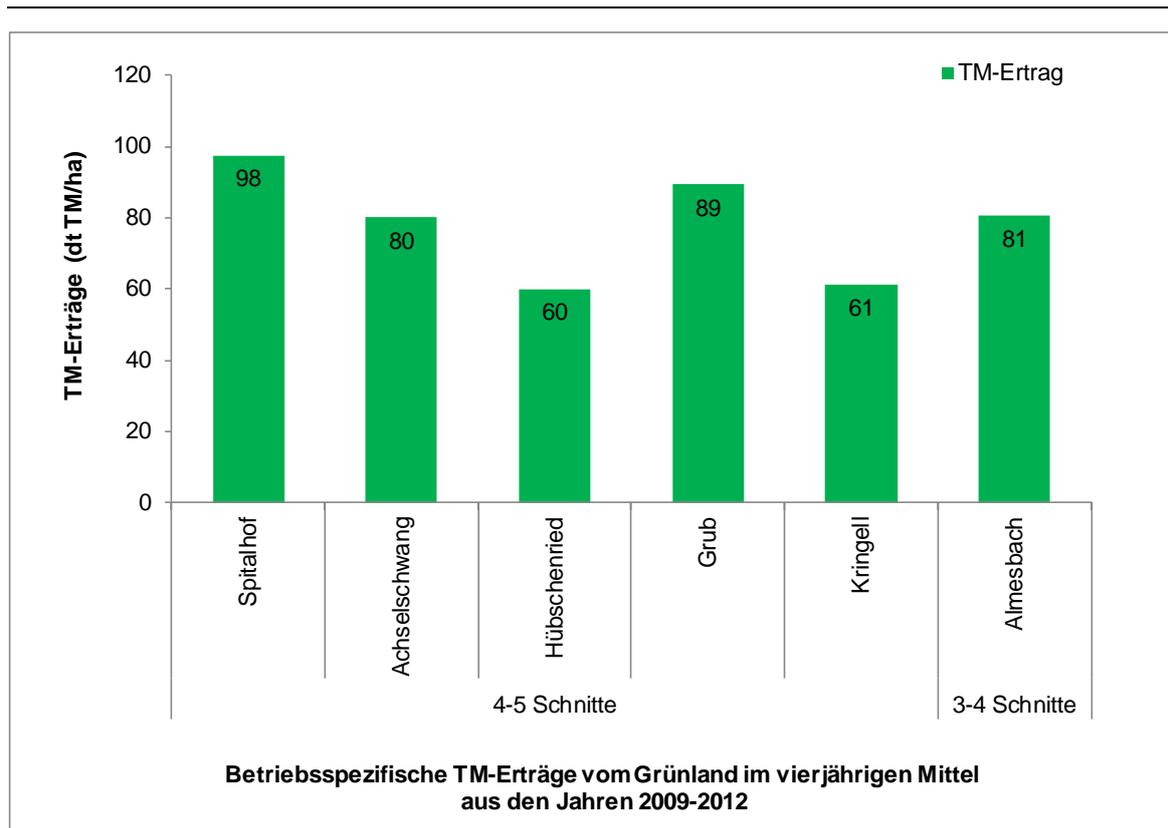


Abb. 20: Betriebsspezifische Ernteerträge vom Grünland der Betriebe im vierjährigen Mittel aus den Erntejahren 2009-2012 mit Angabe der betriebsüblichen Schnittintensitäten

Für Futterbaubetriebe ist es wichtig, bei einer Ertragsabschätzung nach Faustzahlen diese einzelbetrieblichen Gegebenheiten anpassen zu können. So zeigen die Untersuchungen, dass unabhängig vom mittleren Ertragsniveau je Standort, die Ertragsunterschiede zwischen den Schlägen zum Teil sehr hoch ausfielen. In dem vierjährigen Zeitraum streuten dabei die Ertragsunterschiede zwischen den Schlägen um 9 bis 40 dt TM/ha und Jahr. Betrachtet man die Ertragsunterschiede zwischen den Schlägen zu den einzelnen Schnitten, dann ergaben sich noch stärkere Ertragsschwankungen (Abb. A-1). Dies unterstreicht, dass für einen landwirtschaftlichen Betrieb eine ausreichende Erfassung der jährlichen Futtermengen ohne eine konsequente Messung nicht möglich ist.

Zur Erklärung möglicher Ertragsdifferenzen zwischen Versuchsergebnissen und den Praxiserträgen konnte am Spitalhof ein Vergleich der Erträge zwischen einem LfL-Grünlanddüngungsversuch (Diepolder und Raschbacher, 2011) [35] und den Praxisdaten gezogen werden (Tab. 13).

Tab. 13: Vergleich der Ernteerträge aus der Gesamtertragserhebung je Schlag und von den Versuchspartzen am Standort Spitalhof bei ähnlicher Lage und Bewirtschaftung (4-5 Schnitte, Düngung: 200-215 kg Gesamt-N/ha und Jahr)

Ertragserhebung	Praxisschläge	Ertragsbasis	TM-Ertrag dt TM/ha
Gesamterhebung auf Schlagebene (Ernteertrag)	Dorn und Distel	Mittel (2009-2012)	91
	Pfrontenfeld	Mittel (2009-2012)	104
Versuchserhebung (Brutto)	Parzelle	Mittel (2007-2009)	114
Versuchserhebung (Netto)		abzgl. 15 % <sup>1</sup>	97

<sup>1</sup>pauschaler Abzug vom TM-Ertrag aufgrund Parzellenergebnisse (Raschbacher, 2013) [36].

Dabei handelt es sich um angrenzende Schläge, die annähernd der gleichen Bewirtschaftung (4 Schnitte, 215 kg Gesamt-N/ha und Jahr) unterliegen. Bei einem Abzug von 15 % des TM-Ertrags von den im Versuch erzielten Bruttowerten bei verlustloser Ernte ist an diesem Standort eine sehr gute Übereinstimmung des TM-Ertrages von 97 dt TM/ha und Jahr zu den Praxisdaten zu verzeichnen. Jedoch zeigen die Praxisergebnisse bei gleicher Schnitt- und Düngungsintensität an den anderen Standorten, dass teilweise deutliche Ertragsabweichungen zu den Faustzahlen bestehen können (Tab. 14). Darauf verweisen Diepolder et al. (2012, 2013) [50], [49] ebenso in ihren Untersuchungen.

Tab. 14: Gegenüberstellung der Grünlanderträge und der N-Entzüge von fünf bayerischen Praxisbetrieben im Mittel der Jahre 2009-2012 zu den Faustzahlen

Parameter	Einheit	Spitalhof	Grub	Achsel-schwang	Hübschen-ried	Kringell <sup>3</sup>	Almes-bach
Schnittintensität	n	4 - 5					3 - 4
N-Düngung <sup>1</sup> der Betriebe	kg Gesamt-N/ha	200	296	274	85	137	296
<b>TM-Ertrag</b>							
- gemessen auf Betriebsebene <sup>1</sup>	dt TM/ha	98	89	80	60	61	81
- nach Faustzahlen <sup>2</sup> (Schnittintensität)	dt TM/ha	90 – 110 (4) – (5)					75 – 90 (3) – (4)
<b>N-Abfuhr</b>							
- gemessen auf Betriebsebene <sup>1</sup>	kg N/ha	266	242	211	168	162	219
- nach Faustzahlen <sup>2</sup> (Schnittintensität)	kg N/ha	245 – 310 (4) – (5)					165 – 245 (3) – (4)

<sup>1</sup>=im vierjährigen Mittel (siehe Tab. 6); <sup>2</sup>=Faustzahlen nach Leitfaden für die Düngung (LfL-Information) [17] ohne Berücksichtigung weiterer Korrekturfaktoren und Einteilung nach Schnittintensität, <sup>3</sup>=am LVFZ Kringell wurde die N-Abfuhr von repräsentativen Grünlandflächen anhand gemessener Daten über drei Jahre abgeleitet.

Weiter belegen dies die unterschiedlichen N-Abfuhr, die anhand der gemessenen Ertrags- und Qualitätsdaten an den Betrieben ermittelt wurden (Tab. 14). Eine Gegenüberstellung der gemessenen N-Abfuhr zu den Faustzahlen nach Schnittintensität verdeutlicht auch hier die mögliche Fehlinterpretation in den betriebspezifischen Nährstoffverhältnissen, insbesondere bei Imbalancen zwischen Nutzungsintensität und Nährstoffrückführung. Obwohl bereits jetzt schon die Möglichkeit besteht, Faustzahlen mittels nachvollziehbaren Korrekturfaktoren anzupassen (Wendland et al., 2011) [17] gilt es, in Zukunft ggf. noch weitere ertragsbeeinflussende Faktoren zu berücksichtigen und Korrekturfaktoren mit Daten zu hinterlegen. Daran wird bereits geforscht. Insbesondere einzelbetriebliche Abweichungen des realisierten N-Düngungsniveaus vom empfohlenen, bestands- und vor allem nutzungsabhängigen N-Düngungsniveau nach Faustzahlen sollten dabei verstärkt Berücksichtigung finden (Diepolder, 2013a) [60]. Ein gutes Beispiel sind die am Standort Kringell sehr niedrigen durchschnittlichen Ernteerträge bei sehr intensiver Nutzung, jedoch gegenüber den Empfehlungen nach Faustzahlen sehr niedrigen N-Düngung. So belegen auch Versuchsergebnisse von Diepolder und Raschbacher (2013a) [52] für den Standort Kringell, dass bei insgesamt verhaltenem Gülleeinsatz bei fünfmaliger Nutzung „netto“ knapp 80 dt TM/ha und dagegen bei viermaliger Nutzung „netto“ rund 90 dt TM/ha erzielt wurden. Es zeigte sich auch, dass für den festgestellten Jahresertrag in erster Linie die insgesamt ausgebrachte Nährstoffmenge entscheidend war. Ebenfalls kommen die Autoren zu dem Schluss, dass unter den gegebenen Standortbedingungen und bei Mineraldüngerver-

zucht eine sehr hohe Nutzungsintensität „pflanzenbaulich sehr problematisch bzw. nicht nachhaltig“ war.

Eine gute Ertragseinschätzung ist ebenso bedeutend für eine aussagefähige Wirtschaftlichkeits- und Kostenberechnung in den Produktionsverfahren der Grobfuttererzeugung. Die gewonnenen Erkenntnisse aus den Ertragsdaten sind entsprechend in den Aufbau der Ertragseinschätzung eingeflossen, die für eine internetbasierte Anwendung zur Kalkulation der Grobfuttererzeugung an der LfL sowie für ein Kalkulationsinstrument zur „eiweißeffizienten und ökonomischen Fütterung“ aufgebaut wurden (Schätzl et al., 2013) [59].

Die festgestellten hohen Ertragsunterschiede und Schwankungen lassen den Schluss zu, dass ohne eine konsequente Ertragsermittlung keine ausreichend genaue Ertragsfeststellung vorgenommen werden kann. Auf Grund der Erfahrungen ist eine konsequente Ertragserfassung zu empfehlen, da diese dem Landwirt eine wichtige Datengrundlage zum Aufbau einer effizienten Futterwirtschaft liefert. Anhand von schlagbezogenen Ertragsdaten kann eine Nährstoffrückführung/Düngung erfolgen, welche sich an den tatsächlichen Nährstoffabfuhr am Standort orientiert sowie eine exaktere Futtermengenplanung umgesetzt werden. Ferner können mit gemessenen Ertragsdaten genauere Rückschlüsse auf den Nährstoffkreislauf in Futterbaubetrieben gezogen werden, womit letztendlich auch ein Beitrag zur Verbesserung der Aussagekraft von Bilanzsystemen mit Feld-Stall-Ansatz bei Futterbaubetrieben erreicht werden kann.

### **5.1.5 TM- und Rohproteinerträge Klee gras**

Am LVFZ Kringell nimmt das Klee gras mit ca. 50 % der Grobfutterfläche einen großen Anteil in der Grobfutterversorgung der Milchviehherde ein. Das Klee gras (Saatgut: „Landgreen Öko 3-443“, Firma BSV) wird im zwei- bis dreijährigen Turnus angebaut und wurde mit der gleichen Schnittintensität wie das Grünland zur Silierung beerntet. Vereinzelte Klee grasflächen, die bereits mehrjährig bestehen, haben sich in ihrer Zusammensetzung des Pflanzenbestandes hin zu Grünlandbeständen entwickelt. In der Ertragsauswertung sind die Ernteerträge der Klee grasschläge im Zeitraum 2009-2012 festgehalten. Dabei sind die unterschiedlichen Hauptnutzungsjahre der einzelnen Schläge zusammengefasst. Die Abb. 21 ermöglicht Hinweise zum Ertragsniveau des Klee grasses zumal auch beim Klee gras die in der Praxis realisierten Ertragspotenziale wenig bekannt sind.

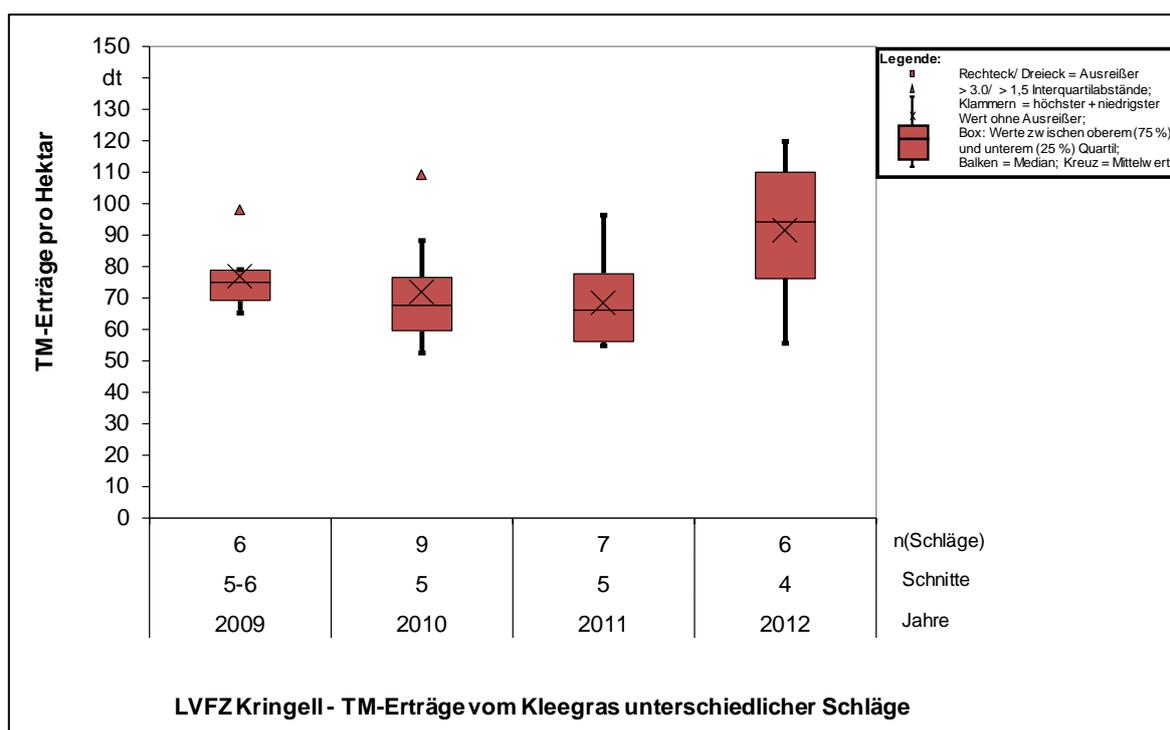


Abb. 21: TM Erträge vom Klee gras am Standort Kringell von unterschiedlichen Schlägen bei unterschiedlicher Schnitthäufigkeit der Jahre 2009-2012

Insgesamt schwankte in Kringell bei einer fünfschnittigen Nutzung das mittlere Ertragsniveau zwischen 68 und 77 dt TM/ha in den Jahren 2009 bis 2011. Dabei streuten die Ernteerträge zwischen den einzelnen Schlägen um 10 bis 22 dt TM/ha (Boxwerte). Zudem ist zu berücksichtigen, dass die unterschiedlichen Nutzungsjahre einen großen Einfluss auf das Ertragsniveau hatten. Im Jahr 2012 konnte mit einer vierschnittigen Nutzung im Mittel ein Ertrag von 92 dt TM/ha erzielt werden. Im Jahr 2012 traten die Ertragsunterschiede zwischen den Schlägen bei der vierschnittigen Nutzung mit 34 dt TM/ha deutlich hervor. Das Klee gras im Ökobetrieb trägt mit seinem im Vergleich zum Grünland des Betriebes höheren Ertragspotenzial einen wichtigen Anteil der Grobfutterversorgung. Ausgehend von den gemessenen XP- und Energiegehalten (Tab. 17), die gemeinsam mit den Grasern analysiert wurden, liefert das Klee gras ebenso einen wichtigen Beitrag zur Eiweißversorgung aus dem Grobfutter (Abb. 18, Abb. 19). Um das reale Grobfutterangebot eines Ökobetriebes erfassen zu können, sollte eine Ertrags erfassung auch beim Klee gras laufend umgesetzt werden.

Am LVFZ Almesbach wurde aufgrund der Tierbestandsaufstockung das Grobfutterangebot um Klee grasflächen erweitert. Bei der Ertrags erfassung auf dem Schlag „Ostmark“ ist zu berücksichtigen, dass es sich um eine dauerhafte Umwidmung einer überschwemmungsgefährdeten Ackerfläche in Dauergrünland handelt. Bei dem Schlag „Kezerangen“ wird das Klee gras innerhalb der Fruchtfolge im zwei- bis dreijährigen Turnus angebaut. Das Klee gras wurde ausschließlich zur Silierung genutzt. Das Klee gras Schlag „Ostmark“ brachte im 1. Hauptnutzungsjahr (HNJ) 2009 (Ansaat Frühjahr) einen TM-Ertrag von 81 dt TM/ha und im 3. HNJ 2011 einen Ertrag von 123 dt TM/ha bei je drei bis vier Schnitten. Das Klee gras wurde zur Etablierung einer Dauergrünlandnarbe über die Jahre intensiv gedüngt und ab 2011 wurde mit einer Dauergrünlandmischung (Qualitätssaatgut-

mischung W1b) nachgesät. So hat sich seit 2011 ein grasreicher Bestand entwickelt. Der Ertragsrückgang 2012 mit 93 dt TM/ha ist in erster Linie auf die Sommertrockenheit zurückzuführen. Die Witterungsbedingungen spiegeln sich ebenso in den Rohproteinträgen wider (Abb. 22).

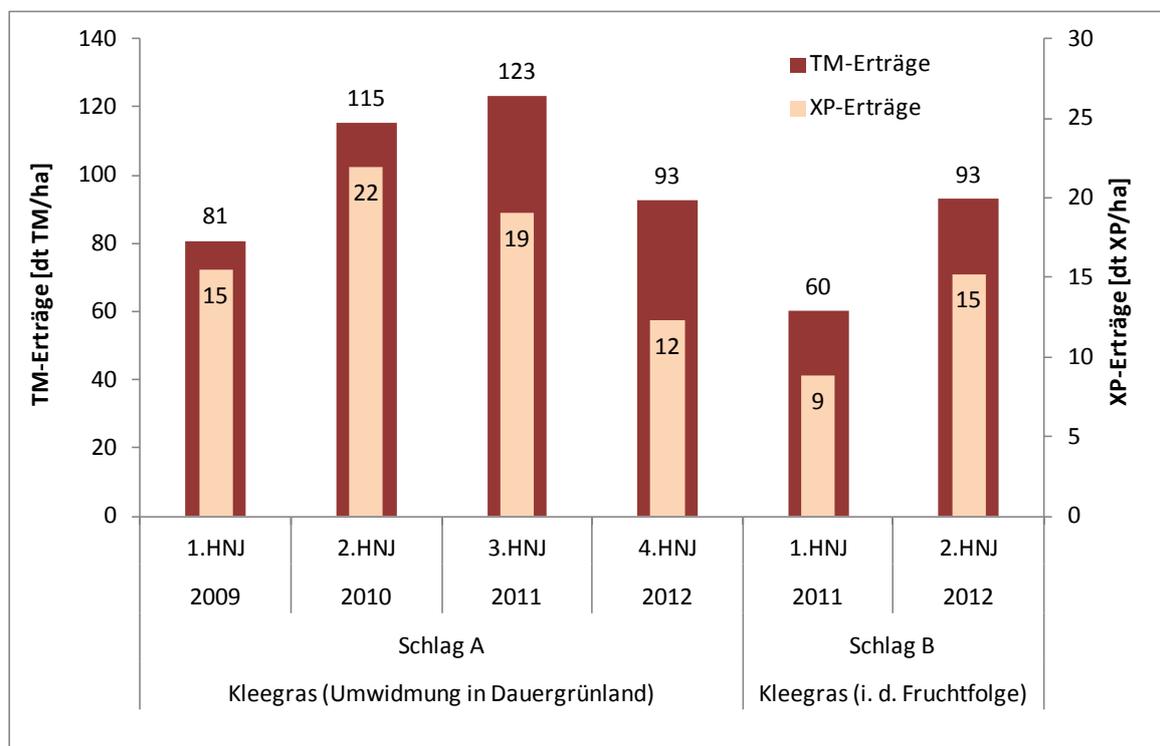


Abb. 22: TM- und XP-Erträge vom Klee gras je Nutzungsjahr auf zwei unterschiedlichen Schlägen am Standort Almesbach (Schlag A „Ostmark“ = Umwidmung von Ackerland in Dauergrünland von 2009-2012; Schlag B Kezerangen“ = Klee gras in der Fruchtfolge von 2011-2012)

Im Ansaatjahr (Frühjahr 2011) erzielte das Klee gras am „Kezerangen“ trotz ausgeprägter Sommertrockenheit 60 dt TM/ha und 2012 93 dt TM/ha sowie 15 dt XP/ha. Insgesamt lagen die XP-Erträge des Klee grasses gegenüber denen vom Grünland nur geringfügig höher. Hierfür sind aber in erster Linie die Witterungsbedingungen und die geleitete Entwicklung des Pflanzenbestandes hin zu einer Dauergrünlandnarbe zu sehen. Insgesamt lieferte das Klee gras für den Betrieb Almesbach einen wichtigen Anteil in der Versorgung mit Grobfuttermittelweiß.

### 5.1.6 TM- und Rohproteinträge Luzerne

Am Standort Grub wird seit 2009 Luzerne in Reinbestand angebaut. Für den Versuchsbetrieb ist die Luzerne optimal in die Fruchtfolge einzugliedern und steht zu Fütterungsversuchen am Betrieb zur Verfügung. Über den ersten dreijährigen Fruchtfolgeturnus wurden die Sorten „Franken Neu“ und „Sanditi“ angebaut. Die Luzerne erhielt keine Düngung und wurde ausschließlich zur Silierung genutzt.

Mit einer Frühjahrsansaat konnten im 1. HNJ (2009) 69 dt TM/ha und im 2. HNJ (2010) 89 dt TM/ha und Jahr geerntet werden (Abb. 23). Anhand der erzielten Erträge ist zu vermuten, dass die Luzerne ihr Ertragspotenzial am Standort in Grub nicht vollständig ausschöpfen kann. Neben den Jahreseffekten ist dies in erster Linie auf die flachgründigen

und sehr durchlässigen Böden der Münchner Schotterebene zurückzuführen. Ferner wurden 2012 mit der Sorte „Filla“ bereits im Ansaatjahr (Frühjahr) 91 dt TM/ha mit drei Schnitten erzielt.

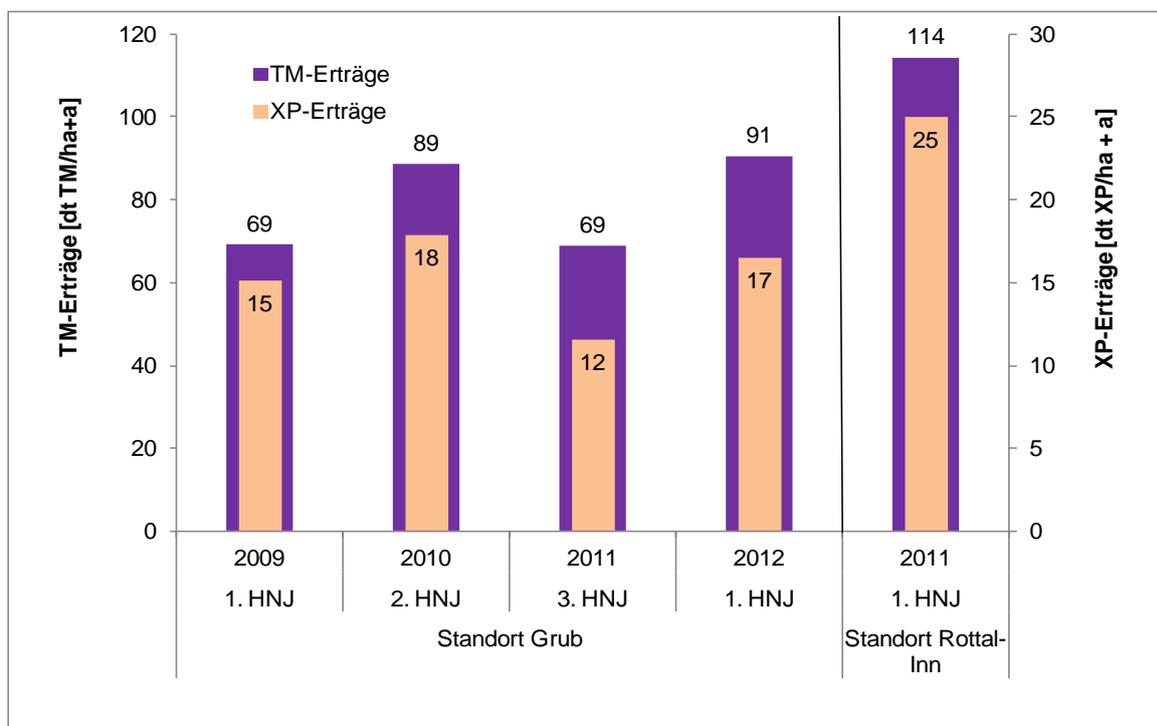


Abb. 23: TM- und XP-Erträge der Luzerne in Reinbestand am Standort Grub (2009-2012) und am Standort Rottal-Inn (2011) je nach Nutzungsjahr

Die Luzerne lieferte 2009-2010 15 bis 18 dt XP/ha bei XP- Gehalten von rund 20 % in der TM. Der 2011 niedrigere XP-Ertrag von 12 dt XP/ha war auf die Bestandsveränderung mit einem hohen Kräuteranteil zurückzuführen. Im Jahr 2012 konnte mit der Neuansaat bei 3 Schnitten 17 dt XP/ha geerntet werden.

Um das mögliche Ertragspotenzial der Luzerne herauszustellen, sind ebenso in der Abb. 23 die TM- und XP-Erträge einer Luzerne in Reinbestand (Ansaat im Vorjahr) an einem Standort mit sehr guten Bodenverhältnissen (Rottal-Inn) abgebildet. Die Luzerne wurde 2011 vom LVFZ Kringell zur Grobfuttermittellieferung zugekauft. Ein durchschnittlicher TM-Ertrag von 114 dt TM/ha mit 25 dt XP/ha zeigt auf, welche Ertrags- und Eiweißpotenziale die Luzerne bei optimalen Wachstumsverhältnissen haben kann. Ein Vergleich der Erträge aus dem Landessortenversuch (LSV) am Standort Simmershofen brachte im fünfjährigen Mittel ein TM-Ertrag von 159 dt TM/ha (LfL, 2010) [40]. Bei einem Abzug von 25 % des TM-Ertrags zwischen Versuchsergebnis und Praxis sowie 15 % des Masseertrags aufgrund von Feldverlusten sollten für die Praxis Ernteerträge von rund 100 dt TM/ha erzielbar sein.

Entscheidend für den Luzerneanbau im Einsatz zur Milchviehfütterung ist neben der Ertragsleistung möglichst hohe XP-Mengen zu erreichen. Dabei ist eine materialschonende Erntetechnik von großer Bedeutung. Am Standort Grub wurde zur Silagebereitung der Luzerne mit automatischer Schwadzusammenlegung bereits auf einen materialschonenden Umgang bei der Erntetechnik geachtet.

### 5.1.7 TM-, Rohprotein- und Energieerträge Silomais

Die Silomaiserträge zeigen zwischen den Standorten, Jahren und Schlägen sehr deutliche Ertragsunterschiede. Die mittleren Ernteerträge je Betrieb und Jahr wurden aus der Gesamterntemenge über alle Schläge berechnet. Die Silomaiserträge wurden an den jeweiligen Standorten ohne Differenzierung nach Erntetermin oder Sorten gemittelt (Tab. A-4). Die N-Düngung beim Silomais reicht von 100 kg N über organische Düngung am LVFZ Kringell bis zu einem N-Düngungsniveau von durchschnittlich 150-200 kg Gesamt-N/ha bei den anderen Betrieben. Am Standort Grub reichte das Ertragsniveau von 135 bis 181 dt TM/ha, in Achselschwang von 126 bis 181 dt TM/ha, Almesbach von 143 bis 193 dt TM/ha und Kringell im ökologischen Anbau bei 78 bis 127 dt TM/ha in den einzelnen Jahren (Abb. 24).

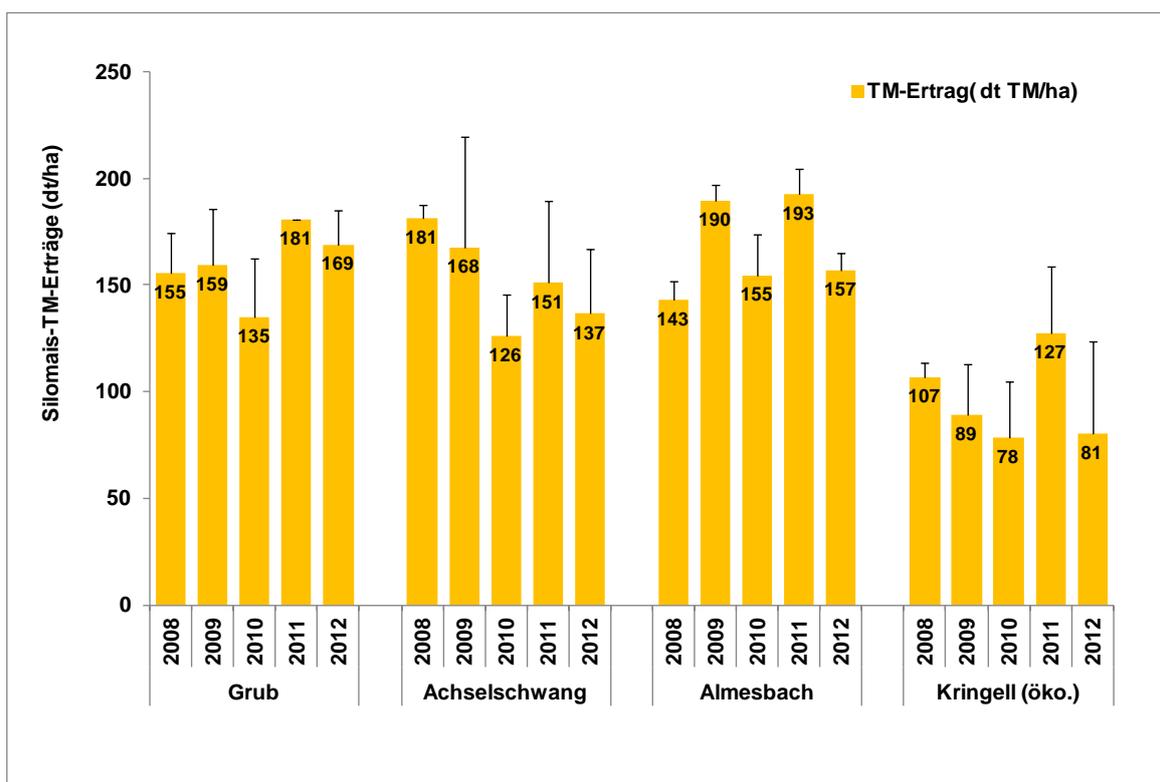


Abb. 24: Mittlere betriebsbezogene Ernteerträge mit Standardabweichung ( $s$ ) zwischen den Schlägen beim Silomais der maisanbauenden Betriebe der Jahre 2008-2012

Dabei zeigte sich für das Jahr 2010 auf allen Standorten, dass beim Silomais aufgrund des verzögerten Wachstums geringe Ernteerträge (Abb. 24), jedoch hohe Energiekonzentrationen gemessen wurden. Dagegen erzielte der Mais 2011 aufgrund optimaler Bedingungen hohe Masseerträge mit sehr guten Qualitätsergebnissen. Die vereinzelt sehr deutlichen Ertragsunterschiede zwischen den Schlägen wurden zum Teil durch Wildschweinschäden, wie am LVFZ Achselschwang oder durch einen Schädlingsbefall (Drahtwurm) wie am LVFZ Kringell verursacht. Die Ertragsunterschiede belegen auch beim Silomais, dass eine Ertragserfassung auf Schlagebene wertvolle Informationen für die Düngeplanung sowie für eine exakte Futtermengen- oder Substratmengenplanung liefert bzw. diese erst möglich macht.

Weitere Ergebnisse zu den Energie- und XP-Erträgen von Silomais wurden auf Basis der mittleren TM- und Analysenwerte berechnet (Abb. 25). Mit XP-Gehalten von 66-81 g/kg TM am Standort Grub, 64-75 g/kg TM am Standort Achselschwang, 69-

80 g/kg TM am Standort Almesbach und 64-68 g/kg TM am Standort Kringell über die fünf Erntejahre, ergeben sich an einem Standort durchaus Unterschiede in den XP-Erträgen zwischen den Jahren. So wurden unter konventioneller Bewirtschaftung mittlere XP-Erträge von 9-15 dt XP pro Hektar und unter ökologischer Anbauweise am Standort Kringell 5-8 dt XP/ha, aufgrund der niedrigeren Masseerträge, erwirtschaftet.

Die Energieerträge erreichten im fünfjährigen Mittel je nach Standort 101 bis 114 GJ NEL/ha bei mittleren Energiegehalten von 6,62 bis 6,79 MJ NEL/kg TM. Dabei waren die Schwankungen in den erzielten Energiegehalten zwischen den Jahren größer als im Vergleich der Standorte.

