



Mehr Milch aus Gras

Schriftenreihe, Heft 23/2016



Mehr Milch aus sächsischem Gras und einheimischen Eiweißfuttermitteln

Dr. Siriwan Martens, Ingo Heber, Dr. Gerhard Riehl, Prof. Dr. Olaf Steinhöfel

Dirk Marquardt, Simone Roscher, Frank Förster

Martina Rimpl, Prof. Dr. Steffi Geidel

Dr. Wolfram Richardt

Christian Kuhnitzsch, Prof. Dr. Annette Zeyner, Dr. Monika Wensch-Dorendorf

Dr. Bernd Pieper, Dr. Ulrich Korn

Prof. Dr. Manfred Hoffmann

Philipp Braun, Juliane Willnat, Johanna Giehler, Alina Majewska-Pinda

1	Grünland für die Milchproduktion in Sachsen	14
1.1	Flächennutzung und Tierbestände	15
1.2	Tierernährung	24
1.2.1	Argumente für einen höheren Grasanteil in Milchviehrationen	24
1.2.2	Hemmnisse für einen höheren Grasanteil in Milchviehrationen	24
1.2.3	Milch aus Gras – Entwicklung im Freistaat Sachsen von 2000 bis 2015	25
1.3	Wirtschaftlichkeit	28
2	Herausforderungen, Einschränkungen und Lösungsansätze	30
2.1	Aus ökonomischer Sicht	30
2.1.1	Blickpunkt Weide	31
2.1.2	Intensivierung des Grünlandes	32
2.1.3	Szenarienbetrachtung und Auswirkungen auf den notwendigen Milchauszahlungspreis in Folge unterschiedlicher Futterrationen	33
2.1.3.1	Wechselnde Anteile und Qualitäten von Silagen des Grünlandes (Tabelle 10 bis Tabelle 13)	34
2.1.3.2	Weidemilch als Alternative	37
2.2	Aus Sicht des Futterwertes	40
2.2.1	Proteinversorgung von Milchrindern	40
2.2.1.1	Eiweißversorgung der landwirtschaftlichen Nutztiere im Freistaat Sachsen	40
2.2.1.2	Untersuchungen zur N-reduzierten Fütterung von Milchrindern	55
2.2.1.3	Die Bedeutung von Gras bei der Proteinversorgung von Milchvieh	73
2.2.2	Proteinqualität von Gras und Graskonservaten	75
2.2.2.1	Veränderungen der Proteinqualität durch die Silierung von Gras	76
2.2.2.2	Beeinflussung der Proteolyse durch tanninhaltige Silierzusätze	79
2.2.2.3	Verbesserung der Proteinqualität von Grobfutter in der Wiederkäuerernährung durch den Einsatz von Silierzusätzen basierend auf kondensierten Tanninen	83
2.2.2.4	γ -Aminobuttersäure in Grassilagen	84
2.2.3	Weidefütterung von Milchrindern	89
2.2.3.1	Vergleichende Untersuchungen zu Weidefutter vs. Grassilage im Stall	89
2.2.3.2	Einfluss einer Halbtagsweide auf die N-Versorgung almelkender Milchkühe und Effekte auf die Folgelaktation	94
2.2.4	Frisch-/Trockengrün-/Heufütterung von Milchrindern	103
2.2.4.1	Gedanken zur Zukunft von Grassilage in der Milchkuhfütterung	103
2.2.4.2	Alternativen Frischgrün und Heu	111
2.2.4.3	Einfluss von Grünlandaufwüchsen unterschiedlicher Darbietungsform auf die Fettsäurezusammensetzung der Rohmilch	112
2.2.5	Mineralstoff(über/unter)versorgung vom Grünland	116
2.2.5.1	Untersuchungen zur standortspezifischen Variation von Kupfer- und Zinkgehalten in Grobfuttermitteln im Freistaat Sachsen	117
2.2.5.2	Standort- und futtermittelspezifische Differenzen im Schwefel- und Eisengehalt von Futtermitteln aus sächsischen Milchviehbetrieben in den letzten 15 Jahren (2000–2014)	122
2.2.5.3	Mineralstoffzusammensetzung und Qualität von Grassilagen, die mit verschiedenartigen Böden unterschiedlichen Eisengehaltes verschmutzt wurden	126
2.2.5.4	Mineralstoffzusammensetzung und Qualität von Grassilagen, die mit Löwenzahn (<i>Taraxacum officinale</i>) einsiliert wurden	128
2.3	Futterbauliche Aspekte und Umweltwirkungen	130
2.3.1	Pflanzenbauliche Aspekte	130
2.3.1.1	Identifizierung des Ertragspotenzials und des Handlungsbedarfs	130
2.3.1.2	Voraussetzungen für einen nachhaltig intensiven Futterbau	135
2.3.2	Umweltwirkungen	138
2.3.2.1	Einordnung von „Mehr Milch aus Gras“ in die Gesamtbetrachtung zu den Treibhausgas-Emissionen	139

2.3.2.2	„Mehr Milch aus Gras“ – produktbezogene Betrachtung	141
2.3.2.3	„Mehr Milch aus Gras“ – Fazit THG-Emissionen	144
3	Untersuchungen in Referenzbetrieben.....	146
3.1	Fütterung.....	148
3.2	Milchproduktion	150
3.3	Grünland.....	151
3.4	Betriebswirtschaftliche Auswertung.....	156
3.4.1	Gesamtergebnis	156
3.4.2	Leistung.....	157
3.4.3	Kosten	158
3.4.4	Futterkosten	159
3.4.5	Erzeugte Milch aus Gras und Mais.....	161
3.4.6	Szenarienbetrachtung	161
4	Zusammenfassende Wertung	163
	Literaturverzeichnis	169

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Dauergrünlandfläche und ihr Anteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) in den Bundesländern im Jahr 2014 (Datenquelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.1.2, 2015)	16
Abbildung 2:	Anteil der Futterfläche (Grünland und Ackerfutter einschließlich Silomais) an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) in den sächsischen Vergleichsgebieten im Jahr 2013.....	17
Abbildung 3:	Anteil des Ackerfutters an der Ackerfläche in den sächsischen Vergleichsgebieten und der einzelnen Fruchtarten am Ackerfutter im Jahr 2011.....	18
Abbildung 4:	Entwicklung der Grünlandfläche und Tierbestände in Sachsen von 1990 bis 2014 (Datenquelle: Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen).....	19
Abbildung 5:	Grünlandanteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) und Viehbesatz Raufutter verwertender Tiere (RGV pro ha LF; Detaillierter GV-Schlüssel LfULG) in den sächsischen Vergleichsgebieten im Jahr 2013.....	20
Abbildung 6:	Anwendungsumfang der Agrarumweltprogramme UL (KULAP, NAK) und AuW, Teil A, sowie NE auf dem Grünland von 2000 bis 2014 (Datenquelle: wissenschaftliche Begleitung UL und ELER).....	22
Abbildung 7:	Maximale und mittlere Hangneigung des Grünlandes in Sachsen im Jahr 2011 (Datenquelle: Antragsdaten Agrarförderung Stand 07/2011; DGM 20 und Graslandbonitur 1987).....	23
Abbildung 8:	Anteil der Futterkosten an der Milchproduktion.....	29
Abbildung 9:	Schätzung des Rohproteinbedarfs von Sachsens landwirtschaftlichen Nutztieren aus Grob- und Konzentratfutter 2010.....	46
Abbildung 10:	Berechnung der Grünlandüberschüsse von 2010 (ROSCHER & STEINHÖFEL 2011).....	49
Abbildung 11:	Deckung des Konzentratfutterbedarfs von der landwirtschaftlichen Nutzfläche Sachsens 2010 (eigene Berechnungen)(links Bedarf, rechts Erzeugung).....	50
Abbildung 12:	Grundlage der Kalkulation zur Ermittlung des Selbstversorgungsgrades an Konzentratfutterprotein.....	50
Abbildung 13:	Versorgungsbilanz für Getreide in Deutschland WJ 2009/10 in 1.000 t (BMELV, BLE 2011).....	51
Abbildung 14:	Schätzung zum Bedarf, zur Produktion und Verfügbarkeit von Rohprotein aus Konzentratfuttermitteln Sachsen 2010.....	53
Abbildung 15:	Schätzung des Rohproteinbedarfs und Mengen der wichtigsten rohproteinliefernden Futtermittel der landwirtschaftlichen Nutztiere in Sachsen 2010.....	54
Abbildung 16:	Entwicklung des Melkdurchschnitts (ECM [kg]) im Betrieb 2010–2013.....	59
Abbildung 17:	Entwicklung der Laktationsleistung nach MLP-Jahresabschluss 2010–2013 im Betrieb.....	59
Abbildung 18:	Vergleich des Verlaufs der Laktationskurven der 1. Laktation der Jahre 2010–2012.....	60
Abbildung 19:	Vergleich des Verlaufs der Laktationskurven der 2. Laktation der Jahre 2010–2012.....	61
Abbildung 20:	Vergleich des Verlaufs der Laktationskurve ab der 3. Laktation der Jahre 2010–2012.....	62
Abbildung 21:	Entwicklung von Fettgehalt und -menge im Betrieb 2010–2013.....	63
Abbildung 22:	Entwicklung von Eiweißgehalt und -menge im Betrieb 2010–2013.....	63
Abbildung 23:	Entwicklung der Harnstoffgehalte der Milch im Betrieb 2010–2013.....	64
Abbildung 24:	Verhältnis von Eiweißgehalt zu Harnstoffmenge im Betrieb nach dem Schema von WIESNER & SPOHR (1991), zitiert nach SEGGEWISS (2004).....	65
Abbildung 25:	Prozentualer Anteil der Kühe in den Zellzahlklassen.....	65
Abbildung 26:	Verlauf des Aufwands des Futter-N für Milchprotein-N des Betriebes 2010–2013.....	66
Abbildung 27:	Umsetzung des Futter-N in Milchprotein-N Vergleich der Jahre 2010–2013.....	67
Abbildung 28:	Anteil abgegangener Kühe am durchschnittlichen Kuhbestand.....	70
Abbildung 29:	Anteil abgegangener Kühe am durchschnittlichen Tierbestand in Abhängigkeit zur Laktation.....	71
Abbildung 30:	Rohproteinfraktionierung in Grassilagen nach LICITRA et al. (1996); n = 74. A - Nichtproteinstickstoff, B ₁ - C Reineiweiß, C - unverdauliches Reineiweiß. UDP5, Schätzung des Anteils an Durchflussprotein aufgrund der Fraktionierung (LKS mbH Lichtenwalde).....	74
Abbildung 31:	Gehalt von sechs Aminosäuren in Silagen (in g/kg TM).....	74
Abbildung 32:	Veränderungen in den Rohproteinfraktionen durch die bei der Silierung stattfindende Proteolyse.....	77
Abbildung 33:	Veränderungen in den Rohproteinfraktionen von Klee gras und Klee grassilagen (n = 8) durch die Silierung.....	77

Abbildung 34:	Einfluss der Feldliegezeit auf den Abbau des Reineiweißes	78
Abbildung 35:	Prozentuale Anteile der Proteinfraction A (in % des RP) der Silagen am 96. Siliertag.....	82
Abbildung 36:	Prozentuale Anteile der Proteinfraction B3 (in % des RP) der Silagen am 96. Siliertag.....	82
Abbildung 37:	Proteinlöslichkeit (in %) der Versuchssilagen nach 96 Siliertagen	82
Abbildung 38:	B2-Fraktion (% des Rohproteins) in Luzernesilage nach 180 d Lagerdauer mit verschiedenen Zusätzen .84	
Abbildung 39:	GABA-Gehalte in Luzernesilagen mit zwei TM-Stufen aus 20 Laborsilos mit verschiedenen Zusätzen (je n = 3)	86
Abbildung 40:	Beziehung zwischen Gehalt an Trockenmasse und GABA in den Grassilagen (n = 81)	86
Abbildung 41:	Beziehung zwischen Gehalt an Reineiweiß im Rohprotein und an GABA in der TM der Grassilagen (n = 81).....	87
Abbildung 42:	Beziehung zwischen Reineiweißanteil am Rohprotein und GABA-Gehalt in den Luzernesilagen (n = 20) .87	
Abbildung 43:	Beziehung zwischen Anteil an NH ₃ -N am Gesamt-N und GABA-Gehalt in den Grassilagen (n = 81)	88
Abbildung 44:	Beziehung zwischen Anteil an NH ₃ -N am Gesamt-N und GABA-Gehalt in den Luzernesilagen (n = 20) ...	88
Abbildung 45:	Milchleistung im Umstellungszeitraum der KG 2 und VG 2 (Folgelaktationen)	91
Abbildung 46:	Milchleistung im Umstellungszeitraum der KG 1 und VG 1 (Erstlaktation).....	91
Abbildung 47:	Entwicklung der US-RFD von der letzten Körperkonditionsbeurteilung (KKB) im Versuch (1) über die letzte KKB in der Trockensteherphase (2) zur Folgelaktation (^{a, b} unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikanten Unterschied mit p ≤ 0,05)	97
Abbildung 48:	Vergleich des mittleren Laktationsverlaufes der Folgelaktation der ehemaligen Versuchsgruppen anhand der täglichen Milchleistungen (polynome Trendkurve nach KIRKPATRICK et al. (1990) und SPILKE et al. (2009) (dient der vereinfachten Darstellung des Laktationsverlaufes)	98
Abbildung 49:	Verhältnis von Mais zu Grassilagen in Rationen für Milchkühe.....	104
Abbildung 50:	Gebiete mit erhöhten Schadstoffgehalten	116
Abbildung 51:	Kupfergehalt in der Rohasche in Gras- und Maissilagen der Jahre 2000 bis 2015.....	119
Abbildung 52:	Zinkgehalt in der Rohasche in Gras- und Maissilagen der Jahre 2000 bis 2015	119
Abbildung 53:	Mittlerer Zinkgehalt in der Rohasche sächsischer Grassilagen der Jahre 2000 bis 2007 vs. 2008 bis 2015 in Beziehung zu erwarteten standortspezifischen Variationen (Vergleichsgebiete sortiert absteigend nach Anke et al. 1994).....	120
Abbildung 54:	Mittlerer Zinkgehalt in der Rohasche sächsischer Maissilagen der Jahre 2000 bis 2007 vs. 2008 bis 2015 in Beziehung zu erwarteten standortspezifischen Variationen (Vergleichsgebiete sortiert absteigend nach ANKE et al. 1994).....	120
Abbildung 55:	Zusammensetzung der Grobfuttermischung (in % der TM) der sächsischen Milchrinder von 1997 bis 2010 im Tiefland und im Mittelgebirge (STEINHÖFEL 2011).....	133
Abbildung 56:	Saldo von Rohfaserangebot (Grünland, Feldfutter, Silomais) und -bedarf durch Raufutter verwertende Tiere sowie Biogasanlagen, dargestellt in % der vorhandenen Grünlandfläche, 2011 in Sachsen (Bearbeitungsstand 18.09.12 mit 1 Milch- und Mutterkuh = 1 RGV = 1,2 GV für Rfa-Bedarfsermittlung) .134	
Abbildung 57:	Zusammensetzung der Treibhausgas-Emissionen (kt CO ₂ e/Jahr) in Sachsen nach Emissionsquellen im Bezugsjahr 2010, Bilanzraum Landwirtschaft gesamt (LfULG 2014, verändert)	139
Abbildung 58:	Treibhausgas-Emissionen (kt CO ₂ e) in der sächsischen Landwirtschaft für das Bezugsjahr 2010 (LfULG 2014, verändert)	140
Abbildung 59:	Treibhausgas-Emissionen aus der Pflanzenproduktion und Tierhaltung in Sachsen für das Bezugsjahr 2010 (LfULG 2014, verändert)	140
Abbildung 60:	Carbon Footprints (kg CO ₂ e) je kg essbares Protein in Abhängigkeit von Tierart/ -kategorie und Leistungshöhe (FLACHOWSKY 2011, verändert)	141
Abbildung 61:	Methan-Emissionen bei der Milcherzeugung durch die Fermentationsprozesse im Pansen oder Dickdarm von Holstein-Kühen (Daten aus FLACHOWSKY & BRADE 2007; Bedingungen: 650 kg LM, 42 g kg ⁻¹ Milchfett, 34 g kg ⁻¹ Milcheiweiß, kein Weidegang; Zahl der Kälber pro Jahr als Funktion der Milchleistung)	142
Abbildung 62:	Methan-Emissionen bei der Milcherzeugung durch die Fermentationsprozesse im Pansen oder Dickdarm von Holstein-Kühen bei konstanter Milcherzeugung auf Betriebsebene und unterschiedlicher Milchleistung (Milchquote: 800.000 kg/Jahr, weitere Details s. Abbildung 61, Daten aus FLACHOWSKY & BRADE 2007).....	142

Abbildung 63: THG-Vermeidungspotenziale im Laufe von 20 Jahren durch Verzicht auf Grünlandumbruch in Sachsen (LfULG 2014, verändert)	145
Abbildung 64: Standorte der ausgewählten Milchproduktionsbetriebe in Sachsen; gelb deutet maisbetonte und grün grasbetonte Milchkühhütterung an	147
Abbildung 65: Beitrag der Futterkomponenten der verschiedenen HL-Mischrationen zur Proteinversorgung, paarweise gras-/maisbetont aufgeföhrt (SES - Sojaextraktionsschrot)	149
Abbildung 66: Verhältnis Gesamtleistung und Gesamtkosten	157
Abbildung 67: Zusammensetzung der Futterkosten (€-Cent je kg Milch) und der Anteil an den Gesamtkosten	159

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Verteilung der Milchkuhbestände auf die sächsischen Wirtschaftsgebiete im Jahr 2013	20
Tabelle 2:	Anzahl und Anteil landwirtschaftlicher Betriebe mit Dauergrünland im Jahr 2014 in Sachsen	21
Tabelle 3:	Milch aus Gras im Freistaat Sachsen 2014 in den Agrarstrukturgebieten	25
Tabelle 4:	Kennzahlen zum Graseinsatz und zur Grassilagequalität in sächsischen Referenzbetrieben 2000–2016 (Messnetz „Futtermittel im Freistaat Sachsen“)	27
Tabelle 5:	Maximale Kosten für Grasanweilsilage in Abhängigkeit des Rationsanteils und der Kosten für Maissilage bei 7 Cent je kg Milch Grobfutterkosten	29
Tabelle 6:	Orientierungskosten Futtermittel vom Grünland	30
Tabelle 7:	Weideflächenbedarf für 120 Kühe bei 18 kg täglicher Milchleistung	31
Tabelle 8:	Kosten und Nutzen durch die Verbesserung der Grasnarbe	32
Tabelle 9:	Herstellungskosten (Vollkosten) der Anweilsilage vom Grünland (je ha)	33
Tabelle 10:	Anteil Anweilsilage 100 % in guter Qualität	34
Tabelle 11:	Anteil 70 % Anweilsilage in sehr guter Qualität	35
Tabelle 12:	Anteil 35 % Anweilsilage in sehr guter Qualität	36
Tabelle 13:	Anteil 60 % Maissilage mit einem Ertrag von 350 dt FM/ha	37
Tabelle 14:	Ökonomische Betrachtung des Verfahrens Weidemilch	38
Tabelle 15:	Ökonomische Betrachtung des Verfahrens Heumilch	39
Tabelle 16:	Entwicklung des Selbstversorgungsgrades mit ausgewählten tierischen Erzeugnissen in Deutschland in % (DVT 2011; SMUL 2010)	41
Tabelle 17:	Rohstoffeinfuhren in die EU (EU-27) (DVT 2011)	41
Tabelle 18:	Entwicklung des GV-Bestandes und des GV-Besatzes in Sachsen (StaLa 2011)	44
Tabelle 19:	Annahmen für Futteraufnahme und Proteinbedarf des gesamten GV-Bestands nach Nutztierarten in Sachsen 2010	44
Tabelle 20:	Rechenweg zur Ermittlung der XP-Aufnahme aus dem Grobfutter am Beispiel der leistungsabhängigen Milchkuhfütterung	45
Tabelle 21:	Schätzung der benötigten Menge an Rohprotein aus Konzentratfuttermitteln für die landwirtschaftlichen Nutztiere in Sachsen 2010	45
Tabelle 22:	Jährlicher Rohproteinbedarf aus Grobfutter und Konzentraten in Abhängigkeit von der Rohproteindeckung aus Grobfutter	46
Tabelle 23:	Schätzung des Mindestsojaextraktionsschrotbedarfs für Sachsens Nutztiere 2010	47
Tabelle 24:	Rohproteinerzeugung von landwirtschaftlichen Nutzflächen in Sachsen 2010 (StaLa 2011; eigene Berechnungen)	47
Tabelle 25:	Verbrauch von Getreide zu Futterzwecken in Deutschland (DVT 2011)	51
Tabelle 26:	Rohstoffeinsatz in Sachsens Mischfutterindustrie im WJ 2009/10 ¹⁾ (in t und %) (DVT 2011)	52
Tabelle 27:	Aufstallung, Fütterung, Tierbestand, Leistung des Praxisbetriebes	57
Tabelle 28:	Exemplarische Übersicht der Rationszusammensetzung und der zugrunde gelegten Leistungsdaten der Hochleistungs- und Altmelkergruppe	57
Tabelle 29:	Parameter zur Beurteilung der Persistenz der 1. Laktation Betrieb N-RED 2010–2012	60
Tabelle 30:	Parameter zur Beurteilung der Persistenz der 2. Laktation Betrieb N-RED 2010–2012	61
Tabelle 31:	Parameter zur Beurteilung der Persistenz ab der 3. Laktation Betrieb N-RED 2010–2012	62
Tabelle 32:	Datengrundlage zur Berechnung des Futter-N-Aufwands des Betriebes 2010–2013	66
Tabelle 33:	Auftrittshäufigkeiten ausgewählter Erkrankungen im Betrachtungszeitraum 2010–2012	69
Tabelle 34:	Durchschnittliche Aminosäurezusammensetzung von Pansenmikroben und Kuhmilch	75
Tabelle 35:	Orientierungswerte für Parameter der Rohproteinqualität in Silagen	79
Tabelle 36:	Versuchsplan Silierung mit Tanninextrakt	80
Tabelle 37:	Mittlere TM-, RP- sowie nRP-Gehalte und Proteinfractionierung nach 96 Siliertagen	81
Tabelle 38:	Verschwindensraten des Rohproteins (in %) über die Zeit (t in h) der Kontrollsilage und der Silage mit Quebracho nach 96 Siliertagen ermittelt durch Nylonbeutelversuche	83

Tabelle 39: Konzentration an ausgewählten N-haltigen Fraktionen in den 81 untersuchten Grassilagen sowie lineare Beziehung zwischen den Gehalten an GABA und den weiteren Fraktionen	85
Tabelle 40: Mittlere kalkulierte Aufnahme an Rohfaser (XF), Rohprotein (XP), einzelnen Rohproteinfraktionen, nutzbarem Rohprotein (nXP) und UDP je Kuh und Tag, gemittelt über 10 Tage (Angaben in g/Tag)	90
Tabelle 41: Entwicklung der Milchleistungsmerkmale im Umstellzeitraum (LSMEANS für VG und KG ausgewählter MLP)	91
Tabelle 42: Ausgewählte Milchfettsäuren im Gruppenvergleich (Angaben in g/100 g Milchfett)	92
Tabelle 43: Darstellung der mittleren BHB-Gehalte [mmol/L] am fünften Laktationstag	99
Tabelle 44: Ausgewählte Fruchtbarkeitskennzahlen in der Folgelaktation	99
Tabelle 45: Futterwert und Gärqualität der Gras- und Leguminosensilagen 1. Schnitt	105
Tabelle 46: Störungen (einschl. Futterverweigerung) infolge spezifischer Eigenschaften von Grassilagen in Mischrationen für Milchkühe	105
Tabelle 47: Futterwert von Gras – Weidelgras, optimaler Schnitzeitpunkt: 24–25 % Rohfaser, > 8 cm Höhe	107
Tabelle 48: Standortsspezifische Rationstypen	107
Tabelle 49: Konservierungsverluste (%) – Grünfutter	108
Tabelle 50: Preiswürdigkeit von Grünfutter verschiedener Nutzungsformen	108
Tabelle 51: Rationsgrundtypen mit Trockengrünfutter	109
Tabelle 52: Vergleich der Konservierungsverfahren	110
Tabelle 53: Rohproteinfraktionen in Frischgrün, Silage und Heu in zwei Praxisbetrieben mit silagebasierter und Heu-Frischgrün-basierter Fütterung	111
Tabelle 54: Mittlere Rationen der beiden sächsischen Betriebe	113
Tabelle 55: Anteil der Futterkomponenten an der Rohfettaufnahme der Kühe	113
Tabelle 56: Ausgewählte Fettsäuren im Milchfett (g/100 g des Milchfetts)	115
Tabelle 57: Einteilung der untersuchten Bodenproben nach Bodenart und Anzahl der bestimmten Spurenelementwerte Kupfer (Cu) und Zink (Zn)	118
Tabelle 58: Definition der Gehaltsklassen pflanzenverfügbarer Spurenelemente (Cu, Zn) (TLL 2005)	118
Tabelle 59: Möglicher Mangel an den Spurenelementen Cu und Zn in den 12 sächsischen Vergleichsgebieten im dort erzeugten Futter (nach ANKE et al. 1994)	121
Tabelle 60: Relativer Anteil (%) der Gehaltsklassen (GK) der untersuchten Bodenproben aus den Jahren 2010 bis 2014 für die pflanzenverfügbaren Spurenelemente Cu und Zn in 11 sächsischen Vergleichsgebieten (fehlende Werte zu 100 % sind durch unabhängiges Runden bedingt)	122
Tabelle 61: Schwefelgehalt (in g/kg Trockenmasse) in Futtermitteln unterschiedlicher Gruppen (Auswahl) im Mittel aller 12 Landkreise und 10 Jahre (2000–2014)	123
Tabelle 62: Eisengehalt (in mg/kg Trockenmasse) in Futtermitteln unterschiedlicher Gruppen (Auswahl) im Mittel aller 12 Landkreise und 10 Jahre (2000–2014)	124
Tabelle 63: Mineralstoffgehalte der beigemengten Erden nach Herkunftsort	126
Tabelle 64: Verluste, Gärqualität und aerobe Stabilität der Grassilagen	127
Tabelle 65: Mineralstoffgehalte in den verschiedenen Silagevarianten	127
Tabelle 66: Mineralstoffgehalte von Silagen aus intensivem (INT) und extensivem (EXT) Grünland 2013/2014 in Köllitsch	129
Tabelle 67: Rohfaserangebot und -bedarf durch Raufutter verwertende Tiere sowie Biogasanlagen und daraus berechneter Rohfasersaldo 2011 in Sachsen	130
Tabelle 68: Kalkuliertes aktuelles und künftig mögliches Eiweißpotenzial im Grünland und Feldfutterbau in Sachsen	137
Tabelle 69: Treibhausgas-Emissionen in der Milch- und Rindfleischherzeugung	143
Tabelle 70: Einfluss der Leistungshöhe der Milchkühe auf die Austräge (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O) bei der Erzeugung von 1.000 t Milch und 30 t Rindfleisch (Lebensmittel vom Wiederkäuer für ≈ 3.000 Menschen) sowie CO ₂ -Äquivalente je Einwohner und Jahr (FLACHOWSKY & HACHENBERG 2009)	144
Tabelle 71: Betriebspaare 2013-14	146
Tabelle 72: Verhältnis von Futterkomponenten in der Hochleistungsgruppe der Betriebe (jeweils Gras-/Maispaar) der Mischration im Herbst 2014	148
Tabelle 73: Mineralstoffversorgung über die Mischration mit Richtwerten für laktierende Kühe	149
Tabelle 74: Leistungsparameter aus dem Jahresabschluss 2013/2014 der Milchleistungsprüfung (gemertzter Bestand)	150

Tabelle 75: Fettsäurezusammensetzung der Tankmilch (Nov. 2013) als Indikator für Grasanteil in der Fütterung (g/100 g Milchfett)	151
Tabelle 76: Durchschnittliche Ertragsanteile von Gräsern, Kräutern und Leguminosen, Pflanzenbestandstyp und Futterwertpotenzial	152
Tabelle 77: Potenzielle Energiekonzentration des Grünfutters, abgeleitet aus Pflanzenbestand und Nutzungsstadium nach DLG (2004)	154
Tabelle 78: Aufgliederung der Leistung (Eurocent/kg ECM)	157
Tabelle 79: Zusammenhang Lebensstagsleistung und Betriebszweigergebnis	158
Tabelle 80: Kostenpositionen (€-Cent je kg Milch)	158
Tabelle 81: Notwendiger Milchauszahlungspreis	159
Tabelle 82: Belastung durch Mais- bzw. Anweilksilagekosten in €-Cent je kg Milch	160
Tabelle 83: Futterkosten in Relation zu Milcherlösen	160
Tabelle 84: Milch aus Grobfutter	161
Tabelle 85: Ausgangssituation im Betrieb Osterz Mais der Stichprobe	162
Tabelle 86: Kosten der Grobfuttermittel unter Berücksichtigung Agrar- und Umweltmaßnahmen und Kosten entgangener Nutzen	162
Tabelle 87: Berechnung des notwendigen Gewinnausgleiches je Hektar	162

Abkürzungsverzeichnis

ADF	Acid detergent fiber, Säure-Detergenzien-Faser
ADFom	Säure-Detergenzien-Faser ohne Restasche (= nur auf organische Masse bezogen)
ADL	Acid detergent lignin
aNDF	Neutral-Detergenzien-Faser mit hitzestabiler Amylase vorbehandelt
AS	Aminosäure
AuW, Teil A,	Richtlinie des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Förderung von flächenbezogenen Agrarumweltmaßnahmen und der ökologischen Waldmehrung im Freistaat Sachsen (RL-AuW/2007), Teil A: flächenbezogene Agrarumweltmaßnahmen (UM)
BCS	Body Condition Score, Körperkonditionsbewertung (1-5, extreme abgemagert bis hochgradig verfettet)
BGA	Biogasanlage
BHB	β -Hydroxybuttersäure
BI	Besamungsindex, Quotient aus allen Besamungen und der Anzahl tragender Tiere
CH ₄	Methan
CLA	conjugated linoleic acids, konjugierte Linolsäuren
CO _{2e}	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent
DCAD	Dietary Cation-Anion Difference, Kationen-Anionen-Austauschbilanz
DDGS	Dried distillers grains with solubles, Trockenschlempe
DGM 20	Digitales Geländemodell 20 m
DSM	Deutsche Sammlung für Mikroorganismen und Zellkulturen
dt	Dezitonne
EA	Ertragsanteil
EB	Erstbesamung
ECM	fett- und eiweißkorrigierte Milch (4,0 % Fett, 3,4 % Eiweiß), $ECM (kg) = Milch (kg) \times [0,38 \times (Fett\%) + 0,21 \times (Eiweiß\%) + 1,05] / 3,28$
EKA	Erstkalbealter
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
FCM	fettkorrigierte Milch (4,0 % Fett)
GABA	γ -Aminobuttersäure
GC	Gaschromatographie
GF	Grobfutter
GfE	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
GL	Grünland
GV	Großvieheinheit
ha	Hektar
HL	Hochleister, i.d.R. >30 kg ECM/d; in Betrieben, die in Fütterungsgruppen nach aktueller Milchleistung unterteilen
HP	High Protein
HPLC	High Performance Liquid Chromatography, Hochleistungsflüssigkeitschromatographie
KF	Krafftutter
KG	Kontrollgruppe
kt	Kilotonne

KULAP	Richtlinie des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Förderung einer umweltgerechten Landwirtschaft im Freistaat Sachsen (UL), Teil B: Extensive Grünlandwirtschaft (KULAP)
LCS	Locomotion Score, Lahmheitsbewertung beim Rind (1-5, normal bis schwer lahm)
LF	landwirtschaftlich genutzte Fläche
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LKSmbH	Kommunikations- und Servicegesellschaft mbH Lichtenwalde (Laboranalytik f. Futtermittel)
LKV	Landeskontrollverband
ME	Umsetzbare Energie
MFS	Milchfettsäuren
MJ	Mega-Joule
MLP	Milchleistungsprüfung
MP	Mikrobenprotein
MPS	Mikrobenproteinsynthese
MS	Massenspektrometrie
MUFA	monounsaturated fatty acids, einfach ungesättigte Fettsäuren
N	Stickstoff
NAK	Richtlinie des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Förderung einer umweltgerechten Landwirtschaft im Freistaat Sachsen (UL), Teil E: Naturschutz und Erhalt der Kulturlandschaft (NAK)
NDF	Neutral detergent fiber, Neutral-Detergenzien-Faser
NDFom	Neutral-Detergenzien-Faser ohne Restasche (= nur auf organische Masse bezogen)
NE	Richtlinie des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft für die Förderung von Maßnahmen zur Sicherung der natürlichen biologischen Vielfalt und des natürlichen ländlichen Erbes im Freistaat Sachsen (Förderrichtlinie Natürliches Erbe – RL NE/2007)
NEL	Netto-Energielaktation
NH ₃	Ammoniak
NIR	National Inventory Report (Nationale Emissionsberichtserstattung)
N ₂ O	Lachgas (Distickstoffmonoxid)
NPN	Nicht-Eiweiß-Stickstoff
nRP	nutzbares Rohprotein am Duodenum in Abhängigkeit von UDP, RP u. ME
OBCFA	odd and branched chain fatty acids, ungerade u. verzweigt-kettige Fettsäuren
PD	Purinderivate
PUFA	polyunsaturated fatty acids, mehrfach ungesättigte Fettsäuren
RFD	Rückenfettdicke
RGV	Raufutterverzehrende Großvieheinheit
RNB	ruminale Stickstoffbilanz, Differenz zwischen N aus RP u. nRP
RUP	ruminal nicht abbaubares Rohprotein (Durchflussprotein), UDP
RZ	Rastzeit, Zeit zwischen Abkalbung und erster Besamung
SFA	saturated fatty acids, gesättigte Fettsäuren
SD	standard deviation, Standardabweichung
STALA	Statistisches Landesamt
t	Tonne
THG	Treibhausgas(e)
TM	Trockenmasse
TMR	Totale Mischration
TREB	Trächtigkeitsrate aus Erstbesamung

TRG	Trächtigkeitsrate gesamt, prozentualer Anteil der tragenden Kühe an den besamten Kühen
TS	Trockensubstanz
UDP	im Pansen nicht abbaubares Rohprotein, Durchflussprotein
UL	Richtlinie des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Förderung einer umweltgerechten Landwirtschaft im Freistaat Sachsen (UL)
VDLUFA	Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten
VG	Versuchsgruppe
XP	bzw. RP, Rohprotein
ZKZ	Zwischenkalbezeit, Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Abkalbungen
ZTZ	Zwischentragezeit, Günstzeit, Zeit zwischen Abkalben und erfolgreicher Belegung

1 Grünland für die Milchproduktion in Sachsen

Dr. Siriwan Martens, Ingo Heber, Dr. Gerhard Riehl, Prof. Dr. Olaf Steinhöfel

Milchkühe können aus Grünlandaufwüchsen viel Milch erzeugen. Dies haben sie dem Menschen seit ihrer Domestikation vor ca. 11.000 Jahren eindrucksvoll beweisen können. Gräser und Kräuter wurden über Jahrhunderte als Hauptfutterquelle für die Wiederkäuerernährung in Mitteleuropa genutzt. In den Sommermonaten erfolgte dies meist direkt über die Beweidung durch das Tier. Für die Wintermonate wurde Vorrat aus getrocknetem Gras, sprich „Bodenheu“ angelegt. Mit zunehmender Größe der landwirtschaftlichen Betriebe, zunehmender Mechanisierung und wissenschaftlichem Erkenntnisgewinn und Übertragung in die Praxis gewann ab Mitte des 20. Jahrhunderts die Konservierung mittels Milchsäuregärung unter Luftabschluss, sprich „Silierung“, an Bedeutung.

Mit der Fähigkeit, Grünlandaufwüchse zu veredeln, haben die Rinder weltweit, auch auf dem Gebiet des heutigen Freistaates Sachsen, die Kulturlandschaft „Grünland“ geprägt. Dies brachte und bringt ihnen höchste Akzeptanz und Wertschätzung ein. Die Kombination von Grünland und Rindern ist unbestritten öffentlich gewollt und wirbt symbolisch für ökologische, naturverbundene und tiergerechte Tierhaltung. Die Rahmenbedingungen der Milcherzeugung insbesondere in den Industriestaaten Europas und Nordamerikas stellen jedoch die Vorzüglichkeit von Grünlandaufwüchsen in Frage. Unter den Bedingungen von Überproduktion sowie niedrigem Preisniveau der Futter- und Nahrungsmittel und wachsendem Wohlstand prägen hohe Einzeltierleistungen die betriebswirtschaftliche Logik. Milchrinder haben keinen Bedarf an speziellen Futtermitteln, sondern einen Bedarf an Energie und Nährstoffen sowie wiederkäuergerechter Futterdarbietung. Für eine wirtschaftliche Veredlung von Futtermitteln in Milch ist einzig die Preiswürdigkeit der Faser und Nährstoffe entscheidend.

Hochleistungsrinder veredeln deshalb aktuell sowohl im Freistaat Sachsen als auch weltweit vor allem stärkereiches Krafftutter und Silomais zu Milch. Etwa Mitte des 20. Jahrhunderts kamen neue Maissorten in Deutschland auf den Markt, die besser an die hiesigen klimatischen Bedingungen, insbesondere Kälte, angepasst waren. Der hohe Energiegehalt, steigende Erträge und die zunehmende Mechanisierbarkeit verhalfen der ursprünglich tropischen C4-Getreidepflanze zu ihrem Siegeszug hierzulande. Von 100.000 ha Silomaisfläche in Deutschland 1965 stieg die Anbaufläche rasant an auf nahezu 2,1 Millionen ha im Jahr 2013 (DMK 2016). In Sachsen machte die Maisanbaufläche 2010 rund 10 bis 20 % der Ackerfläche aus (DMK 2016), mit den größten Flächen im fruchtbaren Mittelsachsen. Damit verdrängte Mais einen Großteil des traditionellen Feldfutterbaus. Durch die gestiegenen Anforderungen immer leistungsstärkerer Milchkühe nahm Maissilage auch in der Fütterung einen zunehmenden Anteil ein. Dies hatte und hat Konsequenzen für die Kulturlandschaft „Grünland“. Grünlandaufwüchse besitzen eine geringe Vorzüglichkeit in der Milcherzeugung. Noch vor 100 Jahren wurden ca. 90 % der Milch aus der Energie und den Nährstoffen von Gras erzeugt, aktuell sind dies in Sachsen noch rund 10 %. Diese Entwicklung wurde und wird zudem dadurch unterstützt, dass Grünland zwar förderpolitisch landwirtschaftliche Nutzfläche ist, aber die naturschutzseitigen Restriktionen der Nutzung unter den aktuellen Rahmenbedingungen einschränkend wirken. Zudem haben sich aufgrund arbeitswirtschaftlicher Vorteile und der Tatsache, dass große Chargen qualitativ einheitlicher Grobfuttermittel zu einem definierten Vegetationszeitpunkt mit großer Schlagkraft erzeugt werden können, die Silierung von Gras und die ganzjährige Silagefütterung durchgesetzt. Der Einsatz von Grünfutter, Heu und Trockengrün aus Gras bzw. Grünlandaufwüchsen oder die Weidefütterung ist in der sächsischen Milchviehfütterung nur noch sehr vereinzelt auffindbar bzw. mit spezifischen Programmen des Ökolandbaus bzw. der Erzeugung von „Heu-

oder Weidemilch“ verbunden. Die verschiedenen Probleme der Grassilierung konnten in den letzten 25 Jahren trotz großer Anstrengungen nicht grundsätzlich gelöst werden. Unter dieser Problemsicht sollte das vorliegende Projekt pragmatische Argumente liefern, die für eine stärkere Veredelung von Grasaufwüchsen in der Milchkuhfütterung sprechen.

Das vorliegende Projekt hatte somit zum Ziel, Anreize und Motivationen herauszuarbeiten, welche die Anteile vom Grünlandfutter im Grobfutter sächsischer Milchrindrationen langfristig erhöhen bzw. maximieren und infolge die Veredelung von Ackerfutter und insbesondere Importfuttermitteln in der Milcherzeugung minimieren helfen. Damit sollten den Aktivitäten des Freistaates Sachsen bei der Schaffung einer sächsischen Grünlandstrategie wesentliche Impulse von Seiten der Grünlandnutzung gegeben werden. Ausgehend von der Situation und Entwicklung der Grünlandnutzung in der Milcherzeugung des Freistaates Sachsen sollten zunächst die Hemmnisse und Restriktionen für einen verstärkten Graseinsatz identifiziert und hinterfragt werden. Dabei sollten die bestehenden Konflikte der Flächennutzung und Agrarpolitik, der Tierernährung und Futterkonservierung sowie der Wirtschaftlichkeit und Marktentwicklung kritisch reflektiert werden. Durch gezielte Bearbeitung von Einzelfragestellungen und Bewertung erfolgsversprechender Futterbau- und Fütterungsszenarien sollten für identifizierte Hemmnisse eines höheren Graseinsatzes in der sächsischen Milcherzeugung Lösungsansätze erarbeitet und hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit und Robustheit bewertet werden. Durch begleitende Untersuchungen in ausgewählten sächsischen Referenzbetrieben sollten einzelbetriebliche Motivationen, Hemmnisse und Lösungsansätze erfasst und diskutiert werden.

1.1 Flächennutzung und Tierbestände

Dr. Gerhard Riehl

Grünland ist ein bedeutender Landnutzungstyp in Deutschland und natürlich auch in Sachsen. Je nach Definition, d. h. nur zeitlich aus verwaltungs- bzw. fördertechnischer Sicht oder fachlich im ganzheitlichen Sinne, werden dem Grünland unterschiedliche Flächen zugeordnet.

Aus Sicht der Agrarförderung wird Dauergrünland auf EU-Ebene gemäß Artikel 2 (2) der VO (EG) 796/2004 allein anhand der Fünfjahresfrist definiert, nämlich als „Flächen, die durch Einsaat oder auf natürliche Weise (Selbstaussaat) zum Anbau von Gras oder anderen Grünfutterpflanzen genutzt werden und mindestens fünf Jahre lang nicht Bestandteil der Fruchtfolge des landwirtschaftlichen Betriebes waren.“

Aus fachlicher Sicht ist Dauergrünland aber zeitlich und über seinen Pflanzenbestand definiert. Es wird überwiegend durch ausdauernde Pflanzenarten (Gräser, Leguminosen, Kräuter) gebildet und befindet sich in regelmäßiger Nutzung als Mähweide, Wiese oder Weide. Wirtschaftsgrünland ist in aller Regel Teil der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF). Grünlandstandorte, die nicht bzw. nur sehr erschwert mechanisch zu bearbeiten sind oder die regelmäßig überflutet werden, werden auch als „absolutes Grünland“ bezeichnet.

Dauergrünland besteht aus einer Vielzahl einzigartiger Ökosysteme mit jeweils spezifischem Arteninventar und erfüllt zahlreiche ökologische wie auch soziale Funktionen im Landschaftshaushalt. Klassisch und künftig wieder stärker in den Vordergrund rückend ist die Nutzfunktion, d. h. Grünland ist wesentliche Produktionsbasis für Milch und Fleisch sowie für Energie. Immer mehr an Bedeutung gewonnen hat die Schutzfunktion, d. h. Grünland als Filter und Speicher von Wasser sowie als Schutz vor Bodenerosion und wichtiges Element beim Klimaschutz (abiotischer Ressourcenschutz). Dauergrünland ist das Agrarökosystem mit den höchsten Potenzialen für die Biodiversität, Lebensraum für seltene Pflanzen- und Tierarten sowie natürliche Gegenspieler von

Schadorganismen (biotischer Ressourcenschutz). Geschätzt wird auch die Gestaltung und Belebung der Landschaft und des ländlichen Raums durch Grünland und seine Bedeutung für das Bild der Kulturlandschaft (ästhetischer Ressourcenschutz) sowie seine Erholungsfunktion, d. h. als Basis für Freizeit und Tourismus (physischer Ressourcenschutz).

Daraus ergibt sich die Multifunktionalität der Grünlandwirtschaft, die auch der Erwartungshaltung der Gesellschaft an die Landwirtschaft entspricht. Beispiele dafür sind die EU-WRRL und Nitratrichtlinie (Wasserschutz), die EU-Reduktionsziele beim Klimaschutz sowie bei Humusabbau und Erosion (Bodenschutz) oder die Biodiversitätskonvention.

Im Jahr 2014 betrug die Grünlandfläche in Sachsen 183.680 ha, das entspricht 20,3 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) (Datenquelle: Statistisches Bundesamt bzw. Landesamt). Dieser Anteil an der LF ist seit 1991 nahezu gleichgeblieben. Er ist deutlich geringer als der Bundesdurchschnitt mit 27,8 % bzw. dem Anteil in den alten Bundesländern mit 32,0 %. Der Grünlandanteil der neuen Bundesländer beträgt 19,3 %, wobei sich die Anteile nur geringfügig unterscheiden (Abbildung 1).

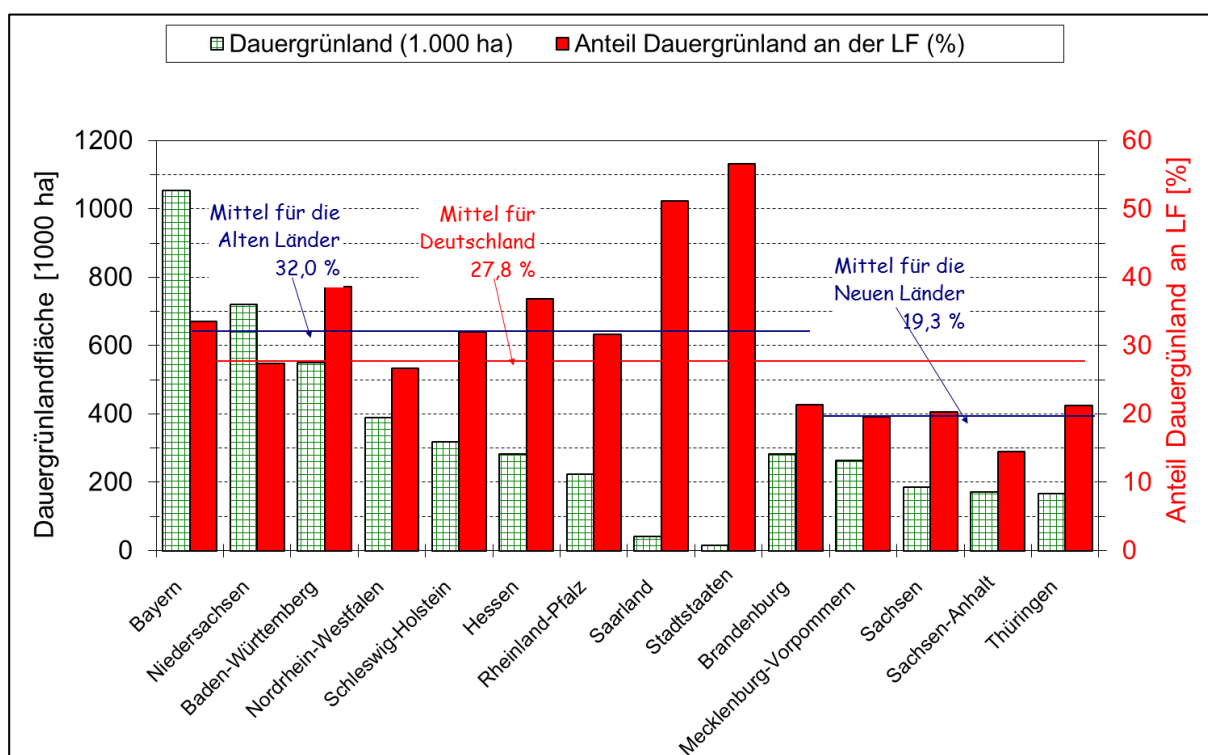


Abbildung 1: Dauergrünlandfläche und ihr Anteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) in den Bundesländern im Jahr 2014 (Datenquelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 3.1.2, 2015)

2013 wurden in Sachsen 57 % des Grünlandes als Mähweide, 8 % als Weide und 32 % als Wiese genutzt. Der Mähweideanteil ist von ehemals 50 auf fast 60 % gestiegen. Gleichzeitig nahm die reine Weidenutzung ab. Dies spiegelt den Trend zur ganzjährigen Stallhaltung der Rinder wider. Hutungen und Streuwiesen nehmen seit vielen Jahren einen Anteil von knapp 2 % ein, die restlichen Flächen werden anderweitig genutzt oder sind stillgelegt zur Erstaufforstung oder Biotopentwicklung (Datenquelle: Agrarförderung).

Die räumliche Verteilung der Grünlandflächen korreliert mit den standörtlichen Gegebenheiten (Abbildung 2). So liegt der Grünlandanteil in Regionen über 350 m NN, also in den Vergleichsgebieten Elbsandsteingebirge und Zittauer Gebirge (30 %), Nördliche Erzgebirgsabdachung (30 %), Erzgebirgskamm (49 %), Zwickauer-Chemnitzer Hügelland (24 %) sowie dem Elsterbergland (32 %) über dem Landesdurchschnitt von 20 % an der LF (Datenbasis: Agrarförderung). Am niedrigsten ist der Grünlandanteil in der Leipziger Tieflandsbucht (8 %) und der Mittelsächsischen Platte (10 %).

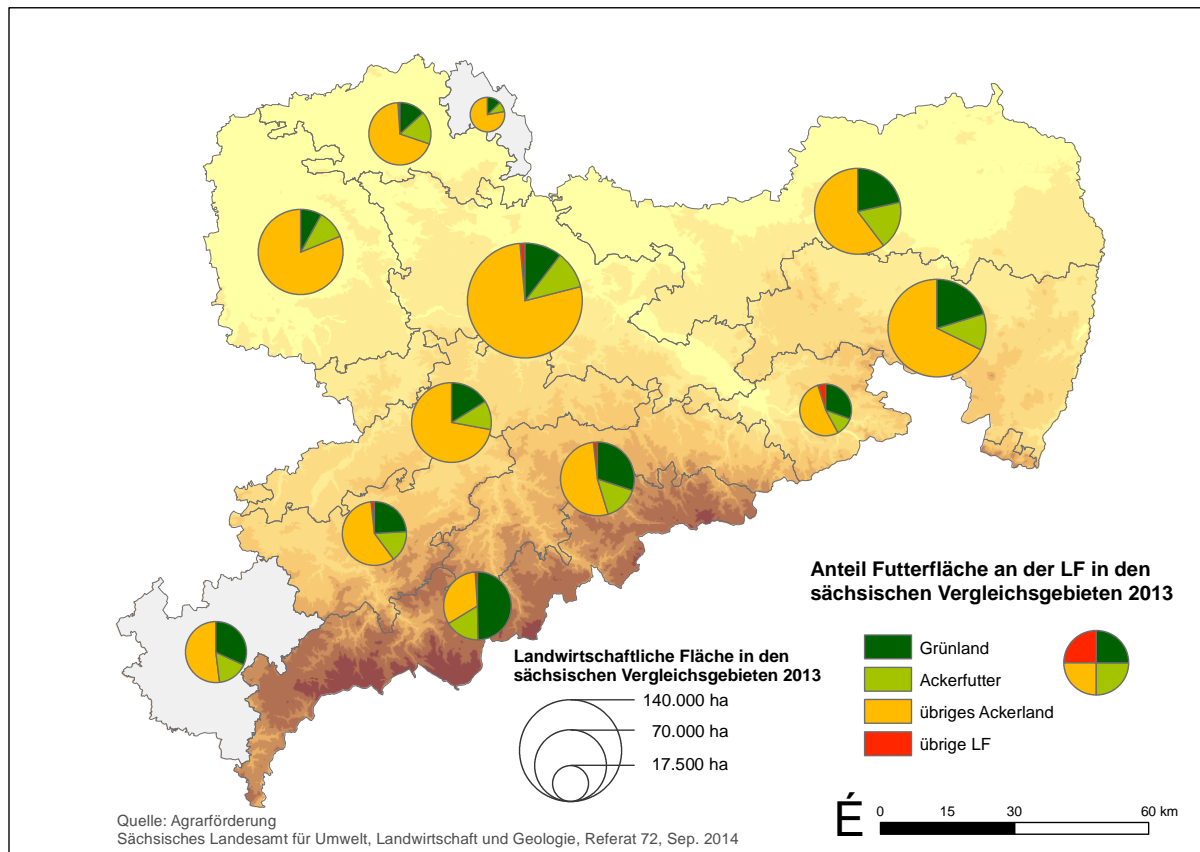


Abbildung 2: Anteil der Futterfläche (Grünland und Ackerfutter einschließlich Silomais) an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) in den sächsischen Vergleichsgebieten im Jahr 2013

Die regionale Verteilung des Feldfutteranbaus in Sachsen (Abbildung 3) zeigt, dass Silomais als Feldfutter zwar überall an erster Stelle steht, sein Anbauanteil an der Ackerfläche im Vergleich zu den anderen Futterpflanzen aber sehr unterschiedlich ist. Im Südwesten und Süden Sachsens genießt der Klee- bzw. Ackergrasanbau einen höheren Stellenwert als auf den marktfuchtbetonten Standorten auf den besseren Böden bzw. den sommertrockenen Standorten im Nordosten, wo eher noch Luzerne in Frage kommt.

Größere Anbauflächen von Silomais finden sich vor allem in Mittel- und Nordsachsen. Werden die Anbauflächen der einzelnen Futterpflanzenarten ins Verhältnis zur Ackerfläche gesetzt, so kann von keiner großflächigen Gefahr der „Vermaisung“ gesprochen werden, auch wenn örtlich eine höhere Anbaudichte anzutreffen ist.

Der Luzerneanbau hat mit circa 3 % der Ackerfläche einen konstant niedrigen Anteil am sächsischen Feldfutter. Gründe hierfür sind die hohen Ansprüche an den Standort, mangelnde Erfahrung im Umgang mit den Pflanzenbeständen sowie Probleme bei der Konservierung und ggf. auch die höheren Arbeitserledigungskosten (zwei bis drei Schnitte im Vergleich zu einer Maisernte).

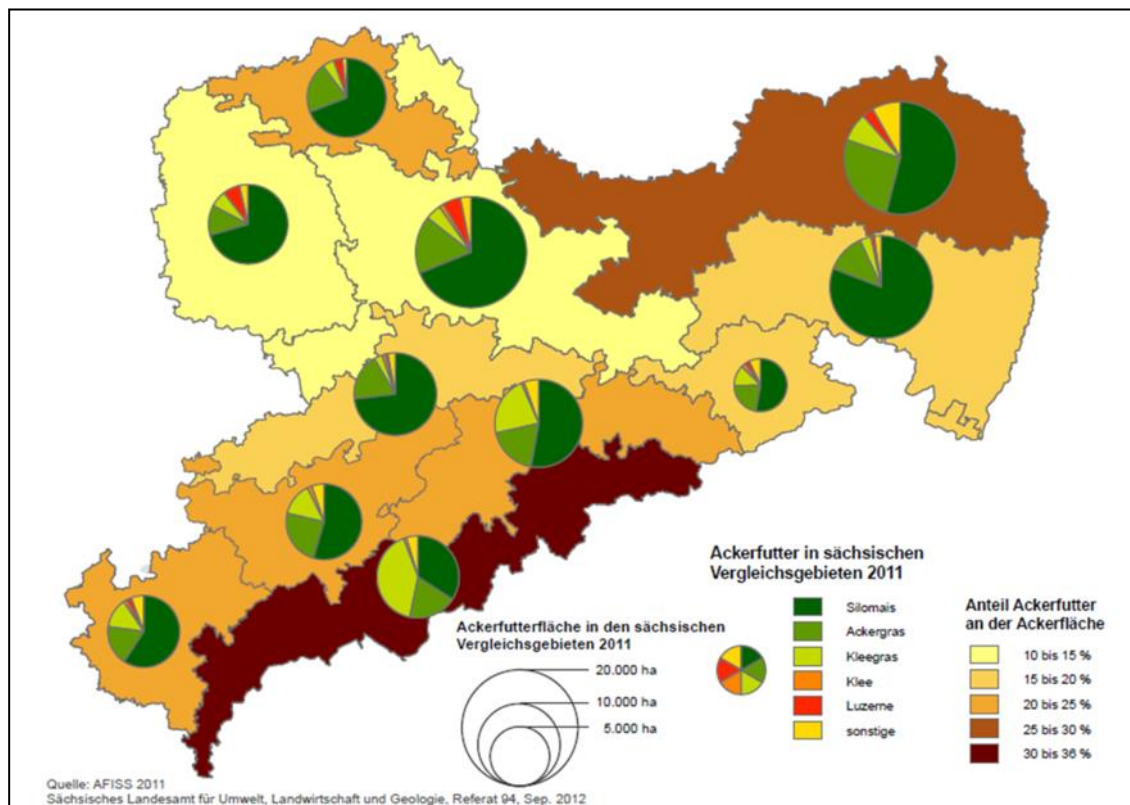


Abbildung 3: Anteil des Ackerfutters an der Ackerfläche in den sächsischen Vergleichsgebieten und der einzelnen Fruchtarten am Ackerfutter im Jahr 2011

Die enge Verbindung des Grünlands mit der Rinder- und Schafhaltung wird besonders in der Zeit nach 1990 deutlich. Als Folge des rapiden Verfalls der Tierbestände (heute im Vergleich zu 1989: Rinder minus 60 %, Schafe minus 83 %) hat die futterwirtschaftliche Bedeutung des Grünlands stark abgenommen (Abbildung 4). Gleichzeitig haben sich das Leistungsvermögen und die Futteransprüche vor allem in der Milchviehhaltung stark verändert. Bis 1970 betrug die durchschnittliche jährliche Milchleistung je Kuh höchstens 3.000 kg, d. h. es wurde ein maximaler Grobfutteranteil auf Basis mehr oder weniger artenreichem Dauergrünlands mit damals üblicher Ein- und Zweischnittnutzung eingesetzt. In den darauffolgenden 20 Jahren konnte die Jahresmilchleistung um etwa 1.500 kg/Kuh gesteigert werden. Entscheidend für die aktuelle Situation ist die nahezu Verdopplung der Milchleistung von 1991 bis 2014 von 4.775 auf 9.375 kg FCM je Kuh und Jahr. Neben den züchterischen Fortschritten war dies vor allem durch eine stark veränderte Fütterung mit deutlich höheren Anteilen an Maissilage, Kraftfutter- und sonstigen Zukauffuttermitteln sowie der ganzjährigen Silagefütterung bedingt, d. h. es wurde weniger Futter vom Grünland eingesetzt.

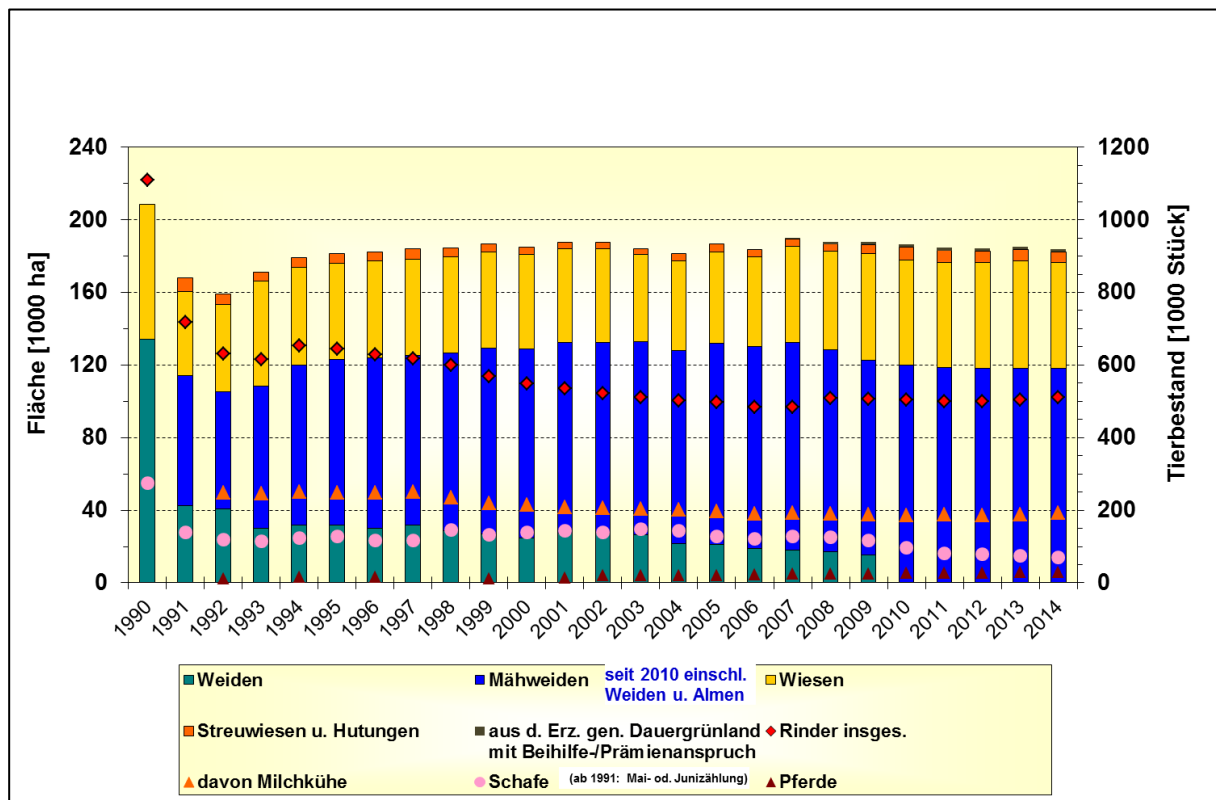


Abbildung 4: Entwicklung der Grünlandfläche und Tierbestände in Sachsen von 1990 bis 2014 (Datenquelle: Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen)

Die aktuelle Verteilung des Grünlands und der Raufutter verwertenden Tiere im Jahr 2013 auf Grundlage der Agrarförderdaten zeigt Abbildung 5. Die Vergleichsgebiete mit dem höchsten Grünlandanteil an der LF sind der Erzgebirgskamm (49,7 %), das Elsterbergland (31,9 %), Elbsandsteingebirge und Zittauer Gebirge (30,5 %) sowie die Nördliche Erzgebirgsabdachung (30,1 %). Die höchsten Bestandsdichten an Raufutter verwertenden Tieren haben die grünlandreichen Vergleichsgebiete Erzgebirgskamm und Nördliche Erzgebirgsabdachung (beide 0,74 RGV pro ha LF) sowie das Elsterbergland und das Zwickauer-Chemnitzer Hügelland (0,71 bzw. 0,70 RGV pro ha LF). Sachsenweit liegt der Wert bei 0,49 RGV pro ha LF. Die Vergleichsgebiete mit den höchsten Milchkuhzahlen (absolut) sind: Lausitzer Platte, Zittauer Becken und Oberlausitzer Bergland (36.542 RGV), Mittelsächsische Platte (28.262 RGV) und Mittelsächsisches Hügelland (27.906 RGV).