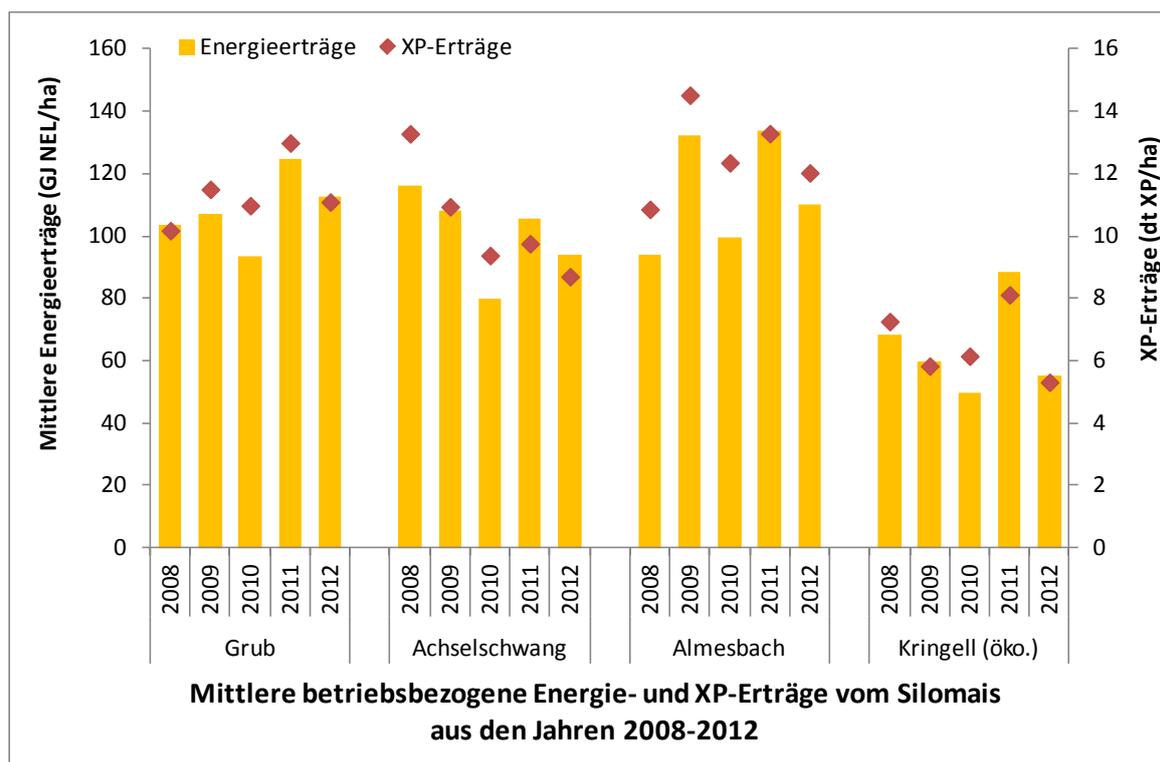


Abb. 25: Mittlere betriebsbezogene Energie- und XP-Erträge vom Silomais der maisanbauenden Betriebe aus den Erntejahren 2008-2012

## 5.2 Silagemanagement und Qualitäten

### 5.2.1 Verfahrenstechnik

Die Grobfutterbereitstellung erfolgte bei allen am Projekt beteiligten Betrieben zum überwiegenden Anteil als Silage. Je nach benötigtem Futterangebot für den Tierbestand wurden auch Silageernten zur Gewinnung von Biogassubstraten zum Verkauf durchgeführt. Die gesamten Verfahrensabläufe bei der Silierung an den LVFZ entsprechen einer guten fachlichen Praxis. D. h. es wurde bei allen Ernten auf die Erzielung hoher Silagequalitäten geachtet. Die meisten Silageernten wurden in überbetrieblicher Zusammenarbeit mit den Lohnunternehmern durchgeführt. Im Rahmen der Projekte wurden zu den Silageernten die einzelnen Verfahrensabläufe anhand der Silierprotokolle für Gras- und Maissilagen dokumentiert (siehe Abb. A-2, A-3). Diese Dokumentation wird für eine weitergehende Aus-

wertung der Qualitätsbeurteilung sowie bei der Verlustermittlung von Silagen dienen. Bestimmte Aspekte wurden auch in den nachfolgenden Auswertungen zu den Silagequalitäten einbezogen (siehe Kapitel 5.2.2 und 5.2.3). In der Beratungsinitiative zur „*Qualifizierung der Betriebsleiter von Milchviehbetrieben*“ wurde je nach Ausrichtung das Silo-Controlling (Richter et al., 2009) [10] angewandt. Bei der Zielsetzung die Grobfutterleistung zu verbessern wurde das Silo-Controlling als eine wichtige Methode in der Praxis angesehen (Angermüller, 2013) [79].

Der Einsatz neuer Siliertechniken an den LVFZ und dem Versuchsbetrieb in Grub wurde ebenfalls anhand der Gesamtmengenerfassung aus den Projekten dokumentiert und entsprechend beurteilt. Am Versuchsbetrieb in Grub wurde der Einsatz eines Silotunnels „Silo-speed“ bei der Silierung von Luzerne getestet (Ostertag und Rößl, 2012) [39], der über die Gesamtmengenerfassung am Versuchsbetrieb im Rahmen des Projektes eine weitergehende Auswertung zu den TM-Verlusten ermöglichte (Köhler et. al., 2012) [28].

### 5.2.2 Dichtemessungen

Werden die TM-Gehalt abhängigen Orientierungswerte zur Verdichtung von Gras- und Maissilagen nach Richter et al. (2009) [10] zugrunde gelegt, erreichten 76 % der Grassilagen und lediglich 54 % der Maissilagen den jeweiligen Zielwert. Da für Luzernesilagen keine Orientierungswerte der LfL vorliegen, müssen die von Honig (1987) [38] postulierten Werte zur Beurteilung der Verdichtung herangezogen werden. Lediglich die Luzernesilage mit dem geringsten TM-Gehalt verfehlte die Mindestanforderungen. Eine Überprüfung der Richtwerte erscheint daher zweckmäßig.

#### Verdichtung Grassilagen

Die Prüfung der Verdichtungen erbrachte für 85 Grassilagen einen Mittelwert von 229 kg TM/m<sup>3</sup> bei einem durchschnittlichen TM-Gehalt von 32,8 %. Vergleichbare Ergebnisse resultierten aus den Untersuchungen der Berater des Projekts „*Qualifizierung der Betriebsleiter von Milchviehbetrieben*“. Im Beratungsgebiet Augsburg waren Dichte und TM-Gehalt im Mittel deckungsgleich, im Bereich Fürstenfeldbruck wurde eine Dichte von durchschnittlich 298 kg TM/m<sup>3</sup> erreicht. Allerdings waren hier die Silagen mit einem mittleren TM-Gehalt von 39,5 % (nicht um TM-Verluste bei der Ofentrocknung korrigiert) auch deutlich trockener. In den nördlicheren Regionen (Weiden, Schweinfurt) wurden geringere TM-Gehalte und folglich geringere Dichten gemessen. Der Vergleich mit den Ergebnissen von Richter et al. (2009) [10], die 236 kg TM/m<sup>3</sup> bei 33,4 % TM-Gehalt nennen, mit den fortgeführten Messungen an den Lehr-, Versuchs- und Fachzentren aus dem Projekt, lässt sich in Bezug auf die Verdichtung eine gewisse Kontinuität auf Betriebsebene erkennen. Die Mehrheit der untersuchten Grassilagen wies einen höheren Dichtewert auf, als von Richter et al. (2009) [10] zur Vermeidung des Nacherwärmungsrisikos abgeleitet bzw. gefordert wurde (Abb. 26).

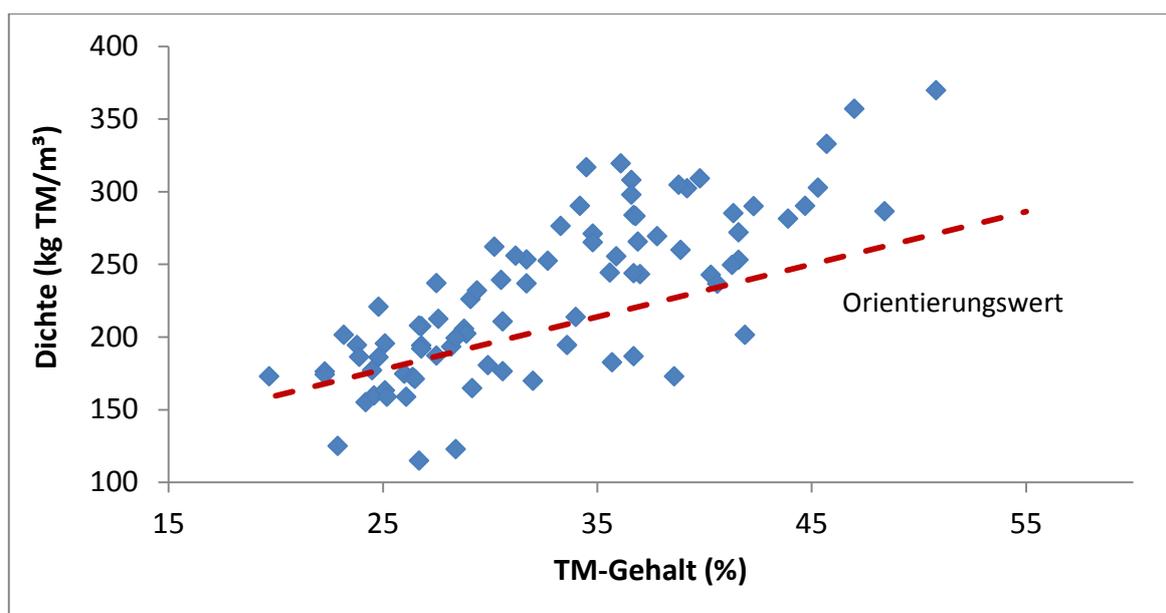


Abb. 26: Ermittelte Dichten von Grassilagen in Abhängigkeit zu den TM-Gehalten; Orientierungswert nach Richter et al. (2009) [10]

Insgesamt war bei den Grassilagen in Bezug auf die Verdichtung eine gute fachliche Praxis gegeben. Von Silo zu Silo bestehen jedoch merkliche Unterschiede, die sich auf das Risiko zur Nacherwärmung auswirken.

### Verdichtung Maissilagen

Anhand der Untersuchungsergebnisse bei den Maissilagen haben sich die Verdichtungen im Vergleich zu den Beobachtungen von Richter et al. (2009) [10], leicht verringert. Gegenüber einem damals errechneten Mittelwert von 274 kg TM/m<sup>3</sup> bei einem TM-Gehalt von 35,3 % ergaben sich bei der vorliegenden Untersuchung mittlere Dichtewerte von 259 kg TM/m<sup>3</sup> bei 36,3 % TM-Gehalt. Verglichen mit den Ergebnissen der Berater auf Zeit nehmen die LVFZ hinsichtlich der erreichten Dichten bei Maissilagen eine Mittelstellung ein.

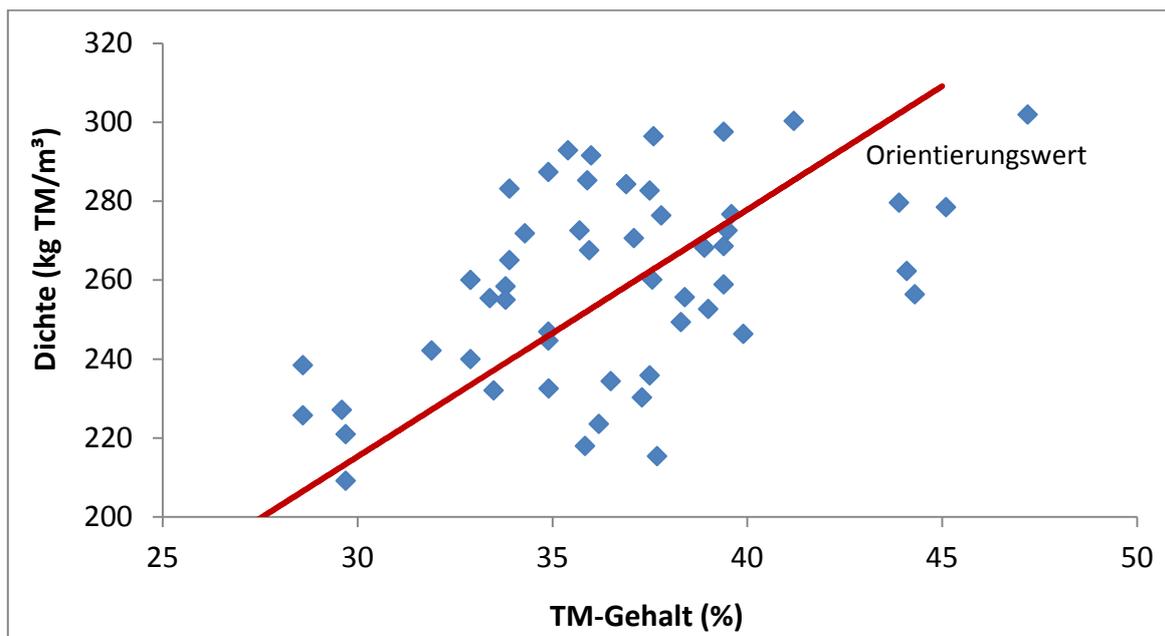


Abb. 27: Ermittelte Dichten von Maissilagen in Abhängigkeit zu den TM-Gehalten; Orientierungswert nach Richter et al. (2009) [10]

Auf den Praxisbetrieben wurden sowohl deutlich höhere (Augsburg), vergleichbare (Fürstentfeldbruck) als auch geringere (Weiden) Werte ermittelt. Da die Untersuchungen im Rahmen des Projekts „Qualifizierung der Betriebsleiter von Milchviehbetrieben“ nicht immer mit dem von der LfL verwendeten Bohrer durchgeführt wurden, sind allerdings auch methodisch bedingte Abweichungen möglich. Der Anteil beprobter Maissilagen deren Dichtewert den Orientierungswert überstiegen, war in der vorliegenden Untersuchung geringer als bei den untersuchten Grassilagen (Abb. 27).

Bei den untersuchten Maissilagen sind praxisübliche Verdichtungen gegeben, die erheblich von Silo zu Silo schwanken und größere Risiken zur Nacherwärmung erwarten lassen.

### 5.2.3 Gärqualitäten

Die Gärqualität der untersuchten Silagen war im Allgemeinen als sehr gut zu bewerten. Dies traf besonders für die Maissilagen zu. Auffällige Silagen mit beispielsweise zu hohen Buttersäuregehalten (DLG, 2011) [11] waren nur vereinzelt anzutreffen. Die größten Varianzen finden sich erwartungsgemäß bei den Gras- und Luzernesilagen (Tab. 15).

Tab. 15: Kenngrößen zur Gärqualität der untersuchten Silagen, Mittelwert (mean) und Standardabweichung (s)

	Grassilagen		Luzernesilagen		Maissilagen	
	n	mean (s)	n	mean (s)	n	mean (s)
TM, %	78	33,1 (6,9)	8	31,9 (6,5)	53	36,3 (4,7)
pH-Wert	78	4,3 (0,3)	8	4,6 (0,4)	48	3,9 (0,1)
Milchsäure, g/kg	78	60 (31)	8	75 (25)	48	46 (13)
Essigsäure, g/kg	78	18 (11)	8	33 (19)	48	13 (7)
Propionsäure <sup>1</sup> , g/kg	10	3 (2)	3	4 (1)	2	2 (1)
Buttersäure <sup>1</sup> , g/kg	22	6 (6)	2	8 (8)	3	2 (0)
NH <sub>3</sub> -N, %	72	5,4 (2,5)	6	8,0 (1,2)	45	7,2 (3,1)

<sup>1</sup> weitere Proben unterhalb der Nachweisgrenze

### Gärqualität der Grassilagen

Die Grassilagen wiesen aufgrund des teilweise sehr unterschiedlichen TM-Gehaltes auch eine große Streuung hinsichtlich des Gehaltes an unterschiedlichen Gärsäuren auf. Buttersäure wurde bei 28 % der untersuchten Proben (78) nachgewiesen. Zwar erreichten die untersuchten Grassilagen im Mittel 90 DLG-Punkte („sehr gut“, nach Quelle zum DLG-Schlüssel), jedoch reichte die Spanne von 28 (sehr schlecht) bis 100 (sehr gut) Punkte.

Setzt man die Gärsäurekonzentrationen ins Verhältnis mit den TM-Gehalten, so lässt sich deutlich die Bedeutung des TM-Gehalts für eine erfolgreiche Silierung erkennen (Abb. 28). Je trockener die Grassilagen, desto geringer war die nachgewiesene Konzentration an Gärsäuren. Dieser Zusammenhang ist damit zu erklären, dass die Produzenten der Gärsäuren bei sinkendem  $a_w$ -Wert zu einem früheren Verlauf der Gärung durch ihre eigenen Stoffwechselprodukte gehemmt werden. Bei TM-Gehalten größer 45 % erfolgt die Konservierung nur noch zu einem geringen Teil durch Milchsäuregärung.

Nasse Silagen mit TM-Gehalten unter 25 % zeigen jedoch große Streuungen der Gärsäuregehalte und enthalten teils sehr hohe Konzentrationen an Milch- (bis 18 % der TM) und Essigsäure (bis 6 % der TM). Besonders bezüglich der Essigsäure sind diese hohen Gehalte unerwünscht, da die Futteraufnahme negativ beeinträchtigt werden kann (Eisner, 2007) [37].

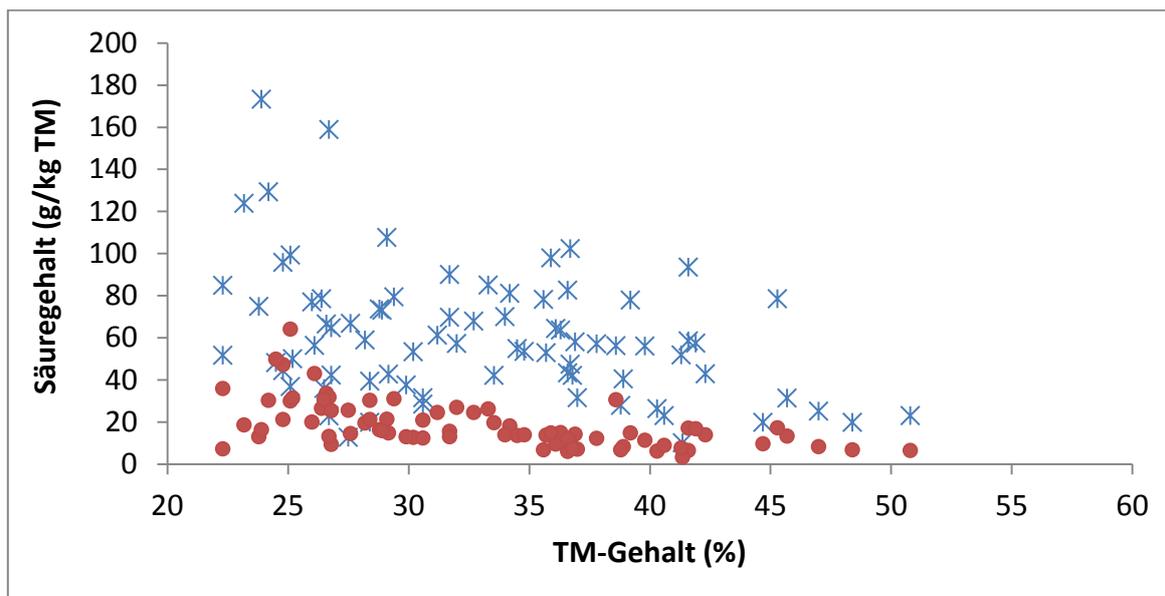


Abb. 28: Konzentrationen an Milch- (blaue Kreuze) und Essigsäure (rote Punkte) in Grassilagen in Abhängigkeit zum TM-Gehalt

Je feuchter die Silagen, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit von Fehlgärungen. Diese werden neben Enterobakterien durch saccharolytische sowie proteolytische Clostridien verursacht. Clostridien verursachen Buttersäurebildung einerseits und den Abbau von Eiweißverbindungen andererseits. Der Ammoniakanteil am Gesamtstickstoff gilt als ein relativ gut geeigneter Indikator für den Abbau von Eiweißverbindungen und ist in Abbildung 29 gegen den TM-Gehalt der Silagen aufgetragen. Für den Ammoniakanteil am Gesamtstickstoff gelten maximal 8 % als akzeptabler Orientierungswert (DLG, 2011) [11], welcher von 85 % der Silagen eingehalten wurde.

Die Beurteilung der Eiweißqualität von Silagen lässt sich jedoch nicht mit absoluter Sicherheit über diesen Indikator schätzen. Hierzu wäre eine Fraktionierung der N-Verbindungen erforderlich. In der vorliegenden Untersuchung war dies aus Kosten- und Kapazitätsgründen nicht möglich.

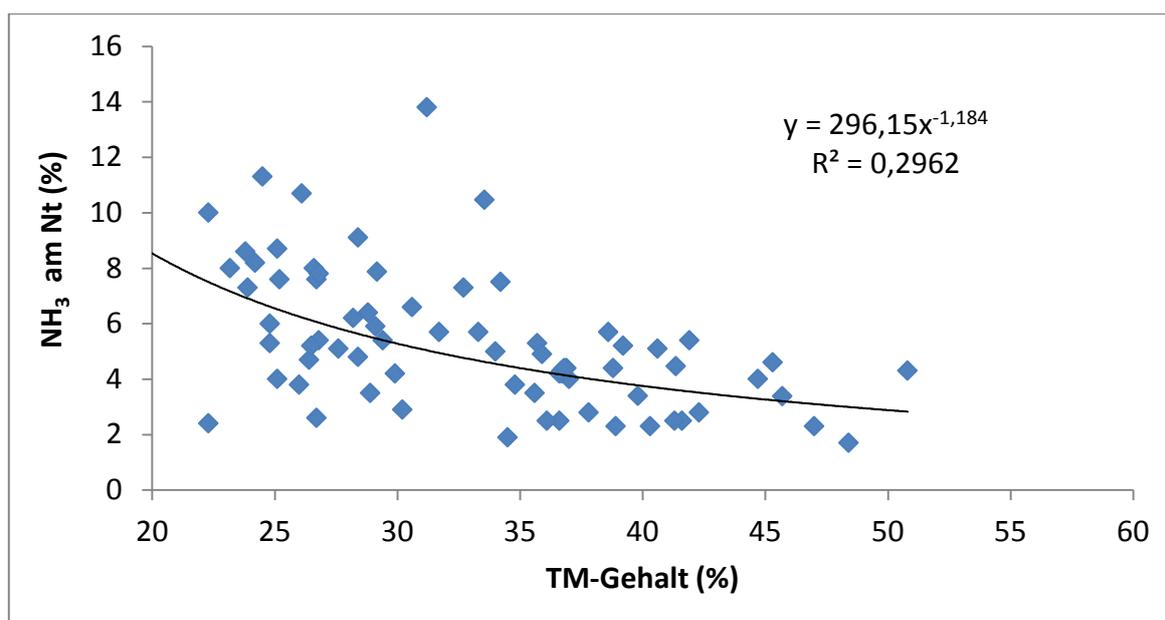


Abb. 29: Anteil des Ammoniakgehalts am Gesamtstickstoff (Nt) in Abhängigkeit zum TM-Gehalt der Grassilagen

### Gärqualität der Luzernesilagen

Die Anzahl der untersuchten Luzernesilagen war relativ gering ( $n=8$ ). Dennoch bleibt festzuhalten, dass Silagen unterhalb eines TM-Gehalts von 30 % deutliche Anzeichen einer Fehlgärung aufwiesen (Abb. 30). Besonders deutlich zeigt dies die Bewertung nach dem DLG-Schlüssel, welcher für die beiden Silagen unter 30 % TM-Gehalt 7 bzw. 33 Punkte ausweist (sehr schlecht bzw. schlecht), für alle Luzernesilagen  $\geq 30$  % dagegen die Note „sehr gut“. Ein Einfluss durch den Zusatz von chemischen Siliermitteln konnte statistisch nicht abgesichert werden.

Erwähnenswert erscheint auch der hohe Gehalt an Milchsäure von Luzernesilagen im Bereich von 30-35 % TM-Gehalt. Aufgrund einer sehr hohen Pufferkapazität und einer noch nicht zu erklärenden Nachlieferung von vergärbaren Kohlenhydraten während der Säuerungsphase werden Gehalte von deutlich über 10 % Milchsäure in der TM erreicht. Ob und wann dies bei hohen Anteilen von Luzernesilage an der Gesamtration von pansenphysiologischer Bedeutung sein kann, ist möglicher Forschungsgegenstand zukünftiger Untersuchungen.

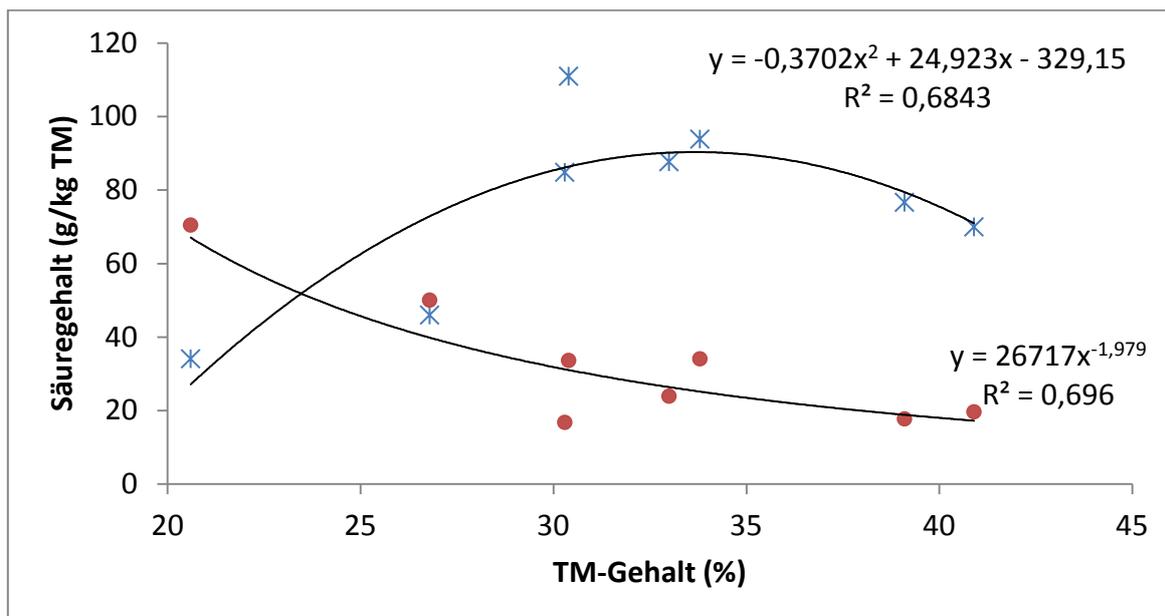


Abb. 30: Konzentrationen an Milch- (blaue Kreuze) und Essigsäure (rote Punkte) in Luzernesilagen in Abhängigkeit zum TM-Gehalt

### Gärqualität von Maissilagen

Die untersuchten Maissilagen waren von guter (4 %) bzw. sehr guter (96 %) Qualität (DLG) (Abb. 31). Alle lediglich „gut“ bewerteten Silagen wiesen TM-Gehalte unter 30 % auf. Weder bei der Buttersäure noch bei der Propionsäure waren die gemessenen Gehalte von Bedeutung für die Gärqualität.

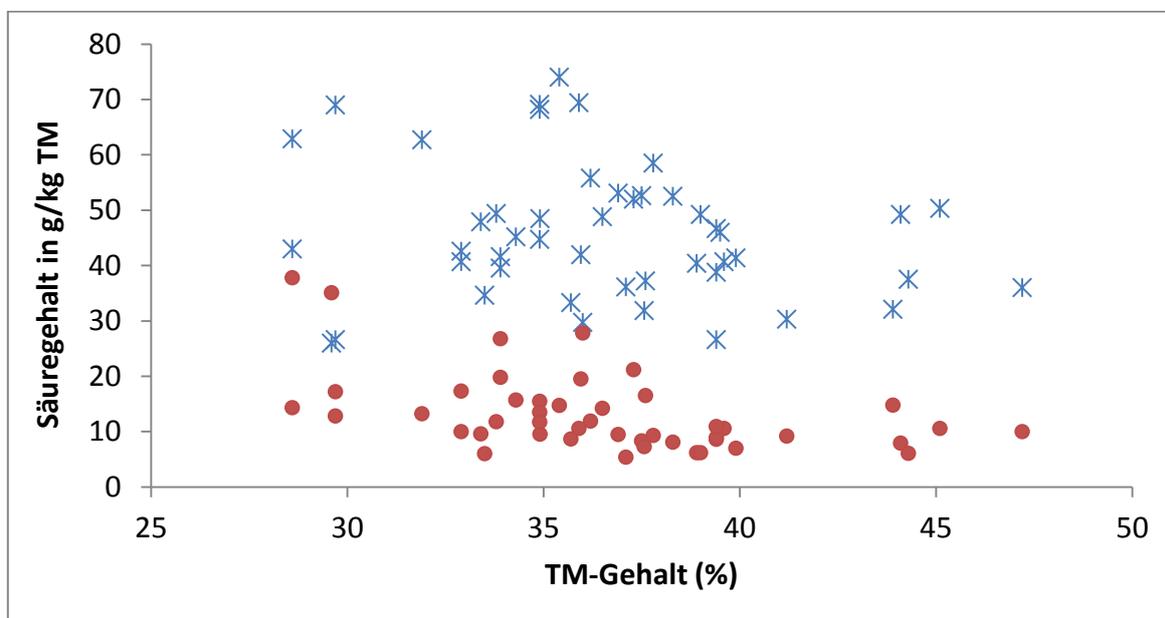


Abb. 31: Konzentrationen an Milch- (blaue Kreuze) und Essigsäure (rote Punkte) in Maissilagen in Abhängigkeit zum TM-Gehalt

Beim Vergleich der Ergebnisse mit jenen von Richter et al. (2009) [10] fällt auf, dass in der vorliegenden Untersuchung die mittleren Milchsäuregehalte um 10 g/kg niedriger liegen, die mittleren Essigsäuregehalte dagegen nahezu identisch sind. Betrachtet man die Ergebnisse der Untersuchungen des LKV-Labors Grub aus den vergangenen Jahren, liegt jedoch ein deutlicher Jahreseffekt vor.

### Temperaturmessung – Nacherwärmungsgeschehen

Betrachtet man die beim Silocontrolling gemessenen Temperaturen im Silostock fällt zunächst auf, dass die Temperaturen in 40 cm Tiefe von der Außentemperatur beeinflusst wurden (Tab. 16). So waren die Messwerte für Luzernesilagen gegenüber Gras- oder Maissilagen erniedrigt, was auf die deutlich geringeren Außentemperaturen zum Zeitpunkt des Silocontrollings zurückzuführen ist. Weiterhin zeigt sich, dass die oberen Bereiche im Silostock anfälliger für ein Nacherwärmungsgeschehen (Richter et al., 2009) [10] sind als die unteren, Nacherwärmung bei den untersuchten Silagen insgesamt jedoch nur selten anzutreffen war. Die Mediane der Messwerte in den oberen und unteren Bereichen des Silos unterscheiden sich daher nur geringfügig.

Tab. 16: Temperatur-Messwerte (°C) unterschiedlicher Silagearten im oberen und unteren Bereich des Silostocks bei 40 cm Messtiefe und Außentemperatur (Umgebung)

Silagearten	n	Umgebung	Median (Min.-Max.)	
			Oben	Unten
Gras	87	13,0 (-6,3-29,4)	14,6 ( 0,0-36,9)	14,3 (2,9-27,7)
Luzerne	9	6,8 ( 5,3-21,5)	10,6 ( 2,7-22,6)	12,2 (5,3-23,3)
Mais	51	14,6 (-5,3-28,6)	17,0 (-0,8-36,4)	15,4 (3,3-27,7)

#### 5.2.4 Zusammenfassende Wertung der Silagen

Die untersuchten Silagen waren meist von guter bis sehr guter Gärqualität. Nur 8 % der Proben wurden mit weniger als 72 Punkten nach dem DLG-Schlüssel 2006 zur Beurteilung von Gärfuttern bewertet. Auch Nacherwärmung konnte bei den durchgeführten Messungen am Siloanschnitt nur selten festgestellt werden. Dieses Ergebnis kann auf die große Sorgfalt bei der Abdekarbeit sowie das hohe Niveau bei der Walzarbeit zurückgeführt werden. Dennoch sind weniger gelungene Silagen unter den untersuchten Proben zu finden. Inwiefern hier ein gezielter Einsatz von Siliermitteln einen positiven Effekt erzielt hätte, kann aufgrund der vorliegenden Daten jedoch nicht beurteilt werden. Besonders hervorzuheben ist der Zusammenhang von Verdichtung, Vorschub und Nacherwärmungsgeschehen, welcher in vorliegender Untersuchung vermutlich die höchsten TM-Verluste zur Folge hatte. Darüber hinaus ist Nacherwärmung auch aus futterhygienischen Gründen unerwünscht (Richter et al., 2009) [10].

## 5.3 Nährstoffmengenfluss beim Grobfutter

### 5.3.1 Grobfutterqualitäten (zur Ernte)

#### Gras und Klee gras

Zur Beurteilung der Grobfutterbasis der Betriebe wurden die erzielten XP- und nXP-Gehalte und die Energiedichten zu den Siliertterminen mit den Ernteerträgen gewichtet. Die so ermittelten XP-, nXP- und Energiegehalte je Jahr geben Auskunft über die Grobfutterqualitäten von dem gesamten Grünland des jeweiligen Betriebes und repräsentieren die Eiweiß- und Energiepotenziale der Grobfutterbasis für die Milchvieh- und Jungviehfütterung (Tab. 17).