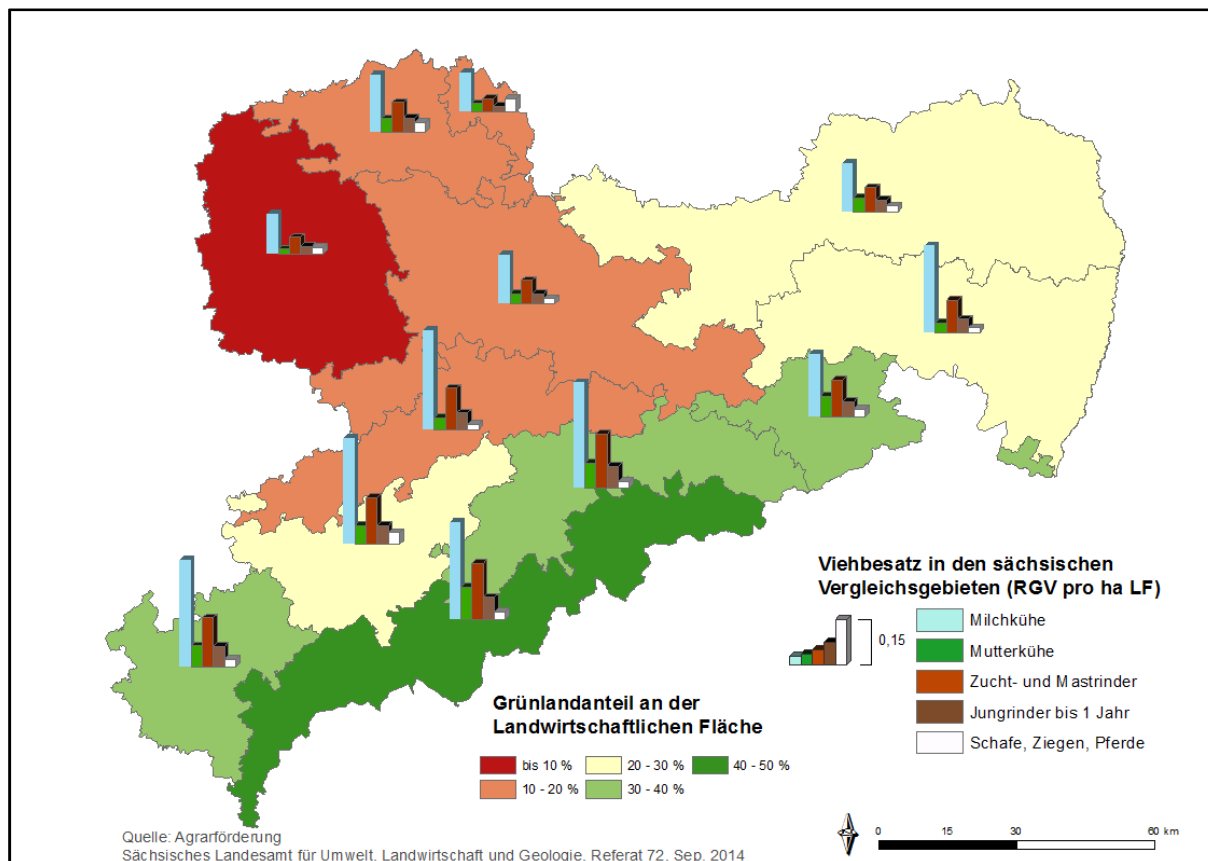


Abbildung 5: Grünlandanteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) und Viehbesatz Raufutter verwertender Tiere (RGV pro ha LF; Detaillierter GV-Schlüssel LfULG) in den sächsischen Vergleichsgebieten im Jahr 2013

Im Wirtschaftsgebiet 3 (Mittelgebirge und Vorland) standen 2013 40 % der Milchkühe und wirtschafteten 55 % der Milchkuhhalter (Tabelle 1).

Tabelle 1: Verteilung der Milchkuhbestände auf die sächsischen Wirtschaftsgebiete im Jahr 2013

Wirtschaftsgebiet	Anteil Milchkühe	Anteil Milchkuhhalter	Kühe je Halter	Milchkuhbesatz (Stück je 100 ha LF) der Milchkuhhalter	Grünlandanteil (Anteil an LF) der Milchkuhhalter
1 - Heide- und Teichlandschaft	11 %	8 %	271	29	16 %
2 - Lössgebiet	48 %	37 %	255	42	15 %
3 - Mittelgebirge und Vorland	40 %	55 %	140	43	29 %
Sachsen gesamt	184.860	961	192	38	20 %

Datenquelle: LfULG, Ref. 22, Agrarförderung 2013; in Sächsischer Tierzuchtreport 2014; verändert, fehlende Werte zu 100 % sind durch unabhängiges Runden bedingt

Aufgrund der Eigentumsverhältnisse (hoher Pachtanteil) und der Tatsache, dass Ackerflächen von den Eigentümern meist nur in Verbindung mit den dazugehörigen Grünlandflächen verpachtet werden, haben 87 % der Betriebe in Sachsen auch Dauergrünland in unterschiedlich hohen Anteilen (Tabelle 2). Um alle Zahlungsan-

sprüche abrufen zu können, müssen sie zumindest eine Mindestpflege absichern. Wesentlich sinnvoller wäre es jedoch, möglichst viel Grünland im Betrieb produktiv zu nutzen, d. h. als Futterbasis für die vorhandenen Raufutterfresser, also auch für die Milchkühe und die Jungrinderaufzucht. Damit könnte wertvolle Ackerfläche, die derzeit für die Futterproduktion (Feldfutter) verwendet wird, anderweitig genutzt werden.

Tabelle 2: Anzahl und Anteil landwirtschaftlicher Betriebe mit Dauergrünland im Jahr 2014 in Sachsen

Jahr	Anzahl Betriebe mit LF	davon Anzahl Betriebe mit Dauergrünland	Anteil der Betriebe mit Dauergrünland (%)	Anteil Dauergrünland an LF (%)
2014	6.100	5.300	87	20,3
2013	6.200	5.400	87	20,4
2011	6.134	5.323	87	20,3
2010	6.287	5.412	86	20,4
2007	6.368	5.512	87	20,4
2003	6.349	5.236	82	19,9
1999	6.367	5.261	83	20,1

Datenquelle: Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, Bodennutzungshaupterhebung im Freistaat Sachsen C I 2: j/11 – j/14; ergänzt

Der drastische Rückgang der Rinder- und Schafbestände nach 1990 und der damit verbundene geringere Futterbedarf vom Grünland trugen zu einer hohen Inanspruchnahme von flächenbezogenen Agrarumweltmaßnahmen, insbesondere der extensiven Grünlandbewirtschaftung, bei. Bis 2006 wurden jährlich etwa zwei Drittel des sächsischen Grünlands nach Maßgabe der Agrarumweltprogramme „KULAP“ und „Umweltgerechte Landwirtschaft (UL), Teile KULAP und NAK“ bewirtschaftet. Mit der Einführung der Richtlinien „Agrarumweltmaßnahmen und Waldmehrung“ (AuW, Teil A) und „Natürliches Erbe“ (NE) im Jahr 2007 entfiel die bis dahin bestehende Zuwendungsvoraussetzung, die gesamte Grünlandfläche des Betriebes zumindest in die Grundförderung (reduzierter Mitteleinsatz) einzubringen. Seitdem hat sich der Anteil der mit Agrarumweltmaßnahmen bewirtschafteten Grünlandflächen bis 2014 auf 28 % (51.703 ha) mehr als halbiert. Als gegenläufige Entwicklung dazu nahm die Fläche von Maßnahmen mit primär naturschutzfachlichen Zielen von durchschnittlich 20.000 auf über 25.000 ha (48 % der Förderfläche) zu (Abbildung 6).

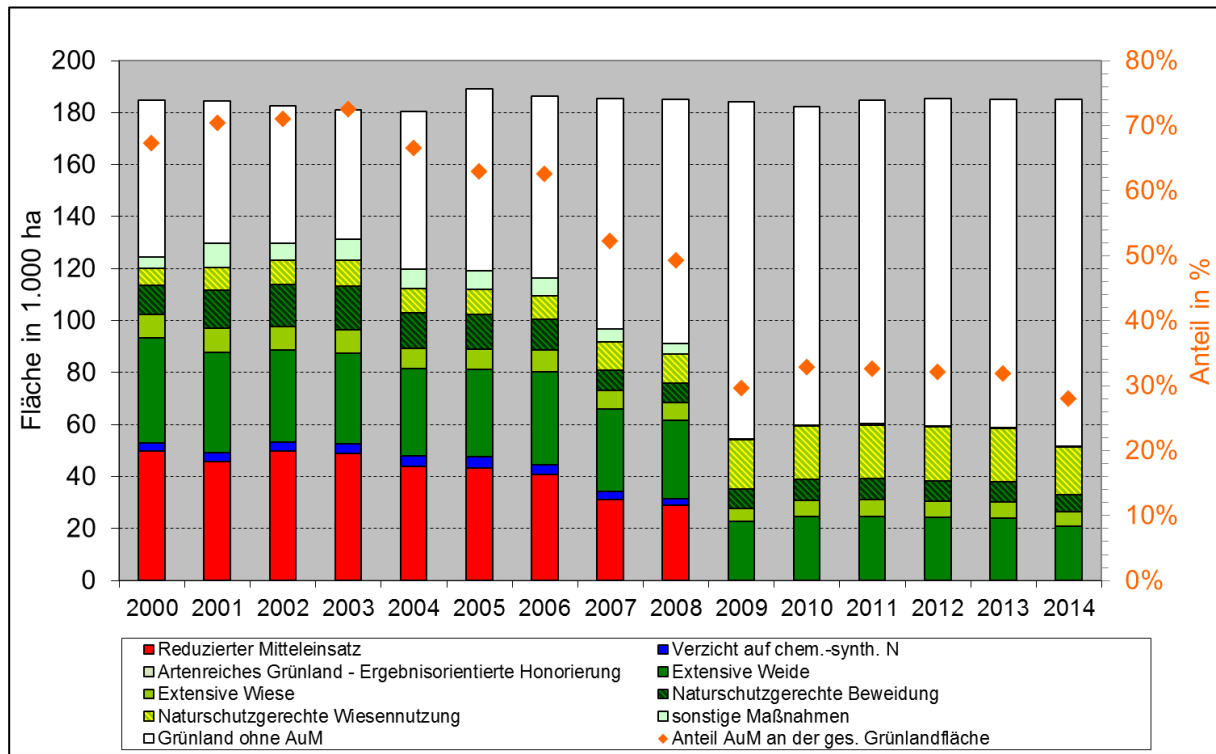


Abbildung 6: Anwendungsumfang der Agrarumweltprogramme UL (KULAP, NAK) und AuW, Teil A, sowie NE auf dem Grünland von 2000 bis 2014 (Datenquelle: wissenschaftliche Begleitung UL und ELER)

Auch wenn 2014 133.365 ha des Grünlands (72 %) nicht mehr nach Vorgaben von Agrarumweltmaßnahmen (AuM) bewirtschaftet werden, heißt das nicht zwangsläufig, dass diese wieder alle produktiver genutzt werden. Es wird eingeschätzt, dass ein Großteil dieser Flächen wie bisher extensiv genutzt und nicht oder deutlich unter Entzug gedüngt werden.

Während im Feldfutterbau die Mechanisierung eine notwendige Voraussetzung für die Bewirtschaftung ist, spielt die Hangneigung und das Mikrorelief eine entscheidende Rolle für die Bewirtschaftungsmöglichkeiten des Grünlands. In Sachsen befindet sich ein großer Teil der Grünlandflächen auf für den Ackerbau weniger gut geeigneten hängigen Standorten. Legt man als Schwelle für eine gute Mechanisierung 18 % Hangneigung zugrunde, so sind etwa 12.800 ha (mittlere Hangneigung eines Schlages) bzw. 70.074 ha (maximale Hangneigung an mindestens einer Stelle in einem Schlag) nur schwer oder gar nicht mechanisch nutzbar. Das entspricht 7 bzw. 38 % des sächsischen Grünlands oder 8 bzw. 26 % der Grünlandschläge (Abbildung 7).

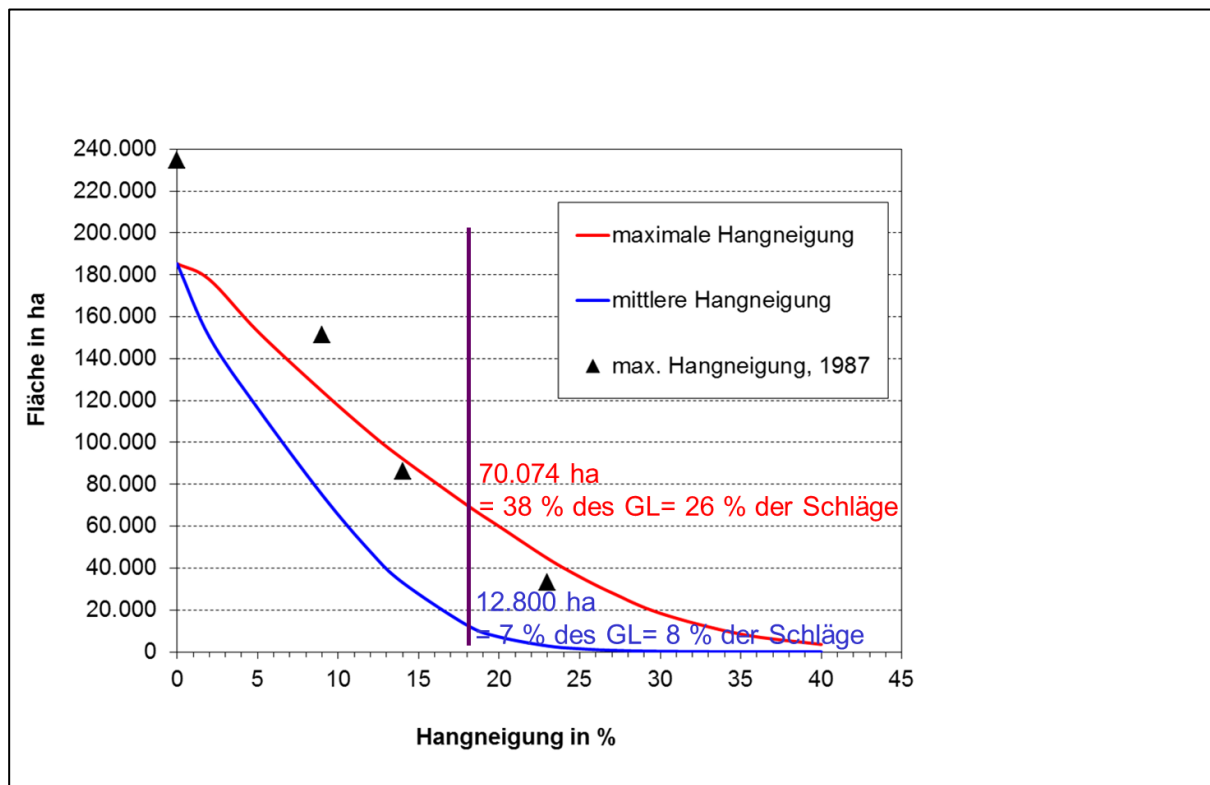


Abbildung 7: Maximale und mittlere Hangneigung des Grünlandes in Sachsen im Jahr 2011 (Datenquelle: Antragsdaten Agrarförderung Stand 07/2011; DGM 20 und Graslandbonitur 1987)

Solche Flächen befinden sich vor allem in den Vergleichsgebieten Erzgebirgskamm, Nördliche Erzgebirgsabdachung, Elbsandsteingebirge und Zittauer Gebirge und dem Zwickauer-Chemnitzer Hügelland. Für die Bewirtschaftung dieser Flächen und damit auch für die großflächige Offenhaltung der Landschaft ist in diesen Regionen heute und auch in Zukunft die Weidenutzung mit landwirtschaftlichen Nutztieren unverzichtbar.

Auf den Punkt gebracht

Der Anteil der Grünlandfläche an der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Sachsen ist mit etwa 20 % seit 1991 nahezu gleichgeblieben. Allerdings hat die futterwirtschaftliche Bedeutung des Grünlands seit der Wende bis heute aufgrund des rapiden Rückgangs der Wiederkäuer (Schafe – 83 %, Rinder – 60 %) und des stark gestiegenen Leistungsvermögens in der Milchviehhaltung, verbunden mit veränderten Futteransprüchen, stark abgenommen. Dementsprechend war die Inanspruchnahme von Agrarumweltmaßnahmen im Grünland bis 2006 auf zwei Drittel der gesamten Grünlandfläche sehr hoch. Aktuell werden allerdings 72 % des Grünlands nicht mehr nach Vorgaben von Agrarumweltmaßnahmen bewirtschaftet. Das bedeutet aber nicht zwangsläufig, dass alle diese Flächen wieder produktiver genutzt werden. Das größte Potenzial für „Mehr Milch aus Gras“ gibt es derzeit im grünlandreichen sächsischen Mittelgebirge und Vorland (29 % Grünlandanteil an der LF; Wirtschaftsgebiet 3), wo 40 % der Milchkühe von 55 % der Milchkuhhalter gehalten werden.

1.2 Tierernährung

Prof. Dr. Olaf Steinhöfel und Dr. Siriwan Martens

1.2.1 Argumente für einen höheren Grasanteil in Milchviehrationen

Das aktuell wohl wichtigste Argument für die Steigerung des Grasanteils vom Grünland in Milchviehrationen ist die Unterstützung des **Verbraucherwunsches**. Mit der Nutzung von Grünfutter, Heu oder Weidefutter wird eine tier- und umweltschutzgerechtere sowie ökologische Milchkuhfütterung und -haltung assoziiert. Sowohl die Werbung als auch spezifische Label oder Richtlinien wie „Heumilch“, „Weidemilch“ oder ökologische Programme etablieren aktuell diese Wahrnehmung in der Öffentlichkeit. Damit wird insbesondere die Wertvorstellung für das Lebensmittel Milch in der urbanen Bevölkerung geprägt und auch marktwirtschaftlich genutzt.

Als Argumente dienen die Natürlichkeit (Nutzung traditionell wild lebender Futterpflanzen als Veredlungsbasis), die Unbedenklichkeit (GVO-Freiheit, geringere Fehlgärungsrisiken, geringere phytosanitäre Probleme und Pflanzenschutzmittelrückstände), die Gesundheit (ungesättigte Fettsäuren, Omega 3, CLA, fettlösliche Vitamine, β -Carotin) und die Tradition (Weidehaltung, „früher war alles besser“). Neben der Aufwertung des Produktes Milch wird von der Öffentlichkeit ein erhöhter Anteil an Gras- bzw. Weidefütterung auch mit einer besseren **Tiergerechtigkeit** der Fütterungs- und Haltungsformen für Milchrinder verknüpft. Als Argumente dienen hier insbesondere die Tiergesundheit und Fruchtbarkeit der Rinder (Bewegung, UV, Keimarmut, Wiederkäuergerechtigkeit, ruminale Nährstoffbalance). Nicht zu unterschätzen ist auch hier die pauschale Bewertung über retrospektive Bilder („Bilderbuch- oder Postkartenidylle“).

Durch die traditionelle Weidenutzung der Kulturlandschaft wird zudem eine steigende Biodiversität der Grünlandbestände erwartet („blühende Landschaften“). Für den Landwirt ist das aktuell wichtigste Argument, den Grasanteil in der Wiederkäuerfütterung zu steigern, die Tatsache, dass es wenig alternative Nutzungsmöglichkeiten für die landwirtschaftliche Nutzfläche Grünland gibt. Die **Nutzungskonkurrenz** über stoffliche oder energetische Verwertung der Aufwüchse (Biogas, Rohstoffgewinnung chemische Industrie, Brennstoff) ist (noch) gering und die Umwandlung in alternative Nutzungsformen (Ackerland, Forst, Kiesgewinnung, Deponien, Verkehrsflächen, Naturschutzreservate, Siedlung, Sportflächen, ...) durch verschiedene staatliche bzw. förderpolitische Restriktionen minimiert. Zudem kann der Landwirt aktuell auf eine geringere **phytosanitäre Unbedenklichkeit** (Mykotoxine, Zünsler, Wurzelbohrer) für Grünlandaufwüchse hoffen, weil Hauptursachen wie Fruchtfolgegestaltung für das Grünland nicht relevant sind. Durch legume Stickstoffbindung und eine i. d. R. höhere Akkumulation geogener Mineralstoffe können die Nährstoffkreisläufe im Landwirtschaftsbetrieb nachhaltiger gestaltet, d. h. **Nährstoffimporte** (N, sonstige Mineralstoffe) in den Betrieb reduziert werden. Außerdem ist Dauergrünland eine wichtige Kohlenstoffsенke. Weil aktuelle Förderprogramme für die Grünlandnutzung keine Anreizfinanzierung zulassen, können nur Leistungen im gesellschaftlichen Interesse ggf. erlöswirksam und somit lukrativ für den Landwirt werden. Hier ist aktuell nur über die **Landschaftspflege** (Offenlandmanagement) ein Ansatz gegeben.

1.2.2 Hemmnisse für einen höheren Grasanteil in Milchviehrationen

Die Hauptursache für die verhaltene Nutzung der Grünlandaufwüchse in den letzten Jahrzehnten ist die schlechte **Preiswürdigkeit** der Grasfuttermittel gegenüber alternativen Grobfuttermitteln, Silomais, Feldgras und kleinkörnigen Leguminosen. Die höheren Erzeugungskosten sind insbesondere geprägt durch die geringeren Erträge, die Ernte mehrerer Aufwüchse und die höheren Verluste vom Feld bis zum Futtertrog. Nachteilig wirkt zudem, dass das **Vegetationsstadium** deutlich stärker den Futterwert prägt als bei homogenen Silomaisbeständen. Bei Grünlandaufwüchsen kommt hinzu, dass durch die botanische Vielfalt und Inhomogenität im Bestand der Futterwert stark schwanken kann. Neben dem ernährungsphysiologischen Futterwert sind

dabei auch in stärkerem Maße **antinutritive und zum Teil unerwünschte Stoffe** in Grünlandaufwüchsen zu erwarten (z. B. Alkaloide, cyanogene Glucoside, Isoflavone, Cumarine, Tannine, Saponine, photosensibilisierende Substanzen, Fruktane).

Ein Vorteil botanischer Vielfalt kann aber sein, dass sich die Nutzungselastizität der Bestände dadurch erhöht. Hemmend wirkt weiterhin eine deutlich schlechtere **Konserviereignung** (Zucker, Pufferkapazität, Nitrat, Epiphytenbesatz, Schmutz, TM-Gehalt) und in Folge schlechtere **Siliererfolge** (unerwünschte Gärsäuren und Fermentationsprodukte: Buttersäure, Essigsäure, Ammoniak, biogene Amine), die den Fütterungseinsatz limitieren bzw. gänzlich in Frage stellen können. Diese Problematik kann dadurch verschärft werden, dass bei Ernte und Bergung von Grasaufwüchsen verfahrensbedingt, aber auch aufgrund schlechter Pflege und Handhabung, die **Verschmutzungsgefahr** (Gärschädlinge, bodenbürtige Schadstoffe wie Schwermetalle, Fe) deutlich höher ist als bei der Silomaisherstellung. Letztlich wirkt ein weiteres Argument gegen den verstärkten Graseinsatz in der Wiederkäuerernährung, dies ist die **Umwelt-/Klimagerechtigkeit**. Einerseits ist aufgrund der genannten Hemmnisse der Fütterungserfolg bei grasbetonten oft geringer als bei maisbetonten Rationen, wodurch die festen und gasförmigen Ausscheidungen sich auf eine geringe Produktmenge beziehen. Andererseits ist durch die faser- und proteinreicheren Grobfuttermittel i. d. R. mit höheren Ausscheidungen an CH₄ und NH₃ zu rechnen.

1.2.3 Milch aus Gras – Entwicklung im Freistaat Sachsen von 2000 bis 2015

Im Rahmen des sächsischen Futtermittelmonitorings (Messnetz „Futtermittel im Freistaat Sachsen“) wurden von 2000 bis 2015 in 83 bis 189 Referenzbetrieben des Freistaates jährlich sowohl Rationen als auch Grobfuttermittel untersucht und bewertet. Wesentliche Ergebnisse, die in Bezug zur Problemsicht des vorliegenden Projektes stehen, sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Es wird ersichtlich, dass sich der Grasanteil in der Grobfuttermittelration und die erzeugte Milchmenge aus Gras in den Referenzbetrieben in den letzten 15 Jahren signifikant erhöht haben. Der ermittelte lineare jährliche Anstieg der Milchmenge aus Grasfuttermitteln betrug in den letzten Jahren 35 kg. Dies heißt, dass in den letzten 15 Jahren der theoretische Milcherzeugungswert um gut 500 kg angestiegen ist. Andererseits muss festgestellt werden, dass dies nicht durch eine Verbesserung des Futterwertes bzw. durch Reduzierung unerwünschter Stoffe in den Grassilagen begleitet wurde, sondern anderen Faktoren wie einem Tierzuchtfortschritt, einer höheren Krafftutterleistung, einem verbesserten Haltungskomfort oder einem verfeinertem Herdenmanagement geschuldet sein muss.

Mit Ausnahme der Betriebe im Agrarstrukturgebiet „Erzgebirgskamm“ sind kaum Differenzen im Milcherzeugungswert aus Grasprodukten ersichtlich (Tabelle 3). Tendenziell ist der erwartete Trend erkennbar, dass mit steigendem Grünlandanteil bzw. Grasanteil in der Futtermittelration die Leistung zurückgeht.

Tabelle 3: Milch aus Gras im Freistaat Sachsen 2014 in den Agrarstrukturgebieten

Agrarstrukturgebiet	Grünland % der LN	Milchkühe * % im Freistaat Sachsen	Mittlere Milchleistung ** kg / Kuh und Jahr	Milch aus Gras *** % der NEL-Aufnahme
Mittelsächs. Lösgebiet	0 - 10	20	9.300	8
Heidegebiete, Elbtal	10 - 20	13	9.310	8
Oberlausitz, Sächs.Schw eiz	20 - 30	25	9.260	9
Gebirgsvorland	30 - 40	29	9.170	10
Erzgebirgskamm	40 - 50	13	8.650	13

Quellen: * Agrarbericht 2014 ** LKV e.V. 2014 *** Messnetz "Futtermittel im Freistaat Sachsen" 2014

Auf den Punkt gebracht

Milchkühe können aus Grünlandaufwüchsen viel Milch erzeugen. Die Rahmenbedingungen der Milcherzeugung, insbesondere in den Industriestaaten Europas und Nordamerikas, stellen jedoch die Vorzüglichkeit von Grünlandaufwüchsen in Frage. Noch vor 100 Jahren wurden ca. 90 % der Milch aus der Energie und den Nährstoffen von Gras erzeugt, aktuell sind dies in Sachsen noch rund 10 %. Mit Ausnahme der Betriebe im Agrarstrukturgebiet „Erzgebirgskamm“ sind kaum Differenzen im Milcherzeugungswert aus Grasprodukten erkennbar.

Überwiegend wird Gras siliert verfüttert. Grünfutter, Heu und Trockengrün oder die Weidefütterung wird in der sächsischen Milchviehfütterung nur noch vereinzelt eingesetzt. Die verschiedenen Probleme der Grassilierung konnten in den letzten 25 Jahren trotz großer Anstrengungen nicht grundsätzlich gelöst werden. Argumente für einen höheren Grasanteil in Milchviehrationen sind das Verbraucherwunschbild, die erwartete verbesserte Tiergerechtigkeit, eine geringe Nutzungskonkurrenz des Grünlandes und die höhere Nährstofflieferung. Hemmend wirken die schlechte Preiswürdigkeit der Grasfuttermittel gegenüber alternativen Grobfuttermitteln, die starke Abhängigkeit vom Vegetationsstadium, die Anreicherung mit unerwünschten Fermentationsprodukten bei der Konservierung und die höhere Verschmutzungsgefahr.

Tabelle 4: Kennzahlen zum Graseinsatz und zur Grassilagequalität in sächsischen Referenzbetrieben 2000–2016 (Messnetz „Futtermittel im Freistaat Sachsen“)

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Korrelations- koeffizient	Trend
Anzahl Referenzbetriebe		114	135	101	84	161	189	119	89	92	89	83	92	84	86	87	85		
Milch aus Gras																			
Grobfutterleistung ¹⁾	kg Milch / Kuh und Jahr	2.604	2.623	2.566	2.592	2.673	2.716	2.730	2.690	2.719	2.796	2.602	2.615	2.865	2.914	2.976	2.977	0,797	+
% Gras in Grobfuttrationen	% in Grobfuttrationen TM	37	37	29	27	32	30	35	38	42	41	44	30	42	43	45	45	0,672	+
Milch aus Gras	kg / Kuh und Jahr	963	971	744	700	855	815	956	1022	1142	1146	1145	785	1203	1253	1339	1340	0,753	+
Milch aus Gras	% der Jahresleistung	13	13	10	9	11	10	11	12	13	13	13	9	13	14	14	14	0,768	+
Futterwert Grassilagen																			
NEL	MJ / kg TM	5,85	6,01	5,86	6,07	6,20	6,10	6,34	6,30	6,17	6,15	5,85	6,21	6,10	5,80	5,95	6,02	-0,020	o
Rohfaser	g / kg TM	270	264	276	262	268	251	273	242	255	254	263	247	256	272	265	257	-0,276	o
Rohprotein	g / kg TM	170	179	141	167	165	177	171	172	159	157	155	156	162	165	162	161	-0,273	o
> 100 g Rohasche TM	% der Grassilagen	61	41	54	38	44	53	37	37	37	35	45	23	29	46	59	54	-0,152	o
Unerwünschte Stoffe in Grassilage																			
Eisen	mg / kg TM	280	415	470	567	574	530	586	569	568	567	720	661	695	590	698	722	0,854	+
Kalium	g / kg TM	28	30	30	28	29	25	27	25	28	26	25	25	25	27	29	28	-0,386	o
> 0,3 % Buttersäure TM	% der Grassilagen	6	5	12	10	4	14	12	9	13	6	5	9	11	12	15	18	0,509	+
> 10 % NH ₃ -N am Gesamt N	% der Grassilagen	13	10	11	12	12	9	7	7	5	23	16	6	10	18	20	22	0,447	+
Silierbarkeit der Grassiliegüter																			
Nitrat	g / kg TM	3	3,1	2,5	3	2,5	2,5	2,1	1,9	1,4	1,3	1,2	1,2	1	1,1	0,9	0,9	-0,961	-
Zucker	g / kg TM	67	72	127	122	100	150	161	140	158	155	121	134	151	145	132	144	0,612	+

1) Gesamtmilchleistung minus Milch aus Kraftfutter (Energiedichte Kraftfutter x Kraftfuttereinsatz / 3,2 MJ NEL)

1.3 Wirtschaftlichkeit

Ingo Heber

Hauptnutzer unseres Grünlandes sind Rinder, insbesondere die Milchviehhaltung mit einem Anteil von ca. 74 % des Rinderbestandes. Auf Grund der bisherigen Regelung zur Milchkontingentierung (Ende am 31.03.2015) und einer deutlichen Steigerung der Milchleistung je Kuh auf 9.348 kg/a bei natürlichem Fettgehalt (Jahresbericht LKV 2015) hat sich der Rinderbestand inklusive der Nachzucht in den letzten 15 Jahren um ca. 58.000 Tiere verringert. Unter Berücksichtigung der derzeitigen angespannten Situation an den Märkten weltweit und einem bestehenden Selbstversorgungsgrad von über 100 % in Deutschland und Sachsen ist eine Ausdehnung der Milchproduktion eher nicht zu erwarten. Die nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung des Grünlandes und damit verbundene Wertschöpfung über die Veredelung mit Milch gestaltet sich zurzeit sehr schwierig. Losgelöst von der derzeitigen Situation ist die betriebswirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit durch effiziente Nutzung des Grünlandes in Sachsen gegeben. In Zukunft wird neben der Wirtschaftlichkeit von Milchproduktionssystemen auch dessen Umweltverträglichkeit weiter in den Fokus rücken. Grünlandbasierte Systeme können dazu einen entscheidenden Beitrag liefern. Daraus wird deutlich, eine Deckung der Kosten über Milchablieferung und Verkauf von Nebenprodukten wird in Zukunft nicht mehr ausreichen. Gesellschaftliche Leistungen und Forderungen müssen in einem bestimmten Maße honoriert werden.

Wirtschaftliche Informationen und Erkenntnisse, besonders über den Betriebszweig Milchproduktion, sind von einem hohen Stellenwert geprägt. Sie bilden die Grundlage für vielfältige einzelbetriebliche Entscheidungen, die von kleinen Veränderungen bis hin zu strategischen Ausrichtungen führen können. Veränderte Rahmenbedingungen und die Volatilität der Märkte tragen ihr übriges dazu bei. Für Leistungsparameter, produktionstechnische und finanzielle Kennzahlen müssen realistische Zielstellungen formuliert werden. Diese Zielsetzungen sind regelmäßig über ein konsequentes Controlling zu überwachen, um frühzeitig auf Abweichungen reagieren zu können. Dem Kostenmanagement sollte mehr Aufmerksamkeit beigemessen werden. Nur über eine konsequente Schwachstellenanalyse, verbunden mit der praktischen Umsetzung der Verbesserung, wird das Ziel, zu den besseren Betrieben zu gehören, erreicht.

Dabei nehmen die Futterkosten mit einem Anteil von ca. 40 % an den Gesamtkosten sächsischer Milchviehbetriebe eine zentrale Stellung ein. Wird das Grobfutter separat betrachtet, kommt man auf einen Anteil von 22 %. Schon aus diesen beiden Zahlen lässt sich ableiten, dass in der Milchleistung aus Grobfutter Potenziale stecken. Voraussetzung hierfür ist in erster Linie die Herstellung qualitativ hochwertiger und kostengünstiger Silage.

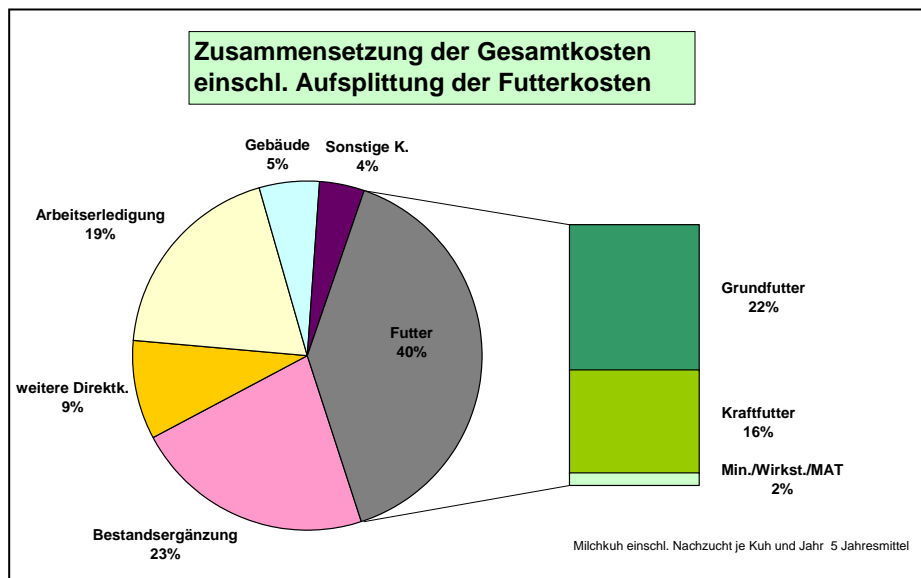


Abbildung 8: Anteil der Futterkosten an der Milchproduktion

Es ist müßig, darüber zu reden, welche Rationsart, also die mais- bzw. grasbetonte Ration, die bessere ist. Jede hat ihre Vor- und Nachteile. Die Ration ist auf jeden Fall geprägt durch die Standortvoraussetzungen. In den sächsischen Höhenlagen dominiert die grasbetonte Ration, denn das Grünland kann durch das Milchvieh am besten veredelt werden und ab einer gewissen Höhenlage wird das Vegetationsfenster für Mais zu klein. Dabei muss gesagt werden, dass dieses Vegetationsfenster mehr als ausgereizt wird. In den Ackerbauregionen wird hauptsächlich maisbetont gefüttert.

Tabelle 5: Maximale Kosten für Grasanweklsilage in Abhängigkeit des Rationsanteils und der Kosten für Maissilage bei 7 Cent je kg Milch Grobfutterkosten

Grobfutterkosten in Cent je 10 MJ NEL				
	Anteil Anweklsilage in der Grundfutterration (%)			
	25	50	75	100
Maissilage	25	50	75	100
Cent je 10 MJ NEL	max. Grassilagekosten in Cent je 10 MJ NEL			
17	35	26	23	21
18	32	25	23	21
19	29	24	22	21
20	26	23	22	21

Die Kalkulationen der Tabelle 5 unterstellen 9.025 kg verkaufte Milch mit 4 % Fett und 3,4 % Eiweiß, einen Energiebedarf von 29.000 MJ NEL aus Grobfutter und max. 7 Cent Grobfutterkosten je kg verkaufte Milch. Daraus resultieren Grobfutterkosten in Höhe von ca. 21 Cent je 10 MJ NEL. In Verbindung mit den in Tabelle 2 aufgezeigten Orientierungskosten der Futtermittel vom Grünland wird deutlich, wie schwer es ist, Anweklsilage aus ökonomischer Sicht in der Ration zu platzieren. In Folge dessen wird bei einer genügenden Flächenausstattung nur der 1. Schnitt für die Milchproduktion verwendet.

Tabelle 6: Orientierungskosten Futtermittel vom Grünland

Futtermittel	Euro je 10 MJ NEL	Euro je 10 MJ ME	Euro je dt FM	Euro je dt TM
Kurzrasenweide intensiv	0,20	0,12	2,25	12,50
nur Grünfutteraufwuchs, einschließlich Grünland- u. Weidepflege				
Grünland Anwelksilage	0,27	0,16	5,92	16,01
Grünland Heu	0,31	0,19	15,22	17,30

Allgemeinverbindliche ökonomische Aussagen zum Einsatz von Produkten des Grünlandes und des Feldfutters in Sachsen sind auf Grund fehlender Daten zu Erträgen und Bewirtschaftungsintensitäten schwer zu treffen. Über längere Zeit standen Leistungssteigerungen und einzelbetriebliches Wachstum im Fokus der Milchviehalter, was aus ökonomischer Sicht eine durchaus geeignete Strategie darstellte. Gesellschaftliche Forderungen nach mehr Tierwohl und umweltspezifische Aspekte sowie Grenzen im Absatz erfordern ein Umdenken. Wie in Abbildung 8 dargestellt, ist die Bestandsergänzung mit 23 % die zweitgrößte Kostenposition nach dem Futter. Die Langlebigkeit der Tiere muss erhöht werden und das mit gezielter Verbesserung der Merkmale in Hinblick auf Gesundheit und Robustheit. Wachstum alleine reicht nicht aus, um ein ausreichendes Einkommen aus der Milch zu generieren, es bedarf der Wertschöpfung des Endproduktes Milch.

Auf den Punkt gebracht

Die betriebswirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der Milchproduktion durch eine effiziente Grünlandproduktion ist flächendeckend nur dann gegeben, wenn ein Umdenken in der Ausrichtung der Produktion erfolgt. Punktuell, mit entsprechender Betriebsstrategie, ist auch unter den jetzigen Rahmenbedingungen eine entsprechende Einkommenssicherung möglich.

2 Herausforderungen, Einschränkungen und Lösungsansätze

2.1 Aus ökonomischer Sicht

Ingo Heber

Die bisherige Entwicklung der Tierproduktion unter den gegebenen Rahmenbedingungen in Sachsen führte nicht zu einer intensiven Nutzung des Grünlandes. Extensive Bewirtschaftungsformen, verbunden mit einem möglichst minimalen Kostenaufwand, beherrschen die Landschaft und führen zu einem größtenteils vernachlässigten Grünland. Diese Bewirtschaftungsweise ist jedoch ausreichend, um das Grünland nach Direktzahlungsverordnung in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand zu erhalten. Aus ökonomischer Sicht muss die Intensivierung zwingend zu einem besseren Betriebsergebnis führen. In die bisherige Gewinnoptimierung in der Milchproduktion konnte keine grasorientierte Fütterung etabliert werden. Milchleistungen jenseits der 10.000 kg-Marke und höhere Herstellungskosten von Produkten des Grünlandes sprachen dagegen. Ackerland bietet den Vorteil, den Anforderungen einer intensiven Milcherzeugung gerecht zu werden. Durch steigende Marktfruchtpreise und alternative Nutzungen des Ackerlandes (nachwachsende Roh-

stoffe zur Biogaserzeugung) entstehen höhere Kosten für den Ackerfutterbau. Mit steigenden Opportunitätskosten für die Bodennutzung wachsen die Chancen für eine effizientere Nutzung des Grünlandes auch im Hinblick auf die Alternativlosigkeit in der Bewirtschaftung. Solange mit der Milchproduktion jedoch eine höhere Bodennutzung als mit anderen Bewirtschaftungsweisen auf dem Ackerland erzielt wird, kommt es tendenziell zu keinem Zuwachs der Milchproduktion auf dem Grünland. Futtermittel vom Grünland rechnen sich, wenn sie

- qualitativ den Leistungsanforderungen der Tiere entsprechen,
- kostengünstig erzeugt wurden,
- optimal in die Ration eingepasst werden,
- technologische Abläufe unterstützen und
- arbeitswirtschaftlich integriert werden können.

2.1.1 Blickpunkt Weide

Gegenstand der Betrachtung

Wie hoch ist der Flächenbedarf für eine weideorientierte Milchproduktion?

Die kostengünstigste Nutzung des Grünlandes durch Rinder ist die Weidehaltung. In Sachsen wird sie jedoch kaum zur Erzeugung von Milch genutzt, vorherrschend sind die Jungviehhaltung und das Beweiden mit Trockenstehern. Warum also nicht für die Milcherzeugung? Die Gründe sind vielfältig und wurden zum Teil bereits angesprochen. Des Weiteren spricht eine High-Input-Strategie mit Nutzung von milchbetonten Rassen (Sachsen über 90 % der Rassen) und der damit verbundenen Ausschöpfung des genetischen Potenzials dagegen. Mehr als 2/3 der Milchkühe stehen in Beständen von über 300 Tieren, jede 3. Kuh in Betrieben mit über 750 Milchkühen. Da bleibt für den Weidebetrieb wenig Spielraum. Tabelle 7 soll dies verdeutlichen.

Tabelle 7: Weideflächenbedarf für 120 Kühe bei 18 kg täglicher Milchleistung

Energiebedarf und Milchmenge je Tier*Tag		
Erhaltung	MJ NEL	35,5
Milchleistung	kg	18
Weidefutter		
Aufnahme Frischfutter	kg	72,0
Weidefläche		
Aufwuchsmenge	kg FM/m ²	0,75
Flächenbedarf		
Fläche je Tier u. Tag	m ²	96
Anzahl Tiere	Stück	120
Flächenbedarf pro Herde*d	m ²	11516
Verbleib auf der Koppel	Tage	3
Flächenbedarf pro Koppel	ha	3,45
Anzahl Koppeln	Stück	12
Flächenbedarf	ha	41,5

Für eine angenommene Milchleistung von 18 kg Milch je Tier und Tag benötigt die Milchkuh ca. 72 kg Frischfutter, es erfolgt keine Zufütterung von Krafffutter. Bei einem unterstellten Tierbestand von 120 Milchkühen werden mehr als 40 ha arrundierte Weidefläche benötigt. Dies ist in Sachsen kaum gegeben.

Ergebnisthese

Durch die Konzentration der sächsischen Milchkühe in großen Beständen wird die Weidehaltung von laktierenden Tieren nur punktuell von Landwirten aufgegriffen werden. Das Nutzen der Weideflächen durch Trockensteher sollte aber in jedem Betrieb praktiziert werden.

2.1.2 Intensivierung des Grünlandes

Die Intensivierung des Grünlandes ist in der Regel mit höheren Kosten verbunden, die dann auch auf die Futterkosten je kg Milch durchschlagen. Um diese so gering wie möglich zu halten, werden seitens der Milchviehfütterung Anforderungen an die Futtergräser gestellt. Bezogen auf die Energieeinheit wird die kostengünstige Erzeugung hauptsächlich durch den Ertrag und die Ausdauer der Pflanzen beeinflusst. Nur ein an die Nutzungsintensität angepasster Pflanzenbestand rechnet sich auch ökonomisch. Der höhere Aufwand einer intensiveren Bewirtschaftung muss durch höhere Grobfutterleistungen in Verbindung mit erhöhten Trockenmasseaufnahmen und durch gezielte Krafffutterverdrängung kompensiert werden.

Auswirkungen bei unterschiedlichen Energiegehalten in der Grassilage

- Unterschiede von 0,7 bis 0,9 MJ NEL/kg TM (mögliche Ursache unterschiedliche Schnittzeitpunkte)
- Tagesration von 5,5 kg TM aus Grassilage bedeutet fehlende Energie von 3,85 bzw. 4,95 MJ NEL
- Ausgleich durch Leistungsfutter in der Energiestufe 3 von 0,57 bzw. 0,73 kg
- bedeutet im Jahr bei einem unterstellten Mischfutterpreis von 24 €/dt Kosten von knapp 50 bzw. 64 € pro Tier

Verbesserung des Grünlandes durch gezielte Narbenverbesserung

Es ist also durchaus lohnend, die Zusammensetzung der Grünlandnarben immer wieder kritisch zu prüfen und rechtzeitig Maßnahmen zur Erhaltung von produktivem Grünland zu treffen. Dabei ist es nicht ausreichend, mit zielgerichteten mechanischen Maßnahmen den Bestand zu verbessern, sondern auch die Ursachen abzustellen. Diese liegen oft in einer ungenügenden Bewirtschaftungsweise. Eine geeignete und kostengünstige Maßnahme ist dabei die Übersaat von lückigen Grasnarben. Dabei werden bestehende Lücken geschlossen und eine Verunkrautung, die eine Verschlechterung des Futterwertes verursacht, vermieden. Eine Übersaat sollte vorbeugend erfolgen und ist nur bei einer bereits vorhandenen produktiven Grasnarbe sinnvoll. Die Durchführung erfolgt normalerweise mit der im Unternehmen vorhandenen Technik und ist in der Regel die kostengünstigste Variante zum Erreichen eines standortangepassten Grünlandbestandes. Im Frühjahr lässt sich die Übersaat ideal mit anderen Pflegemaßnahmen auf der Wiese verbinden. Tabelle 8 zeigt die Kosten/Nutzen-Effekte am Beispiel der Wertschöpfung durch die Milchproduktion.

Tabelle 8: Kosten und Nutzen durch die Verbesserung der Grasnarbe

Auswirkungen höherer Grundfutterqualitäten auf die Wirtschaftlichkeit		
Berechnung des Mehrertrages an Milch		
Verbesserung des Energiegehaltes um	MJ NEL / kg TM	0,9
Grassilage in der Ration	kg TM	5
Erhöhung der Energieaufnahme	MJ NEL	4,5
Mehr Milch aus Gras	kg je Kuh und Tag	1,36
Laktationstage im Jahr	Tage	305

Anzahl Kühe	Stück	100
Milchzahlungspreis bei 4 % Fett	€/kg	0,28
Mehrerlös	Euro	11645
Kosten zur Verbesserung der Grasnarbe - Übersaat		
Fläche	ha	22
Saatgut	kg/ha	8
Saatgutkosten	€/kg	4,5
Arbeitserledigungskosten	€/ha	96
Zusatzkosten	Euro	2904
Gewinn/Verlust durch die Maßnahme	Euro	8741

Durch die Erneuerung des lückenhaften Bestandes wird eine Verbesserung des Energiegehaltes in der Trockenmasse von 0,9 MJ NEL je Kilogramm erzielt. Bei einem Trockenmasseanteil von 5 kg Gras in der Ration erhöht sich die Milcherzeugung je Kuh um 1,36 kg/d. Bei 100 Kühen und einem unterstellten Milchpreis von 28 Cent wird ein Mehrerlös von 11.645 Euro/a erzielt. Dem gegenüber entstehen Kosten für Saatgut und Arbeitserledigung in Höhe von 2.904 Euro. Die durchgeführte Maßnahme würde einen Gewinn von 8.741 Euro erzielen.

2.1.3 Szenarienbetrachtung und Auswirkungen auf den notwendigen Milchzahlungspreis in Folge unterschiedlicher Futterrationen

Gegenstand der Untersuchung

Unterschiedliche Anteile von Anwelksilage in der Ration führen zu unterschiedlichen Kosten. Dabei wird in der Regel angenommen, dass mit erhöhtem Grasanteil eine Verschlechterung des finanziellen Ergebnisses in der Verwertung einhergeht.

In der Praxis wirken sehr viele Einflüsse auf die Wirtschaftlichkeit und Effektivität des Grundfuttereinsatzes, deshalb erfolgt im Nachgang eine kalkulatorische Betrachtung der Problematik. Für die Berechnung der Wertschöpfung durch die Milchproduktion flossen Grundfutterkosten auf Basis des Standortes (Verwitterungsböden), des Ertrages (500 dt Frischmasse), der Trockenmasseverluste (15 %) und unterschiedliche Energiegehalte in die Berechnung ein. Tabelle 9 fasst die Kosten der Anwelksilage bei unterschiedlichen Energiegehalten je 10 MJ NEL zusammen. Alle weiteren Erzeugerpreise für Futtermittel (Maissilage, Heu, Konzentrate) wurden konstant gehalten.

Tabelle 9: Herstellungskosten (Vollkosten) der Anwelksilage vom Grünland (je ha)

Grünland (V Standort) Frischmasseertrag 500 dt					
20 % TS Gehalt FM, 35 % TS Gehalt Silage, 15 % TM Verluste					
Leistungen	MJ NEL/kg TM	6,3	6,1	5,9	5,7
Nettoertrag- Frischmasse	dt / ha	242,86	242,86	242,86	242,86
Nettoertrag- Trockenmasse	dt / ha	85,00	85,00	85,00	85,00
Energie	MJ NEL/ha	53.550	51.850	50.150	48.450
	MJ ME/ha	89.930	87.040	84.235	81.345
Saat-/ Pflanzgut Zukauf	EUR	12	12	12	12
Düngemittel (mineralisch)	EUR	447	447	447	447
Düngemittel (organisch)	EUR	130	130	130	130
Summe Direktkosten	EUR	674	674	674	674
Personalaufwand	EUR	195	195	195	195
Maschinenunterhaltung	EUR	196	196	196	196

Grünland (V Standort) Frischmasseertrag 500 dt					
20 % TS Gehalt FM, 35 % TS Gehalt Silage, 15 % TM Verluste					
Betriebsstoffe Maschinen	EUR	134	134	134	134
Abschreibung Maschinen	EUR	240	240	240	240
Summe Arbeiterledigungskosten	EUR	886	886	886	886
Summe Gebäudekosten	EUR	135	135	135	135
Summe Flächenkosten	EUR	144	144	144	144
Summe sonstige Kosten	EUR	67	67	67	67
Gesamtkosten ohne Ausgleichszahlungen	EUR	1.906	1.906	1.906	1.906
Gesamtkosten nach Ausgleichszahlungen.	EUR	1.550	1.550	1.550	1.550
EUR / 10 MJ NEL	EUR	0,29	0,30	0,31	0,32
EUR / 10 MJME	EUR	0,17	0,18	0,18	0,19

Die Erzeugungskosten der Anwelksilage schwanken bei unterschiedlichen Energiegehalten zwischen 29 und 32 Cent je 10 MJ NEL. Die Unterschiede können aus verschiedenen Schnitzeitpunkten resultieren. Als Verluste wurden 15 % angenommen, wobei die sächsische Wirklichkeit anders aussieht. Bei Trockenmasseverlusten von 25 % erhöhen sich die Kosten je 10 MJ NEL um 3 bis 4 Cent.

2.1.3.1 Wechselnde Anteile und Qualitäten von Silagen des Grünlandes (Tabelle 10 bis Tabelle 13)

Für die nachfolgende Verwertung der unterschiedlichen Grassilagen in der Milchproduktion wurden folgende Parameter unterstellt:

- ganzjährige Stallhaltung
- Holstein Friesian als Rasse
- Milchleistung von 9.200 kg (8.740 kg verkauft)
- Abgangsquote 35 %

Die fehlende Energie aus dem Grobfutter wurde durch Kraftfutter ausgeglichen. In den Berechnungen wurden nur die Futterparameter verändert, die Milchleistung blieb konstant bei 9.200 kg. Das trifft auch für alle anderen Kostenpositionen zu, wohl wissend, dass schlechtes Futter durchaus Auswirkungen auf Tiergesundheit, Fruchtbarkeit und weitere Parameter hat.

Tabelle 10: Anteil Anwelksilage 100 % in guter Qualität

Kalkulationsdaten Milchviehhaltung			
Rasse	HF	Anteil Anwelksilage	100%
Lebendgewicht in kg	650	Anteil Maissilage	0%
Milchleistung	9200	Anteil Weide	0%
Abgangsquote	35%	Kälberverluste	10%
Zwischenkalbezeit in Tagen	390	Kälber je Kuh und Jahr	0,84
Leistungen			
Marktleistung	€/Kuh und Jahr	3054	
Wirtschaftsdünger	€/Kuh und Jahr	105	
sonstige Leistungen	€/Kuh und Jahr	0	
Summe Leistungen	€/Kuh und Jahr	3159	

Kalkulationsdaten Milchviehhaltung

variable Kosten		
Bestandsergänzung	€/Kuh und Jahr	550
Kraft-, Saft- und Mineralfutter	€/Kuh und Jahr	621
Tierarzt, Medikament, Hygiene	€/Kuh und Jahr	105
Summe variable Kosten	€/Kuh und Jahr	1633
Grobfutter zu Vollkosten	€/Kuh und Jahr	832
Deckungsbeitrag II	€/Kuh und Jahr	694
Summe Festkosten	€/Kuh und Jahr	1073
Gewinnbeitrag des Verfahrens	€/Kuh und Jahr	-379
Vollkosten	€/Kuh und Jahr	3589
Vollkostendeckender Preis ohne Prämie	ct/kg	36,5

Die Grundfutterleistung beträgt auf Grund des unterstellten Energiegehaltes der Silage (6,3 MJ NEL je kg TM) und der damit verbundenen guten Trockenmasseaufnahme 4.325 kg. Die Ration besteht zu 100 % aus Anwelksilage. Die restlichen 4.875 kg Milch werden aus Kraftfutter erzeugt. Die Summe aller Leistungen beträgt bei einem unterstellten Milchauszahlungspreis von 31,57 Cent je kg verkaufter Milch und dem Verkauf der Kälber sowie der Berücksichtigung des Wirtschaftsdüngers 3.159 Euro. Der Anteil der Kosten für das Grobfutter beträgt 832 Euro, die Gesamtfutterkosten liegen bei 1.453 Euro und damit bei einem Gesamtkostenanteil von knapp über 40 %. Der ausgewiesene Gewinnbeitrag weist mit -379 Euro einen negativen Betrag auf und bedeutet, dass der erzielte Milchpreis in Höhe von 31,57 Cent/kg nicht kostendeckend ist. Für die Deckung aller Kosten wäre ein Milchauszahlungspreis von 36,5 Cent je kg Milch notwendig. Der Einsatz von Silage in einer schlechten Qualität mit einem Energiewert von 5,7 MJ NEL würde das Ergebnis um 118 Euro je Kuh*a verschlechtern.

In der Tabelle 11 sind die Berechnungen mit einem Anteil von 70 % Anwelksilage mit sehr guter Qualität vom Grünland dargestellt.

Tabelle 11: Anteil 70 % Anwelksilage in sehr guter Qualität

Kalkulationsdaten Milchviehhaltung - Grobfutterqualität sehr gut			
Rasse	HF	Anteil Anwelksilage	70%
Lebendgewicht in kg	650	Anteil Maissilage	30%
Milchleistung	9200	Anteil Weide	0%
Abgangsquote	35%	Kälberverluste	10%
Zwischenkalbezeit in Tagen	390	Kälber je Kuh und Jahr	0,84
Leistungen			
Marktleistung	€/Kuh und Jahr	3054	
Wirtschaftsdünger	€/Kuh und Jahr	105	
sonstige Leistungen	€/Kuh und Jahr	0	
Summe Leistungen	€/Kuh und Jahr	3159	
variable Kosten			

Kalkulationsdaten Milchviehhaltung - Grobfutterqualität sehr gut

Bestandsergänzung	€/Kuh und Jahr	550
Kraft-, Saft- und Mineralfutter	€/Kuh und Jahr	621
Tierarzt, Medikament, Hygiene	€/Kuh und Jahr	105
Summe variable Kosten	€/Kuh und Jahr	1633
Grobfutter zu Vollkosten	€/Kuh und Jahr	781
Deckungsbeitrag II	€/Kuh und Jahr	745
Summe Festkosten	€/Kuh und Jahr	1073
Gewinnbeitrag des Verfahrens	€/Kuh und Jahr	-327
Vollkosten	€/Kuh und Jahr	3538
Vollkostendeckender Preis ohne Prämie	ct/kg	35,9

Der Einsatz von 30 % Maissilage in der Ration führt zu einer Verbesserung des Ergebnisses um 52 Euro je Kuh und Jahr, das Ergebnis ist aber immer noch nicht kostendeckend. Der notwendige Milchauszahlungspreis beträgt 35,9 Cent je kg Milch.

Tabelle 12: Anteil 35 % Anweilksilage in sehr guter Qualität**Kalkulationsdaten Milchviehhaltung - Grobfutterqualität sehr gut**

Kraft-, Saft- und Mineralfutter	€/Kuh und Jahr	632
Grobfutter zu Vollkosten	€/Kuh und Jahr	732
Gewinnbeitrag des Verfahrens	€/Kuh und Jahr	-289
Vollkostendeckender Preis ohne Prämie	ct/kg	35,5

In Tabelle 12 mit einem unterstellten Anteil von 60 % Maissilage und 5 % Heu im Grobfutter verbessert sich der Gewinnbeitrag des Unternehmens erneut und zwar um 38 Euro je Kuh und Jahr. Dies ist aber immer noch nicht kostendeckend, dazu wäre in dieser Berechnung ein Milchauszahlungspreis von 35,5 Cent je kg Milch notwendig. Es zeigt aber deutlich: ohne „Quersubventionen“ arbeitet die Milchproduktion im Schnitt nicht kostendeckend. Quersubventionierung bedeutet zum einen den Verlustausgleich durch rentabel produzierende Betriebszweige und zum anderen die Umlage entkoppelter Zahlungen auf die in Anspruch genommene Futterfläche. Hohe Erzeugerpreise in der Marktfruchtproduktion führen wiederum zu erhöhten Kraffutterkosten und verteuern Betriebsmittelpreise wie für Düngemittel mit der Konsequenz erhöhter Grobfutterkosten. Dies macht noch einmal deutlich, welchen Einfluss betriebseigene Zweige auf die Effizienz der Milcherzeugung haben.

Ist nun eine grasorientierte Ration gegenüber einer maisorientierten Ration konkurrenzfähig? Dies setzt sowohl eine optimale Grünlandbewirtschaftung als auch die Tatsache voraus, dass standortspezifische Gründe keine optimale Maissilageproduktion zulassen (Tabelle 13).