Im vierjährigen Mittel lagen die XP-Gehalte je nach Betriebsstandort im Bereich von 160 bis 171 g/kg TM (173 g/kg TM bei Kringell mit Klee gras). Bei Betrachtung der Ergebnisse in den einzelnen Jahren reichten die XP-Gehalte bei einer Schnittintensität von 4-5 Schnitten von 144 bis 188 g XP/kg TM über alle Standorte. Am Standort Almesbach wurden bei drei bis vier Schnitten XP-Gehalte von 155 bis 181 g/kg TM erzielt. Am Betrieb Kringell wurden bei fünf Schnitten mit einem ähnlich hohen Futtermengenanteil an Klee gras XP-Gehalte von 169 bis 190 g/kg TM von 2009-2011 von den Flächen geerntet. Im Jahr 2012 wurden von den Grobfutterflächen in Kringell 158 g XP/kg TM erzielt, was aber im Zusammenhang mit der Änderung in der Schnittintensität (vier Schnitte) zu sehen ist. Anhand der Ergebnisse der XP-Gehalte je Jahr sind über den Untersuchungszeitraum mehr Jahreseffekte festzustellen, als dies durch Faktoren wie Standort oder Bewirtschaftung zu erwarten wäre. Vor allem im Jahr 2011 ergaben sich über die Standorte hinweg durch Witterungsbedingungen deutlich geringere mittlere XP-Gehalte. Eine geringe Stickstoffmobilisierung aufgrund von Trockenheit vor dem ersten Schnitt sowie geringeren Rohproteingehalten in den Folgeaufwüchsen aufgrund hoher Masseerträge („Verdünnungseffekt“) können als Ursachen in diesem Jahr angesehen werden.

Ein Vergleich der XP-Gehalte an den LVFZ in dem Untersuchungszeitraum kann anhand der ersten Ergebnisse aus dem „Ertrags- und Nährstoffmonitoring auf bayerischen Grünlandflächen“ erfolgen (Diepolder et al., 2013) [61]. Dabei stimmten die mittleren XP-Gehalte an den LVFZ bei den 4-5 Schnittwiesen sehr gut mit dem bayernweiten Monitoringdaten überein. Weitere mögliche Einflussfaktoren auf die Rohproteinhalte sowie zur Ausrichtung der Grünlandbewirtschaftung auf eine optimale Eiweißversorgung werden unter Köhler et al. (2013) [80] diskutiert.

Tab. 17: Mittlere XP-Erträge und mittlere XP-, nXP und NEL-Gehalte (gewichtet nach dem mittleren TM-Ertrag je Schnitt zum Silierttermin) der Betriebe aus den Erntejahren 2009-2012, Qualitätsanalysen von Wiesen gras (teils mit Klee gras) vom Anwelkgut zum Erntetermin

Grobfutter- basis	Betrieb	Ernte- jahr	XP-Ertrag dt XP/ha	XP g/kg TM	nXP g/kg TM	NEL MJ/kg TM
Grünland 4 - 5 Schnitte	Achsel schwang	2009	17	188	138	5,94
		2010	13	163	132	5,79
		2011	10	144	136	6,26
		2012	13	161	139	6,29
	Hübschenried	2009	9	165	133	5,91
		2010	10	157	132	5,89
		2011	9	151	137	6,27
		2012	13	166	139	6,28
	Grub	2009	14	181	136	5,86
		2010	18	188	138	5,94
		2011	15	154	134	6,00
		2012	14	161	135	6,01
	Spitalhof	2009	17	177	138	6,09
		2010	16	166	134	5,94
		2011	16	154	139	6,39
		2012	17	167	143	6,48
Grünland 3 - 4 Schnitte	Almesbach	2009	13	155	126	5,52
		2010	15	181	135	5,83
		2011	16	169	138	6,18
		2012	12	164	140	6,32
Grünland und Klee gras 4-5 Schnitte	Kringell*	2009	16	190	140	6,03
		2010	11	173	135	5,93
		2011	10	169	140	6,26
		2012	14	158	132	5,88
Mittel über die Jahre	Achsel schwang		13	164	136	6,07
	Hübschenried		10	160	135	6,09
	Grub		15	171	136	5,95
	Spitalhof		17	166	139	6,23
	Almesbach		14	167	135	5,96
	Kringell*		13	173	137	6,02

\*Qualitätsanalysen von Grünland und Klee gras (LVFZ Kringell)

Eine weitere wichtige Kennzahl für die Eiweißversorgung in der Milchviehfütterung ist das nutzbare Rohprotein (nXP). Der Orientierungswert für gute Grassilagen liegt bei  $> 135$  g nXP/kg TM für alle Schnitte (DLG, 2011) [11]. Die erzielten mittleren nXP-Gehalte schwankten zwischen den Einzeljahren und Standorten zwischen 132 und 143 g/kg TM (Tab. 17). Zu erkennen ist auch, dass die stärksten Schwankungen durch das Einzeljahr und weniger durch den Standort bewirkt wurden.

Die Orientierungswerte bei den Energiegehalten werden für gute Grassilagen im Bereich von  $\geq 6,4$  MJ NEL/kg TM beim ersten Schnitt bzw.  $\geq 6,1$  MJ NEL/kg TM bei den Folgeschnitten beschrieben (DLG, 2011) [11].

Im vierjährigen Mittel wurden an den fünf Betriebsstandorten Energiegehalte von 5,95 bis 6,23 MJ NEL/kg TM (Tab. 17) erzielt. Bei Betrachtung aller Standorte in den einzelnen Jahren sind mit den Energiegehalten von 5,52 MJ NEL/kg TM bis 6,48 MJ NEL/kg TM die deutlichsten Schwankungen wieder zwischen den Jahren zu erkennen. Weiter ist zu vermerken, dass insgesamt die Energiegehalte in den Jahren 2011 und 2012 an allen Standorten deutlich zugenommen haben. Eine Ausnahme dazu war in Kringell 2012 zu verzeichnen, da hier eine gezielte Änderung der Schnittintensität eine andere Entwicklung in den Energiegehalten bei den Wiesen und dem Klee gras verursachte. Für die verbesserten Energiegehalte waren auch die hohen Zuckergehalte beim Gras aufgrund von begünstigenden Witterungsbedingungen im Jahr 2011 mit verantwortlich. Ferner zeigen die Ergebnisse der Futterwerte aus den LKV-Laboranalysen, dass sich die XP-, nXP- und Energie-Gehalte bei den Analysen vom „Gras zum Silieren“ in diesen Jahr in der gleichen Tendenz entwickelt haben (LfL, 2011) [63]. Anhand der LKV-Daten wurden bei den Grassilagen im Jahr 2012 deutlich höhere XP-Gehalte erreicht als im Vergleich zum Vorjahr. Mit den verbesserten Grobfutterqualitäten erzielten die Betriebe durchaus Einsparungen an Kraftfuttermitteln in der Milchviehfütterung (siehe Kapitel 5.5.2).

Anhand der Orientierungswerte für gute Grassilagen, für die Parameter XP, nXP und NEL zusammen betrachtet, erfüllen nur knapp 30 % der Grassilagen aus dem Untersuchungszeitraum (Tab. 17) die Qualitätsanforderungen. Um hohe Grobfutterleistungen in der Milchviehfütterung zu gewährleisten, sind bei den Betrieben zum Teil höhere Qualitäten und da vor allem in den Energiegehalten anzustreben. Wichtig ist dafür, neben der Einhaltung des richtigen Schnittzeitpunkts, bereits die Bewirtschaftung des Grünlands auf eine optimale Bestandeszusammensetzung auszurichten und ggf. bestimmte Pflegemaßnahmen durchzuführen. Weitere Ausführungen dazu sind unter Köhler et al. (2013) [80] einzusehen.

### **Silomais**

In Bezug auf die Futterqualitäten beim Silomais ist der Energie-Gehalt die entscheidende Größe in der Milchviehfütterung. Insgesamt schwankten beim Silomais die Futterqualitäten nicht so stark. Jedoch sind zwischen den Jahren unterschiedliche Energiedichten im Mittel der vier Standorte erreicht worden (Tab. 18). In den Jahren 2008-2010 wurden beim Silomais an fast allen Betrieben eher niedrigere Energie-Gehalte erzielt. Dagegen waren 2011 und 2012 ausgesprochene gute Silomaisjahre; und dies sowohl im Ertrag als auch in den erzielten Energiegehalten. Im Mittel lieferte der Silomais im Jahr 2011 6,89 MJ NEL/kg TM bis 6,98 MJ NEL/kg TM und im Jahr 2012 6,67 MJ NEL/kg TM bis 7,01 MJ NEL/kg TM. Die XP- und nXP-Gehalte beim Silomais unterscheiden sich in den einzelnen Jahren und Standorten nur geringfügig und lagen zwischen 64 und 81 g/kg TM beim XP und zwischen 126 und 137 g/kg TM beim nXP.

Tab. 18: Mittlere XP-, nXP- und Energiegehalte beim Silomais der Betriebe aus den Erntejahren 2008-2012

Betrieb	Ernte-	Proben	XP	nXP	NEL
	jahr				
Achselchwang	2008	4	73	128	6,42
	2009	12	65	126	6,45
	2010	14	75	127	6,34
	2011	15	65	133	6,98
	2012	16	64	132	6,89
	5-jähriges Mittel			68	129
Almesbach	2008	9	76	131	6,59
	2009	12	77	136	6,96
	2010	10	80	130	6,43
	2011	13	69	134	6,96
	2012	3	77	137	7,01
	5-jähriges Mittel			76	134
Grub	2008	4	66	129	6,68
	2009	9	72	132	6,74
	2010	20	81	137	6,94
	2011	12	72	134	6,89
	2012	2	66	129	6,67
	5-jähriges Mittel			71	132
Kringell	2008	3	68	126	6,41
	2009	6	66	130	6,72
	2010	6	79	128	6,33
	2011	9	64	133	6,95
	2012	2	66	132	6,85
	5-jähriges Mittel			68	130

#### 5.4 Verluste vom „Feld bis zum Trog“

Die Vermeidung von Verlusten vom „Feld bis zum Trog“ in Form von Masse und Nährstoffen ist der wesentliche Ansatz eine effiziente Futterwirtschaft umzusetzen. Die Untersuchungen nach Zimmer (1980) [8] zeigen nach wie vor die möglichen Höhen an Verlusten bei Silagen auf, die auch einen Hinweis auf die möglichen Schwachstellen „vom Feld bis zum Trog“ geben (Tab. 19). Schlussendlich ist für den Landwirt das Ergebnis guter Silagequalitäten am Trog über den gesamten Futterbestand entscheidend. Eine Erhebung von Masseverlusten auf Siloebene unter Praxisbedingungen wurde im Projekt umgesetzt (siehe Kapitel 5.4.2). So konnten Masseverluste bei den Silagen auf Siloebene festgestellt werden (Köhler et. al., 2012; Köhler et al., 2013) [28]; [68].

Tab. 19: Mögliche Verluste an Nettoenergie bei der Silierung (nach Zimmer, 1980) [8]

Ursache	Bewertung	Verlust (%)
Feldverluste*	verfahrensabhängig	1 - 5
Restatmung	unvermeidbar	1 - 2
Vergärung	unvermeidbar	4 - 10
Gärsaft	verfahrensabhängig	0 - 7
Fehlgärungen	vermeidbar	0 - 10
Aerober Verderb	vermeidbar	0 - 10
Nacherwärmung	vermeidbar	0 - 10

\*bei der Ernte

#### 5.4.1 Feldverluste

Die Höhe an Feldverlusten ist sehr stark abhängig vom Pflanzenbestand, Technikeinsatz und den Witterungsbedingungen. Eine Übersicht zu den Verlusten in der Futter- und Substratwirtschaft verdeutlicht, dass die TM-Verluste zum Teil sehr hoch sein können (Demmel et al., 2010) [7]. Die Erfassung des Bruttoertrags vom Grünland bei den Silageernten wurde anhand der Auswahl repräsentativer Flächen vom Grünland der Betriebe (5 Schläge je Betrieb), die mittels Schnittproben kurz vor der Mahd beerntet wurden, durchgeführt (siehe Kapitel 4.4.3). Die Auswertungen zu der Ertragsermittlung mittels manueller Schnittproben zeigten, dass diese Methodik Aussagen zur Ertragsermittlung ermöglichte (siehe Kapitel 5.7) (Köhler et al., 2012) [29]. Diese Methodik war jedoch für eine Ableitung von Feldverlusten nicht geeignet, da sie keine Quantifizierung von Masseverlusten zuließ.

In der Gesamtanalyse war die Erfassung aller Grobfutterflächen zur Abbildung der Nährstoffflüsse auf Betriebsebene die entscheidende Zielgröße. Ebenso sind für die Erstellung von Nährstoffbilanzen die entzogenen Masse- und Nährstoffmengen von der Fläche bedeutend. Die Erhebungen der Erträge an der Fuhrwerkswaage stellen den entscheidenden Ausgangspunkt für die Betrachtungen „Silo-Stall“ und damit für die Quantifizierung von Masse- und Nährstoffverlusten der eingefahrenen Ertrags- und Nährstoffmengen dar.

#### 5.4.2 Silierverluste

Für die Auswertung von Silierverlusten wurde nach dem beschriebenen Messprinzip vorgegangen (Abb. 9). Die Mengenerfassung der Silagen auf Siloebene wurde entsprechend bei der Ernte und zur Entnahme über den Zeitraum der Verfütterung mittels der Wiegung am FMW dokumentiert. Eine entsprechende TM-Beprobung wurde begleitend durchgeführt (4.4.5). Weitere Überprüfungen zu den Silageentnahmen auf Fehltage oder Verkäufen von Silagen bzw. die genaue Abgrenzung zwischen den Silos fanden statt. Nach dieser Überprüfung wurden von den Betrieben Achselschwang, Grub und Kringell insgesamt 48 Silos mit 26 Grassilagen, 18 Maissilagen und 4 Luzernesilagen ausgewertet (Abb. 32). Nach dieser Methodik der Mengenerfassung war das LVFZ Almesbach, aufgrund des

„sandwich-Verfahrens bei den Silagen, sowie der Betrieb Spitalhof, Erfassung mittels Blockschneider, nicht in dieser Auswertung mit einbezogen. Die Ergebnisse wurden bei der Internationalen Silagetagung in Hämeenlinna in Finnland 2012 präsentiert und 2013 in einer redigierten Zeitschrift veröffentlicht (Köhler et al. 2012) [28] sowie (Abb. A-4), (Köhler et al., 2013) [68].

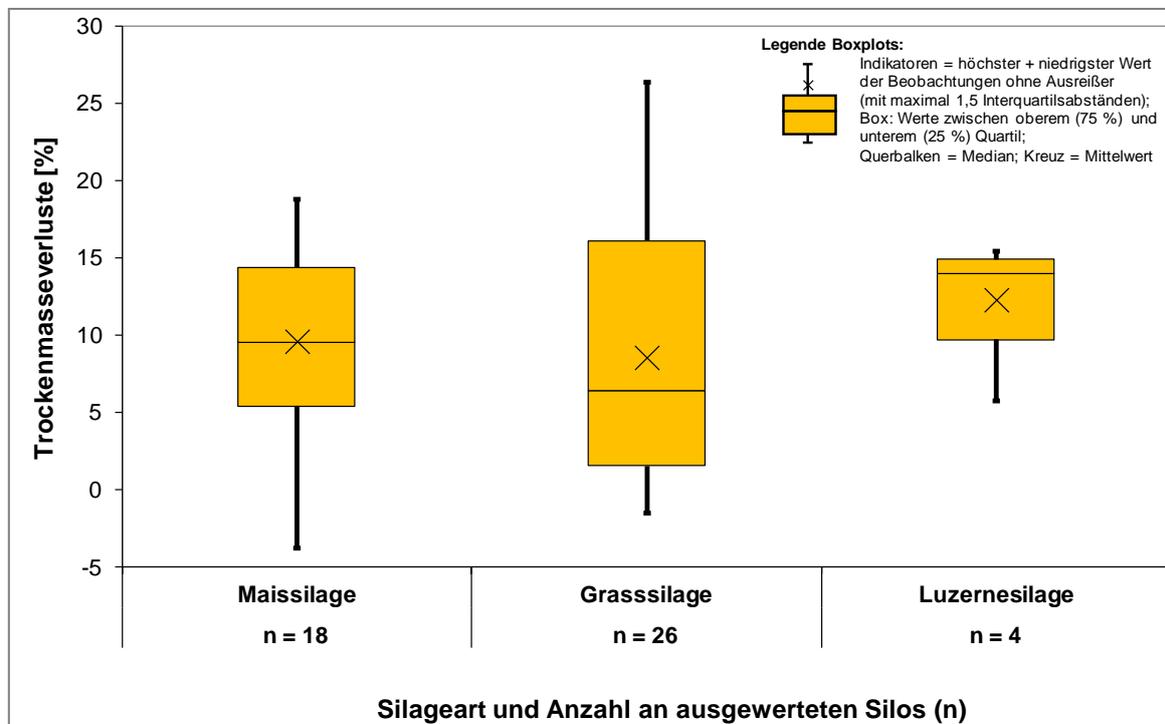


Abb. 32: TM-Verluste in Mais-, Gras- und Luzernesilagen der beteiligten Betrieben nach der „allin:allout“-Methode; Köhler et al. (2013) [68]

Die Beschreibung des Ausgangsmaterials sowie die Ergebnisse zu den Verlusten und Zusammenhänge zum Silagemanagement sind aus den Beiträgen ersichtlich. Für Gras- und Maissilagen ergeben sich die gleichen mittleren Verlusthöhen von 10 % der TM, obwohl bei Maissilagen geringere Verluste auf Grund der besseren Vergärbarkeit zu erwarten sind. Zu erklären ist dies mit einer verstärkten Nacherwärmung bei Maissilagen.

Für die Beratung wurde aus den Daten ein „benchmark“ von 8 % TM-Verluste für Gras- und Maissilagen abgeleitet.

Folgende Empfehlungen zur Vermeidung von Siloverlusten werden für die Praxis anhand der Ergebnisse abgeleitet:

- auf die Zusammenhänge von Verdichtung, Vorschub und Nacherwärmungsgeschehen verstärkt achten
- Zusammenhänge bereits bei der Planung der Erntekette und der Fütterung einbeziehen
- Anwendung des Verfahrens „Controlling am Silo“ zur Erfassung der Verfahrensabläufe und Aufdeckung von Schwachstellen
- Futtermengenerfassung über den Futtermischwagen zur Futterkontrolle im Hinblick auf Siloverluste anwenden

## 5.5 Fütterung und tierische Leistungen

In dem Kapitel Fütterung und tierische Leistungen werden die Ergebnisse aus den Erhebungen der täglichen Daten zu Futtermittelverbrauch, Milchleistung und Tieranzahl der Milchviehherden sowie der Futtermittelverbrauch und die Tieranzahl der Jungviehherden der Betriebe je nach betriebspezifischer Umsetzung dargestellt. Der Zeitraum der Erhebungen bezog sich im Wesentlichen auf die Jahre 2009 bis 2012, wobei die genauen Zeiträume der Datenerhebung zwischen den Betrieben leicht variierten. In der Tab. A-5 sind die einzelnen Futterkomponenten und Rationsanteile der Betriebe aufgeführt. Die Rationen waren betriebsindividuell gestaltet, d. h. je nach Futtergrundlage und betrieblicher Schwerpunktsetzung. In den folgenden Unterkapiteln wird auf die sehr komplexe Datenauswertung zu den Futtermittelverbräuchen in den einzelnen Betrieben eingegangen.

Zur Einordnung der ermittelten Werte in der Rohproteinversorgung sind die im Rahmen der Ableitung der Nährstoffausscheidungen angesetzten Rohproteinaufnahmen in Tab. 20 aufgeführt. Hierbei wird deutlich, dass bei einer grobfutterbasierten Milchviehfütterung mit steigendem Leistungsniveau die Anforderungen an die Proteinversorgung in Menge und Qualität ansteigt. Der steigende Rohproteinbedarf wird verstärkt durch anderweitige Eiweißträger abgedeckt. Hier gilt es mit entsprechenden Qualitäten und Mengen eine optimale Eiweißversorgung aus dem Grobfutter zu gewährleisten. Dafür muss weiterführend mit den entsprechenden Bewertungsgrößen nXP und RNB in den Rationen gearbeitet werden.

Tab. 20: Energie- und Rohproteinaufwand in der Milchviehhaltung in Anlehnung an DLG (2005) [15]; Angaben je Kuh und Jahr

Milch, kg	6.000		8.000		10.000	
Futterbasis	Gras	Mais	Gras	Mais	Gras	Mais
NEL, MJ	36.000		43.000		50.000	
<b>Rohprotein, kg</b>						
Grobfutter	623	519	647	563	664	611
Getreide etc.	136	108	168	144	214	182
Eiweißträger	140	208	224	282	340	388
<b>gesamt</b>	<b>899</b>	<b>835</b>	<b>1.039</b>	<b>989</b>	<b>1.218</b>	<b>1.181</b>

Anhand der aktuellen Rationen der laktierenden Kühe an den LVFZ Achselschwang, Almesbach, Kringell, dem Versuchsbetrieb Grub und dem Spitalhof wurde zum Vergleich eine Auswertung der Rohproteinversorgung zum Stand 2011 vorgenommen (Tab. 21).

Das mittlere Leistungsniveau liegt bei etwa 9.000 kg Milch je Kuh und Jahr, so dass die Relationen aus Tab. 20 für die 10.000 kg Milch zum Vergleich herangezogen werden können. Erklärbar durch die unterschiedliche Grobfutterbasis der jeweiligen Betriebe zeigt sich ein Grobfutteranteil von 41 % bis 61 % in der Rohproteinversorgung. Der Spitalhof mit seiner grünlandbasierten Fütterung erzielte den zu erwartenden höchsten Anteil. Eine Steigerung ist auch bei der Grobfutterbasis der anderen Betriebe durch eine verbesserte Grobfutterqualität und eine Vermeidung von Verlusten möglich. In den Milchviehrationen

der LVFZ zum Zeitpunkt 2011 schwankte der Einsatz von Eiweißfuttermitteln (Sojaextraktionsschrot) aus Import zwischen 6 und 26 %. Je nach Futterbasis und Ausgestaltung der Milchviehrationen waren hier deutliche Unterschiede zu erkennen. Zu Beginn 2012 wurde der Einsatz von Sojaextraktionsschrot an den LVFZ weitgehend eingestellt und überwiegend auf Rapsextraktionsschrot umgestellt.

Anhand der Futtermengenerfassung an den LVFZ konnte die Rohproteinbereitstellung aus dem wirtschaftseigenem Grobfutter genau erfasst und die Veränderungen über die Jahre festgestellt werden. Die Futtermengenverwertung sowie die Rohproteinversorgung aus dem Grobfutter wird unter Punkt 5.5.2 beispielhaft an den Betrieben Achselchwang und Almesbach weiter ausgewertet.

Tab. 21: Herkunft der Rohproteinversorgung des Milchviehs an den LVFZ, Versuchsbetrieb Grub und Betrieb Spitalhof, abgeleitet aus den Rationen (Stand 2011)

<b>Rohprotein- aufnahme</b>	<b>LVFZ Achsel- schwang</b>	<b>LVFZ Almes- bach</b>	<b>Versuchs- betrieb Grub</b>	<b>LVFZ Kringell</b>	<b>Betrieb Spital- hof</b>
<b>aus</b>			<b>%</b>		
Grobfutter	41	48	46	54	61
Krafftutter	59	52	54	38	31
Saftfutter	-	-	-	8	8
Summe			100		

### 5.5.1 Milchleistungen

Die Milchleistungen der Betriebe wurden anhand der „LKV-Daten“ aus der Milchleistungsprüfung ermittelt und auf Jahresbasis nach ECM ausgewertet (Abb. 33). Im Vergleich zu den täglich ermittelten Daten aus der Milchmengenmessung (Tab. 24) zeigen sich für die Betriebe Achselchwang und Almesbach nach der Milchleistungsprüfung höhere Milchleistungen im Betriebsdurchschnitt, die in dem Berechnungsverfahren begründet sind. Die Berechnung der Leistungskennzahl Futtereffizienz wurde auf Basis der in der Tab. 24 aufgeführten Milchmenge über ein Jahr berechnet (einschließlich Trockenstehtzeit). Am LVFZ Kringell sind 2012 die Milchleistungen aufgrund einer gezielten Rationsumstellung für die Milchviehherde zurückgegangen. Im Vergleich zu den LKV-Daten in Bayern sind die Betriebe als hochleistend einzustufen. Die Milchleistungen im Betriebsdurchschnitt im vierjährigen Mittel des Untersuchungszeitraums lagen im Bereich von 8.500 bis 9.700 kg ECM/Kuh und Jahr.

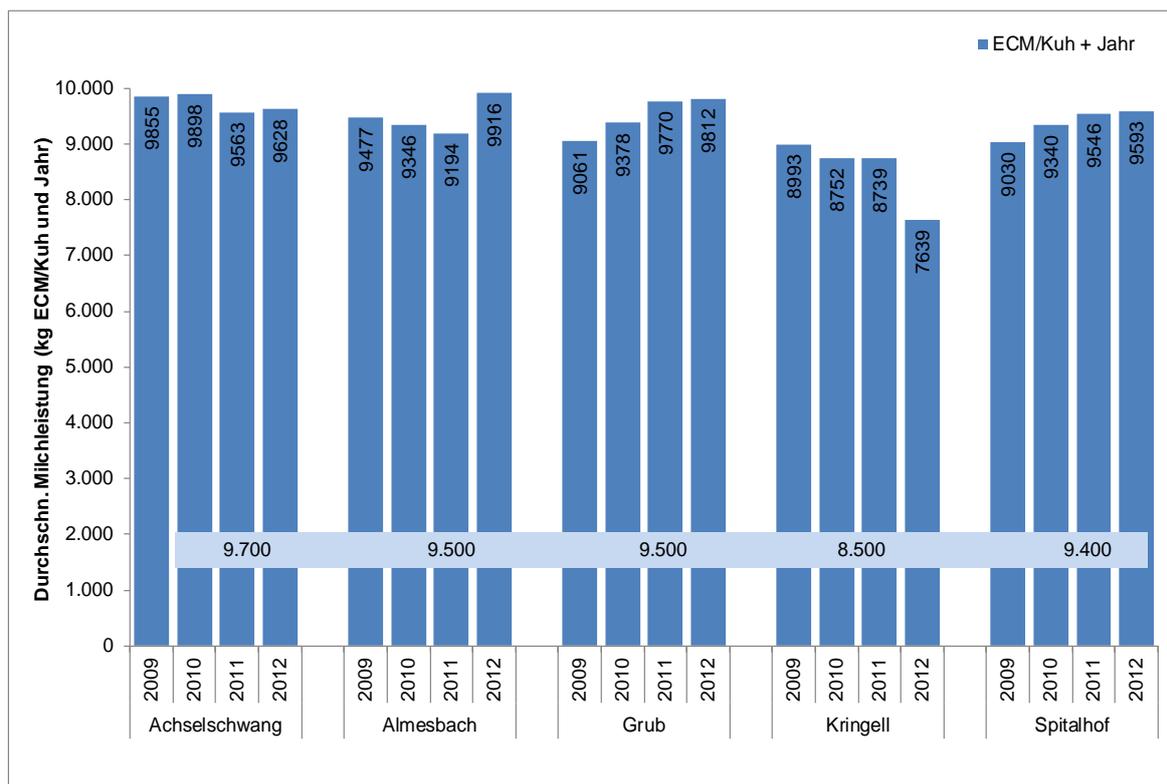


Abb. 33: Durchschnittliche Milchleistungen der Milchviehherden (kg ECM/Kuh und Jahr) von den LVFZ nach den LKV-Daten der Milchleistungsprüfung aus den Jahren 2009-2012 und im vierjährigen Mittel (Querbalken)

### 5.5.2 Futtermengenauswertungen

Die Futtermengenauswertung an den Betrieben erfolgte grundsätzlich anhand der Datenaufzeichnung über die „Software“-Programme der Futtermischwägen sowie weiterer betrieblicher Dokumentation (z. B. Futterreste). Am LVFZ Achselschwang, am Versuchsbetrieb in Grub und am LVFZ Kringell wurde das Programm „Futter-R“ genutzt und am LVFZ Almesbach das „feed management“-Programm von Siloking. Der Futtermischwagen am Spitalhof war mit keiner Datenspeicherung ausgestattet.

#### LVFZ Achselschwang

Die Datenerhebung der Futteraufnahmen für die Milchviehherde am Betrieb Achselschwang und für die Jungviehherde am Standort Hübschenried erfolgte entsprechend der Leistungsgruppeneinteilung für die TMR-Fütterung (Tab. A-7). D. h. alle Futterkomponenten der einzelnen Leistungsgruppen wurden über den Futtermischwagen erfasst. Mit dem vorliegenden Fütterungssystem wurde die Datenaufnahme der Futtermengen folgendermaßen strukturiert:

- tägliche Futtermengenerfassung je Tiergruppe und je Futterkomponente
- tägliche Futterreste je Tiergruppe
- tägliche Milchmengen je Tiergruppe
- tägliche Tieranzahl je Tiergruppe

Eine vollständige Datenerhebung wurde am Betrieb Achselschwang vom 1.08.2009 bis 31.08.2012 umgesetzt. Die tägliche Erfassung der Futterreste je Leistungsgruppe wurde vom 1.01.2010 bis 31.08.2012 durchgeführt.

Für die Auswertung der Futtermengen mit den Verknüpfungen der TM- und Analysenwerte, weiteren Mengendokumentationen (Futterreste) sowie die Dokumentation der Grobfuttermengen auf Siloebene wurde eine umfassende Programmierung mit „*Visual Basic*“-Modulen anhand einer aufgebauten Access-Datenbank umgesetzt. Die einzelnen Schritte der „*Access*“-Programmierung für den Betrieb Achselschwang sind im Folgenden beispielhaft dargestellt.

- Aufbau der Rohdaten (Futter-R) (siehe Tab. A-5; A-7)
- Verknüpfung der Rohdaten
- Gewichtskorrekturen (siehe Tab. A-6)
- Verknüpfung der Frischmassen mit entsprechenden TM-Gehalten (wöchentlich)
- Verknüpfung der TM-Mengen mit Analysen (entsprechende Zuordnung oder Ergänzung mit Analyse-Standardwerten für einzelne Futterkomponenten)
- Ergänzungen Fehlzeiten und Besonderheiten bei Mengendaten
- Berechnung der Silage-TM- und Nährstoffmengen entsprechend der Siloöffnungs- und Schließzeiten
- Umrechnung der Milchleistungen auf ECM entsprechend der Milchinhaltsstoffe
- Verknüpfung Tiergruppe, Tieranzahl und Milchleistung mit TM- und Nährstoffmengen (Datei: „*NährstoffeMilchMengen*“)
- Aufsummierung der Futter-TM- und Nährstoffmengen entsprechend der Fütterungszeiträumen nach Einteilung in Grob- und Kraftfutter nach Milchvieh- und Jungviehherde

### **Futtermittelverbräuche der Milchviehherde**

Auf Jahresebene wurden 1.215 t im Jahr 2010 und 1.239 t im Jahr 2011 von der Milchviehherde (2010: 172 Tiere und 2011: 178 Tiere) an TM insgesamt aufgenommen (Tab. 22). Dies entspricht einer TM-Aufnahme von 19,1 bzw. 19,3 kg TM pro Kuh und Tag in den erhobenen Jahren. Von dieser TM-Aufnahme nahm das Grobfutter einen Anteil von 57-58 % der TM-Mengen ein und umfasste damit 703 t bzw. 705 t TM je Jahr an Grobfutter. Anhand der aufsummierten Grobfuttermengen wurde eine mittlere Grobfuttermittelaufnahme von 11,2 bzw. 10,9 kg TM pro Kuh und Tag erzielt (Tab. 24).

Der Anteil Grob- zu Kraftfutter variiert je nach Leistung, Laktationsstand und Energiedichte der Grob- und Kraftfuttermittel (Spiekers et al., 2009) [69]. Zu diskutieren ist nach den Ergebnissen der Kraftfutteranteil, der in den Rationen eingesetzt wird. Orientierungswerte beim Kraftfutter sind bei TMR 35-45 % Kraftfutter für die frischmelkende Gruppe und 20-30 % bei altemelkenden Kühen (DLG, 2001) [62]. In der Berechnung der Kraftfuttermengen ist das Mineralfutter eingeschlossen.

Tab. 22: Jährlicher und nach Futtertagen erfasster Futterverbrauch (kg TM, XP, nXP, NEL und P) der Milchviehherde am LVFZ Achselschwang aus den Jahren 2010 bis 2012

Jahr	Futterverbrauch	Einheit	Futter- Tiere		ECM*	TM- Mengen	XP- Mengen	nXP- Mengen	NEL- Mengen	P- Mengen
			tage	n						
2010	Grobfutter	kg Herde <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>				702.933	65.607	87.466	4.316.075	1.974
	Krafftutter	kg Herde <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>				511.706	121.206	99.841	4.203.981	2.994
	Gesamtfutter	kg Herde <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>	365	172	1.580.157	1.214.640	186.812	187.307	8.520.057	4.968
	Grobfutteranteil	% TM <sup>-1</sup>				<b>58</b>	<b>35</b>	<b>47</b>	<b>51</b>	<b>40</b>
	Krafftutteranteil	% TM <sup>-1</sup>				<b>42</b>	<b>65</b>	<b>53</b>	<b>49</b>	<b>60</b>
2011	Grobfutter	kg Herde <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>				705.380	65.609	87.464	4.307.503	1.830
	Krafftutter	kg Herde <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>				533.339	128.594	102.785	4.261.096	2.873
	Gesamtfutter	kg Herde <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>	365	178	1.614.887	1.238.719	194.203	190.249	8.568.599	4.703
	Grobfutteranteil	% TM <sup>-1</sup>				<b>57</b>	<b>34</b>	<b>46</b>	<b>50</b>	<b>39</b>
	Krafftutteranteil	% TM <sup>-1</sup>				<b>43</b>	<b>66</b>	<b>54</b>	<b>50</b>	<b>61</b>
2012	Grobfutter	kg Herde <sup>-1</sup> Tage <sup>-1</sup>				589.071	62.707	75.624	3.657.720	1.713
	Krafftutter	kg Herde <sup>-1</sup> Tage <sup>-1</sup>				341.312	92.534	69.090	2.703.995	2.238
	Gesamtfutter	kg Herde <sup>-1</sup> Tage <sup>-1</sup>	243	179	1.134.205	930.384	155.240	144.714	6.361.715	3.951
	Grobfutteranteil	% TM <sup>-1</sup>				<b>63</b>	<b>40</b>	<b>52</b>	<b>57</b>	<b>43</b>
	Krafftutteranteil	% TM <sup>-1</sup>				<b>37</b>	<b>60</b>	<b>48</b>	<b>43</b>	<b>57</b>

\*ECM=energiekorrigierte Milch

Insgesamt deckte das Grobfutter die Energieversorgung (Nettoenergie Laktation) der Milchviehherde zu 50 % ab, wobei eine ausreichende Energieversorgung von 8.520 GJ NEL/kg TM im Jahr 2010 und 8.569 GJ NEL/kg TM im Jahr 2011 der Milchviehherde insgesamt entsprechend der Milchleistungen zur Verfügung stand. Die Phosphor(P)-Versorgung wurde zum größten Anteil (~ 60 %) über die Mineralfuttermittelgabe (Zuordnung zum Krafftutteranteil) abgedeckt und entsprach mit 28,9 kg P (2010) und 26,4 kg P (2011) weitgehend den angesetzten P-Empfehlungen zur Versorgung.