Tabelle 13: Anteil 60 % Maissilage mit einem Ertrag von 350 dt FM/ha

Kalkulationsdaten Milchviehhaltung - Grobfutterqualität sehr gut			
Rasse	HF	Anteil Anwelksilage	35% GF
Lebendgewicht in kg	650	Anteil Maissilage	60% GF
Milchleistung	9200	Anteil Weide / Heu / Stroh	5% GF
Abgangsquote	35%	Kälberverluste	10%
Zwischenkalbezeit in Tagen	390	Kälber je Kuh und Jahr	0,84
Leistungen			
Marktleistung	€/Kuh und Jahr	3054	
Wirtschaftsdünger	€/Kuh und Jahr	105	
sonstige Leistungen	€/Kuh und Jahr	0	
Summe Leistungen	€/Kuh und Jahr	3159	
variable Kosten			
Bestandsergänzung	€/Kuh und Jahr	550	
Kraft-, Saft- und Mineralfutter	€/Kuh und Jahr	632	
Tierarzt, Medikament, Hygiene	€/Kuh und Jahr	105	
Summe variable Kosten	€/Kuh und Jahr	1643	
Grobfutter zu Vollkosten	€/Kuh und Jahr	836	
Deckungsbeitrag II	€/Kuh und Jahr	679	
Summe Festkosten	€/Kuh und Jahr	1073	
Gewinnbeitrag des Verfahrens	€/Kuh und Jahr	-393	
Vollkosten	€/Kuh und Jahr	3604	
Vollkostendeckender Preis ohne Prämie	ct/kg	36,7	

Der Gewinnbeitrag bei einem Anteil von 60 % Maissilage in der Futterration beträgt -393 Euro. Aus der Verfütterung von 100 % Anwelksilage würde ein um 14 Euro besserer Gewinnbeitrag resultieren, weil bei einem Ertrag von 350 dt Maissilage je ha die Maissilagekosten je 10 MJ NEL 29 Cent höher sind als die Kosten der Anwelksilage. Unter der Voraussetzung, dass genügend produktives Grünland vorhanden ist, eine qualitativ hochwertige Silage produziert wird und die frei gewordene Ackerfläche über Marktfrüchte besser veredelt werden kann, ist die Anwelksilage vom Grünland durchaus konkurrenzfähig.

Ergebnisthese

Durch eine gezielte Verbesserung des Grünlandes ergeben sich positive Auswirkungen auf die Qualität der erzeugten Futtermittel und somit auf die Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion im Allgemeinen. Tendenziell ist in den Berechnungen festzustellen, dass mit wachsenden Anteilen von Maissilage in der Ration der zur Deckung aller Kosten notwendige Milchauszahlungspreis sinkt. Anwelksilage gewinnt an Bedeutung, wenn standortspezifische Voraussetzungen keinen optimalen Maisanbau zu lassen.

2.1.3.2 Weidemilch als Alternative

Gegenstand der Untersuchung

Kann mit dem Einbeziehen der Weide unter sächsischen Bedingungen das ökonomische Betriebsergebnis verbessert werden?

Weidemilch ist zurzeit in aller Munde. Ernährungsphysiologische Gründe, hohe Gehalte an einfach und mehrfach gesättigten Fettsäuren und Assoziationen mit einer naturnahen Produktionsweise führen zu dieser Sichtweise. Zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen belegen den gesundheitlichen Nutzen von Omega-3-Fettsäuren. Wenn es um die Wertschöpfung im Grünland geht, sollte dies auch für sächsische Milchproduzenten eine Alternative darstellen. Bisher ist diese Produktionsweise aber noch nicht in den Fokus geraten bzw. in großem Stile praktisch umgesetzt worden. Tabelle 14 betrachtet die Weidemilchproduktion aus ökonomischer Sicht.

Tabelle 14: Ökonomische Betrachtung des Verfahrens Weidemilch

Kalkulationsdaten Milchviehhaltung			
Rasse	HF	Anteil Anwelksilage	55%
Lebendgewicht in kg	650	Anteil Maissilage	0%
Milchleistung kg/Kuh*a	7500	Anteil Weide	40%
Grobfutterqualität	sehr gut	Anteil Heu	5%
Abgangsquote	30%	Kälberverluste	10%
Zwischenkalbezeit in Tagen	390	Kälber je Kuh und Jahr	0,84
verkaufte Milch	kg je Kuh und Jahr	7125	
Leistungen/Kosten			
Marktleistung	€/Kuh und Jahr	2514	
Wirtschaftsdünger	€/Kuh und Jahr	129	
Summe Leistungen	€/Kuh und Jahr	2643	
Bestandsergänzung	€/Kuh und Jahr	471	
Kraft-, Saft- und Mineralfutter	€/Kuh und Jahr	414	
Tierarzt, Medikament, Hygiene	€/Kuh und Jahr	87	
Summe variable Kosten	€/Kuh und Jahr	1325	
Grobfutter zu Vollkosten	€/Kuh und Jahr	738	
Summe Festkosten	€/Kuh und Jahr	1023	
Gewinnbeitrag des Verfahrens	€/Kuh und Jahr	-442	
Vollkosten	€/Kuh und Jahr	3134	
Vollkostendeckender Preis ohne Prämie	ct/kg	38,5	

Der vollkostendeckende Preis liegt deutlich über den Berechnungen der in Kap. 2.1.3.1 aufgeführten Verfahren. Dies hat verschiedene Ursachen. Zum einen ist die angesetzte Milchmenge deutlich geringer als in den Verfahren der Stallfütterung, zum anderen sind die Einsparungen im Kostenbereich nicht hoch genug, um die Einbußen in der Leistung auszugleichen. Absolut betrachtet sind die Kostenpositionen Bestandsergänzung, Tierarzt, Futter durch die nachweislich vorhandenen Vorzüge der Weide deutlich geringer. Bezogen auf das Kilogramm Milch relativiert sich die Aussage jedoch. Als weiterer Knackpunkt in Sachsen erweist sich die Tatsache: Was in anderen Ländern der Welt praktiziert werden kann, nämlich ganzjährige Freilandhaltung, ist in unserer Region nicht möglich. Im Festkostenbereich sind Einsparungen in der Lagerung von Futter und Exkrementen möglich, ein fester Stall ist jedoch unabdingbar.

Um das Verfahren Weidemilch attraktiver zu machen, wären einige Veränderungen notwendig. Diese beginnen beim Verbraucher, der mehr als nur Lippenbekenntnisse zur Vorzüglichkeit der Weide abgeben sollte, mit der Bereitschaft, höhere Aufwendungen finanziell zu honorieren. In Sachsen gibt es zurzeit keine Möglichkeit, Weidemilch gesondert zu verarbeiten. Die Bereitschaft der in Sachsen ansässigen Molkereien hält sich in Grenzen, sicher begründet im geringen Milchangebot durch die Landwirte. Das ist auch eine zentrale Frage:

Ist der Landwirt überhaupt bereit oder kann er günstige Voraussetzungen für die Produktion von Weidemilch schaffen? Das Für und Wider wurde bereits in Kap. 2.1.1 diskutiert.

2.1.3.3 Heumilch – eine ganz spezielle Art der Milcherzeugung

Gegenstand der Untersuchung

Heumilch ist Milch, die von Landwirten unter Verzicht der Verfütterung von Silage und unter speziell festgelegten Regularien erzeugt wird. Der Qualität des Grundfutters gilt dabei das größte Augenmerk und bildet die Grundlage einer wirtschaftlichen Milchproduktion.

Basis für die Heumilchproduktion ist die Weidehaltung, im Winter wird Heu angeboten. Kraftfutter wird in Maßen als Ergänzung eingesetzt.

Tabelle 15: Ökonomische Betrachtung des Verfahrens Heumilch

Kalkulationsdaten Milchviehhaltung			
Rasse	HF	Anteil Anweilsilage	0%
Lebendgewicht in kg	650	Anteil Maissilage	0%
Milchleistung kg/Kuh*a	7000	Anteil Weide	40%
Grobfutterqualität	sehr gut	Anteil Heu	60%
Abgangsquote	30%	Kälberverluste	10%
Zwischenkalbezeit in Tagen	390	Kälber je Kuh und Jahr	0,84
verkaufte Milch	kg je Kuh und Jahr	6650	
Leistungen/Kosten			
Marktleistung	€/Kuh und Jahr	2364	
Wirtschaftsdünger	€/Kuh und Jahr	129	
Summe Leistungen	€/Kuh und Jahr	2493	
Bestandsergänzung	€/Kuh und Jahr	471	
Kraft-, Saft- und Mineralfutter	€/Kuh und Jahr	353	
Tierarzt, Medikament, Hygiene	€/Kuh und Jahr	87	
Summe variable Kosten	€/Kuh und Jahr	1262	
Grobfutter zu Vollkosten	€/Kuh und Jahr	851	
Deckungsbeitrag II	€/Kuh und Jahr	380	
Summe Festkosten	€/Kuh und Jahr	1023	
Gewinnbeitrag des Verfahrens	€/Kuh und Jahr	-643	
Vollkosten	€/Kuh und Jahr	3184	
Vollkostendeckender Preis ohne Prämie	ct/kg Milch	42,0	

Um alle Kosten zu decken, ist aktuell ein Milchauszahlungspreis von über 40,0 Cent je kg Milch notwendig. Man kann davon ausgehen, dass der Milchauszahlungspreis 5 Cent über der für herkömmliche Milch liegen muss. Ähnlich wie bei der Weidehaltung sind spezielle Voraussetzungen erforderlich, um das Verfahren wirtschaftlich zu gestalten. Grundvoraussetzung ist die Erzeugung von qualitativ sehr gutem Heu für die Winterfütterung. Für die Schaffung einer Unterdachtrocknung sind finanzielle Mittel einzuplanen. Anders als bei der Verarbeitung von Weidemilch ist mit der Kohrener Landmolkerei ein Aufnehmer vorhanden.

Ergebnisthese

Weide- und Heumilch bieten punktuell die Möglichkeit der Wertschöpfung im Grünland und sollten auch in Sachsen weiter in den Fokus rücken. Beide Produkte können nur mit erhöhtem Kostenaufwand hergestellt werden. Nur wenn der Verbraucher bereit ist, für das Produkt mehr zu zahlen, ist eine Etablierung am Markt möglich.

Zusammenfassung

Die Kosten für das Futter vom Grünland hängen sehr stark von den Pflegemaßnahmen, der Nutzungsintensität (Anzahl der Schnitte), der Nutzungsart (Grünfütterung, Grassilage, Weide und Heu) ab. Qualitativ hochwertiges Futter vom Grünland – unabhängig von der Nutzung (Grünfütterung, Weide, Silage, Heu) – ist jedoch kein billiges Futter und unterliegt je nach Standort des Betriebes starken Kostenschwankungen.

Um zu vermeiden, dass Grünland zukünftig brach liegt, ist eine Strategie erforderlich, mit der es gelingt, die Potenziale des Grünlandes auszuschöpfen, um somit die Erhaltung der Multifunktionalität des Dauergrünlandes zu gewährleisten.

Die nachhaltige landwirtschaftlichen Nutzung des Grünlandes wird maßgeblich im Zusammenhang mit der Entwicklung der Milchviehhaltung stehen, weil die übrigen Nutzer des Grünlandes wie Schafe, Ziegen, Pferde, Damwild und Biogasanlagen auch in Zukunft nur eine untergeordnete Rolle weit hinter den Rindern einnehmen werden.

2.2 Aus Sicht des Futterwertes

2.2.1 Proteinversorgung von Milchrindern

2.2.1.1 Eiweißversorgung der landwirtschaftlichen Nutztiere im Freistaat Sachsen

Dirk Marquardt und Prof. Dr. Olaf Steinhöfel

Gegenstand der Untersuchung

Die gegenwärtig hohe Abhängigkeit der Nutztierernährung von Proteinfuttermittelimporten, insbesondere von Sojaextraktionsschrot, zwingt zum Nachdenken über die Möglichkeiten und Grenzen einer verbesserten Proteinverwertungseffizienz und den Einsatz alternativer Proteinquellen. Gras und Graserzeugnisse zählen zu den proteinreichen Grobfuttermitteln. Aufgrund der derzeitigen geringen Anteile an Gras in den sächsischen Milchviehrationen ist auch der Anteil von Gras an der Proteinversorgung mit unter 10 % eher gering. Im Rahmen einer Studie sollte hinterfragt werden, in welchem Maße es möglich und sinnvoll ist, Sojaextraktionsschrot durch alternative Proteinquellen, insbesondere aus Grobfutter, zu ersetzen und welche Mengenpotenziale zur Reduzierung der Importabhängigkeit in Sachsen daraus erwartet werden können.

Zielstellung

Tierische Erzeugnisse liefern hochwertiges Eiweiß und spielen eine wichtige Rolle in der Ernährung des Menschen. Der durchschnittliche Jahresfleischkonsum in Deutschland liegt seit Jahren zwischen 80 und 100 kg/Kopf. Im Freistaat Sachsen besteht vor allem in der Schweinefleischproduktion Unterversorgung und auch die Erzeugung von Rindfleisch ist noch unzureichend, wenn das Ziel ein hoher regionaler Selbstversorgungsgrad ist. Insgesamt hat Deutschland jedoch in den letzten Jahren bei fast allen tierischen Erzeugnissen einen Selbstversorgungsgrad von über 100 % erreicht (Tabelle 16). Dies ist vor allem im Rahmen der Versorgungssicherheit als positiv zu bewerten.

Tabelle 16: Entwicklung des Selbstversorgungsgrades mit ausgewählten tierischen Erzeugnissen in Deutschland in % (DVT 2011; SMUL 2010)

Erzeugnis	2004	2009	Sachsen 2008
Fleisch insgesamt	96,0	114,0	
– - darunter Rindfleisch	132,0	119,0	62
– - darunter Schweinefleisch	92,0	110,0	36
Geflügelfleisch insgesamt	79,9	101,0	83
– - davon Hähnchenfleisch	92,2	109,9	
– - davon Putenfleisch	67,2	89,7	
Eier	70,7	54,9	118
Milch	102,0	102,0	101

Schaut man auf die Herkunft der Futtermittel, mit denen diese Versorgungssicherheit hergestellt wird, so muss man erkennen, dass ein großer Teil der Futtermittel aus anderen Ländern eingeführt wird (Tabelle 17).

Tabelle 17: Rohstoffeinfuhren in die EU (EU-27) (DVT 2011)

Erzeugnis	2004	% von Einfuhren – gesamt	2009	%
	1.000 t		1.000 t	
Getreide	6.000	13,5	4.500	12,4
Maiskleberfutter	3.301	7,4	99	0,3
Maiskeimschrot	9	0,0	0	0,0
Trockenschlempe DDGS	670	1,5	206	0,6
Melasse	2.359	5,3	1.665	4,6
Rüben-Trockenschnitzel	396	0,9	515	1,4
Zitrustrester	1.414	3,2	1.070	2,9
Ölkuchen und -schrote	25.817	57,9	26.195	72,2
Fischmehl	581	1,3	562	1,5
Hülsenfrüchte	1.174	2,6	240	0,7
Tapioka	2.209	5,0	23	0,1
sonstige	653	1,5	1.200	3,3
Einfuhren insgesamt	44.583	100,0	36.275	100,0

Bei den Futtermittelimporten nehmen die Proteinfuttermittel mit etwa drei Viertel der Gesamtfuttermittelimporte den größten Teil ein. Sojabohnen und Sojaextraktionsschrot sind hierbei die größten Proteinlieferanten. Obwohl die Europäische Union lange Zeit der Hauptimporteur von Sojabohnen und -produkten war, führt der derzeit schnell wachsende Bedarf an Sojabohnen in China und die gestiegene Marktmacht dieses asiatischen Schwellenlandes dazu, dass die Gefahr einer Verknappung von importierten Proteinfuttermitteln steigt. Dadurch wird auch die deutsche Veredelungswirtschaft anfällig für Lieferengpässe und Preisschwankungen.

Vor diesem Hintergrund ist es sinnvoll, über eine Verringerung der Importabhängigkeit nachzudenken. Im Rahmen dieses Teilprojekts sind folgende Teilfragestellungen zu beantworten:

- In welchem Maße ist es ernährungsphysiologisch möglich und sinnvoll, Sojaextraktionsschrot zu ersetzen?
- Welche Mengenpotenziale zur Reduzierung der Importabhängigkeit haben wir in Sachsen?

Ergebnisse und Diskussion

Ersatz von Sojaextraktionsschrot

In diesem Abschnitt soll geklärt werden, wie und in welchem Umfang es möglich ist, Sojaextraktionsschrot durch andere Futtermittel zu ersetzen, ohne dass es dabei zu einer Verringerung der tierischen Leistungen kommt. Die Leistungen der landwirtschaftlichen Nutztiere in Sachsen haben sich in den letzten 100 Jahren vervielfacht. Um diese Leistungen erbringen zu können, benötigen sie Nährstoffe, die über die Futtermittel zugeführt werden müssen. Es gibt also keinen Bedarf für ein einzelnes Futtermittel, sondern eher eine dem Nährstoffbedarf angepasste Fütterung. Darüber hinaus gibt es Mindestbedarf und Höchstwerte für einzelne Nährstoffe in Futterrationen und Kennzahlen, die es zu beachten gilt. Viel hilft nicht immer viel. Außerdem enthalten einige Futtermittel antinutritive oder toxische Inhaltsstoffe, die ihren Einsatz begrenzen. Der Hauptgrund für den verstärkten Einsatz von Sojaextraktionsschrot ist die Summe der positiven Eigenschaften, die es mitbringt. Sojaextraktionsschrot enthält einen hohen Anteil an Rohprotein und verdaulichen essenziellen Aminosäuren, hat einen hohen Energiegehalt, ist schmackhaft, enthält wenig antinutritive Inhaltsstoffe, kann für alle Nutztierarten in Mischfuttermitteln oder als Einzelfuttermittel eingesetzt werden und ist in guter gleichmäßiger Qualität verfügbar (OVID 2011).

Weil unterschiedliche Nutztiere und Nutzungsrichtungen eine unterschiedliche Nährstoffzuführung erfordern, wird im Folgenden nach Rind, Schwein, und Geflügel unterschieden.

Rinder

Rinder verfügen aufgrund der Fermentationsvorgänge im Vormagensystem über Möglichkeiten zum Aufschluss vieler Nährstoffe und zum Abbau von antinutritiven Inhaltsstoffen. Sojaextraktionsschrot ist nur ein Futtermittel unter vielen. Vielmehr ist in der leistungsorientierten Fütterung neben dem Energie- und Rohproteingehalt vor allem der Anteil von im Pansen unabbaubarem Rohprotein (UDP) von Bedeutung (SPIEKERS et al. 2011), wenn der Bedarf der Pansenmikroben gedeckt ist. Kann man also in den genannten Kennzahlen auch ohne Sojaextraktionsschrot ähnliche Werte erreichen, so ist Sojaextraktionsschrot ohne Leistungseinbußen zu **100 %** zu ersetzen (PRIEPKE 2009; SÜDEKUM & SPIEKERS 2002; GROENEWOLD 2006; ALERT 2003).

Schweine

In der Mastschweinefütterung nimmt der Einsatz von Nebenprodukten aufgrund der verbesserten Preiswürdigkeit immer mehr zu (LINDERMAYER 2006; SOMMER 2007a, b). Der bedarfsgerechten Versorgung mit Aminosäuren muss besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden (WETSCHEREK 2001). Je jünger die Tiere, umso empfindlicher reagieren sie auf antinutritive Inhaltsstoffe, weshalb der Einsatz einiger Futtermittel bei Jungschweinen meist restriktiver gestaltet werden muss als bei älteren Mastschweinen. In der Ferkelfütterung, bei den Jungschweinen und zur Ausfütterung der Leistungsspitze bei laktierenden Sauen empfiehlt sich weiterhin

ein kleiner Rationsanteil Sojaextraktionsschrot, womit sich der Einsatz von Sojaextraktionsschrot derzeit ohne Leistungseinbußen um ca. **75 %** zurückfahren ließe (BERK & WEISS 2008; PREISSINGER et al. 2011; ALERT 2011; JAHN 2009; DLG 2009).

Geflügel

Das Geflügel stellt aufgrund des kurzen Verdauungstraktes besondere Ansprüche an die Verdaulichkeit, Verarbeitung, aber auch an die Schmackhaftigkeit des Futtermittels. Die Versorgung mit Aminosäuren muss stimmen und der Einsatz von Enzymen ist anzuraten (JEROCH et al. 1999). Die Möglichkeiten zum Ersatz von Sojaschrot sind begrenzter als bei anderen Tierarten, weil das Sojaextraktionsschrot im Gegensatz zu den meisten anderen Futtermitteln ohne Beschränkungen in praxisüblichen Rationen eingesetzt werden kann. Zumindest sind zum Einsatz aktueller Nebenprodukte in jüngster Vergangenheit Untersuchungen durchgeführt worden. Der Einsatz von Trockenschlempe ist bei Legehennen und in deren Aufzucht bis zu 15 % und bei den sensibler reagierenden Broilern bis zu 5 % möglich (RICHTER 2007). Auch Rapsextraktionsschrot kann in Abhängigkeit vom Glucosinolatgehalt in größeren Mengen verfüttert werden (ZEB 1998). Derzeit erscheint der teilweise Ersatz von Sojaextraktionsschrot beim Geflügel vor allem bei Legehennen und Geflügel mit geringer Mastleistung möglich. Die Reduktion von Sojaextraktionsschrot wird in der Praxis sicherlich nur bei hoher Kostendifferenz zu anderen Proteinträgern durchgeführt werden.

Bearbeitung konventioneller Futtermittel

Zusätzlich bleibt zu erwähnen, dass durch eine weitere Anpassung der Herstellungsverfahren die Produkteigenschaften von Futtermitteln auf die Bedürfnisse der Tierarten zugeschnitten sein sollten. So sind Trockenschlempen vom Typ Protigrain bei Mastschweinen in Mengenanteilen von 15 % in der Mischung einsetzbar (DLG 2009). Rapskuchen und -extraktionsschrote werden in Abhängigkeit von der Verarbeitungstemperatur zu einem besseren Rinderfuttermittel (Erhöhung des UDP) oder können auf die Schweinefütterung zugeschnitten werden (höhere Aminosäureverdaulichkeit) (pers. Mitteilung ALERT 2011). Der geringe UDP-Anteil der Körnerleguminosen wirkt meist einsatzbeschränkend in Milchviehrationen. Auch in diesem Bereich gibt es Möglichkeiten, den UDP-Gehalt und somit deren Einsatzmenge zu erhöhen (FREITAG et al. 2007).

Eiweißversorgung der landwirtschaftlichen Nutztiere in Sachsen

Bedarf

In Deutschland werden derzeit ca. 3,2 Mio. t XP an Proteinfuttermitteln verbraucht (SCHÄTZL 2011). Inländisch erzeugt werden ca. 1,2 Mio. t XP. 3,4 Mio. t XP werden vor allem in Form von Sojabohnen und -extraktionsschrot importiert. 1,4 t XP davon werden jedoch vor allem als Raps- und Sojaextraktionsschrot wieder exportiert. Um die Importabhängigkeit von Sachsen in Bezug auf die Versorgung mit anderen Proteinfuttermitteln abzuschätzen, können unterschiedliche Rechenmodelle Verwendung finden (BMVEL 2011). Gegenüber der einzelbetrieblichen Betrachtung wird einer regionalen Bilanzierung der Futtermittel der Vorzug gegeben (LfL 2008). In dieser Kalkulation wird zuerst der Bedarf an Rohprotein für die wichtigsten landwirtschaftlichen Nutztiere auf Grundlage der GV-Einheiten geschätzt (StLa 2011)(Tabelle 18).

Tabelle 18: Entwicklung des GV-Bestandes und des GV-Besatzes in Sachsen (StaLa 2011)

	2000	2006	2007	2008	2009	2010
ha LF gesamt	917813	910815	917513	914143	914920	912742
GV-Rind	425794	367226	364510	376576	377337	364721
GV/100 ha LF	46,4	40,3	39,7	41,2	41,2	40
GV-Schwein	67417	68311	66596	68033	72077	66919
GV/100 ha LF	7,3	7,5	7,3	7,4	7,9	7,3
GV-Schaf	11624	10221	10590	10374	9712	8635
GV/100 ha LF	1,3	1,1	1,2	1,1	1,1	0,9
GV-Pferd	11055	12163	13817	13817	13817	11183
GV/100 ha LF	1,2	1,3	1,5	1,5	1,5	1,2
GV-Geflügel	25650	32156	37997	37997	37997	33861
GV/100 ha LF	2,8	3,5	4,1	4,1	4,2	3,7
GV-gesamt	541540	490077	493510	506797	510940	485902
GV/100 ha LF	59	53,8	53,8	55,4	55,8	53,2

Die Annahmen, die in die Kalkulation einfließen, sind in Tabelle 19 dargestellt.

Tabelle 19: Annahmen für Futteraufnahme und Proteinbedarf des gesamten GV-Bestandes nach Nutztierarten in Sachsen 2010

	kg TM/GV	% XP	t TM/Jahr	t XP/Jahr
Rind	16	15%	2.129.971	319.496
Schwein	15	16%	366.382	58.621
Schaf	12	15%	37.821	5.673
Pferd	10	15%	40.818	6.123
Geflügel	30	18%	370.778	66.740

Es ist zu erkennen, dass der größte Proteinbedarf mit fast 320.000 t XP/Jahr den Rindern zuzuordnen ist (Tabelle 21). Der Proteinbedarf der Geflügel- (ca. 67.000 t XP/Jahr) und Schweineproduktion (ca. 59.000 t XP/Jahr) in Sachsen folgt erst mit einigem Abstand. Natürlich wird ein Teil des Rohproteins der raufutterverzehrenden Nutztiere durch Grobfutter abgedeckt, das hauptsächlich von betriebseigenen Flächen stammt. Somit wird eine Unterteilung in Grobfutter-XP und Konzentratfutter-XP vorgenommen. Um die Menge an benötigtem Konzentratfuttersmittelprotein zu ermitteln, ist die Höhe des Grobfuttersmittelproteins anhand von praxisüblichen Beispielrationen geschätzt worden. Die Höhe des Rohproteins aus dem Grobfutter variiert dabei in Rationen für Hochleistungskühe (> 40 Liter Milch/Kuh*Tag) von 25 % bei silomaisbasierten Rationen bis zu

45 % bei sehr grassilageorientierten Rationen. Mit zunehmendem Laktationsstadium und abnehmender Konzentratfuttermenge erhöht sich natürlich der Anteil von Rohprotein aus dem Grobfutter und Mutterkühe decken z. T. 100 % ihres Rohproteinbedarfs aus dem Grobfutter. Zum besseren Verständnis sind die Zusammenhänge in Tabelle 20 beispielhaft dargestellt.

Tabelle 20: Rechenweg zur Ermittlung der XP-Aufnahme aus dem Grobfutter am Beispiel der leistungsabhängigen Milchkuhfütterung

	TM kg/d	Tage	TM Aufnahme im Lebensabschnitt		
			kg/Abschnitt	Anteil	XP aus GF
Leistungsgruppe 1	21	230	4830	61 %	35 %
Leistungsgruppe 2	19	130	2470	31 %	55 %
Trockensteher	11	55	605	8 %	80 %
		415	7905	100 %	45 %

Tabelle 21: Schätzung der benötigten Menge an Rohprotein aus Konzentratfuttermitteln für die landwirtschaftlichen Nutztiere in Sachsen 2010

Tierart	t XP/Jahr	Anteil XP aus GF	t GFXP/Jahr	t KFXP/Jahr
Rind	319.496	45%	143.773	175.723
Schwein	58.621	0%	0	58.621
Schaf	5.673	45%	2.553	3.120
Pferd	6.123	50%	3.061	3.061
Geflügel	66.740	0%	0	66.740
Gesamt	456.653		149.387	307.265

Die Bedarfsrechnungen ergeben einen ungefähren Rohproteinbedarf aus Grobfutter von 150.000 t XP und aus Konzentratfuttermitteln von über 300.000 t XP (Abbildung 9 und Tabelle 21). Weil ein Großteil des benötigten Futterrohproteins in Sachsen durch die Tierart Rind in Anspruch genommen wird, wirken sich Änderungen im Grundfutteranteil auch stark auf den Konzentratfutter-Rohproteinbedarf aller Tierarten aus.

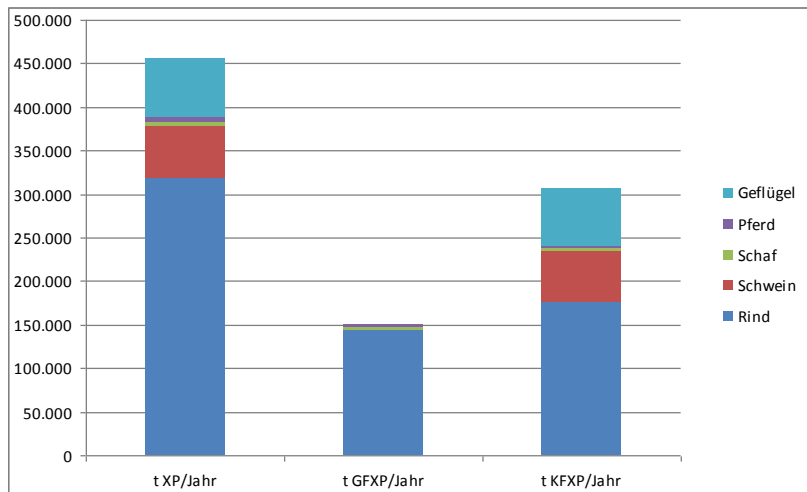


Abbildung 9: Schätzung des Rohproteinbedarfs von Sachsens landwirtschaftlichen Nutztieren aus Grob- und Konzentratfutter 2010

GFXP – Rohprotein aus Grobfutter; KFXP – Rohprotein aus Konzentratfutter

Die hervorragende Bedeutung des Grünlands als Rohproteinlieferant für die grobfutterverzehrenden Nutztiere wird deutlich, wenn man den Rohproteinanteil aus dem Grobfutter verändert (Tabelle 22).

Tabelle 22: Jährlicher Rohproteinbedarf aus Grobfutter und Konzentraten in Abhängigkeit von der Rohproteindeckung aus Grobfutter

XP-Anteil aus Grobfutter	40 %	45 %	50 %
XP-Menge aus GF (t/Jahr)	133.129	149.387	165.646
XP-Menge aus KF (t/Jahr)	323.524	307.265	291.007

Durch die Erhöhung des Grassilage- und eine Verringerung des Maissilageanteils in der Ration kann man die Rohproteinaufnahme aus dem Grobfutter steigern. Mit steigendem Grassilageanteil erhöht sich aber auch die Anforderung nach einer hohen Verdaulichkeit des Grassilageanteils, um die Passagerate und somit die Futtermittelaufnahme hoch zu halten (RINNE 2000).

Kalkulation Mindestbedarf an Sojaextraktionsschrot

Um das genetische Potenzial der Geflügel- und Schweinerassen voll auszuschöpfen, sind derzeit noch gewisse Mengen an Sojaextraktionsschrot notwendig.

Auf Grundlage der vorliegenden Kalkulation kann der Mindestbedarf an Sojaextraktionsschrot geschätzt werden, der, nach Nutzung von allen zur Verfügung stehenden einheimischen Futtermitteln, benötigt wird, um die landwirtschaftlichen Nutztiere in Sachsen bedarfsgerecht und ohne Leistungseinbußen zu versorgen (Tabelle 23).

Tabelle 23: Schätzung des Mindestsojaextraktionsschrotbedarfs für Sachsens Nutztiere 2010

		Geflügel	Schweine
Ausgangsproteinanteil aus Sojaextraktionsschrot in der Ration	XP	50 %	50 %
Reduzierung um		50 %	75 %
Reduzierung um Prozent XP	XP	25 %	38 %
Verbleibender Proteinanteil aus Soja	XP	25 %	13 %
Proteinbedarf	1.000 t XP	66,74	58,62
Anteil Soja	1.000 t XP	16,69	7,33
Gesamt	1.000 t XP	24,01	
Geschätzter Bedarf HP-Sojaextraktionsschrot	1.000 t	50,03	

Ausgehend von einer Getreide-Soja-Mischung, wobei der Bedarf an Rohprotein zu ca. 50 % aus Sojaprotein gedeckt wird, können beim Schwein ca. 75 % des Bedarfs aus heimischen Proteinträgern gedeckt werden. Der Bedarf ergibt sich vor allem aus den Ansprüchen von Ferkeln und Jungschweinen sowie laktierenden Jungsauen. Aufgrund des hohen Anspruchs des Geflügels an die Proteinmenge und -wertigkeit ergibt sich bei den meisten Arten und Nutzungsrichtungen noch ein hoher Anteil an Sojaextraktionsschrot in der Ration. Hier kann maximal die Hälfte des Sojaanteils eingespart werden. Somit ergibt sich für Schweine ein Mindestbedarf an Sojaprotein von ca. 16.700 t XP und für Geflügel von ca. 7.300 t XP. Rechnet man dies in HP-Sojaextraktionsschrot um, so ergibt sich ein Mindestbedarf von ca. **50.000 t**. Ergänzend kann festgehalten werden, dass die Wahl eines Futtermittels immer eine Abwägung zwischen Kosten und Nutzen ist. So ist es wirtschaftlich durchaus sinnvoll, zum Beispiel auf zusätzliche 50 g Tageszunahmen durch Sojaeinsatz zu verzichten, wenn die Futterkosten durch die Wahl einer alternativen Eiweißquelle unter die zu erwartenden Mehreinnahmen gesenkt werden können.

Flächenproduktion

Nach Ermittlung des Rohproteinbedarfs aus Grob- und Konzentratfuttermitteln kann die Menge an erzeugtem Futterrohprotein von der landwirtschaftlichen Fläche gegenübergestellt werden (Tabelle 24).

Tabelle 24: Rohproteinerzeugung von landwirtschaftlichen Nutzflächen in Sachsen 2010 (StaLa 2011; eigene Berechnungen)

	Fläche (ha)	Ertrag (dt/ha)	Ertrag (dt TS/ha)	XP-Ertrag (dt XP/ha)	XP-Produktion (t)
Getreide	409.701	63	55	7,2	295.280
Ölsaaten	140.196	40	35	7,7	108.568
Kartoffeln	6.982	397	87	6,5	4.569
Zuckerrüben	12.531	656	164	10,7	13.358
Hülsenfrüchte	9.300	28	25	6,9	6.416
Feldfutterbau (ohne Silomais)	53.839	220	77	12,3	66.330

	Fläche (ha)	Ertrag (dt/ha)	Ertrag (dt TS/ha)	XP-Ertrag (dt XP/ha)	XP-Produktion (t)
Silomais	68.987	360	126	10,7	73.885
Grünland	186.622	256	59	9,1	169.187
Ackerfläche gesamt	701.536				561.989
verfügbare landwirtschaftl. Nutzfläche	888.158				731.177

Anhand der Anbaufläche und der Erträge von 2010 kann die Rohproteinproduktion von der Fläche geschätzt werden. Ein großer Teil des erzeugten Proteins steht nach Abzug aller Verluste und anderer Verwendungen als Futtermittel zur Verfügung.

Protein aus Grobfuttermitteln

Um die tatsächliche Verfügbarkeit von Rohprotein von der landwirtschaftlichen Fläche in Sachsen abzuschätzen, sollte man die Menge an Grobfutterpflanzen erfassen, die zur Bioenergiegewinnung genutzt werden. TOEWS (2011) schätzt die Fläche, auf der in Deutschland im Jahr 2011 Biogasmais angebaut wurde, auf über 865.000 ha. Das sind deutlich über 40 % der gesamten Silomaisanbaufläche. Er geht davon aus, dass die Steigerungen der Maisanbaufläche seit 2002 vor allem auf den Silomaisbedarf der Biogasanlagen zurückzuführen sind. Dies ist durchaus nachzuvollziehen, weil die Steigerungen trotz rückläufiger Rinderbestände zu Stande kamen. Bei Anwendung dieses Rechenweges für die Silomaisflächen des Freistaates Sachsen kommt man auf ca. 25.000 ha Silomais zur Energienutzung für das Jahr 2011 (80.700 ha - 56.200 ha) (MEINLSCHMIDT et al. 2008). Im Jahr 2010, das als Berechnungsgrundlage dient, waren es noch 12.800 ha. Das sind fast 19 % der gesamten Silomaisfläche. Die für die Fütterung zur Verfügung stehende Menge an Silomaisrohprotein reduziert sich demnach von fast 75.000 t XP auf ca. 60.000 t XP. Auch andere Pflanzen aus dem Feldfutterbau sind der Bioenergiegewinnung zuzuordnen (STINNER & SCHOLWIN 2010). Aufgrund unzureichender Datengrundlage wird geschätzt, dass aus dem Feldfutterbau statt der erzeugten 66.000 t XP nur 60.000 t XP der Tierernährung dienen. Es wird angenommen, dass die XP-Produktion vom Grünland komplett der Fütterung zur Verfügung steht, sodass insgesamt 290.000 t XP aus Grobfutter stammen. Bei allen Grobfutterkomponenten ist zu beachten, dass es natürlicherweise vom Erntezeitpunkt bis zur Futteraufnahme zu Verlusten kommen kann (Bröckel- und Abriebverluste, Atmung, Sickersaft, Nacherwärmung) (STEINHÖFEL 2010; JEROCH 2008; JEROCH 1993). Auch gasförmige Verluste in Form von Ammoniak oder nitrosen Gasen sind bekannt (KAISER 2011). Die Verluste werden auf 25 % des XP durch Abrieb bei Ernte, Sickersaftverluste und Siloabraum durch fütterungsuntaugliche Rand- und Deckschichten geschätzt. Dadurch steht einem Bedarf von ca. 150.000 t XP aus Grobfutter eine Menge von 217.500 t XP aus Grobfutter gegenüber. Somit bleibt festzuhalten, dass, rein physisch betrachtet, der Bedarf an Rohprotein aus Grobfutter schon jetzt gedeckt wird. Es kann davon ausgegangen werden, dass selbst bei den niedrig angesetzten Erträgen und hoch geschätzten Verlusten eine Bedarfsdeckung in Sachsen immer gegeben ist. Durch den scheinbaren Überfluss an Grünland in einigen Regionen lässt sich auch der teilweise verschwenderische Umgang mit dieser wertvollen Ressource erklären. Durch die regionalen Unterschiede haben nicht alle Betriebe in Sachsen Grünlandüberschüsse. Eine weitere Steigerung des Grobfutterrohproteinanteils durch vermehrten Einsatz von Grassilagen ist aber in den meisten Betrieben möglich (Abbildung 10).

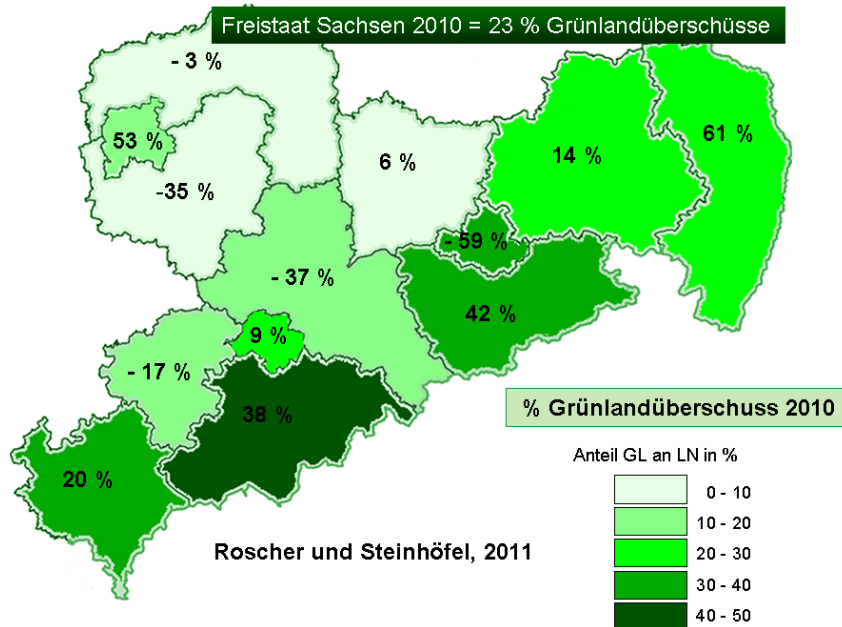


Abbildung 10: Berechnung der Grünlandüberschüsse von 2010 (ROSCHER & STEINHÖFEL 2011)

Weil diese Grünlandflächen dabei einer intensiven Nutzung unterliegen, um hohe Leistungen zu ermöglichen, wird es zu einer Steigerung der absoluten Grobfutterrohproteinmenge kommen. Nicht mehr für den Feldfutterbau benötigte Flächen stehen dann zusätzlich dem Marktfruchtbau zur Verfügung. Entscheidender als die Höhe der Gesamtrohproteinverluste ist der Verlust der Proteinqualität. Während der Silierung kommt es durch Proteolyse und Desmolyse zu einer starken Änderung der Proteinfractionen (STEINHÖFEL et al. 2008; KOFAHL et al. 2008; HOEDTKE et al. 2010). Die damit einhergehende Reduzierung des UDP-Anteils wirkt negativ auf das maximale Milchleistungsvermögen von Milchkühen, weil ihre Pansenmikroben ein begrenztes Proteinbiosynthesevermögen haben. Ein Verlust an wertvollem Futter-UDP wird oft durch Proteinkonzentrate mit hohem UDP-Gehalt ausgeglichen.

Protein aus Konzentratfutter

Zieht man die XP-Produktion von der Getreide-, Kartoffel-, Zuckerrüben- und Ölsaatenfläche zusammen, kommt man auf eine theoretische Flächenkonzentratfutter-Rohproteinproduktion von ca. 420.000 t. Der Wert übersteigt den berechneten Bedarf um 37 % (Abbildung 11).

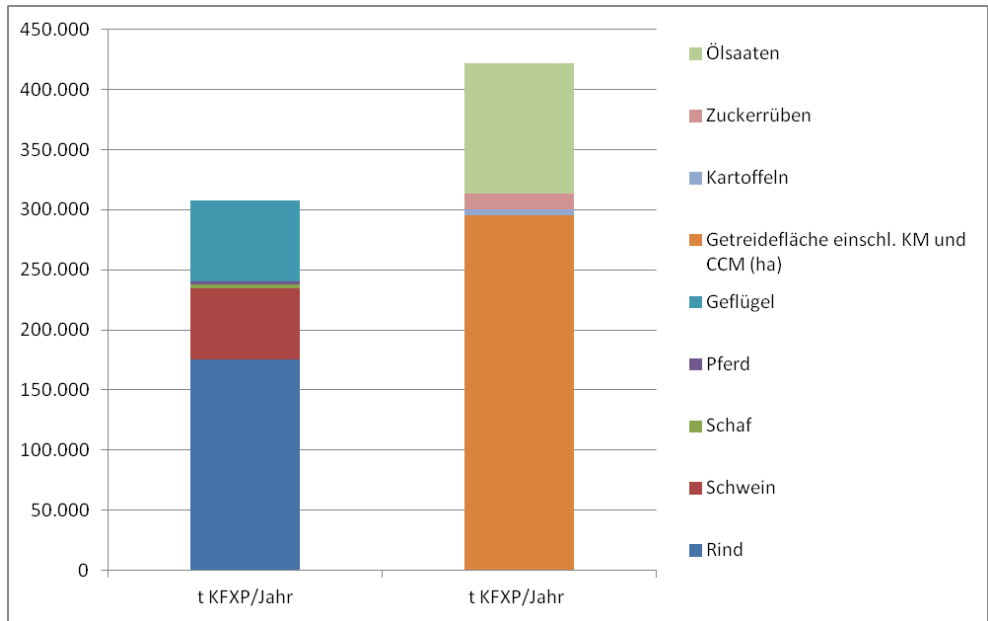


Abbildung 11: Deckung des Konzentratfutterbedarfs von der landwirtschaftlichen Nutzfläche Sachsens 2010 (eigene Berechnungen)(links Bedarf, rechts Erzeugung)

Ein großer Teil der erzeugten Konzentrate findet Verwendung in der menschlichen Ernährung und der Verarbeitungsindustrie. Die zum Teil eiweißreichen Nebenprodukte aus den unterschiedlichen Produktionsrichtungen können dann wieder verfüttert werden. Die Futtermittel mit der erwartungsgemäß höchsten Rohproteinbereitstellung von Sachsens Ackerflächen sind in Abbildung 12 dargestellt.

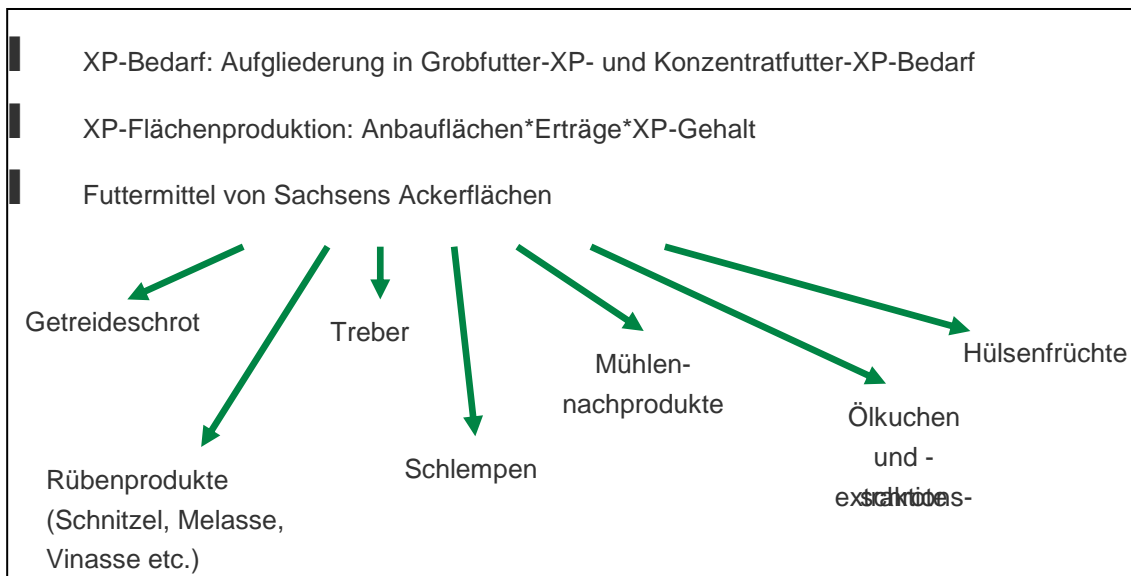


Abbildung 12: Grundlage der Kalkulation zur Ermittlung des Selbstversorgungsgrades an Konzentratfutterprotein

Es wird angenommen, dass ein Großteil des verwendeten Konzentratfutterproteins aus dem Getreide stammt. Dies ist nicht weiter verwunderlich, weil auch der größte Teil der landwirtschaftlichen Fläche mit Getreidepflanzen zur Körnergewinnung genutzt wird. Des Weiteren ist davon auszugehen, dass ca. 50 % des geernteten und 60 % des verbrauchten Getreides der Nutztierfütterung dienen (Abbildung 13; Tabelle 25).

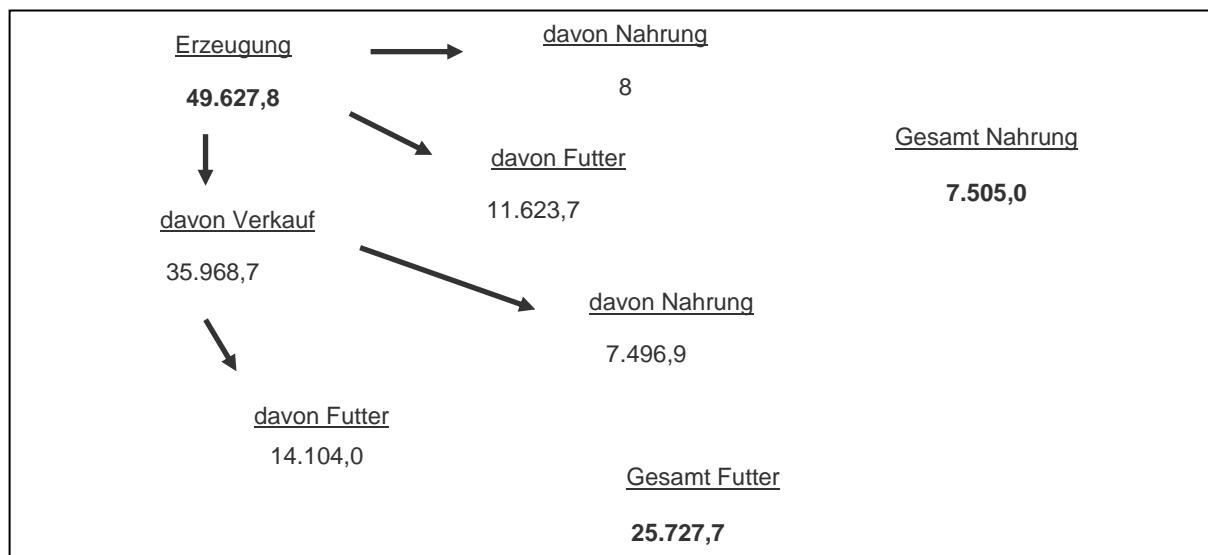


Abbildung 13: Versorgungsbilanz für Getreide in Deutschland WJ 2009/10 in 1.000 t (BMELV, BLE 2011)

Tabelle 25: Verbrauch von Getreide zu Futterzwecken in Deutschland (DVT 2011)

	2008/09
	in 1.000 t
Getreideernte	49.982
davon vermarktet	37.041
Getreideverbrauch	42.508
darunter Verfütterung	25.601
in % am Verbrauch	60,2%
Nahrung	9.243
in % am Verbrauch	21,7%
Industrie	5.397
in % am Verbrauch	12,7%

Schaut man sich den Getreideverbrauch in Sachsens Mischfutterindustrie an, kann man erkennen, dass der Getreideverbrauch vermutlich noch etwas höher angesetzt werden kann (Tabelle 26).

Tabelle 26: Rohstoffeinsatz in Sachsens Mischfutterindustrie im WJ 2009/10¹⁾ (in t und %) (DVT 2011)

Getreide	Hülsenfrüchte, Raps, Sonnenblumenkerne	Ölkuchen	Mühlennachprodukte	Melasse, Rübenschnitzel	Fisch-, Fleisch-, Tier- und Blutmehl, Maniokprodukte sowie sonstiges	Verarbeitungsgesamt	Anteil meldepflichtiger Rohstoffe
264.178	2.583	97.708	48.308	9.424	12.514	435.789	
61 %	1 %	22 %	11 %	2 %	3 %	100 %	87,2 %

¹⁾kein Einsatz von Maiskleberfutter sowie Zitrus- und Obsttrester

In der Kalkulation wird geschätzt, dass ca. 60 % des produzierten Getreides verfüttert werden und dabei 177.000 t XP für die tierische Erzeugung in Sachsen liefern. Getreideschrot ist kein klassischer Proteinträger, trägt aber aufgrund der Einsatzmenge (vor allem beim Monogastrier) den Hauptteil der Proteinversorgung. Bei der Vermahlung von Getreide entstehen Mühlennachprodukte wie Kleien und Mühlennachmehle. Aus Abbildung 14 wird ersichtlich, dass deutschlandweit ca. 15 % des produzierten Getreides in der Nahrungsmittelindustrie Verwendung finden. In Sachsen wurden im Wirtschaftsjahr 2009/10 270.000 t Getreide vermahlen, die Hälfte der Mühlenprodukte verblieb zur Verarbeitung im Land, der Rest wurde in andere Bundesländer exportiert (BLE 2011b). Sachsens Landwirte hingegen beliefern auch Mühlen in anderen Bundesländern mit Brotgetreide. Weil hierzu kein Wert vorliegt, kann geschätzt werden, dass 400.000 t Getreide zur Vermahlung erzeugt werden. Bei der Verarbeitung fallen ungefähr 80.000 t Mühlennachprodukte an, die dann mit ca. 13.000 t XP in die Kalkulation einfließen.

Eiweißfuttermittel können auch Beiprodukte aus der industriellen Weiterverarbeitung sein. In Sachsen werden im Jahr ca. 8,6 Mio. Liter Bier gebraut (DBB 2009). Hierzu wird Braugerste benötigt. Bei einem Biertreberanfall von ca. 32.000 t TM können 8.000 t XP als Biertreber zur Verfügung gestellt werden. Ein weiteres wertvolles Futtermittel, das bei der Bioethanolherstellung aus Getreide und Melasse anfällt, ist Dried Distillers Grains with Solubles (DDGS) oder auch Trockenschlempe. In Deutschland wurden im Jahr 2010 aus 1.322.687 t Getreide, 631.154 t Rübenmelasse und 18.336 t anderen Rohstoffen rund 583.000 t Bioethanol produziert (BDBe 2011). Dabei sind ungefähr 730.000 t Trockenschlempe angefallen. Trotz der relativ hohen Produktionsmenge wurde der Bedarf in Deutschland 2010 bei Weitem nicht gedeckt und die vorhandenen Kapazitäten nicht voll ausgenutzt. Entscheidend für Sachsens Landwirtschaft ist, dass in Sachsen selbst zwar keine großen Bioethanolanlagen stehen, Sachsens Landwirtschaftsbetriebe aber durchaus als Zulieferer einiger großer Anlagen in Deutschland fungieren, weil sie in deren Einzugsbereich liegen. Weil es schwierig ist, den Getreidelieferungen noch eine bestimmte Fläche zuzuordnen, wird schätzungsweise angenommen, dass Sachsens Landwirte ohne Probleme in der Lage sind, 300.000 t Getreide zu liefern und damit ca. 100.000 t Trockenschlempe bereitstellen. Daraus ergeben sich nach Abzug möglicher Verluste ca. 33.000 t XP, die in die Kalkulation mit einfließen. Wie bereits vorher geschildert, besteht die Möglichkeit, dass die tatsächlich gelieferten Mengen auch höher sein können. Das Potenzial der Trockenschlempeproduktion ist noch nicht voll ausgeschöpft. Es ist davon auszugehen, dass die Mengen an Trockenschlempe weiter steigen werden, weil der Bedarf an Bioethanol in Deutschland noch nicht gedeckt ist. Dies ist tendenziell als positiv zu bewerten, weil hierdurch Getreideüberschüsse in Deutschland veredelt werden können. Um diesen Bedarf zu decken und aufgrund der starken Getreidenachfrage, würde aber auch die Möglichkeit geringer werden, andere Fruchtarten wie Ölsaaten oder Hülsenfrüchte in nachhaltigen Fruchtfolgen zu etablieren.

Nach Ermittlung der Mengen bleibt ein nicht unerheblicher Anteil an Getreide, das produziert wurde, aber dessen Verbleib nicht geklärt ist. In diesem Fallbeispiel wird die Getreidemenge als stille Reserve oder Exportge-

treide angesehen. Will man jedoch das restliche Getreiderohprotein den einzelnen Verwendungsmöglichkeiten zuordnen, so ist es am Wahrscheinlichsten, dass es Verwendung als Futtergetreide oder als zusätzlicher Bioethanolrohstoff findet und somit wieder in der Kalkulationsbilanz Berücksichtigung findet. Aus der zuckerrübenverarbeitenden Industrie fallen vor allem Melasse, Pressschnitzel und Melasseschnitzel als Futtermittel an. Daneben wird ein Teil der Melasse auch zur Bioethanolherstellung herangezogen, wobei fütterungswürdige Vinasse entsteht. Somit steht ein Großteil des mit den Zuckerrüben von Sachsens Flächen geernteten Rohproteins den Nutztieren in Sachsen potenziell als Futtermittel wieder zur Verfügung. Es fließen 13.000 t XP aus zuckerrübenstämmigen Futtermitteln (inkl. Vinasse) in die Kalkulation ein. Die Ölsaatenfläche in Sachsen ist in den letzten Jahren angestiegen und befindet sich derzeit bei fast 20 % der nutzbaren Ackerfläche (StaLa 2011). Bei der Verarbeitung von Rapssamen zur Ölgewinnung erhöht sich der Rohproteingehalt und es fallen je nach Verarbeitungsart entweder Presskuchen oder Extraktionsschrot an, die sich als hervorragende Futtermittel erwiesen haben. Es werden 108.000 t XP an rapsstämmigen Proteinfuttermitteln in die Bilanz aufgenommen, die neben dem Sojaextraktionsschrot die zweite Hauptproteinfuttermittelkomponente in Sachsen darstellen. Darüber hinaus sind Kartoffeleiweiß und eiweißreiche Nebenprodukte der Kartoffelverarbeitung eine wertvolle Eiweißquelle. Aufgrund der relativ geringen Rohproteinmenge und der Tatsache, dass die Produktion und der geschätzte Verbrauch für die menschliche Ernährung ungefähr gleich sind, werden die Kartoffeln nicht in die Kalkulation einbezogen (BLE 2011c).

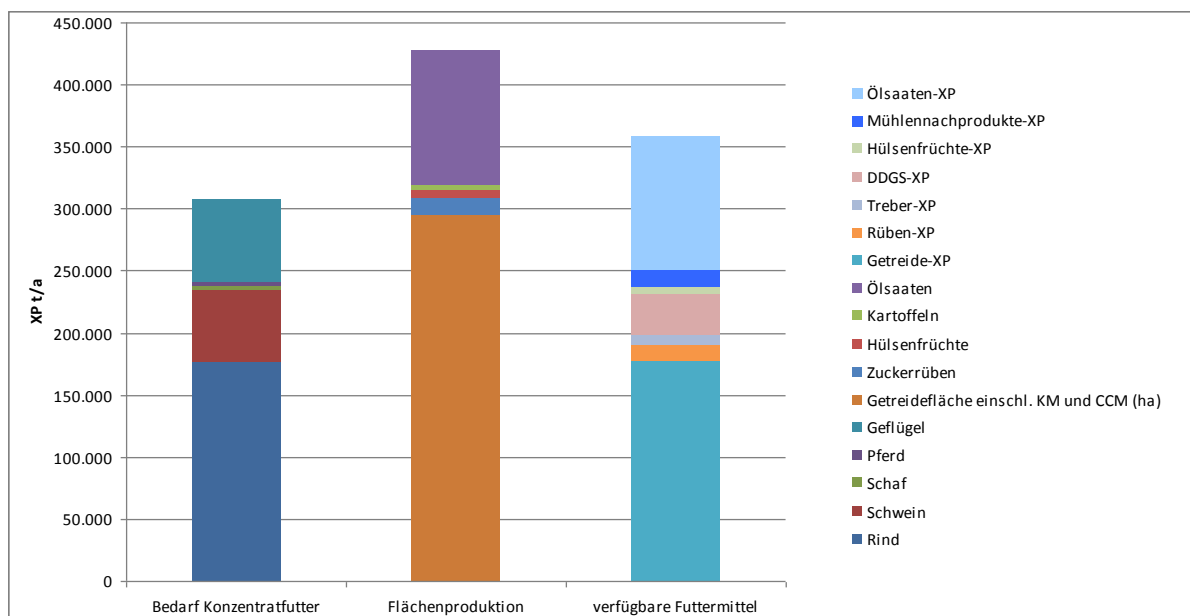


Abbildung 14: Schätzung zum Bedarf, zur Produktion und Verfügbarkeit von Rohprotein aus Konzentratfuttermitteln Sachsen 2010

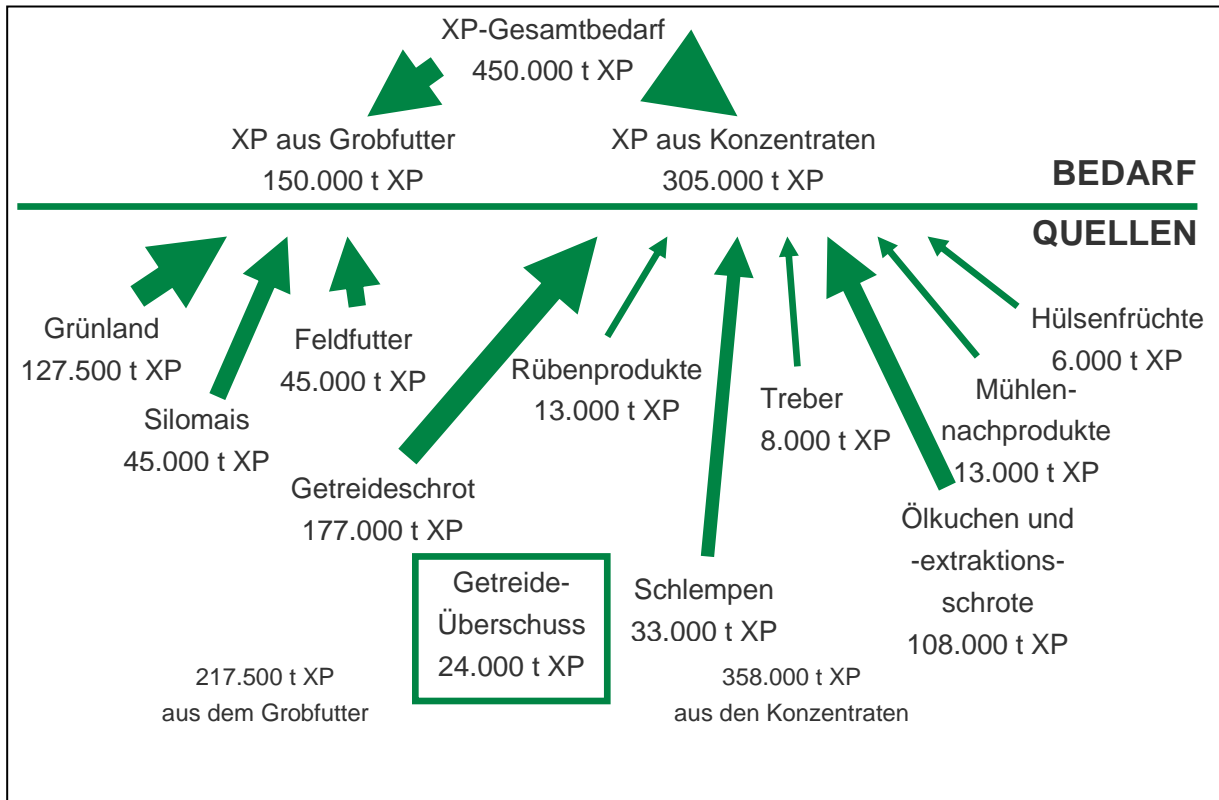


Abbildung 15: Schätzung des Rohproteinbedarfs und Mengen der wichtigsten rohproteinliefernden Futtermittel der landwirtschaftlichen Nutztiere in Sachsen 2010

Zur Rohproteinversorgung aus Konzentratfuttermitteln stehen in Sachsen ausreichend Rohstoffe zur Verfügung und es ist durch die konsequente Nutzung von industriellen Nebenprodukten sogar möglich, dass für Sachsens landwirtschaftliche Nutztiere im Jahr 2010 eine Überproduktion an pflanzlichem Konzentratfutterprotein zu verzeichnen ist (Abbildung 15). Um den Bedarf von knapp 300.000 t XP zu decken, können über 350.000 t XP an Konzentratfuttermitteln bereitgestellt werden. Trotz der offensichtlichen Bedarfsdeckung, besteht in Deutschland insgesamt eine Unterversorgung von 1,9 Millionen t XP. Somit trägt der Freistaat schon jetzt zur Schließung dieser Proteinlücke bei (siehe SCHÄTZL 2011; HÄUSLING 2011). Schaut man sich die sächsische Versorgungsbilanz mit tierischen Erzeugnissen an, kann man erkennen, dass vor allem in der Schweinefleisch- und Rindfleischproduktion keine Selbstversorgung erreicht ist. Es ist daher verständlich, dass Sachsen mit seinen Überhängen in der Proteinfuttermittelproduktion Betriebe in Bundesländern mit hohen Viehbesatzdichten unterstützt. Es ist aber auch einzelbetrieblich ratsam, darüber nachzudenken, wie man Grünlandüberschüsse bspw. zur Rindfleischproduktion nutzen kann. Trotzdem sollte weiterhin die Möglichkeit der Vorratshaltung genutzt werden, um mit den Überschüssen aus guten Erntejahren (z. B. 2009, Anm. Berechnungsgrundlage ist 2010) die fehlenden Erntemengen in schlechten Jahren auszugleichen (siehe Erntejahr 2011; BMELV 2011).

Fazit

In der vorliegenden Studie wurde geprüft, ob und in welchem Umfang es möglich ist, importiertes Sojaextraktionsschrot in Futterrationen für die landwirtschaftlichen Nutztiere in Sachsen zu ersetzen.

Unter der Annahme, dass Sojaextraktionsschrot als Hauptfutterkomponente dient und die Höhe der tierischen Leistungen konstant bleibt, sind folgende Ersatzraten für Sachsens Nutztierarten möglich: Rinder – 100 %; Schweine – 75 %; Geflügel – 50 %. Der XP-Bedarf der landwirtschaftlichen Nutztiere in Sachsen im Jahr 2010 lag bei ungefähr 150.000 t XP aus Grobfutter und etwas über 300.000 t XP aus Konzentratfuttermitteln. Der

derzeitige Mindestsojaextraktionsschrotbedarf bei Aufrechterhaltung des Leistungsniveaus in der Geflügel- und Schweineproduktion wird auf 50.000 t/Jahr geschätzt (HP-Soja). Auf den verfügbaren Acker- und Grünlandflächen Sachsens wurden im Jahr 2010 deutlich über 700.000 t XP produziert. Davon entfallen fast 170.000 t XP auf das Grünland, wobei dieser Wert noch deutliches Steigerungspotenzial aufweist. Zur Deckung des Rohproteinbedarfs können ausreichend Futtermittel auf der eigenen Fläche produziert werden. Die Menge an Grobfutterprotein, das der Fütterung zur Verfügung steht, wird auf über 215.000 t XP und die potenziell verfügbare Konzentratfutter-Proteinmenge auf über 350.000 t XP geschätzt. Das erzeugte Grobfutterprotein wird vor allem in den milchviehhaltenden Betrieben verbraucht. In vielen Betrieben wird dabei auf Silomais als Hauptgrobfutterkomponente gesetzt, was sich negativ auf den Anteil an Protein aus dem Grobfutter und den Bedarf an Proteinträgern auswirkt. Dadurch entstehen Grünlandüberschüsse, die als extensiv bewirtschaftetes oder ungenutztes Grünland nicht zur vollen Entfaltung ihres Ertragspotenzials kommen. Das intensiv genutzte Grünland kann einen größeren Beitrag zur Deckung des Rohproteinbedarfs der sächsischen Milchkühe aus dem Grobfutter leisten. Es erscheint sinnvoll, nicht vorrangig die Quantität zu steigern, sondern vor allem die Qualität des Grobfutters zu verbessern. Hierzu besteht weiterhin intensiver Beratungs- und Forschungsbedarf in Sachsen, Deutschland und der EU. Aus Sicht der Selbstversorgung sollte nicht unerwähnt bleiben, dass die Versorgung mit hochwertigem, regionalem Rindfleisch noch nicht gegeben ist. Auch hierfür sind die Grünlandüberschüsse in weiten Teilen Sachsens durch Mutterkuhhaltung mit Bullenmast intensiver zu nutzen. Bei den Konzentratfuttermitteln liefert das produzierte Getreide den größten Teil des Futterproteins, das entweder direkt verfüttert oder nach Verarbeitungsprozessen (Treber, Schlempen, Mühlennachprodukte etc.) zugeführt wird. Die konsequente Nutzung aller industriellen Nebenprodukte, vor allem aus der Ölsaatenverarbeitung, sichert die Versorgung mit Proteinträgern.

Ergebnisthesen

Der Rohproteinbedarf der landwirtschaftlichen Nutztiere im Freistaat Sachsen lag im Jahr 2010 bei ca. 450.000 t. Auf den verfügbaren Acker- und Grünlandflächen Sachsens wurden im selben Jahr deutlich über 575.000 t Rohprotein erzeugt. Die Menge an Grobfutterprotein, das der Fütterung zur Verfügung steht, wird dabei auf über 215.000 t Rohprotein geschätzt, davon entfallen fast 170.000 t auf das Grünland. Das erzeugte Grobfutterprotein wird vor allem in den milchviehhaltenden Betrieben verbraucht. In vielen Betrieben wird dabei auf Silomais als Hauptgrobfutterkomponente gesetzt. Dies wirkt sich negativ auf den Anteil an Protein aus dem Grobfutter und den Bedarf an Proteinkonzentraten aus. Das intensiv genutzte Grünland kann einen größeren Beitrag zur Deckung des Rohproteinbedarfs der sächsischen Milchkühe aus dem Grobfutter leisten. Es erscheint sinnvoll, nicht vorrangig die Quantität zu steigern, sondern vor allem die Qualität des Grobfutters zu verbessern.

2.2.1.2 Untersuchungen zur N-reduzierten Fütterung von Milchrindern

Martina Rimpl, Dr. Siriwan Martens, Prof. Dr. Olaf Steinhöfel und Prof. Dr. Steffi Geidel

Gegenstand der Untersuchung

In der Fütterungspraxis sächsischer Rinder wird relativ stark mit Rohprotein vorgehalten. Dies hat Konsequenzen für die Futter-N-Verwertungseffizienz, für die Stoffwechsel- und Tiergesundheit und die Umwelt. Der Einsatz relativ proteinreicher und energiearmer Grasfuttermittel in Futtrationen könnte durchaus limitiert werden. In einer Praxiserhebung in einem sächsischen Milchviehbetrieb sollten die Grenzen einer N-reduzierten Fütterung hinterfragt werden.

Einleitung

Die Proteinbewertung im deutschsprachigen Raum erfolgt auf Basis des nutzbaren Rohproteins (nRP). Es ist definiert als Summe aus dem ruminal unabgebauten Futterrohprotein (RUP) und dem Mikrobenprotein (MP) (GfE 2001). Neben der Versorgung an umsetzbarer Energie ist die Menge an verfügbarem Stickstoff für die mikrobielle Proteinsynthese (MPS) in der Rinderernährung von großer Bedeutung. Die vorgenannten Faktoren können, sofern sie nicht in ausreichender Menge vorliegen, begrenzend auf die MPS wirken. Aus diesem Grund empfiehlt die Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) eine ausgeglichene bis leicht positive ruminale Stickstoffbilanz. Letztgenannte beschreibt die Versorgung der Pansenmikroben mit Stickstoff (N). Die RNB errechnet sich aus der Differenz von Rohprotein (RP) und nutzbarem Rohprotein (nRP) geteilt durch 6,25 ($RNB = (RP - nRP)/6,25$). Eine positive RNB bedeutet, dass im Pansen ein Überschuss an N vorhanden ist. Den Pansenmikroben steht mehr N zur Verfügung als sie umsetzen können. Durch die mikrobiellen Umsetzungsvorgänge im Pansen entsteht Ammoniak. Letztgenannter wird über den Blutstrom zur Leber transportiert und zu Harnstoff umgewandelt. Es erfolgt ein Transport des Harnstoffs über Blut und Speichel zum Pansen. Der genannte Vorgang wird als ruminohepatischer Kreislauf bezeichnet. Infolge einer stark positiven RNB wird der ruminohepatische Kreislauf geringer genutzt. Es erfolgt eine höhere renale Ausscheidung des ungenutzten N in Form von Harnstoff und anderen N-haltigen Verbindungen. Es kommt zu einem indirekten Energieverlust aufgrund der erhöhten Harnstoffsynthese. Die häufig schon hohe Stoffwechselbelastung der Kühe nimmt zu. Aktuelle Studien von KLUTH et al. (2003), KÖNIG et al. (2005) und RIEMEIER (2004) zeigten, dass eine leicht negative RNB (bis -2 g N/d bzw. -0,3 g N/MJ ME) zu einer Stoffwechselentlastung führen. Die Harnstoffsynthese ist ein energieaufwendiger Vorgang. Ungenutzt ausgeschiedener Harnstoff stellt einen N-Verlust für das Tier dar. Zudem stellten die Autoren fest, dass die negative RNB zu einer effizienteren N-Nutzung führt. Diese hat wiederum zur Folge, dass mehr N in Milchprotein eingebaut und weniger ungenutzt im Harn ausgeschieden wird.

Arbeitshypothese

Eine stark negative RNB in der Ration von Milchrindern hat signifikante Auswirkungen auf die

- Milchleistung und den Milchproteingehalt,
- Futterverwertung und im Besonderen die N-Verwertung,
- Pansenfunktion insbesondere die Faserverdauung,
- Fruchtbarkeit und Tiergesundheit.

Zur Überprüfung der genannten Effekte einer negativen RNB erfolgte eine Untersuchung in Form einer Praxiserhebung.

Material und Methoden

Grundlage dieser Arbeit bildet eine Praxiserhebung in einem sächsischen Milchviehbetrieb im Betrachtungszeitraum 2010–2013. Eine Kurzcharakteristik zum untersuchten Referenzbetrieb ist in Tabelle 27 zusammengestellt. Im Betrieb erfolgte im Jahr 2011 eine Umstellung der Rohproteinversorgung. Der Rohproteingehalt der Hochleisterration wurde von 17,5 auf 13,4 % RP abgesenkt. In Tabelle 28 ist übersichtsartig die Rationszusammensetzung des Betriebes im Betrachtungszeitraum 2010–2012 dargestellt.

Tabelle 27: Aufstallung, Fütterung, Tierbestand, Leistung des Praxisbetriebes

Allgemeine Daten	
Stallform (Baujahr):	1232er-Anlage (1983)
Liegebereich:	Hochliegeboxen mit Liegematten
Melkbereich:	Doppelter 2x 8 FGM
Fütterungstechnik:	Bandfütterung, Futtermischung mit Paddelmischer
Fütterungsfrequenz:	3x täglich
Tier-Fressplatzverhältnis:	1,8:1
Fütterungsgruppen	Frishmelker, Hochleister, Altmelker, Trockensteher, Vorbereiter
Ø Tierbestand 2012	
Kühe gesamt:	920
dav. Trocken:	94
dav. Melkende:	826
Ø Laktationsleistung 2012	
ECM [kg/305 d]	9.501
Fett [%]	3,71
Eiweiß [%]	3,25

Milchleistung und Milchinhaltsstoffe wurden über die monatliche Milchleistungsprüfung (MLP) erhoben, die durch und nach den Richtlinien des LKV Sachsen e. V. erfolgte. Daten zu Lebensleistung, Laktationsleistungen etc. entstammen den jeweiligen Jahresabschlüssen der MLP. Die Fruchtbarkeitskennzahlen/Krankheitshäufigkeiten wurden dem Programm HERDE von dsp-agrosoft entnommen.

Tabelle 28: Exemplarische Übersicht der Rationszusammensetzung und der zugrunde gelegten Leistungsdaten der Hochleistungs- und Altmelkergruppe

	Hochleistung	Altmelker
2010		
NEL [MJ/kg T]	6,5	6,5
Rohprotein [g/kg T]	175	164
RNB [g N/kg T]	+2,6	+2,3
nRP [g/kg T]	169	149
2011		
NEL [MJ/kg T]	6,8	7,0
Rohprotein [g/kg T]	147	121

	Hochleistung	Altmelker
RNB [g N/kg T]	-0,9	-2,2
nRP [g/kg T]	153	135
2012		
NEL [MJ/kg T]	7,2	6,9
Rohprotein [g/kg T]	146	138
RNB [g N/kg T]	-1,7	-1,3
nRP [g/kg T]	157	145
2013		
NEL [MJ/kg T]	6,8	6,9
Rohprotein [g/kg T]	134	127
RNB [g N/kg T]	-2,3	-2,5
nRP [g/kg T]	149	143

Die Bestimmung der Rohnährstoffgehalte erfolgte nach VDLUFA (1997). Die Analyse wurde mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) durchgeführt. Die Untersuchung der Rohproteinfraktion der Futtermittel erfolgte in der LKS Lichtenwalde mbH mittels Hausmethode gemäß LICITRA et al. 1996. Die Analyse wurde nasschemisch durchgeführt. Die Bestimmung der Purinderivate (PD) (Allantoin und Harnsäure), Hippursäure und des Kreatinins im Harn erfolgte mittels Hausmethode der LKS Lichtenwalde mbH mit HPLC/UV. Die Bestimmung des Stickstoffgehaltes des Harns erfolgte aus den gleichen Proben wie die der Purinderivate. Die Bestimmung erfolgte mittels Kjeldahl gemäß VDLUFA (1997). Das Fettsäuremuster der Milch wurde in der LKS Lichtenwalde mittels Hausmethode bestimmt.

Ergebnisse und Diskussion

Milchleistung

Die Fütterungsumstellung erfolgte im Jahr 2011. Die Entwicklung des Melkdurchschnitts (ECM) ist in der Abbildung 16 zusammengestellt. Das Jahr vor der Umstellung ist hellrot hinterlegt, die schraffierte Fläche ist das Jahr der Umstellung und hellblau die Jahre mit N-reduzierter Fütterung. Es ist zu sehen, dass sich die Durchschnittswerte in einem Bereich von 29 kg Milch/d bis 35 kg Milch/d bewegen. Schwankungen des Melkdurchschnitts in der genannten Höhe sind zu vernachlässigen. In die Berechnung des Melkdurchschnitts fließen die Milchleistungen aller Tiere und Laktationsstadien ein. Tendenziell zeigt sich bei der Milchleistung kein negativer Einfluss der N-reduzierten Fütterung.

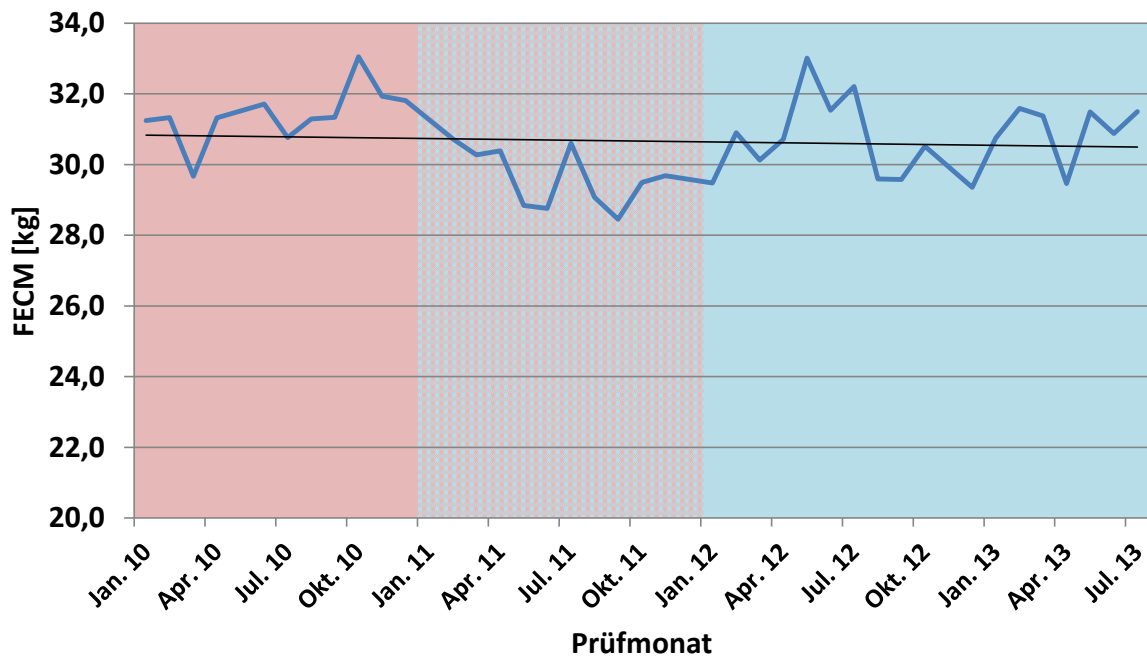


Abbildung 16: Entwicklung des Melkdurchschnitts (ECM [kg]) im Betrieb 2010–2013

Der Verlauf der Laktationsleistung ist in Abbildung 17 dargestellt. Grundlage dieser Daten ist der MLP-Jahresabschluss. Dieser ist nicht konform mit dem Kalenderjahr. Es kam von 2010 zu 2011 zu einer Steigerung der Laktationsleistung um 319 kg Milch/Tier * 305 d. Im Jahr 2012 fiel es auf 9.501 kg Milch/Tier * 305 d und stieg 2013 auf 10.082 kg Milch/Tier * 305 d.

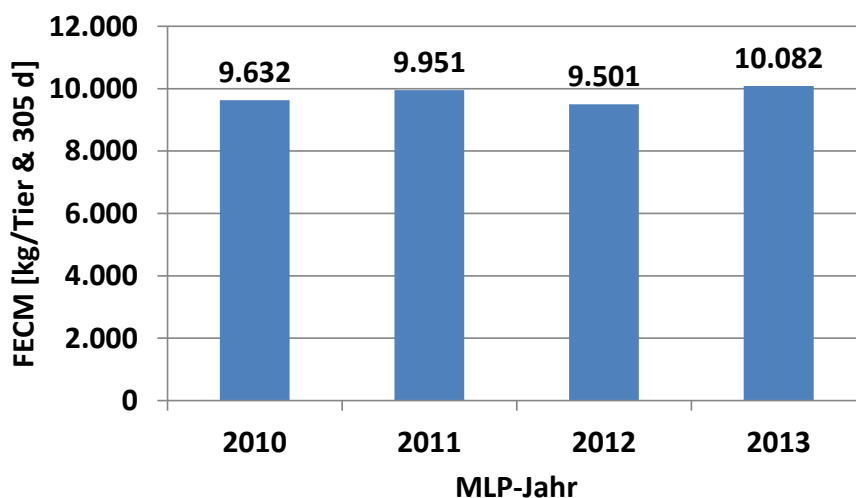


Abbildung 17: Entwicklung der Laktationsleistung nach MLP-Jahresabschluss 2010–2013 im Betrieb

Leistungspersistenz

Zur Beurteilung der Persistenz der Milchleistung sind nachfolgend die Laktationskurven der Herde getrennt für die 1., 2. bzw. > 2. Laktation dargestellt.

Abbildung 18 zeigt die Laktationskurve der Tiere der 1. Laktation der letzten drei Jahre. Im Jahr 2010 gab es einen starken Anstieg der Milchleistung im ersten Drittel der Laktation. Ab ca. dem 150. Laktationstag fällt die Leistung auf > 20 kg Milch/d ab. Im Jahr der Futterumstellung sind die Einsatzleistung und der Anstieg der

Milchleistung geringer. Zum Ende der Laktation kommt es zu einem Abfall bis auf 21 kg Milch/d. 2012 setzten die Tiere mit einer höheren Leistung ein als 2010 und 2011. Die Persistenz der Milchkurve ist deutlich höher und die Leistung fällt auf ca. 23 kg Milch/d. Die N-reduzierte Fütterung führte in der 1. Laktation zu einer geringeren 100-Tage-Leistung, aber zu einer höheren Persistenz.

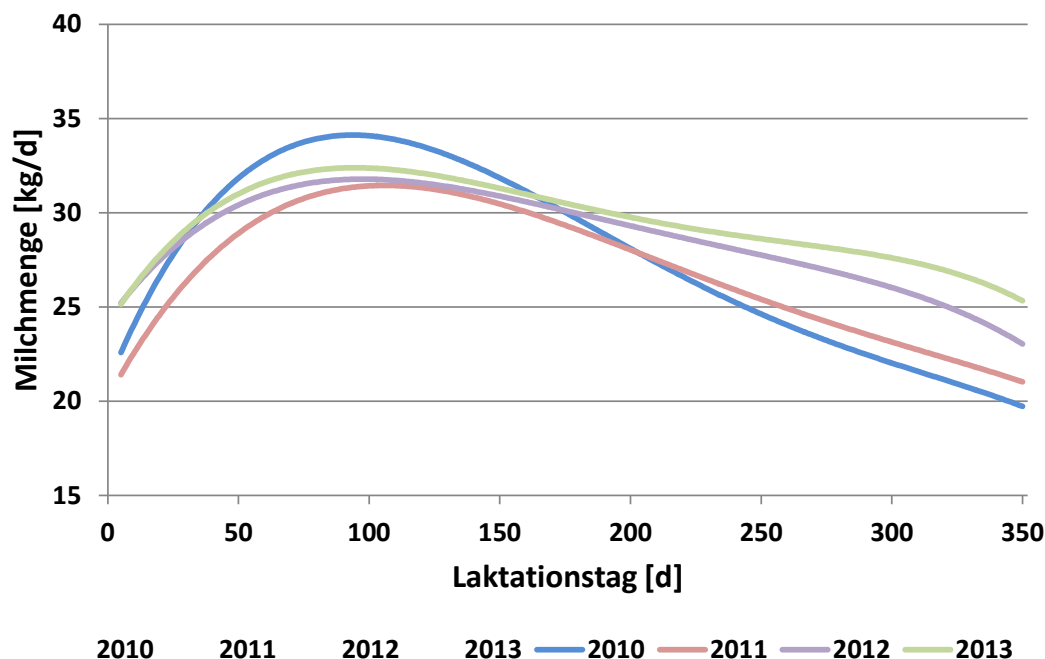


Abbildung 18: Vergleich des Verlaufs der Laktationskurven der 1. Laktation der Jahre 2010–2012

Ein Parameter zur Beurteilung der Persistenz ist das Verhältnis der Milchmenge im 2. Laktationsdrittel (101.–200. Laktationstag) zur Milchmenge im 1. Laktationsdrittel (1.–100. Laktationstag). Das genannte Verhältnis sollte > 80 % sein. Des Weiteren wird eine Differenz der Milchleistung in den ersten 30 Laktationstagen zur Milchleistung des 31.–100. Laktationstags von 2–3 kg Milch gefordert. Die genannten Parameter sind für die 1. Laktation in Tabelle 29 aufgeführt. Im gesamten Betrachtungszeitraum ist die im 2. Laktationsdrittel gemessene Milchleistung höher als im 1. Laktationsdrittel. Die zweite Forderung, dass die mittlere Milchleistung vom 31.–100. Laktationstag höher ist als bis zum 30. Tag, ist erfüllt. Im Jahr der Umstellung kam es zu einem leichten Rückgang der Milchleistung von 25,6 kg/d auf 23,8 kg/d, dieser Rückgang setzte sich 2012 nicht weiter fort.

Tabelle 29: Parameter zur Beurteilung der Persistenz der 1. Laktation Betrieb N-RED 2010–2012

	2010	2011	2012	2013
Verhältnis Milchmenge 101.–200. Tag zu 1.–100. Tag [%]	106,8	111,3	105,8	105,9
Milch [kg/d] bis 30. Laktationstag	25,6 (16,8-32,2)	23,8 (17,0-30,2)	26,7 (19,4-33,6)	26,9 (18,5-33,6)
SD	4,61	4,23	3,53	3,26
Milch [kg/d] 31.–100. Laktationstag	32,7 (27,1-39,4)	29,9 (21,1-35,7)	31,2 (24,7-37,9)	31,8 (23,4-46,2)
SD	2,54	2,74	2,57	3,08

Die Kurven der 2. Laktation zeigen einen ähnlichen Verlauf wie die der ersten Laktation (Abbildung 19). In Folge der Fütterungsumstellung kam es zu einer geringeren Einsatzleistung in Kombination mit einer Persistenz-Erhöhung im letzten Laktationsdrittel. Im Vergleich zur 1. Laktation ist die Leistung im letzten Laktationsdrittel nicht in gleichem Maße angestiegen.

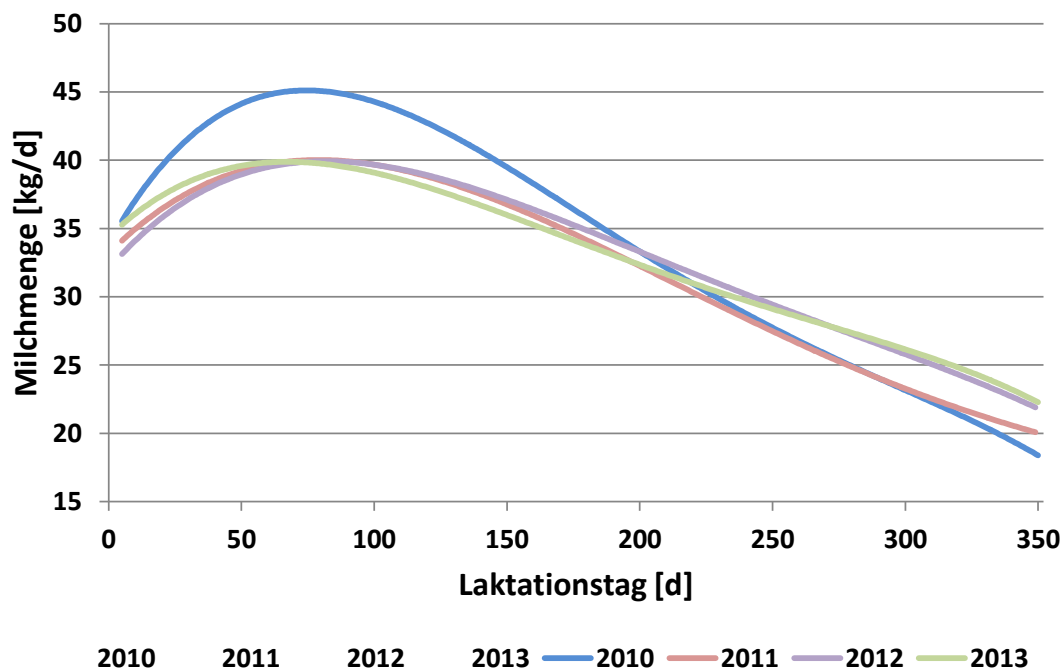


Abbildung 19: Vergleich des Verlaufs der Laktationskurven der 2. Laktation der Jahre 2010–2012

Die Forderung, dass der Milchgipfel erst nach dem 30. Laktationstag erreicht werden soll, ist für die 2. Laktation erfüllt (Tabelle 30). Der Unterschied zwischen den vorgenannten Abschnitten hat sich verringert auf Grund der Zunahme der Persistenz.

Tabelle 30: Parameter zur Beurteilung der Persistenz der 2. Laktation Betrieb N-RED 2010–2012

	2010	2011	2012	2013
Verhältnis Milchmenge 101.-200. Tag zu 1.-100. Tag [%]	95,7	96,7	99,8	95,7
Milch [kg/d] bis 30. Laktationstag	38,2 (23,0-41,4)	35,6 (25,0-39,5)	35,2 (25,1-38,4)	37,2 (23,5-45,3)
SD	4,54	3,63	3,35	5,57
Milch [kg/d] 31.-100. Laktationstag	44,6 (37,9-56,0)	39,8 (33,4-47,8)	39,5 (34,1-47,4)	39,6 (19,1-46,6)
SD	3,17	3,38	2,69	4,08

Für alle Tiere ab der 3. Laktation zeigt sich ein ähnlicher Verlauf wie der bei den Kühen der beiden vorgenannten Laktationen (Abbildung 20). In der Praxis besteht häufig das Problem, dass vor allem die älteren Tiere, die mit einer hohen Leistung einsetzen und zum Laktationsende stark abfallen, in der Altmelkerphase zu hohe Mengen an Körperfett ansetzen. In Folge der höheren Leistung zu Laktationsende kommt es vor allen bei den älteren Tieren nicht zu einer so starken Verfettung. Aufgrund der besseren Kondition der Kühe neigen die Tiere in der nächsten Laktation weniger zu Stoffwechselerkrankungen.

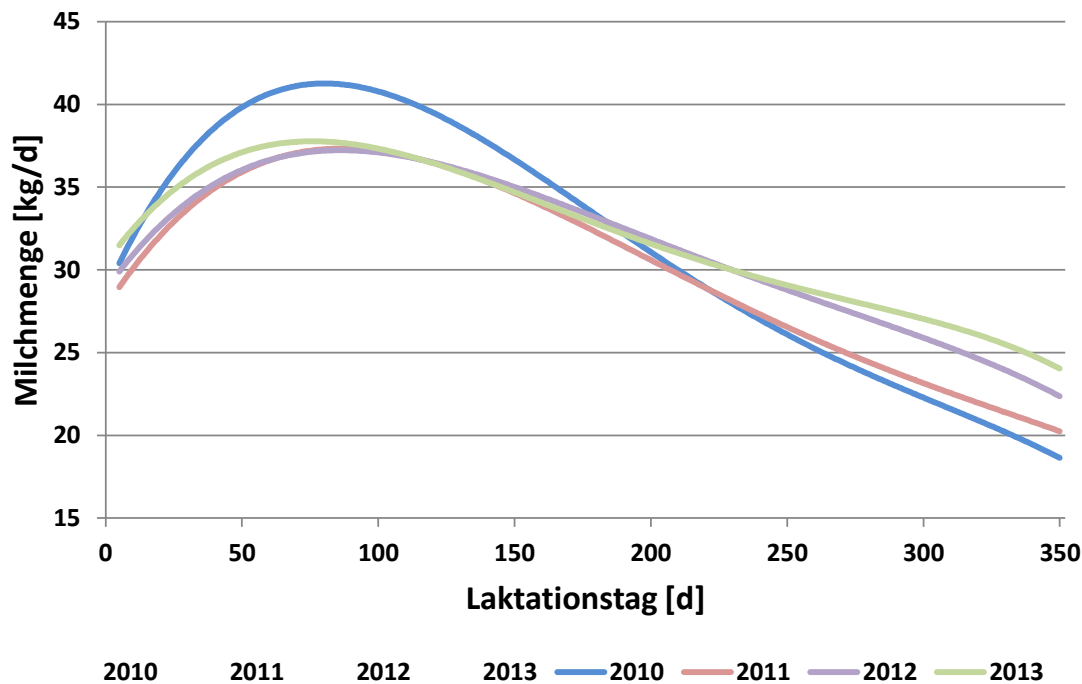


Abbildung 20: Vergleich des Verlaufs der Laktationskurve ab der 3. Laktation der Jahre 2010–2012

Das Verhältnis der Milchmenge des 2. Laktationsdrittels zum 1. Laktationsdrittel betrug 2010 98,2 %. Im Jahr 2011 kam es zu einer Steigerung auf 101,2 %; 2012 waren es 101,7 % und 2013 98,7 % (Tabelle 31). In den ersten 30 Laktationstagen gaben die Kühe 2010 33,3 kg Milch/d; 2010 fiel es auf 31,2 kg Milch/d, stieg 2012 auf 31,9 kg Milch/d und erreichte 2013 33,1 kg Milch/d. Die Leistung vom 31.–100 Tag betrug 2010 40,6 kg Milch/d; 2011 36,6 kg Milch/d 2012 36,8 kg Milch/d und 2013 37,5 kg Milch/d. Es ist zu sehen, dass durch die Persistenzsteigerung der Abstand zwischen der Milchleistungen bis 30.Tag und derer des 31.–100. Tages verringert wurde.

Tabelle 31: Parameter zur Beurteilung der Persistenz ab der 3. Laktation Betrieb N-RED 2010-2012

	2010	2011	2012	2013
Verhältnis Milchmenge 101.–200. Tag zu 1.–100. Tag [%]	95,7	96,7	99,8	95,7
Milch [kg/d] bis 30. Laktationstag	38,2 (23,0-41,4)	35,6 (25,0-39,5)	35,2 (25,1-38,4)	37,2 (23,5-45,3)
SD	4,54	3,63	3,35	5,57
Milch [kg/d] 31.–100. Laktationstag	44,6 (37,9-56,0)	39,8 (33,4-47,8)	39,5 (34,1-47,4)	39,6 (19,1-46,6)
SD	3,17	3,38	2,69	4,08

Milchinhaltsstoffe

Neben der Milchleistung geben die Milchinhaltsstoffe wichtige Informationen zum Fütterungserfolg.

Abbildung 21 zeigt den Verlauf des mittleren monatlichen Fettgehaltes [%] und der Fettmenge [kg] von 2010 bis 2013. Der prozentuale Fettgehalt (blaue Linie) unterliegt leichten monatlichen Schwankungen. Der Fettgehalt zeigt keinen Aufwärts- oder Abwärtstrend. Es ist ein leichter Anstieg bei der Gesamtfettmenge zu sehen aufgrund der gestiegenen Milchmenge.

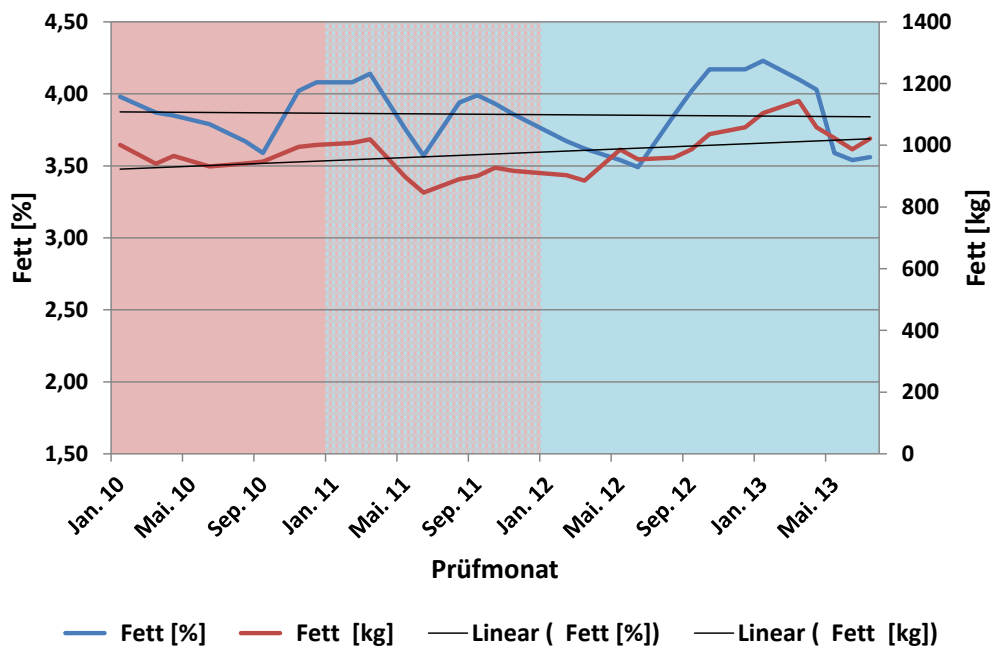


Abbildung 21: Entwicklung von Fettgehalt und -menge im Betrieb 2010–2013

Die Entwicklung des Eiweißgehaltes ist tendenziell negativ (Abbildung 22). Im Vergleich ist bei der Eiweißmenge ein leichter Anstieg zu sehen. Es besteht zwischen der Milchmenge und dem Eiweißgehalt der Milch eine negative Korrelation. Auf Grund des genannten Zusammenhangs kommt es zu einem leichten Rückgang des Eiweißgehaltes [%] der Milch. Würde die genannte Abnahme in Zusammenhang mit einem Rückgang der Milchleistung auftreten, wäre dies ein Anzeichen für Proteinmangel. Es ist aber im gegebenen Fall kein Rückgang der Milchleistung über den Zeitraum von ca. zwei Jahren nach der Umstellung nachweisbar. Im Gegenteil, es kommt zu einem Anstieg der Milchmenge. Ohne letztgenannten Faktor wäre ein Anstieg der Eiweißmenge nicht möglich. Als Schlussfolgerung aus den genannten Fakten ergibt sich kein negativer Einfluss der N-Reduzierung auf die Leistung.

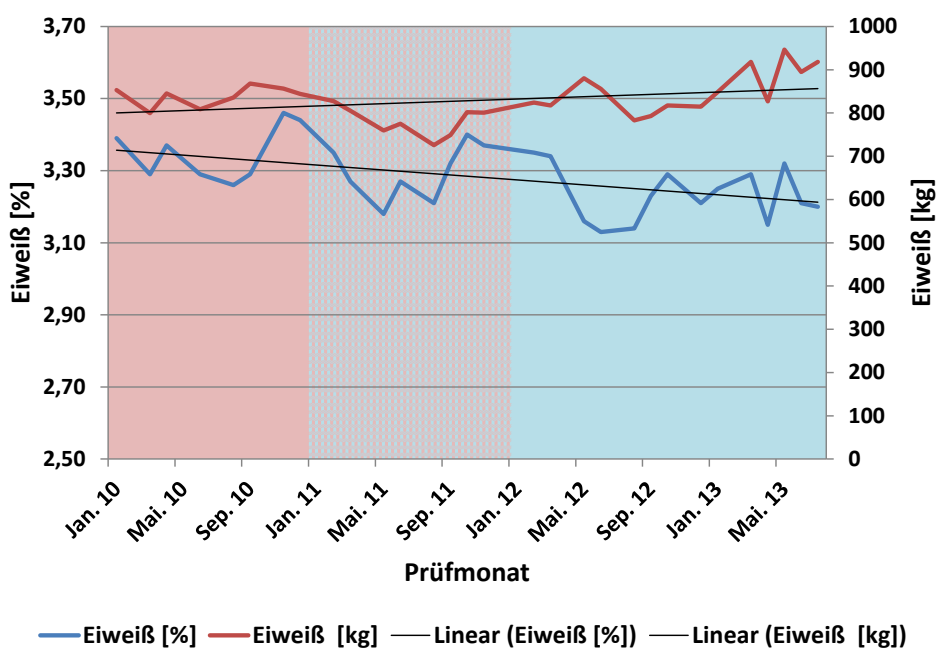


Abbildung 22: Entwicklung von Eiweißgehalt und -menge im Betrieb 2010–2013

In den MLP-Auswertungen des LKV Sachsen e. V. werden als Untergrenze für Harnstoff in der Milch 150 mg/l und als Obergrenze 300 mg/l genannt. Es erfolgte die Definition einer Obergrenze, um eine zu hohe Belastung von Tier und Umwelt zu verhindern. Die gesetzte Untergrenze wird nach der Fütterungsumstellung deutlich unterschritten (Abbildung 23). Nach HOFFMANN (2013) besteht eine Rohproteinunterversorgung bei einem Harnstoffgehalt der Milch unter 50 mg/l. Der letztgenannte Wert wird, wie in Abbildung 23 ersichtlich, nicht unterschritten.

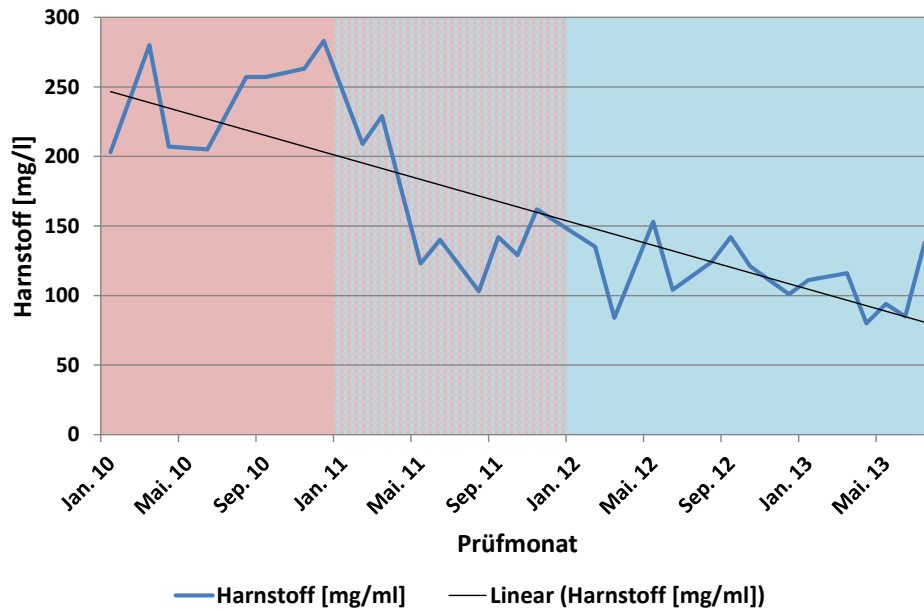


Abbildung 23: Entwicklung der Harnstoffgehalte der Milch im Betrieb 2010–2013

Weil es in der Praxis derzeit allgemein üblich ist, wird der Vollständigkeit halber auch das Verhältnis von Eiweiß zu Harnstoff auf Basis der „Neun-Felder-Tafel“ nach WIESNER & SPOHR (1991), zitiert nach SEGGEWISS (2004), ausgewiesen. Die Datengrundlage für die Bewertung ist älter als 20 Jahre und seit dieser Zeit gab es viele Veränderungen auf züchterischer Seite. Anhand der zuerst gezeigten Leistungsdaten konnten keine Anhaltspunkte für eine Proteinunterversorgung gefunden werden. Nach der Bewertung auf Grundlage der „Neun-Felder-Tafel“ wäre dies der Fall (Abbildung 24).

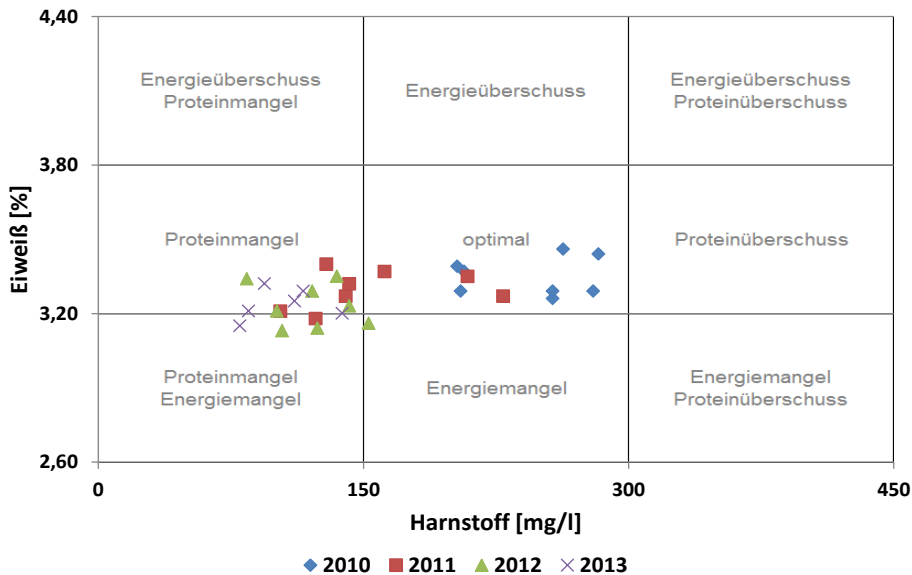


Abbildung 24: Verhältnis von Eiweißgehalt zu Harnstoffmenge im Betrieb nach dem Schema von WIESNER & SPOHR (1991), zitiert nach SEGGEWISS (2004)

Anhand der Zellzahl wird die Eutergesundheit der Kühe beurteilt. Zur besseren Übersicht erfolgte eine Zusammenfassung der Tiere mit einer Zellzahl <50.000 Zellen/ml und der Klasse 50.000 und <100.000 Zellen/ml. Der Anteil Kühe mit einer Zellzahl 50.000 und <100.000 somatischer Zellen/ml Milch steigt von 50 bis auf 64 % an (Abbildung 25). Eine Kuh mit Zellzahlen in der genannten Höhe gilt als gesund. Kühe mit einer Zellzahl 100.000 und < 400.000 gelten als auffällig. In diesem Bereich kann eine Infektion stattgefunden haben, die sich in einem erhöhten Zellzahlgehalt äußert. Es kam zu einer Verringerung des Anteils Tiere in der Zellzahlklasse von 100.000 bis <400.000 Zellen/ml. Tiere mit einem Zellzahlgehalt von >400.000 Zellen/ml werden als klinisch krank angesehen. Die Kategorie beinhaltet die Kühe mit einer Zellzahl bis 999.999 Zellen/ml (sogenannte „Millionäre“). Es kam zu einer Verringerung des Anteils der Kühe mit einer Zellzahl >400.000 Zellen/ml von 15,5 auf 11 %. Ein weiterer Rückgang auf unter 10 % wäre optimal.

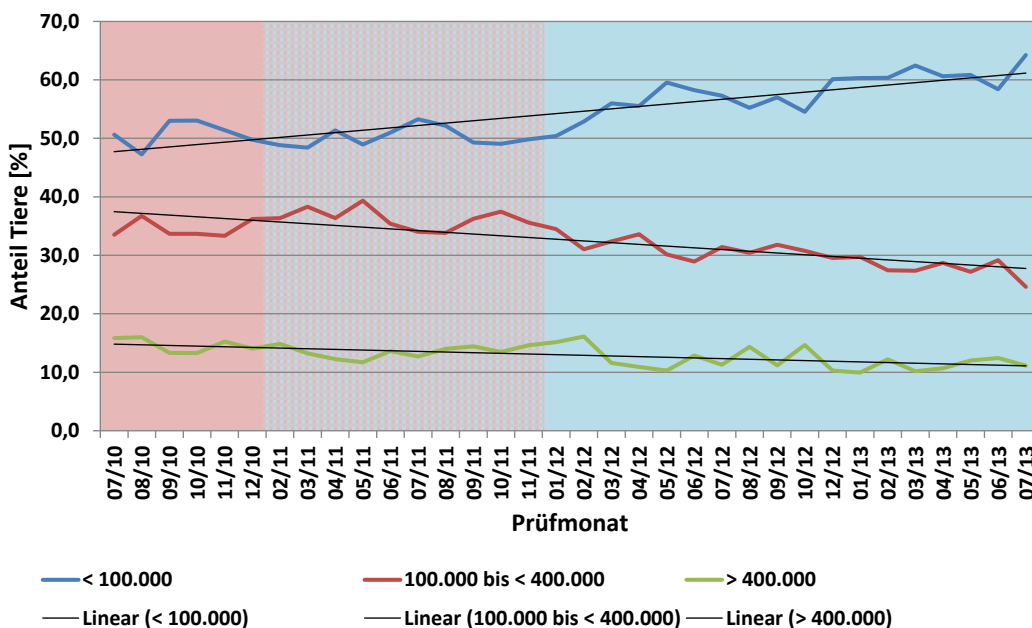


Abbildung 25: Prozentualer Anteil der Kühe in den Zellzahlklassen

Futter-N-Nutzung und Futter-N-Aufwand

Als Folge der N-Reduzierung des Futters kann es zu einer effizienteren Nutzung des N durch den tierischen Organismus kommen. Die nachfolgend dargestellten Zahlen beruhen auf dem mittleren RP-Gehalt der verfütterten Rationen 2010–2013, dem mittleren Eiweißgehalt der Milch und der mittleren Milchmenge. Es wurde ein Wert von 23 kg TM für die Futteraufnahme unterstellt (Tabelle 32). Letztgenannter Wert bezieht sich auf die Futtermenge je Tier und d. Die Differenz in der N-Aufnahme von 2010 zu 2013 beträgt 107 g/Tier*d. Die Menge an Milchprotein-N ist 2011 im Jahr der Umstellung um 13 g/Tier*d abgefallen, der Unterschied zwischen 2010 und 2013 beträgt 7 g/Tier*d. Dies weist auf einen Anstieg des Milcheiweißgehalts zwischen 2011 und 2013 hin. Einbrüche bei der Milchleistung und dem Eiweißgehalt sind in Folge einer drastischen Umstellung zu erwarten. Die Höhe der Leistungsparameter von 2010 konnte wieder erreicht werden, was auf eine effizientere N-Nutzung durch das Tier hinweist.

Tabelle 32: Datengrundlage zur Berechnung des Futter-N-Aufwands des Betriebes 2010–2013

	2010	2011	2012	2013
Futtermenge [kg T/d]	23,0			
Futter-N [g/d]	589	523	519	482
Milchprotein-N [g/d]	168	155	160	161
Milchmenge [kg/d]	31,9	29,9	31,6	31,8

Abbildung 26 zeigt den Verlauf des Futter-N-Aufwands von 2010 bis 2013. Der N-Aufwand war im Jahr 2010 überdurchschnittlich hoch, dies setzte sich 2011 fort. Es kam im Jahr der Umstellung aufgrund der stark gesunkenen Menge an Milchprotein-N zu einer geringfügigen Änderung des Futter-N-Aufwands. In Folge der Anpassung der Tiere an die veränderte Fütterungssituation führte dies zu einem Abfall der Nutzungseffizienz des Futter-N. Letztgenannte Situation befindet sich für das Jahr 2013 an der Grenze zum effizienten Bereich.

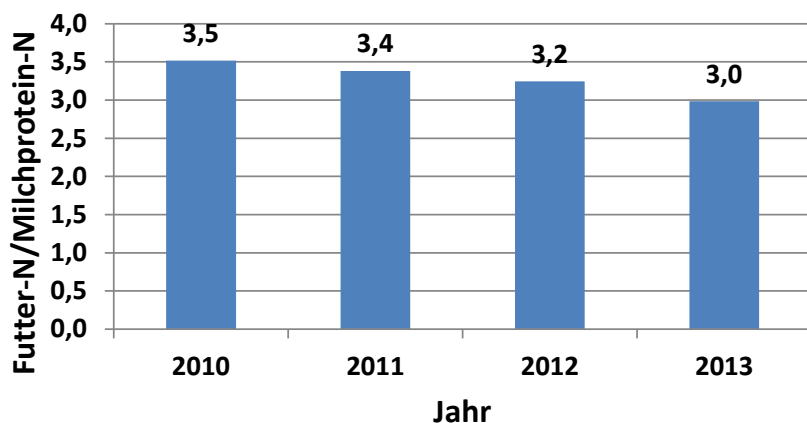


Abbildung 26: Verlauf des Aufwands des Futter-N für Milchprotein-N des Betriebes 2010–2013

Der Stickstoff, welcher über den Harn ausgeschieden wird, ist ungenutzt. Es erfolgt eine Nutzung des Futter-N u. a. in Form der Milchproteinsynthese. Abbildung 27 zeigt den Anteil des Milchprotein-N am Futter-N. Es wurden 2010 28,5 % des über das Futter aufgenommenen Stickstoffs in Milcheiweiß-N umgesetzt. Im Jahr 2011 stieg der Anteil des Milchprotein-N auf 29,6 und 2012 auf 30,8. 2013 waren es 33,5 % Milchprotein-N. Es kam zu einer Steigerung um 5,1 %. Das Resultat der geringeren N-Aufnahme und der annähernd gleich hohen Milchproteinsynthese war eine anteilig höhere Umsetzung des Futter-N in Protein-N der Milch.

Die gezeigte Verringerung des Futter-N-Aufwands und der Anteil der Umsetzung in Milchprotein-N deuten darauf hin, dass die verringerte N-Zufuhr zu einer effizienteren und umfangreicheren Verwertung des Futter-N führt.

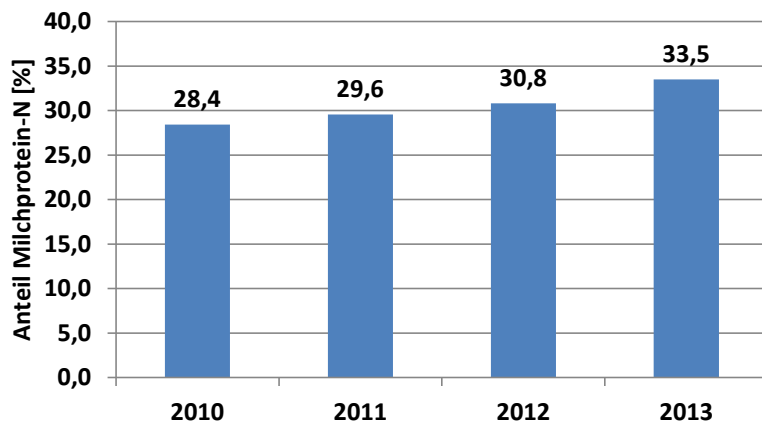


Abbildung 27: Umsetzung des Futter-N in Milchprotein-N Vergleich der Jahre 2010–2013

Entwicklung der Fruchtbarkeitskennzahlen

Zur Beurteilung der Einflüsse der N-reduzierten Fütterung auf die Fruchtbarkeit der Tiere erfolgt die Beurteilung ausgewählter Fruchtbarkeitsparameter. Als Basis sind Abkalbungen eines Jahres gesetzt. Die Jungkühe hatten im Mittel 2010 und 2011 ein Erstkalbealter (EKA) von 25,9 Monaten. Im Jahr 2012 war dies um 0,3 Monate höher. Es wird ein EKA von 24 bis 26 Monaten gefordert. Bei 84 % der Tiere, die 2010 abkalbten, erfolgte eine Erstbesamung. 2011 und 2012 wurde bei 91 % der Tiere, welche die 1. Laktation begonnen hatten, eine Besamung durchgeführt. Die Rastzeit betrug 78 d (2010); 77 d (2011) und 72 d (2012). Optimal ist der Bereich von 42 bis 85 d. Es wurde eine geringfügige Verbesserung von im Mittel um sechs Tage registriert. Der Anteil der Tiere, die nach der Abkalbung wieder tragend wurden, beträgt 70 % (2010), welche die Laktation 2010 begonnen hatten. Weiterhin wurden Trächtigkeitsraten von 79 % (2011) und 78 % (2012) festgestellt. Es ergibt sich für 2010 eine Trächtigkeitsrate gesamt (TRG) von 87 %, 2011 waren es 90 % und 2012 91 %. Als Maßstab gilt für Kühe 75–80 % als gut. Der Betrieb lag oberhalb dieser Grenze. Dagegen sollte die Trächtigkeitsrate aus Erstbesamung (TREB) >50 % sein. Dies ist nicht der Fall. Im Jahr 2010 betrug sie 33 %, 2011 38 % und 2012 ergaben sich 27 %. Der Besamungsindex (BI) sollte bei Kühen kleiner 1,8 sein. Die Jungkühe erreichten einen Besamungsindex von 3,1 (2010), 2,5 (2011) und 2,9 (2012).

Ein weiterer Parameter zur Beurteilung der Fruchtbarkeitssituation ist die Zwischentragezeit oder Günstzeit (ZTZ). Sie sollte im Bereich von 42 d bis 125 d liegen. Die Tiere der 1. Laktation 2010 hatten im Mittel eine ZTZ von 131 d, im Jahr 2011 betrug die Kennzahl 119 d im Mittel und 2012 126 d. Angesichts der erbrachten Leistungen der Tiere und den damit einhergehenden Stoffwechselbelastungen ist die Kennzahl auf einem guten Niveau. Für die Tiere, die sich im Jahr 2010 in der 2. Laktation befanden, ergab sich eine ZKZ zur vorherigen Kalbung von 402 d. 2011 erhöhte sich die ZKZ auf 405 d und 2012 betrug sie 399 d. Bei einer Laktationsleistung von ca. 10.000 kg Milch und einer optimalen Günstzeit sollte die ZKZ im Mittel 405 d nicht überschreiten. Dies ist bei den Tieren, die sich von 2010 bis 2012 in der 2. Laktation befanden, erfüllt. Es erfolgte eine Neubesamung von 89 % der Tiere der 2. Laktation im Jahr 2010. 2011 wurden 90 % und 2012 89 % der Kühe, die in den genannten Jahren das zweite Kalb hatten, neubesamt. Die Rastzeit betrug 79 d (2010), 75 d (2011) und 65 d (2012). Es kam zu einer Verringerung der Rastzeit um 14 d der Kühe, die 2010 abgekalbt hatten im Vergleich zu denen, die sich 2012 in der 2. Laktation befanden.

Folgende Anteile der Tiere, die in den nachgenannten Jahren die 2. Laktation begonnen, wurden tragend: 70 % (2010), 74 % (2011) und 76 % (2012). Daraus ergeben sich Trächtigkeitsraten gesamt (TRG) von 83 % (2010), 87 % (2011) und 93 % (2012). Die TRG sollte mindestens im Bereich von 75–80 % liegen. Es wurden in den Jahren 2010–2011 mehr als 80 % der Kühe der 2. Laktation wieder tragend, was auf keinen negativen Einfluss der N-Reduzierung auf die Trächtigkeitsrate gesamt hindeutet. Im Gegensatz dazu wurden 27 % der 2010 in der 2. Laktation befindlichen Tiere in Folge der Erstbesamung (EB) wieder tragend. Weiterhin bekamen 36 % (2011) und 24 % (2012) der Tiere das zweite Kalb. Die Trächtigkeitsrate (TREB) ist zu niedrig, sie sollte >50 % sein. Auf Grund der zu geringen TREB ist der Besamungsindex (BI) zu hoch. Die Tiere der 2. Laktation hatten einen BI von 3,3 (2010); 2,9 (2011) und 3,0 (2012). Es ergibt sich für die Kühe der 2. Laktation des Jahres 2010 eine ZTZ von 133 d, der Tiere 2011 von 123 d und 2012 125 d. Eine wirtschaftliche ZTZ sollte im Bereich von 42 bis 125 d liegen. RZ und ZTZ befinden sich im anzustrebenden Bereich, der BI ist zu hoch. Die Ursache des hohen Besamungsindex ist nicht ausschließlich in der Fütterung begründet, Besamungsmanagement und Haltung können ebenso dazu beitragen.

Alle Tiere der 3. Laktation und folgender Laktationen wurden zu einer Kategorie zusammengefasst. Die ZKZ beträgt für alle Tiere, die im Jahr 2010 abkalbten, im Mittel 402 d. Alle Kühe ab der 3. Laktation, die 2011 abkalbten, hatten eine ZKZ von 416 d und die Tiere des Jahres 2012 von 407 d. 75 % der Kühe ab der 3. Laktation, die 2010 abkalbten, wurden wieder besamt, weiterhin 76 % (2011) und 79 % (2012). Die Tiere, welche sich 2010 in der 3. und folgenden Laktation befanden, hatten infolge der Wiederbesamung eine Rastzeit von 80 d. Im Jahr 2011 ergab sich für alle Kühe mit einer Abkalbung im genannten Jahr eine Rastzeit von 80 d. Die Höhe der Rastzeit betrug 2012 69 d. Es wurden 2010 53 % der Tiere, die die 3. oder eine höhere Laktation begonnen hatten, wieder tragend. 2011 führte die Besamung bei 56 % zu einer erneuten Trächtigkeit und 2012 bei 66 %. Es ergibt sich für die Tiere mit einer Abkalbung im Jahr 2010 eine TRG von 76 %, 2011 sind es 84 % und 2012 89 %. Die Werte liegen über dem Richtwert.

Für die TREB ist dies nicht der Fall. 21 % der abgekalbten Kühe ab der 3. Laktation wurden durch eine Erstbesamung tragend. 2011 führte die Erstbesamung bei 26 % zu einer Trächtigkeit und 2012 bei 22 % der Tiere, die im selben Jahr abkalbten. Die ZTZ liegt leicht über dem geforderten Maximum von 125 d. Es ergab sich eine ZTZ von 143 d (2010); 130 d (2011) und 131 d (2012). Dementsprechend ergibt sich ein BI für die Tiere mit Abkalbedatum im Jahr 2010 von 4,1, Mit Abkalbung 2011 von 3,2 und mit Abkalbung 2012 von 3,1. Es kam zu einer Verringerung des BI um 1,0, dies zeigt eine positive Tendenz. Dennoch ist der Besamungsindex zu hoch.

Tendenziell zeigen sich keine negativen Einflüsse der N-reduzierten Fütterung auf die oben genannten Fruchtbarkeitsparameter. Der Besamungstechniker ist seit ca. April 2010 im Betrieb. Eine Beeinflussung aufgrund der geringen Erfahrung des Besamungstechnikers kann nicht ausgeschlossen werden. Es ist ein leicht positiver Trend in der Entwicklung der Fruchtbarkeitskennzahlen zu sehen. Bei einem negativen Einfluss auf die Fruchtbarkeit der Tiere wäre eine Verschlechterung der Fall gewesen, dies ist anhand der Datenlage nicht zu sehen. Eine Reduzierung des N-Gehaltes um 15 % unter GfE-Empfehlung von 2001 zeigt keine negative Entwicklungstendenz auf die Fruchtbarkeitsparameter.