Der Krafftutteranteil nahm 42 % bzw. 43 % der TM-Mengen in den Jahren 2010 bzw. 2011 ein. Somit lag der Einsatz an Krafftutter bei rund 30 dt TM pro Kuh und Jahr und kann für die Milchviehherde als hoch eingestuft werden. Die XP-Versorgung wurde nur zu einem Anteil von 34 % im Jahr 2010 und 35 % im Jahr 2011 aus dem Grobfutter abgedeckt. Bei XP-Gehalten von 154 g XP/kg (2010) und 157 g XP/kg (2011) der TMR erzielte man auf Basis einer ausgeglichenen XP-Versorgung in der Ration nur einen relativ geringen XP-Anteil aus dem Grobfutter. Dies ist in erster Linie mit den hohen Maissilageanteilen in den Rationen mit zum Teil über 50 % des Grobfutters (in der TM) zu begründen. Die hohe Energiebereitstellung aus den Maissilagen veränderte wiederum die Anteilsverhältnisse für das in der Milchviehfütterung bedeutende nXP zu Gunsten des Grobfutters mit 46 und 47 % nXP an der Gesamt-TM-Menge.

Eine Veränderung bei den Anteilsverhältnissen zwischen Grob- und Krafftutter war in dem Untersuchungszeitraum für 2012 zu erkennen. Sowohl in der Gesamt TM-Menge (63 %) als auch in der XP- (40 %) und Energieversorgung (57 %) konnte der Anteil beim Grobfutter im Verhältnis zum Krafftutter verbessert werden. Darauf wirkten vermutlich mehrere Faktoren der Futterwirtschaft des Betriebes ein, die sich im Jahr 2012 in der Fütterung bemerkbar machten. Einerseits wurden verbesserte Grobfutterqualitäten bei den Grassilagen erzielt. Diese Tendenz war weitgehend für ganz Bayern bei den Grassilagen

zu verzeichnen, wie die Auswertungen der „LKV-Proben“ zeigen (LfL, 2011c; 2012) [63]; [64]. Ferner wurde in Achselschwang mit dem Bau neuer Kraftfuttersilos und entsprechender Dosiertechnik bei der Zudosierung der Kraftfutterkomponenten eine deutliche Verbesserung der Dosiergenauigkeit erzielt, die im Resultat eine Einsparung an Kraftfuttermitteln erbrachte. Dies wirkt sich auch auf die Rohproteinbereitstellung aus. In 2012 wird der in Tab. 21 aufgeführte Wert von 41 % XP aus Grobfutter wieder erreicht. Dieses Beispiel zeigt auf, dass sich in der Futterwirtschaft durch Verbesserungen an verschiedenen Stellen mit Kontrolle und Steuerung des Mengenflusses direkte Einsparungen an Zukaufsfutter erzielen lassen.

### **Futtermittelverbräuche der Jungviehherde**

Die Futtermittelverbräuche der Jungviehherde wurden getrennt nach der Altersgruppe („JV1“ oder „JV2“) und zusammen („JV1 und 2“) ausgewertet, um den Futter- und Nährstoffmengenverbrauch in der Jungviehaufzucht detailliert und insgesamt darzustellen (Tab. 23). Die benötigten Energie- und Nährstoffdichten unterscheiden sich für beide Gruppen durch die Altersstufen wachstumsbedingt sehr deutlich. Die ermittelte Futtervorlage bei dem Jungvieh entspricht den Futtermittelverbräuchen, da beim Jungvieh in Kontrollerhebungen entweder keine Futterreste oder nur geringe Mengen angefallen sind.

Aus dem Grobfutter wurde die Gruppe „JV1“ mit 70 % der TM-Aufnahme, 50 % des Rohproteins und knapp 70 % der Energie (NEL) versorgt. Zwischen den Jahren waren keine Änderungen in den Futteranteilen zwischen Grob- und Kraftfutter zu erkennen. Im Jahr 2012 trat beim „JV1“ über die erfassten Tage (243 Tage) ein erhöhter Grobfutteranteil mit 72 % der TM-Aufnahme auf. Die TM-Aufnahme beim „JV1“ mit 7 kg TM/Tier und Tag (2010) und 7,3 kg TM/Tier und Tag (2011) lag insgesamt eher hoch (Tab. 24). Bei einer mittleren Zunahme von 800 g/Tier und Tag werden im Alter von 8 Monaten eine Futteraufnahme von 5,3 kg TM/Tier und Tag kalkuliert (DLG, 2008) [65]. Ergebnisse aus Fütterungsversuchen zeigen aber auf, dass die Futteraufnahme bei dieser Altersgruppe teils höher liegen (Ettle et al., 2011) [67]. Dies ist ebenso anhand der Ergebnisse aus Fütterungsversuchen mit schwarzbunten Jungrindern zu sehen (Mahlkow-Nerge und Huuck, 2011) [43].

Die TM- sowie auch XP-Versorgung des „JV 2“ wurde bis auf die Mineralergänzung aus dem Grobfutter umgesetzt. Die TM-Aufnahme beim „JV 2“ lag 2010 bei 10,4 kg TM/Tier und Tag und 2011 bei 9,9 kg TM/Tier und Tag. Diese TM-Aufnahmen entsprechen den kalkulierten Bedarfswerten in der entsprechenden Altersgruppe.

Zur Proteinversorgung ist in der Jungrinderaufzucht das Rohprotein der entscheidende Wert. Die XP-Aufnahme in der Tiergruppe „JV1“ lag in diesem Altersabschnitt bei 429 kg/Tier im Jahr 2010 und 416 kg/Tier im Jahr 2011, bei der Tiergruppe „JV2“ bei 559 kg/Tier im Jahr 2010 und 490 kg/Tier im Jahr 2011. Die XP-Versorgung wurde beim „JV1“ zu 50 % und beim „JV2“ zu 100 % aus dem Grobfutter abgedeckt. Mit XP-Gehalten von 169 g XP/kg TM (2010) und 155 g XP/kg TM (2011) in der Ration beim „JV1“ und 147 g XP/kg TM (2010) und 135 g XP/kg TM (2011) in der Ration beim „JV2“ ist eine Überversorgung mit XP festzustellen. Die Begründung hierfür liegt an den hohen Anteilen an Grasprodukten und der Eiweißergänzung im 1. Lebensjahr.

Die P-Versorgung bei „JV1“ lag bei 30 g/Tier und Tag in den Jahren 2010 und 2011. Beim „JV2“ bei 40 g/Tier und Tag im Jahr 2010 und 37 g/Tier und Tag im Jahr 2011. Auch hier ist eine Überversorgung mit P für die Jungviehherde zu verzeichnen. Eine Anpassung des Mineralfutters in der Menge und Zusammensetzung (P-Gehalte) ist anzuraten.

Tab. 23: Jährlich und nach Futtertagen erfasste Futterverbräuche (kg TM, XP, nXP, NEL und P) der Jungviehherde (JV1 und JV2) des Betriebs Achselschwang (Standort Hübschenried) aus den Jahren 2009-2012

Jahr	Tier- gruppe	Futter- tage	Tiere n	Futtermengen	TM- Mengen	XP- Mengen	nXP- Mengen kg	NEL- Mengen	P- Mengen
2009	JV1	153	65	Grobfutter	34.335	4.117	4.458	206.179	123
				Krafftutter	15.501	4.164	2.724	99.535	104
				<b>Gesamt</b>	<b>49.836</b>	<b>8.281</b>	<b>7.182</b>	<b>305.714</b>	<b>227</b>
				Grobfutteranteil, %	69	50	62	67	54
				Krafftutteranteil, %	31	50	38	33	46
2010	JV1	365	70	Grobfutter	122.347	15.139	15.894	737.522	405
				Krafftutter	54.681	14.693	9.610	351.171	368
				<b>Gesamt</b>	<b>177.028</b>	<b>29.832</b>	<b>25.504</b>	<b>1.088.694</b>	<b>773</b>
				Grobfutteranteil, %	69	51	62	68	52
				Krafftutteranteil, %	31	49	38	32	48
2011	JV1	365	65	Grobfutter	121.050	12.925	15.543	744.139	368
				Krafftutter	52.246	14.018	9.168	335.040	352
				<b>Gesamt</b>	<b>173.296</b>	<b>26.942</b>	<b>24.711</b>	<b>1.079.179</b>	<b>720</b>
				Grobfutteranteil, %	70	48	63	69	51
				Krafftutteranteil, %	30	52	37	31	49
2012	JV1	243	66	Grobfutter	97.316	9.857	12.155	582.529	283
				Krafftutter	37.951	10.181	6.659	243.330	256
				<b>Gesamt</b>	<b>135.267</b>	<b>20.038</b>	<b>18.814</b>	<b>825.860</b>	<b>539</b>
				Grobfutteranteil, %	72	49	65	71	53
				Krafftutteranteil, %	28	51	35	29	47
2009	JV2	153	72	Grobfutter	118.105	15.357	14.805	676.282	445
				Krafftutter	1.089				6
				<b>Gesamt</b>	<b>119.194</b>	<b>15.357</b>	<b>14.805</b>	<b>676.282</b>	<b>451</b>
				Grobfutteranteil, %	99	100	100	100	99
				Krafftutteranteil, %	1				1
2010	JV2	365	64	Grobfutter	241.191	35.883	31.095	1.374.749	922
				Krafftutter	2.196				12
				<b>Gesamt</b>	<b>243.388</b>	<b>35.883</b>	<b>31.095</b>	<b>1.374.749</b>	<b>933</b>
				Grobfutteranteil, %	99	100	100	100	99
				Krafftutteranteil, %	1				1
2011	JV2	365	87	Grobfutter	310.797	42.535	41.152	1.901.400	1.171
				Krafftutter	3.321				17
				<b>Gesamt</b>	<b>314.118</b>	<b>42.535</b>	<b>41.152</b>	<b>1.901.400</b>	<b>1.188</b>
				Grobfutteranteil, %	99	100	100	100	99
				Krafftutteranteil, %	1				1
2012	JV2	243	85	Grobfutter	188.840	23.533	23.914	1.116.313	621
				Krafftutter	2.196				12
				<b>Gesamt</b>	<b>191.036</b>	<b>23.533</b>	<b>23.914</b>	<b>1.116.313</b>	<b>633</b>
				Grobfutteranteil, %	99	100	100	100	98
				Krafftutteranteil, %	1				2
2010	JV1+2	365	152	Grobfutter	363.538	51.022	46.989	2.112.271	1.326
				Krafftutter	56.877	14.693	9.610	351.171	380
				<b>Gesamt</b>	<b>420.416</b>	<b>65.715</b>	<b>56.599</b>	<b>2.463.443</b>	<b>1.706</b>
				Grobfutteranteil, %	86	78	83	86	78
				Krafftutteranteil, %	14	22	17	14	22
2011	JV1+2	365	136	Grobfutter	363.625	51.100	47.072	2.112.357	1.404
				Krafftutter	56.891	14.715	9.627	351.186	402
				<b>Gesamt</b>	<b>420.416</b>	<b>65.715</b>	<b>56.599</b>	<b>2.463.443</b>	<b>1.706</b>
				Grobfutteranteil, %	86	78	83	86	82
				Krafftutteranteil, %	14	22	17	14	24

In der Gesamtbetrachtung der Jungviehaufzucht über alle Altersgruppen wurde über das Grobfutter 86 % der TM-Aufnahme abgedeckt. Die XP-Versorgung wurde dabei zu 78 % aus dem Grobfutter realisiert. Insgesamt zeigen die Daten der Jungviehaufzucht, dass der Anteil an Grobfutter für die Futter- und Nährstoffversorgung hoch ist.

Bei der Planung der Grobfutterwirtschaft eines Milchbetriebes sollte die Jungviehaufzucht mit den entsprechenden Bedarfswerten Berücksichtigung finden. Die hohe Abdeckung des Futterbedarfs aus dem Grobfutter sollte in Übereinstimmung mit den Versorgungsempfehlungen zu XP und auch den Mineralstoffen stehen. Ansätze hierzu können in einer differenzierten Grünlandbewirtschaftung verfolgt werden, wenn die Organisation der Futterwirtschaft dies für den Betrieb umsetzen lässt.

### **Grobfutterleistung der Milchviehherde**

Anhand der Auswertungen der Energiemengen (NEL), die aus dem Grobfutter geliefert wurden, kann nach Abzug des Erhaltungsbedarfs an Energie die Grobfutterleistung der Milchviehherde berechnet werden. Beim Energiebedarf wurde mit 3,3 MJ NEL je kg Milch (Fettgehalt 4,0 %) gerechnet. Aufgrund der unterschiedlichen Energiebereitstellung aus dem Grobfutter wurde im Jahr 2010 eine Grobfutterleistung von 2.510 kg ECM/Kuh und Jahr und 2011 von 2.240 kg ECM/Kuh und Jahr erzielt. Wird die Grobfutterleistung, wie in der Betriebszweigauswertung (BZA) üblich, durch Abzug der vom Kraftfutter nach Energie abgedeckten Milchleistung kalkuliert (Spiekers et al., 2009) [69], so reduziert sich die berechnete Grobfutterleistung auf 1.780 bzw. 1820 kg ECM je Kuh und Jahr für die Jahre 2010 bzw. 2011 (Tab. 24).

In den Betriebszweigauswertungen „Milch Bayern“ werden die Zusammenhänge höherer Gewinne der Milchviehbetriebe über die Umsetzung hoher Grobfutterleistungen immer wieder klar herausgestellt. Der für den Zeitraum von 243 Tagen ermittelte Futtermittelverbrauch im Jahr 2012 erbrachte durch die höheren Futteranteile des Grobfutters und den verminderten Kraftfuttereinsatz von 28,6 dt TM (hochgerechnet auf Jahreseinsatz) eine Verbesserung der Grobfutterleistung.

Der Verbrauch an Rohprotein liegt mit 1.086 kg in 2010 und 1.091 kg in 2011 exakt im Bereich der Tab. 20 für Kühe mit 9.000 kg Milch auf Basis „Mais“ angegebenen Werten.

Tab. 24: Leistungsdaten der Milchvieh- und Jungviehherde am LVFZ Achselschwang/  
Hübschenried aus den Jahren 2010 und 2011

Tiergruppen	Leistungskennzahlen	Einheit	2010	2011
Milchvieh	Milchleistung	kg ECM* Kuh <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>	9.187	9.072
	TM-Aufnahme	kg TM Tag <sup>-1</sup>	19,3	19,1
	- aus Grobfutter	kg TM Kuh <sup>-1</sup> Tag <sup>-1</sup>	11,2	10,9
	- aus Kraftfutter	kg TM Kuh <sup>-1</sup> Tag <sup>-1</sup>	8,2	8,2
	XP-Aufnahme	kg XP Kuh <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>	1.086	1.091
	XP i. d. Ration	g XP kg <sup>-1</sup> TM	154	157
	nXP i. d. Ration	g nXP kg <sup>-1</sup> TM	154	154
	Futtermehrfach	kg ECM kg <sup>-1</sup> TM	1,3	1,3
	Kraftfuttermehrfach	dt TM Kuh <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>	30	30
	Kraftfuttermehrfach	g KF kg <sup>-1</sup> ECM	324	330
	Grobfutterleistung <sup>1</sup>	kg ECM Kuh <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>	2.510	2.240
	Grobfutterleistung <sup>2</sup>	kg ECM Kuh <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>	1.780	1.820
Jungvieh 1 <sup>3</sup>	TM-Aufnahme	kg TM Tier <sup>-1</sup> Tag <sup>-1</sup>	7,0	7,3
	Grobfutter-Aufnahme	kg TM Tier <sup>-1</sup> Tag <sup>-1</sup>	4,8	5,1
	XP-Aufnahme	kg XP Tier <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>	429	416
	XP i. d. Ration	g XP kg <sup>-1</sup> TM	169	155
Jungvieh 2 <sup>4</sup>	TM-Aufnahme	kg TM Tier <sup>-1</sup> Tag <sup>-1</sup>	10,4	9,9
	Grobfutter-Aufnahme	kg TM Tier <sup>-1</sup> Tag <sup>-1</sup>	10,3	9,8
	XP-Aufnahme	kg XP Tier <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>	559	490
	XP i. d. Ration	g XP kg <sup>-1</sup> TM	147	135

\*ECM (energiekorrigierte Milch)=kg Milch \* (0,38 \* Fett (%) + 0,21 \* Eiweiß (%) + 1,05)/3,28;

<sup>1</sup>Grobfutterleistung ermittelt aus Energielieferung Grobfutter minus Erhaltungsbedarf, <sup>2</sup>= kraftfutterbereinigte Grobfutterleistung, <sup>3</sup>Altersgruppe von 4 Monaten bis 1 Jahr, <sup>4</sup>Altersgruppe von > einem Jahr bis ca. vier Wochen vor dem Abkalben

### **LVFZ Almesbach**

Die Auswertung der Futtermengen vom LVFZ Almesbach erfolgte - wie für das LVFZ Achselschwang beschrieben - mit einer Access-Programmierung nach dem gleichen Prinzip. Die Futtermengen wurden von der Milchviehherde am Standort Almesbach erhoben, eine Auswertungen der Futterverbräuche vom Jungvieh am Standort Pfrentsch konnte aufgrund fehlender Datenspeicherung nicht umgesetzt werden.

Die aufgewertete Mischration der Milchviehherde deckt 25 kg Milch/Kuh und Tag ab. Die einzel- und leistungsbezogene Kraftfuttergabe erfolgt über den Kraftfutterautomaten mittels Transpondererkennung. Diese Daten wurden bei der „Access“-Programmierung zugerechnet. Weitere Mengen- und Verfahrensdokumentationen (wie Weidetage der Trockensteher, Futterreste sowie Heugaben) erfolgten über eine handschriftliche Dokumentation und wurden ebenso in der Auswertung einbezogen.

### **Futterverbräuche der Milchviehherde**

Über die Jahre haben sich die Gesamt-Futterverbräuche pro Jahr durch die Bestandesaufstockung der Tiere von 105 auf 121 Tiere von 769 t TM (2009) auf 914 t TM (2011) erhöht (Tab. 25). Das Grobfutterangebot wurde auch deshalb um Klee grasflächen erweitert. Bei den TM-Aufnahmen konnte der Grobfutteranteil von 67 auf 70 % gesteigert werden. Somit nahm in diesem Zeitraum die Grobfutteraufnahme von 13,3 auf 14,5 kg TM/Kuh und Jahr zu (Tab. 26). Erzielt wurde dies auch durch die verbesserten Grobfutterqualitäten. Der Kraftfutareinsatz lag 2009 bei 25 dt TM/Kuh und Jahr und konnte 2010 bzw. 2011 auf 22 bzw. 23 dt TM/Kuh und Jahr reduziert werden. Damit ist insgesamt ein relativ niedriger Kraftfutareinsatz erreicht worden bei einer gleichzeitig hohen Grobfutteraufnahme der Milchviehherde. Gegebenenfalls können Fehleinschätzungen der Grobfutteraufnahmen bei den Trockenstehern auf der Weide sowie bei den Heumengen für das Milchvieh aufgetreten sein, da diese zum Teil geschätzt wurden. Jedoch handelt es sich hierbei nicht um große Futteranteile an den Gesamtfuttermengen. Somit ist insgesamt eine hohe Grobfutteraufnahme erzielt worden, die sich direkt durch Einsparungen an Kraftfutter positiv zeigte.

Die Rohproteinversorgung wird zu über 50 % durch das Grobfutter abgedeckt. Auch hier ist mit Zunahme der Grobfutteraufnahme eine deutliche Steigerung des Rohproteinanteils aus dem Grobfutter von 48 bis zu 56 % in den Jahren 2009 bis 2011 zu verzeichnen. Dies ist durch die verbesserten Grobfutterqualitäten, evtl. auch durch den Klee grasanteil im Grobfutter zu erklären. Die Rohproteinaufnahme schwankte in den Jahren zwischen 1.073 bis 1.153 kg pro Kuh und Jahr. Die Rohproteinaufnahme entspricht auch hier weitgehend den Werten der DLG bei einem Leistungsniveau von 9.000 kg bei einer Futterbasis von Gras und Mais (Tab. 20). Die nXP-Aufnahmen über das Grobfutter liegen mit den hohen Maisanteilen in der Ration (rund 50 % der Grobfutteraufnahme) etwas höher als die Rohproteinversorgung und liefern Anteile bis zu 65 % des nXP. Somit werden aus dem Grobfutter 1,7 bzw. 1,9 kg nXP/Kuh und Tag der Milchviehherde zur Verfügung gestellt. Die in den Jahren gelieferten Energiemengen werden zu 61 bis 67 % aus dem Grobfutter bereitgestellt. Die P-Mengen aus den Futteraufnahmen liegen mit 30,6 kg P/Kuh im Jahr 2009 bzw. 2011 mit 32,8 kg P/Kuh und Jahr über den P-Empfehlungen zur Versorgung der Milchkühe. Da zu über 50 % die P-Versorgung über das Kraft- und Mineralfutter abgedeckt wurde, können Einsparungen über eine angepasste Mineralfuttergabe vorgenommen werden (Tab. 25).

Tab. 25: Jährlicher und nach Futtertagen erfasster Futterverbrauch (kg TM, XP, nXP, NEL und P) der Milchviehherde am LVFZ Almesbach aus den Jahren 2009 bis 2012

Jahr	Futterverbrauch	Einheit	Futter-	Tiere	ECM*	TM-	XP-	nXP-	NEL-	P-
			tage	n		kg	Mengen	Mengen	Mengen	Mengen
			n		kg	kg	kg	GJ	kg	
2009	Grobfutter	kg Herde <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>				511.552	58.142	66.578	3.145	1.592
	Kraffutter	kg Herde <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>				257.671	62.885	48.759	1.976	1.624
	Gesamtfutter	kg Herde <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>	365	105	915.438	769.223	121.027	115.337	5.122	3.216
	Grobfutteranteil	% TM <sup>-1</sup>				<b>67</b>	<b>48</b>	<b>58</b>	<b>61</b>	<b>50</b>
	Kraffutteranteil	% TM <sup>-1</sup>				<b>33</b>	<b>52</b>	<b>42</b>	<b>39</b>	<b>50</b>
2010	Grobfutter	kg Herde <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>				580.209	61.534	75.135	3.589	1.743
	Kraffutter	kg Herde <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>				251.213	61.823	47.879	1.898	1.912
	Gesamtfutter	kg Herde <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>	365	115	978.438	831.422	123.357	123.014	5.487	3.655
	Grobfutteranteil	% TM <sup>-1</sup>				<b>70</b>	<b>50</b>	<b>61</b>	<b>65</b>	<b>48</b>
	Kraffutteranteil	% TM <sup>-1</sup>				<b>30</b>	<b>50</b>	<b>39</b>	<b>35</b>	<b>52</b>
2011	Grobfutter	kg Herde <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>				641.485	74.951	84.586	4.015	2.122
	Kraffutter	kg Herde <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>				272.456	60.142	46.129	2.014	1.844
	Gesamtfutter	kg Herde <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>	365	121	1.056.068	913.941	135.093	130.715	6.029	3.966
	Grobfutteranteil	% TM <sup>-1</sup>				<b>70</b>	<b>55</b>	<b>65</b>	<b>67</b>	<b>53</b>
	Kraffutteranteil	% TM <sup>-1</sup>				<b>30</b>	<b>45</b>	<b>35</b>	<b>33</b>	<b>47</b>
2012	Grobfutter	kg Herde <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>				380.703	43.801	50.579	2.404	1.203
	Kraffutter	kg Herde <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>				171.462	39.814	32.037	1.239	1.257
	Gesamtfutter	kg Herde <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>	213*	125	692.043	552.165	83.615	82.616	3.643	2.459
	Grobfutteranteil	% TM <sup>-1</sup>				<b>69</b>	<b>52</b>	<b>61</b>	<b>66</b>	<b>49</b>
	Kraffutteranteil	% TM <sup>-1</sup>				<b>31</b>	<b>48</b>	<b>39</b>	<b>34</b>	<b>51</b>

\* bis 31.07.

## Grobfutterleistung der Milchviehherde

Mit den insgesamt hohen Grobfutteraufnahmen erzielt der Betrieb bereits im Ausgangsjahr 2009 eine gute Grobfutterleistung von 3.981 kg ECM/Kuh und Jahr - berechnet aus der Energielieferung des Grobfutters (Tab. 26). Der Energiebedarf wurde mit 3,3 MJ NEL je kg Milch (Fettgehalt 4,0 %) berechnet. In den darauffolgenden Jahren konnte der Betrieb mit einer weiterhin gesteigerten Grobfutteraufnahme und mit verbesserten Grobfutterqualitäten 2010 bzw. 2011 eine hohe Grobfutterleistung von 4.351 bzw. 4.960 kg ECM/Kuh und Jahr erreichen. Die übliche Berechnungsmethode der „kraftfutterbereinigten“ Grobfutterleistung zeigt dagegen ein geringeres Leistungsniveau von 3.507 bzw. 3.684 kg ECM/Kuh und Jahr in den beiden Jahren 2010 bzw. 2011. Bei der kraftfutterbereinigten Methode wird das Energiepotenzial des Grobfutters nur aus dem fehlenden Bedarf abgeleitet. Dabei wird aber ein etwaiger Luxuskonsum nicht aufgedeckt.

Insgesamt liegt der Betrieb mit dem Kraftfuttereinsatz und dem Grobfutteranteil bereits im Ausgangsjahr 2009 im Rahmen der Empfehlungen. In den weiteren Jahren reduzierte sich der Kraftfuttereinsatz nochmals deutlich und der Anteil Grobfutter erhöhte sich. Ab 2011 wurde die Orientierungsgröße von rund 250 g Kraftfutter je kg Milch fast erreicht. Die Voraussetzungen zur verstärkten Abdeckung des Proteinbedarfs aus dem Grobfutter sind auf Grund des relativ hohen Grobfutteranteils gegeben.

Tab. 26: Leistungsdaten der Milchviehherde am LVFZ Almesbach aus den Jahren 2009 bis 2011

Leistungsdaten	Einheit	2009	2010	2011
			kg	
Futtertage	n	365	365	365
Milchvieh	n	105	115	121
Milchleistung	kg ECM Kuh <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>	<b>8.718</b>	<b>8.508</b>	<b>8.728</b>
TM-Aufnahme	kg TM Tag <sup>-1</sup>	20,1	19,8	20,7
- aus Grobfutter	kg TM Kuh <sup>-1</sup> Tag <sup>-1</sup>	13,3	13,8	14,5
- aus Kraftfutter	kg TM Kuh <sup>-1</sup> Tag <sup>-1</sup>	6,7	6,0	6,2
Kraftfuttereinsatz	dt TM Jahr <sup>-1</sup>	25	22	23
Kraftfuttereinsatz	g KF kg <sup>-1</sup> ECM	281	257	258
XP-Aufnahme	kg XP Kuh <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>	1.153	1.073	1.116
XP-Aufnahme	kg XP Kuh <sup>-1</sup> Tag <sup>-1</sup>	3,2	2,9	3,1
- aus Grobfutter	kg XP Kuh <sup>-1</sup> Tag <sup>-1</sup>	1,5	1,5	1,7
- aus Kraftfutter	kg XP Kuh <sup>-1</sup> Tag <sup>-1</sup>	1,6	1,5	1,4
nXP-Aufnahme	kg XP Kuh <sup>-1</sup> Tag <sup>-1</sup>	3,0	2,9	3,0
- aus Grobfutter	kg XP Kuh <sup>-1</sup> Tag <sup>-1</sup>	1,7	1,8	1,9
- aus Kraftfutter	kg XP Kuh <sup>-1</sup> Tag <sup>-1</sup>	1,3	1,1	1,0
Grobfutterleistung <sup>1</sup>	kg ECM Kuh <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>	3.981	4.351	4.960
Grobfutterleistung <sup>2</sup>	kg ECM Kuh <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>	3.016	3.507	3.684

\* 2012 auf Jahresbezug hochgerechnet, <sup>1</sup>Grobfutterleistung berechnet aus Energielieferung Grobfutter minus Erhaltungsbedarf; <sup>2</sup>kraftfutterbereinigte Grobfutterleistung

### 5.5.3 Zusammenfassende Wertung der Futtermittelverbräuche

Die Mengen- und Qualitätserhebungen zu den Futtermittelverbräuchen liefern sehr wertvolle Informationen, auf deren Basis eine effiziente und leistungsentsprechende Ausgestaltung der Fütterung erfolgen kann. Dabei bietet der Futtermischwagen mit seiner Wiegeeinrichtung und der Datenspeicherung über diverse „Software“-Programme eine praktische Lösung zum Controlling für den Landwirt an.

Anhand der Auswertungen der Futterdaten - beispielhaft an zwei Betrieben dargestellt, die auf einem ähnlich hohem Milchleistungsniveau liegen – ist sehr deutlich zu erkennen, welche Unterschiede bei der Grobfutterleistung sowie im Kraftfuttereinsatz auftreten. Hier liegen Reserven zum effizienten Futtereinsatz. Auf die Bedeutung hoher Grobfutterleistungen wird in ökonomischen Analysen immer wieder hingewiesen (Dorfner, 2012) [81]. In den BZA-Auswertungen „Milch Bayern“ werden in den Futterkosten die größten Reserven zur Kostendegression gesehen.

Am Betrieb Almesbach konnte mit einer hohen Grobfutteraufnahme und einer verbesserten Grobfutterqualität die Grobfutterleistung deutlich gesteigert werden. Dadurch reduzierte sich der Kraftfuttereinsatz merklich und lag in den letzten Jahren auf einem leistungsentsprechenden Niveau von rund 250 g Kraftfutter/kg ECM. Für Erzielung hoher Grobfutteraufnahmen sind aber auch hohe Grobfutterqualitäten erforderlich (Spiekers, 2007) [54]. Dies belegen auch neuere Untersuchungen von Randby et al. (2013) [82] sehr eindrücklich.

Am Betrieb Achselschwang lag das Niveau des Kraftfuttereinsatzes bei rund 320 g Kraftfutter/kg ECM. Im Laufe der Untersuchungsjahre wurde auch hier durch verschiedene Maßnahmen im Futtermanagement Verbesserungen erzielt. Die verbesserten Grobfutterqualitäten ab 2011 sowie eine exakte Zudosierung beim Kraftfutter durch neue Kraftfuttersilos sorgten für eine Reduzierung beim Kraftfuttereinsatz. In wie weit ein effizienter Kraftfuttereinsatz bei dem Fütterungsverfahren einer TMR möglich ist, ist ebenso eine Frage für die zukünftige Organisation der Fütterung in dem Betrieb. Mit den Daten der Futtermengen ist es für den Betrieb möglich, ein Controlling seines Futtereinsatzes vorzunehmen. Dabei kann mit der Erfassung des Grobfutters in Menge und Qualität erst ein effizienter Einsatz erfolgen. Somit kann ein möglicher Luxuskonsum beim Kraftfutter durch optimale Ausnutzung der Grobfutterleistung vermieden werden. Denn ein optimierter Grobfuttereinsatz steht für die unter zunehmenden Kostendruck stehenden Betriebe an erster Stelle. Auch zur Frage einer gesteigerten Rohproteinversorgung aus dem heimischen Grobfutter ist die Kenntnis der Mengen und Qualitäten beim Grobfutter eine Voraussetzung. Darauf aufbauend, können die entsprechenden Optimierungsmaßnahmen vom der Wiese bis zum Trog in Angriff genommen werden. Im Hinblick auf das Protein gilt es die Anteile an Grasprodukten zu erhöhen. Diese Reserven wurden auf Grund der vorliegenden Ergebnisse in Achselschwang inzwischen angegangen.

Weitere technische Entwicklungen mit Hilfe der Sensortechnik werden auch die Möglichkeit einer automatischen TM-Bestimmung am Futtermischwagen in Zukunft ergeben, dass somit eine weiter optimierte Rationszusammenstellung ermöglicht (Twickler et al., 2012) [83].

## 5.6 Ertrags- und Feuchtermittlung (alternative Messtechniken)

### 5.6.1 Onlinemessung (Frisch- und Trockenmasse)

Zur Ermittlung der notwendigen Stichprobengröße für eine ausreichende Genauigkeit bei der Bestimmung des TM-Gehalts auf Fuhrwerksbasis für den Vergleich mit dem Online erfassten TM-Gehalt bei Gras-Anwelkgut wurde beim 2. Schnitt 2009 in Grub ein Exaktversuch durchgeführt. Ziel des Versuchs war es, die Heterogenität des TM-Gehalts von Gras-Anwelkgut innerhalb eines Fuhrwerks zu bestimmen, um daraus auf die notwendige Stichprobengröße für die Referenzmessung zu schließen (Turner et al., 2011) [27]. Ergebnis des Exaktversuchs war eine Standardabweichung von **2,76 %** beim TM-Gehalt für Gras-Anwelkgut vom gesamten Schlag (n=980). Bei einem Konfidenzniveau von **99 %** und einem Konfidenzintervall von **±2 %** bzw. **±1 %** ergibt sich daraus eine notwendige Stichprobengröße von 13 bzw. 51 Stichproben pro Schlag.

Beim Vergleich des Online ermittelten FM-Ertrags mittels Volumenstrommessung beim Feldhäcksler zeigte sich, dass die ermittelten Werte umso exakter mit den tatsächlich geernteten Mengen übereinstimmen, umso häufiger eine Kalibrierung durchgeführt wurde.

Die Abb. 34 zeigt die Ermittlung der FM-Erträge auf Fuhrwerksebene für zwei Hersteller bei der Silomaisernnte. Die Abb. 35 zeigt die Gegenüberstellung der Online via Volumestrommessung ermittelten Erntemengen von verschiedenen Schlägen in Achselschwang, Almesbach und Grub bei der Grassilageernte 2010 mit den an der Fuhrwerkswaage erfassten Erntemengen. Die sehr hohen Bestimmtheitsmaße von über **0,95** zeigen, dass bei ausreichend häufiger Kalibrierung (ein Fuhrwerk in der Erntekette wurde ständig zum Kalibrieren verwendet) eine sehr exakte Ermittlung der FM-Erträge möglich ist.