Auftrittshäufigkeiten von Krankheiten

Die Darstellung der Auftrittshäufigkeit ausgewählter Erkrankungsarten erfolgt in Abhängigkeit zum Jahr und dem durchschnittlichen Tierbestand. Die Basis für die Auswertung bildeten die in HERDE eingegebenen Erkrankungen. In Tabelle 33 ist die Anzahl der Erkrankungshäufigkeiten aufgelistet. Es besteht die Möglichkeit, dass z. B. bei den Eutererkrankungen (v. a. Mastitis) die Auftrittshäufigkeit zurückgegangen ist, weil weniger

Tiere behandelt wurden. Um die Genauigkeit der Datengrundlage zu überprüfen, erfolgte nach Möglichkeit ein Vergleich mit weiteren Parametern.

In Tabelle 33 sind eine Auswahl von Parameter aus HERDE gegeben. Eine Selektion der Parameter erfolgte, weil

- bestimmte Kategorien nicht besetzt waren,
- die Kategorie „Sonstige“ nicht zuordenbar, somit nicht aussagefähig ist und
- einige Erkrankungen in keinem direkten Zusammenhang zur Fütterung auftreten.

Es kam zu einem Rückgang der Auftrittshäufigkeit von Erkrankungen des Bewegungsapparates allgemein. Im dargestellten Zeitraum erfolgte kein Wechsel des Klauenschneiders. Letztgenannter ist nicht im Untersuchungsbetrieb angestellt. Die Auftrittshäufigkeit der Erkrankungen des Bewegungsapparates ist gesunken. Im Jahr 2010 wurden insgesamt 149 % des Durchschnittskuhbestandes an Erkrankungen des Bewegungsapparates behandelt. 2011 verringerte sie sich um 15 % auf 144 % des Durchschnittskuhbestandes. Im nachfolgenden Jahr kam es nur noch zu 109 % des Durchschnittskuhbestandes des Bewegungsapparates. Werte über 100 % deuten auf zwei oder mehr Erkrankungen ein und derselben Kuh im erwähnten Jahr hin.

Tabelle 33: Auftrittshäufigkeiten ausgewählter Erkrankungen im Betrachtungszeitraum 2010–2012

Art der Erkrankung [%/Durchschnittskuhbestandes]	2010	2011	2012
Bewegungsapparat	149	144	109
Klauenrehe	44	42	35
Phlegmone	50	55	44
Sohlgengeschwüre	12	15	12
Gelenkerkrankung	19	15	7
Lahmheit	21	17	10
Euter	153	137	90
Mastitis	143	133	86
Zitzen- und Euterverletzungen	8	4	4
Fruchtbarkeit	141	119	98
Nachgeburtshaltungen	23	24	21
Endometritis	72	57	25
Zyklusstörungen	42	33	49
Stoffwechsel	23	21	24
Ketose	1	1	1
Gebärparese	12	10	8
Labmagenverlagerung	7	6	10

Die Zahl der Eutererkrankungen, v. a. die Auftrittshäufigkeit von Mastitis, ging zurück. Im Jahr 2010 erfolgte die Behandlung von 153 % Eutererkrankungen/Durchschnittskuhbestand. 2011 verringerte sie sich auf 137 % Erkrankungen/Durchschnittskuhbestand, 2012 auf 90 Erkrankungen/Durchschnittskuhbestand.

Um auszuschließen, dass erkannte Erkrankungen nicht behandelt wurden und die Entwicklung der Eutergesundheit an einem Leistungsparameter zu überprüfen, erfolgte in Abbildung 25 die Darstellung der Zellzahlklassen. Letzteres zeigt einen Anstieg des Anteils der Kühe mit <100.000 Zellen/ml Milch, das auf eine Verbesserung der Eutergesundheit schließen lässt.

In Tabelle 33 ist eine Verringerung der Häufigkeit der Fruchtbarkeitsstörungen zu sehen. Die Zahl der Erkrankungen sank von 141 %/Durchschnittskuhbestand 2010 auf 119 %/Durchschnittskuhbestand 2011 und auf 98 %/Durchschnittskuhbestand 2012.

Für die Zahl der behandelten Stoffwechselerkrankungen ergibt sich kein gleichmäßiger Rückgang der Erkrankungshäufigkeit. Im Jahr 2010 wurden 23 % Stoffwechselerkrankungen/Durchschnittskuhbestand behandelt. 2011 kommt es zu einer geringen Verminderung der Erkrankungshäufigkeit auf 21 %/Durchschnittskuhbestand und im Jahr 2012 steigt es wieder leicht an auf 24 %/Durchschnittskuhbestand. Stoffwechselerkrankungen sind stark abhängig von der Fütterung. Der Anteil der Ketose an den Stoffwechselerkrankungen ist relativ gering (1 %/Durchschnittskuhbestand 2010–2012). Es ist u. a. auf die hohe Persistenz und der damit am Laktationsende geringeren Verfettung der Tiere begründet. Die Gebärparese ist eine Folge zu hoher Calciumgaben im Zeitraum vor der Kalbung. Es ist zu erkennen, dass die Zahl der behandelten Gebärparesen von 12 %/Durchschnittskuhbestand 2010 auf 8 %/Durchschnittskuhbestand im Jahr 2012 sinkt. Die Zahl der Labmagenverlagerungen nahm von 2010 zu 2011 um 1 %/Durchschnittskuhbestand ab und steigt 2012 um 4 %/Durchschnittskuhbestand. Labmagenverlagerungen treten infolge Rohfasermangels bzw. bei nicht wiederkäuergerechter Ration auf. Ein weiterer Parameter, der zur Labmagenverlagerung führen kann, ist ein niedriger Blut-Calcium-Spiegel. Letztgenannter kann bei Tieren, die keine Gebärparese zeigen, zu einer Labmagenverlagerung führen.

Kuhabgänge

Die Zahl der Abgänge gibt indirekt einen Anhaltspunkt über die Tiergesundheit im Betrieb. Abbildung 28 zeigt den Anteil der Kuhabgänge am Durchschnittskuhbestand. Es gingen 2010 43,7 % der Kühe ab, 2011 verringerte sich die Anzahl auf 36,4 % und 2012 waren es 27,1 %. Es ist ein leichter Rückgang des Anteils abgegangener Tiere zu verzeichnen.

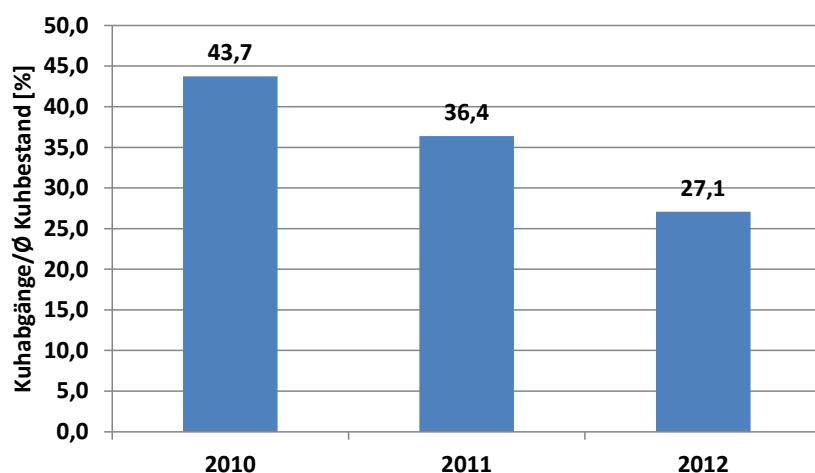


Abbildung 28: Anteil abgegangener Kühe am durchschnittlichen Kuhbestand

Die Nutzungsdauer ist bei der Betrachtung der Tierabgänge eine weitere aussagfähige Größe. Das Abgangs-
alter bzw. die Nutzungsdauer ist von hoher wirtschaftlicher Bedeutung. Zudem deutet eine längere Nutzungs-
dauer auf eine geringere Krankheitsproblematik im Bestand. In Abbildung 29 sind die anteiligen Kuhabgänge
je Laktation dargestellt. 13,4 % der Gesamtabgänge 2010 waren Kühe der 1. Laktation. 2011 waren es 8,6 %
und 2012 7,6 % des Durchschnittskuhbestandes. Es ergibt sich eine Verringerung um 5,8 % von 2010 zu
2012. Die gezeigte Tendenz ist als positiv zu bewerten. Eine weitere Verringerung der Abgangszahlen v. a.

der 1. Laktation ist anzustreben. Es kommt in jedem Fall zu einer Merzung von Jungkühen, weil nicht jedes Tier dem Zuchtziel entspricht. Der Anteil der genannten Tiere sollte möglichst gering sein.

In der 2. Laktation gingen 2010 9,6 % der Kühe ab, 2011 verringerten sich die Abgänge auf 8,5 % und 2012 gingen 6,1 % Kühe ab. Es gingen im Jahr 2012 3,5 % weniger Kühe, die sich in der 2. Laktation befanden, ab. Ähnlich den Tieren der 1. Laktation zeichnet sich eine positive Tendenz ab.

Der Anteil abgegangener Tiere, die sich in der 3. oder einer höheren Laktation befinden, sollte am höchsten sein. Eine höhere Nutzungsdauer ist auch aus Sicht der Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion anzustreben.

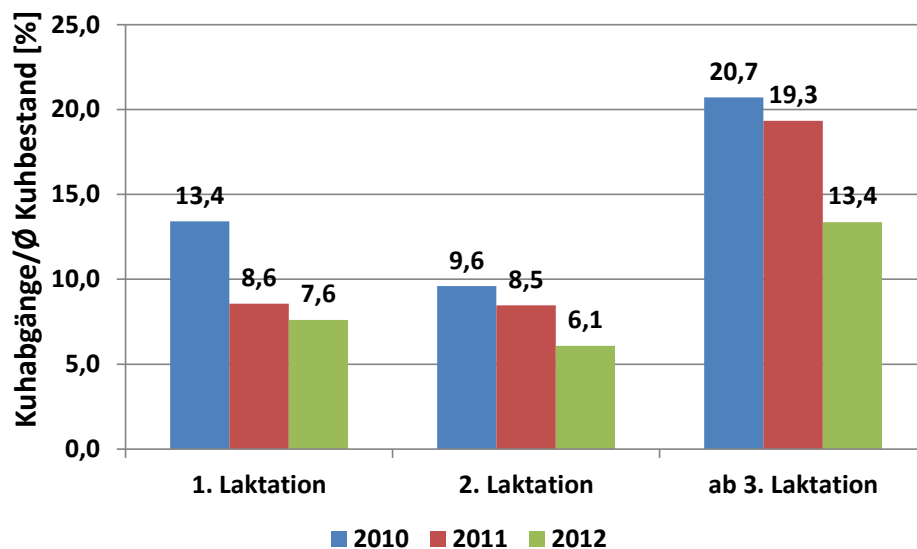


Abbildung 29: Anteil abgegangener Kühe am durchschnittlichen Tierbestand in Abhängigkeit zur Laktation

Es ist in Abbildung 29 ein Rückgang der jeweiligen Abgangszahlen je Laktation zu sehen. Ins Verhältnis gesetzt gehen jeweils ca. 50 % der abgegangenen Tiere vor der 3. Laktation ab. Der Anteil abgegangener Tiere konnte verringert werden, ohne die Nutzungsdauer zu erhöhen. Positiv ist, dass es zu keiner Verringerung der Nutzungsdauer durch die N-reduzierte Fütterung kam. Es besteht ein Zusammenhang zwischen den Abgangszahlen und der Krankheitshäufigkeit. Die Abgangszahlen sind rückläufig und die Zahl der behandelten Erkrankungen ging zurück. Tendenziell deutet dies eine Verbesserung der Gesundheitssituation der Tiere an. Es sind weitere Untersuchungen notwendig, um diese Entwicklung statistisch abzusichern.

Schlussfolgerungen

Milchleistung und Milchproteingehalt

Es konnte tendenziell kein Einfluss der N-reduzierten Fütterung auf die Milchleistung gefunden werden. Die Laktationsleistung, Lebens- und Nutzungseffektivität zeigten tendenziell keine negativen Einflüsse. Es kam zu einer Erhöhung der Persistenz der Milchleistung über den Laktationsverlauf. Beim Milchproteingehalt war eine leicht negative Tendenz zu sehen. Es besteht eine negative Korrelation zwischen der Milchleistung und der Milchproteinmenge. Der negative Trend ist nicht auf die N-reduzierte Fütterung zurückzuführen.

Futterverwertung, insbesondere die N-Verwertung

Zur Bewertung der Futterverwertung anhand einer non-invasiven Methode wurden Harn und Milchproben gesammelt. Anhand der Harnuntersuchung ließ sich die renale Ausscheidung des N zum Teil genauer klassi-

fizieren. Zudem ermöglichte es die Schätzung des mikrobiellen N-Flusses zum Duodenum. Letztgenannter war für die Tiere beider Gruppen ähnlich hoch. Es gab tendenziell keinen negativen Einfluss der N-Reduzierung des Futters auf die mikrobielle Proteinsynthese (MPS). Es waren Unterschiede in der Höhe der N-Verwertung bzw. N-Umsetzung sichtbar. Es wurde tendenziell mehr N in Milchprotein umgesetzt. Die über den Harn ausgeschiedene N-Menge nahm ab. Daraus leitet sich tendenziell eine effizientere N-Nutzung ab. Würde ein N-Mangel bestehen, müsste der Milchproteingehalt in Folge der verringerten MPS sinken. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass infolge einer umfangreicheren Nutzung des rezirkulierten Harnstoffs und einer damit einhergehenden geringen Produktion desselben den Pansenmikroben mehr Energie zur Verfügung stand, was wiederum die geringe Gesamt-N-Exkretion im Harn und die ähnlich hoch geschätzte Menge an Mikroben-N zur Folge hatte. Die Ausscheidungshöhe der odd- und branched-chain fatty acids (OBCFA) ist abhängig von der verdauten Mikrobenmasse. Es konnte zwischen den Tankmilchproben beider Betriebe kein Unterschied in der Höhe der OBCFA festgestellt werden.

Pansenfunktion, insbesondere die Faserverdauung

RIEMEIER (2004) stellte signifikant negative Einflüsse auf die Pansenfermentation und die mikrobielle Proteinsynthese bei einer RNB unter $-0,3 \text{ g N/MJ ME}$ fest. Die HL-Ration des Betriebs hat eine RNB von $-2,3 \text{ g N/kg TM}$ und enthält $11,2 \text{ MJ ME/kg T}$. In der AM-Ration betrug die RNB $-1,6 \text{ g N/kg TM}$ und sie wies $10,8 \text{ MJ ME/kg TM}$ auf. Es ergibt sich für den Betrieb ein Verhältnis von RNB zu ME in der HL-Ration von $-0,2 \text{ g N/MJ ME}$ und in der AM-Ration von $-0,1 \text{ g N/MJ ME}$. Die von RIEMEIER (2004) gesetzte Untergrenze wurde nicht unterschritten. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit deuten darauf hin, dass trotz leicht negativer RNB die Tiere ausreichend mit N versorgt sind, was sich mit den Ergebnissen von RIEMEIER (2004) deckt. Der Gehalt an Milchfett zeigte keinen negativen Trend. Anhand des Fettsäuremusters der Milch lassen sich Aussagen zur Faserverdauung treffen. Infolge einer verringerten Faserverdauung werden weniger kurzkettige Fettsäuren und CLA ausgeschieden. Die Menge an kurzkettigen FS unterschied sich um $0,1 \text{ g/100 g Milchfett}$ und die Menge an CLA war gleich hoch.

Fruchtbarkeits- und Gesundheitssituation

Zur Beurteilung des Fruchtbarkeitsgeschehens erfolgte eine Betrachtung ausgewählter Fruchtbarkeitsparameter. Es konnte kein negativer Trend auf die Fruchtbarkeitskennzahlen festgestellt werden. Die Gesundheitssituation wurde anhand der Krankheitshäufigkeit ausgewählter Erkrankungen dargestellt. Es war ein positiver Trend in Bezug auf Erkrankungen des Bewegungsapparates und des Euters zu sehen. Die Zellzahlklassenverteilung zeigte eine positive Tendenz, die vorgenanntes Ergebnis bestätigt. Es kam zu keinem deutlichen Trend zur Auftretshäufigkeit von Fruchtbarkeits- und Stoffwechselerkrankungen. Die Abgangszahlen sind zudem rückläufig.

Zusammenfassung

Die in der landwirtschaftlichen Praxis häufig zu hohe Versorgung mit nRP und leicht positive RNB provoziert N-Überschüsse. Neuere Studien zeigen, dass leicht negative RNB zu einer Stoffwechselentlastung führen. Zur Überprüfung dieser Annahme erfolgte eine Praxiserhebung in einem Betrieb, der auf N-reduzierte Fütterung umstellte.

Es ergaben sich folgende Ergebnisse bei der Betrachtung der betrieblichen Entwicklung in Folge der N-Reduzierung des Futters:

- tendenziell kein Einfluss auf Milchleistung, Fett- und Eiweißgehalt
- Verringerung der Milchwahnhstoffkonzentration
- höherer Anteil Tiere mit niedrigen Zellzahlen ($<100.000 \text{ Zellen/ml}$)

- tendenziell verringerter Futter-N-Aufwand
- tendenziell kein Einfluss auf Fruchtbarkeitskennzahlen
- Trend zur Verbesserung der Gesundheitssituation
- Verringerung der Abgangszahlen

Thesen

In Folge der N-Reduzierung von 17,5 auf 14,5 % Rohprotein in der Trockenmasse der Ration über einen längeren Zeitraum (drei Jahre) ist kein Einfluss auf die Milchleistung (> 30 kg ECM/Kuh und Tag) und den Eiweißgehalt (>3,2 %) zu erwarten. Die Milchwurststoffkonzentration (von 240 auf 100 mg/l) und der Futter-N-Aufwand sinken nachhaltig. Die Laktationskurven werden flacher mit erkennbar verbesserter Persistenz.

2.2.1.3 Die Bedeutung von Gras bei der Proteinversorgung von Milchvieh

Dr. Siriwan Martens und Prof. Dr. Olaf Steinhöfel

Gegenstand der Untersuchung

Mit ansteigendem Leistungsniveau steigt auch der Anspruch von Milchkühen an die Rohproteinqualität. Bei höheren Leistungen steigt insbesondere der Bedarf an bestimmten Aminosäuren.

Einleitung und Problemstellung

Grünland- bzw. Feldfutteraufwüchse sind unumstritten ein geeignetes Grob- und Grundfuttermittel zur Veredlung durch den Wiederkäuer. Zudem weisen Grünlandbestände insbesondere mit Gräsern, Leguminosen und Kräutern in Abhängigkeit vom Vegetationsstadium einen oft erheblichen Rohproteingehalt (RP) auf, der im Hektarertrag den von Körnerleguminosen im Ackerbau deutlich übersteigt. Mit ansteigendem Leistungsniveau steigt auch der Anspruch von Milchkühen an die Rohproteinqualität. Sind zur Deckung des Erhaltungsbedarfs und einer Milchproduktion von bis zu 5.000 kg/Jahr noch Nicht-Protein-Stickstoff-Verbindungen (NPN) ausreichend, erhöht sich der Bedarf an bestimmten Aminosäuren und im Pansen nicht abbaubarem Protein (sog. Durchflussprotein) mit steigender Milchleistung.

Ein Ziel der Untersuchungen war es, anhand von Praxiserhebungen zu verifizieren, inwiefern Grassilagen in Sachsen diesem Anspruch genügen bzw. wo Grenzen des Einsatzes oder gezielter Ergänzungsbedarf liegen. Weiterhin wurden in kontrollierten Silierversuchen Einflussfaktoren für die Proteinqualität und die Futtertauglichkeit von Graskonservaten ermittelt.

Material und Methoden

Zur Beschreibung der Proteinqualität wurde die Proteinfraktionierung nach LICITRA et al. (1996) an über 70 Grasproben von August 2013 bis Oktober 2014 vorgenommen, wobei sich die Mehrzahl aus Grassilagen verschiedener Schnitte von Praxisbetrieben in Sachsen zusammensetzt. Zudem wurden Aminosäuren in ausgewählten Stichproben aus 22 Silagen von sechs Betrieben über HPLC analysiert.

Ergebnisse und Diskussion

Festgestellt wurde ein große Variationsbreite des NPN-Anteils von 23 bis 66 % des RP mit einem Median von 50 % d. RP (A, Abbildung 30). Entsprechend schwankt der Reineiweißanteil (Fraktion B, C, Abbildung 30), insbesondere allerdings B₃, das im Wesentlichen dem Durchflussprotein (UDP) zugeordnet wird.

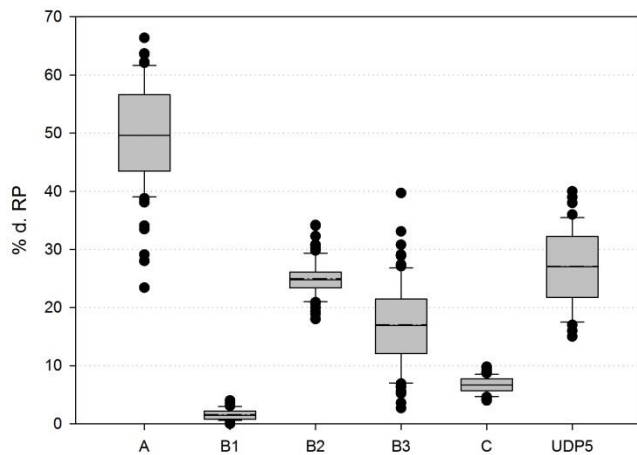


Abbildung 30: Rohproteinfraktionierung in Grassilagen nach LICITRA et al. (1996); n = 74. A - Nichtproteinstickstoff, B₁ - C Reineiweiß, C - unverdauliches Reineiweiß. UDP5, Schätzung des Anteils an Durchflussprotein aufgrund der Fraktionierung (LKS mbH Lichtenwalde)

Im Hinblick auf Milchkühe mit 35 kg täglicher Milchleistung heißt das, dass Grassilage bei einem Einsatz von 7 kg TM/Kuh*d abhängig von ihrer Qualität Durchflussprotein in Höhe von 20 bis 40 % des Gesamtbedarfs zur Verfügung stellt. Die meistlimitierenden Aminosäuren Lysin und Methionin bewegen sich in der Spanne von 2,6 bis 11,5 g/kg TM bzw. von 1,5 bis 3,9 g/kg TM in den untersuchten 22 Graskonservaten (Abbildung 31), wobei ein nur geringer Zusammenhang zu dem Proteolysegeschehen in der Silierung erkennbar ist (R^2 zw. NH_3-N u. Lysin = 0,24).

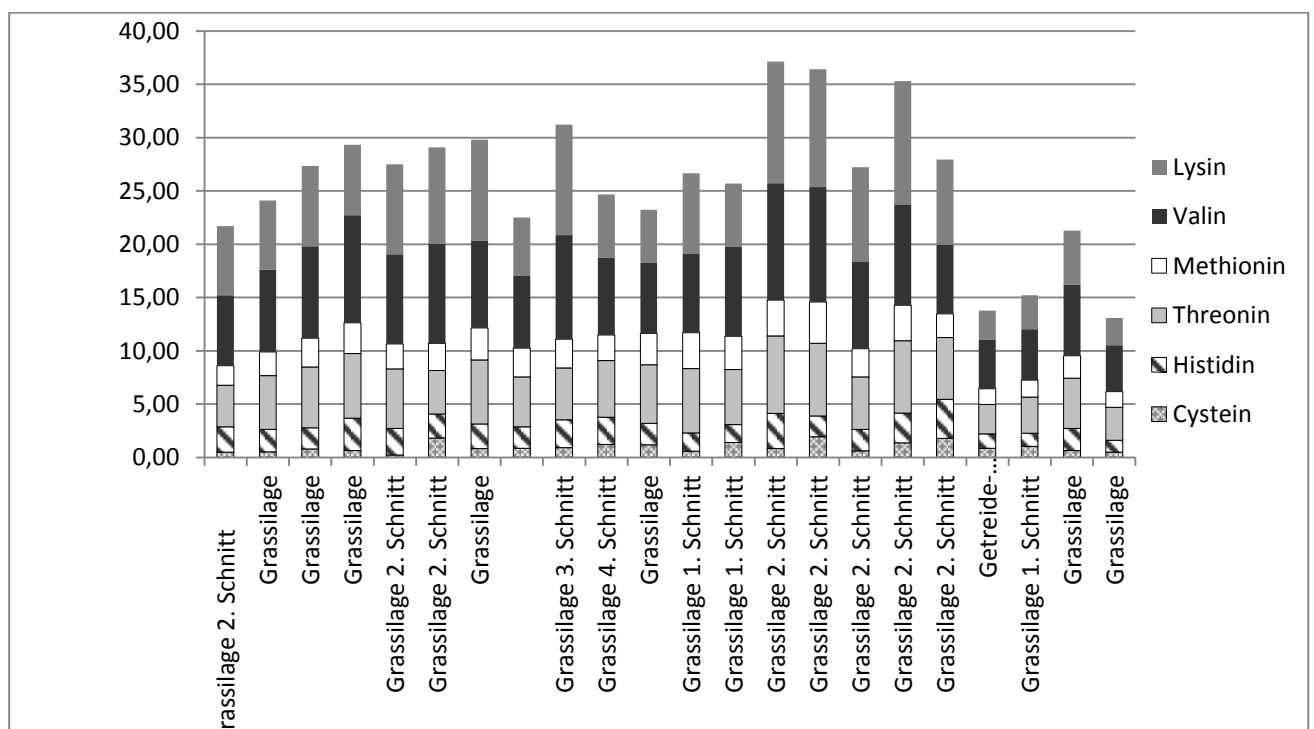


Abbildung 31: Gehalt von sechs Aminosäuren in Silagen (in g/kg TM)

Im „idealen“ Protein gemessen an der Milcheiweißzusammensetzung, der auch das Mikrobenprotein sehr nahe kommt, liegt das Verhältnis von Lysin zu Methionin bei 3,17 bzw. 3,04 (Tabelle 34). In den untersuchten Proben bewegte sich dieser Quotient im Mittel um 2,8, wobei Werte zwischen 1,7 und 3,8 möglich waren.

Tabelle 34: Durchschnittliche Aminosäurezusammensetzung von Pansenmikroben und Kuhmilch

g/100 g AS	Milch	Mikroben
Lysin	7,6	7,9
Methionin	2,4	2,6
Arginin	3,4	5,1
Histidin	2,7	2,0
Isoleucin	5,7	5,7
Leucin	8,7	8,1
Phenylalanin	4,6	5,1
Threonin	4,4	5,8
Valin	6,1	6,2
Lys/Met	3,17	3,04

Dies zeigt, dass Graskonservate eine durchaus günstige Aminosäurezusammensetzung für die Milchbildung liefern können. Der Einsatz von Trocken- und/oder Frischgrün als Ergänzung vor anderen Futtermitteln ist erwägenswert sowie eine Optimierung zwischen Aminosäuren- und Energieangebot.

Thesen

Die meistlimitierenden Aminosäuren Lysin und Methionin bewegen sich in der Spanne von 2,6 bis 11,5 g/kg TM bzw. von 1,5 bis 3,9 g/kg TM, wobei nur ein geringer Zusammenhang zum Proteolysegeschehen in der Silierung zu erwarten ist. Graskonservate können eine durchaus günstige Aminosäurezusammensetzung für die Milchbildung liefern.

2.2.2 Proteinqualität von Gras und Graskonservaten

Silierung bedeutet eine Umwandlung von leichtlöslichen Kohlenhydraten in Milchsäure unter anaeroben Bedingungen durch Milchsäurebakterien. Im Gegensatz zur Lebensmittelindustrie erfolgt dieser Prozess weitestgehend unkontrolliert, d. h., dass unterschiedlichste Mikroorganismen um die vorhandenen Nährstoffe konkurrieren. Der Konservierungseffekt liegt vor allem in der Entstehung undissoziierter Säure, in deren Gegenwart unter Sauerstoffabschluss nur wenige Mikroorganismen aktiv bleiben. Unerwünscht ist eine starke Bildung von Buttersäure durch Clostridien, weil sie zum einen einen hohen Energieverlust bedeutet und zum anderen durch ihren nur schwach sauren Charakter die Hygienisierung von Enterobakterien u. a. verhindert.

Neben der Umwandlung der Kohlenhydrate findet auch ein Umbau der stickstoffhaltigen Verbindungen, des sogenannten Rohproteins, statt. Neben Pflanzenenzymen sind insbesondere Clostridien für die Umsetzung von Rohprotein in Ammoniak zuständig, was aufgrund seiner Flüchtigkeit als Verlust angesehen werden muss. Des Weiteren entstehen im selben Zuge als Zwischenprodukt Gamma-Aminobuttersäure und biogene Amine. Letztere gelten als gesundheitsschädlich und damit leistungsmindernd für das Rind.

2.2.2.1 Veränderungen der Proteinqualität durch die Silierung von Gras

Prof. Dr. Olaf Steinhöfel und Dr. Wolfram Richardt

Gegenstand der Untersuchung

Bei der quantitativen und qualitativen Betrachtung des Silierprozesses stehen bislang die Veränderungen der Kohlenhydratfraktion und die Silierverluste im Vordergrund. Weniger oder gar nicht beachtet wurde die Veränderung der Proteinqualität. Während der Silierung findet aber ein erheblicher mikrobieller Abbau des in der Grünpflanze vorhandenen Reineiweißes statt, der den Futterwert nachhaltig beeinflusst.

Problemsicht

Im Spannungsfeld einer wirtschaftlichen Milchviehhaltung auf der einen und der steigenden Nachfrage nach Energiepflanzen in der Bioenergieerzeugung auf der anderen Seite ergeben sich neue Impulse, über die Vorzüglichkeit von Gras- und Leguminosensilagen in der Wiederkäuerfütterung nachzudenken. Dazu tragen auch Aspekte wie Strukturdefizite in Futtermitteln, wachsende Ansprüche an Proteinqualität und Mikroelemente, futtermittelhygienische Anforderungen oder phytosanitäre Problemsichten von Grundfutter für hochleistende Milchkühe bei. Bei der quantitativen und qualitativen Betrachtung des Silierprozesses stehen bislang die Veränderungen der Kohlenhydratfraktion und die Silierverluste im Vordergrund. Weniger oder gar nicht beachtet wurden die Verringerung der Proteinqualität bzw. Maßnahmen vorzunehmen, die Verluste von reinem Protein zu reduzieren. Die Bestimmung des pepsinunlöslichen Rohproteins als Maß für die Hitzeschädigung ist seit Ende der 1980er-Jahre nicht mehr in Gebrauch. Der Ammoniakgehalt in Silagen fiel mit Einführung des aktuellen DLG-Schlüssels zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen 2006 weg. Die Tatsache, dass die Veränderungen der Proteinqualität unbeachtet bleiben, kann auch daran erkannt werden, dass der UDP-Gehalt von Siliergütern und Silagen von unterschiedlichen Pflanzenbeständen bzw. phänologischen Entwicklungsstadien in aktuellen deutschen Futterwerttabellen gleichwertig ausgewiesen wird.

Ursache

Während der Silierung findet ein erheblicher mikrobieller Abbau des in der Grünpflanze vorhandenen Reineiweißes statt. Dieser Vorgang wird als Proteolyse bezeichnet. Dabei wird das Reineiweiß reduziert, der UDP-Gehalt (und damit auch die Menge an nXP) im Gras sinkt ab (Abbildung 32). Die Fraktion A (NPN-Verbindungen) besteht zunächst aus einem hohen Anteil an freien Aminosäuren und einem geringeren Anteil an Nicht-Aminosäure-Stickstoff. Durch Fehlvergärungen von überwiegend proteolytischen Clostridien kommt es zum Abbau der Aminosäuren, diese können dann zu biogenen Aminen und Ammoniak (NH_3) umgebaut werden. In vereinzelt Untersuchungen wurden die Veränderungen in den Rohproteinfraktionen durch die Silierung untersucht. Wie Abbildung 33 zu entnehmen ist, erhöhte sich der Anteil der Fraktion A in Kleegrassilagen um mehr als 100 % (von 28 auf 63 %). Dieser hohe Anstieg ist typisch für Grassilagen, wobei die Variation sehr groß ist. Bei anderen Feldstudien wurden Gehalte an Fraktion A von deutlich unter 60 % und mehr als 70 % gefunden. Die Zunahme der Fraktion A wird letztlich den größten Einfluss auf die Höhe des UDP haben. Mit Hilfe von Versuchen an pansenfistulierten Rindern konnte eine Beziehung zwischen den Rohproteinfraktionen und dem UDP-Gehalt verschiedener Futtermittel hergestellt und berechnet werden (SHANNAK et al. 2000).

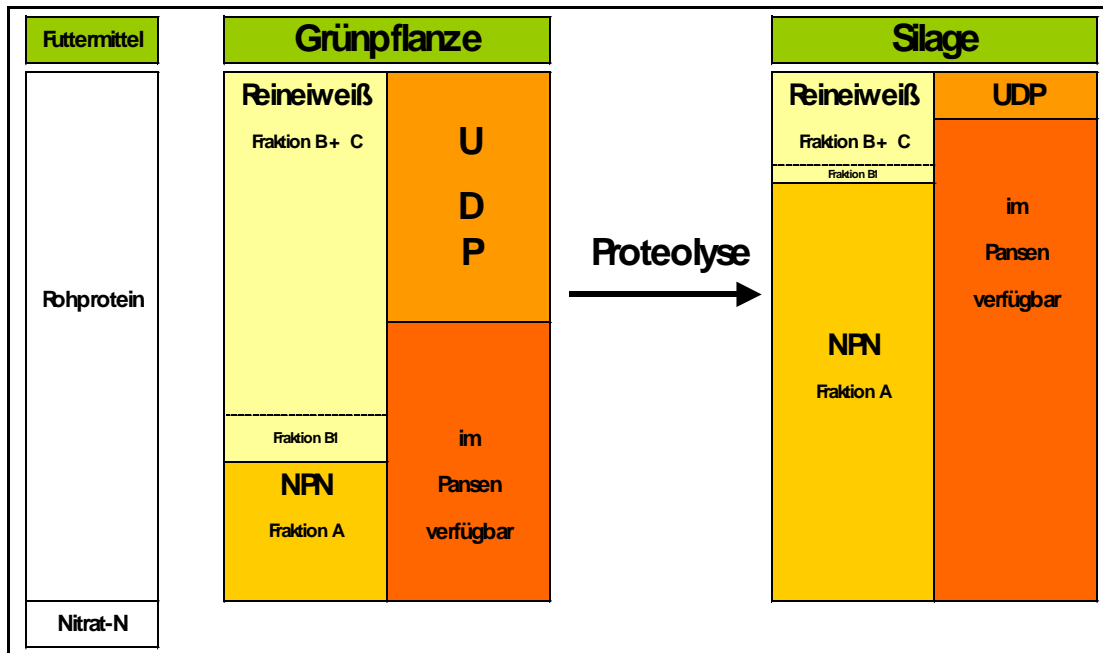


Abbildung 32: Veränderungen in den Rohproteinfraktionen durch die bei der Silierung stattfindende Proteolyse

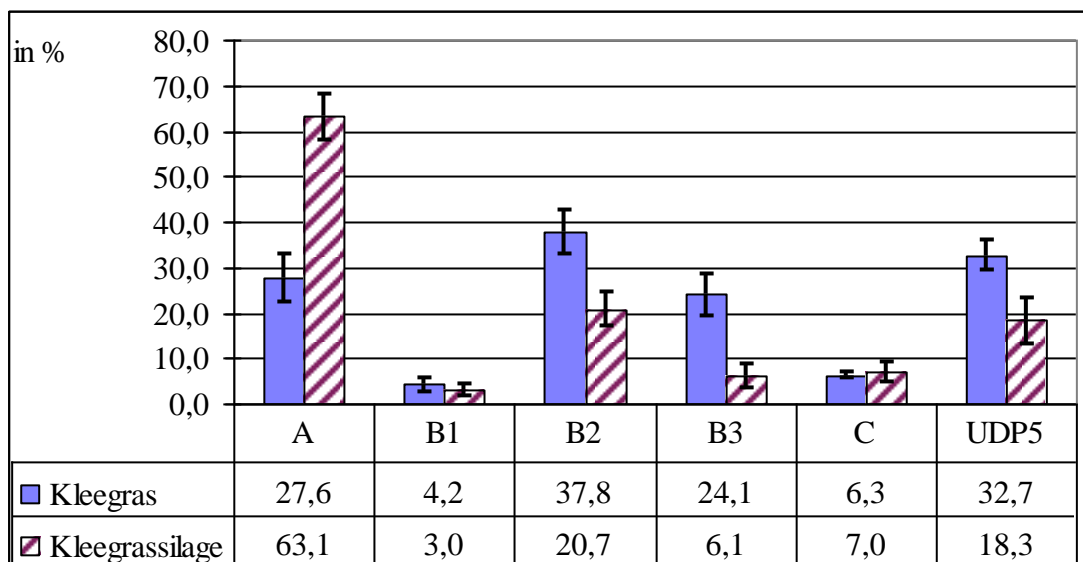


Abbildung 33: Veränderungen in den Rohproteinfraktionen von Klee gras und Klee grassilagen (n = 8) durch die Silierung

In der aufgeführten Untersuchung betrug der Mittelwert für das über die Proteinfraktionen kalkulierte UDP in Grassilagen 18 %, damit entspricht der Wert in etwa dem in der DLG-Futterwerttabelle von 1997 (15 %) aufgeführten. Der niedrigste in der Untersuchung „gemessene“ Wert lag aber bei 12 % und der höchste bei 24 %. Bei anderen Untersuchungen an Grassilagen ergeben sich zum Teil noch niedrigere (<10 % UDP) bzw. höhere Werte (>30 % UDP). Diese enormen Schwankungen im UDP-Gehalt bei Grassilagen mit gutem und sehr gutem Silierergebnis lassen die Schlussfolgerung zu, dass die bisherige Einschätzung der Silierqualität aus Sicht der Wiederkäuerfütterung nicht ausreicht!

Siliermittel können UDP-Gehalt steigern

Es wurden mehrere Silierversuche ausgewertet und der Effekt von Milchsäurebakterien auf die Rohproteinfraktionen und den UDP-Gehalt untersucht. Bei Einsatz eines biologischen Siliermittels verringerte sich tendenziell die Proteinlöslichkeit um ca. 4 % (56,6 vs. 60,4 %), im Gegenzug erhöht sich dadurch das UDP ebenfalls um 4 % (24,2 vs. 19,9 %). Aus diesen ersten Untersuchungsansätzen und Ergebnissen lässt sich schlussfolgern, dass durch biologische Siliermittel der UDP-Gehalt erhöht werden kann. Dies erklärt möglicherweise auch die Effekte von Siliermitteln auf die Leistung von Rindern, ohne deutliche Unterschiede bei den Kohlenhydraten in den Silagen. Neben dem UDP sind aber auch der Konserviererfolg und der Gehalt an schädlichen Stoffwechselprodukten (z. B. Ammoniak) wichtige Qualitätsmerkmale. Schlechte Konserviererfolge gehen oft mit einem steigenden Ammoniakgehalt einher. Ähnlich verhält es sich mit dem Gehalt an pepsinunlöslichem Rohprotein. In Abhängigkeit vom Erntejahr gibt es große Schwankungen im Anteil an Proben mit erhöhten Ammoniakgehalten (> 10 %). Besonders in nassen Jahren treten vermehrt Silagen mit Buttersäuregärung und hohen Ammoniakgehalten auf. Neben der Silierung könnte auch die Feldliegezeit einen Einfluss auf den Proteinabbau haben. Dazu wurde in einer entsprechenden Versuchsanordnung das Siliergut bis zu einer Feldliegezeit von fünf Tagen beprobt und untersucht. Anschließend wurde das Gras einsiliert und nach demselben Schema beprobt und untersucht. Es kam während der Feldliegezeit bereits zu einem geringfügigen Abbau von Reineiweiß. Der Gehalt an Reineiweiß in den Silagen korrelierte jedoch nicht mit der Feldliegezeit, sondern wird durch die Silierung selbst am meisten beeinflusst (Abbildung 34).

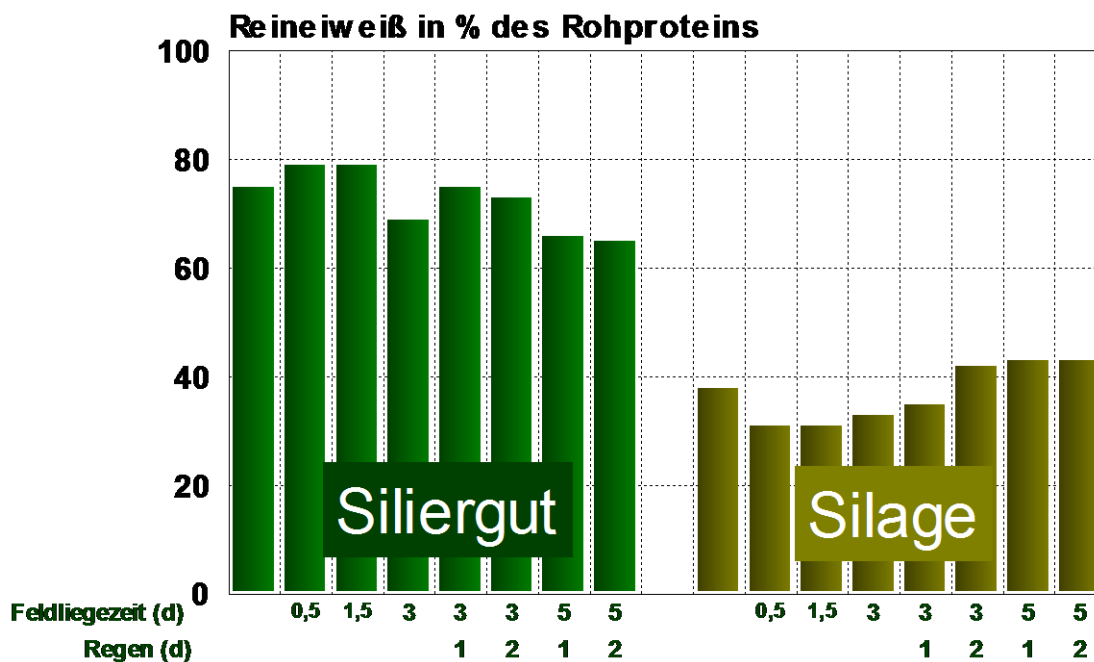


Abbildung 34: Einfluss der Feldliegezeit auf den Abbau des Reineiweißes

Die erweiterten Erkenntnisse zur Proteinqualität in Silagen, die analytischen Möglichkeiten zu ihrer Bestimmung und die Bedeutung, die sie für Leistung und Gesundheit der Milchkühe haben, erfordern eine Erweiterung der bisher formulierten Anforderungen. Dazu sind die Kennzahlen für die Proteinlöslichkeit, die Fraktion C und UDP für Gras- und Maissilagen (Tabelle 35) in die Anforderungen aufzunehmen.

Tabelle 35: Orientierungswerte für Parameter der Rohproteinqualität in Silagen

Parameter		Grassilage	Maissilage
Rohproteingehalt (RP)	g / kg TM	130 – 180	70 – 80
NH ₃ Gehalt	% des N	< 8	< 6
pepsinunlösliches RP		< 25	<25
Proteinlöslichkeit (A+B1)		55 – 65	50 - 60
Fraktion C	% des RP	< 12	< 12
UDP		> 15	>15

Fazit

Durch proteolytische Abbauprozesse während der Silierung sinken der Anteil an Reineiweiß und damit auch der UDP-Gehalt im Gras deutlich ab. Demnach beeinflussen sowohl Schnitt- bzw. Reifezeitpunkt als auch der Silierprozess den UDP-Gehalt (das steht im Widerspruch zur aktuellen Unterstellung der Futtermittelwerttabellen). Die Kennzahlen für die Proteinlöslichkeit sind in die Futtermittelanalyse/Rationsplanung aufzunehmen! Das pepsinunlösliche Rohprotein und Ammoniak (NH₃) können wichtige Informationen in Bezug auf Fehlgärungen liefern. Weil sich sowohl biogene Amine als auch Ammoniak negativ auf Futteraufnahme, Tiergesundheit und Fruchtbarkeit auswirken, sollte der Ammoniak-Gehalt dringend in die Beurteilung der Silagequalität einbezogen werden. Die Hoffnung, dass ein Mehr an Grassilage das teure Sojaextraktionsschrot in der Ration ersetzen kann, muss demnach gedämpft werden.

Thesen

Durch proteolytische Abbauprozesse während der Silierung sinken der Anteil an Reineiweiß und damit auch der UDP-Gehalt im Gras. Demnach beeinflussen sowohl Schnitt- bzw. Reifezeitpunkt als auch der Silierprozess den UDP-Gehalt. Die Kennzahlen für die Proteinlöslichkeit sind in die Futtermittelanalyse/Rationsplanung aufzunehmen. Das pepsinunlösliche Rohprotein und Ammoniak (NH₃) können wichtige Informationen in Bezug auf Fehlgärungen liefern.

2.2.2.2 Beeinflussung der Proteolyse durch tanninhaltige Silierzusätze

Simone Roscher, Prof. Dr. Olaf Steinhöfel, Dr. Wolfram Richardt

Gegenstand der Untersuchung

Es gibt Hinweise, dass tanninhaltige Pflanzenextraktstoffe in der Lage sind, das ruminale Wachstum insbesondere von Bakterienstämmen zu hemmen, die an der Proteolyse beteiligt sind. Mit einem Zusatz tanninhaltiger Pflanzenextrakte bei der Silierung von Grasaufwüchsen könnte nachhaltig die Proteinqualität von Grassilagen verbessert und damit der Einsatz von Grassilagen in der Milchkuhfütterung gesteigert werden.

Problemsicht

Während der Silierung proteinhaltiger Futtermittel findet eine mehr oder weniger starke Zunahme des Anteils an Nicht-Protein-Stickstoff (NPN) statt. Der Anteil an Nicht-Protein-Stickstoff am Rohprotein kann nach der Gärung über 80 % betragen (HVELPLUNG & WEIJSBERG 2000). Im frischen Siliergut sind NPN-Gehalte zwischen 20 und 30 % des Rohproteins zu beobachten. FAIRBAIRN et al. (1988) ermittelten einen Anstieg bei Luzernesilagen von 18 auf 31 % NPN am Gesamt-N-Gehalt. Über Richtung und Umfang der Proteolyse und deren Beeinflussbarkeit im Silierprozess liegen bislang wenig aussagekräftige Informationen vor. In vereinzelt Untersuchungen wurden die Veränderungen in den Rohproteinfraktionen durch die Silierung untersucht (RICHARDT & STEINHÖFEL 2000, 2007, 2008; GRUBER et al. 2004). Es gibt eine Vielzahl von Hinweisen, dass

tanninhaltige Pflanzenextraktstoffe in der Lage sind, das ruminale Wachstum insbesondere von Bakterienstämmen zu hemmen, die an der Proteolyse beteiligt sind (JONES et al. 1994). Es konnte nachgewiesen werden, dass die ruminale Ammoniak-N-Produktion durch den Einsatz von Tannin signifikant reduziert wird (DRIEDGER & HATFIELD 1972). Kondensierte Tannine tragen zu einer Reduzierung der Proteinverdaulichkeit der Mikroorganismen im Pansen sowie zu einer Erhöhung des Proteinanteils im Dünndarm bei (MIN et al. 2003) und führen somit zu einer Effizienzsteigerung in der Proteinverdaulichkeit (GETACHEW et al. 2008).

Im Gegensatz zu kondensierten Tanninen, welche pflanzliche Sekundärstoffe sind, die mit Proteinen komplexe Verbindungen (Tannin-Protein-Komplexe) bilden und mikrobiell nur gering abbaubar sind, sind hydrolysierte Tannine aufgrund ihrer toxischen Wirkungen im Magen-Darm-Trakt, in der Leber und den Nieren in der Tierernährung unerwünscht (SINGLETON & KRATZER 1969). Postruminal werden die komplexartigen Strukturen zwischen Tanninen und Proteinen, die im Dünndarm zur Verfügung stehen, wieder getrennt (KARIUKI & NORTON 2008). Im Gegensatz zu den hydrolysierten Tanninen werden kondensierte Tannine selbst vollständig vom Tier wieder ausgeschieden. Silierversuche mit Zusatz tanninhaltiger Extrakte mit dem Ziel die Proteolyse zu hemmen, gibt es bislang nur wenig. Informationen über das optimale Dosis-Wirkungs-Verhältnis, über mögliche Interaktionen zu Futteraufnahme und Verdaulichkeit sowie über den Einfluss auf den Fütterungserfolg in hohen Leistungsbereichen von Milchrindern fehlen. TABACCO et al. (2006) führten einen der wenigen Versuche durch, in denen Tannine dem Siliergut zugesetzt wurden. Sie stellten nach Verfütterung tanninbehandelter Silagen gegenüber der Kontrolle eine signifikante Reduzierung der Fraktion A (Nicht-Protein-Stickstoff) und Erhöhung der Fraktion B (leicht bis langsam abbaubares Protein) im Pansen fest, ohne dass die Proteinverdaulichkeit beeinflusst wurde.

Material und Methoden

In Silierversuchen am Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie wurde der Frage nachgegangen, inwiefern Zusätze mit kondensierten Tanninen in der Lage sind, die Proteolyse während der Silierung zu reduzieren. Als Siliergut wurde Welsches Weidelgras (WW) verwandt. Die Siliergüter wurden 24 Stunden angewelkt und anschließend auf eine mittlere theoretische Häcksellänge von 30 mm gehäckselt. Anschließend wurde durch Sprühen das gut wasserlösliche tanninhaltige Pflanzenextrakt und entsprechend dem Versuchsdesign (siehe Tabelle 36) Siliermittel appliziert. Getestet wurden zwei Tanninprodukte (Quebracho und Mimosa). Hier sollen nur die Ergebnisse bei Einsatz von Quebracho vorgestellt werden.

Tabelle 36: Versuchsplan Silierung mit Tanninextrakt

Versuchsplan	
Varianten	Zusätze
Kontrolle	Keine
CS	Kombinationsprodukt
BS	Biologisches Siliermittel
Q	Quebracho (Tanninprodukt 1)
Q + CS	Quebracho mit Kombinationsprodukt
Q + BS	Quebracho mit biologischem Siliermittel

Es wurden insgesamt sechs Versuchsvarianten und eine Kontrolle mit jeweils drei Wiederholungen hergestellt, die zu elf verschiedenen Terminen geöffnet wurden. Die Silierung erfolgte in Weckgläsern. Es wurde eine Verdichtung von ca. 200 kg Trockenmasse je m³ angestrebt.

Das eingesetzte biologische Siliermittel beinhaltete *Lactobacillus plantarum* DSM 8866 sowie 8862 und wurde nach den Angaben des Herstellers dem Siliergut beigemischt, sodass eine Impfdichte von 3×10^5 KfE pro

Gramm Siliergut erreicht wurde. Das verwendete Kombinationsprodukt setzte sich aus 75 ± 2 % Ameisensäure, 7 ± 2 % Natrium, 18 ± 2 % Wasser und *Lactobacillus plantarum* DSM 8866 sowie 8862 zusammen und wurde ebenfalls nach den Angaben des Herstellers getrennt voneinander und nach den entsprechenden Mengenempfehlungen verwendet. Als Tanninquelle diente, wie erwähnt, Quebracho (*Quebrachia lorentzii* syn./*Schinopsis balansae*), das von der Firma OTTO DILLE bezogen wurde, mit einem angegebenen Tanningehalt von ca. 76 %. Angestrebt wurde ein Quebrachogehalt von 3 % bezogen auf die Trockenmasse (bei 30 % TM). 27 g Quebracho wurden jeweils in 81 ml Leitungswasser aufgelöst, damit eine bessere Benetzung des Siliergutes mit den Tanninen erreicht werden konnte. Den drei Varianten ohne zugesetzte Tannine wurde die gleiche Wassermenge zugemischt, um keinen Einfluss auf den Trockenmassegehalt zu nehmen. Zur Vermeidung einer Kreuzkontamination wurde jede Variante in einer separaten Wanne hergestellt und separate Werkzeuge sowie Handschuhe während des Mischens genutzt. Die Silierdauer betrug 0, 1, 3, 6 und 12 Stunden sowie 1, 3, 6, 12, 24, 48 und 96 Tage. Die Siliergläser wurden direkt nach dem Befüllen und zum Versuchsende gewogen, je nach Variante zeitgleich geöffnet und zur Analytik weitergeleitet bzw. bei -18 °C zwischengelagert.

Direkt nach dem Öffnen wurden Messungen zur aeroben Stabilität der Versuchssilagen durchgeführt. Um die Einflüsse der Auftauphase und des Trocknens der Proben vor der Analytik zu minimieren, wurden die Proben gefriergetrocknet zur Analyse gebracht. Die Bestimmung der Rohrnährstoffe erfolgte mittels NIR und der UDP-Gehalt sowie die Proteinfractionen wurden durch eine Hausmethode (Enquete 342 M, 2003) bestimmt. Auch die Gärsäuren wurden anhand einer Hausmethode (HPLC) ermittelt. Für die Nylonbeutelversuche an gefestelten trocken stehenden Kühen, die 2012 unter Federführung von Dr. Hans-Joachim Alert (LfULG) durchgeführt wurden, wurde eine Einwaage von 4 g TM pro Beutel (R1020) vorgenommen und sechs Wiederholungen pro Variante durchgeführt. Nach dem Waschvorgang in der Waschmaschine wurden die Beutel moderat abgepresst und jeweils sechs Beutel für 24 Stunden bei 60 °C im Umlufttrockenschrank getrocknet und davon anschließend zwei Beutel weitere vier Stunden bei 103 °C zur Bestimmung der Restfeuchte. Die restlichen vier Beutel wurden zur analytischen Untersuchung weitergeleitet.

Ergebnisse

Die Gärqualität, bewertet nach dem DLG-Schlüssel von 2006, war bei allen Versuchssilagen und bei der Kontrolle sehr gut. Die Silagen waren ausnahmslos buttersäurefrei. Die aerobe Stabilität, bestimmt nach HONIG (1990), war weder bei den Versuchssilagen noch bei der Kontrolle <10 Tage. Die Untersuchung des Trockenmassegehaltes ergab, dass die Silagen feuchter als erwartet waren, sodass der realisierte Quebrachogehalt korrigiert werden musste. Der tatsächliche Quebrachogehalt in der Silage-Trockenmasse betrug 3,8 %.

Tabelle 37: Mittlere TM-, RP- sowie nRP-Gehalte und Proteinfractionierung nach 96 Siliertagen

		Kontrolle	CS	BS	Q	Q+CS	Q+BS
TM	g/kg FM	234,9	232,1	227,2	236,2	247,4	239,5
RP	g/kg TM	192,9	194,9	192,5	187,3	189,8	186,1
nRP	g/kg TM	143,7	144,6	144,5	146,6	147,3	147,0
Fraktion A	% d. RP	64,8	65,0	63,6	56,3	56,7	52,8
Fraktion B ₁	% d. RP	3,3	3,1	3,2	3,8	3,4	3,7
Fraktion B ₂	% d. RP	21,9	22,5	22,9	23,9	24,3	24,9
Fraktion B ₃	% d. RP	7,0	7,0	7,3	12,5	12,6	15,0
Fraktion C	% d. RP	3,0	2,4	3,0	3,4	2,0	3,6
Proteinlöslichkeit	%	68,1	68,1	66,8	60,1	60,1	56,4

Die Rohproteingehalte (RP) liegen zwischen 186 g (Q + BS) und 194 g RP/kg TM (CS). Tendenziell sind die RP-Gehalte bei den Varianten, denen keine Tannine zugesetzt wurden, höher (vergleiche Tabelle 37).

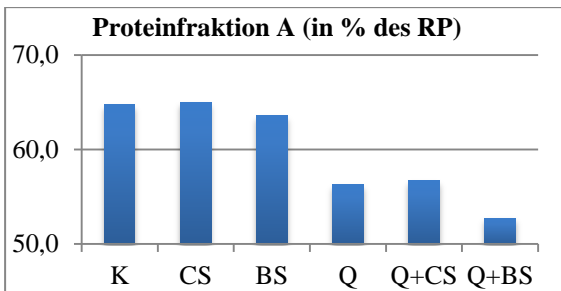


Abbildung 35: Prozentuale Anteile der Proteinfraktion A (in % des RP) der Silagen am 96. Siliertag

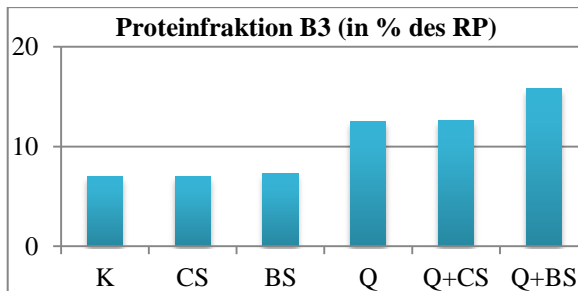


Abbildung 36: Prozentuale Anteile der Proteinfraktion B3 (in % des RP) der Silagen am 96. Siliertag

Bei den Proteinfraktionen bestehen teilweise deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten. Die größten Unterschiede zwischen den tanninhaltigen und tanninfreien Varianten treten in der Fraktion A (Nicht Protein-Stickstoff) und der Fraktion B₃ auf (vergleiche Abbildung 35 und Abbildung 36), hingegen wurden nur leichte Unterschiede in der Fraktion B₁, B₂ und C ermittelt.

Die Proteinlöslichkeit der mit Tanninen behandelten Silagen ist geringer, verglichen mit den Silagen, denen keine Tannine zugesetzt wurden (Abbildung 37). So konnte die Proteinlöslichkeit durch den Einsatz von Quebracho und dem biologischem Siliermittel auf 56,4 % gegenüber 68,1 % bei der Kontrolle reduziert werden.

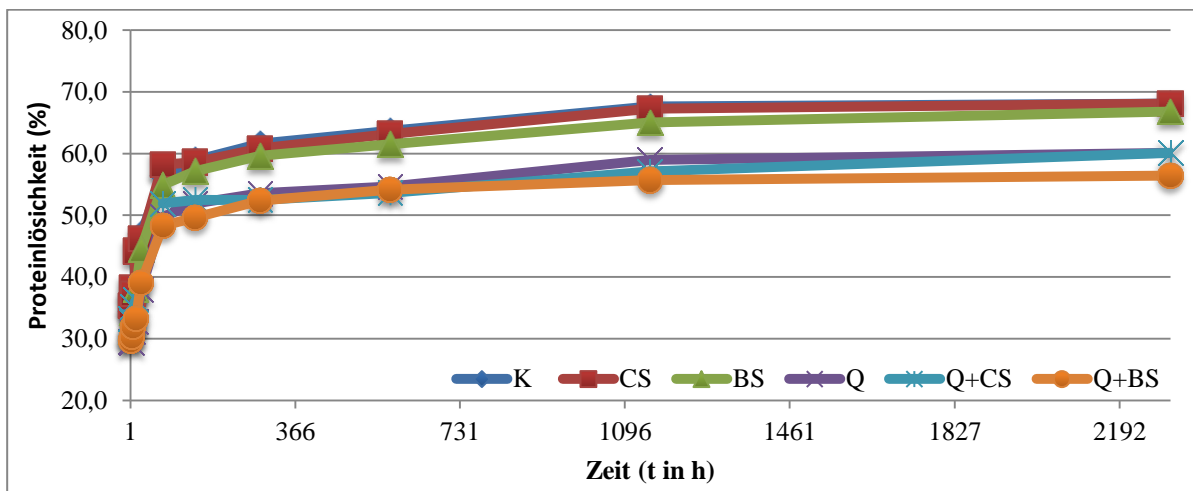


Abbildung 37: Proteinlöslichkeit (in %) der Versuchssilagen nach 96 Siliertagen

Die Ergebnisse der Nylonbeutelversuche sind der Tabelle 38 aufgeführt. Die Verschwindensrate des Rohproteins in der Kontrolle ist in den ersten Stunden verglichen mit der Silage mit den zugesetzten Tanninen deutlich höher. Erst ab der 16. Stunde ist die Rate des Verschwindens nahezu identisch.

Tabelle 38: Verschwindensraten des Rohproteins (in %) über die Zeit (t in h) der Kontrollsilage und der Silage mit Quebracho nach 96 Siliertagen ermittelt durch Nylonbeutelversuche

Probenbezeichnung	t [h]							UDP (in %)
	0	2	4	8	16	24	48	
Kontrolle	48,21	62,67	64,14	70,72	90,42	91,42	93,21	18,92
Quebracho	43,11	51,99	55,06	63,36	89,45	89,09	92,56	22,78

Diskussion

Die geringeren Gehalte der Fraktion A lassen darauf schließen, dass die Tannine einen Teil der Proteine vor der Proteolyse geschützt haben. Positiv zu werten ist, dass kaum Unterschiede in der Fraktion C gefunden wurden und davon ausgegangen werden kann, dass die Tannine das Protein nur vor dem mikrobiellen Abbau im Pansen schützen. Dies bestätigen auch Ergebnisse von KARIUKI & NORTON (2008), die durch Fütterungsversuche mit kondensierten Tanninen (aus Mimosengewächsen) an Schafen feststellen konnten, dass die Mehrheit der Tannin-Protein-Komplexe postruminal wieder gelöst wurden. Sie stellten Unterschiede in der Auflösung des Tannin-Protein-Komplexes in Abhängigkeit von der Tanninquelle fest. Über 90 Prozent der Verbindungen wurden jedoch zwischen dem Labmagen und dem terminalem Ileum gelöst. Auch die durchgeführten Nylonbeutelversuche zeigen, dass das Protein durch die Tannine zwar langsamer abgebaut wird, aber der Tannin-Protein-Komplex wieder gelöst werden kann und das Protein für den Wiederkäuer zur Verfügung steht.

Die ermittelten UDP-Gehalte der Quebracho-Variante (siehe Tabelle 38) sind mit knapp 23 % als sehr gut einzustufen und liegen über der Kontrolle (20 % des RP). Weiterhin ist festzuhalten, dass die Tannine nur einen leichten Verdünnungseffekt auf die Rohnährstoffe in dem untersuchten Siliergut ausübten und keinen Einfluss auf die Silagequalität hatten. Auch die Untersuchungen von TABACCO et al. (2006) bestätigen diese Ergebnisse. Eine Tanninmenge von 3,8 % (bezogen auf die Trockenmasse) ist für eine Nutzung in der Praxis zu hoch. In der Literatur sind abhängig von der Fragestellung Tanninkonzentrationen von 1 % TM (BEACHEMIN et al. 2007) bis 15 % TM (GETACHEW et al. 2008) zum Einsatz gekommen. Aussagekräftige Untersuchungen zu effektiven Dosis-Wirkungsbeziehungen fehlen bislang.

Fazit

Durch den Zusatz von 3,8 % Tanninen zum Siliergut kann die Proteolyse nicht aufgehoben, jedoch reduziert werden. Der Anteil der leicht löslichen Proteinfraction (A) nimmt ab und die Anteile an langsam abbaubaren Proteinen nehmen im gleichen Verhältnis zu. Die Proteinlöslichkeit reduziert sich durch den Einsatz von Tanninen während der Silierung. Erste Nylonbeuteluntersuchungen an gefistelten trockenstehenden Kühen konnten einen Anstieg des UDP-Gehaltes durch Tanninbehandlung der Silagen um ca. vier Prozentpunkte nachweisen. Weitere Untersuchungen zur Dosis-Wirkungsbeziehung, zur Kombinationseignung mit Siliermitteln, zur Veränderung des Futterwertes und zur Akzeptanz sowie des Fütterungserfolges bei hochleistenden Milchrindern sind aktueller Schwerpunkt eines gesonderten Forschungsvorhabens.

2.2.2.3 Verbesserung der Proteinqualität von Grobfutter in der Wiederkäuerernährung durch den Einsatz von Silierzusätzen basierend auf kondensierten Tanninen

Simone Roscher, Christian Kuhnitzsch, Dr. Siriwan Martens, Prof. Dr. Olaf Steinhöfel und Prof. Dr. Annette Zeyner

Ein Ansatz zur Hemmung der Proteolyse wurde im Projekt TANNISIL geprüft durch den Zusatz von verschiedenen Tanninextrakten (Quebracho, Mimosa) in unterschiedlichen Konzentrationen (0,0; 0,5; 1,5; 3,0 % d. TM) zur Silierung von Luzerne und Weidelgras. Die Rohproteinfraktionen (A [Nicht-Eiweißstickstoff] und B1,

B2, B3, C [in der Summe Reineiweiß]) wurden bei verschiedener Lagerdauer untersucht. Beispielhaft wird in Abbildung 38 das Ergebnis der B2-Fraktion in Luzernesilage (36 % TM) nach 180 Siliertagen im Jahr 2013 gezeigt.

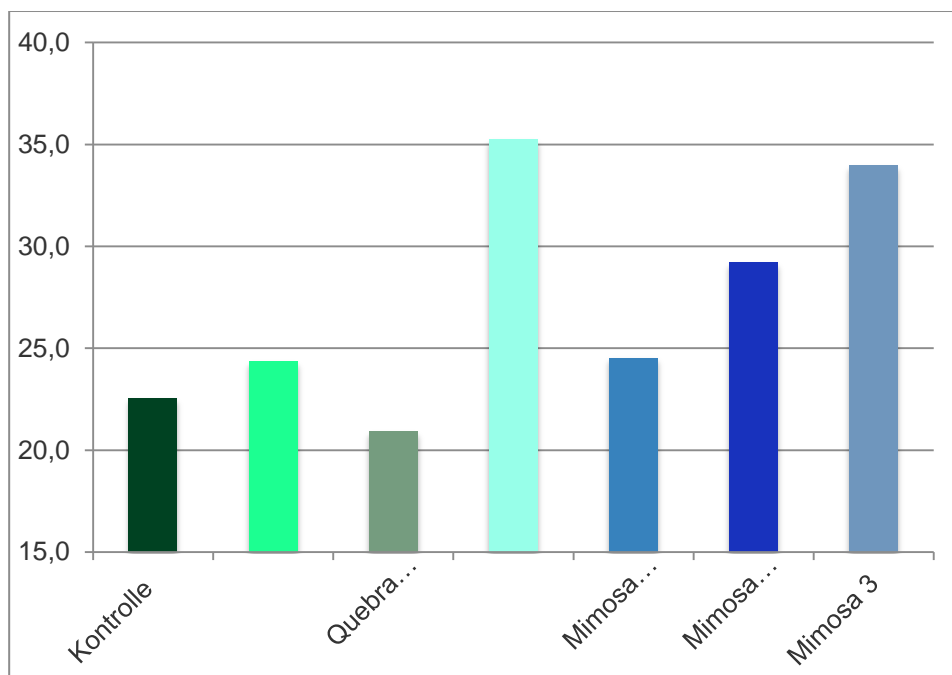


Abbildung 38: B2-Fraktion (% des Rohproteins) in Luzernesilage nach 180 d Lagerdauer mit verschiedenen Zusätzen

Dabei zeigt sich, dass die kondensierten Tannine, die sich an Protein anlagern, eine stärkere Konservierung des Reineiweißgehaltes bewirken können. Im Gruppenfütterungsversuch mit Milchvieh 2015 in Köllitsch konnten jedoch keine Effekte auf die Milchleistung und -inhaltsstoffe festgestellt werden. Lediglich der Milchwahnharnstoffgehalt war ab dem 15. Versuchstag im Mittel der je 30 Tiere leicht, aber signifikant niedriger in der Versuchsgruppe, die mit Luzernesilage (Behandlung 3 % Quebrachoextrakt [ByProQ] in der TM) mit 25 % Rationsanteil in der Trockenmasse gefüttert wurde im Vergleich zur Kontrollgruppe mit tanninfreier Luzernesilage.

2.2.2.4 γ -Aminobuttersäure in Grassilagen

Prof. Dr. Olaf Steinhöfel, Christian Kuhnitzsch, Dr. Wolfram Richardt, Dr. Bernd Pieper, Dr. Ulrich Korn und Prof. Dr. Annette Zeyner

Gegenstand der Untersuchung

Die γ -Aminobuttersäure (GABA) ist ein Produkt der einfachen Decarboxylierung von Glutaminsäure, die insbesondere durch desmolytisch aktive Clostridien in Gras- und Leguminosensilagen provoziert wird. Eine erhöhte Aufnahme gilt als unerwünscht. Um ggf. Restriktionen für Silagen mit erhöhten GABA-Gehalten formulieren zu können, ist eine kosten- und zeiteffiziente Routineanalytik erforderlich, die aktuell nicht verfügbar ist. Es wird nach Korrelationen zu laboranalytischen Routineparametern gesucht, um den Gehalt an GABA in Grassilagen schätzen zu können.

Einleitung

Die γ -Aminobuttersäure (GABA) ist ein Produkt der einfachen Decarboxylierung von Glutaminsäure, die insbesondere durch desmolytisch aktive Clostridien in Gras- und Leguminosensilagen provoziert wird. Eine er-

höhte Aufnahme gilt als unerwünscht, weil GABA als inhibitorischer Neurotransmitter im Zentralnervensystem wirkt. Die Resorption und Wirkung im Tier nach oraler Aufnahme höherer Mengen aus Silagen sind bislang unzureichend untersucht. Aktuelle Arbeiten stellen eine nennenswerte Resorption nach oraler Aufnahme in Frage (KNYCH et al. 2015). Unabhängig von Fragen zur Resorption bzw. zu postresorptiven Effekten deuten höhere GABA-Gehalte im Siliergut auf unerwünschte proteolytische und desmolytische Prozesse hin. Nach THEERMANN (2011) könnte als Indikator für diese Prozesse z. B. der Reineiweißgehalt genutzt werden. Die vorliegende Studie soll Hinweise geben, ob die derzeit in der Routine untersuchten Parameter wie Ammoniak oder auch einzelne Proteinfractionen (LICITRA et al. 1996) in einer signifikanten Beziehung zu den GABA-Konzentrationen in Grassilagen stehen. In Voruntersuchungen (RICHARDT et al. 2011) an 99 Silagen aus Silierversuchen in Sachsen und Nordrhein-Westfalen stand die Gesamtkonzentration an biogenen Aminen (BA_Σ) in einer Negativbeziehung zum Gehalt an Trockenmasse (TM) ($r = -0,64$, $p < 0,05$), während die Konzentration an NH₃-N positiv mit dem an biogenen Aminen assoziiert war ($r = 0,67$, $p < 0,05$). Variablen der Proteinfractionierung waren dabei weniger geeignet, den Gehalt an BA_Σ abzubilden.

Material und Methoden

Probenmaterial

In die statistischen Untersuchungen wurden 81 vollständige Datensätze von Grassilagen (1.–5. Aufwuchs) einbezogen. Die Laboranalytik wurde von LKS mbH Lichtenwalde nach VDLUFA-Methodenbuch Band III durchgeführt. Die Analyse der einzelnen Proteinfractionen erfolgte in Anlehnung an LICITRA et al. (1996), während die Gehalte an biogenen Aminen und GABA mittels GC/MS/MS (Hausmethode LKS mbH) bestimmt wurden. Die lineare Beziehung zwischen den Konzentrationen an GABA und anderen N-haltigen Fraktionen wurde mittels Korrelationsanalyse nach PEARSON sowie linearer Regressionsanalyse ausgewertet (IBM SPSS Statistics, Version 20). Die wichtigsten statistischen Maßzahlen der untersuchten Variablen und insbesondere die Spannweite der Analyseergebnisse sind in Tabelle 39 zusammengefasst. Alle verwendeten Variablen waren normal verteilt. Die GABA-Konzentration der Silagen variierte zwischen 0,6 und 12 g/kg TM.

Tabelle 39: Konzentration an ausgewählten N-haltigen Fraktionen in den 81 untersuchten Grassilagen sowie lineare Beziehung zwischen den Gehalten an GABA und den weiteren Fraktionen

Fraktion		MW	Median	Min	Max	± s	r	p
GABA	[g/kg TM]	7,1	6,9	0,6	12	2,6		
TM	[g/kg TM]	377	377	228	575	76,0	-0,75	< 0,01
Reineiweiß	[% im RP]	45,7	44,7	30,6	69	7,9	-0,40	< 0,01
Fraktion A	[% im RP]	54,2	55,3	23,3	69,4	8,6	0,27	= 0,02
Fraktion B3	[% im RP]	13,9	12,8	3,4	33,9	5,5	-0,32	< 0,01
Fraktion C	[% im RP]	5,2	5,1	2,8	11,9	1,3	-0,29	= 0,01
Proteinlösl.	[% im RP]	56,7	58,4	27,3	71,1	8,5	0,20	= 0,07
UDP ₈ -kalk.*	[% im RP]	27,3	26,7	15,8	43,6	4,9	-0,37	< 0,01
NH ₃ -N	[% im RP]	7,1	6,8	0,0	23,0	2,9	0,44	< 0,01

* SHANNAK et al. (2000); KIRCHHOF et al. (2010)

Zur Validierung der Aussage wurde ein unabhängiger Datensatz ($n = 20$) aus Silierversuchen eines aktuell laufenden Forschungsprojektes ausgewertet. Die Ergebnisse stammen aus 90 Tage alten Laborsilos. Untersucht wurden Luzernesilagen mit zwei TM-Gehalten (21 und 46 %) bei Zusatz diverser Siliermittel, Tanninextrakten bzw. Kombinationen daraus ($n = 3$ pro Variante; Abbildung 39).

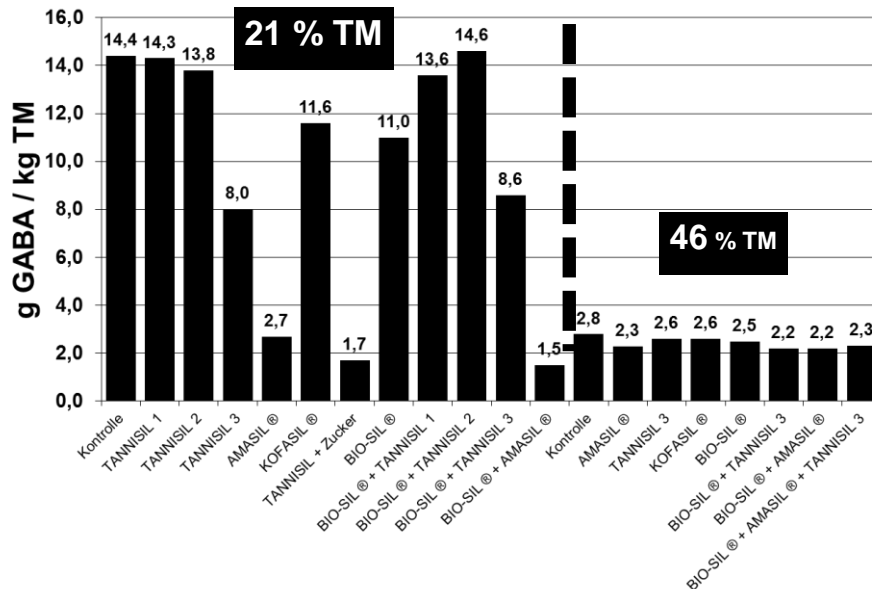


Abbildung 39: GABA-Gehalte in Luzernesilagen mit zwei TM-Stufen aus 20 Laborsilos mit verschiedenen Zusätzen (je n = 3)

Ergebnisse und Diskussion

In den untersuchten Grassilagen (n = 81) wurde ein mittlerer GABA-Gehalt von $7,1 \pm 2,6$ g/kg TM festgestellt. Dieser war negativ mit dem TM-Gehalt der Silagen korreliert (Tabelle 39). Die regressive Auswertung zeigt, dass bei TM-Gehalten von weniger als 45 % in den Grassilagen das Auftreten von GABA-Konzentrationen oberhalb von 5 g/kg TM sehr wahrscheinlich ist (Abbildung 40). Bei TM-Gehalten unterhalb von 35 % muss sogar mit GABA-Gehalten von mehr als 8 g/kg TM gerechnet werden. Während in den zur Kontrolle dienenden Luzernesilagen (Abbildung 39) nahezu alle Proben mit einem TM-Gehalt von 21 % hohe GABA-Konzentrationen aufwiesen, waren die Silagen mit 46 % TM ausnahmslos arm an GABA.

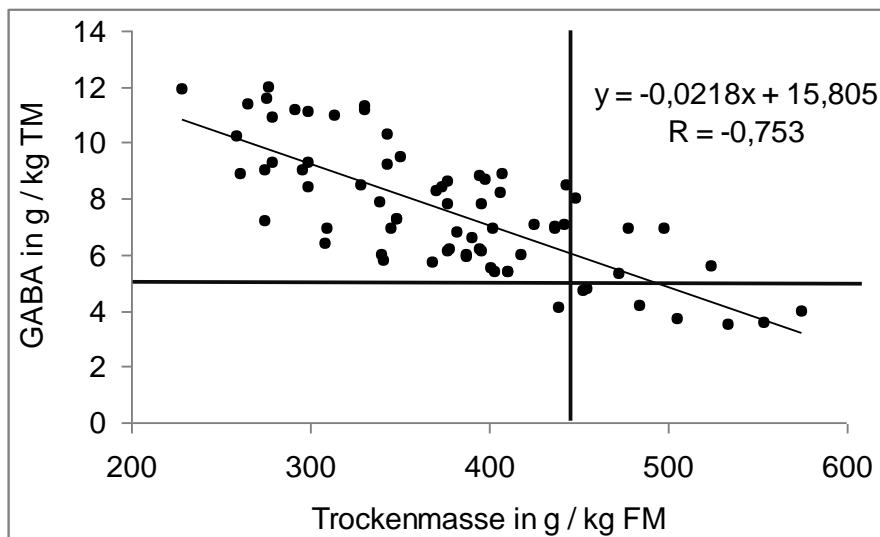


Abbildung 40: Beziehung zwischen Gehalt an Trockenmasse und GABA in den Grassilagen (n = 81)

In den hier vorliegenden Untersuchungen bestand eine signifikant negative Beziehung zwischen dem Gehalt an Reineiweiß am Gesamt-N und dem an GABA in den Grassilagen (Tabelle 39; Abbildung 41). Eine solche Beziehung war bereits von THEERMANN (2011) beschrieben worden. Die Autorin postulierte Reineinweißanteile

von weniger als 50 % am Rohprotein als kritisch im Hinblick auf das Auftreten hoher Aminkonzentrationen. Auch in der hier vorgestellten Auswertung war bei einem Anteil von weniger als 50 % Reineiweiß am Gesamt-N ein gehäuftes Auftreten von GABA-Konzentrationen oberhalb von 5 g/kg TM zu verzeichnen (Abbildung 41).

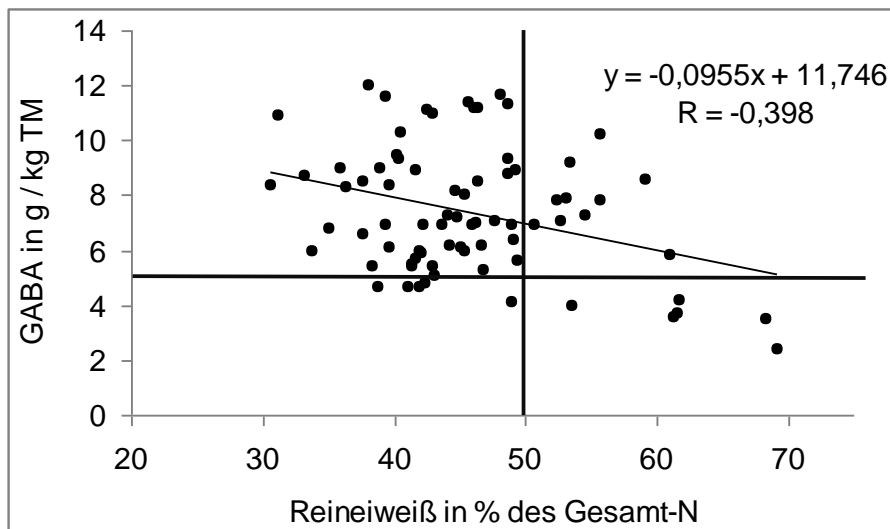


Abbildung 41: Beziehung zwischen Gehalt an Reineiweiß im Rohprotein und an GABA in der TM der Grassilagen (n = 81)

Die Ergebnisse aus den Versuchen mit Luzernesilage zeigen, dass die Beziehung zwischen dem Reineiweißanteil am Rohprotein und der GABA-Konzentration beim Vorliegen hoher TM-Gehalte in den Silagen erheblich an Bedeutung verliert (Abbildung 42).

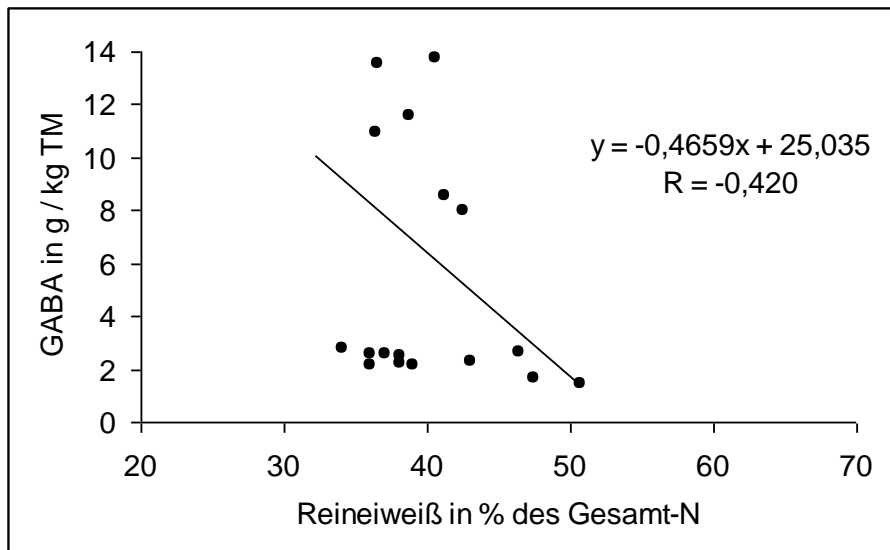


Abbildung 42: Beziehung zwischen Reineiweißanteil am Rohprotein und GABA-Gehalt in den Luzernesilagen (n = 20)

Zwischen dem Gehalt an $\text{NH}_3\text{-N}$ am Gesamt-N und dem an GABA in den Grassilagen bestand eine signifikant positive Beziehung (Tabelle 39; Abbildung 43). Dabei wiesen Anteile von $\text{NH}_3\text{-N}$ am Gesamt-N oberhalb von 10 % auf GABA-Gehalte von mehr als 5 g/kg TM in den Silagen hin.

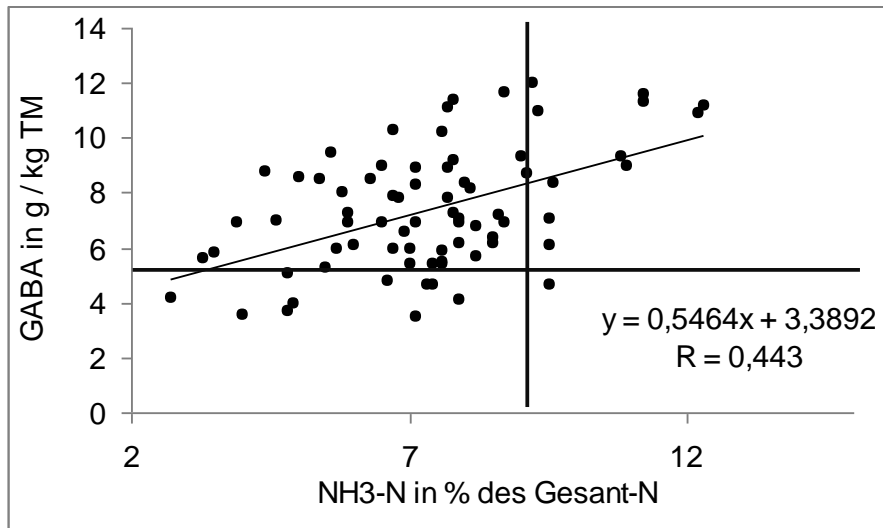


Abbildung 43: Beziehung zwischen Anteil an NH₃-N am Gesamt-N und GABA-Gehalt in den Grassilagen (n = 81)

Diese Beziehung war prinzipiell auch in den Ergebnissen der Silierversuche mit Luzerne nachvollziehbar (Abbildung 44), wobei in diesem Versuchsansatz Interaktionen mit weiteren, systematisch beeinflussenden Variablen zu berücksichtigen sind.

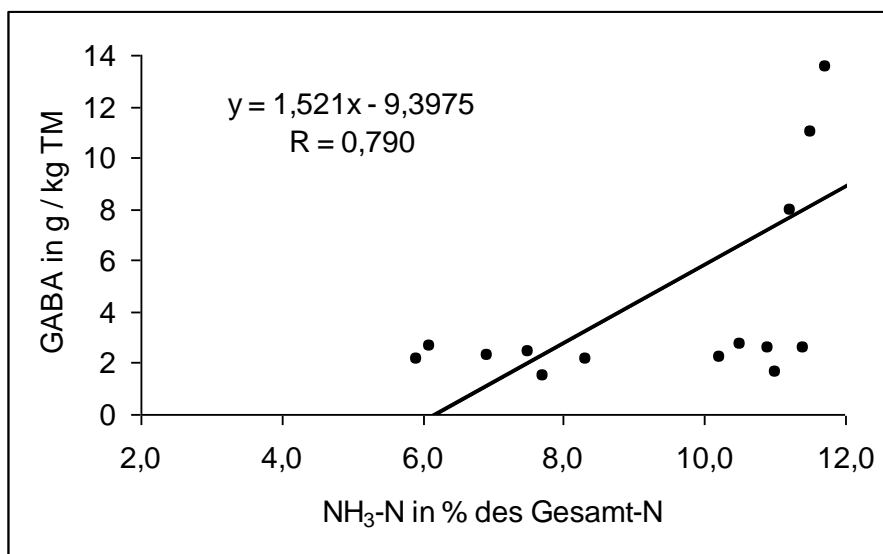


Abbildung 44: Beziehung zwischen Anteil an NH₃-N am Gesamt-N und GABA-Gehalt in den Luzernesilagen (n = 20)

Fazit

Die Beachtung des absoluten Gehaltes N-haltiger Fraktionen und deren qualitativer Verschiebung während des Silierprozesses ist sowohl für die Bewertung des Konservierungserfolges als auch der Fütterungstauglichkeit von Silagen empfehlenswert. Gehalte an Reineiweiß am Rohprotein von weniger als 50 % weisen auf GABA-Konzentrationen oberhalb von 5 g/kg TM hin. Der Anteil an NH₃-N am Rohprotein ist zur Beurteilung von Proteolyse und Desmolyse im Silierprozess ebenfalls gut geeignet. Bei Anteilen von mehr als 10 % NH₃-N am Gesamt-N ist das Vorkommen nennenswert hoher Gehalte an GABA (> 5 g/kg TM) wahrscheinlich. Weil die Reineiweißbestimmung mit höheren analytischen Aufwendungen verbunden ist und zudem die GABA-

Konzentration in Silagen über den Reineiweißanteil am Rohprotein nur mit geringfügig höherer Sicherheit geschätzt werden kann als über den Gehalt an $\text{NH}_3\text{-N}$ am Gesamt-N, ist die Einbeziehung von $\text{NH}_3\text{-N}$ in die analytische Routine zur Beurteilung von Silagen unbedingt zu empfehlen. Die sicherste Beziehung weist die Konzentration an GABA offenbar zum TM-Gehalt von Silagen auf, wobei in den hier vorliegenden Untersuchungen an Grassilagen erst bei TM-Gehalten oberhalb von 45 % höhere GABA-Konzentrationen ($> 5 \text{ g/kg TM}$) sicher auszuschließen waren. Eine routinemäßige Analyse des Gehaltes an biogenen Aminen und in Besonderheit an GABA in Silagen erscheint erst dann sinnvoll, wenn anhand eines aussagefähigen (patho-)physiologischen Korrelats belastbare Orientierungs- bzw. Grenzwerte formuliert worden sind.

Thesen

Durch den Zusatz von knapp 4 % Tanninextrakt zum Siliergut kann die Proteolyse signifikant reduziert werden. Der UDP-Gehalt der Silagen wird durch die Behandlung um ca. vier Prozentpunkte gesteigert. Weitere Untersuchungen zu dieser Problematik sind Schwerpunkt eines Forschungsvorhabens, das aktuell bearbeitet unter dem Akronym „TANNISIL“ durch die BLE gefördert wird.

Der Anteil an $\text{NH}_3\text{-N}$ am Rohprotein ist zur Beurteilung von Proteolyse und Desmolyse im Silierprozess gut geeignet. Bei Anteilen von mehr als 10 % $\text{NH}_3\text{-N}$ am Gesamt-N ist das Vorkommen nennenswert hoher Gehalte an GABA ($> 5 \text{ g/kg TM}$) wahrscheinlich. Die Einbeziehung von $\text{NH}_3\text{-N}$ in die analytische Routine zur Beurteilung von Silagen ist unbedingt zu empfehlen.

2.2.3 Weidefütterung von Milchrindern

2.2.3.1 Vergleichende Untersuchungen zu Weidefutter vs. Grassilage im Stall

Christian Kuhnitzsch, Dr. Siriwan Martens, Prof. Dr. Olaf Steinhöfel, Dr. Monika Wensch-Dorendorf, Prof. Dr. Annette Zeyner

Gegenstand der Untersuchung

Um die hohen Zufuhren bei der durch Proteolyse und Desmolyse gebildeten leichtlöslichen Proteinfractionen in den Grassilagen zu reduzieren, könnte der Austausch von Grassilage durch Weidefutter einen Beitrag leisten.

Einleitung

Eine partielle Weidefütterung könnte insbesondere bei Altmelkern ($< 30 \text{ kg}$ täglicher Milchleistung) zur Optimierung der qualitativen N-Versorgung beitragen. Um die hohen Zufuhren bei der durch Proteolyse und Desmolyse gebildeten leichtlöslichen Proteinfractionen in den Grassilagen zu reduzieren und letztlich einer hohen N-Ausscheidung über Harn und Milch und der damit verbundenen Auswirkungen auf die Tiergesundheit, Fruchtbarkeit und Umwelt entgegenzuwirken, könnte der Austausch von Grassilage durch Weidefutter einen Beitrag leisten. In einem Fütterungsversuch sollte die N-Effizienz bei der Halbtagsweidehaltung anhand von Analysen des Futters, der Milch und des Harns bewertet werden.

Material und Methoden

Von April bis Oktober 2014 wurde im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch ein Fütterungsversuch mit zwei Gruppen altmelkender Milchkühe durchgeführt. Beide Gruppen wurden nach Trächtigkeitsstadium, Vorleistung und Körperkondition annähernd gleich zusammengesetzt. Die Versuchsgruppe (VG) wurde zwischen den zwei Melkzeiten auf einer Koppelweide gehalten, die andere verblieb im Laufstall und bildete die Kontrollgruppe (KG). Die KG wurde ad libitum mit einer Voll-TMR gefüttert. Hierfür wurde die Futterraufnahme gruppenbezogen als Differenz aus Futtervorlage und Futterrest ermittelt. Die VG bekam während der Stallphase eine Teilmischung (Voll-TMR abzüglich Grassilage). Als theoretische Weidefutterraufnahme der VG wurde aus der

Differenz der gemessenen Energieaufnahme im Stall und dem errechneten Energiebedarf der Tiere in Abhängigkeit vom Energiegehalt des Weidefutters unterstellt. Eine Konditionsveränderung der Tiere während des Weideversuches wurde nicht ermittelt.

Die 10-stündige Weidefütterung erfolgte in Abhängigkeit von den Außentemperaturen wahlweise am Tag bzw. in der Nacht. Neben den Untersuchungen und Analysen zur Futtermittelaufnahme und zum Futterwert der eingesetzten Futtermittel wurden monatlich die Lebendmasseentwicklung, der Body Condition Score, die Rückenfettdicken und der Locomotion Score (LCS) ermittelt. Im Fokus der Untersuchungen zum Futterwert standen insbesondere Kennzahlen der Proteinqualität. Im Versuchszeitraum wurden kontinuierlich Futtermittelproben von den Weideaufwüchsen und der gefütterten TMR gezogen, eingefroren und in der LKS mbh Lichtenwalde nach den jeweiligen Standardmethoden des VDLUFA (Methodenbuch Band III) untersucht. Die Fraktionierung des Rohproteins erfolgte nach einer Hausmethode in Anlehnung an LICITRA et al. (1996). Zur Milchleistungsprüfung (MLP) im September wurden aus der VG 11 und aus der KG 12 Proben für die Bestimmung von Milchsäuren durch die LKS mbh Lichtenwalde ausgewählt. Die Analyse erfolgte mittels Gaschromatografie und einen Flammenionisationsdetektor (GC-FID).

Ergebnisse

Die tägliche Futtermittelaufnahme der KG lag im Mittel bei 18,2 kg Trockenmasse (TM) je Kuh. Die VG hatte eine mittlere tägliche Futtermittelaufnahme im Stall von 12,9 kg TM je Kuh. Die tägliche Energieaufnahme aus der Teil-TMR betrug ca. 83 MJ NEL. Aus der Differenz zum Energiebedarf der Weidetiere von 111 MJ NEL/Tag und einer Energiedichte von 6,3 MJ NEL/kg TM Weidefutter ergibt sich eine theoretische Weidefuttermittelaufnahme von ca. 5,5 kg TM/Tag. Dies entspricht einer Aufnahme von ca. 26 kg Frischmasse Weidefutter, bei einem analysierten TM-Gehalt von 20,9 %.

Tabelle 40: Mittlere kalkulierte Aufnahme an Rohfaser (XF), Rohprotein (XP), einzelnen Rohproteinfraktionen, nutzbarem Rohprotein (nXP) und UDP je Kuh und Tag, gemittelt über 10 Tage (Angaben in g/Tag)

	XF	XP	nXP	UDP 5%	A	B1	B2	B3	C
KG	3283 ^b	2844	2827	651 ^b	1145 ^a	144	1131 ^b	310 ^b	116
VG	3579 ^a	2782	2782	839 ^a	667 ^b	175	1417 ^a	410 ^a	113
aus Teil-TMR	2384	1829	1895	525	436	116	933	269	75

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Gruppenunterschiede (p ≤ 0,001).

Die daraus resultierenden Nährstoffaufnahmen im Untersuchungszeitraum sind in der Tabelle 40 dargestellt. Die Höhe der Aufnahme an XP war in beiden Gruppen annähernd gleich. Unterschiede zeichneten sich bei den einzelnen Fraktionen ab. Durch den Grassilageanteil in der TMR war die Aufnahme an der schnell löslichen Proteinfraktion A in der KG mit ca. 1.140 g/Tag um rund 480 g/Tag höher als in der VG. Der Stickstoff aus dieser Fraktion steht den Pansenmikroben direkt für Syntheseprozesse zur Verfügung. Im Gegensatz dazu war die aufgenommene Menge an Stickstoff aus den Fraktionen B2 und B3 in der VG signifikant höher. Damit stand den Kühen dieser Gruppe theoretisch mehr UDP zur Verfügung.

Tabelle 41 dient der Darstellung der Ergebnisse beider Gruppen aus den MLP im Umstellungszeitraum (-1 = letzte MLP-Prüfung vor Versuchsbeginn, 1 = erste MLP-Prüfung in KG/VG und folgende).

Tabelle 41: Entwicklung der Milchleistungsmerkmale im Umstellzeitraum (LSMEANS für VG und KG ausgewählter MLP)

Merkmal		-1	1	2	3	4
Milchleistung [kg/Kuh und Tag]	KG	30,4	27,5 ^a	25,2	24,5	23,3
	VG	29,7	23,6 ^b	24,7	22,5	21,3
Milchfettgehalt [%]	KG	4,1	4,3	4,5 ^a	4,7 ^a	4,7 ^a
	VG	4,2	4,1	3,8 ^b	3,9 ^b	3,8 ^b
Milchproteingehalt [%]	KG	3,61	3,64	3,76	3,8	3,86
	VG	3,67	3,66	3,68	3,9	3,89
Milchharnstoffgehalt [mg/l Milch]	KG	218	197	213 ^a	209	207
	VG	227	196	178 ^b	197	185

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Gruppenunterschiede (für Milchharnstoff $p \leq 0,01$, für alle anderen $p \leq 0,001$).

Die Milchleistungen lagen für beide Gruppen vor der Umstellung (MLP -1) bei ca. 30 kg/Kuh und Tag. Zur ersten MLP-Prüfung nach der Umstellung zeigte sich hingegen ein signifikanter Unterschied zwischen KG und VG. Tiere der VG hatten eine um im Mittel 4 kg verringerte tägliche Milchleistung im Vergleich zur KG. Allerdings war bereits ab der zweiten MLP-Prüfung der Gruppenunterschied nicht mehr signifikant.

Weil die MLP-Prüftage nicht genau mit dem Umstellungsdatum übereinstimmen, wurde eine Auswertung nach der täglichen Milchleistungen in den KG 1 und 2 sowie VG 1 und 2 durchgeführt, die in Abbildung 45 und Abbildung 46 ersichtlich sind. Dabei wurde die tägliche Milchleistung im Zeitraum von 30 vor bis 60 Tage nach Aufnahme in die jeweilige Gruppe, differenziert nach erstlaktierenden bzw. mehrfach laktierenden Tieren, ausgewertet. Die Erstlaktierenden der KG 1 (mittlerer Laktationstag bei Gruppeneintritt 127) und Erstlaktierenden der VG 1 (mittlerer Laktationstag bei Gruppeneintritt 150) sind in Abbildung 45, die mehrfach laktierenden Tiere der KG 2 (mittlerer Laktationstag bei Gruppeneintritt 175) und VG 2 (mittlerer Laktationstag bei Gruppeneintritt 196) in der Abbildung 46 dargestellt.

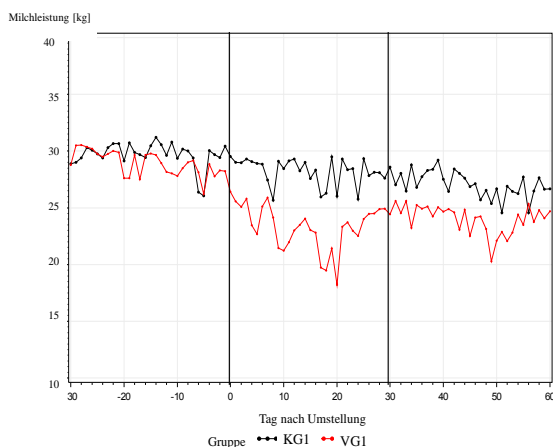


Abbildung 45: Milchleistung im Umstellungszeitraum der KG 2 und VG 2 (Folgelaktationen)

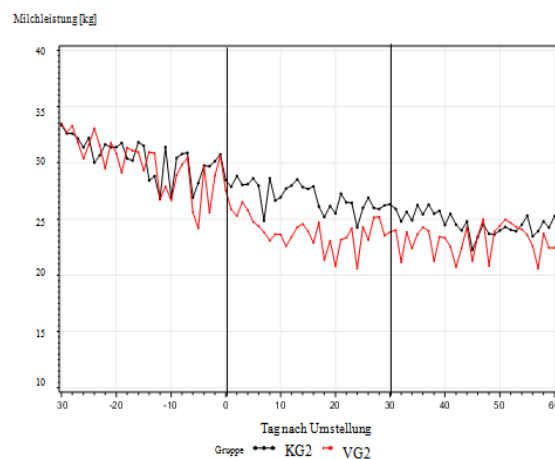


Abbildung 46: Milchleistung im Umstellungszeitraum der KG 1 und VG 1 (Erstlaktation)

Signifikante Unterschiede wurden mit Hilfe der Konfidenzintervalle zum jeweiligen Zeitpunkt festgestellt. An den Laktationstagen vor der Umstellung (Tag < 0) trat kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen auf. In den ersten Tagen der Umstellung gingen die täglichen Milchleistungen der VG 1 und VG 2 tendenziell zurück, mit signifikanten Unterschieden ab dem 4. Tag nach Weidebeginn. Die Differenz zur KG (1 und 2) war

vom 10. bis 20.Tag bei den VG 1 mit ca. 6 kg Milch deutlich höher im Vergleich zu VG 2 mit ca. 4 kg weniger Milch relativ zur KG. Ab dem 20. Tag stieg für die VG 1 und VG 2 die Milchleistung wieder an. Die Tiere der VG 1 stagnierten ab dem 30. Tag in ihrer Milchleistung, sodass im Mittel bis zum 60. Tag eine Differenz von 2 bis 4 kg Milch zur KG 1 bestand. Die Tiere der VG 2 zeigten diese Tendenzen nur bis zum 40. Tag nach Weidebeginn und unterscheiden sich ab diesem Zeitpunkt nicht mehr signifikant von der KG 2. Ab dem 45. Tag erreichten sie das Leistungsniveau der KG 2.

Ein wichtiger Indikator für die Bewertung der Energieversorgung und die Versorgung mit nXP ist der Milchproteingehalt. Aus Tabelle 41 ist ersichtlich, dass der Milchproteingehalt in beiden Gruppen vor der Umstellung bei ca. 3,6 % lag und über den Betrachtungszeitraum ohne Vorliegen signifikanter Gruppenunterschiede auf etwa 3,8 % ansteigt.

Die Milhharnstoffgehalte waren in beiden Gruppen vor der Umstellung vergleichbar hoch, nahmen nach der Umstellung ab, dies jedoch nur in der VG anhaltend mit einem maximalen Unterschied zwischen beiden Gruppen in der 2. MLP nach der Umstellung von 35 mg/l ($p \leq 0,01$).

Die Entwicklung des Milchfettgehaltes ist in Tabelle 41 dargestellt. In der KG stieg der Milchfettgehalt während des Betrachtungszeitraumes von 4,1 auf 4,7 %. Bei den Kühen der VG sank der Milchfettgehalt von 4,2 auf 3,8 % mit signifikanten Unterschieden (ca. 0,8 %) ab der 2. MLP nach der Umstellung, trotz geringer Milchleistung zu den MLP-Prüfungen. Der Gehalt an einzelnen Fettsäuren im Milchfett wies ebenfalls statistisch gesicherte Gruppenunterschiede auf. Dabei unterschieden sich die für diese Analyse verwendeten Tiere der KG ($n = 12$, Ø 24 kg Milch/Tag, Ø 320. Laktationstag) mit einem durchschnittlichen Milchfettgehalt von 4,66 % von der VG ($n = 11$, Ø 23,2 kg Milch/Tag, Ø 340. Laktationstag) mit 3,79 % ($p \leq 0,001$). Ausgewählte Ergebnisse der Milchfettsäuren werden in Tabelle 42 dargestellt.

Tabelle 42: Ausgewählte Milchfettsäuren im Gruppenvergleich (Angaben in g/100 g Milchfett)

	SFA	MUFA	PUFA	CLA	n3-FS (ALA + EPA)	C15:0 ante-iso	C17:0 iso	C17:0 ante-iso
KG	70,8 ^a	27,5 ^b	1,6	0,50 ^b	0,56	0,40 ^b	0,29 ^b	0,41 ^b
VG	67,0 ^b	31,0 ^a	1,9	0,86 ^a	0,56	0,47 ^a	0,40 ^a	0,50 ^a

Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Gruppenunterschiede

(für SFA und MUFA $p \leq 0,01$, Andere $p \leq 0,001$). **ALA** = α -Linolensäure, **CLA** = konjugierte Linolsäuren, EPA = Eicosapentaensäure, FS = Fettsäure, MUFA = einfach ungesättigte FS, SFA = gesättigten FS, PUFA = mehrfach ungesättigten FS

Wie die konjugierten Linolsäuren insgesamt war auch der Gehalt an deren Hauptisomer, der sog. „rumenic acid“, mit 0,86 g/100 g im Milchfett der VG um etwa 58 % höher als in der Fettfraktion der Milch der KG ($p \leq 0,001$).

Diskussion

Bei der Proteinversorgung von Wiederkäuern ist vor allem die Menge an Aminosäuren, die aus dem Dünndarm absorbiert wird, entscheidend. Dies wiederum ist bei ausreichender Energieversorgung von dem aufgenommenen XP und dessen Löslichkeit abhängig. Die im Pansen abgebauten Fraktionen werden zunächst in Ammoniak überführt und stehen energieabhängig für die mikrobielle Proteinsynthese zur Verfügung. In der hier vorliegenden Untersuchung wurden bei den nur im Stall gefütterten Kühen etwa 77 % des XP im Pansen abgebaut, bei den Tieren mit partiellem Weidegang dagegen ca. 70 % mit entsprechenden reziproken Konsequenzen für den Beitrag an UDP aus der Ration. Das kann tendenziell zu einer Stoffwechselentlastung durch einen verminderten Ammoniaküberschusses im Pansen (relativ zu der zur Verfügung stehenden Energie)

beitragen und somit die Belastung der Leber und die Ausscheidung von Harnstoff über Harn und Milch senken. Die ruminale N-Bilanz (RNB) der KG betrug 2,7, die der VG 0, bei geringerem Milchwahnstoffgehalt in der VG. Zwar besteht nach STEINWIDDER & GRUBER (2000) eine positive Korrelation ($r = 0,43$) zwischen der RNB und dem Milchwahnstoffgehalt, bei dem außerordentlich geringen Gruppenunterschied in der RNB soll diese Beziehung für die vorliegende Untersuchung aber nicht überinterpretiert werden. Der Milchproteingehalt ist neben der negativen Korrelation zur Milchleistung unter anderem von der Energieversorgung und dem nXP beeinflusst. Die in den beiden Gruppen gemessenen Milchproteingehalte lassen keinen eindeutigen Rückschluss auf eine deutlich unterschiedliche Energieversorgung in den Gruppen zu. Der Rückgang des Milchfettgehaltes bei den Kühen mit partieller Weidehaltung deutet auf eine geringere Versorgung mit Strukturkohlenhydraten hin. Jedoch war die Aufnahme an strukturwirksamer Rohfaser hoch genug, um eine Milchfettdepression theoretisch zu verhindern. Eine mögliche Ursache der Fettdepression könnte in dem aufgenommenen Zuckergehalt der Weidetiere liegen, der mit ca. 960 g/Tag um 360 g/Tag höher war als bei den nur im Stall gehaltenen Kühen.

Bei der Betrachtung einiger ausgewahlter Milchfettsauren (MFS) traten Unterschiede auf, die eine genauere Betrachtung der Futtergrundlage erfordern. Durch die Futterkonservierung ändert sich das Fettsauremuster im Vergleich zum Frischgras und dies spiegelt sich in den MFS wider. Pansenbakterien sind potenziell in der Lage, durch Hydrogenierung Doppelbindungen aus Fettsauren zu entfernen und somit den Anteil mehrfach ungesattigter Fettsauren zugunsten einfach ungesattigter bzw. gesattigter Fettsauren zu reduzieren. Das Fettsauremuster der Lipidfraktion von Depotfett und Milch der Kuh reflektiert in weiten Teilen das Zusammenspiel aus Nahrungsfettmenge und Fettsaureprofil im Nahrungsfett sowie der eben beschriebenen Tätigkeit der Pansenmikroben. Die partiell weidenden Kühe wiesen einen nummerisch höheren Gehalt an PUFA an den MFS auf ($p = 0,15$). Dieses Ergebnis könnte aus einer höheren Aufnahme an α -Linolensaure als mehrfach ungesattigter Fettsauren aus dem Weidegras und den damit verbundenen gesteigerten Gehalt in den Milchlipiden resultieren. WEIß (2005) beschreibt Vergleichbares aus Weideversuchen relativ zur Fütterung silagelastiger TMR. Der in dem zitierten Experiment gemessene höhere Gehalt an n3-Fettsauren bei den Weidetieren lag in den eigenen Experimenten jedoch nicht vor. Kommt es zur Veränderung der Position der Wasserstoffgruppen an den Doppelbindungen, entstehen CLA. Die partiell auf Weide gehaltenen Tiere hatten im eigenen Versuch höhere CLA-Gehalte im Milchfett mit entsprechenden Unterschieden im Gehalt am erwunschten Hauptisomer „ruminic acid“ bei jedoch wie erwahnt korrespondierenden niedrigen Milchfettgehalten. Das bei der mikrobiellen Synthese von trans-Fettsauren im Pansen entstehende Isomer trans-10, cis-12 18:2 kann Milchfettdepressionen bewirken (ENGELHARDT 2010). Im vorliegenden Versuch war diese Fettsaure jedoch in den Milchlipiden nicht durch die unterschiedliche Fütterung in den Gruppen beeinflusst und kann daher nicht für die Erklärung niedriger Milchfettgehalte bei den Weidetieren herangezogen werden. Die verzweigt-kettigen Fettsauren können einen Hinweis auf die Proteinversorgung des Wiederkäuers liefern. So steigt bei einem Rückgang von im Pansen abgebautem XP im Verhältnis zur umsetzbaren Energie ante-iso C17:0 an. Diese MFS war bei den Weidetieren signifikant höher in den MFS konzentriert und bestatigt damit die höhere UDP-Aufnahme dieser Gruppe. Weiterhin besteht eine negative Korrelation zwischen XP-Gehalt in der Ration und der Menge an ante-iso C17:0 und iso C17:0, wie sie in den eigenen Untersuchungen in der KG vorlagen (CABRITA et al. 2003).

Ergebnisthesen

Der teilweise Austausch von Grassilage in einer TMR durch Weidefutter ist für Milchrinder nach der Hochlaktationsphase (Altmelker) eine Alternative, um die Proteinversorgung qualitativ zu verbessern und zu optimieren. Damit könnte ein wichtiger Beitrag zur Verbesserung der Tiergesundheit geleistet werden. Hinsichtlich der wirtschaftlichen Akzeptanz sind aber weitere Untersuchungen und Auswertungen notwendig.

2.2.3.2 Einfluss einer Halbtagsweide auf die N-Versorgung altmelkender Milchkühe und Effekte auf die Folgelaktation

Christian Kuhnitzsch, Dr. Siriwan Martens, Prof. Dr. Olaf Steinhöfel, Prof. Dr. Annette Zeyner

Gegenstand der Untersuchung

Hohe Mengen von im Pansen nicht durch Mikroorganismen inkorporierten Stickstoffs provozieren eine hohe N-Ausscheidung über Harn und Milch und damit verbunden negative Effekte auf die Tiergesundheit, Fruchtbarkeit und Umwelt. Eine partielle Weidefütterung kann insbesondere bei Altmelkern mit einem rückläufigen qualitativen N-Bedarf dazu beitragen, die hohen Zufuhren an gebildeten leichtlöslichen Proteinfractionen bei Grassilagefütterung zu reduzieren.

Einleitung

Der Wiederkäuer nimmt mit seiner Futteraufnahme unterschiedlich hohe Mengen an Stickstoffverbindungen auf, besonders die leichtlöslichen Proteinfractionen (A, B1), aber auch je nach Ration beachtliche Mengen an Nitraten, freien Aminosäuren, Harnstoff und Ammoniak (NH₃) durch die Fütterung von Silagen. Dies führt zu einer ineffizienten N-Nutzung, einem Anstieg des Blutharnstoffgehaltes und dem Harnstoffgehalt in der Milch, einer Stoffwechselbelastung des Tieres und zu möglichen Belastungen der Umwelt. Eine partielle Weidefütterung könnte insbesondere bei Altmelkern mit einem rückläufigen Leistungsbedarf zur Optimierung der qualitativen N-Versorgung beitragen. Dafür werden die hohen Zufuhren der durch Proteolyse und Desmolyse gebildeten leichtlöslichen Proteinfractionen durch die Grassilagen reduziert. Somit kann die Menge von im Pansen nicht durch Mikroorganismen inkorporiertem N minimiert und letztlich einer hohen N-Ausscheidung über Harn und Milch und der damit verbundenen Auswirkungen auf die Tiergesundheit, Fruchtbarkeit und Umwelt entgegenwirkt werden. Andererseits entsteht oft in der dritten Laktationsphase eine Überkonditionierung der Tiere durch zu energiereiche Rationen bei sehr unterschiedlichen Leistungsniveaus und entsprechenden Energieansprüchen. Um diese Effekte zu provozieren, soll der Austausch von Grassilage durch Weidefutter in einem Fütterungsversuch an Milchkühen im letzten Laktationsdrittel einen Beitrag leisten. Für indikatorische Interpretationen wurde die N-Effizienz bei dieser Halbtagsweidehaltung anhand von Analysen des Futters, der Milch und des Harns bewertet. Ziel dieser Arbeit ist es, die verbesserte N-Effizienz durch die Frischgrasaufnahme in Kombination einer Reduzierung des Verfettungsrisikos mit korrespondierenden Effekten auf die Fruchtbarkeit in der Folgelaktation durch diese Weidehaltungsform zu beweisen.

Material und Methode

Für die Überprüfung der eingangs genannten Arbeitshypothesen und der Klärung der Versuchsfrage wurde im Zeitraum von April bis Oktober 2014 im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch ein Fütterungsversuch mit zwei Gruppen altmelkender Milchkühe (< 30 kg täglicher Milchleistung, ab 250. Laktationstag) durchgeführt. Für den Fütterungsversuch wurden die zwei Gruppen der Rasse schwarz-weiß Holstein-Friesian unter anderem nach Trächtigkeitsstadium, Vorleistung und Körperkondition annähernd gleich zusammengesetzt. Durch ein zeitnahe Trockenstellen der Tiere, begründet in der fortgeschrittenen Laktation, bedingte es einer regelmäßigen, homogenen Sanierung der Gruppen über den Versuchszeitraum. Die Versuchsgruppe (VG) wurde zwischen den zwei Melkzeiten (08:00 – 16:00 Uhr) für ca. 8 h in Abhängigkeit von den Außentemperaturen wahlweise am Tag bzw. in der Nacht auf einer Weidefläche gehalten, die andere verblieb im Laufstall und bildete die Kontrollgruppe (KG). Diese wurde ad libitum mit einer Voll-TMR (Totale-Misch-Ration) gefüttert. Die VG bekam in den Weidepausen eine Teil-Mischration ohne Grassilageanteil im Stall.

Der Pflanzenbestand auf den beweideten Flächen zeigte eine zeitliche Veränderung vom Frühjahr bis zum Herbst von einem grasreichen zu einem krautreichen Bestand bei annähernd gleichem Energiegehalt. Dominierte Pflanzenarten waren das Deutsche Weidelgras, der Gemeine Löwenzahn und der Weißklee. Die

Futteraufnahmebestimmung erfolgte gruppenbezogen als Differenz aus Futtermenge und Futterrest über einen zweiwöchigen Zeitraum. Dafür wurden die vorgelegten Futtermengen im Stall täglich erfasst und entsprechendes Probenmaterial zeitnah der Fütterung für weitere Nährstoffanalysen und TM-Bestimmung entnommen. Die entstandenen Futterrestmengen wurden vor erneuter Fütterung gewogen und Probenmaterial zur Vortrockenmassebestimmung im hauseigenen Trocknungsschrank für 24 h bei 60 °C genutzt. Anschließend erfolgte eine Korrektur dieser Werte, um die Verluste an flüchtigen Bestandteilen (die einen Futterwert besitzen und demzufolge stofflicher Bestandteil der Probe sind) bei der Trocknung von Silageproben nach WEIßBACH & KUHLA (1995). Die Weidefutteraufnahme wurde wöchentlich auf der zu beweidenden Fläche, der abgeweideten und einer Referenzfläche zur Bestimmung der Aufwuchshöhe mittels eines Herbometers (Electronic Rising Plate Meter [RPM], Jenquip, Neuseeland) geschätzt. Die Nährstoffanalysen des Weide- und Stallfutters wurden nach den jeweiligen Standardmethoden des VDLUFA (Methodenbuch Band III [TS: 3.1; RA: 8.1]) durch die LKS mbH Lichtenwalde untersucht. Zur Darstellung der Milchleistung dienten die Daten der Milchleistungsprüfung und die täglich erfassten Milchmengen der Melkanlage. In Anlehnung der Milchleistungsprüfung wurden einmalig für die Milchfettsäurebestimmung Proben von ca. 10 Tieren der VG und KG systematisch (Laktationstag, Milchleistung und Aufenthaltsdauer im Versuch) ausgewählt und durch die LKS mbH Lichtenwalde analysiert. Die Analyse erfolgte nach einer Hausmethode mittels Gaschromatografie gekoppelt mit einem Flammenionisationsdetektor (GC-FID) nach der Methode von BLIGH, GRAHAM & DYER (1959). Für die Analyse des abgesetzten Harns wurden im Versuchszeitraum (Mai und September) Spotproben gewonnen, die anschließend eingefroren und zeitnah der LKS mbH Lichtenwalde zur weiteren Analyse auf den Urin-Harnstoff und Gesamt-N-Gehalt sowie auf die Gehalte von Kreatinin, Harnsäure, Allantoin und Hippursäure übermittelt. Daneben wurde monatlich für jedes Tier die Lebendmasse, der Body Condition Score (BCS) in Anlehnung an EDMONSON et al. (1989), die Rückenfettdicken mittels Ultraschallmessgerät (US-RFD), der Locomotion Score (LCS) nach SPRECHER et al. (1997) und eine Gelenkbonitierung ermittelt. Diese Erhebung fand im Anschluss des Melkens in der Sortierschleuse des Nachwartehofes statt.

Ergebnisse

Für die Tiere der KG ergab sich aus den Erfassungszeiträumen eine gruppenbezogene mittlere Futteraufnahme von 19,7 kg TM/Tier*d, die vergleichend zum theoretischen Energiebedarf fundiert. Die mittlere Aufnahme der VG lag bei 13,0 kg TM/Tier*d der Teil-Mischration (SD = 2,0 kg TM/Tier*d). Die Weideaufnahmen schwankten wöchentlich mit korrespondierenden Änderungen der Stallfutteraufnahme (SD = 2,0 kg TM/Tier*d). Vor allem im Frühjahr sind hohe Weideaufnahmen von über 11 kg TM/Tier*d zu beobachten. Dem gegenüber stehen stark eingeschränkte Aufnahmen in den Sommermonaten von nur Ø 3,4 kg TM/Tier*d und ab Anfang Oktober von Ø 4,4 kg TM/Tier*d. Außerhalb dieser Extreme schwankt die Weidefutteraufnahme im Bereich von 5,9 bis 9,3 kg TM/Tier*d mit einem Mittelwert von 6,3 kg TM/Tier*d über den gesamten Versuchszeitraum. Die mittlere Gesamtfutteraufnahme (Weidefutter + Stall-TMR) liegt entsprechend bei 18,0 kg TM/d (SD = 2,4 kg TM/Tier*d) mit einer mittleren täglichen Milchleistung von 22,7 kg FCM (= Fettkorrigierte Milchleistung). Die VG nimmt so ca. 1/3 ihres Futters von der Weide und bedarfsabhängig 2/3 aus der, ihnen vorgelegten, Teil-TMR im Stall auf.

Begründend in den Schwankungen der Weidefutteraufnahme erfolgte die Futteraufnahmeangabe der VG in einer Gruppierung. Die Weidefutteraufnahme 1 (WA 1) beschreibt eine hohe Aufnahme von > 9 kg TM/Tier*d. Die WA 2 liegt mit einer Aufnahme 9–5 kg TM/Tier*d im mittleren Bereich und die WA 3 mit < 5 kg TM/Tier*d im niedrigsten Aufnahmeniveau. Anhand der mittleren Futteraufnahmemengen werden Unterschiede zwischen der KG und der VG mit den entsprechenden WA ersichtlich. Die Futteraufnahme der KG ist mit 19,7 kg TM/Tier*d verhältnismäßig, zu ihrer Leistung mit Ø 25,4 kg Milch und gegebenen Energiegehalt der Ration von 6,7 MJ NEL/kg TM, hoch. Die Aufnahmen der VG unterscheiden sich um ca. 1 kg TM von der KG. Die Energieaufnahme der KG liegt mit 132 MJ NEL/Tier*d über den der VG, mit steigenden Differenzen bei sin-

kender Weidefutteraufnahme. Damit nehmen sie tendenziell mehr Energie auf als sie für Erhaltung und Leistung (124 MJ NEL bei Ø 25,4 kg Milch und 600 kg LM) theoretisch benötigen. Dies entspricht bei einem mittleren Energiegehalt der TMR von 6,7 MJ NEL/kg TM eine dem Bedarf übersteigende tägliche Futteraufnahme von ca. 1,2 kg TM. Die Energieaufnahmen der VG schwanken zwischen 120 und 116 MJ NEL/Tier*d in Abhängigkeit der WA. Der mittlere Energiebedarf liegt bei 116 MJ NEL (bei Ø 23,1 kg Milch und 600 kg LM) und stimmt mit den Aufnahmen über den Energiebedarf überein.

Für die VG war die Proteinaufnahme über das Frischgras ergänzend zur proteinrestriktiven Teil-TMR entscheidend. Daraus gehen deutliche Unterschiede zwischen den Gruppen hervor. Die Rohproteinaufnahme ist nur signifikant geringer zur KG, wenn die Tiere weniger als 5 kg TM/Tier*d auf der Weide fressen. Begründend ist hierbei die daraus resultierend gesteigerte Aufnahme der Teil-Mischration mit dem signifikant geringeren RP-Gehalt verglichen zur KG-Ration. Eine Aufnahme von > 9 kg TM/Tier*d erreicht dagegen eine über der KG liegende Versorgung mit Rohprotein (tendenziell um ca. 120 g RP/Tier*d). Die Aufnahmen des UDP sind in der VG unabhängig der WA-Menge signifikant höher als die der KG. Dennoch ist die Aufnahmeausprägung stark von der WA abhängig. So nehmen die Tiere bei einer WA 1 ca. 200g UDP/Tier*d mehr als die KG auf. Sinkt die WA um je eine Gruppe, ist davon auszugehen, dass sich die UDP-Aufnahme um ca. 7 % reduziert. Betrachtet man die Proteinfraction A, dann nehmen die Tiere der VG unabhängig der WA signifikant geringere Mengen mit korrespondierend höheren Mengen an der Fraktion B3 auf. Diese Fraktionen sind am stärksten durch die Höhe der WA beeinflusst. Demzufolge hat im Hinblick auf den UDP-Gehalt die Proteinfraction B3 den größten Einfluss in Anlehnung auf die WA. Durch die Weidefütterung nehmen die Tiere der VG ca. 35 % bei hoher WA und ca. 45 % bei sehr geringer WA weniger der Fraktion A, vergleichend zur KG, auf. Aus der Darstellung der täglichen Milchleistung gehen, adäquat zu den Ergebnissen aus den MLP-Daten, deutliche Unterschiede zwischen den Gruppen in den ersten 30 Versuchstagen hervor. Im weiteren Laktationsverlauf sind die Leistungen beider Gruppen wieder annähernd gleich. Über die betrachteten 50 Laktationstage hat anhand der täglichen Differenz zur KG ein Tier der VG ca. 117 kg weniger Milch gegeben. Im anschließenden Versuchsverlauf ist kein Gruppenunterschied mit eventuellen Verlusten zu erkennen. Hinsichtlich der ermittelten Milchproteingehalte gab es zwischen den Gruppen keinen signifikanten Unterschied. Die Milchwahnharnstoffgehalte sind vor Versuchsbeginn vergleichbar hoch. Die Ergebnisse der ersten MLP (MLP 1) nach der Umstellung zeigen in beiden Gruppen einen Rückgang des Milchwahnharnstoffgehaltes auf ca. 207 mg/l Milch. Im weiteren Zeitverlauf stagnieren die mittleren Harnstoffgehalte der KG auf diesem Plateau. Auffällig ist der starke Rückgang der VG zur zweiten MLP nach Umstellung in den Milchwahnharnstoffwerten. Dabei reduzierte sich der Gehalt um 67 mg/l Milch zu dem mittleren Ausgangswert und die Differenz von 26 mg/l Milch zur KG konnte statistisch gesichert werden. Dieser Gruppenunterschied blieb für die MLP 3 nicht erhalten. Lediglich zur MLP 4 zeigt sich dieser Unterschied zur KG tendenziell.