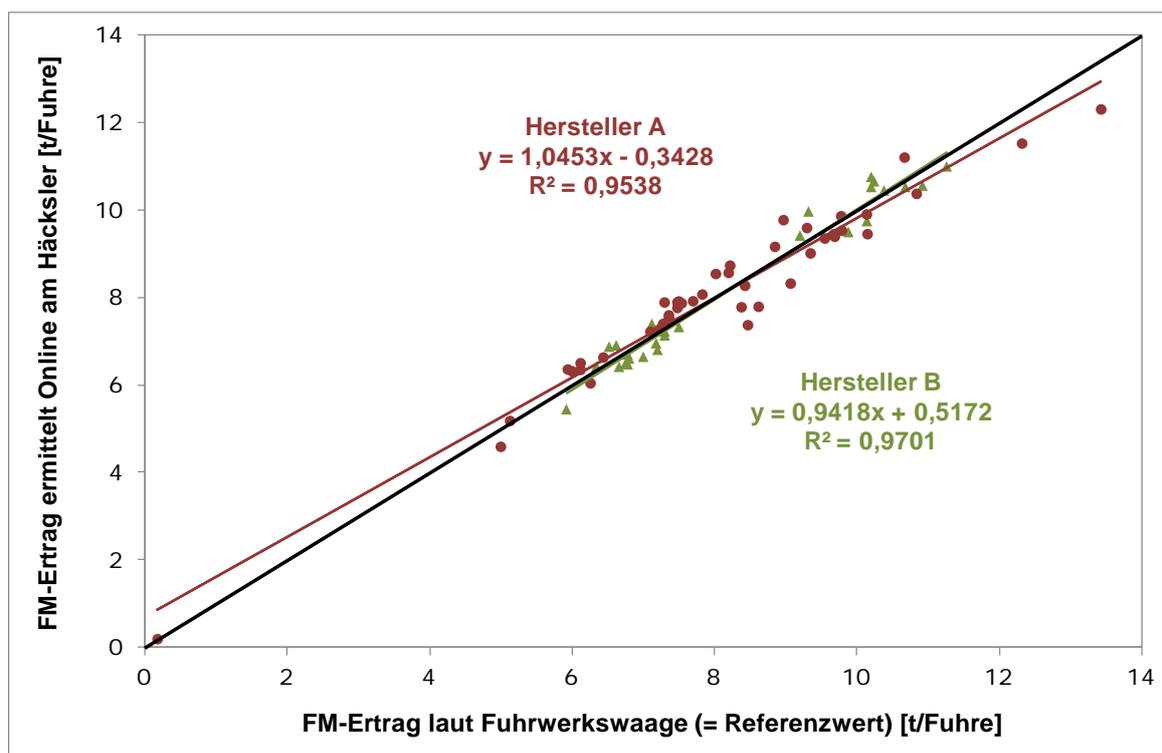


Abb. 34: Vergleich des „Online“ gemessenen FM-Ertrags am Feldhäcksler gegenüber des FM-Ertrags mittels Wiegung an der Fuhrwerkswaage auf Fuhrwerksebene beim Silomais

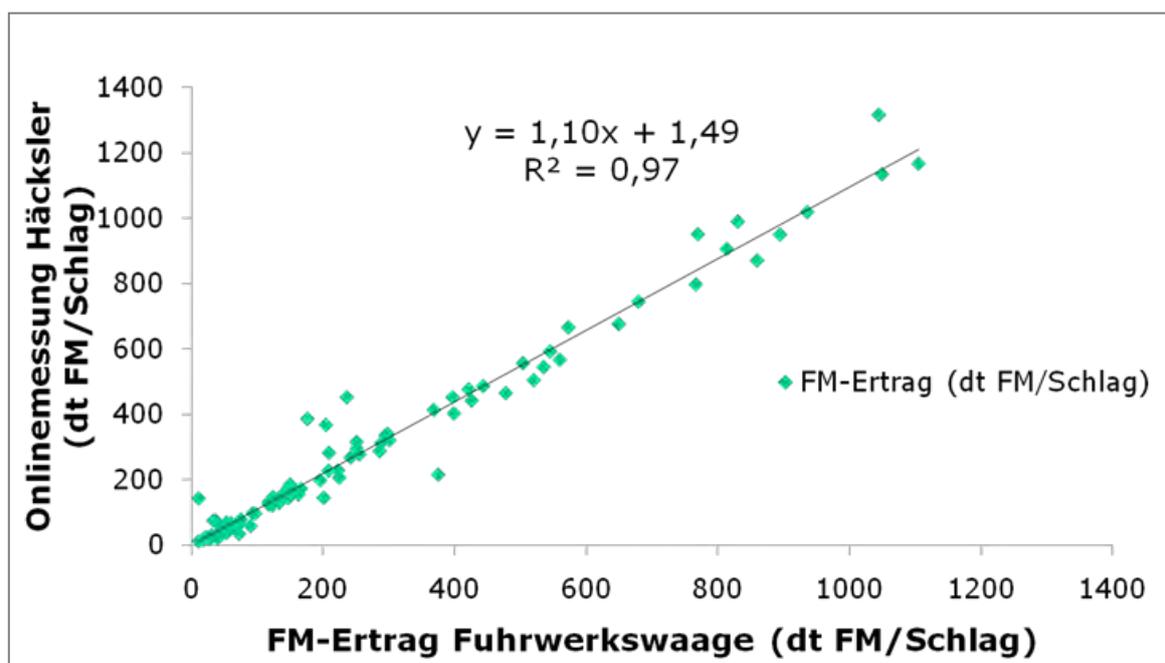


Abb. 35: Vergleich der „Online“ ermittelten FM-Erträge gegenüber den Wiegungen an der Fuhrwerkswaage auf Schlagebene bei Gras-Anwelkgut

Bei der automatischen Erfassung des TM-Gehalts mit NIRS oder dielektrischer Leitfähigkeit hängt die Genauigkeit von mehreren Faktoren ab:

- Häckselgutmenge: Gute Messungen nur bei optimaler Maschinenauslastung (Schwadgröße!)
- Technik: NIRS > Leitfähigkeit > manuelle Probenahme (mit wenig Stichproben)
- Kalibration: Abhängig vom Hersteller und Häckselgut
- Erntegut: Silomais > Luzerne > Klee gras > Grünland
- TM-Gehalt: zu feucht (< 30 %) oder zu trocken (> 40 %) i.d.R. schwierig

Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse zeigen exemplarisch die Unterschiede zwischen den verschiedenen Sensoren, den Kalibrationen bei verschiedenen Herstellern sowie dem Häckselgut. An dieser Stelle sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Messungen aus den Jahren 2010 und 2011 stammen und die aktuell bei den verschiedenen Herstellern verfügbaren Sensoren und Kalibrationen vermutlich höhere Genauigkeiten aufweisen bzw. in der Zwischenzeit noch vorhandene Defizite aus den genannten Jahren beseitigt wurden. Die folgenden Ergebnisse sollen lediglich grundlegende Aspekte bei der Online Feuchtemessung wiedergeben. Abb. 36 zeigt die Ergebnisse für verschiedene Hersteller mit NIRS-Sensoren und Leitfähigkeitsmessung bei Silomais. Dabei zeigt sich, dass die NIRS-Sensoren bei guter Kalibrierung (Hersteller A) sehr hohe Bestimmtheitsmaße erreichen können. Bei noch nicht optimaler Kalibrierung (Hersteller C) oder auch beim Leitfähigkeitssensor (Hersteller B) können dagegen größere Abweichungen vom tatsächlichen TM-Gehalt festgestellt werden.

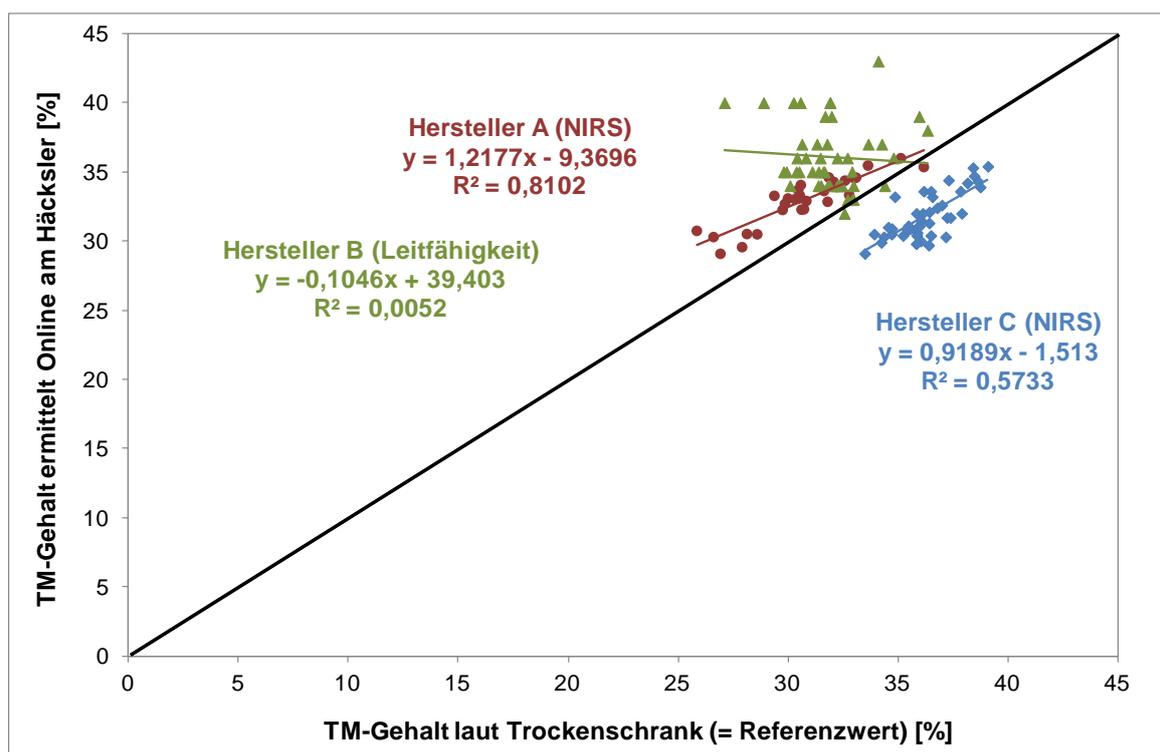


Abb. 36: Messergebnisse von verschiedenen Sensortechniken (NIRS und Leitfähigkeit) zur Ermittlung des TM-Gehalts beim Silomais verschiedener Hersteller

Die folgende Abb. 37 zeigt den Einfluss der herstellereinspezifischen Kalibrierung. So konnte für die moderne Luzernesorte „Sanditi“ eine sehr gute Übereinstimmung zwischen Online gemessenem TM-Gehalt mittels NIRS-Sensor und manuell bestimmten Referenzwert erzielt werden. Bei der älteren Sorte „Franken Neu“ liegt das Bestimmtheitsmaß bei der Messung mittels NIRS-Sensor mit nur **0,15** dagegen in einem sehr niedrigen Bereich. Dies zeigt eindeutig, dass für die Kalibrierung des NIRS-Sensors keine Proben der Sorte „Franken Neu“ verwendet wurden. Ähnlich wie beim Silomais schneidet der NIRS-Sensor besser ab als der Leitfähigkeitssensor. Dieser Unterschied in der Genauigkeit kann insbesondere bei homogenen Erntegütern festgestellt werden.

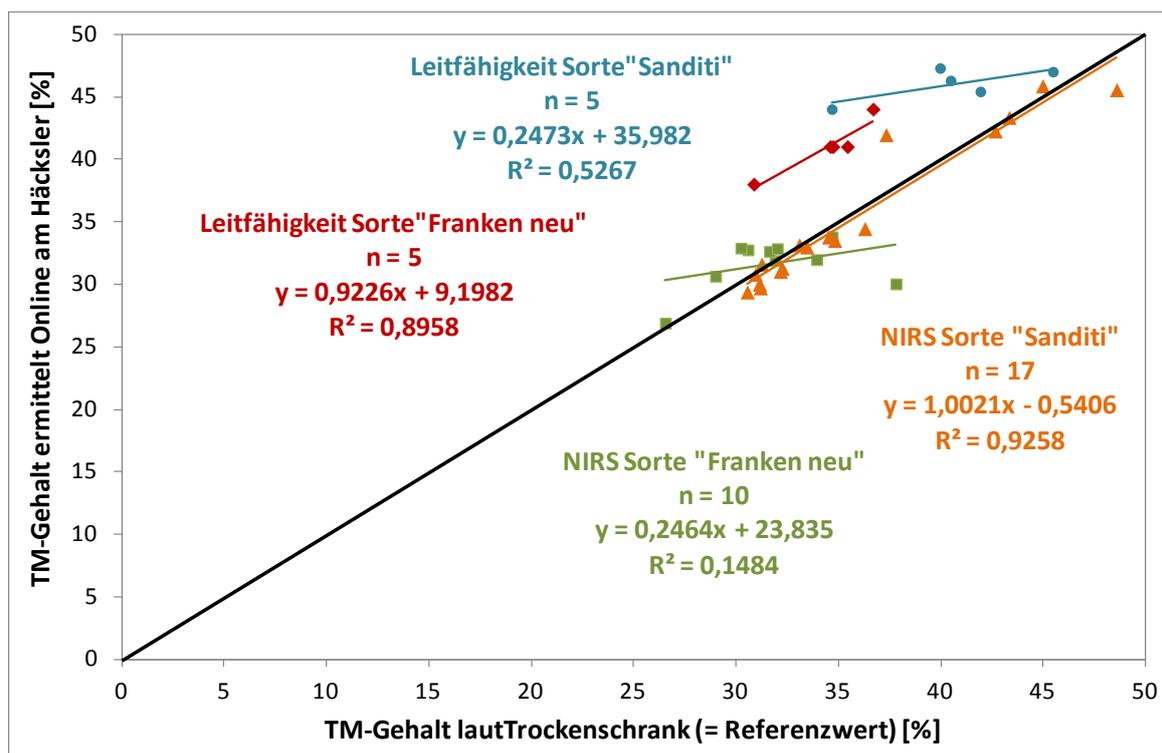


Abb. 37: Messergebnisse verschiedener Sensortechniken (NIRS und Leitfähigkeit) zur Ermittlung des TM-Gehalts bei der Luzerne

Für Gras-Anwelkgut zeigt sich dagegen kein großer Unterschied zwischen dem NIRS-Sensor und dem Leitfähigkeitssensor (Abb. 38). Wie bei Thurner et al. (2011) [27] beschrieben, überschätzten beide Techniken den tatsächlichen TM-Gehalt. Dabei lagen die absoluten Unterschiede zwischen dem TM-Gehalt gemessen mit der Referenzmethode und dem TM-Gehalt gemessen Online am Feldhäcksler für Hersteller A zwischen **-0,97 %** und **-6,81 %** und für Hersteller B zwischen **+0,46 %** und **-6,57 %**.

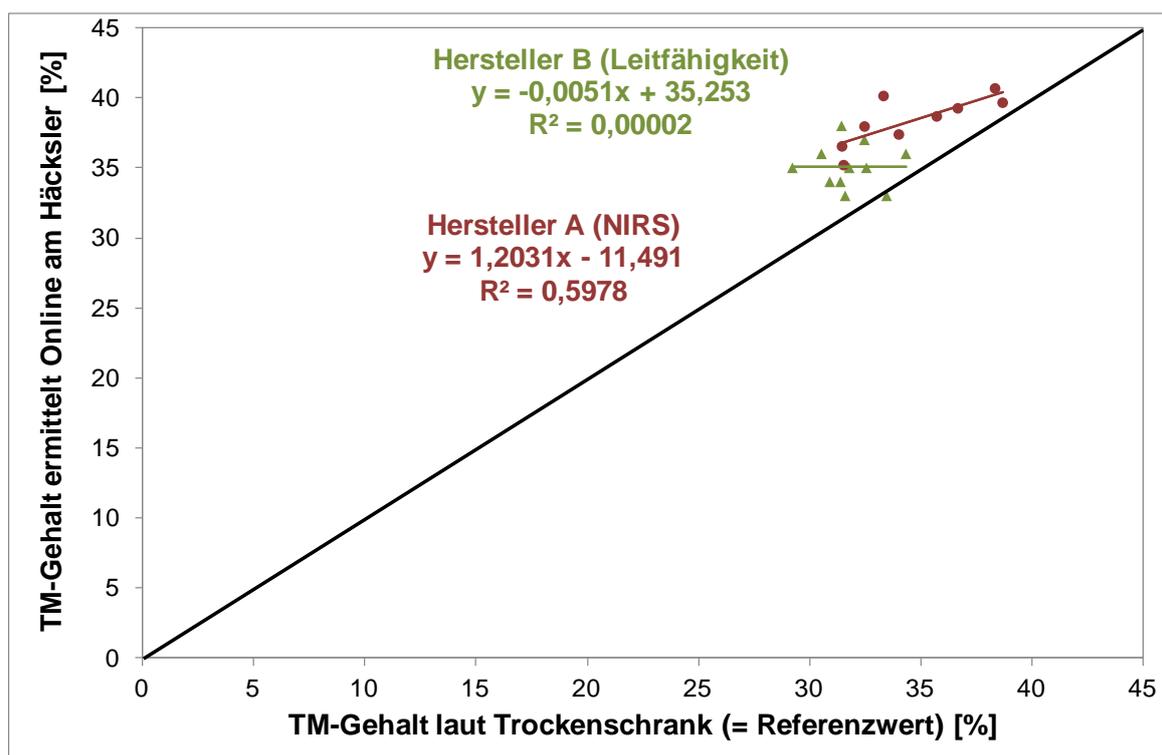


Abb. 38: Messergebnisse verschiedener Sensortechniken (NIRS und Leitfähigkeit) zur Ermittlung des TM-Gehalts beim Gras-Anwelkgut

Abschließend kann die neue Technik am Feldhäcksler zur automatischen Ermittlung des FM-Ertrags, des TM-Gehalts sowie des TM-Ertrags als essentiell für die standortangepasste und optimale Grünlandbewirtschaftung gesehen werden. Mit dieser Technik ist somit erstmals eine zuverlässige Ertragsermittlung auf TM-Basis vom Grünland und beim Futterbau möglich. Damit kann gezielter gedüngt werden und es ermöglicht eine Erfolgskontrolle bei verschiedenen Maßnahmen, wie z.B. bei einer Nachsaat. Die Technik ist je nach Hersteller noch in der Entwicklung. Daher ist in Zukunft mit noch höheren Genauigkeiten v.a. bei der Bestimmung des TM-Gehalts zu rechnen.

### 5.6.2 Abschiebewägen und Ladewägen (Frischmasse)

Mit den Abschiebewägen und Ladewägen ist derzeit nur die Ermittlung der FM-Erträge möglich. Die Abb. 39 und Abb. 40 zeigen das Ergebnis des Vergleichs der Online am Ladewagen bzw. Abschieber ermittelten FM-Erträge mit den an der geeichten Fuhrwerkswaage ermittelten Erntemengen. Für den Ladewagen zeigt sich dabei ein leichter Unterschied zwischen der Messung auf unbefestigter Fläche und der Messung auf befestigter Fläche. Generell sind die Bestimmtheitsmaße sehr hoch, und somit die FM-Ertragsermittlung sehr genau.

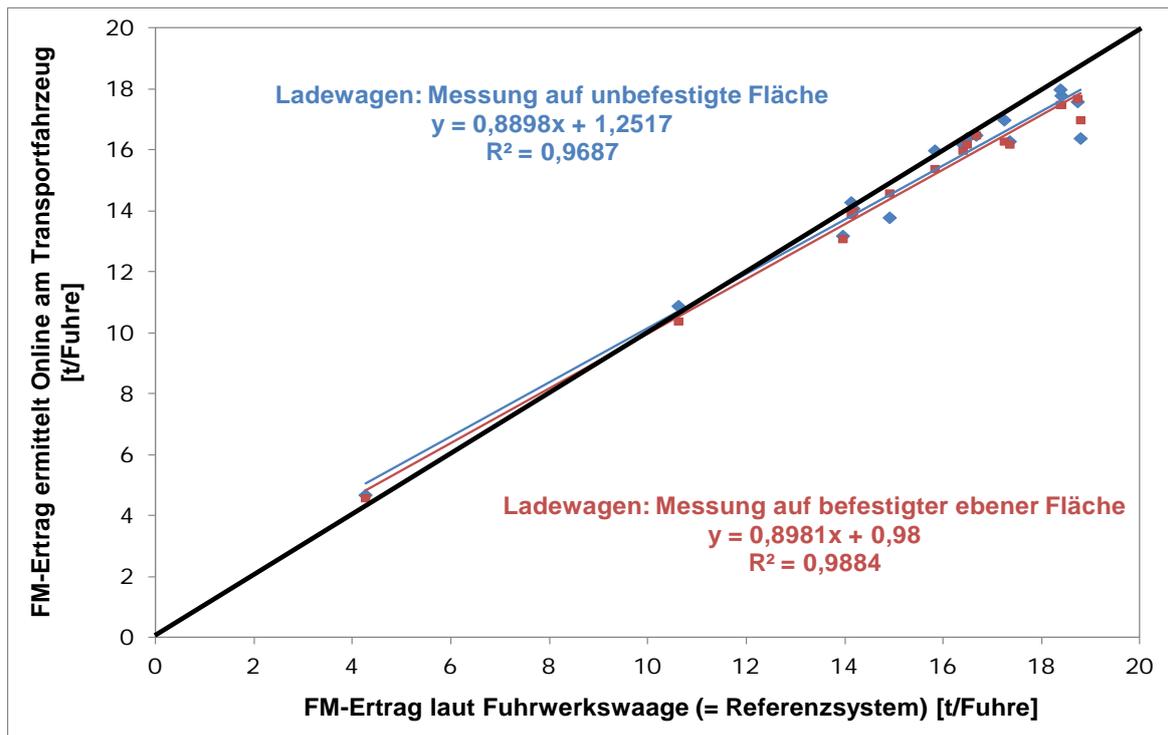


Abb. 39: Vergleich des FM-Ertrags ermittelt am Ladewagen bei verschiedenen Messbedingungen (befestigte und unbefestigte Standfläche) gegenüber der Wiegung an der Fuhrwerkswaage

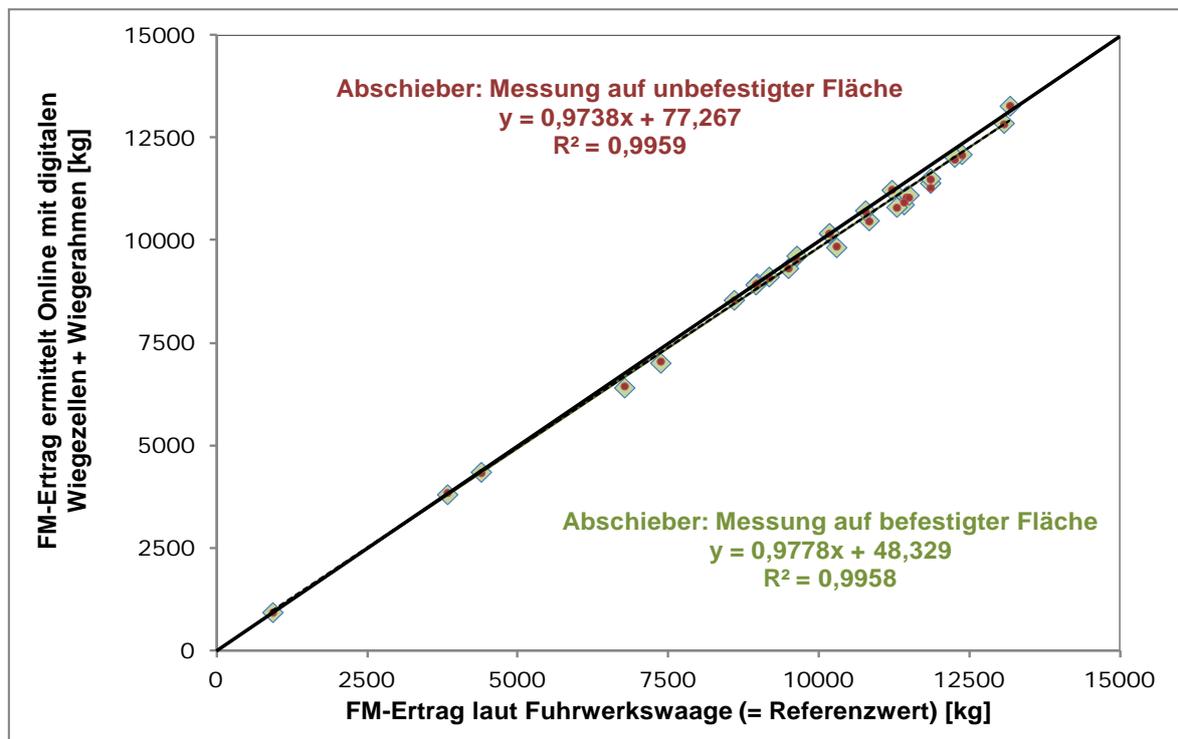


Abb. 40: Vergleich des FM-Ertrags ermittelt am Abschiebewagen mit digitalen Wiegezellen und Wiegerahmen bei verschiedenen Messbedingungen (befestigte und unbefestigte Standfläche) gegenüber der Wiegung an der Fuhrwerkswaage

Bei den Ladewägen und Abschiebewägen steht bei vielen Herstellern die Entwicklung bezüglich der FM-Ertragserfassung noch am Anfang. Aus diesem Grund ist derzeit i.d.R. noch keine spezielle „Software“, z.B. zur schlagbezogenen Ertragserfassung vorhanden. Neben den dargestellten Techniken wurde auch die Ermittlung der FM-Erträge mit Hilfe von Dehnmessstreifen getestet. Diese Technik funktionierte jedoch nicht zuverlässig und zeigte sowohl auf unbefestigten Flächen als auch auf befestigten Flächen sehr große Abweichungen zum Referenzgewicht an der Fuhrwerkswaage und kann daher als ungeeignet für die Ertragserfassung angesehen werden.

## 5.7 Probeschnitte vom Grünland

Auf Grundlage der Datenpaare ( $n=169$ ) weisen die mit der Schnittprobenmethode ermittelten Ernteerträge je ha und Schnitt im Vergleich zu den Referenzwerten insgesamt eine weitgehend gute Übereinstimmung ( $R^2=0,77$ ) auf (Abb. 41). Dabei umfasst dieser Datenpool Einzelwerte, die von 0 bis 5 Tage Abstand zur Mahd reichen. Anhand der überwiegenden Ertragsdaten im Bereich von 10-25 dt TM/ha und Schnitt - entspricht den hohen Nutzungsintensitäten bei Silagenutzung - ist anhand der Schnittproben eine leichte Überschätzung des TM-Ertrages gegenüber den Referenzwerten festzustellen. Gleichzeitig liegen bei einigen Einzelwerten der Schnittproben erhebliche Abweichungen zu den Referenzwerten vor.

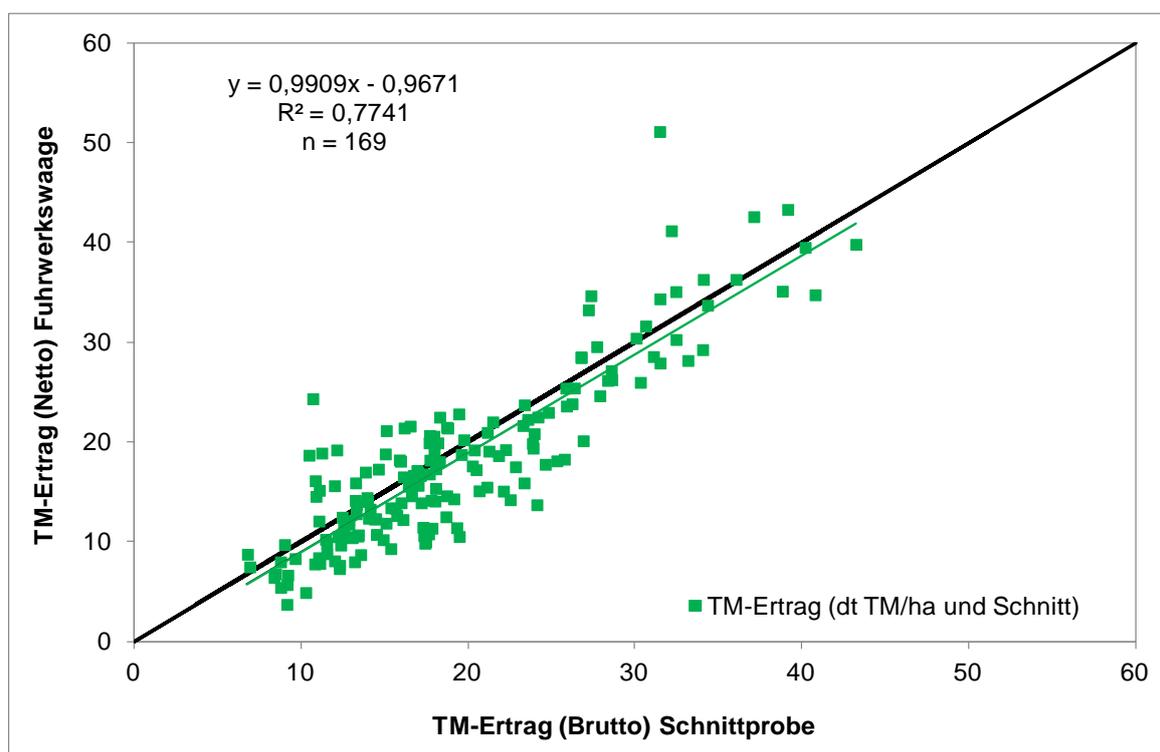


Abb. 41: Ertragsermittlung vom Grünland mittels manueller Schnittprobe im Vergleich zur Wiegung an der Fuhrwerkswaage auf Schlagebene

Mit den vorliegenden Daten können keine weiteren Einflussfaktoren auf die Genauigkeit der Ertragserfassung quantifiziert werden. Dies betrifft den Abstand zur Mahd, die Schlaggröße, den Schnittzeitpunkt und den Wiesentyp. Ebenso umfasst diese Datenbasis ausschließlich eine hohe Nutzungsintensität und anhand dessen kann der Einfluss von

Nutzungsintensität und Wiesentyp nicht differenziert dargestellt werden. Auch ein zu Beginn des Projektes beabsichtigter Ansatz, anhand der Brutto- (Schnittproben) und Netto- (Fuhrwerkswaage) TM-Ertragsebenen eine Ableitung von Feldverlusten vornehmen zu können, ist aufgrund der großen Streuung nicht möglich. Insgesamt scheint daher eine Erhöhung der Methodengenauigkeit über die Berücksichtigung weiterer Einflussgrößen auf den Ertrag anhand der Datenbasis nicht erreichbar zu sein (siehe Kapitel 5.4.1).

Insgesamt wurde die Schnittprobenmethode konzipiert für einen möglichst standardisierten und praktikablen Einsatz zur Ertragsfeststellung im Grünland. Bei dieser Methodik ist entscheidend, dass über die verschiedenen Wiesentypen und Nutzungsintensitäten, d. h. von einer einschnittigen bis zur vielschnittigen Grünlandnutzung eine möglichst hohe Aussagefähigkeit zu den unterschiedlichen Erträgen und zu allen Schnitten getroffen werden kann. Für diese Fragestellung ist die Schnittprobenmethode in der Ertragsermittlung gut einsetzbar. Jedoch bestehen bei diesem insgesamt eher arbeitsaufwändigen Verfahren teilweise noch Unsicherheiten in Bezug auf die schlagspezifische Genauigkeit der Ertragsabbildung. Als weitere Option in Bezug auf eine Ertragsermittlung sind speziell in der Praxis verstärkt automatisierte Messtechniken an Erntemaschinen zu nutzen (siehe Kapitel 5.6). Die Untersuchungen zur Messgenauigkeit bei der Onlinemessung von Gras-Anwelkgut brachten gute Übereinstimmungen zu den FM- und Ernteerträgen (Köhler et al., 2011) [26]. Jedoch ist bisher die Einsatzfähigkeit solcher Messsysteme in der Praxis häufig durch die notwendige Kalibrierung an einer Fuhrwerkswaage eingeschränkt.

## 5.8 Silovermessung

Die Silovermessung gilt als eine praktische Variante der Futtermengenerfassung (Gaigl et al., 2013) [30]. Dahingehend wurde diese praxisrelevante Methode auf ihre Messgenauigkeit mit der Referenzmethode „Wiegung an der Fuhrwerkswaage“ verglichen und ausgewertet. Die Ausführungen zur Methode sind unter Kapitel 4.3.4 beschrieben.

Die TM-Berechnungen mittels Volumenmessung erreichten bei beiden Varianten der Dichtebestimmung im Mittel 94 % des Referenzwertes (Tab. 27). Die berechneten Silagemengen in der TM zeigen mit beiden Varianten der Dichtebestimmung zum Teil deutliche Abweichungen zu den Referenzwerten.

*Tab. 27: Relativwerte der TM-Mengen aus der Volumenmessung mit unterschiedlicher Dichtemessung im Vergleich zum Referenzwert über Fuhrwerkswiegungen beim Einsilieren*

<b>Menge ermittelt aus Volumen und Dichtewert</b>	<b>Mittlerer Relativwert (%)</b>	<b>Standard- abweichung (%)</b>	<b>Min. (%)</b>	<b>Max. (%)</b>
Tabellenwert (220 kg TM/m <sup>3</sup> Grassilage, 230 kg TM/m <sup>3</sup> Maissilage)	94	± 18	67	140
Gemessene Dichte	94	± 11	76	122

Die Standardabweichung liegt bei  $\pm 18\%$  mit der tabellierten Dichte und bei  $\pm 11\%$  mit der gemessenen Dichte. In der Tendenz ist eine stärkere Unterschätzung bei den größeren Silagemengen ( $> 80$  t TM) zu erkennen (Abb. 42).

Die Differenz von 6 % zwischen eingewogenen Mengen bei Silobefüllung und der Volumenmessung erklärt sich aus den bis dahin aufgetretenen TM-Verlusten. Aus den Auswertungen von Köhler et al. (2013) [68] ergeben sich zwischen Ein- und Auslagerung im Mittel TM-Verluste von 10 %. Die ermittelten 6 % bis zur Volumenmessung ca. 2 Monate nach Befüllung passen sich daher gut ein.

#### Einflussgrößen auf die Genauigkeit der Messergebnisse:

- Wahl der Körper bei der Ermittlung der Kubatur
- Anzahl der Messpunkte und -abschnitte bei der Vermessung
- Genauigkeit der tabellierten Dichte zur gemessenen Dichte am Silo beim Silocontrolling
- Ermittlung der gemessenen Dichte am Silo (Anzahl, Bohrertyp)
- Zeitpunkt der Vermessung nach der Ernte (Gärverluste)

Neben der genauen Abmessung bei der Volumenmessung am Silo hat die Feststellung der Dichte einen großen Einfluss auf die Genauigkeit der Messergebnisse. Die berechnete Menge mit der tabellierten Dichte kann nur einen Näherungswert ergeben. Bessere Ergebnisse werden bei Verwendung der Orientierungsdichten, abhängig vom TM-Gehalt des Siliergutes, erzielt (Richter et. al., 2009) [10]. Die Dichtemessung am halb vollem Silo ergibt einen genauen Dichtewert. Daher ist für ein genaues Ergebnis bei der Berechnung der Silomengen der gemessene Dichtewert zu verwenden.

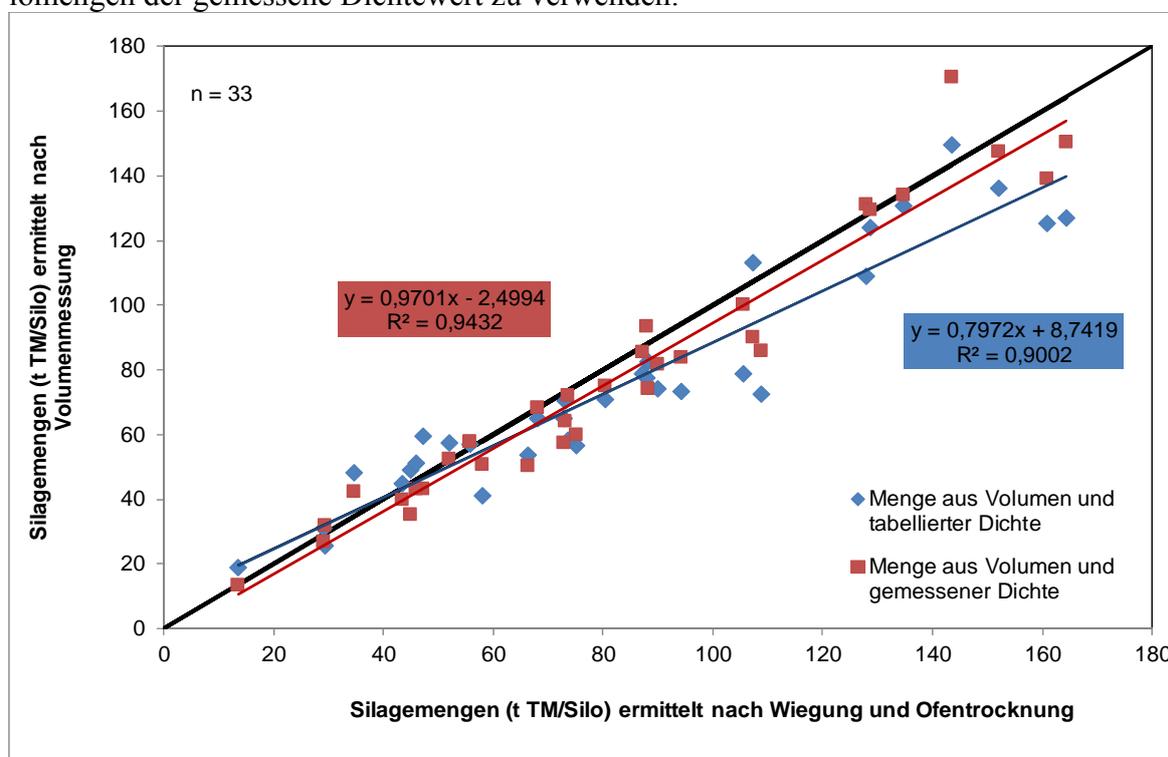


Abb. 42: Vergleich der Messgenauigkeit der Volumenmessung mit zwei verschiedenen Varianten der Dichtebestimmung gegenüber dem Referenzwert aus der Wiegung mit schlagbezogener TM-Bestimmung

Trotz gewisser Abweichungen liefert eine Futtermengenerfassung im Fahrsilo anhand der vorgestellten Methode (Volumenmessung und Dichteermittlung) dem Landwirt wertvolle Informationen über seinen Futternvorrat. Die nachträgliche Erhebung der gemessenen Dichte (am Anschnitt) verbessert die Genauigkeit der Mengenberechnung. Gleichzeitig stehen mit der Durchführung des „CAS“ (Dichte- und Temperaturermittlung) am Silo weitere Informationen zu evtl. Nacherwärmungsgeschehen und Gärqualitäten zur Verfügung. Weitere Möglichkeiten in der Praxis, detaillierte Informationen zu Ertrags- und TM-Mengen zu erhalten, stehen über den Einsatz von Sensortechnik an Erntemaschinen zur Verfügung (siehe Kapitel 5.6.1).

## 6 Zusammenfassende Wertung der Futterwirtschaft

Mit der Gesamtanalyse der Futterwirtschaft wurden unter Praxisbedingungen wichtige Ansätze zur Erzielung einer Effizienzsteigerung geprüft und weiter umgesetzt. Dabei ist aufgezeigt worden, dass es in der Praxis der Futterwirtschaft erkennbare Reserven im quantitativen wie qualitativen Bereich gibt (Spiekers et al., 2010) [2]. Die wichtigsten Ansätze für eine Optimierung der Futterwirtschaft einschließlich der Eiweißversorgung, liegen in einer konsequenten Verfahrensplanung und einem systematischen Controlling beim Grobfutter. Für diese Ansätze müssen die Mengen- und Nährstoffströme in der Futterwirtschaft konsequent gemessen werden. Ein erster Schritt zur gezielten Steuerung der Futterwirtschaft ist die Erfassung der Erträge ab Feld und Wiese (Spiekers und Köhler, 2010) [14]. Dabei bieten neue Messtechniken (Sensortechnik, Elektronik) große Potenziale für den Einsatz in der Prozess-Steuerung und können somit zur Steigerung der Effizienz in der Futterwirtschaft beitragen (Turner et al., 2012) [31]. Aus Überprüfungen von Messsystemen zur Ertrags- und Feuchteermittlung am Feldhäcksler sind je nach Kultur unter laufenden Praxisbedingungen bereits gute Übereinstimmungen festgestellt worden (Köhler et al., 2010) [25], welche jedoch noch einer weiteren Validierung bedürfen.

Weiter beinhaltet dies ein systematisch aufgebautes „Controlling“ auf Betriebsebene zur Erzielung hoher Grobfutterqualitäten und geringen Verlusten „vom Feld bis zum Trog“.

Unter Anwendung der vorhandenen Messeinrichtung am Futtermischwagen wurde eine Methode zur Ermittlung von Siloverlusten entwickelt, die für den Einsatz in Beratung und Praxis dient. Mit der Erfassbarkeit der Mengenströme beim Grobfutter ist eine ständige Kontrolle im gesamten System der Futterwirtschaft und der Fütterung möglich. Die angestrebte Minderung der Verluste um 10 %-Punkte hat sich als realistisch erwiesen. Die weitere Umsetzung im Rahmen der Verbundberatung ist anzustreben. Zur Mengenerfassung wurden als Arbeitsmittel eine Anleitung zur Methode der Silovermessung (Gaigl et al., 2012) [30] sowie eine Zusammenstellung von Lehrunterlagen für den Einsatz an der HSWT (Hochschule Weihenstephan-Triesdorf) am Lehrgebiet Landtechnik und Anlagentechnik erstellt. Die Ergebnisse aus den Projekten fanden Eingang in der Mitarbeit am Praxishandbuch „Futter- und Substratkonservierung“ sowie bei der Überarbeitung von Ertragsbeeinflussenden Faktoren im Leitfaden für die Düngung der LfL-Informationsschrift. Unter anderem wurden die zukünftigen Handlungsoptionen für Beratung und Praxis in Form eines gemeinsam mit der Verbundberatung organisierten Beratertags am 30.10.2012 in Grub an die Multiplikatoren weitergegeben.

Der Weg zu einer effizienten Futterwirtschaft kann nur über einen ganzheitlichen Ansatz „vom Feld bis zum Trog“ erfolgen. Aus den Ergebnissen des Effizienzprojektes an der LfL werden für die Praxis folgende Aussagen getroffen.

- Ertragserfassung (TM/ha) schlagspezifisch nutzen. Erträge sind Basis für:
  - Düngung nach konkretem Entzug
  - Ertrags- und Produktionssteuerung
  - Anbauplanung
  - Futter- und Rationsplanung
  - Siliermitteleinsatz, Siloplanung etc.
  - Controlling der Futterwirtschaft

- Waage am Futtermischwagen zum Controlling nutzen:
  - Futtermittelverbrauch,
  - Datum für die Betriebszweigauswertung (BZA)
  - Abschätzung von Verlusten
  - Kontrolle der Fütterung
  - Bilanzierung der Vorräte für Futter- und Finanzplanung.

## 7 Praxistransfer und Pilotbetriebe

Ein Kernelement der Forschungsvorhaben „*Effiziente Futterwirtschaft*“ sowie „*Eiweißbereitstellung aus Grobfutter*“ gerade in Hinblick auf die Eiweißstrategie ist der Ansatz, die Ergebnisse für und mit der Praxis umzusetzen. Zu Beginn des Projektes „Effiziente Futterwirtschaft“ wurde für den Teil „*Pilotvorhaben Effiziente Futterwirtschaft*“ in Zusammenarbeit mit den damaligen Milchviehteams an den Ämter (ÄELF) geworben und informiert. Eine Zusammenarbeit konnte mit dem von Juni 2009 bis Juli 2012 als Beratungsinitiative laufenden Projekt „*Qualifizierung der Betriebsleiter von Milchviehbetrieben*“ aufgebaut werden. Probleme in der gemeinsamen Umsetzung sind leider unerwartet durch die damalige „Ämterumstrukturierung“ aufgetreten. Weitere Punkte waren trotz gemeinsamer Zielsetzung und Absprachen mit den Verbundpartnern (KBM und dem Verband der Lohnunternehmer), den Technikeinsatz der Ertrags erfassung mittels „*Online-Messtechnik an den Erntemaschinen*“, in den jeweiligen regionalen Gebieten der ÄELF zu realisieren.

Mit dem Projekt „*Mit Volldampf aus der Krise*“ (Schwerpunkt: Erhöhung der Grobfutterleistung) am AELF Coburg fand im Rahmen der genannten Beratungsinitiative eine Zusammenarbeit zur effizienten Futterwirtschaft während der gesamten Projektlaufzeit statt. Weitere Praxisbetriebe im Zuständigkeitsbereich der Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Fürstfeldbruck und Erding konnten für eine Durchführung einer Ertrags erfassung bei Gras- und Maisernten gewonnen werden. Durch die Verfügbarkeit der Ertragsmesstechnik am Feldhäcksler konnte dies durch die ortsansässigen Lohnunternehmer umgesetzt werden. Häufig fungierten dabei die LVFZ bei den Siliererntern als Vorzeigebetrieb und somit als Multiplikator in der Region zum Einsatz solcher Messtechniken in der Futterwirtschaft.

Die Optimierung der Futterwirtschaft setzt eine Messung der Futtermengen voraus. Von daher wird in der Verfügbarkeit und Praxistauglichkeit der Ertragsmessung ein zentraler Punkt zur Umsetzbarkeit in der Praxis gesehen. Am „*Beratertag zur effizienten Futterwirtschaft*“ wurde zu diesem Technikeinsatz eine eigene Station in gemeinsamer Arbeit der Projektbeteiligten und dem KBM gestaltet. Diese diente dazu, über die Technikverfügbarkeit in ganz Bayern sowie über die Messergebnisse zu informieren (Abb. A-5).

## ***Beratertag Effiziente Futterwirtschaft***



Zum Ende der beiden Projekte fand am 30.10.2012 in Grub ein Beratertag zur effizienten Futterwirtschaft unter dem Motto „*Mehr Milch und Fleisch aus Grobfutter*“ statt. Diese Veranstaltung wurde gemeinsam mit den staatlichen Beratern und Verbundpartnern (LKV, LKP und KBM) sowie der bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT e.V.) und mit Beteiligung der LVFZ und dem AVB organisiert. Der Schwerpunkt der Veranstaltung wurde auf die Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung in der Futterwirtschaft gelegt. Bei diesem Programm wurde insbesondere auf eine Informationsweitergabe an die Multiplikatoren wie auch auf eine praktische Demonstration mit zahlreichen Stationen am Versuchsbetrieb in Grub Wert gelegt (siehe Programm Tab.A-8 sowie Poster Abb. A-6 bis A-11).

Der Beratertag mit dem Konzept und den Schwerpunktthemen wurde vom Publikum sehr positiv aufgenommen. Neben den praktischen Stationen bestand auch ein großes Interesse an der Vorstellung der LVFZ, wie Umsetzungen zu einer effizienten Futterwirtschaft aus den Projekten heraus erreicht wurden. Ferner wurde die Zielsetzung der bayerischen Eiweißstrategie, die an den LVFZ je nach Standortbedingung und Betriebskonzept umgesetzt wird, dargestellt. Diese Multiplikatorfunktion der LVFZ vor allem in Bezug auf die Eiweißstrategie wird weiterführend in dem nachfolgenden Teilprojekt „LVFZ als Pilotbetriebe“ des Projektes „*Unterstützung der Eiweißberatung in der Rinderfütterung*“ ausgebaut.

Die Einbeziehung der Verbundpartner in die Planung und Durchführung der Tagung soll den direkten Informationstransfer gewährleisten. Die Ergebnisse sollen für die weitere Ausgestaltung des Beratungsangebotes der Verbundpartner genutzt werden. Dies betrifft Angebote für die Einzelberatung als auch für die Gruppenberatung. Die Einrichtung von Arbeitskreisen zur effizienten Futterwirtschaft ist zu empfehlen.

## 8 Schlussfolgerungen

Zur Umsetzung der gemeinsamen Ziele der beiden Forschungsvorhaben wurde eine vollständige Analyse der Futtermengen- und Nährstoffströme über die gesamte Futterproduktionskette erfolgreich umgesetzt. Begleitet von Versuchs- und Testverfahren, deren Ergebnisse in den einzelnen Kapiteln erläutert wurden, sind die Ansätze zur effizienten Futterwirtschaft und zur verstärkten Eiweißbereitstellung aus Grobfutter bearbeitet und ausgewertet worden. Da es sich bei der Futterwirtschaft um ein sehr komplexes System an Mengen- und Nährstoffströmen handelt, wird nachfolgend auf die Hauptansatzpunkte eingegangen. Die Möglichkeiten zur Umsetzung einer gesteigerten Eiweißbereitstellung aus Grobfutter - entsprechend den Zielen der Bayerischen Eiweißstrategie - werden gesondert angesprochen. Auf die Bedeutung der beiden Projekte im Kontext der zukünftigen agrarwissenschaftlichen Forschung wird hingewiesen.

### Effiziente Futterwirtschaft

Bei der Gesamtanalyse der Futterwirtschaft wurde vor allem die Grobfutterproduktion vom „Feld bis zum Trog“ in den Fokus genommen. Da die Erträge insbesondere vom Grünland in der Praxis meist nicht bekannt sind, konnte dadurch ein hoher Informationsgewinn für die Ableitung von Ertragspotenzialen erreicht werden.

Anhand der vierjährigen Untersuchungen zu den Grünlanderträgen auf Betriebs- und Schlagebene (Wiegung an der Fuhrwerkswaage der Grünlandflächen je Betrieb), wurden an den fünf Standorten deutliche Ertragsschwankungen zwischen den Standorten, Jahren und Schlägen festgestellt (siehe Kapitel 5.1.1). Die Ernteerträge im Mittel über die vier Jahre erreichten bei überwiegend 4-5-schnittigem Grünland 60-98 dt TM/ha je nach Standort sowie bei einer 3-4-Schnittintensität 81 dt TM/ha an einem weiteren LVFZ-Standort.

Eine Erklärung für die deutlich unterschiedlichen Ertragsniveaus der 4-5-Schnittintensitäten ist unter anderem in einem zum Teil eher niedrigen Düngungsniveau (Standort Hübschenried und Kringell) bei gleicher Schnittintensität zu finden. Solche Imbalancen in Nutzung und Schnittintensität sollten mit Blick auf eine nachhaltige Grünlandbewirtschaftung vermieden werden. Jedoch könnten solche einzelbetrieblichen Gegebenheiten für eine Ertragsabschätzung nach Faustzahlen mittels weiterer Korrekturfaktoren zur Ableitung von Grünlanderträgen berücksichtigt werden.

Ein Vergleich der Praxiserträge gleicher Schnitt- und Düngungsintensität mit den Ergebnissen aus einem Grünlandversuch zeigte eine gute Übereinstimmung entsprechend dem Standort (Spitalhof). Jedoch würde eine Ertragsabschätzung an anderen Standorten deutliche Ertragsabweichungen zu den Faustzahlen ergeben. Es bestehen bereits Möglichkeiten ertragsbeeinflussende Korrekturfaktoren bei Anwendung der Faustzahlen zu berücksichtigen (Wendland et al., 2011) [17], (Schätzl et al., 2013) [59]. Es gilt aber, diese Korrekturfaktoren auf Basis weiterer Ertragsdaten aus der Praxis auf eine breitere Basis zu stellen und zu validieren. Daran wird bereits im Rahmen des LfL-Projektes „*Ertrags- und Nährstoffmonitoring auf bayerischen Grünlandflächen*“ (Diepolder et al., 2012, 2013) [50], [49] gearbeitet.

Die festgestellten hohen Ertragsunterschiede und Schwankungen lassen den Schluss zu, dass ohne eine konsequente Ertragsermittlung keine ausreichend genaue Ertragseinschätzung vorgenommen werden kann. Empfohlen wird eine konsequente Ertragsfassung so-

wie Futteruntersuchung, da diese dem Landwirt eine wichtige Datengrundlage zum Aufbau einer effizienten Futterwirtschaft liefert.

Um eine konsequente Ertragsermittlung in der Praxis zu etablieren, wurden neue Messtechniken zur Ertrags- und Feuchteermittlung an Erntemaschinen auf ihre Praxistauglichkeit hin getestet und beurteilt (siehe Kapitel 5.6).

Die Testungen der „Onlinemessung am Feldhäcksler“ zur Feststellung des FM-Ertrags erbrachten für Silomais und Grünland bei ausreichender Kalibrierung eine sehr gute Ermittlung der FM-Erträge. Ferner zeigen die Ergebnisse der FM-Ertragsermittlung an Abschiebewägen und Ladewägen mit Wiegeeinrichtungen im Vergleich zur Fuhrwerkswaage sehr gute Übereinstimmungen.

Bei der Erfassung des TM-Gehalts wurden unterschiedliche Systeme an verschiedenen Kulturen (Silomais, Luzerne und Gras) getestet. Die Ergebnisse belegen, dass die Genauigkeit der TM-Gehaltsermittlung von mehreren Faktoren abhängt. Aber auch hier können bereits wertvolle Informationen über die Ernten bereitgestellt werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Erfassung der Futtermengen ist die Volumenmessung am Fahrsilo. Ein Vergleich der Methode gegenüber den gewogenen Mengen zeigt auf, dass diese Methode bei der Variante mit gemessener Dichte, trotz gewisser Abweichungen eine wertvolle Information für den Landwirt bzw. Berater über den Futternvorrat im Fahrsilo liefern kann (siehe Kapitel 5.8).

An den LVFZ ist insgesamt eine gute fachliche Praxis beim Silagemanagement umgesetzt worden. Es waren, mit Ausnahmen von einzelnen baulichen Mängeln an Silos mit Wassereintritt, keine expliziten Schwachstellen aufzudecken. Dies belegen die Ergebnisse aus dem „Controlling am Silo“ (siehe Kapitel 5.2) sowie aus der Ermittlung der mittleren TM-Verluste nach der „*allin:allout*“-Methode (siehe Kapitel 5.4.2). Jedoch zeigen die Ergebnisse der TM-Verluste bei Silagen starke Streuungen auf. Bei den Maissilagen war eine negative Korrelation der TM-Verluste in Bezug auf die erzielten TM-Dichten festzustellen. Auf ein angepasstes Verhältnis von Anfuhrleistung und Walzkapazität am Silo ist bei den Silomaisernten zu achten. Bei den Maissilagen ist die Nacherwärmung vielfach ein Problem. In der Beratung sollte als „*benchmark*“ eine Verlustgröße von 8 % TM generell Anwendung finden.

Die Auswertungen zu den Futtermengen auf Betriebsebene zeigen beispielhaft an der Berechnung für den Betrieb Achselschwang, dass insgesamt sehr hohe Kraftfuttermengen bei der Milchviehherde eingesetzt werden. So ist ein Kraftfuttoreinsatz von 30 dt TM/Kuh und Jahr über den Erfassungszeitraum festzustellen. Ebenso wurden Einsparungen an Kraftfutter über verbesserte Grobfutterqualitäten und einer genaueren Dosierung der Kraftfutterkomponenten im Jahr 2012 erzielt. Die kraftfutterbereinigte Grobfutterleistung liegt bei rund 1.800 kg ECM/Kuh und Jahr. Auf Basis des Grobfutterverbrauchs ergibt sich eine Grobfutterleistung von ca. 2.800 kg je Kuh und Jahr. Die Differenz sollte in weiteren Untersuchungen näher beleuchtet werden. Fragen des Luxuskonsums und der Ansätze für den Erhaltungsbedarf sind zu klären.

Ein Schlüssel ist der Anteil Grobfutter in der Ration. Das Beispiel Almesbach zeigt, dass auch bei Leistungen über 9.000 kg je Kuh und Jahr Anteile von bis zu 70 % der TM möglich sind. Weiter konnte der Betrieb Kraftfutterverbräuche unter 250 g/kg ECM erfolgreich umsetzen. Entsprechend hoch sind die Grobfutterleistungen auf Basis des Grobfutterverbrauchs mit 4.000 bis 5.000 kg ECM/Kuh und Jahr je nach Jahr.

Beim Jungvieh sind generell hohe Anteile an Grobfutter möglich. In Achselschwang wird die TM-Aufnahme des Jungviehs zu 86 % aus dem Grobfutter abgedeckt.

Nach dem Prinzip „*nur wer misst kann steuern*“ wurde mit der Methode zur Feststellung der TM-Verluste im Silo ebenso ein Ertrags- und Futtermengenerfassungssystem positiv für die Einsatzfähigkeit in der Praxis getestet, bei dem die Wiegetechnik am Futtermischwagen (FMW) für den Zweck einer Futtermengenerfassung genutzt wird. Diese an den FMW zur Verfügung stehende Technik sollte in der Praxis verstärkt Einsatz finden. So kann das Silagemanagement sowie die Fütterung besser erfasst und gesteuert werden. Ein weiteres wichtiges Steuerungsinstrument ist das Silocontrolling.

Ein positives Resultat zur Optimierung der Futterwirtschaft ergab die an den LVFZ durchgeführte Grünlandbegehung mit den Projektbeteiligten. Auf Basis der schlagbezogenen Ertragsdaten, Bodenuntersuchung, Düngung sowie Pflanzenbestandsaufnahmen ausgewählter Grünlandflächen wurden Strategien und Lösungsansätze für die Umsetzung einer standortgerechten und nachhaltigen Grünlandbewirtschaftung auf fundierter Basis gefunden, die je nach Betriebskonzept und Möglichkeit im Einzelbetrieb umgesetzt werden.

### **Eiweißbereitstellung aus dem Grobfutter**

Auf Basis der Gesamtanalyse wurden die Rohproteinflüsse an den LVFZ über vier Erntejahre erfasst. Die Rohproteinerträge vom Grünland (Produkt aus TM-Ertrag und XP-Gehalt) schwankten zwischen den Standorten und den Jahren. Im Mittel der Jahre wurden von 10 dt XP/ha (Standort Hübschenried) bis 17 dt XP/ha (Standort Spitalhof) erzielt. Die Auswertungen zu den mittleren XP- und nXP-Gehalten (gewichtet nach TM-Ertrag) zeigen mehr Jahres- als Standorteffekte und schwankten bei den vier bis fünf Schnittintensitäten zwischen 144 und 188 g XP/kg TM. Die nXP-Gehalte schwankten zwischen 132 und 143 g/kg TM betrachtet nach Einzeljahren und Standorten. Insgesamt waren aus den Erntejahren 2011 und 2012 verbesserte Grobfutterqualitäten (höhere XP und NEL-Gehalte) zu verzeichnen. Diese Erhöhung der Grobfutterqualitäten konnte zur Fütterung im Jahr 2012 anhand von Kraftfuttereinsparungen realisiert werden.

Die LVFZ haben gemeinsam mit den Zielen der Eiweißstrategie je nach Standort und Betriebskonzept das Grobfutterangebot mit Klee gras oder Leguminosen in Reinsaat erweitert oder neu aufgestellt. Die TM- und XP-Erträge der Grobfutterkomponenten Klee gras (LVFZ Almesbach und Kringell) sowie der Luzerne (Versuchsbetrieb Grub) lassen das Potenzial zu einer gezielt höheren Versorgung mit Grobfuttereiweiß erkennen.

Die Auswertungen der Futtermengen am LVFZ Achselschwang nach Proteinversorgung (XP und nXP) verdeutlichte, dass der größte Anteil des Rohproteins aus dem Kraftfutter zur Verfügung gestellt wurde. Dies liegt an den relativ hohen Anteil an Maissilage in den Rationen der Milchviehherde. Auf Grund der Verfügbarkeit von Grasprodukten ist eine Erhöhung der Anteile und damit auch der Eiweißbereitstellung möglich. Voraussetzung ist eine weitere Verbesserung der Qualität der Grasprodukte. Die Ergebnisse aus Almesbach belegen die Möglichkeiten der Eiweißversorgung aus Klee gras.

Die XP-Versorgung beim Jungvieh ist entsprechend den Empfehlungen zur Versorgung auszurichten. Dafür sind für das Jungvieh im 2. Lebensjahr bedarfsgerechte Grobfutterqualitäten mit gegebenenfalls niedrigeren XP- und Energie-Gehalten bereitzustellen. Wichtig sind einzelbetriebliche Gesamtkonzepte.

Zur Erhöhung der Eiweißversorgung aus dem Grobfutter ist der Grobfutteranteil zu erhöhen und der Kraftfuttoreinsatz zu reduzieren. Im zweiten Schritt ist der Anteil Grasprodukte bzw. Luzerne und Klee gras am Grobfutter zu erhöhen. Ansatzpunkte liegen in der Erhöhung der Ernteerträge frei Trog. Hier liegen für viele Betriebe erhebliche Möglichkeiten durch Nutzung der Maßgaben der „kontrollierten“ Futterwirtschaft. Hilfestellung kann die verfügbare Technik und ein passendes Beratungsangebot liefern. Durch die Minderung der Verluste vom Feld bis zum Trog ergibt sich eine verbesserte Qualität des Grobfutters, die wiederum weitere Einsparungen an Kraftfutter ermöglicht.

### **Bewertung und Ausblick**

Die angeführten Schlussfolgerungen aus den Praxiserhebungen zeigen, dass für eine Optimierung der Futterwirtschaft in dem komplexen System immer wieder Kontrollpunkte innerhalb des Bereichs „vom Feld bis zum Trog“ benötigt werden. Als grundlegende Basis dafür wird die Etablierung eines im Projekt dargestellten Ertrags- und Futtermengenerfassungssystems gesehen. Diese Daten liefern weiter den Zugang für Entwicklungen im Pflanzenbau (z. B. teilflächenspezifische Bewirtschaftung) wie in der Fütterung (z. B. Rationskontrollen).

Die Notwendigkeit eine Optimierung der Futterwirtschaft wird von den Betrieben, insbesondere durch die zunehmende Konkurrenzsituation um die Fläche erkannt werden. Weitere Arbeiten im Bereich der Futterwirtschaft werden von daher als wegweisend für die Weiterentwicklung der Futterbaubetriebe gesehen.

Die technische Ausstattung bei den Lohnunternehmen und den Maschinenringen zur Ertrags erfassung bei der Ernte wird sich weiter entwickeln. Ein Motor ist hier der Bereich „Biogas“. Am Futtermischwagen sind die vorhandenen Wiegeeinrichtungen zu nutzen. Entscheidend ist hier die Etablierung einer geeigneten „Software“. Dabei sind funktionsfähige Angebote am Markt. Die Umsetzung sollte durch einzelbetriebliche Beratung und Arbeitskreise zur „effizienten Futterwirtschaft“ gefördert werden.

Die Forschungsergebnisse aus den Praxiserhebungen liefern insbesondere aus dem Blickfeld systemimmanenter Bewertungen (z. B. Futterbaubetriebe) wertvolle Daten. Eine verstärkte Einbeziehung solcher Institutionen und deren Forschungsergebnisse in der zukünftigen Ausrichtung der Agrarforschung zeigt die Strategie der DAFA (Deutsche Agrarforschungsallianz). Insbesondere die Rolle des Grünlands wird in einem eigens aufgestellten Fachforum Grünland über interdisziplinäre Ansätze verfolgt.

Weiterführend ist eine Zusammenarbeit mit einem Forschungsvorhaben der DLG zu Nachhaltigkeitsindikatoren in Milchviehbetrieben angestrebt, bei dem die Ergebnisse aus beiden Forschungsvorhaben mit einfließen.

## 9 Veröffentlichungen zum Projekt

Aus dem gesamten Themenfeld der beiden Projekte entstanden zahlreiche Veröffentlichungen. Diese sind nachfolgend nach ihrem jüngsten Erscheinungsdatum aufgeführt.

Köhler, B.; Wehrle, H. & Hammerl, G. (2014): Effiziente Futterwirtschaft. In: Versuchsergebnisse und Beratungsempfehlungen vom Spitalhof Kempten. 6. Ausgabe 2014, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising, S. 28-33.

Ostertag, J.; Köhler, B.; Schneider, D. & Spiekers, H. (2013): Dry matter losses in silage making – comparison of three different methods of detection. Proceedings of the 15th International Conference. Novy Smokovec, Slovak Republic, ISBN 978-80-89418-29-9.

Köhler, B. & Spiekers, H. (2013): „Ertragserfassung beim Silomais „Nur wer misst, kann steuern“! In Milchpraxis Special Maissilage 04/2013, S. 9-12.

Thurner, S.; Diepolder, M.; Köhler, B. & Spiekers, H. (2013): Ertrag und Feuchte beim Silieren messen. In Elite Magazin für Milcherzeuger 06/2013, S. 68-71.

Köhler, B.; Diepolder, M.; Thurner, S. & Spiekers, H. (2013): „Was leisten meine Futterflächen?“ In Elite Magazin für Milcherzeuger 05/2013, S. 34-38.

Spiekers, H. & Moosmeyer, M. (2013): Grassilage oder Heu für Milchkühe? Rationsbeispiele und Effekte beim Umstellen auf eine Heumilch-Ration. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Heft 40, DLV, S. 40-41.

Köhler, B.; Diepolder, M.; Thurner, S. & Spiekers, H. (2013): Eiweißbereitstellung vom Grünland auf Betriebsebene. In: Mehr Eiweiß vom Grünland und Feldfutterbau Potenziale, Chancen und Risiken. In 57. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, LfL-Schriftenreihe 06/2013, ISSN 1611-4159, S. 62-69.

Köhler, B.; Diepolder, M.; Thurner, S. & Spiekers, H. (2013): Effiziente Futterwirtschaft auf Betriebsebene. In: Agrarforschung hat Zukunft. Wissenschaftstagung der LfL, Schriftenreihe 04/2013, ISSN 1611-4159, S. 203-212.

Spiekers, H. (2013): Futterflächen besser nutzen. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Heft 22, DLV, S. 48-49.

Köhler, B.; Diepolder, M.; Ostertag, J.; Thurner, S. & Spiekers, H. (2013): Dry matter losses of grass, lucerne and maize silages in bunker silos. Agricultural and Food Science, special issue of the XVI International Silage Conference in Hämeenlinna, Finland, Vol. 22 No.1, 2013, p. 145-150. (*als Anlage beigefügt!*)

Thurner, S.; Köhler, B. & Spiekers, H. (2012): Möglichkeiten zur automatischen Erfassung von Futtermassen und Qualitätsparametern von der Ernte bis zum Stall. In: Aktuelle Aspekte der Milchviehfütterung, Tagungsunterlage zur LAF-Fachtagung in Bad Waldsee - Reute, S. 1-18, [http://www.laf-bw.de/resources/\\$C3\\$9Cbersicht\\_Thurner.pdf](http://www.laf-bw.de/resources/$C3$9Cbersicht_Thurner.pdf).

Gaigl, J.; Köhler, B. & Spiekers, H. (2012): Silovermessung – eine Alternative zum Wiegen? In: Schule und Beratung Heft 11-12/2012, S. 43-45.

Köhler, B.; Diepolder, M.; Ostertag, J.; Thurner, S. & Spiekers, H. (2012): Dry matter losses of grass and maize silages in bunker silos. In: Proceedings of the XVI. International Silage Conference in Hämeenlinna, Finland, 2-4 July 2012, S. 318-319.

Köhler, B.; Diepolder, M.; Thurner, S. & Spiekers, H. (2012): Ertragsermittlung vom Grünland mittels manueller Schnittprobe. In: Kongressband 2012 Passau, VDLUFA-Schriftenreihe 68, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, ISBN 978-3-941273-13-9, S. 375-379.

Ostertag, J.; Köhler, B. & Spiekers, H. (2012): Vergleichende Untersuchungen zur Abschätzung von Trockenmasseverlusten in Fahrhilofanlagen. In: Kongressband 2012 Passau, VDLUFA-Schriftenreihe 68, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, ISBN 978-3-941273-13-9, S. 642-647.

Spiekers, H. & Ettle, T. (2012): Luzernesilage in die Ration einbinden. Milchpraxis 2/2012, S. 32-33.

Spiekers, H. (2012): Milch und Fleisch effizient erzeugen. In: Tagungsband „Perspektiven einer ressourcenschonenden und nachhaltigen Tierernährung“, 50 Jahre BAT. Hrsg.: C. Fahn, W. Windisch, Freising BAT e.V., S. 53-58.

Döring, G. (2011): Ernte 2011 mit neuen Herausforderungen für den Jaguar. In: Trends 1/2011, S. 14-15.

Köhler, B.; Spiekers, H.; Diepolder, M. & Thurner, S. (2011): Ertragserfassung als Voraussetzung für eine effiziente Grünlandnutzung. In: Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (AGGF), Band 12, ISBN 978-3-00-035393-2, S. 92-97.

Liste, P. (2011): Häcksler misst Ertrag und Trockenmasse. In: Top Agrar 4/2011, S. R10.