Die Ergebnisse der Milchwahnsäurebestimmung ergaben für die SFA 70,8 g/100 g Milchwahnsäure (SD = 2,5 g/100 g Milchwahnsäure) und sind damit signifikant gegenüber den der VG (67,0 g/100 g Milchwahnsäure, SD = 3,4 g/100 g Milchwahnsäure) erhöht. Korrespondierend dazu hat die VG einen signifikant höheren Gehalt (12,7 %) der MUFA (31,0 g/100 g Milchwahnsäure, SD = 3,3 g/100 g Milchwahnsäure) vergleichend zur KG mit 27,5 g/100 g Milchwahnsäure (SD = 2,4 g/100 g Milchwahnsäure). Unterschiede in der PUFA sind tendenziell durch höhere Gehalte (19 %) im Milchwahnsäure der VG mit 1,9 g/100 g Milchwahnsäure (SD = 0,17 g/100 g Milchwahnsäure) gegeben. Der Gehalt der KG liegt mit 1,6 g/100 g Milchwahnsäure, unter Beachtung der hohen SD von 0,46 g/100 g Milchwahnsäure, niedriger. Im Hinblick auf die n-3 und n-6 FS konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Die Summe der konjugierten Linolsäuren (CLA) wies zwischen den Gruppen signifikante Differenzen auf. Die KG hat einen niedrigeren Gehalt, vergleichend zur VG mit 0,86 g/100 g Milchwahnsäure. Damit ist der CLA-Gehalt der VG um 72 % höher zur KG. Bestimmt wird dieser Gehalt durch die Rumensäure als Hauptisomer der CLA, die sich korrespondierend in signifikanten Unterschieden ausdrückt. Unter der Betrachtung des Gesamt-N-Gehaltes im Harn entstehen im Mai signifikante

Unterschiede zwischen den Gruppen. So scheiden die Tiere der KG im Mittel 9,4 g/l Urin mit Maximalwerten von bis zu 12 g/l Urin aus. Die VG weist einen mittleren Wert von 5,6 g/l Urin mit Maximalwerten von 8,3 g/l Urin aus. Beprobungen im September zeigen diese Unterschiede nicht mehr. Der mittlere Gehalt für die KG (8,1 g/l Urin) ist vergleichbar mit dem der VG. Adäquate Ergebnisse waren auch im Harnstoff ersichtlich. Betrachtet man die Rückenfettdickenentwicklung im Umstellzeitraum, gehen deutliche Unterschiede zwischen den Gruppen und der Differenzierung zwischen Erst- (1) und Höherlaktierenden (2) aus. Die Tiere der KG bauen, unabhängig der Laktationsnummer, Rückenfett auf. Die KG 1 nimmt dabei 25,0 kg an Körperfett (1 mm RFD = 5 kg Körperfett; STAUFENBIEL et al. 1993) zu und unterscheidet sich signifikant zur VG 1, die keine weiteren Fettauflagen ausprägen. Die KG 2 zeigt eine ähnliche Entwicklung mit allerdings rapideren Zunahmen von ca. 30,0 kg Körperfett und deutlicher Differenz zur VG 2, die lediglich 13 kg Körperfett aufbauen. Die anschließende Entwicklung der RFD in der Folgelaktation wird in Abbildung 47 dargestellt.

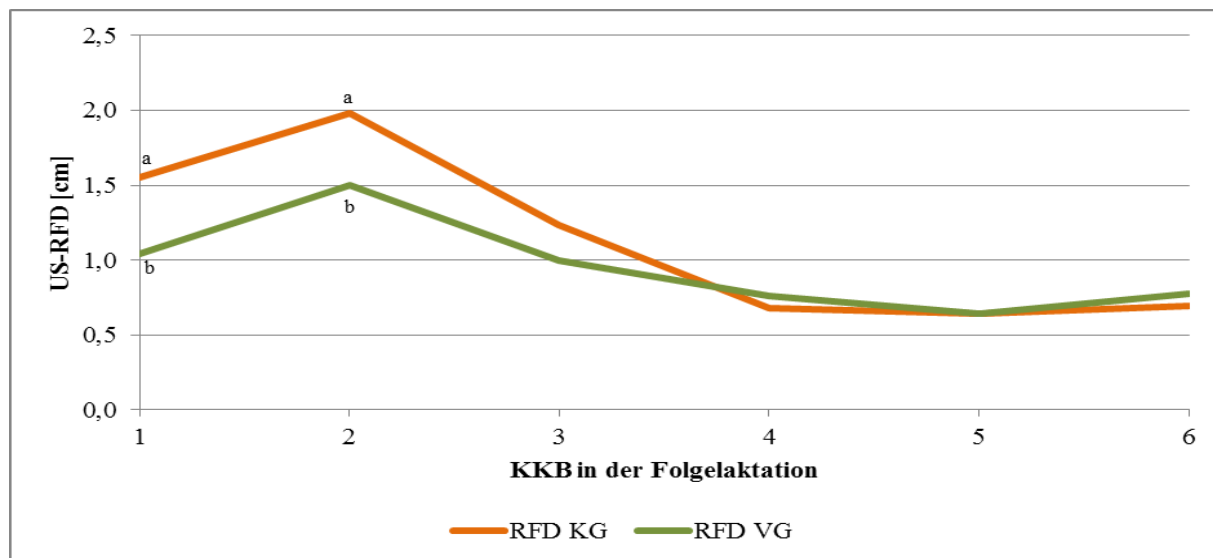


Abbildung 47: Entwicklung der US-RFD von der letzten Körperkonditionsbeurteilung (KKB) im Versuch (1) über die letzte KKB in der Trockensteherphase (2) zur Folgelaktation (^{a,b} unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikanten Unterschied mit $p \leq 0,05$)

Deckungsgleich zu den Ergebnissen während der Versuchsphase zeigt sich auch bei dieser engeren Tierauswahl der deutliche Unterschied in der Rückenfettauflage zu Versuchsende mit einer Differenz von 0,6 cm. Demnach haben die Tiere der VG nach STAUFENBIEL et al. (1993) eine Differenz im Gesamtkörperfett von ca. 30 kg. Das bedeutet, dass die KG ca. 1.200 MJ NE mehr als die Tiere der VG zur Speicherung zur Verfügung hatten. Während der Trockensteherphase steigt die RFD auf Grund des fehlenden Milchleistungsbedarfes um ca. 0,5 cm gruppenübergreifend an. Die VG kompensiert die anfängliche Differenz, die durch Weidehaltung hervorgerufen wurde, während der Trockensteherphase nicht. Demnach bleibt die Differenz von ca. 30 kg Körperfett auch in dieser Phase bestehen. Durch die strukturbetonte und energiereduzierte Trockensteherfütterung bei zeitgleicher sinkender Futteraufnahme im geburtsnahen Zeitraum war eine mögliche Angleichung an die Körperfettreserven der KG auch nicht zu erwarten. Schlussfolgernd geht die KG mit einer mittleren RFD von ca. 2 cm mit bedeutend mehr Körperfett in die Kalbung und in die Folgelaktation. In den nachfolgenden 70 Laktationstagen erfahren beide Gruppen eine Energiemobilisation auf Grund des bekannten Energiedefizits zum Laktationsbeginn und reduzieren so ihr Rückenfett auf ein Minimum von 0,6 cm mit einer theoretischen Körperfettmenge von 30 kg.

Die Dauer einer negativen Energiebilanz mit der Körperfettmobilisation wird weitreichend mit > 8 Wochen angegeben (u. a. BOISCLAIR et al. 1989; BERGHORN et al. 1988) und kommt den dargestellten Ergebnissen (KKB 4–5) gleich. Resultierend daraus verzeichnet die KG eine viel stärkere Fettmobilisation als die VG in der Früh-laktation. Die KG mobilisiert in dieser Phase 1,4 cm Rücken-fett. Das entspricht einer enormen Mobilisation von ca. 70 kg Körperfett und einer Energiemenge von 2.800 MJ NE in relativ kurzer Zeit. STAUFENBIEL (1992) gibt als eine normale Körperfettmobilisationsmenge für den Energiedefizitausgleich 20–60 kg an. Die Tiere der ehemaligen VG mobilisieren in dieser Zeit nur ca. 45 kg Körperfett bei entsprechender theoretischer Energiemenge von 1.800 MJ NE und liegen somit im unauffälligen Bereich. Die schnellere und intensivere Körperfettmobilisation der KG geht mit gesteigerten Konzentrationen an Fettsäuren (Acetyl-CoA) und Glycerin als lipostatisches Signal (v. a. Polypeptid Leptin) im Blut (JEROCH et al. 2008) einher und kann zugleich die Futteraufnahme hemmen. Dieser Zusammenhang ist möglicherweise für die nachfolgend dargestellten differ-erenten Milchleistungen verantwortlich. Zudem birgt es v. a. bei höherlaktierenden Tieren das Risiko einer Ketose, das sich anhand der β -Hydroxybuttersäurewerte im Blut erkenntlich zeigen kann. Der Anstieg dieser Stoffwechselprodukte kann ebenfalls zum vermehrten Auftreten von Fruchtbarkeitsstörungen mit der signifi-kanten Zunahme der Rastzeit (RZ), Zwischenkalbezeit und ovarieller Dysfunktion einhergehen (HUSZENICZA et al. 1987). Aus den ehemaligen Versuchsgruppen konnten für die Milchleistungsentwicklung in der Folgelaktation jeweils 20 Tiere die Kriterien (> 2 MLP im Versuch; Trockenstellen aus dem Versuch; Folgelaktation mit > 250 LT) erfüllen. Die mittlere Laktation liegt gruppenübergreifend bei ca. 3,2 mit einem Anteil Zweitlaktierender in der KG von ca. 35 und 40 % in der VG.

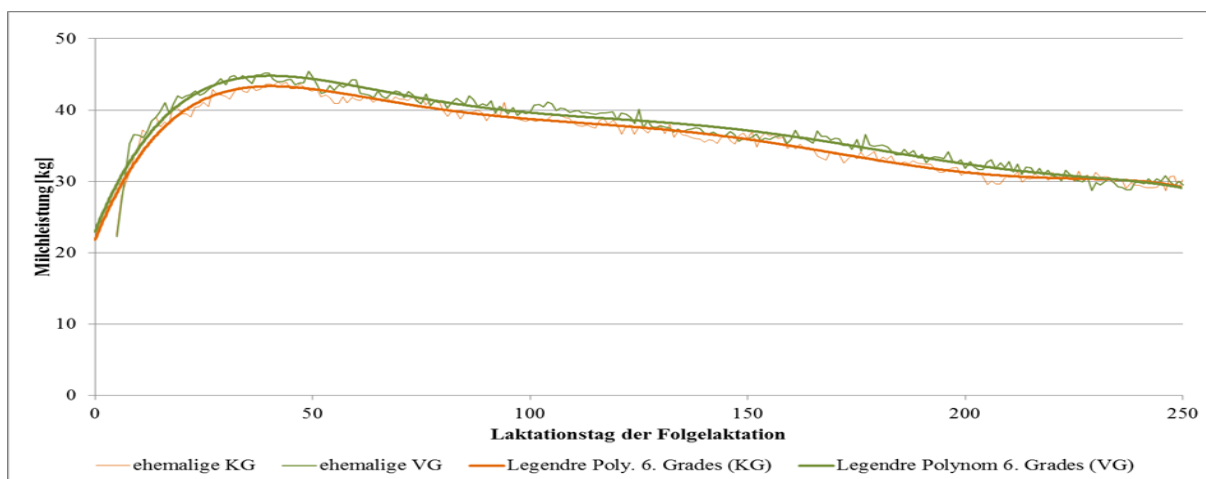


Abbildung 48: Vergleich des mittleren Laktationsverlaufes der Folgelaktation der ehemaligen Versuchsgruppen anhand der täglichen Milchleistungen (polynome Trendkurve nach KIRKPATRICK et al. (1990) und SPILKE et al. (2009) (dient der vereinfachten Darstellung des Laktationsverlaufes)

Aus der Abbildung 48 geht für beide Gruppen eine typische Laktationskurve, mit einem raschen Anstieg der Leistung in den ersten 50 Laktationstagen und anschließendem gleichmäßigem Rückgang dieser, hervor. Auffällig hierbei ist die gleichmäßig verlaufende Differenz zwischen beiden Gruppen. Die ehemaligen Weidetiere zeigen eine deutlich höhere Milchleistung ab dem 25. Laktationstag verglichen mit der KG. Dieser Unterschied ist in der durchschnittlichen Milchleistung bis zum 250. LT statistisch gesichert. Die mittlere tägliche Milchleistung liegt über den 250 Laktationstagen in der VG bei 37,7 kg, die der KG bei 36,5 kg ($p \leq 0,001$).

Betrachtet man die täglichen Differenzen der mittleren Leistung zwischen den Gruppen, hat die VG einen mittleren Mehrertrag an Milchmenge von ca. 258 kg pro Kuh über diesen Betrachtungszeitraum. In Anbetracht der eingangs dargestellten Verluste an Milchleistung im Vergleich zur KG durch die versuchsbedingte Weidefütte-

rung, von 117 kg Milch über den Betrachtungszeitraum von 50 Laktationstagen, wird dieser bereits nach dem 100. LT aus der Differenz zur KG in der Folgelaktation ausgeglichen. Aus dieser Datengrundlage wäre eine zusätzliche Leistung von ca. 140 kg/Tier in weiteren 150 LT zu erwarten. Demnach ist der direkte Einfluss der Weidehaltung im letzten Laktationsdrittel im Hinblick auf die zeitnahe Milchleistung zwar negativ zu sehen, über diese Laktation hinaus aber als milchleistungssteigernd. Die erwähnte Ketosegefahr besteht vor allem in den ersten 40 Laktationstagen, wobei vermehrt Höherlaktierende mit hohem Körperfettanteil zur Kalbung betroffen sind. Hintergrund hierbei ist die Bildung von Ketonkörpern (Acetoacetat, Aceton und β -Hydroxybuttersäure) aus einer Energiemangelsituation heraus. Die β -Hydroxybuttersäure (BHB) entsteht aus der Hydrierung des Acetoacetates (JEROCH et al. 2008) und wird routinemäßig am fünften Laktationstag im vorliegenden Bestand anhand einer Blutprobe erfasst.

Tabelle 43: Darstellung der mittleren BHB-Gehalte [mmol/L] am fünften Laktationstag

	BHB	
	KG	VG
MW	1,2 ± 0,95	0,9 ± 0,33
Max	4,2	1,4
p-Wert	0,452	
Verdacht auf subklinische Ketose [n]	1	0
Verdacht auf akute Ketose [n]	2	0

$n_{KG} = 18$, $n_{VG} = 12$

BHB > 1,4 mmol/L = subklinische Ketose, BHB > 3 mmol/L = akute Ketose

Aus Tabelle 43 gehen in den mittleren BHB-Gehalten in beiden Gruppen keine ketotischen Verhältnisse hervor. Der tendenzielle Unterschied zwischen den Gruppen sollte nicht überbewertet werden, spricht aber für die VG. Auffällig sind hierbei vor allem die Einzelfälle. Während in der VG keine auffälligen Gehalte festgestellt werden, gibt es in der KG drei Fälle, bei denen eine Ketose wahrscheinlich war. Zwei Tiere mit dem Verdacht auf eine akute Ketose bekamen eine Infusion, wovon eine ihren Symptomen erlag. Hierbei könnte die eingangs beschriebene Überkonditionierung der KG und in Folge der verstärkten Fettmobilisation und korrespondierend höherer Ketonkörperproduktion die Ursache für diese Erkrankung sein. Auch der entscheidende Einfluss auf die Fruchtbarkeit in der Folgelaktation ist darauf begründet. Vor allem bei konditionell verfetteten Tieren treten in der Früh-laktation vermehrt Fruchtbarkeitsprobleme auf, die in der Literatur als „fat cow syndrom“ (MORROW 1976) beschrieben werden. Nachfolgend sind dahingehende Fruchtbarkeitskennzahlen dargestellt.

Tabelle 44: Ausgewählte Fruchtbarkeitskennzahlen in der Folgelaktation

	Rastzeit [d]	Güstzeit [d]	Besamungsindex	Ø Anzahl Portionen
KG	64 ± 11	135 ± 57	3,2 ± 2,2	4,8 ± 3,8
VG	63 ± 13	109 ± 46	2,4 ± 1,3	3,0 ± 1,8
p-Wert	0,751	0,131	0,185	0,062

$n_{KG} = 18$; $n_{VG} = 19$

Wie aus Tabelle 44 ersichtlich ist, unterschieden sich die Tiere nicht in der Länge der Rastzeit. Beide Gruppen werden im Mittel bei ca. 63 Tagen nach der Kalbung das erste Mal besamt und liegen damit im Bereich der Empfehlungen von < 65 Tagen (BOSTEDT et al. 2006). Auffällig ist hierbei der, wenn auch nicht signifikante, Unterschied der Zwischentragezeit (Güstzeit, ZTZ) von ca. zwei Wochen (Tabelle 44). Eine optimale ZTZ liegt

bei ca. 85 Tagen und eine suboptimale bei über 115 Tagen (BOSTEDT et al. 2006). Die Ergebnisse machen deutlich, dass die KG länger bis zur erfolgreichen Besamung benötigt und damit die empfohlene Zeit überschreitet. Demnach benötigen die Kühe annähernd einen Zyklus mehr für eine erfolgreiche Trächtigkeit. Dieses Ergebnis wird auch an der Anzahl der Besamungen und dem Besamungsindex deutlich. Die Tiere der KG benötigen annähernd eine Besamung mehr als die VG. Noch deutlicher wird der Unterschied in der Anzahl der eingesetzten Portionen bis zur erfolgreichen Trächtigkeit. Hierbei mussten fast zwei Portionen mehr in der KG eingesetzt werden. Ebenfalls ist der Anteil der zuchtunfähig bestimmten Tiere, die nicht in der Beurteilung des Besamungsindex inbegriffen sind, in der KG mit 18 % deutlich höher als in der VG mit lediglich 8 %. Zusammenfassend deutet sich eine tendenziell schlechtere Fruchtbarkeit in der Folgelaktation ab. Hierbei können ebenfalls die Unterschiede in der Körpermassenmobilisation verantwortlich sein, die zu einer Verringerung der Gonadotropin-Releasing Hormon (GnRH)-Konzentration im Hypothalamus führen, was wiederum die LH-Ausschüttung reduziert, die Follikelstimulation hemmt (RASBY et al. 1992) und die Fruchtbarkeit verzögert.

Diskussion

Die dargestellten Ergebnisse machen die weitreichenden Auswirkungen der Weidehaltung deutlich. Aus visuellen Beobachtungen und den geringen Futterrestmengen im Stall ist davon auszugehen, dass die Tiere der VG die ihnen vorgelegte Teil-TMR voll ausgeschöpft haben. Weiterhin war zu beobachten, dass die Tiere nach dem Weidegang sofort den Futtertisch aufsuchten und ihre Futteraufnahme komplettierten. In Kombination der zu beobachteten ausgedehnten Ruhephasen während des Weideganges lässt sich eine gesteuerte geringere Weideaufnahme vermuten und mit dem bewusst restriktiven Futterangebot im Stall dieser Unterschied in der Futteraufnahme zur KG möglicherweise begründen. In der Rationsplanung der VG ist von einer kontinuierlichen Weidefutteraufnahme ausgegangen worden, sodass die Teil-TMR im Stall hauptsächlich der Struktur- und ergänzenden Energieversorgung ausgelegt wurde. Mit einem GF : KF-Verhältnis von 55 : 45 bildete sich ein signifikant geringerer Energiegehalt mit 6,2 MJ NEL/kg TM zur KG. Demnach können die Tiere bei zu hoher Stallfutteraufnahme (Juni bis August) und entsprechender restriktiver Weidefutteraufnahme nicht der KG leistungsvergleichende Energieaufnahmen realisieren. Durch das zugleich begrenzte TMR-Angebot sinkt die Gesamtfutteraufnahme der VG. Diese Grundlage beeinflusst unbeabsichtigt die Energieaufnahme der VG negativ und äußert sich, neben anderen beschriebenen Faktoren, in geringeren Milchleistungen verglichen zur KG. Bei einer kontinuierlichen Futteraufnahme von ca. 18 kg TM würden sich die Tiere der VG bei gegebener Leistung (\emptyset 23,1 kg Milch) und mittlerem Energiegehalt des Futters (Stall Teil-TMR und Frischgras; 6,4 MJ NEL/kg TM) im Empfehlungsbereich der Energieaufnahme befinden.

Die Differenzen der VG (v. a. WA 3) zur KG entstehen einerseits durch die eingangs beschriebene geringere Gesamtfutteraufnahme (bei WA 3 fast 2 kg TM/Tier*d weniger) und andererseits durch differente Energiegehalte pro kg TM. Der mittlere Energiegehalt des Futters der KG liegt mit 6,7 MJ NEL/kg TM leicht über den Empfehlungen und tendenziell über dem der VG mit maximal 6,5 MJ NEL/kg TM. Dadurch ist eine tendenzielle Energieübersorgung der KG begünstigt. Sinkt die WA, nehmen die Tiere folglich mehr der Teil-TMR mit niedrigeren Energiegehalten von 6,2 MJ NEL/kg TM im Stall auf, resultierend in geringeren Gesamtenergieaufnahmen. So kann eine WA unter 5 kg TM (6,35 MJ NEL/kg TM) und korrespondierend höheren Stallaufnahmen nach den Bedarfsempfehlungen als grenzwertig angesehen werden. Eine WA > 9 kg TM und ergänzender Stallaufnahme ist mit 6,5 MJ NEL/kg TM hingegen bedarfsgerecht. Dabei nehmen die Tiere 58 % der Gesamtenergie aus der Weide auf. Liegt die WA unter 5 kg TM (WA 3), ist die Energieaufnahme aus der Weide lediglich bei 21 %.

Zusammenfassend ist die mittlere Energieversorgung über den gesamten Versuchszeitraum als bedarfsgerecht zu betrachten. Die gesteigerte UDP-Aufnahme der VG äußert sich in den dargestellten geringeren Milchwahnhstoffgehalten. Demnach konnte der Effekt einer N-effizienteren Versorgung trotz der teilweise gerin-

gen Weidefutteraufnahmen bewiesen werden. Durch die erwähnten Futteraufnahmeschwankungen wird in der vorliegenden Studie vor allem das Potenzial des Weidefutters auf die Proteinversorgung der Milchkühe sichtbar, sodass bei höheren und kontinuierlichen Weidefutteraufnahmen mit größeren Effekten im Milchharnstoffgehalt und N-Ausscheidungen im Harn zu rechnen wäre. Die größten Effekte der WA-Höhe spiegeln sich in den Proteinfractionen A und B3 mit einem stufenhaften Abfall wider. Dieser Zusammenhang ist für die gesteigerten UDP-Aufnahmen in der VG maßgebend. Demnach ist davon auszugehen, dass mehr Protein unverdaut den Pansen verlässt, der Kuh intermediär im Dünndarm zur Verfügung steht und einer theoretischen Gefahr eines N-Überschusses im Pansen, mit den beschriebenen Folgen, entgegenwirkt.

Die Darstellung der Milchleistungsentwicklung verdeutlicht, dass die VG den energetischen Leistungsansprüchen zu Beginn der Versuchsdurchführung durch deren Futteraufnahme nicht gerecht werden kann. Ihnen steht demnach weniger Energie für die Milchsynthese zur Verfügung. Erst bei Milchleistungen < 25 kg Milch wäre der Leistungsbedarf gedeckt. Dies unter der Voraussetzung, dass die Leistungen der KG eine leistungsgerechte Ernährung widerspiegeln. Die Energiegehalte der Weide sind durchgehend > 6 MJ NEL und demnach, bei kalkulierter Weidefutteraufnahme, bedarfsdeckend. Der begrenzende Faktor (Liebig'sches Fass) und die Ursache der Leistungsdepression ist in der eingangs dargestellten unzureichenden Weidefutteraufnahme und der daraus resultierenden geringeren Energieaufnahme begründet. Diese Energiesituation und der zusätzliche Bewegungsaufwand auf der Weide ermöglicht es der VG nicht, mit der KG vergleichende Energiereserven aufzubauen. Dieser Effekt wirkt sich aber positiv auf die Folgelaktation aus.

Die Ergebnisse der Milchharnstoffkonzentrationen verdeutlichen eine verbesserte N-Nutzung durch das Tier. Die vorliegende Studie konnte somit die Futterproteinverlagerung aus dem Pansen in den Dünndarm in Form des UDP aufzeigen und damit eine Optimierung der Proteinverwertung im Tier hervorrufen. Somit können die eingangs dargestellten, im Vergleich zur KG höheren, UDP-Aufnahmen der VG bestätigt werden. Der Vergleich der Milchfettsäureergebnisse ist mit denen von COUVREUR et al. (2006) vergleichbar. Die WA der VG liegt bei ca. 53 % und ist mit den Ergebnissen von COUVREUR et al. (2006) mit 60 % Weideaufnahme adäquat. Die Ergebnisse der MUFA und PUFA sind dagegen abweichend, begründet unter anderem durch eine frühere Laktation (\emptyset 150. LT, Milchfett = 4,02 %) der Versuchstiere. Die VG hat bei geringerer WA einen MUFA-Gehalt vergleichbar mit 100 % Weidefutteraufnahme (COUVREUR et al. 2006) und bedeutend geringere PUFA-Gehalte. So steigt der Gehalt der MUFA (60 %; COUVREUR et al. 2006) um 8,5 % und der PUFA um 38 %. Dennoch dient der Vergleich der Tatsache, dass bei steigenden Frischgrasanteilen in der Ration/Weidehaltung sich die SFA linear reduzieren, die MUFA und PUFA linear ansteigen und somit der Einfluss der Fütterung auf das Milchfettsäuremuster deutlich wird.

VELIK et al. (2012) wiesen in ihrer Studie ähnliche Zusammenhänge nach. So hatten Tiere, die unter Vollweidebedingungen gehalten wurden, niedrigere SFA-Gehalte (SFA = 60 g/100 g Milchfett) und höhere Gehalte an MUFA (MUFA = 23 g/100 g Milchfett) verglichen mit einer Grassilage/Krafftutter-Fütterung (SFA = 67 g/100 g Milchfett, MUFA = 18 g/100 g Milchfett). Des Weiteren wiesen sie auf große Schwankungen der Gehalte im Jahresverlauf bei Vollweidehaltung hin und machten so die Aussagekraft einer Momentbetrachtung der eigenen Ergebnisse deutlich. Bei MOREL et al. (2006) ähneln sich die Gehalte der SFA bei Silagefütterung mit der KG und Grünfütterung mit der VG. Allerdings gibt es leichte Abweichungen in den MUFA- und PUFA-Gehalten. Vor allem Letztere sind in dieser Studie um ca. 17 % höher, was durch tierindividuelle (230. Laktationstag mit \emptyset 18,6 kg Milchleistung) und fütterungsbedingte (im verwendeten Grünfütterer kein Deutsches Weidelgras) Unterschiede hervorgerufen sein kann. Auch die Harnuntersuchung stellt lediglich eine Momentaufnahme dar und erlaubt somit eine punktuelle und nicht zeitübergreifende Beurteilung. Die Proteinqualität (Proteinfractionen) und Menge in dem Frischgras ist an den eingangs dargestellten zeitabhängigen Nährstoffvergleichen zwischen beiden Probenahmeterminen annähernd gleich.

Die zeitabhängigen Veränderungen sind in der unterschiedlichen Weideaufnahmemenge begründet. Während die KG bei annähernd gleicher Futterraufnahme und Rationszusammensetzung konstante Gesamt-N-Gehalte widerspiegelt, lag die Futterraufnahme insbesondere des Frischgrases in der VG überdurchschnittlich hoch und konnte demnach einen deutlichen Effekt auf die Gesamt-N-Ausscheidung bewirken. Bei Weideaufnahmen um 8 kg TM/d kann der Gesamt-N-Gehalt reflektorisch kaum Verbesserungen der N-Nutzung im Tier zeigen. Demnach ist bei einer WA 3 kein Effekt der Weide auf den Gesamt-N-Gehalt zu erwarten. Dieser Zusammenhang macht die Bedeutung der Weideaufnahmemenge in Bezug der Proteinnutzungseffizienz und der Entlastung der altmelkenden Tiere deutlich. Durch die partielle Weidehaltung konnte anhand der RFD-Ergebnisse deutlich gezeigt werden, dass die Tiere der VG in Abhängigkeit der Laktationsnummer Körperfett mobilisieren. Vor allem Erstlaktierende deuten auf ein größeres Ausmaß dieser Mobilisation hin. Begründen lässt sich dies durch die geringsten KM-Zunahmen, einen teilweise stagnierenden und deutlich niedrigeren BCS mit korrespondierend fehlender RFD-Bildung bei sinkenden Milchleistungen in Folge des Voranschreitens der Laktation und damit verbundenem geringerem Energiebedarf.

Diese Ergebnisse der VG 1 korrespondieren zu den Milchleistungen mit der dargestellten Milchleistungsdepression und konstanter negativer Differenz zur KG 1. Die partielle Weidehaltung ist, unter den gegebenen Bedingungen, suboptimal für erstlaktierende Kühe. Sie besitzen weniger Körperreserven (RFD, KM) als die VG 2 bei vergleichbarer Milchleistung zum Umstellzeitpunkt und durch die fehlende Weidefüttergewöhnung mit anfänglich geringeren WA (Gewöhnung an Futtersuche/neue [unbekannte] Futterquelle) schaffen es diese Tiere nicht, im Hinblick auf die Körperreserven optimal in die Trockensteherphase zu gelangen. Es besteht somit die Gefahr, dass diese Tiere für die Folgelaktation mit dem entstehenden Energiedefizit im ersten Laktationsdrittel zu wenige Energiereserven bereitstellen. Betrachtet man allerdings die VG 2 und die KG, wird ein positiver Effekt ersichtlich. Während die KG im Stall bei sinkender Milchleistung, unter Beachtung der Trächtigkeitserhaltung/Fötenversorgung, an Gewicht und v. a. an RFD zunimmt und somit der Gefahr einer Verfettung und damit verbunden negativen Einflüssen auf die Trächtigkeit und den Geburtsverlauf entsteht, wirkt sich die partielle Weidehaltung auf die VG 2 dahingehend positiv aus. Durch die strukturbetonte und energie-reduzierte Trockensteherfütterung bei zeitgleich sinkender Futterraufnahme im geburtsnahen Zeitraum war eine mögliche Angleichung an die Körperfettreserven der KG nicht zu erwarten. Schlussfolgernd geht die KG mit einer mittleren RFD von ca. 2 cm mit bedeutend mehr Körperfett in die Kalbung und in die Folgelaktation. Diese Differenz konnte statistisch gesichert werden. Der weiterreichende Effekt der Weidefütterung kann in dieser Darstellung festgehalten werden. Die hervorgerufenen Veränderungen der Körperkondition in der Altmelkerphase bleiben bis zur Kalbung bestehen. Aus dieser Sicht lassen sich verminderte Probleme der Keto-segefahr und Fruchtbarkeitsstörungen in der Folgelaktation erwarten. Die eingangs dargestellten tendenziell höheren Ketonkörperkonzentrationen der KG bestätigen diese hohe Fettmobilisation, die wiederum die Hormonstimulation im Hypothalamus (LH) beeinträchtigt. Weil die Rastzeit in beiden Gruppen annähernd gleich ist, wirkt die durch die Fettmobilisation hervorgerufene eingeschränkte Hormonfreisetzung erst im späteren Laktationsverlauf. Durch längere Günstzeit und höherem Besamungsindex erkenntlich, gelangen die Tiere der KG zwar zum Laktationsbeginn in die Brunst, sind aber schlechter aufnahmefähig. Hintergrund ist die gestörte GnRH-Produktion mit der Folge geringerer Ausschüttung des LH und FSH.

Zusammenfassung

Die präsentierte Ergebnisauswahl macht die Komplexität der Weidehaltung deutlich. Neben den dargestellten Effekten während der Weidehaltung sind vor allem die Reaktionen in der Folgelaktation entscheidend. Durch diese Fütterungsform sind zwei Kriterien entscheidend. Neben einer ausreichend hohen Weidefutterraufnahme ist vor allem auch der höhere Bewegungsaufwand im Hinblick auf die Folgelaktation prägend. Bei kontinuierlicher Weidefutterraufnahme von mindestens 6 kg TM täglich kann eine konstante Optimierung in der Proteinversorgung und eine gesteigerte N-Effizienz erreicht werden. Sichtbar wurde dieser Zusammenhang an gerin-

geren Milchharnstoffgehalten und N-Gesamt-Gehalten im Harn, wobei durch eine kontinuierlichere Weidefuturaufnahme deutlichere Effekte zu vermuten sind. In Anbetracht der kombinierten Milchleistungen aus der Versuchs- und Folgelaktation gibt es dahingehend keine Benachteiligung. Die Leistungsdifferenzen zwischen den Gruppen zu Beginn der Umstellung wurden bis zum 100. LT der Folgelaktation von der VG ausgeglichen. Die Weidehaltung von Milchkühen ist aus den gegebenen Ergebnissen sinnvoll, sollte aber auf Grund der futterenergetischen Benachteiligung bei zu geringen Weideaufnahmen nur bei altmelkenden Milchkühen ab dem 250. LT Anwendung finden. Bei ausreichendem Weideangebot in Stallnähe ist die halbtägige Weidehaltung zur Optimierung der Körperkondition im Hinblick auf die anschließende Fruchtbarkeit in der Folgelaktation eindeutig und vor allem für Höherlaktierende praktikabel.

Thesen

Bei kontinuierlicher Weidefuturaufnahme von mindestens 6 kg TM täglich kann eine konstante Optimierung in der Proteinversorgung und eine gesteigerte N-Effizienz erreicht werden. Die geringfügig geringere Milchleistung der Weidetiere gegenüber den im Stall mit Silage gefütterten Rindern wurde durch eine höhere Milchleistung in der Folgelaktation bis zum 100. Laktationstag ausgeglichen. Die Weidehaltung altmelkender Milchkühe ab dem 250. Laktationstag erscheint somit sinnvoll.

2.2.4 Frisch-/Trockengrün-/Heufütterung von Milchrindern

2.2.4.1 Gedanken zur Zukunft von Grassilage in der Milchkuhfütterung

Prof. Dr. Manfred Hoffmann und Prof. Dr. Olaf Steinhöfel

Gegenstand der Untersuchung

Der Einsatz von Grassilage in sächsischen Milchviehrationen stagniert bzw. ist weiter rückläufig. Der Einsatz von Gras vom Grünland in der Milchkuhfütterung wird dabei insbesondere durch die unsichere Silierung und die daraus resultierenden unerwünschten Fermentationsprodukte begrenzt. Trotz großer Fortschritte bei der Erntetechnik, der Siliermittelbereitstellung und moderner Siliertechnik ist ein erheblicher Teil der untersuchten Grassilagen nicht optimal, wenn man den Einfluss auf Leistungsbereitschaft und Gesundheit der Milchviehherden als Maßstab nimmt. Als besonders gesundheitsgefährdend erweist sich das Vorkommen von Proteinabbauprodukten in Silagen. Es ist deshalb empfehlenswert, auch andere Formen der Grünfütternutzung zu prüfen. Der einfachste und wirkungsvollste ist sicher, das Gras frisch oder technisch getrocknet und nicht siliert zu füttern.

Fortschritt durch Silagefütterung

Seit einigen Jahrzehnten ist ganzjährige Silagefütterung bei Milchkühen in Deutschland zum bestimmenden Rationstyp geworden. Die Silagebereitung ermöglichte es, Milchrinder über lange Perioden kontinuierlich mit Energie, Nährstoffen und Faser zu versorgen. Große Partien hochwertigen Grobfutters mit einheitlichem Futterwert konnten für stabile Rationen von hochleistenden Rindern zur Verfügung gestellt werden. Dies hat wesentlich zur Leistungsentwicklung der Milchrinder in den letzten 20 Jahren beigetragen. Zudem sind mit der Silagefütterung erhebliche arbeits- und betriebswirtschaftliche Vorteile verbunden, die für wachsende Bestände unverzichtbar waren. Den größten Anteil dabei hat die Maissilage gebracht. Der enorme züchterische Fortschritt hat sowohl den Futterwert als auch den Ertrag permanent gesteigert. Diese Entwicklung scheint auch noch nicht beendet zu sein – und dies trotz Verzicht auf GVO. Die damit verbundene unschlagbare Wirtschaftlichkeit, der hohe Futterwert, die gute Silierbarkeit und die ernährungsphysiologische Wirkung haben der Maissilage eine dominierende Rolle in den Milchviehrationen verschafft (Abbildung 49).

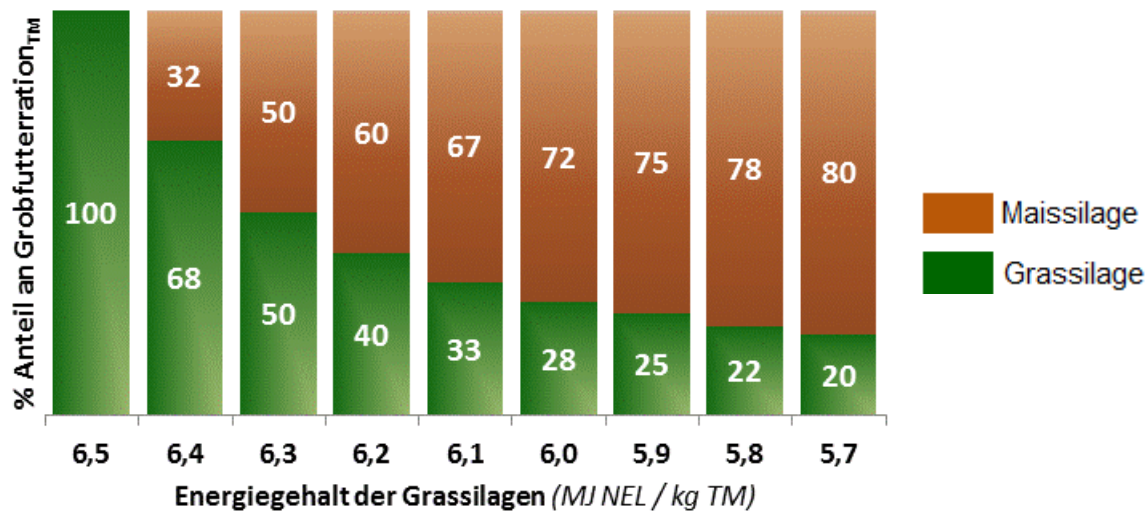


Abbildung 49: Verhältnis von Mais zu Grassilagen in Rationen für Milchkühe

Maissilage ist und bleibt unter den aktuellen Rahmenbedingungen wirtschaftlich das beste Grobfutter für die Milcherzeugung. Schwachpunkte ergeben sich derzeit durch die Häckselqualität und Kornzerkleinerung in Verbindung mit der richtigen Wahl des Erntezeitpunktes. Zudem ist zu beobachten, dass Mais zunehmend an phytosanitären Problemen wie Fusarien-, Zünsler- oder Wurzelbohrerbefall leidet, was den Futterwert und die Anbaueignung vielerorts gefährden könnte. Zu einem gewissen Teil ist dies in Verbindung mit dem hohen Maisanteil an der Ackerfläche in bestimmten Regionen zu erkennen.

Grassilage stagniert

Der Einsatz von Grassilage ist weiter rückläufig. Selbst in grünlandstarken Regionen wird ein steigender Einsatz von Maissilage angestrebt und „reine Grassilagerationen“ sind kaum noch auffindbar. Erst in Höhenlagen über 600 m NN wird die Maissilierung wirtschaftlich riskanter, hier bleibt das Gras als Weide, Grünfutter, Heu oder Silage noch dominant. Von den aktuell ca. 9.500 Liter Jahresleistung einer sächsischen Kuh sind jedoch nur noch knapp 8 % den Grasprodukten anzurechnen.

Der Einsatz von Gras vom Grünland in der Milchkuhfütterung ist insbesondere durch die hohen Erzeugungskosten, die unsichere Silierung und daraus resultierende unerwünschte Fermentationsprodukte, dem inhomogenen Futterwert und der Anreicherung erntebedingter bodenbürtiger Schadstoffe wie Kalium, Eisen, Schwermetalle oder spezifischer Keime begrenzt. Auch die Witterungsabhängigkeit kann erschwerend wirken und besonders die Gärqualität beeinträchtigen. Die Auswertung von Spitzenbetrieben, die nahezu jedes Jahr beste Grassilagequalitäten erzeugen, zeigt jedoch, dass die subjektiv bedingte Fehlerquote bei der Silagebereitung einen großen Einfluss hat. Und dies, obwohl jährlich mit hohem Aufwand die Beschäftigten der Landwirtschaft geschult und informiert werden. Auch die Entwicklung innovativer Betriebsmittel wie Siliermittel, Folien oder Echtzeit-Messverfahren auf Erntegeräten konnten nicht wesentlich zur Verbesserung der Grassilagequalität beitragen. Der Versuch über die staatliche Grünlandförderung die Wirtschaftlichkeit zu verbessern, war dem nicht dienlich. Mit Naturschutzaufgaben auf dem Grünland wie verringerter Mitteleinsatz oder späterer erster Nutzungszeitpunkt kann und konnte kein Grobfuttermittel für die wirtschaftliche Milchkuhfütterung erzeugt werden.

Die Futterwertkennzahlen und die Gärqualität für Grassilagen aus dem ersten Schnitt der letzten Jahre sind in Tabelle 45 zusammengestellt.

Tabelle 45: Futterwert und Gärqualität der Gras- und Leguminosensilagen 1. Schnitt

		2012	2013	Ø	2014 Variation
Trockensubstanz	%	35,7	30,6	32,7	25,5 – 40,0
Je kg TS:					
NEL	MJ	6,2	5,9	6,2	5,8 – 6,6
Zucker	g	47	35	58	11 - 105
NFC	g	281	254		
Rohfaser	g	253	272	249	223 – 276
ADFom	g	270	291	271	262 – 316
NDFom	g	445	486	461	410 - 512
HFT	ml/200g	48	45	48	43 - 52
Rohprotein	g	154	148	147	124 – 170
nutzb. Rohprotein	g	134	137	136	127 – 171
UDP	N in % Ges.-N	22	24	22	16 - 28
Proteinlöslichkeit	% d. RP	58	56	59	52 - 37
pH-Wert		4,3	4,5	4,3	
Anteil der Proben in %					
Konserviererfolg	Note 1 - 2	84	76	86	
	Note 4 - 5	3,1	9,0	3,7	
Buttersäure	> 0,3 % d. TS	5,2	9,7	5,1	
	> 0,5 % d. TS	1,2	4,3	1,1	
Essigsäure	> 5,5 % d. TS	0,8	0,9	0,1	
NH ₃ -N-Gehalt	> 8 % d. RP	27,7	45,6	43,3	
Hitzeschädigung	> 25 % pu. RP	4,2	7,6	3,6	
mit Schimmel	> 10 ⁶ KbE/g	4,7	6,9	6,0	
Rohasche	g/kg TS	98	103	95*	

* > 120 g/kg TS : 17 5

LKS-GmbH Lichtenwalde 2015

Trotz großer Fortschritte bei der Erntetechnik, der Siliermittelbereitstellung und moderner Siliertechnik ist ein großer Teil der untersuchten Grassilagen nicht optimal, wenn man den Einfluss auf Leistungsbereitschaft und Gesundheit der Milchviehherden als Maßstab nimmt. Der Gebrauchswert der Grassilagen hat sich über Jahre nicht verbessert und stellt in verschiedenen Jahren, Regionen und Betrieben einen Risikofaktor für den Gesundheitszustand der Milchkühe dar. Die Schwachpunkte zeigen Angaben aus Betrieben, in denen Futterverweigerungen in Verbindung mit erheblichen Gesundheitsstörungen aufgetreten sind (Tabelle 46).

Tabelle 46: Störungen (einschl. Futterverweigerung) infolge spezifischer Eigenschaften von Grassilagen in Mischrationen für Milchkühe

	im Mittel	von ... bis
Trockensubstanz %	21,3	16,2 – 22,9
Rohprotein g/kg TS	226	179 – 249
Rohfaser g/kg TS	204	158 - 223
pH-Wert	3,5	3,3 – 3,9
NH ₃ – N in % des Gesamt-N	18	14 – 42
Milchsäure g/kg TS	134	118 – 171
Konserviererfolg (Note)	1,5	1 – 2
Anteil Grassilage – TS %		
von Grobfutter – TS	37	23 – 55
von Gesamtrotation – TS	22	13 - 32

18 Betriebe (2005–2012) Melkdurchschnitt > 26 kg Milch/Tier und Tag

Schwerpunkt Proteinabbau

Als besonders gesundheitsgefährdend erweist sich das Vorkommen von Proteinabbauprodukten in Silagen. Neben der Bildung von Ammoniak, das die Atemluft verunreinigt und auch umwelttoxisch ist, und unerwünschten Karbonsäuren, wie Buttersäure, entstehen auch Amine. Biogene Amine gelten als besonders gesundheitsgefährdend (> 5 g Gesamt-Amine je kg TS, ab 15 g fütterungsuntauglich). Die Gefahr des Auftretens von Aminen ist bei Verfütterung verschmutzter Silagen (> 100 g Rohasche je kg TS), bei Vorkommen von Buttersäure und von Clostridien und bei einem NH_3 -Gehalt des Gesamt-N > 10 % besonders hoch. Die mit dem Konservierungsverfahren der Milchsäuregärung verbundenen Vorgänge und Prozesse wurden in den zurückliegenden Jahren intensiv untersucht. Bei der Silierung wird man den Proteinabbau durch pflanzeigene und mikrobielle Enzyme nicht prinzipiell, sondern nur graduell beeinflussen können. Dafür gibt es durchaus Möglichkeiten. Zum Beispiel mit einer konsequent bedarfsgerechten Stickstoffdüngung kann man den Luxuskonsum der Pflanzen mit Nitrat- bzw. Ammoniumstickstoff begrenzen. Man kann Futterpflanzen oder auch vereinzelt Sorten anbauen bzw. einsäen, die einen gewissen natürlichen Schutz vor Proteolyse mitbringen. Als Pflanzen gelten die Esparsette oder der Hornklee als besonders beständig. Leider ist ihr Futterwert ungünstig. Züchterisch wird versucht, Futterpflanzen mit erhöhtem Gehalt an kondensierten Tanninen oder Polyphenoloxidasen zu kreieren, die eine geringere Proteolyseneigung aufweisen. Der Schnitzeitpunkt sollte nicht zu früh gewählt werden. Das Anwelken sollte schnell, aber durchaus bis an die Grenze der Verdichtbarkeit erfolgen. Höhere Trockenmassegehalte sind für die Proteinstabilität immer besser. Durch Zusatz geeigneter Siliermittel, insbesondere solcher, die schnell säuern und Clostridien hemmen, können die proteolytisch aktiven Mikroorganismen unterdrücken. Letztlich sichert auch eine gute Silagequalität eine hohe Grobfutteraufnahme. Dadurch steigt die Passagerate und in Folge der Rohproteinanteil, der den Pansen unabgebaut verlassen kann.

Die Anforderungen an die Futterproteinqualitäten eines Wiederkäuers bleiben jedoch im wahrsten Sinne des Wortes gespalten. Es werden einerseits ca. 70 bis 80 % einfache fermentierbare Stickstoffverbindungen für die Pansenmikroben gebraucht und andererseits 20 bis 30 % Durchflussprotein. Durch proteolytische Abbauprozesse während der Silierung sinkt der Anteil an Reineiweiß und damit auch der UDP-Gehalt im Gras deutlich. Grasbetonte Rationen haben in jedem Fall ausreichend fermentierbaren Stickstoff für die Mikroben. Allein über die Silagen werden bei gleichen Teilen Gras- und Maissilage in der Trockenmasse der Grobfutterration nahezu 80 % des Bedarfs an diesen Stickstoffverbindungen gedeckt. Weil die traditionellen energie- und proteinreichen Ergänzungsfuttermittel immer auch über 70 % fermentierbares Protein des Gesamtrohproteins liefern, gibt es kaum Probleme. Das Problem ist die UDP-Bedarfsdeckung. Sie liegt bei nur ca. 35 % durch die Grobfuttersilageration. Es werden somit UDP-Konzentrate oder Grobfuttermittel mit höherem UDP-Gehalt benötigt.

Ausweg Grünfutter oder Trocknung

In Anbetracht der geschilderten Situation ist es empfehlenswert, auch andere Formen der Grünfutternutzung zu prüfen und evtl. physiologisch günstige oder risikofreiere oder kosten- und flächengünstige Varianten zu finden. Die einfachste und wirkungsvollste ist sicher, das Gras frisch oder technisch getrocknet und nicht siliert zu füttern. In Tabelle 47 sind ausgewählte Kennzahlen für Gras zusammengestellt worden, um die grundsätzlichen Unterschiede zu charakterisieren.

Tabelle 47: Futterwert von Gras – Weidelgras, optimaler Schnitzeitpunkt: 24–25 % Rohfaser, > 8 cm Höhe

Kennzahl	Einheit	Grün-futter	Silage	Heu ¹⁾	Trocken-grünfutter ²⁾
Trockensubstanz	%	20	33	86	88
NEL	MJ/kg TS	> 6,2	6,2	5,8	> 6,2
Rohfaser	g/kg TS	245	260	278	250
NDF	g/kg TS	420	460	410	405
ADF	g/kg TS	265	270	320	270
ADL	g/kg TS	22	25	31	46
Rohprotein	g/kg TS	170	150	140	160
nutzbares RP	g/kg TS	160	135	130	150
UDP	% des RP	20 - 35	15-25	35	> 45
Proteinlöslichkeit	%	45 - 50	> 55	45	40 - 45
NH ₃ -N des Gesamt-N	%		< 8		
pepsinunlös. RP	% des RP		< 25,0		< 20,0
NO ₃ -Gehalt	g/kg TS		3 - 5		
Gesamt-Amine	g/kg TS		< 5		

¹⁾ Kaltbelüftung ²⁾ mit Warm- oder Heißluft getrocknet

Quellen: DLG-Futterwerttabellen (1997; Datenbank LKS 2014; NRC 2001)

Grünfutter zeigt in allen Kennzahlen den Ursprungswert, der durch pflanzenbauliche Maßnahmen (insbes. die Düngung) und den Schnitzeitpunkt bestimmt wird.

Durch den Einsatz von Grünfutter im Vergleich zur Grassilage kann die Grobfutteraufnahme um ca. 15 % gesteigert werden und die Energie- und Nährstoffverluste sind 20 bis 30 %-Punkte geringer. Ein erhöhter Gehalt an erwünschten sekundären Pflanzeninhaltsstoffen, z. B. β -Carotin, Tocopherole, Phenole, und das Vermeiden unerwünschter Fermentationsprodukte wie Amine oder Gärssäuren reduzieren das Gesundheitsrisiko der Milchrinder. Die Nachteile ergeben sich in erster Linie aus der Schwierigkeit, eine kontinuierliche Energie-Nährstoff- und Faserversorgung zu gewährleisten und aus der starken Witterungsabhängigkeit. Die ökonomischen und arbeitswirtschaftlichen Konsequenzen sind betriebsspezifisch. Die Weidehaltung ordnet sich hier ein. Auf eine detaillierte Beschreibung der vielfältigen Verfahren und Möglichkeiten soll hier verzichtet werden. Bei Verfütterung von frischem Grünfutter hat sich die Zufütterung von Maissilage als stabile Komponente bewährt (Tabelle 48).

Tabelle 48: Standortspezifische Rationstypen

	Silage			Verlust-faktor ¹⁾	Ausgangsmaterial		
	TS %	kg/Tag*	dt/Jahr		TS %	dt/Jahr*	ha ²⁾
1. Ganzjährige Stallhaltung - Maissilage als Hauptkomponente							
Maissilage	32	26	95	1,15	32	109	0,27
Grassilage	35	12	44	1,20	18	107	0,27
2. Ganzjährige Stallhaltung - Grassilage als Hauptkomponente							
Grassilage	35	24	88	1,25	18	214	0,53
Maissilage	32	12	44	1,15	32	51	0,13
3. Grünfutter (Weide)-fütterung (Sommerration [155 Tage])							
Grünfutter	20	50	78	1,15	20	90	0,23
Maissilage	32	10	37	1,15	32	43	0,11
Winterration (210 Tage) siehe 1. oder 2.							

¹⁾ Feldverluste + Gärverluste + Verluste bei Entnahme bis zum Futtertisch

²⁾ bei 400 dt/ha

* bei 650 kg Körpermasse je Tier

Bei den getrockneten Grünfüttermitteln muss zunächst unterschieden werden zwischen den in Boden- oder Reutertrocknung bzw. mit Kaltluft getrockneten Grünfüttermitteln und den mit Warm- oder Heißluft bzw. Entfeuchtern getrockneten Grünfüttermitteln. Während für erstere der Begriff „Heu“ zutreffend ist, wird vorgeschlagen, für alle mit Warm- und Heißluft getrockneten Grünfüttermittel den Begriff „Trockengrünfütter“ zu verwenden. Um Trockengrünfütter als Grobfüttermittel mit voller Strukturwirksamkeit zu erhalten, ist es wichtig, dass die Partikellänge mindestens 3 cm beträgt. Diesem Anspruch wird nur Lang- oder Häckselgut, auch in Ballen gepresst, gerecht. Nicht gerecht wird diesem Anspruch Trockengrünfütter in pelletierter Form.

Technische Trocknung ist mit 5–10 (max. 15) % die verlustärmste Form der Konservierung von Grünfütter (Tabelle 49).

Tabelle 49: Konservierungsverluste (%) – Grünfütter

	Erntebedingungen günstig	ungünstig
Silierung		
<i>Silage</i>		
• Frischsilage	15 - 20	20 - 25
• Anwelksilage	20 - 25	> 35
Heuwerbung		
<i>Heu</i>	20 - 25	> 30
	15 - 20	> 25
Technische Trocknung		
<i>Trockengrünfütter</i>	> 5	> 10
	5	5 - 10

Feldverluste berücksichtigt

Die Silierung und die konventionelle Heuproduktion weisen sehr hohe Verluste (> 30 %) auf. Dies ist auch bei der wirtschaftlichen Bewertung der Verfahren zu berücksichtigen. Der durchaus höhere arbeits- und kosten-technische Aufwand kann durch geringere Verluste zum Teil mehr als egalisiert werden. Die Verfahren der Warm- und Heißlufttrocknung zeigen sich nährstoff- und flächenökonomisch am günstigsten. Das spiegelt sich auch in der Preiswürdigkeit wider (Tabelle 50).

Tabelle 50: Preiswürdigkeit von Grünfütter verschiedener Nutzungsformen

	Grünlandaufwuchs (80 dt TM/ha)			
	Silage	Grünfütter	Trockengrün	Heu
% Verluste _{TM}	25	5	10	30
dt _{TM} / ha	60	76	72	56
% RP _{TM}	15,5	17,0	16,5	14,5
dt RP / ha	9	13	12	8
€ / dt _{TM} Preiswürdigkeit	14	20	19	12
MJ NEL / kg _{TM}	6,0	6,2	6,1	5,8
GJ NEL / ha	36	47	44	32
€ / dt _{TM} Preiswürdigkeit	14	18	17	12
% UDP am RP _{TM}	20	30	45	35
dt UDP / ha	1,9	3,9	5,3	2,8
€ / dt _{TM} Preiswürdigkeit	14	29	39	21

Trockengrünfütter hat in Rationen für Rinder folgende Funktionen: Die Faserfraktionen von Heu und gehäckseltem Trockengrünfütter (NDF, ADF, Rohfaser) sind voll strukturwirksam, d. h. ihr analytisch bestimmter Gehalt kann mit dem Strukturfaktor 1 multipliziert werden. Bei einem Gehalt von 240 g Rohfaser je kg Trockensubstanz beträgt der Gehalt an strukturwirksamer Rohfaser $240 \times 1,0 = 240 \text{ g / kg TS}$. Der Tagesbedarf einer Kuh mit 650 kg Lebendmasse beträgt 2.600 g strukturwirksame Rohfaser, dieser Bedarf könnte also mit etwa 11 kg TS/Tier und Tag aus gehäckseltem Trockengrobfütter gedeckt werden. In Abhängigkeit vom Vegetationsstadium liegt der Rohproteingehalt zwischen 150–180 g je kg TS, bei getrocknetem Grünfütter aus Klee oder Luzerne auch über 200 g. Im Gegensatz zur Silierung fällt hier der Vorgang der Umsetzungen von Reineiweiß zu NPN-Verbindungen (Proteolyse) weg, sodass ein höherer Reineiweißanteil in getrocknetem Grünfütter vorhanden ist. Gleichzeitig werden die unerwünschten Abbauprodukte wie Ammoniak, Amine oder Buttersäure durch die Trocknung vermieden. Bei der Erwärmung im Trocknungsprozess kommt hinzu, dass ein Teil des Rohproteins in eine Form umgewandelt wird, die nicht durch Bakterien im Pansen zu Ammoniak abgebaut werden kann. Dieser Anteil von Durchflussprotein (UDP) spielt besonders bei Milchkühen mit hohem Leistungsniveau eine erhebliche Rolle und erspart den Zukauf von Konzentraten, in denen das Rohprotein teilweise pansengeschützt vorliegt. Andererseits kann bei falscher Wärmeführung durch Erhitzung die bekannte Maillard-Reaktion (unlösliche Verbindungen von Lysin und Zucker) auftreten, die zu einer Beeinträchtigung der Rohproteinverdaulichkeit führen kann. In der Futtermittelkontrolle wird zu diesem Zweck der Anteil an pepsinunlöslichen Rohprotein bestimmt, der < 25 % des Rohproteins betragen soll. Bei Einsatz von nassen Nebenprodukten (Pressschnitzel, Biertreber) oder zu nassen Grassilagen kann durch die Einbeziehung von getrocknetem Grünfütter der optimale Trockensubstanzgehalt für Milchkuhrationen von 40–55 % eingestellt werden. Zu berücksichtigen ist beim Einsatz von Grünfütter und Trockengrünfütter, dass diese erhebliche Gehalte an Zucker und Oligosacchariden, wie Fruktane, enthalten können. Dies ist bei der Rationsoptimierung zu berücksichtigen und kann ggf. zu Restriktionen führen. Positiv ist zu unterstellen, dass Grünfütter und Trockengrünfütter in der Regel höhere Gehalte an β -Carotin und Vitamin E im Vergleich zu Grassilage aufweisen. Den Einsatz von Trockengrünfütter in verschiedenen Rationstypen und mit unterschiedlichen Anteilen zeigt Tabelle 51.

Tabelle 51: Rationsgrundtypen mit Trockengrünfütter

	Maissilagebetont			Grassilagebetont		
	1	2	3	1	2	3
Trockengrünfütter	3,5	6,5	9,5	3,5	6,5	9,5
Maissilage	28	20	12			
Grassilage				28	20	10
Getreide	4	4	4	4	5	6
Trockenschnitzel*	1	2	3	2	2	2
Rapsextr.schrot	2,0	1,5	0,5	1,5	0,5	0,0
Rapsextr.schr.beh.	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Harnstoff g	100	50	0	0	0	0
vit. Mineralfütter g	200	200	200	200	200	200
kg TS/Tier u.Tag	20,1	19,8	19,7	20,8	20,9	20,4

* 1 kg Trockenschnitzel ersetzbar durch 4,5 kg Pressschnitzel(-silage)
 berechnet auf 30 kg Milch, 4 % Fett, 3,4 % Eiweiß, (650 kg Lebendmasse)
 je Tag: 138 MJ NEL, 3.050 g RP, nRP, > 30 % d. RP UDP
 > 2.600/2.800 g Rohfaser/ADF

Rationstypen mit voller Abdeckung des Grobfutterbedarfes durch getrocknetes Grünfutter haben erheblich zugenommen und es wurden viele Erfahrungen dazu gesammelt. Die Rationstypen unterscheiden sich je nach dem angestrebten Leistungsniveau. Sie sind aber immer durch eine erhöhte Grobfutteraufnahme, eine reduzierte Zufütterung von eiweißreichen Konzentraten und evtl. anderen Zusatzstoffen sowie durch einen guten Gesundheitsstatus der Herden gekennzeichnet.