Ostertag, J.; Thurner, S. & Röbl, G. (2011): Mit Stampffüßen ins Fahrhilof. In Top Agrar R12, 09/2011.

Spiekers, H.; Ettle, T., Moosmeyer, M. & Steinberger, S. (2011): Effiziente Nutzung von Weide und Grünfütterkonservaten mit Milchkühen. In: Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (AGGF), Band 12, ISBN 978-3-00-035393-2, S. 53-62.

Thurner, S.; Fröhner, A.; Demmel, M. & Köhler, B. (2011): Verfahrenstechnik für die Grassilageerzeugung - Überblick, Vergleich und Optimierungsmöglichkeiten. In: Tagungsband der 20. Biogas Jahrestagung und Fachmesse vom 11.-13.01.2011 in Nürnberg. Hrsg: Fachverband Biogas e.V., S. 13-21.

Thurner, S.; Fröhner, A.; Köhler, B. & Demmel, M. (2011): Online measurement of yield and dry matter content of wilted grass with two forage harvesters – comparison with and verification of reference measurements. In: Precision Agriculture 2011, Ed. J.V. Stafford, 8th European conference on Precision Agriculture 2011, Prague, Czech Republic, pp. 628-637.

Demmel, M.; Thurner, S. & Fröhner, A. (2010): Mit neuer Technik Futter- und Substratwirtschaft effizient gestalten. In: Knappe Flächen optimal nutzen - Futter und Substratwirtschaft optimieren. LfL Jahrestagung 2010, LfL-Schriftenreihe 09/2010, ISSN 1611-4159, S. 35-43.

Köhler, B.; Spiekers, H.; Demmel, M.; Diepolder, M. & Thurner, S. (2010): Effizienz der Futterwirtschaft: Erträge von Silomais und Genauigkeit der Ertrags- und Trockenmasse (TM)-Messung am Felhhäcksler. In: DMK-Tagung Futterkonservierung und Fütterung, LfL-Schriftenreihe 06/2010, ISSN 1611-4159, S. 63-70.

Spiekers, H. & Köhler, B. (2010): Mehr Netto vom Brutto - Effizienz der Futterwirtschaft verbessern. In: Trendreport Spitzenbetriebe 2010 - Milchviehhaltung, DLG Verlag Frankfurt a.M., ISBN 978-3-7690-0774-0, S. 91-98.

---

Spiekers, H. (2010): Grünland effizient und nachhaltig nutzen. Milch-pur 1/2010, S. 36-39.

Köhler, B.; Spiekers, H.; Diepolder, M. & Demmel, M. (2009): Effiziente Futterwirtschaft und Nährstoffflüsse in Futterbaubetrieben. In: Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (AGGF), Band 10, ISBN 978-3-00-028565-3, S. 65-68.

## Literaturverzeichnis

- [1] *Spiekers, H. (2004): Futterwirtschaft in Bayern. Fachinformation aus der Landwirtschaftsverwaltung in Bayern „Schule und Beratung“, Heft 10/04, Landshut, ISSN 0941-360X. S. III 17-19.*
- [2] *Spiekers, H.; Effenberger, M.; Koch, K. & Gronauer, A. (2010): Futter und Substrat optimal nutzen. In: Knappe Flächen optimal nutzen - Futter und Substratwirtschaft optimieren. LfL Jahrestagung 2010, LfL-Schriftenreihe 09/2010, ISSN 1611-4159, S. 45-59.*
- [3] *Spiekers, H. (2008): Rentable Milchproduktion bei steigenden Futterkosten. In Milchproduktion in Bayern. Ein Betriebszweig steht vor Herausforderungen. Tagungsband, Bay. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München, 30, S. 29-36.*
- [4] *Taube, F.; Herrmann, A.; Gierus, M.; Loges, R. & Schönbach, P. (2011): Nachhaltige Intensivierung der Futterproduktion zur Milcherzeugung. In: Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (AGGF), Band 12, Oldenburg, ISBN 978-3-00-035393-2, S. 13-29.*
- [5] *Spiekers, H.; Lindermayer, H. & Pries, M. (2011): Erfolgreiche Milch- und Fleischerzeugung unter Nutzung der Beratung. In VDLUFA Kongressband 2011 Speyer, VDLUFA-Schriftenreihe 67, ISBN 978-3-941273-12-2, S. 120-130.*
- [6] *Dorfner, G. & Hofmann, G. (2008): Milchreport Bayern 2008. Ergebnisse der Betriebszweigabrechnung Milchproduktion 2007/08. LfL ILB, München, [http://www.lfl.bayern.de/ilb/tier/30006/linkurl\\_0\\_3.pdf](http://www.lfl.bayern.de/ilb/tier/30006/linkurl_0_3.pdf).*
- [7] *Demmel, M, Thurner, S. & Fröhner, A. (2010): Mit neuer Technik Futter- und Substratwirtschaft effizient gestalten. In: Knappe Flächen optimal nutzen - Futter und Substratwirtschaft optimieren. LfL Jahrestagung 2010, LfL-Schriftenreihe 09/2010, ISSN 1611-4159, S. 35-43.*
- [8] *Zimmer, E. (1980): Efficient silage systems. Proceedings of the British Grassland Society Occasional Symposium No 11 Brighton, UK, p. 186-197.*
- [9] *Spiekers, H., Ostertag, J., Meyer, K., Bauer, J. & Richter, W.I.F. (2009): Managing and controlling silos to avoid losses by reheating of grass silage. In: Broderick et al., Proceedings of the 15th International Silage Conference Madison, USA, p. 317-318.*
- [10] *Richter, W., Zimmermann, N., Abriel, M., Schuster, M., Kölln-Höllrigl, K., Ostertag, J., Meyer, K., Bauer, J. & Spiekers, H. (2009): Hygiene bayerischer Silagen: Validierung einer Checkliste zum Controlling am Silo. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Schriftenreihe 09/2009, ISSN 1611-4159, 130 Seiten.*
- [11] *DLG (2011): Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. Frankfurt/Main: DLG-Verlag, ISBN 978-3-7690-0791-6, 416 Seiten.*
- [12] *Dilger, M.; & Faulhaber, I. (2006): Materialsammlung Futterwirtschaft. LfL-Information, 4. Auflage 07/2006.*

- [13] Over., R.; Köhler, M.; Nußbaum, H. & Wurth, W. (2011): *Kalkulationsdaten Futterbau Grünland/Ackerfutter/Pflanzliche Substrate für Biogas 2012, Deckungsbeiträge/Vollkosten*. LEL, Schwäbisch Gmünd, LAZBW Aulendorf, 129 Seiten.
- [14] Spiekers, H. & Köhler, B. (2010): *Mehr Netto vom Brutto – Effizienz der Futterwirtschaft verbessern*. In: *Milchviehhaltung - Erfolgsfaktoren für Spitzenbetriebe*. DLG Trendreport Spitzenbetriebe 2010, DLG e. V., Frankfurt am Main, ISBN 978-3-7690-0774-9, S. 91-98.
- [15] DLG (2005): *Bilanzierung der Nährstoffausscheidung landwirtschaftlicher Nutztiere*. Arbeiten der DLG/Band 199, DLG-Verlag, Frankfurt a.M., ISBN 3-7690-0643-7.
- [16] Demmel, M. (2007): *Kontinuierliche Durchsatz- und Ertragsermittlung in Erntemaschinen*. Landtechnik 62/2007, Sonderheft, S. 270-271.
- [17] Wendland, M., Diepolder, M., & Capriel, P. (2011): *Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland - Gelbes Heft. 09. Unveränderte Auflage 2011*, LfL-Information, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan,
- [18] Ettle, T.; Obermaier, A.; Weinfurter, S. & Spiekers, H. (2011): *Luzernesilage im Austausch gegen Grassilage bei der Milchkuh*. In: *Kongressband 2011 Speyer*, VDLUFA-Schriftenreihe 67, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, ISBN 978-3-941273-12-2, S. 588-594.
- [19] Pahlow, G. (2003): *Konservierung von Futterleguminosen*. In: *Jahrestagung Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau. 47. Jahrestagung der AGGF in Braunschweig, Tagungsband 5*, Göttingen, S. 23-29.
- [20] Schuba, J. & Südekum, K. (2012): *Pansengeschützte Aminosäuren in der Milchkuhfütterung unter besonderer Berücksichtigung von Methionin und Lysin*. In: *Übersichten Tierernährung 40 Heft 2*, DLG Verlag e.V., Frankfurt a.M., S. 113-149.
- [21] Friendly, M. (2005): *SAS Macro Programs for Statistical Graphics: boxplots*. <http://www.datavis.ca/sasmac/boxplot.html>.
- [22] Spiekers, H. (2007): *Rationsplanung und Rationskontrolle*. In: *Precision Dairy Farming, KTBL-Schrift 457*, S. 39-52.
- [23] Wendl, G. & Harms, J. (2007): *Technik zur Vorlage von Grund- und Kraftfutter*. In: *Precision Dairy Farming, KTBL-Schrift 457*, S. 69-80.
- [24] Wendland, M.; Diepolder, M. & Capriel, P. (2007): *Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland – Gelbes Heft*. LfL-Information, 8. Auflage 2007, Freising-Weihenstephan.
- [25] Köhler, B.; Spiekers, H.; Demmel, M. Diepolder, M. & Thurner, S. (2010): *Effizienz der Futterwirtschaft: Erträge von Silomais und Genauigkeit der Ertrags- und Trockenmasse (TM)-Messung am Feldhäcksler*. In: *DMK-Tagung Futterkonservierung und Fütterung, LfL-Schriftenreihe 06/2010, ISSN 1611-4159*, S. 63-70.

- [26] Köhler, B.; Spiekers, H.; Diepolder, M. & Thurner, S. (2011): Ertragserfassung als Voraussetzung für eine effiziente Grünlandnutzung. In: *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (AGGF), Band 12, Oldenburg, ISBN 978-3-00-035393-2, S. 92-97.*
- [27] Thurner, S.; Fröhner, A.; Köhler, B. & Demmel, M. (2011): Online measurement of yield and dry matter content of wilted grass with two forage harvesters – comparison with and verification of reference measurements. In: *Precision Agriculture 2011, Ed. J.V. Stafford, 8th European conference on Precision Agriculture 2011, Prague, Czech Republic, p. 628-637.*
- [28] Köhler, B.; Diepolder, M.; Ostertag, J. Thurner, S. & Spiekers, H. (2012): Dry matter losses of grass and maize silages in bunker silos. In: *Proceedings of the XVI. International Silage Conference in Hämeenlinna, Finland, 2-4 July 2012, p. 318-319.*
- [29] Köhler, B.; Diepolder, M.; Thurner, S. & Spiekers, H. (2012): Ertragsermittlung vom Grünland mittels manueller Schnittprobe. In: *Kongressband 2012 Passau, VDLUFA-Schriftenreihe 68, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, ISBN 978-3-941273-13-9, S. 375-379.*
- [30] Gaigl, J.; Köhler, B. & Spiekers, H. (2012): Silovermessung – eine Alternative zum Wiegen?. *Fachinformation aus der Landwirtschaftsverwaltung in Bayern „Schule und Beratung, Heft 11-12/2012, Landshut, ISSN 0941-360X. S. 43-45.*
- [31] Thurner, S.; Köhler, B. & Spiekers, H. (2012): Möglichkeiten zur automatischen Erfassung von Futtermassen und Qualitätsparametern von der Ernte bis zum Stall. In: *Aktuelle Aspekte der Milchviehfütterung, Tagungsunterlage zur LAF-Fachtagung am 13.12.2012 in Bad Waldsee - Reute, S. 1-18, [http://www.laf-bw.de/resources/\\$C3\\$9Cbersicht\\_Thurner.pdf](http://www.laf-bw.de/resources/$C3$9Cbersicht_Thurner.pdf).*
- [32] Kuhn, G.; Heinz, S. & Mayer, F. (2011): Grünlandmonitoring Bayern. Ersterhebung der Vegetation 2002-2008. *LfL Schriftenreihe 3/2011, ISSN 1611-4159, 161 Seiten.*
- [33] Lüpping, W. (2007): *Grobfutter: Die Grundlage. DLG Test Landwirtschaft, Mai 2007, S. 22-24.*
- [34] Vogtländer, G. & Voss, N. (1979): *Methoden der Grünlanduntersuchung und –bewertung Grünland – Feldfutter – Rasen. Ulmer Stuttgart.*
- [35] Diepolder, M. & Raschbacher, S. (2011): Versuchsergebnisse zur Terminierung der Güllegaben bei Grünland. In: *Tagungsband Internationale Tagung „Gülle 11 - Gülle- und Gärrestdüngung auf Grünland, Hrsg. Elsässer, Diepolder, Huguenin-Eli, Pötsch, Nußbaum, Meßner. Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg, S.61-65.*
- [36] Raschbacher, S. (2013): *Mündliche Mitteilung von Versuchsergebnissen.*
- [37] Eisner, I. (2007): *Statistische Analyse der Beziehungen zwischen Fermentationscharakteristika von Silagen und der Futteraufnahme sowie Milchleistung und Milchezusammensetzung bei Kühen. Dissertation. CAU Kiel 2007.*

- [38] Honig, H. (1987): *Influence of forage type and consolidation on gas exchange and losses in silo*. 8<sup>th</sup> Silage conference, Hurley, September 1987, pp. 51-52.
- [39] Ostertag, J. & Rößl, G. (2012): *Folientunnel Silospeed (erste Ergebnisse)*. *Bio-gasforum Bayern*, Nr. II 18/2012.
- [40] LfL (2010): *Landessortenversuchsergebnisse 2010 Luzerne - Versuch 381*. <http://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/ISIP.woa/vb/bericht?nr=53490>, S. 18, Datum: 19.05.2014.
- [41] DLG (2014): *Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere*. *Arbeiten der DLG/Band 199, 2. Auflage*. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt a.M..
- [42] Spiekers, H. & Edmunds, B. (2012): *Eiweiß aus Grasprodukten besser nutzen*. *Milchpraxis 01/2012*, DLG-Verlag Frankfurt a.M., S. 36-39.
- [43] Mahlkow-Nerge, K. & Huuck, S. (2011): *Ergebnisse zur Futteraufnahme und Gewichtsentwicklung von schwarzbunten Jungrindern*. In: *Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda 2011*, Hrsg.: *Verband der Landwirtschaftskammern, Bonn*, S. 93-96.
- [44] Edmunds, B.; Spiekers, H.; Südekum, K.-H.; Nussbaum, H.; Schwarz, F.-J. & Bennett, R. (2013): *Effect of extent and rate of wilting on nitrogen components of grass silage*. *Grass and Forage Science*, 69, p. 140-152.
- [45] Roßberg, D.; Michel, V.; Graf, R. & Neukampf, R. (2007): *Definition von Boden-Klima-Räume für die Bundesrepublik Deutschland*. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 59, ISSN 0027-7479, S. 155-161.
- [46] Köhler, B., Spiekers, H., Diepolder, M., Demmel, M., 2009: *Effiziente Futterwirtschaft und Nährstoffflüsse in Futterbaubetrieben*. In: *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (AGGF), Band 10*, Kleve, ISBN 978-3-00-028565-3, S. 65-68.
- [47] LfL (2011a): *Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe Zuchtrinder Schafe Ziegen*. *LfL-Information*. 34. Auflage 2011. S. 79.
- [48] Weißbach, F. & Kuhla, S. (1995): *Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfutter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur*. *Übersichten Tierernährung* 23. S. 189-214.
- [49] Diepolder, M.; Raschbacher, S.; Heinz, S. & Kuhn, G. (2013): *Ertrags- und Nährstoffmonitoring auf bayerischen Grünlandflächen*. *Fachinformation aus der Landwirtschaftsverwaltung in Bayern „Schule und Beratung“*, Heft 2-3/2013, Landshut, ISSN 0941-360X. S. 57-60.
- [50] Diepolder, M.; Raschbacher, S.; Heinz, S. & Kuhn, G. (2012): *Ertrags- und Nährstoffmonitoring auf bayerischen Grünlandflächen*. In: *Kongressband 2012 Passau, VDLUFA-Schriftenreihe 68*, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, ISBN 978-3-941273-13-9, S. 299-306.
- [51] Ostertag, J.; Köhler, B. & Spiekers, H. (2012): *Vergleichende Untersuchungen zur Abschätzung von Trockenmasseverlusten in Fahrsiloanlagen*. In: *Kongress-*

- band 2012 Passau, VDLUFA-Schriftenreihe 68, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, ISBN 978-3-941273-13-9, S. 642-647.
- [52] Diepolder, M. & Raschbacher, S. (2013a): Nutzungsintensität und Gülleeinsatz bei Grünland. Fachinformation aus der Landwirtschaftsverwaltung in Bayern „Schule und Beratung, Heft 1/2013, Landshut, ISSN 0941-360X. S. 30-36.
- [53] Hofmann, G. (2012): Volle Kosten: Silomais- und Grassilagekosten unter der Lupe. In: Bayerische Landwirtschaftliche Wochenblatt, Ausgabe 41/2012.
- [54] Spiekers, H. (2007): Tierphysiologische Anforderungen an die Silagequalität. [http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/030320\\_tierphysiologische\\_anforderungen\\_an\\_die\\_silagequalitaet.pdf](http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/030320_tierphysiologische_anforderungen_an_die_silagequalitaet.pdf).
- [55] Rutzmoser, K., Spann, B. & Richter, W. (2001a): Vorschätzung von Silagen aus dem Grüngut – Teil 2. Fachinformation aus der Landwirtschaftsverwaltung in Bayern „Schule und Beratung, Heft 10/01, Landshut, ISSN 0941-360X, S. IV-1 bis IV-4.
- [56] GfE (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (1995): Zur Energiebewertung beim Wiederkäuer. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 4, S. 121-123.
- [57] DLG (1997): DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer. DLG-Verlag Frankfurt a.M., 7. Auflage 1997.
- [58] Rutzmoser, K., Spann, B. & Richter, W. (2001b): Vorschätzung von Silagen aus dem Grüngut – Teil 3. Fachinformation aus der Landwirtschaftsverwaltung in Bayern „Schule und Beratung, Heft 11/01, Landshut, ISSN 0941-360X, S. IV-1-IV-6.
- [59] Schätzl, R.; Faulhaber, I.; Heim, M.; Kubitzka, P.; Stockinger, B.; Schägger, M. & Reisenweber, J. (2013): Erstellung eines Kalkulationsinstruments für eine eiweißeffiziente und ökonomische Fütterung mit heimischen Futtermitteln und ökonomische Bewertung einer bayerischen Eiweißstrategie. Abschlussbericht Mai/2013. IBA der LfL, 98 Seiten.
- [60] Diepolder, M. (2013a): Mündliche Mitteilungen. Datum: 01.12.2011.
- [61] Diepolder, M.; Raschbacher, S., Heinz, S. & Kuhn, G. (2013b): Erträge, Nährstoffgehalte und Pflanzenbestände bayerischer Grünlandflächen. In: Tagungsband Agrarforschung hat Zukunft – Wissenschaftstagung der LfL, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, LfL-Schriftenreihe 04/2013, Freising, ISSN 1611-4159, S. 185-194.
- [62] DLG (2001): Empfehlungen zum Einsatz von Mischrationen bei Milchkühen. DLG-Informationen (1/2001). Empfehlungen des DLG Arbeitskreises Futter und Fütterung, DLG-Verlag Frankfurt a.M..
- [63] LfL (2011c): Jahresbericht 2011 des Instituts für Tierernährung und Futterwirtschaft, LfL Freising.
- [64] LfL (2012): Jahresbericht 2012 des Instituts für Tierernährung und Futterwirtschaft, LfL Freising.

- [65] DLG (2008): *Jungrinderaufzucht Grundstein erfolgreicher Milcherzeugung. Arbeiten der DLG, Band 23, Hrsg.: DLG e. V. Frankfurt a.M., ISBN 978-3-7690-3159-1.*
- [66] DLG (2010): *HarvestLab-Feuchtemessung in Mais. DLG Focus Test 10/09, DLG-Prüfbericht 5913F.*
- [67] Ettle, T.; Becher, V. Obermaier, A & Spiekers, H. (2011): *Einfluss der Fütterungsintensität in der Jungrinderaufzucht auf die Futteraufnahme und Gewichtsentwicklung bei Fleckvieh und Braunvieh (Brown Swiss). In: Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda 2011, Hrsg.: Verband der Landwirtschaftskammern, Bonn, S. 97-100.*
- [68] Köhler, B; Diepolder, M.; Ostertag, J.; Thurner, S. & Spiekers, H. (2013): *Dry matter losses of grass, lucerne and maize silages in bunker silos. Agricultural and Food Science, special issue of the XVI International Silage Conference in Hämeenlinna, Finland, Vol. 22 No.1, 2013, p. 145-150, ISSN 1795-1895.*
- [69] Spiekers, H. Nussbaum, H.J. & Potthast, V. (2009): *Erfolgreiche Milchviehfütterung. 5. Auflage, DLG-Verlag Frankfurt a.M., ISBN 978-3-7690-0730-5.*
- [70] Spiekers, H.; Ettle, T.; Pries, M. & Grünewald, K.-H. (2012): *Kalkulation der Nährstoffausscheidungen beim Rind. In: Kongressband 2012 Passau, VDLUFA-Schriftenreihe 68, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, ISBN 978-3-941273-13-9, S. 710-717.*
- [71] GfE (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (2008): *New equations for predicting metabolisable energy of grass and maize products for ruminants. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, Band 17, 62. Tagung in Göttingen, DLG Verlag Frankfurt a. M., p. 191-198.*
- [72] StMELF, 2012: *Bayerischer Agrarbericht 2012, <http://www.agrarbericht-2012.bayern.de/tabellen-karten/files/k18.pdf>.*
- [73] Sauter, J. (2008): *Verluste bei der Futterbergung – vom Schwader bis zur Ballenpresse. In: Art-Schriftenreihe 7, Tagung vom 14/15. Mai 2008 in Feldkirch, S. 29-33.*
- [74] Pflaum, J. (2007): *So halten Sie Silierverluste gering. In: Milchpur 1/2007. S. 13.*
- [75] Mitterleitner, H., Schilcher, A. & Demmel, M. (2007): *Konzepte zur Reduzierung der Kosten beim Transport von nachwachsenden Rohstoffen für Biogasanalgen. LfL-Information, 1. Auflage, November 2007, S. 5.*
- [76] Schmittmann, O. (2008): *Ertragsmessung im Feldhäcksler. Mais 3/2008 (35. Jg.), S. 88-91.*
- [77] Angermüller, I. (2013a): *Milchviehberatungsinitiative evaluiert. Fachinformation aus der Landwirtschaftsverwaltung in Bayern „Schule und Beratung“, Heft 1/2013, Landshut, ISSN 0941-360X. S. 40-41.*

- 
- [78] Angermüller, I. (2013b): *Landwirte bewerten Milchviehberatungsinitiative. Fachinformation aus der Landwirtschaftsverwaltung in Bayern „Schule und Beratung“*, Heft 4-5/2013, Landshut, ISSN 0941-360X. S. 52-54.
- [79] Angermüller, I. & Kaiser, M. (2013): *Qualifizierung der Betriebsleiter von Milchviehbetrieben. Fachinformation aus der Landwirtschaftsverwaltung in Bayern „Schule und Beratung“*, Heft 4-5/2013, Landshut, ISSN 0941-360X. S. 55-58.
- [80] Köhler, B.; Diepolder, M.; Thurner, S. & Spiekers, H. (2013): *Eiweißbereitstellung vom Grünland auf Betriebsebene. In: Mehr Eiweiß vom Grünland und Feldfutterbau Potenziale, Chancen und Risiken. 57. Jahrestagung der AGGF 2013 Triesdorf, Schriftenreihe 06/2013, Freising, ISSN 1611-4159, S. 62-69.*
- [81] Dorfner, G. (2012): *Was bringt der Kuh gutes Grobfutter. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Heft 12, S. 48-50.*
- [82] Randby, A.T.; Wijsberg, M.R.; Norgaard, P. & Herinstad, B. (2012): *feed intake and milk yield responses during early lactation of cows offered grass silages harvested at early maturity stages. XVI. International Silage Conference Hämeenlinna Finland, Proceedings, p. 148-149.*
- [83] Twickler, P.; Büscher, W. & Maack, C. (2012): *sensor controlled total-mixed-ration for nutrient optimized feeding of dairy cattle. XVI. International Silage Conference Hämeenlinna Finland, Proceedings, S. 316-317.*

## **Anhang**

### **Anhangsverzeichnis**

#### **Tabellen**

*Tab. A-1: Häufigkeit der Futteranalysen zur Erfassung der Nährstoffströme in den Futterbaubetrieben (jeweils aus Mischproben)*

*Tab. A-2: Maßnahmenkatalog zur Umsetzung einer effizienten Futterwirtschaft für das Pilotvorhaben*

*Tab. A-3: Erntetermine zum Silieren von Grünland und Klee gras je Betrieb und Standort der Erntejahre 2009 bis 2012*

*Tab. A-4: Erntetermine beim Silomais je Betrieb und Standort aus den Jahren 2008-2012*

*Tab. A-5: Futterkomponenten in der Rationszusammensetzung der Betriebe*

*Tab. A-6: Wiegetechnik der im Einsatz befindlichen Futtermischwagen an den LVFZ sowie Messergebnisse aus der Überprüfung der Messgenauigkeit*

*Tab. A-7: Kriterien zur Leistungsgruppeneinteilung für die TMR am Betrieb Achsel schwang für die Milchviehherde sowie die Altersabgrenzung der Jungviehherde am Standort Hübschenried*

#### **Abbildung**

*Abb. A-1: Mittlere Trockenmasseerträge je Silageschnitt sowie die Ertragsspanne (min.:max) zwischen den Schlägen vom Grünland der LVFZ im Jahr 2010*

*Abb. A-2: Silierprotokoll für Grassilagen*

*Abb. A-3: Silierprotokoll für Maissilagen*

*Abb. A-4: Poster zur 16. Internationalen Silagetagung in Hämeenlinna, Finnland vom 2.-4. Juli 2012*

*Abb. A-5: Poster „Feldhäcksler mit Ertragserfassung - Standorte in Bayern“ zum Beratertag 30.10.2012*

*Abb. A-6: Poster des LVFZ Achsel schwang zum Beratertag 30.10.2012*

*Abb. A-7: Poster des LVFZ Almesbach zum Beratertag 30.10.2012*

*Abb. A-8: Poster des LVFZ Almesbach zum Beratertag 30.10.2012*

*Abb. A-9: Poster des LVFZ Kringell zum Beratertag 30.10.2012*

*Abb. A-10: Poster des Versuchsbetriebs Grub zum Beratertag 30.10.2012*

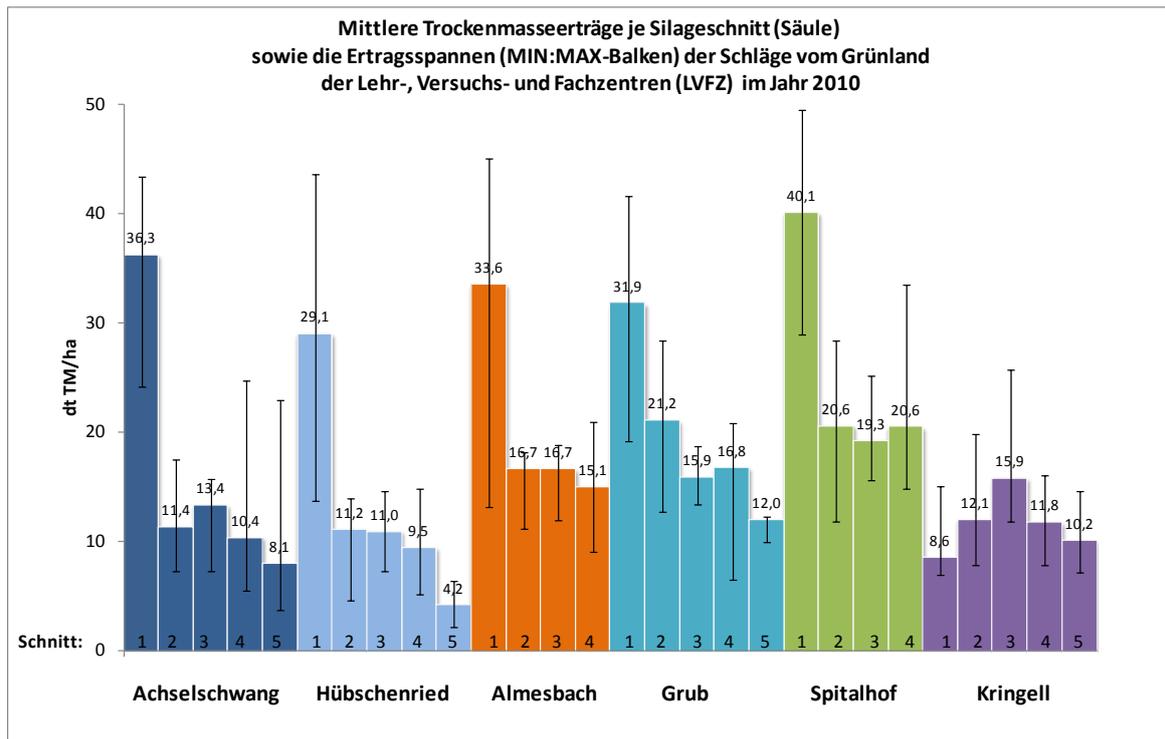
*Abb. A-11: Poster des Betriebs Spitalhof zum Beratertag 30.10.2012*

Tab. A-1: Häufigkeit der Futteranalysen zur Erfassung der Nährstoffströme in den Futterbaubetrieben (jeweils aus Mischproben)

Probenahmestellen/ Analysen	Grobfutter			
	Ernte	Gras	Silomais	Heu
TM-Gehalt	4 x je Schlag	4 x je Schlag	4 x je Schlag	4 x je Schlag
Weender	3 x je Silo	3 x je Silo	3 x je Silo	1 x je Schlag
Mineralstoffe	3 x je Silo	3 x je Silo	3 x je Silo	1 x je Schlag
Zucker, Stärke	3 x je Silo	3 x je Silo	3 x je Silo	---
Pufferkapazität, Nitrat	1 x je Silo	1 x je Silo	1 x je Silo	---
Silo	Grassilage	Maissilage	Siloballen	
Weender	1 x je Silo	1 x je Silo	1 x je Schlag	1 x je Schlag
Mineralstoffe	1 x je Silo	1 x je Silo	1 x je Schlag	1 x je Schlag
Zucker, Stärke	1 x je Silo	1 x je Silo	1 x je Schlag	1 x je Schlag
Gärsäuren, pH, Ammoniak, Alkohol	1 x je Silo	1 x je Silo	1 x je Schlag	1 x je Schlag
Ration				
Einzelkomponenten	Grassilage	Maissilage	je weiterer Komponente	
TM-Gehalt	1 x wöchentlich	1 x wöchentlich	1 x monatlich	1 x monatlich
Weender	1 x monatlich	1 x monatlich	1 x monatlich	1 x monatlich
Mineralstoffe	1 x monatlich	1 x monatlich	1 x monatlich	1 x monatlich
Gesamtration				
TM-Gehalt, Weender, Mineralstoffe	1 x je Ration, Wiederholung bei Silo- o. Chargenwechsel			

Tab. A-2: Maßnahmenkatalog zur Umsetzung einer effizienten Futterwirtschaft für das Pilotvorhaben

Zielesetzung	Bereich	Umsetzung	Voraussetzung	Details
<b>1. Futterproduktion</b> standortentsprechend optimierte Dünge- und Anbauverfahren	<b>Futteraufwuchs</b> - Ertragsfassung (Grünland und Futterbau)	Wiegung Onlinemessung am Feldhäcksler	Waage vor Ort Mitglied Maschinering Lohn-UN mit techn. Ausstattung	Referenzwiegung für Kalibrierung
in der Futterwirtschaft (opt. Schnitzeitpunkte, ...) Reduzierung Futterproduktionskosten	schlagbezogen silobezogen - TM-Bestimmung	Ertragsermittlung Feuchteermittlung		weitere Nutzung techn. Daten für Kostenreduzierung  Nährstoffbilanzen (Nährstoffentzug, Inhaltsstoffe)
<b>2. Futterplanung</b> Reduzierung Futterkosten	<b>Futtermengen</b> Futtermengenplanung	Nutzung der Ertragsdaten	Ertragsfassung Futtermengenerfassung	Durchführung LKV weitere Nutzung für Dünge- und Anbauplanung
<b>3. Silage management</b> Optimiertes Silomanagement (hohe Grobfutterqualitäten, geringe Nährstoffverluste)	<b>Futterqualitäten</b> - Grobfutterqualitäten	FuMi-Untersuchung "Controlling am Silo"	LKV-Mitglied Teilnahme LfL-Projekt	Durchführung LKV Durchführung (Amt, LfL)
<b>4. Fütterung</b> Steigerung Grobfutterleistung Krautfuttereffizienz	<b>Futterrationen</b> - Futterverbräuche - Rationsgestaltung	Mengenaufzeichnung am Futtermischwagen LKV- Fütterungsberatung - ZIFO/"Kontrolletti" - Milchleistungsprüfung Tierbestände je Rationsgruppe	Datenspeicherung am Futtermischwagen LKV-Mitglied	Durchführung Landwirt  Durchführung LKV " " Durchführung Landwirt
<b>5. Wirtschaftlichkeit</b> Senkung der Produktionskosten in der Futterwirtschaft Reduzierung Arbeitskosten	<b>Futterproduktionskosten</b> Vollkosten der Futterwirtschaft	BZA	Dokumentation Tieranzahl je Rationsgruppe	



*Abb. A-1: Mittlere Trockenmasseerträge je Silageschnitt sowie die Ertragsspanne (min:max) zwischen den Schlägen vom Grünland der LVFZ im Jahr 2010*

Tab. A-3: Erntetermine zum Silieren von Grünland und Klee gras je Betrieb und Standort der Erntejahre 2009 bis 2012

Betrieb	Schnitt	2009	2010	2011	2012
<b>Achselschwang</b>	1	07.05.	23.05.	30.04.	04.05.
	2	05.06.	25.06.	30.05.	16.06.
	3	12.07.	10.08.	04.07.	17.07.
	4	15.08.	03.09.	11.08.	28.08.
	5	07.10.	29.10.	26.09.	19.10.
<b>Hübschenried</b>	1	08.05.	24.05.	30.04.	08.05.
	2	04.06.	24.06.	30.05.	15.06.
	3	12.07.	01.08.	05.07.	18.07.
	4	15.08.	05.09.	12.08.	27.08.
	5	21.10.	28.10.	25.09.	18.10.
<b>Almesbach</b>	1	20.05.	25.05.	11.05.	08.05.
	2	14.07.	24.06.	16.06.	18.06.
	3	09.09.	11.08.	03.08.	20.08.
	4	-	05.10.	28.09.	18.10.
<b>Grub</b>	1	20.05.	24.05.	06./19.05.	11.05.
	2	16.07.	29.06.	16.06.	19.06.
	3	19.08.	11.08.	26.07.	23.07.
	4	21.10.	07.09.	13.09.	11./19.10
	5	-	11.10.	18.10.	--
<b>Kringell*</b>	1	03.05.	10.05.	02.05.	09./11.05.
	2	04.06.	09.06.	06.06.	27.06./05.07.
	3	13.07.	08.07.	06.07.	09./23.08.
	4	07.08.	11.08.	03.08./(16.09.)	06.10.
	5	09.09.	12.09.	02.09./(01.10.)	-
	6	07.10.	-	-	-
<b>Spitalhof</b>	1	10./11.5.	22.-24.05.	04.-06.05.	04.-11.05.
	2	13.6.	29.06.	15.06.	16.06.
	3	16.7.	10.08.	26.07./02.08.	17./18.07.
	4	20.8.	21./22.09.	30.08.	21.-28.08
	5	29.09./07.10.	15.10. (GC <sup>1</sup> )	01.10.	06./19.10.

\*Grünland und Klee gras, <sup>1</sup> GC= Grascobs

Tab. A-4: Erntetermine beim Silomais je Betrieb und Standort aus den Jahren 2008-2012

Betrieb	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Achselschwang</b>	22.09.				
	30.09.	27.09.	08.10.	23.09.	
	01.10.	28.09.	09.10.	30.09.	20.09.
<b>Almesbach</b>				21.09.	
				28.09.	30.08.
		18.09.	06.10.	06.10.	11.09.
	25.09.	28.09.	13.10.	10.10.	18.09.
<b>Grub</b>		02.09.	20.09.	31.08.	
	08.09.	07.09.	21.09.	09.09.	05.09.
	10.09.	08.09.	22.09.	10.09.	07.09.
<b>Kringell</b>	07.10.	18.09.		28.09.	
	08.10.	23.09.	07.10.	18.10.	02.10.

Tab. A-5: Futterkomponenten in der Rationszusammensetzung der Betriebe

LVFZ Achselschwang	LVFZ Almesbach	LVFZ Kringell	Versuchsbetrieb Grub	LVFZ Spitalhof
<b>TMR:</b>	<b>AMR:</b>	<b>AMR:</b>	<b>AMR:</b>	<b>AMR:</b>
- Grassilage	- Grassilage	- Grassilage	- Grassilage	- Grassilage
- Maissilage	- Maissilage	- Maissilage	- Maissilage	- Graskobs
- Heu	- Heu	- Biertreber	- Luzernesilage	- Biertrebersilage
- Stroh	- Stroh	- Heu	- Maiskornsilage	- Heu
- Getreide	- Getreide	- Gerstenstroh	- Heu	- Grummet
- Mineralfutter	- Mineralfutter	- Mineralfutter	- Stroh	- Gerstenstroh
			- Getreide	- Getreide
			- Mineralfutter	- Mineralfutter
<b>je nach Rezept:</b>	<b>je nach Rezept:</b>	<b>je nach Rezept:</b>	<b>je nach Rezept:</b>	<b>je nach Rezept:</b>
- Körnermais	- Eiweißfutter- mischung	- Lieschkolben- silage	- Sojaextraktions- schrot	- Körnermais
- Gerste	- Kraftfutter- mischungen	- Luzerne kobs	- Rapskuchen	- Eiweißfutter- mischung
- Sojaextraktions- schrot		- Luzerneheu	- Milchleistungs- futter 19	- Milchleistungs- futter 18
- Rapsextraktions- schrot		- Kraftfutter- mischungen	- Erbsen	
- Milchleistungs- futter 18			- Melasse	
- Milchleistungs- futter 22				
- Propylenglykol				
- Lebendhefe				

Tab. A-6: Wiegetechnik der im Einsatz befindlichen Futtermischwagen an den LVFZ sowie Messergebnisse aus der Überprüfung der Messgenauigkeit

Messung	Versuchsbetrieb Grub	LVFZ Kringell	LVFZ Achselschwang	LVFZ Almesbach	Spitalhof
<b>Futtermischwagen</b> (Hersteller, Fassungsvermögen)	<b>Faresin (16 m³)</b>	<b>Faresin (10,5 m³)</b>	<b>Faresin (16 m³)</b>	<b>Mayer Siloking (18m³)</b>	<b>Faresin (12 m³)</b>
<b>Wiegetechnik</b> (System, Elektronik)	<b>Wiegebolzen, PTM</b>	<b>Wiegebolzen, PTM</b>	<b>Wiegebolzen, PTM</b>	<b>DTM</b>	<b>LABEL</b>
<b>Messung, n</b>	<b>60</b>	<b>104</b>	<b>67</b>	<b>33</b>	<b>--</b>
<b>Messbereich, kg FM</b>	<b>40-5000</b>	<b>600-3000</b>	<b>400-4500</b>	<b>1000-6000</b>	<b>--</b>
<b>Korrekturgleichung, f(x)</b>	<b>0,9684x+45,33</b>	<b>1,0058x-4,663</b>	<b>1,014x -17,56</b>	<b>1,0248*-17,415</b> (bis 17.02.12)	<b>--</b>
<b>Bestimmtheitsmaß, (R²)</b>	<b>0,9958</b>	<b>0,9985</b>	<b>0,9999</b>	<b>0,9996</b>	<b>--</b>

Tab. A-7: Kriterien zur Leistungsgruppeneinteilung für die TMR am Betrieb Achselschwang für die Milchviehherde sowie die Altersabgrenzung der Jungviehherde am Standort Hübschenried

Leistungsgruppen	Dauer	Trächtigkeitsstatus	Milchleistung
Frischmelker	1. - 5. Lakt.Wo.		
Hochleistende	ab 6. Lakt.Wo.	bis längstens 200. Trächtigkeitstag	mind. 26 l
Niederleistende Altmelker		spätestens ab 200. Trächtigkeitstag	ab < 26 l Kuh (ab 2. Lakt.) ab < 23 l Jungkuh
Frühtrockensteher	4 - 5 Wo.	ab 230. Trächtigkeitstag	
Spättrockensteher	2 - 3 Wo. vor dem Vorbereitungsfütterung		
Jungvieh 1	4 Mon. bis 1 Jahr		
Jungvieh 2	1 Jahr bis 4 Wo. vor dem Abkalben		

<b>Silierprotokoll für: GRAS - Silagen</b>	
Landwirt: .....	Strasse: .....
Tel.-Nr.: .....	PLZ, Wohnort: .....
Zuständiges Amt: .....	BALIS-Betriebs-Nr.: .....
<b>I. Angaben zur Silierung:</b>	
<b>Schnitt:</b> <b>Schnittzeitpunkt:</b> <input type="checkbox"/> Blattstadium <input type="checkbox"/> Schossen <input type="checkbox"/> Rispenschieben	<b>Erntetermin:</b> ..... <input type="checkbox"/> Beginn Blüte <input type="checkbox"/> Blüte
<b>Feldperiode:</b> ..... Tage <b>Silierdauer:</b> ..... Std. bis zur Abdeckung	<b>Regen:</b> <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
<b>Erntetechnik:</b> <input type="checkbox"/> Häcksler Selbstfahrer <input type="checkbox"/> Häcksler gezogen <input type="checkbox"/> Ladewagen mit ..... Messer	<b>Häcksel-/Schnittlänge:</b> ..... mm <b>Schnitthöhe:</b> ..... cm
<b>Verdichtung:</b> <input type="checkbox"/> Schlepper .....t Gewicht <input type="checkbox"/> Radlader .....t Gewicht	
<b>Siliermittel:</b> <input type="checkbox"/> ohne <input type="checkbox"/> Harnstoff <input type="checkbox"/> EM <input type="checkbox"/> Milchsäurebakterien ..... Produkt <input type="checkbox"/> chem. SM ..... Produkt	

II. Angaben zur Silomiete:			
<b>Siloart:</b>	<input type="checkbox"/> Traunsteiner	<input type="checkbox"/> Flachsilos	<input type="checkbox"/> Behelfssilo
Höhe .....	m	Breite .....	m
Länge .....	m	Volumen .....	m <sup>3</sup>
<b>Befestigter Boden:</b>	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<b>Seitenwände:</b> <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0
<b>Abdeckung:</b>	Zeitraum..... Std. zwischen Ende Silierung und Abdeckung		
<b>Folien:</b>	<input type="checkbox"/> Randfolie	<input type="checkbox"/> Unterziehfolie	<input type="checkbox"/> normale Folie <input type="checkbox"/> Multisilofolie <input type="checkbox"/> alte 2. Folie
<b>Beschwerung:</b>	<input type="checkbox"/> Reifen	<input type="checkbox"/> Sand	<input type="checkbox"/> Matten
	<input type="checkbox"/> Silosäcke	<input type="checkbox"/> Netz	<input type="checkbox"/> Sonstige: .....
III. Entnahme der Silage			
<b>Silo geöffnet am:</b> .....	<b>Vorschub:</b> ..... m / Woche		
<b>Entnahme:</b>	<input type="checkbox"/> Fräse	<input type="checkbox"/> Blockschneider	<input type="checkbox"/> Schneidzange
	<input type="checkbox"/> Reißkamm	<input type="checkbox"/> Greifschaufel	<input type="checkbox"/> Frontladerschaufel
<b>Aufdeckung der Miete:</b>	<input type="checkbox"/> 0,50 m	<input type="checkbox"/> 1,00 m	<input type="checkbox"/> 1,50 m <input type="checkbox"/> > 1,50 m
<b>Schimmelbildung:</b>	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> seitlich	<input type="checkbox"/> oben <input type="checkbox"/> nesterweise
<b>Hygiene am Silo:</b>	<input type="checkbox"/> saubere, gekehrte Siloplatte		
	<input type="checkbox"/> vereinzelte Siloreste auf der Siloplatte		
	<input type="checkbox"/> größere Mengen an Siloresten auf der Siloplatte		
IV. Anmerkungen			
Herausgeber:			
LfL; ITE; Marco Zehner und Natalie Zimmermann in Zusammenarbeit mit Landwirtschaftsamt Schwandorf/Nabburg Konrad Wagner Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe Dr. Martin Pries, Stand 12.05.05			

Abb. A-2: Silierprotokoll für Grassilagen

## Silierprotokoll für: MAIS - Silagen

Landwirt: ..... Strasse: .....  
 .....  
 Tel.-Nr.: ..... PLZ, Wohnort: .....  
 .....  
 Zuständiges Amt: ..... BALIS-Betriebs-Nr.: .....  
 .....

### I. Angaben zur Silierung:

<b>Erntetermin:</b> .....			
<b>Kornabreife:</b>	<input type="checkbox"/> milchig, teigförmig	40 % TS	
	<input type="checkbox"/> teigartig, ohne Saftaustritt	45 % TS	
	<input type="checkbox"/> Korn teilweise fest	50 % TS	
	<input type="checkbox"/> Korn überwiegend fest	55 % TS	
	<input type="checkbox"/> Korn hart	60 % TS	
<b>Regen:</b>	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
<b>Silierdauer:</b> .....	Std. bis zur Abdeckung		
<b>Erntetechnik:</b>	<input type="checkbox"/> Häcksler Selbstfahrer <input type="checkbox"/> Häcksler gezogen		
<b>Häckselänge:</b> .....	mm	<b>Schnitthöhe:</b> .....	cm
<b>Verdichtung:</b>	<input type="checkbox"/> Schlepper .....t Gewicht <input type="checkbox"/> Radlader .....t Gewicht		
<b>Siliermittel:</b>	<input type="checkbox"/> ohne	<input type="checkbox"/> EM	
	<input type="checkbox"/> Harnstoff	<input type="checkbox"/> Milchsäurebakterien	..... Produkt
		<input type="checkbox"/> chem. SM	..... Produkt

II. Angaben zur Silomiete:			
<b>Siloart:</b>	<input type="checkbox"/> Traunsteiner	<input type="checkbox"/> Flachsilos	<input type="checkbox"/> Behelfssilo
Höhe .....	m	Breite .....	m
Länge .....	m	Volumen .....	m <sup>3</sup>
<b>Befestigter Boden:</b>	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<b>Seitenwände:</b> <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0
<b>Abdeckung:</b>	Zeitraum..... Std. zwischen Ende Silierung und Abdeckung		
<b>Folien:</b>	<input type="checkbox"/> Randfolie	<input type="checkbox"/> Unterziehfolie	<input type="checkbox"/> normale Folie <input type="checkbox"/> Multisilofolie <input type="checkbox"/> alte 2. Folie
<b>Beschwerung:</b>	<input type="checkbox"/> Reifen	<input type="checkbox"/> Sand	<input type="checkbox"/> Matten
	<input type="checkbox"/> Silosäcke	<input type="checkbox"/> Netz	<input type="checkbox"/> Sonstige: .....
III. Entnahme der Silage			
<b>Silo geöffnet am:</b> .....	<b>Vorschub:</b> ..... m / Woche		
<b>Entnahme:</b>	<input type="checkbox"/> Fräse	<input type="checkbox"/> Blockschneider	<input type="checkbox"/> Schneidzange
	<input type="checkbox"/> Reißkamm	<input type="checkbox"/> Greifschaufel	<input type="checkbox"/> Frontladerschaufel
<b>Aufdeckung der Miete:</b>	<input type="checkbox"/> 0,50 m	<input type="checkbox"/> 1,00 m	<input type="checkbox"/> 1,50 m <input type="checkbox"/> > 1,50 m
<b>Schimmelbildung:</b>	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> seitlich	<input type="checkbox"/> oben <input type="checkbox"/> nesterweise
<b>Hygiene am Silo:</b>	<input type="checkbox"/> saubere, gekehrte Siloplatte		
	<input type="checkbox"/> vereinzelte Siloreste auf der Siloplatte		
	<input type="checkbox"/> größere Mengen an Siloresten auf der Siloplatte		
IV. Anmerkungen			
Herausgeber:			
LfL; ITE; Marco Zehner und Natalie Zimmermann in Zusammenarbeit mit Landwirtschaftsamt Schwandorf/Nabburg Konrad Wagner Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe Dr. Martin Pries, Stand 12.05.05			

Abb. A-3: Silierprotokoll für Maissilagen



**Bavarian State Research Center for Agriculture**

Institute for - Animal Nutrition and Feed Management<sup>1</sup>  
 - Agricultural Ecology, Organic Farming and Soil Protection<sup>2</sup>  
 - Agricultural Engineering and Animal Husbandry<sup>3</sup>



# Dry matter losses of grass and maize silages in bunker silos



B. Köhler<sup>1</sup>, M. Diepolder<sup>2</sup>, J. Ostertag<sup>1</sup>, S. Thurner<sup>3</sup>, H. Spiekers<sup>1</sup>

## Introduction

Efficiency in feed management is highly relevant for an environmental and economic agricultural production. One main point for the improvement of efficiency is the reduction of feed losses.



- AIMS**
- Identifying weaknesses in feed management
  - Strategy for improvement of practice
  - Developing a method as a tool

- ANALYSIS**
- Measurement from 'field to trough'
  - Silage management investigations
  - DM<sup>4</sup>-losses from farm scale silos

## Material and Methods

Data collection (2008-2011)

- Fodder production of three farms
- Ensiling material: grass, grass-clover, lucerne and maize
- Ensiling in accordance with DLG-guidelines<sup>5</sup>

Methods (Fig. 1)

- Determination of the fodder mass flow: **total-in versus total-out procedure**
- DM-determination: **during ensiling and removal**

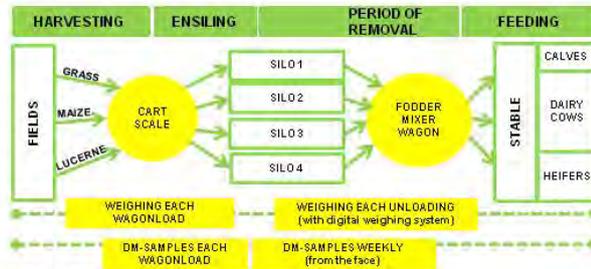


Fig. 1: Principles of measurement

## Results and Discussion

- DM-losses from 48 silos were determined (Fig. 2).
- Average of different types of silages: maize: 10 ± 7%, grass: 9 ± 8%, lucerne: 12 ± 4%.
- The average DM-losses overall appear to be low by contrast with the literature.
- However max. DM-losses of some silos are over 20%.
- A few negative DM-losses were measured by this method. The method precision depends mainly on the distribution of DM-determination.

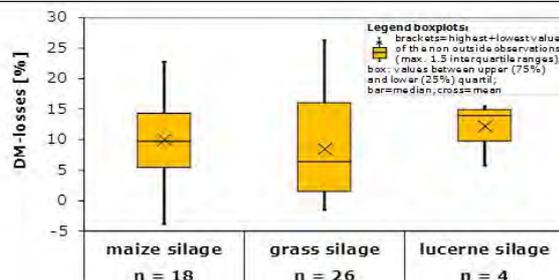


Fig. 2: DM-losses from the silages

Silage type and number of evaluated silos (n)

## Conclusions

- A practical method for the determination of DM-losses in bunker silos has been described.
- The DM-losses in grass silages from field to bunker seem to be comparable with those of maize.
- A benchmark of maximum 8 % unavoidable DM-losses emerged as an adequate value.
- Despite problems regarding data collection the method could be useful as a tool of control for farms.



DM=Dry matter, DLG (German Agricultural Society) Guidelines from the German research and adviser group feed preservation

Contact: Prof.-Dürrewächter-Platz 3, D-85586 Poing-Grub, E-Mail: brigitte.koehler@Lfl.bayern.de

Abb. A-4: Poster zur 16. Internationalen Silagetagung in Hämeenlinna, Finnland vom 2.-4. Juli 2012



**Feldhäcksler mit Ertragserfassung  
Standorte in Bayern**

KBM  
Kuratorium Bayerischer Maschinen- und Betriebshilfsringe e.V.  
Amalienstraße 21/22  
86633 Neuburg an der Donau  
Tel.: 08431 / 5388-0

**KBM**  
Kuratorium Bayerischer Maschinen-  
und Betriebshilfsringe e.V.



Abb. A-5: Poster zum Beratertag „Feldhäcksler mit Ertragserfassung - Standorte in Bayern“



**Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft**  
 Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Milchvieh- und Rinderhaltung Achselschwang



# Verbessertes Silomanagement

## Hintergründe:

- Bauliche Mängel an Silos (undicht)
- Ungünstige Zufahrt zu den Silos
- Zusätzlicher Siloraumbedarf notwendig



## Tierbestand: 2009/2010

Futterbedarfskalkulation

Grassilage: 1280 t (35 % TM)

Maissilage: 1280 t (35 % TM)

(bei 5 % Futterreste)



## Kennzahlen zur Silosanie rung

Stand	Silo- zahl	Siloraum (m <sup>3</sup> )	Siloraum/ Kuh (m <sup>3</sup> )	Silolänge ges. (m)
alt	7	3720	21	193
neu	11	4860	27	276

Tab.: Parameter zur Gras- und Maissilage

Silagen	Parameter	n	Mittelwert	Min.- Max.
Gras	TM, %	9	31	24 - 38
	Dichte, kg/m <sup>3</sup>	6	195	177 - 211
	Vorschub, m/Woche	6	1,7	1,1 - 2,5
Mais	TM, %	9	35	30 - 40
	Dichte, kg/m <sup>3</sup>	9	236	215 - 260
	Vorschub, m/Woche	9	2,2	1,1 - 2,7

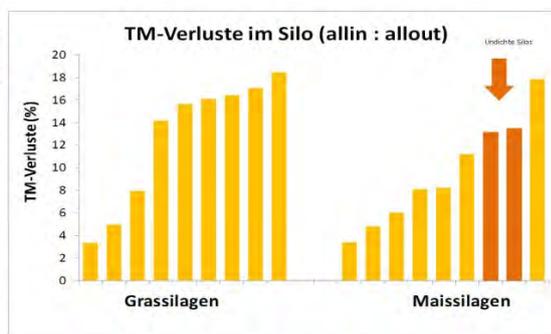


Abb.: TM- Verluste (% TM) im Silo über Mengenerfassung allin : allout

**FAZIT:** Das verbesserte Silomanagement führte zu einer deutlichen Verminderung der Abraummengen sowie zur Verbesserung der Silagequalität.

Abb. A-6: Poster des LVFZ Achselschwang zum Beratertag 30.10.2012



**Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft**  
Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Milchviehhaltung  
Almesbach



# Kleegrasanbau und Einsatz in der Fütterung

## Kleegrasanbau (Ergänzung zum Grünland)

### Kleegrasanbau in Almesbach

- Umwidmung Acker- in Dauergrünland (Überflutungsfläche)
- Erosionsschutzfläche
- Erhöhung der Futterfläche wegen Bestandesaufstockung
- gezielte Einsatz in der Fütterung



### Anbaudaten:

**2009-2010: 8 ha**

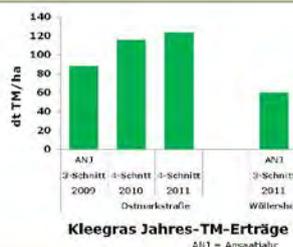
**ab 2011: 18 ha**

### Futterangebot - Netto- erträge zum Silieren:

**2009: 70 t TM**

**2010: 92 t TM**

**2011: 158 t TM**



2012	Schlag Ostmarkstr.			Schlag Wöllershof		
	TM-Ertrag	Rohprotein	Energie	TM-Ertrag	Rohprotein	Energie
Schnitt	dt TM/ha	g/kg TM	MJ NEL	dt TM/ha	g/kg TM	MJ NEL
1	24	185	6,17	38	173	6,23
2	33	132	5,52	38	148	5,48
3	26	137	5,74	21	173	5,72

## Auswertungen zur Fütterung (Zeitraum 2010-2012)

In der Ration Gras- und Kleeegrassilage (anteilig) „Sandwichsilage“

Verbrauch von Kraftfutter je kg erzeugte Milch			
	2010	2011	1. HJ 2012
Kraftfutter (g) gesamt je kg Milch	316	286	255
Eiweißfutter (g) je kg Milch	95	82	87
Kraftfutter (g) ohne Eiweißfutter je kg Milch	221	204	168
Milchleistung (kg) (Durchschnitt):			
Melkstand	9061	9025	9710
AMS			10300
Grundfutterleistung (kg) Milch/Kuh	3617	3901	4666
Kraftfutteraufwand (dt) je Milchkuh	28,6	25,8	24,8

### Fazit:

- qualitative Verbesserung der Grobfutterbasis
- trotz Leistungsanstieg kein Mehrbedarf an Eiweißfutter
- deutliche Steigerung der Grobfutterleistung

Baumannplatz 1, 92637 Weiden i.d. Oberpfalz, www.LfL.bayern.de

Abb. A-7: Poster des LVFZ Almesbach zum Beratertag 30.10.2012



## Vergleich der Milchvieh-Grundrationen

### 2010

### 2012

### Futtermittel

	kg TM/Tier und Tag
Grassilage 3. Schnitt*	<b>4,6</b>
Maissilage*	<b>8,2</b>
Heu	<b>0,9</b>
Gerstenstroh	<b>0,8</b>
RES/SES 70:30	<b>2,3</b>
Gerste/Weizen	<b>1,6</b>
Melasse	<b>0,11</b>
Mineralfutter 18 Ca, 4 P	<b>0,15</b>
Kohlensaurer Kalk	<b>0,03</b>
Viehsalz	<b>0,03</b>

\* GS 3. S. 10: 5,9 MJ NEL, 150 g XP  
 MS 09: 7,0 MJ NEL, 73 g XP

	kg TM/Tier und Tag
Grassilage 1.+2. Schnitt**	<b>7,7</b>
Maissilage**	<b>5,3</b>
Heu	<b>1,2</b>
Gerstenstroh	<b>0,5</b>
RES/SES 60:40	<b>0,9</b>
Weizen/Sojabohnen 80:20	<b>1,6</b>
Melasse	<b>0,27</b>
Mineralfutter 18 Ca, 4 P	<b>0,12</b>
Kohlensaurer Kalk	<b>0,06</b>
Viehsalz	<b>0,03</b>

\*\* GS 1.+2.S. 12: 6,3 MJ NEL, 157 g XP  
 MS 11: 7,1 MJ NEL, 82 g XP

### Gehaltswerte

Inhaltsstoff		je kg TM	für ... kg Milch
NEL	MJ	<b>6,5</b>	24,5
nXP (g)	g	<b>146</b>	25,8
RNB (g)	g	<b>0,1</b>	
Rohfaser	g	<b>186</b>	
Kraftfutteranteil	%	<b>22,5</b>	

Inhaltsstoff		je kg TM	für ... kg Milch
NEL	MJ	<b>6,7</b>	25,8
nXP (g)	g	<b>147</b>	26,1
RNB (g)	g	<b>1,1</b>	
Rohfaser	g	<b>181</b>	
Kraftfutteranteil	%	<b>21,3</b>	



#### Fazit:

- Höhere Energie- und Eiweißgehalte in den Gras-/Kleeegrassilagen 2012
- Höherer Anteil Grassilage in Ration 2012
- Reduzierung der Eiweißkomponente
- Reduzierung des Kraftfutteranteils

Abb. A-8: Poster des LVFZ Almesbach zum Beratertag 30.10.2012



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

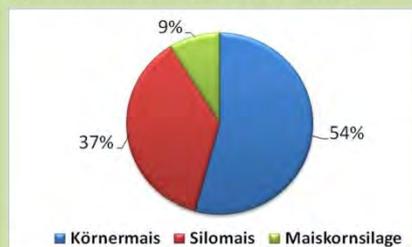
Abteilung Versuchsbetriebe  
Versuchsstation Grub



## Qualitätsmanagement beim Mais



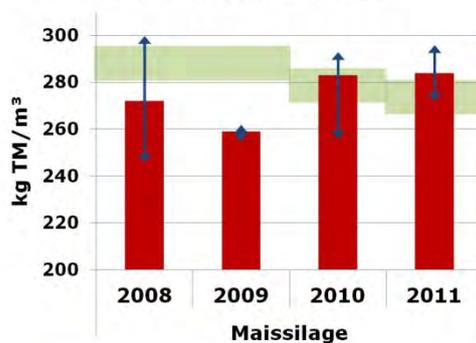
### Anteile der Maisprodukte (Gesamtfläche 62,2 ha)



### Maiskornsilage – warum?

- hohe Energiedichte
- hoher Anteil an pansenstabiler Stärke
- Einsparung von Trocknungskosten
- gute Kombination mit hohem Silomais-Anteil in Ration

### TM-Dichte der Maissilagen



Zielbereich, TM-abhängig

Spanne

### Erträge Silomais und Maiskornsilage im Jahresverlauf

Jahr	Silomais		Maiskornsilage	
	ha	dt TM/ha	ha	dt TM/ha
2008	46	159	-	-
2009	18	159	12	88
2010	42	135	-	-
2011	33	191	11	101
2012	22	169	5	97

### Einsatz Siliermittel:

**Silomais:** keine; im Praxisversuch keine Vorteile nachweisbar

**Maiskornsilage:** Kombination aus Kaliumsorbat + Milchsäurebakterien

### Erntezeitpunkt nach Reifemonitoring!

**Fazit: Erfolgreiche Maisproduktion setzt permanentes Controlling der gesamten Produktionskette voraus!**

Abb. A-9: Poster des Versuchsbetriebs Grub zum Beratertag 30.10.2012



## Schnittregime im Öko-Betrieb

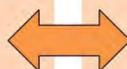
### Produktionsgrundlage Grobfutter:

- 45 % GL, 30 % KG, 25 % SM\*
- N-Düngung: 80 kg GL, 40 kg KG, 150 kg SM
- Ausbringung von Stallmistkompost
- Grünland teilarrondiert
- weit entfernte Pachtflächen



### Bisherige Nutzung:

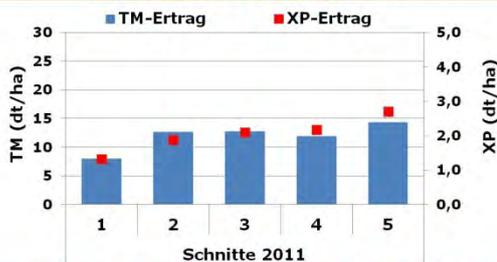
- 5 (-6) Schnitte GL
- 5 Schnitte KG
- Zukauf Grobfutter (Luzerne)
- hohe Eiweißgehalte
- mittleres Ertragsniveau Grünland  
60 dt TM/ha



### Aktuelle Nutzung:

- 4 Schnitte im GL und KG
- Ausbau Weideführung Milch- und Jungvieh (KRW)
- differenzierte Grünlandnutzung für die Futterproduktion
- Abstimmung Ertrag - Qualität

### 5-Schnitt-Nutzung 2011

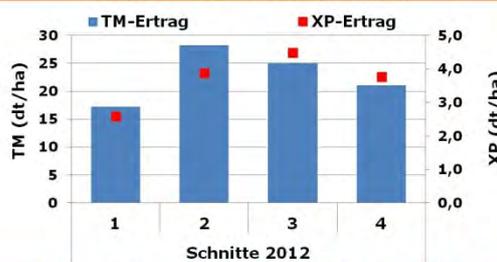


Jahresertrag je ha: 60 dt TM ; 10 dt XP

### Gras- und Kleegrassilagen 2011 Inhaltsstoffe

Schnitt	Rohprotein (g/kg TM)	Rohfaser (g/kg TM)	Energie (MJ NEL/kg TM)
1	165	155	6,7
2	148	247	5,6
3	164	223	6,4
4	182	232	6,2
5	188	208	6,6

### 4-Schnitt-Nutzung 2012



Jahresertrag je ha: 92 dt TM ; 15 dt XP

### Gras- und Kleegrassilagen 2012 Inhaltsstoffe

Schnitt	Rohprotein (g/kg TM)	Rohfaser (g/kg TM)	Energie (MJ NEL/kg TM)
1	150	208	6,5
2	137	262	5,4
3	179	250	5,7
4	179	214	6,2
-	-	-	-

### Konkrete Zielsetzung:

- Futterkosten senken
- hoher Weideanteil (Kurzrasenweide), verlustfreie Nutzung des hofnahen Aufwuchses
- gezielte Silagebereitung für unterschiedliche Tiergruppen:
  - Laktierende: hohe Qualität, früher Nutzungszeitpunkt
  - Trockensteher/ JV: mittlere Qualität, 2. Schnitt späte Nutzung
- Verzicht auf Zukauf von Grobfuttermitteln
- differenzierte, standortgerechte Nutzung (kräuterreiche Wiesen); 3-Schnittnutzung mit Heuwerbung

\* GL = Grünland, KG = Kleegras, SM = Silomais

Abb. A-10: Poster des LVFZ Kringell zum Beratertag 30.10.2012


**Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft**

 Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Milchviehhaltung  
 und Grünland Spitalhof Kempten  
 Milchwirtschaftlicher Verein Allgäu-Schwaben e.V.


## Energie- und Eiweißerträge von Grasprodukten


**Spitalhof**

Grünlandbasierte Futterwirtschaft

**Standortdaten:**

 - Höhenlage, m über NN 720  
 - Niederschläge, mm/Jahr 1350  
 - Jahrestemperatur, °C 6,7

**Tierbestand:**

 - 95 Milchvieh, 80 Jungvieh,  
 45 Kälber, 35 Mastbullen

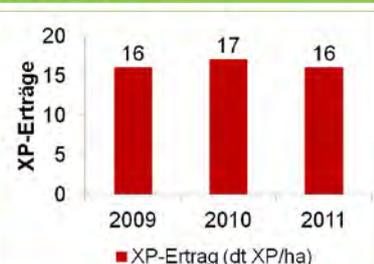
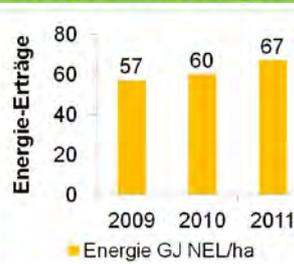
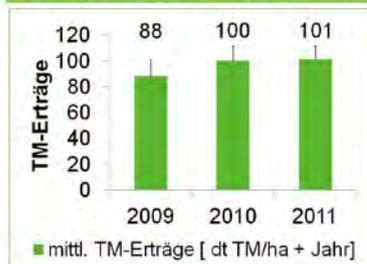
**Produktionsdaten:**

 - Grünland, ha 88 (+45 ha Alpfläche)  
 - Schlaggrößen, ha 3 - 14  
 - Nutzungsintensität 5 Schnitte  
 - N-Düngung, kg/ha + Jahr 170/70 (org/min)  
 - N-Gabe, kg/ha je Schnitt 0-30 (2-3x/Jahr)

**Grobfutterproduktion 2012:**

- Grassilage: 627 t TM - Cobs: 43 t TM - Heu: 58 t TM

### Mehrjährige Energie- und Rohproteinträge vom Grünland


**Erträge und Futterqualitäten 2012:**

Schn.	Datum	ha	TM-		XF	Energie
			Ertrag	XP		
			dt TM/ha	g/kg TM	g/kg TM	MJ NEL/kg TM
<b>Gras zum Silieren</b>						
1	4.-11.5.	61	34	148	225	6,7
2	16.06.	45	17	162	215	6,6
3	17./18.6.	61	21	176	223	6,4
4	20./28.8.	56	20	180	230	6,3
5	6./19.10.	65	16	--	--	--
<b>Heu</b>						
1	27.5.	11	32	88	288	5,6
2	23.7.	11	18	138	231	6,1
4	20.8.	4	12	146	227	6,3

XP = Rohprotein; XF = Rohfaser

**FAZIT:**

- Mittleres Ertragsniveau: 96 dt TM/ha (Netto)
- Erzielung von über 60.000 MJ NEL pro ha im Mittel
- Mittlere Rohproteinträge: 16 dt XP pro ha
- Ertrags- und qualitätsorientierte Grünlandbewirtschaftung auf „Grünlandgunststandort“
- Realisierung einer Eiweißversorgung zu 64 % aus Grobfutter (Grasprodukte, Stroh) bei 9200 kg Milch Jahresleistung

Spitalhofstraße 9, 87437 Kempten, www.LfL.bayern.de

Abb. A-11: Poster des Betriebs Spitalhof zum Beratertag 30.10.2012