Fazit

Es gibt Argumente, die für einen verstärkten Graseinsatz sprechen. Aufwüchse vom Grünland sind als Nahrungs-, Energie- oder Rohstoffpflanzen kaum nachgefragt. Sie konkurrieren nicht mit Getreide. Grünland genießt zudem Bestandsschutz und Pflegepflicht durch „Cross Compliance“. Es bleibt nahezu allein dem Wiederkäuer erhalten. Ackerland hat mehrere lukrative Bewerber. Grassilagen machen unabhängiger vom Futtermittelmarkt. Sie bringen Protein, Mineralstoffe und Vitamine in die Rationen. Dem Wiederkäuer wird zudem mit einem stabilen Anteil an strukturwirksamen Grassilagen in der Ration auch mehr Gesundheit und Fruchtbarkeit angeboten. Im Gegensatz zum Silomais, der in den engen getreidereichen Fruchtfolgen zu Hause ist, sind die Feldpilztoxingehalte und andere phytosanitäre Entgleisungen in Grassilagen noch nicht das Problem. Auch GVO ist auf dem Grünland noch kein Thema. Der Futterwert und die Gärqualität der Grassilagen bleiben aber, trotz großer Fortschritte in der Siliertechnik und Siliermittelbereitstellung, ein Risikofaktor für die Milchkühhütterung. Aufgrund der hohen Konservierungsverluste und qualitativen Nährstoffveränderungen liegt der Schluss nahe, zukünftig die Trocknung von Grasprodukten stärker in Betracht zu ziehen. Tabelle 52 fasst noch einmal die wesentlichen Vorzüge der Grünfutternutzung und der Trocknung des Grünfutters zusammen.

Tabelle 52: Vergleich der Konservierungsverfahren

	Im Vergleich zur Silagebereitung		
	Grünfutter	TGF ¹⁾	Heu ²⁾
Flächenproduktivität (TS, Energie, RP, UDP)	+++	+++	~
Aufnahme Grobfutter-Trockensubstanz	+++	++	~
Strukturwirksamkeit	+++	++	++
Witterungsabhängigkeit	-	++	~
unerwünschte Fermentationsprodukte (Säuren, Amine, Ammoniak u. a.)	+++	+++	+++
unerwünschte Nährstoffänderungen	+++	++	+
kontinuierliche Nährstoffversorgung	-	++	++
Rohproteinqualität	++	+++	+
nützliche Pflanzeninhaltsstoffe	+++	++	+

¹⁾ TGF = mit Warm- oder Heißluft getrocknetes Grünfutter

²⁾ Bodentrocknung oder mit Kaltluft unter Dach getrocknetes Grünfutter

+ +Vorteil, ~ gleich, - Nachteil

Dies hat weniger mit der These „Wieder zurück zum Heu“ zu tun, die im Marketing von Milcherzeugnissen aktuell Renaissance hat. Es geht um die Nutzung moderner Verfahren und den Möglichkeiten zur energiesparenden Anwendung der Warm- und Heißlufttrocknung, des Einsatzes von Entfeuchtern, Nutzung der verschiedenen Energiequellen (z. B. Biogasabwärme oder Solartechnik). Neben der Reduzierung unerwünschter Fermentationsprodukte liegen die Vorteile insbesondere in einer Verbesserung der qualitativen Proteinversorgung der Milchkühe. Dies kann zu einer erheblichen Reduzierung von Proteinüberschüssen und letztlich zur Verbesserung der Tiergesundheit beitragen.

Thesen

Der Futterwert und die Gärqualität der Grassilagen bleiben, trotz großer Fortschritte in der Siliertechnik und Siliermittelbereitstellung, ein Risikofaktor für die Milchkuhfütterung. Aufgrund der hohen Konservierungsverluste und qualitativen Nährstoffveränderungen sollte zukünftig die Trocknung von Grasprodukten stärker in Betracht gezogen werden. Neben der Reduzierung unerwünschter Fermentationsprodukte liegen die Vorteile insbesondere in einer Verbesserung der qualitativen Proteinversorgung der Milchkuh. Dies kann zu einer erheblichen Reduzierung von Proteinüberschüssen und letztlich zur Verbesserung der Tiergesundheit beitragen.

2.2.4.2 Alternativen Frischgrün und Heu

Philipp Braun, Dr. Siriwan Martens, Prof. Dr. Olaf Steinhöfel, Prof. Dr. Annette Zeyner

Neben dem Ansatz, den Proteinabbau während der Silierung zu minimieren, wird über den Einsatz von Frischfutter oder Weide und die Verwendung als Trockengrün bzw. technisch getrocknetes Heu nachgedacht. Praxisstichproben aus einem Vergleich zweier Betriebe ergaben dabei folgende Rohproteincharakterisierung (Tabelle 53). Dabei fällt auf, dass der Anteil freier Stickstoffverbindungen (A) im Heu noch geringer war als im Frischgrün, aber auch der unverdauliche Anteil in der C-Fraktion am höchsten. Zudem war der Rohproteingehalt an sich deutlich niedriger im Heu, was zusammen mit der C-Fraktion auf einen spät geernteten Grünlandaufwuchs hinweist. Während in der Silage der Reineiweißanteil B2 nur halb so viel ausmachte im Vergleich zum Frischgrün, kehrt sich das Verhältnis in der A-Fraktion fast um. Daher sind bei der Überlegung und Einplanung von Gras als hochwertige Eiweißquelle diese Konsequenzen der Konservierungsart zu berücksichtigen.

Tabelle 53: Rohproteinfraktionen in Frischgrün, Silage und Heu in zwei Praxisbetrieben mit silagebasierter und Heu-Frischgrün-basierter Fütterung

	Frischgrün n = 8		Silage n = 2		Heu n = 4	
	MW	S	MW	s	MW	s
RP in g/kgTS	201,6 ^a	21,5	141,5 ^b	0,7	99,0 ^c	11,9
nRP in g/kgTS	155,5 ^a	5,9	145,0 ^a	1,4	118,0 ^b	8,3
A in % des RP	32,7 ^b	4,2	58,5 ^a	4,6	22,4 ^c	2,2
B1 in % des RP	6,0 ^a	2,1	3,5 ^{a,b}	0,1	1,2 ^b	1,3
B2 in % des RP	34,7 ^a	5,6	17,1 ^b	2,1	35,7 ^a	2,3
B3 in % des RP	22,0 ^b	2,6	16,8 ^b	6,2	32,0 ^a	2,7
C in % des RP	4,6 ^b	0,5	4,3 ^b	0,6	8,7 ^a	0,7
UDP5 in % des RP	23,9 ^b	3,0	19,5 ^b	2,1	40,0 ^a	0,0

RP - Rohprotein, nRP - nutzbares RP, UDP5 - Durchflussprotein mit 5 h Verweildauer im Pansen; MW - Mittelwert, s - Standardabweichung

Unterschiedliche Buchstaben in derselben Zeile bedeuten signifikante Unterschiede ($P \leq 0,05$) zwischen den Grobfuttermitteln.

2.2.4.3 Einfluss von Grünlandaufwüchsen unterschiedlicher Darbietungsform auf die Fettsäurezusammensetzung der Rohmilch

Philipp Braun, Dr. Siriwan Martens, Prof. Dr. Olaf Steinhöfel, Prof. Dr. Annette Zeyner

Gegenstand der Untersuchung

Bei der diätetischen Bewertung des Milchfetts spielen die ungesättigten Fettsäuren, die Omega-3-Fettsäuren (n3-PUFA) und die konjugierte Linolsäure (CLA) eine besondere Rolle. Die Konservierung von Grünlandprodukten hat einen Einfluss auf ihren Gehalt im Futtermittel und die Übertragung in die Milch. In einem sächsischen Betrieb (Test), der seine Milchrinder ausschließlich mit Gras vom Grünland als Grobfutterbasis (Sommer: Grünfutter, Winter: Heu) versorgt, soll untersucht werden, ob sich diese Fütterung im Fettsäuremuster der Milch erkennen lässt. Als Vergleichsbetrieb fungierte ein Nachbarbetrieb mit ausschließlicher Silagefütterung als Grobfutterbasis.

Problemsicht

Der Einsatz von Gras in der Milchkuhfütterung kann, in Abhängigkeit der Darbietungsart als Grünfutter, Silage oder Heu insbesondere das Fettsäuremuster (WASTERMAIER 2006) mehr oder weniger stark beeinflussen. Zur diätetischen Bewertung des Milchfetts spielen die ungesättigten Fettsäuren, die Omega-3-Fettsäuren (n3-PUFA) und die konjugierte Linolsäure (CLA) eine besondere Rolle. Die Konservierung von Grünlandprodukten hat einen Einfluss auf ihren Gehalt im Futtermittel und die Übertragung in die Milch. So kommt es bei der Heuwerbung wie auch bei der Silierung zu oxidativen Verlusten von mehrfach ungesättigten FS (PUFA).

Material und Methoden

Die Untersuchungen fanden in zwei sächsischen Praxisbetrieben (Kontrolle und Test) statt. Ein Betrieb setzte Gras- und Maissilage als Grobfutterbasis (Kontrolle: SILAGE) ein. Der zweite Betrieb fütterte in der Vegetationsphase Grünfutter (Test: GRÜNFUTTER) und im Winterhalbjahr Heu als Grobfutterbasis (Test: HEU). Im SILAGE-Betrieb wurde eine Fütterungsgruppe mit 212 Kühen und im GRÜNFUTTER- bzw. HEU-Betrieb wurde die gesamte Herde mit 466 bzw. 495 laktierenden Kühen ausgewertet. Die Milchkühe befanden sich zwischen dem 100. und 250. Laktationstag und in der 2-4-Laktation. Die durchschnittliche Laktationsnummer und Laktationszahl lag in der Variante SILAGE bei 2,8 bzw. 182 d, in der Variante GRÜNFUTTER bei 2,8 bzw. 176 d und in der Variante HEU bei 2,8 bzw. 179 d. Die Futteraufnahme wurde durch Differenz zwischen Futtervorlage per TMR-Mischwagen und Restfuttermenge für die Gruppe ermittelt. Diese Messungen fanden jeweils 14 Tage vor der Milchkontrolle in den Fütterungsgruppen statt.

Auswertung und Diskussion

Die Milchmenge war in der SILAGE-Gruppe mit 29,5 kg signifikant höher als in der GRÜNFUTTER-Gruppe mit 27,3 kg und der HEU-Gruppe mit 26,9 kg. Der Milchfettgehalt war zwischen allen Varianten signifikant verschieden (SILAGE 4,3 %; GRÜNFUTTER 4,0 %; HEU 4,5 %). In Tabelle 54 sind die mittleren Futterrationen der beiden Betriebe dargestellt. Neben den unterschiedlichen Grobfutterarten ist vor allem das stark differierende Grobfutter-zu-Krafftutter-Verhältnis auffällig (SILAGE: 64:36; GRÜNFUTTER 43:57; Heu 30:70). Dies ist für die zu bearbeitende Zielstellung des Projektes nachteilig, weil die Fettsäuren des Krafftutters unterschiedlich stark das Gesamtergebnis beeinflussen. Zur Bewertung der Milchfettsäuren ist der Anteil an Futterfett aus den einzelnen Rationskomponenten entscheidend, weil diese mehr oder weniger stark das Fettsäuremuster prägen. In der Tabelle 54 sind die prozentualen Anteile der einzelnen Futtermittel an der Rohfettaufnahme der Kühe zusammengestellt.

Tabelle 54: Mittlere Rationen der beiden sächsischen Betriebe

	Kontrolle: Silage		Test: Grünfutter		Test: Heu	
	kg TM/Kuh und Tag	% TM	kg TM/Kuh und Tag	% TM	kg TM/Kuh und Tag	% TM
Grobfuttermittel	13,8	63,6	11,3	43,4	7,5	30,4
Grassilage	4,7	21,7	-	-	-	-
Frischgras	-	-	3,5	13,5	-	-
Heu	-	-	4,7	18,0	4,9	19,9
Maissilage	9,1	41,9	-	-	-	-
Weizenstroh	-	-	3,1	11,9	2,6	10,5
Kraffuttermittel	7,9	36,4	14,7	56,6	17,2	69,6
Getreide	1,8	8,3	-	-	-	-
Gersten	-	-	0,9	3,5	0,8	3,2
Weizen	-	-	0,4	1,5	0,8	3,2
Körnermais	-	-	4	15,4	2,2	8,9
Rapsextraktionsschrot	-	-	3,1	11,9	3,7	15,0
Sojaextraktionsschrot	3,6	16,6	-	-	-	-
Futterfett	0,2	0,9	0,3	1,2	0,4	1,6
Ackerbohnen	-	-	1,3	5,0	2,2	8,9
Kartoffeln	-	-	-	-	1,4	5,7
Melasseschnitzel	2	9,2	2,7	10,4	4,5	18,2
Melasse	-	-	1,7	6,5	0,9	3,7
Mineralfutter	0,3	1,4	0,3	1,2	0,3	1,2

Die SILAGE-Gruppe erhielt deutlich mehr Rohfett als die der GRÜNFUTTER- bzw. HEU-Gruppe (Tabelle 55). Dies hängt sowohl mit einer etwas höheren mittleren Futteraufnahme (SILAGE 20,9 kg TM; GRÜNFUTTER 20,0 kg TM; HEU 19,5 kg TM) als auch an einer hohen Futterfetzulage zusammen. Die SILAGE-Gruppe erhielt infolge fast doppelt so viel Rohfett wie die Varianten im Testbetrieb (SILAGE 39 g/kg TM; GRÜNFUTTER 26 g/kg TM; HEU 19 g/kg TM). Die Rohfettaufnahme stammte in der SILAGE-Gruppe verstärkt aus dem Grobfutter, in der GRÜNFUTTER- bzw. HEU-Variante eher aus dem Kraffutter. Die Fettaufnahme aus Grünlandprodukten war zwischen den Fütterungsvarianten unterschiedlich (F-Silage = 18,2 %; F-Vegetation = 19,4 %; F-Winter = 11,4 %). Zusätzlich nahmen die Milchkühe in der F-Silage vermehrt Rohfett aus der Maissilage (42,5 %) auf.

Tabelle 55: Anteil der Futterkomponenten an der Rohfettaufnahme der Kühe

	% Anteil an der mittleren Rohfettaufnahme		
Grobfuttermittel	60,7	24,0	15,4
Grassilage	18,2	-	-
Frischgras	-	11,1	-
Heu	-	8,3	11,4
Maissilage	42,5	-	-
Weizenstroh	-	4,6	4,0
Kraffuttermittel	39,3	76,0	84,6
Getreide	5,4	-	-
Gersten	-	3,0	4,0
Weizen	-	1,8	3,4
Körnermais	-	25,2	15,4

% Anteil an der mittleren Rohfettaufnahme			
Rapsextraktionsschrot		18,9	28,4
Sojaextraktionsschrot	9,5		
Futterfett	23,7	21,6	13,7
Ackerbohnen		3,2	5,8
Kartoffeln			7,1
Melasseschnitzel	0,7	1,0	5,8
Melasse		1,3	1,0
Mineralfutter	0,0	0,0	0,0
RFe-Aufnahme in g/Tier*d	815	519	371

Einen großen Anteil an der Fettaufnahme hatten in der GRÜNFUTTER-Gruppe und HEU-Gruppe die Getreide-/Körnermaisfuttermittel (GRÜNFUTTER 30 %; HEU 22,8 %) und Rapsextraktionsschrot (GRÜNFUTTER 18,9 %; HEU 28,4 %). Eine weitere wichtige Fettquelle war das zugesetzte pansenstabile Futterfett, das zwischen den Varianten variierte (SILAGE 23,7 %; GRÜNFUTTER 21,6 %; HEU 13,7 %). Das Futterfett der GRÜNFUTTER- und HEU-Gruppe bestand überwiegend aus C 16:0 (50 %), C 18:0 (42 %) und C 18:1 (6 %) und in der SILAGE-Gruppe überwiegend aus C 16:0 (46 %), C 18:0 (5 %), C 18:1 (34 %) und C 18:2 n6 (9 %). Die restlichen Futtermittel hatten nur einen geringen Anteil an der Rohfettaufnahme.

Der Gehalt an gesättigten FS (SFA) war in der SILAGE-Gruppe signifikant höher als in den anderen Fütterungsvarianten. Aufgrund physiologischer Vorgänge im Pansen sind die SFA im Milchfett von Milchkühen dominant. Die Doppelbindungen der ungesättigten Fettsäuren werden mikrobiell durch H⁺-Ionen abgesättigt. Diese Biohydrierung kann durch vermehrte Aufnahme von NDF und den resultierenden Anfall von H⁺-Ionen aus dem mikrobiellen Abbau von Zellwandbestandteilen gesteigert werden. Dies kann aber ausgeschlossen werden, weil die Aufnahme sich nicht deutlich unterschied (SILAGE 7,8 kg; GRÜNFUTTER 7,5 kg; HEU 8 kg). Die Biohydrierung im Pansen kann durch Krafftutter gesteigert aber ab einem kritischen Anteil auch verringert werden (JENKINS 1993). Die Ergebnisse lassen vermuten, dass der hohe Krafftutteranteil (SILAGE 36 %; GRÜNFUTTER 59,4 %; HEU 71,6 %) die Absättigung der einfach ungesättigten FS (MUFA) und PUFA verringerte. Obwohl das pansenstabile Futterfett der GRÜNFUTTER- und HEU-Gruppe zu 92 % aus SFA bestand, scheint es keinen Einfluss auf die Milchfettsäuren zu haben. Der Gehalt an MUFA und Ölsäure war in der F-Silage signifikant niedriger als in den anderen Fütterungsvarianten. Das Rohfett von Raps ist reich an Ölsäure (DGF 2011). Der Gehalt an Ölsäure war beim Futterfett der SILAGE-Gruppe deutlich höher als beim Futterfett der GRÜNFUTTER- und HEU-Gruppe (34 vs. 6 %). Maissilage ist reich an Ölsäure (GIERUS et al. 2009). Der hohe Anteil von Rapsextraktionsschrot an der Fettaufnahme in der GRÜNFUTTER- und HEU-Gruppe und die zusätzliche Aufnahme durch das Futterfett können der Grund für den Unterschied zur SILAGE-Gruppe sein. Des Weiteren kann die schlechtere Biohydrierung aufgrund des Krafftuttereinsatzes zu einer Akkumulation von MUFA führen. Dadurch können eventuelle Effekte, die von der hohen Fettaufnahme über die Maissilage zu erwarten waren, überdeckt werden.

Der Gehalt an n3-PUFA war in der HEU-Gruppe signifikant höher als in den anderen Fütterungsvarianten. Die n3-PUFA in der Milch stammen vor allem aus Grünlandprodukten und die Übertragung dieser Fettsäuren in die Milch kann bei Heu besser sein (SHINGFIELD et al. 2005), weil bei anderen Darbietungsformen die Biohydrierung im Pansen stärker abläuft (BOUFAIED et al. 2003). Aus den Ergebnissen lässt sich schlussfolgern, dass die Fettsäuren aus Heu besser aus dem Futter übertragen werden, weil trotz der niedrigsten Fettaufnahme aus Grünlandprodukten der höchste n3-PUFA-Gehalt in der HEU-Gruppe realisiert wurde. Der niedrige

Gehalt an n3-PUFA in der GRÜNFUTTER-Gruppe lässt sich nicht auf fütterungsbedingte Einflüsse zurückführen, weil in dieser Variante am meisten Fett aus Grünlandprodukten aufgenommen wurde.

Der Gehalt an n6-PUFA war in der HEU-Gruppe signifikant höher als in den anderen Fütterungsvarianten. Ebenso unterschieden sich die Gehalte zwischen der SILAGE- und GRÜNFUTTER-Gruppe signifikant. Die vermehrte Aufnahme von Kraftfutter kann den Gehalt an n6-PUFA in der Milch erhöhen (SHINGFIELD et al. 2005) und somit der Grund für die Verschiebung des Fettsäuremuster in der F-Vegetation und F-Winter sein. Der Gehalt an n6-PUFA ist in Maissilage deutlich höher als der von n3-PUFA (GIERUS et al. 2009). Laut Angaben des Herstellers waren im Futterfett der SILAGE-Gruppe 6 % der FS n6-PUFA. Obwohl die Fettaufnahme aus Maissilage charakteristisch für die F-Silage war und die Aufnahme aus Futterfett am höchsten, kam es zu keiner Beeinflussung des Milchfettes. Des Weiteren kann die schlechtere Biohydrierung aufgrund des Kraftfuttereinsatzes zu einer Akkumulation von PUFA führen und Effekte bei der SILAGE-Gruppe aufgrund der Maissilage überdecken

Das Verhältnis der n6/n3-PUFA soll laut der Deutschen Gesellschaft für Ernährung unter 5 liegen (EHRlich 2007). Trotz der höheren Gehalte an n3-PUFA erhöht sich das Verhältnis in der HEU-Gruppe auf 5,5, war aber nicht signifikant von der SILAGE-Gruppe unterschiedlich. Das hohe n6/n3-Verhältnis in der GRÜNFUTTER-Gruppe lässt sich nicht auf fütterungsbedingte Einflüsse zurückführen. Der CLA-Gehalt war nicht signifikant unterschiedlich. Dies wäre aber durch die vermutlich bessere Biohydrierung in der SILAGE-Gruppe bzw. durch die höhere Aufnahme von n6-PUFA in der HEU-Gruppe vorstellbar.

Tabelle 56: Ausgewählte Fettsäuren im Milchfett (g/100 g des Milchfetts)

	Kontrolle. Silage (n = 12)		Test. Grünfutter (n = 12) (n = 4) ⁴		Test: Heu (n = 12)	
SCFA ¹⁾	74,9 ^a	2	70,7 ^b	2,9	68,7 ^b	2,6
MUFA ¹⁾	22,2 ^a	1,9	26,6 ^b	2,6	27,1 ^b	2,3
Ölsäure ^{1), 2)}	16,9 ^a	1,7	20,8 ^b	2,1	21,6 ^b	2,1
PUFA ¹⁾	3,0 ^b	0,6	2,7 ^b	0,5	4,2 ^a	0,5
n3-PUFA ¹⁾	0,5 ^a	0,1	0,1 ^b	0,03	0,6 ^c	0,07
n6-PUFA ¹⁾	1,9 ^a	0,6	2,7 ^b	0,6	3,2 ^c	0,4
n6/n3-Verhältnis	4,3 ^a	1,2	65,4 ^b	58,4	5,5 ^a	0,4
CLA ^{1), 3)}	0,6 ^a	0,2	-	-	0,5 ^a	0,1

Unterschiedliche Buchstaben geben signifikante Unterschiede (p-Wert ≤ 0,05) an.

¹⁾: in g/100 g des Milchfetts

²⁾: C 18:1 –9c

³⁾: Aufgrund des kleinen Stichprobenumfangs (n = 1) wurden die Ergebnisse der F-Vegetation nicht mit einbezogen.

⁴⁾: Bei der Analyse der n3-PUFA und des n6/n3-Verhältnisses wurden bei der GRÜNFUTTER-Gruppe nur vier Proben herangezogen. Die restlichen Proben hatten einen Wert = 0 g/100 g des Milchfetts, der vermutlich nicht auf fütterbedingte Einflüsse zurückzuführen ist.

Schlussfolgerung und Fazit

Das Grundfutter/Kraftfutter-Konzept zwischen den drei Varianten unterschied sich deutlich und hatte einen Einfluss auf die Milchfettsäuren. Der Einsatz von Grünlandprodukten spielt besonders in Form von Heu eine entscheidende Rolle für das Fettsäuremuster. Die Übertragung von n3-PUFA von Heu in die Milch scheint besser zu sein als bei den anderen Darbietungsformen. Durch den hohen Einsatz von Kraftfutter in den Varianten GRÜNFUTTER und HEU stieg aber auch der n6-PUFA-Gehalt in der Milch. Das n6/n3-PUFA-Verhältnis verschiebt sich dadurch auf einen Wert von >5 in der Variante HEU. Die Höhe der Kraftfuttermenge

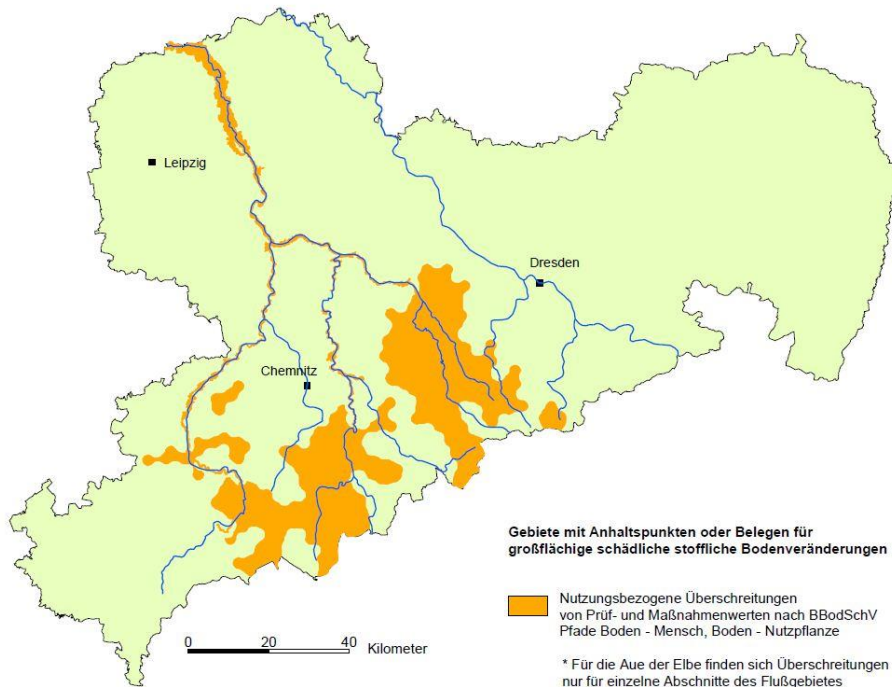
scheint auch einen Einfluss auf die Biohydrierung von Fettsäuren im Pansen zu haben und diese zu verschlechtern. Dadurch kam es eventuell zur Akkumulation von ungesättigten Fettsäuren. Der n3-PUFA- und CLA-Gehalt in der Variante GRÜNFUTTER war nicht auf fütterungsbedingte Einflüsse zurückzuführen.

Ergebnisthesen

Die Übertragung von n3-PUFA von Heu in die Milch ist tendenziell höher als Grünfütter- bzw. Silageeinsatz. Bei schlechterem Futterwert von Heu gegenüber Grünfütter bzw. Silage und den Ausgleich über erhöhte Kraftfuttergaben sind jedoch fütterungsbedingte Einflüsse auf die Milchqualität nicht mehr nachweisbar.

2.2.5 Mineralstoff(über/unter)versorgung vom Grünland

Während Aufwuchs vom Grünland auf der einen Seite viele lebensnotwendige Mineralstoffe liefert, sind für landwirtschaftlich genutzte Böden in Sachsen insbesondere in den Flussauen von Mulde und im Erzgebirge Arsen und Cadmium als Problemstoffe für die Nahrungsmittelkette anzusehen (KLOSE 2015) (Gebiete siehe Abbildung 50). Während die systemische Aufnahme über die Pflanze begrenzt ist, erfolgt der höchste Eintrag über die Bodenverschmutzung in das Futtermittel. Um diesen Eintrag zu minimieren, ist insbesondere eine Ernte bei trockener Witterung und größerer Schnitthöhe anzuraten.



LfULG, Ref. Boden, Altlasten
Stand 02/2014

Abbildung 50: Gebiete mit erhöhten Schadstoffgehalten

In der Diskussion für die Tierernährung ist auch Eisen, das ebenfalls insbesondere durch Böden in das Futter eingetragen wird.

2.2.5.1 Untersuchungen zur standortspezifischen Variation von Kupfer- und Zinkgehalten in Grobfuttermitteln im Freistaat Sachsen

Prof. Dr. Olaf Steinhöfel, Dr. Gerhard Riehl, Frank Förster

Gegenstand der Untersuchung

Standortspezifische Unterschiede im Spurenelementgehalt der Böden und folglich auch der Pflanzenaufwüchse sind zu erwarten. Diese könnten Mangelercheinungen in der Nutztierernährung provozieren und differenzierte Supplementierungen von Futterrationen begründen. Aufgrund der flächendeckenden Überversorgung der sächsischen Nutztiere mit Kupfer und Zink in den letzten zwei Jahrzehnten (STEINHÖFEL 2006; STEINHÖFEL et al. 2013) ist allerdings zu vermuten, dass insbesondere durch die Wirtschaftsdüngerausbringung der Spurenelementgehalt der Böden und darauf erzeugter Pflanzen kaum noch durch den Standort geprägt ist.

Problemsicht

Das Vorkommen der Mikronährstoffe und ihre Akkumulation bzw. Verdünnung in der Natur ist prinzipiell geogen bedingt und nur graduell auf Erosionen und anthropogen bedingte Einträge zurückzuführen. Standortspezifische Unterschiede im Spurenelementgehalt der Böden und folglich auch der Pflanzenaufwüchse sind zu erwarten (ANKE et al. 1994). Diese könnten Mangelercheinungen in der Nutztierernährung provozieren und differenzierte Supplementierungen von Futterrationen begründen. Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, die Gehaltswerte an Kupfer und Zink der letzten 15 Jahre sowohl in den Böden und als auch in den darauf erzeugten Futtermitteln zu bewerten und den nach ANKE et al. (1994) postulierten Versorgungsniveaus der Böden gegenüberzustellen.

Material und Methoden

Futterproben und Bestimmung der Spurenelemente

In die Untersuchungen wurden die Analysenbefunde der Grobfuttermittel Gras- und Maissilage des sächsischen Messnetzes „Futtermittel“ der letzten 15 Jahre einbezogen. In 100 bis 200 Referenzbetrieben des Freistaates Sachsen werden im Rahmen dieses Messnetzes jährlich Futtermittel beprobt und in der Staatlichen Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL) laboranalytisch untersucht. Insgesamt wurden die Befunde von 4.464 Grassilagen und 3.172 Maissilagen einbezogen. Die Analytik des Kupfer- und Zinkgehaltes wurden im BfUL nach der VDLUFA-Methode 10.8.3. (Methodenband III) mit Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) durchgeführt (VDLUFA 2012)). Die Kalibrierung beruht auf Analysenergebnissen mittels ICP-MS jeweils nach den gültigen DIN-Vorschriften.

Bodenproben und Bestimmung der Spurenelemente

In die Untersuchungen wurden insgesamt 295 Bodenprobenergebnisse von Ackerpraxisflächen aus den Jahren 2010 bis 2014 einbezogen. Die Probenahmetiefe betrug 0 bis 20 cm. 25 Proben kamen von alluvialen Standorten, 102 von diluvialen, 71 von Lössböden, 91 von Verwitterungsstandorten und 6 von Kippenböden. Die Verteilung der Bodenproben nach Bodenart und die Anzahl der bestimmten Spurenelementwerte zeigt Tabelle 57.

Tabelle 57: Einteilung der untersuchten Bodenproben nach Bodenart und Anzahl der bestimmten Spurenelementwerte Kupfer (Cu) und Zink (Zn)

Bodenart	Anzahl Bodenproben	Cu	Zn
S (Sand)	9	9	8
SI (anlehmiger Sand)	30	15	18
IS (lehmiger Sand)	75	62	51
SL (stark lehmiger Sand)	55	43	42
sL (sandiger Lehm)	107	91	72
L (Lehm)	19	15	15

Die Bestimmung der pflanzenverfügbaren Anteile für Kupfer und Zink erfolgte nach VDLUFA (2002) MB I, A 6.4.1: Extraktion des Bodens mit Calciumchlorid/Diethylentriaminpentaessigsäure-Lösung für eine Stunde bei Raumtemperatur. Von jeder Probe wurde, je nach Auftrag, mindestens ein Spurenelement bestimmt (Tabelle 57).

Nach dem drei Gehaltsklassen umfassenden Schema der TLL (2005) erfolgte die Bewertung der gemessenen Elementkonzentrationen (Tabelle 58).

Tabelle 58: Definition der Gehaltsklassen pflanzenverfügbarer Spurenelemente (Cu, Zn) (TLL 2005)

Gehaltsklasse	Kurzdefinition
A	sehr niedriger/niedriger Gehalt
B	optimaler Gehalt
C	hoher/sehr hoher Gehalt

Die Abgrenzung der Gehaltsklassen voneinander erfolgte für die einzelnen Elemente entsprechend den „Hinweisen und Richtwerten zur Umsetzung der Düngeverordnung“ der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (2007).

Ergebnisse und Diskussion

Kupfer und Zink in sächsischen Gras- und Maissilagen

Der Gehalt an den Spurenelementen Kupfer und Zink in der Trockenmasse der Gras- und Maissilagen zeigte keine signifikanten Jahreseffekte. Tendenziell leicht steigende Gehaltswerte waren aufgrund der erheblichen Streuung statistisch nicht zu sichern. Beim Bezug der Konzentration an Spurenelementen auf die Rohasche wurde eine signifikante ($p < 0,01$) Steigerung des Kupfer- ($R^2 = 0,5507$) und Zinkgehaltes ($R^2 = 0,3119$) in den Jahren 2000 bis 2015 sichtbar. Dies war bei gleichem Signifikanzniveau bei den Grassilagen ($R^2 = 0,1184$ bzw. $R^2 = 0,1568$) nicht nachweisbar. Auffallend war die Differenz der Kupfer- und Zinkgehaltswerte in der Asche der beiden Silagearten. Die Gehaltswerte lagen jeweils für die Maissilagen um 20 bis 50 g Kupfer (mit wachsender Differenzierung über die Jahre) (Abbildung 51) und um ca. 200 mg Zink höher (Abbildung 52) als die Konzentrationen in den Grassilagen. Dies kann, bei aller Vorsicht, auf die unterschiedlich hohen Wirtschaftsdüngergaben bei der Bewirtschaftung der beiden Grobfuttermittel hinweisen. Auch die über die Jahre signifikant steigenden Konzentrationen an Kupfer und Zink in den Maissilagen weisen darauf hin, dass die Akkumulation der Spurenelemente in den Ackerböden intensiver erfolgte als auf dem Grünland. Einschränkend muss an dieser Stelle noch erwähnt werden, dass bei den Datensätzen, die in die vorliegende Untersuchung eingespeist wurden, keine Differenz zwischen Grassilagen vom Grünland und aus Feldgras gemacht wurden. Der Anteil an Grassilagen vom Grünland lag im Mittel bei 79 %.

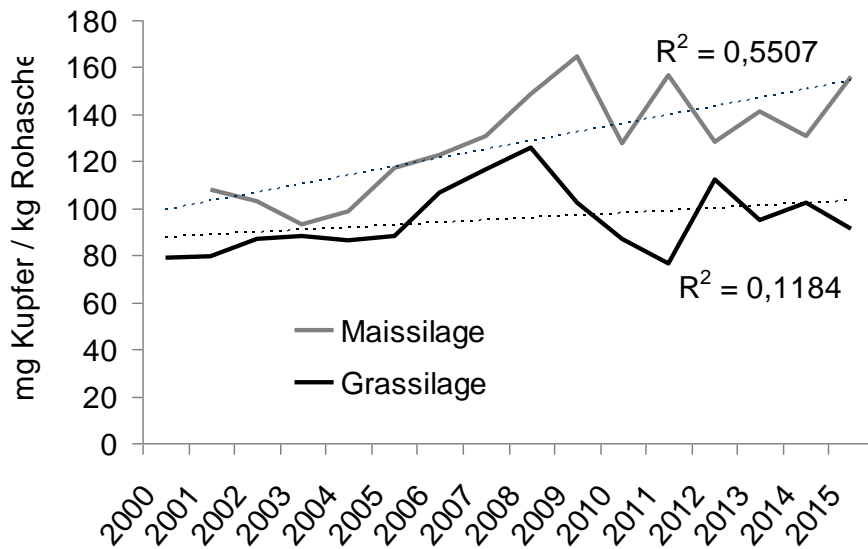


Abbildung 51: Kupfergehalt in der Rohasche in Gras- und Maissilagen der Jahre 2000 bis 2015

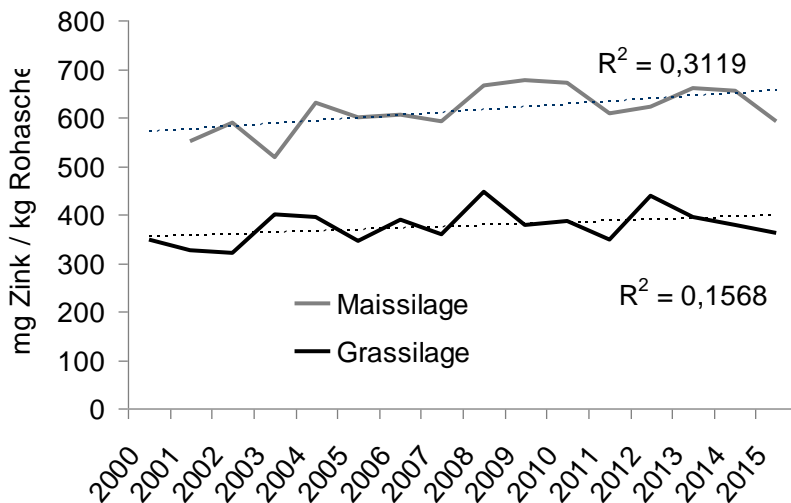


Abbildung 52: Zinkgehalt in der Rohasche in Gras- und Maissilagen der Jahre 2000 bis 2015

Die Silagen wurden entsprechend ihrer Herkunft den sächsischen Vergleichsgebieten (Tabelle 3 und Tabelle 4) zugeordnet. Der Gehalt an den Spurenelementen Kupfer und Zink sowohl in der Trockenmasse als auch in der Rohasche der Gras- und Maissilagen zeigte keinerlei signifikante Beziehung zum Ort ihrer Erzeugung. In Abbildung 53 und Abbildung 54 wurde der Versuch unternommen, die nach ANKE et al. (1994) zu erwartenden standortspezifischen Effekte der Böden auf die Kupfer- und Zinkausstattung der darauf erzeugten Futterpflanzen grafisch in Beziehung zu setzen. Aufgrund der Übersichtlichkeit wurde in Abbildung 53 und Abbildung 54 auf eine Nennung der Vergleichsgebiete verzichtet. Die Vergleichsgebiete wurden absteigend (kein Mangel bis wahrscheinlicher Mangel) sortiert und mit den Mittelwerten der Jahre 2000 bis 2007 bzw. 2008 bis 2015 korreliert. Wie in den Abbildungen ersichtlich, ist weder für Zink noch für Kupfer ein signifikanter Einfluss der geogenen Bodenstruktur auf die Gehaltswerte im Futter nachweisbar.

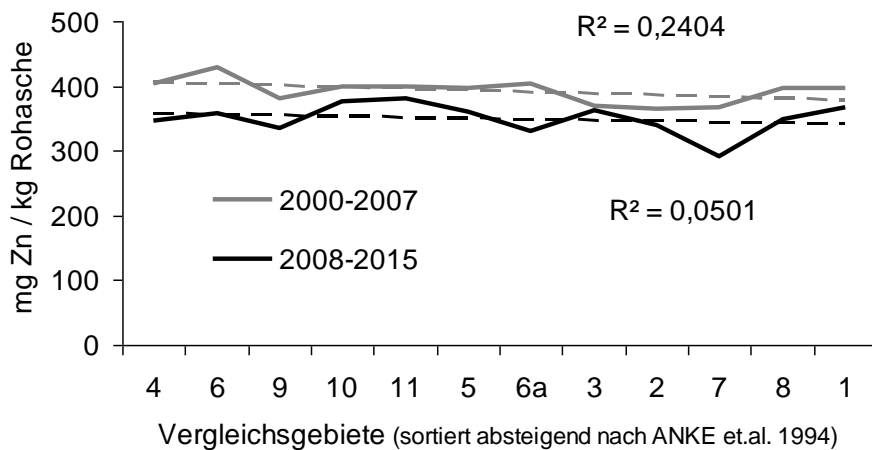


Abbildung 53: Mittlerer Zinkgehalt in der Rohasche sächsischer Grassilagen der Jahre 2000 bis 2007 vs. 2008 bis 2015 in Beziehung zu erwarteten standortspezifischen Variationen (Vergleichsgebiete sortiert absteigend nach ANKE et al. 1994)

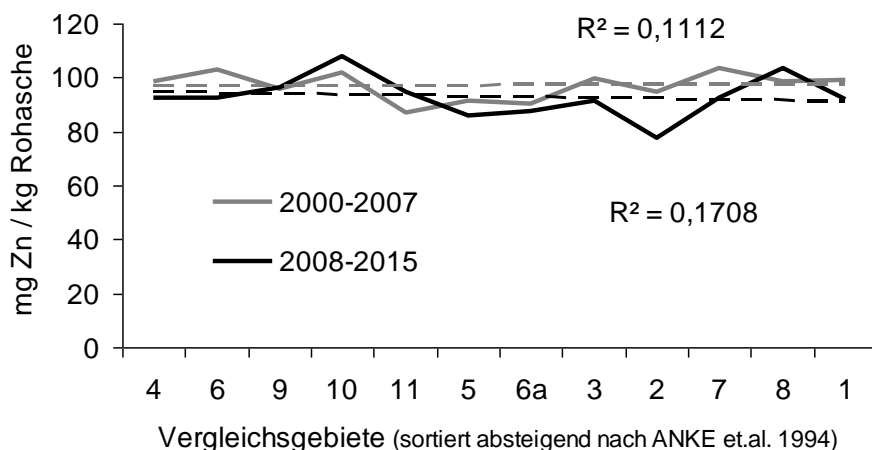


Abbildung 54: Mittlerer Zinkgehalt in der Rohasche sächsischer Maissilagen der Jahre 2000 bis 2007 vs. 2008 bis 2015 in Beziehung zu erwarteten standortspezifischen Variationen (Vergleichsgebiete sortiert absteigend nach ANKE et al. 1994)

Pflanzenverfügbares Kupfer und Zink in sächsischen Ackerböden

Die Einstufung der 12 sächsischen Vergleichsgebiete bzgl. eines möglichen Spurenelementmangels im dort erzeugten Futter auf Grundlage der geologischen Herkunft der Böden (ANKE et al. 1994) ergibt, dass bei Kupfer nur in zwei und bei Zink in vier Vergleichsgebieten kein Mangel zu erwarten ist (Tabelle 59).

Die Ergebnisse der 295 Bodenprobenuntersuchungen von Ackerpraxisflächen aus den Jahren 2010 bis 2014 spiegeln diese Einstufung auf Grundlage der geologischen Herkunft der Böden (ANKE et al. 1994) nicht mehr wider. Die in Tabelle 60 dargestellten Ergebnisse für 11 von 12 sächsischen Vergleichsgebieten zeigen eindeutig, dass der Versorgungszustand sächsischer Ackerböden mit den pflanzenverfügbaren Spurenelementen Cu und Zn derzeit überwiegend gut bis sehr gut ist. Die Gehaltsklasse A (sehr niedriger/niedriger Gehalt) ist noch in zwei Vergleichsgebieten für Cu mit einem relevanten Anteil zu finden (Lausitzer Heide und Teichge-

biete, Mittelsächsische Platte). In allen anderen Vergleichsgebieten dominieren die Gehaltsklassen B (optimaler Gehalt) oder C (hoher/sehr hoher Gehalt).

Tabelle 59: Möglicher Mangel an den Spurenelementen Cu und Zn in den 12 sächsischen Vergleichsgebieten im dort erzeugten Futter (nach ANKE et al. 1994)

Vergleichsgebiet	Cu	Zn
Lausitzer Heide und Teichgebiete	--	--
Oberlausitzer Platte, Zittauer Becken, Oberlausitzer Bergland	-	-
Elbsandsteingebirge	--	-
Nördliche Erzgebirgsabdachung	o	o
Erzgebirgskamm	-	-
Zwickauer-/Chemnitzer Hügelland	o	o
Elsterbergländ	-	-
Mittelsächsisches Hügelland	--	-
Mittelsächsische Platte	-	-
Leipziger Tieflandsbucht	-	o
Dübener-Dahlener Heide	-	o
Sächsische Elbtalniederung	--	-

(- - Mangel wahrscheinlich; - Mangel möglich; o kein Mangel erwartet)

Bei der Zuordnung der Gehaltsklassen zu den Vergleichsgebieten ist zu berücksichtigen, dass die Gehaltsklassen für die Spurenelemente in Abhängigkeit von Bodenart, pH-Wert und Gehalt an organischer Substanz eingeteilt werden (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 2007) und dass innerhalb eines jeden Vergleichsgebietes verschiedene Bodenarten vorkommen können. Die ermittelten Anteile der Gehaltsklassen in den einzelnen Vergleichsgebieten sind daher zusätzlich auch durch die jeweils beprobten Bodenarten beeinflusst.

Eine Untersuchung von 791 Bodenproben sächsischer Acker-Dauertestflächen der Jahre 2009 bis 2011 u. a. auf Cu und Zn (KLOSE et al. 2014; KLOSE et al. 2015) zeigt, dass leichte Böden geringere Gehalte an pflanzenverfügbarem Cu aufweisen als schwere. Der Anteil an pflanzenverfügbarem Zink steigt mit zunehmendem Feinanteil im Boden an.

Eine standortspezifische Differenzierung der Futteraufwüchse auf dem Ackerland auf Grundlage der geologischen Herkunft der Böden ist auf gedüngten Praxisflächen nicht mehr möglich, weil andere Faktoren wie v. a. Fütterung und organische Düngung (langjährig überhöhte Kupfer- und Zinkversorgung landwirtschaftlicher Nutztiere mit entsprechend hohen Gehalten in den ausgebrachten Wirtschaftsdüngern) diese maßgeblich beeinflussen. Dies bestätigen auch Untersuchungen von KLOSE et al. (2015), die eine Steigerung der pflanzenverfügbaren Gehalte an Cu und Zn in Abhängigkeit von der Gesamtmenge ausgebrachten organischen Düngers feststellten.

Tabelle 60: Relativer Anteil (%) der Gehaltsklassen (GK) der untersuchten Bodenproben aus den Jahren 2010 bis 2014 für die pflanzenverfügbaren Spurenelemente Cu und Zn in 11 sächsischen Vergleichsgebieten (fehlende Werte zu 100 % sind durch unabhängiges Runden bedingt)

Vergleichsgebiet	Cu			Zn		
	GK A	GK B	GK C	GK A	GK B	GK C
Lausitzer Heide und Teichgebiete	44	44	11	13	13	75
Oberlausitzer Platte, Zittauer Becken, Oberlaus. Bergland	10	20	70	0	0	100
Elbsandsteingebirge	0	71	29	0	14	86
Nördliche Erzgebirgsabdachung	0	8	92	0	0	100
Erzgebirgskamm	30	20	50	0	0	100
Zwickauer-/Chemnitzer Hügelland	9	36	55	0	10	90
Elsterbergland	10	70	20	0	60	40
Mittelsächsisches Hügelland	7	30	63	0	0	100
Mittelsächsische Platte	38	50	13	0	23	77
Leipziger Tieflandsbucht	11	63	25	4	28	68
Dübener-Dahlener Heide	24	47	29	8	46	46

Ergebnisthesen

Aufgrund der langjährig überhöhten Kupfer- und Zinkversorgung landwirtschaftlicher Nutztiere sind die Ackerböden von sächsischen Futterbaubetrieben über die Wirtschaftsdünger mit Spurenelementen angereichert worden. Für die Fütterungspraxis nutzbare standortspezifische Differenzen in Grobfuttermitteln von mit Wirtschaftsdüngern versorgten Flächen aus sächsischen Futterbaubetrieben sind nicht mehr erkennbar. Nur bei längerfristigem geringem Futtermittelimport und Verzicht auf Mikronährstoffergänzung über Düngung oder Futter müssen standortspezifische Einflüsse wieder beachtet werden.

2.2.5.2 Standort- und futtermittelspezifische Differenzen im Schwefel- und Eisengehalt von Futtermitteln aus sächsischen Milchviehbetrieben in den letzten 15 Jahren (2000–2014)

Prof. Dr. Olaf Steinhöfel, Juliane Willnat, Johanna Giehler, Prof. Dr. Annette Zeyner

Gegenstand der Untersuchung

Im Freistaat Sachsen hat in den zurückliegenden Jahren eine in Dichte und Technikstand veränderte Industrielandschaft zu geringeren Schwefelemissionen in den Böden beigetragen. Die umfangreich und intensiv genutzte Landtechnik führt jedoch zu einem Anstieg des Gehaltes an Eisen in bestimmten Futtermitteln. Die Studie hatte zum Ziel, den Gehalt an Schwefel und Eisen in Futtermitteln für Milchkühe aus sächsischen Betrieben hinsichtlich ihrer Entwicklung über die letzten 15 Jahre und auch in Abhängigkeit vom Standort zu untersuchen.

Problemsicht

Der Mineralstoffgehalt regional gewonnener Futtermittel unterliegt neben den bekannten pflanzeigenen und standortspezifischen Faktoren (AMBERGER 1996; TAUBE & KAHNS 2000; LASER 2005) im engeren und weiteren Sinne auch anthropogenen Einflüssen. Zu den betroffenen Elementen zählen Schwefel und Eisen. Im Hinblick auf Schwefel ist der enge Korridor einer für Milchkühe optimalen Zufuhr über das Futter zu beachten, mit Auswirkungen hinsichtlich der mikrobielle Proteinsynthese im Pansen, des Säure-Basen-Haushalts im geburtsnahen Zeitraum, des Antagonismus zu Selen und der Qualität der Fäzes (WALCH 1998; WESSELS 2002; DÄNICKE & SCHENKEL 2009; DOHM et al. 2015). Wesentliche anthropogene Einträge für dieses Element resultieren aus der allerdings im Rückgang begriffenen Emission industrieller und anderer Genese. So lag die

Schwefeldioxid-Emission in Deutschland im Jahr 1990 bei 5.283 t, 2012 dagegen bei nur 427 t (Umweltbundesamt 2016). Eisen fällt zumindest in Grobfuttermitteln nahezu regelmäßig durch sehr hohe Konzentrationen infolge abiotischer Ablagerungen auf, bei allerdings der Oxidationsstufe geschuldeter, meist niedriger Absorbierbarkeit. Neben Ablagerungen aus dem Erdreich sollte ein durch den mechanischen Verschleiß von Landtechnik begründeter zusätzlicher Eintrag in die Futterkette in Betracht gezogen werden.

Die Hypothesen dieser Studie waren, dass im Großraum Sachsen in den zurückliegenden Jahren erstens eine in Dichte und Technikstand veränderte Industrielandschaft über die Emissionslage zu geringeren Schwefelgehalten in Futterpflanzen und zweitens die umfänglich und intensiv genutzte Landtechnik zu einem Anstieg des Gehaltes an Eisen in bestimmten Futtermitteln geführt hat.

Die vorgestellte Untersuchung hatte daher das Ziel, den Gehalt an Schwefel und Eisen in Futtermitteln für Milchkühe aus sächsischen Betrieben hinsichtlich ihrer Entwicklung über die letzten 15 Jahre und auch in Abhängigkeit vom Standort zu untersuchen. Dabei sollten Grobfuttermittel und Totale-Misch-Rationen (TMR) besondere Beachtung finden. Parallel sollte auch der Stickstoffgehalt bestimmt und zur besseren ernährungsphysiologischen Einordnung für die Milchkuhfütterung das Verhältnis von Stickstoff zu Schwefel in der TMR ausgewiesen werden.

Material und Methoden

Von 2000 bis 2014 wurden aus allen Landkreisen Sachsens (Nordsachsen, Leipzig, Mittelsachsen, Chemnitz, Zwickau, Erzgebirgskreis, Vogtlandkreis, Meißen, Dresden, Sächsische Schweiz-Osterzgebirge, Bautzen, Görlitz) Proben von 31 (Schwefel) und 17 (Eisen) lokal erzeugten Futtermitteln (Auswahl siehe Tabelle 1 und Tabelle 2) gezogen. Probenahme und Datendokumentation erfolgten durch das LfULG. In den Proben wurden die Gehalte an Schwefel und Eisen (Röntgenfluoreszenzanalyse gemäß VDLUFA-Methodenbuch Band III, Methoden-Nr. 10.8.3.) bestimmt. Schwefel in der TMR wurde weiterhin in Relation zu den ebenfalls analysierten Stickstoffkonzentrationen gesetzt. Die Stickstoffbestimmung erfolgte nach DUMAS (VDLUFA-Methodenbuch Band III, Methoden-Nr. 4.1.2.) Die laboranalytischen Untersuchungen wurden von der BfUL durchgeführt. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte an der Professur für Tierernährung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Dafür standen insgesamt 7.597 und 6.504 analysierte Schwefel- und Eisengehalte zur Verfügung, wobei Futtermittel, die nur in einem Jahr bzw. einer Region untersucht worden waren, von der Auswertung ausgeschlossen wurden. Die statistische Auswertung erfolgte für jedes Futtermittel mittels zweifaktorieller (feste Hauptfaktoren: Jahr, Region) Varianzanalyse mit nachfolgendem SNK-Test (SPSS 21.0, Chicago, IL, USA) bzw. bei deutlicher Abweichung von der Normalverteilung mittels t-Test.

Ergebnisse

Eine deskriptive Beschreibung der in wichtigen Futtermitteln ermittelten Schwefelgehalte ist Tabelle 61 zu entnehmen.

Tabelle 61: Schwefelgehalt (in g/kg Trockenmasse) in Futtermitteln unterschiedlicher Gruppen (Auswahl) im Mittel aller 12 Landkreise und 10 Jahre (2000–2014)

Futtermittelgruppe	n	Mittelwert, arithmetisch	± s	Median	Minimum	Maximum
Grünfutter (Dauergrünland)	556	2,22	0,514	2,19	0,77	7,52
Weidelgras	108	2,02	0,523	1,94	0,97	4,13
Grünroggen	23	1,62	0,345	1,59	1,17	2,34
Landsberger Gemenge	4	2,01	0,461	1,89	1,61	2,68
Kleegras	38	2,15	0,433	2,11	1,42	3,31
Grünmais	1.089	0,95	0,210	0,96	0,19	2,15

Futtermittelgruppe	n	Mittelwert, arithmetisch	± s	Median	Minimum	Maximum
Luzerne	70	2,87	0,561	2,86	1,17	4,19
Grassilage	1.210	2,38	0,564	2,31	0,22	5,47
Weidelgrassilage	267	2,27	0,468	2,24	0,95	4,39
Ackerbohnsilage	12	2,47	0,889	2,67	1,24	3,52
Rotkleegrassilage	69	2,15	0,433	2,11	1,21	3,54
Lieschkolbensilage	11	1,01	0,982	1,01	0,93	1,19
Sonnenblumensilage	3	1,08	0,200	1,10	0,88	1,28
Getreideganzpflanzensilage	47	1,57	0,275	1,58	1,02	2,30
Maissilage	1.328	1,09	0,516	1,05	0,32	11,64
Luzernesilage	210	2,31	0,571	2,26	0,92	4,34
Wiesenheu	32	2,18	0,749	1,88	1,36	3,78
Weidelgrasheu	3	2,27	0,308	2,38	1,93	2,52
Luzerneheu	10	1,64	0,496	1,58	1,08	2,73
Trockengrün, Gras	8	2,82	0,546	2,88	1,86	3,56
Trockengrün, Luzerne	3	2,72	0,478	2,93	2,18	3,07
Trockengrün, Klee	5	2,29	0,973	2,98	1,23	3,03
TMR	1.977	2,14	0,517	2,11	0,21	11,31

Die hier untersuchten Futtermittel wiesen mittlere Schwefelgehalte zwischen 1,0 und 2,8 g/kg Trockenmasse (TM) auf. Die Schwefelgehalte in Grünmais und Maissilage waren besonders niedrig. Der obere Bereich wurde dagegen durch Trockengrün (Gras, Luzerne) markiert. Dabei war das Element jeweils etwa normal verteilt, mit teils beträchtlicher Spannweite innerhalb einer Futterart. Über die TMR wurde den Milchkühen im Mittel etwa 2,1 g Schwefel pro kg TM angeboten, auch und besonders hierbei mit einer außerordentlich hohen Variation (0,2–11,3 g/kg TM). Der für TMR berechnete Quotient aus Stickstoff und Schwefel betrug $12,3 \pm 2,12$ (3,6–29,8) g/kg TM.

Das Jahr hatte einen signifikanten Effekt ($p < 0,05$) auf die folgenden Futtermittel: Grünfutter (Dauergrünland), Grassilage, Luzerne, Luzernesilage, Grünmais, Maissilage, Ackerbohnsilage, TMR. Ebenso beeinflusste die Region den Schwefelgehalt einiger Futtermittel signifikant ($p < 0,05$): Grünfutter (Dauergrünland), Grassilage, Luzerne, Grünmais, Maissilage. Ein systematischer Zeiteffekt bzw. ein Einfluss einzelner Regionen war nicht erkennbar. Jedoch traten signifikante ($p < 0,05$) Wechselwirkungen zwischen den Hauptfaktoren für die nachfolgend benannten Futtermittel auf: Grünfutter (Dauergrünland), Grassilage, Luzernesilage, Grünmais, Maissilage, TMR.

Informationen zur mittleren Lage des Eisengehaltes in ausgewählten Futtermitteln kann Tabelle 62 entnommen werden.

Tabelle 62: Eisengehalt (in mg/kg Trockenmasse) in Futtermitteln unterschiedlicher Gruppen (Auswahl) im Mittel aller 12 Landkreise und 10 Jahre (2000–2014)

Futtermittelgruppe	N	Mittelwert, arithmetisch	± s	Median	Minimum	Maximum
Grünfutter (Dauergrünland)	558	350	420	199	46	3.568
Weidelgras	126	239	261	145	75	1.591
Kleegras	43	220	206	153	74	1.137
Grünmais	1.000	119	170	89	13	3.414
Luzerne	91	304	170	272	83	900
Grassilage	394	631	526	500	52	5.918
Weidelgrassilage	180	616	568	434	102	4.603
Rotkleegrassilage	47	487	358	397	99	1.902

Futtermittelgruppe	N	Mittelwert, arithmetisch	± s	Median	Minimum	Maximum
Getreideganzpflanzensilage	30	416	404	275	65	1.609
Maissilage	1.031	126	147	104	25	3.789
Luzernesilage	167	1.117	1.084	629	81	4.818
Wiesenheu	30	336	270	232	77	1.145
TMR	1.733	431	226	380	43	2.934

Die mittleren Eisengehalte in den dargestellten Futtermitteln lagen mit rund 350–1.100 mg/kg TM (arithmetisches Mittel) bzw. 90–630 mg/kg TM (Median) sehr hoch und waren innerhalb der einzelnen Futtermittel nicht normal verteilt. Die Abweichungen der Eisengehalte nach oben waren außerordentlich hoch. Der Mittelwertvergleich wies Unterschiede zwischen einzelnen Jahren (Grünfutter, Weidelgrassilage, Luzerne, Luzernesilage, TMR) und Regionen (Grassilage, TMR) aus, dies jedoch ohne dass systematische Einflüsse erkennbar gewesen wären.

Diskussion

Der Gehalt an Schwefel in den hier betrachteten Futtermitteln wurde über die Dauer von 10 Jahren (2000–2014) weder vom Jahr innerhalb des Beobachtungszeitraumes noch von der Region innerhalb des Großraumes Sachsen beeinflusst. Im Fall von Schwefel kann daher nicht davon ausgegangen werden, dass eine in der Region verminderte Emissionslage zu einem Rückgang des Schwefelgehaltes im Futter geführt hat. Bei einem Vergleich der Schwefelgehalte mit solchen von 1970, allerdings ohne genauere regionale Unterscheidung, für Futtermittel in der DDR (NEHRING et al. 1970) ausgewiesenen, sind jedoch in vielen Fällen niedrigere Konzentrationen in der hier vorgestellten Studie als damals zu verzeichnen. Möglicherweise ist dafür ein bereits vor dem Beobachtungszeitraum der aktuellen Studie zu verzeichnender Rückgang der Emission schwefelhaltiger Verbindungen verantwortlich. Um dies zu belegen, wäre jedoch ein direkter Vergleich der Schwefelkonzentrationen im Futter aus den genannten Zeitabschnitten innerhalb eines definierten geografischen Raumes erforderlich. Die Schwefelgehalte in der TMR lassen bei typischen TM-Aufnahmen sowohl Rückschlüsse auf eine ausreichende Versorgung als auch – an den Extrema – Fehlversorgungen mit den bekannten Risiken in beide Richtungen zu. Gleiches trifft unter Beachtung der Empfehlungen für Milchkurationen auf das Verhältnis von Stickstoff zu Schwefel in der TMR zu (DÄNICKE & SCHENKEL 2009).

Bei insgesamt hohen Eisengehalten (auch im Vergleich zu NEHRING et al. 1970), die vermutlich zu einem nicht zu vernachlässigenden Anteil auf abiotischen Ablagerungen beruhen, lässt die statistische Auswertung keinen Hinweis auf systematische regionale Effekte innerhalb von Sachsen oder eine Zunahme des Eintrages im Beobachtungszeitraum zu. Auch wenn davon auszugehen ist, dass derart aufgelagerte Eisenverbindungen schwer absorbierbar sind, kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine Aussage darüber getroffen werden, ob Wechselwirkungen mit anderen Elementen wie Mangan ggf. kritisch reflektiert werden müssen.

Die hier gewählte Methodik lässt durch den Verzicht auf die Untersuchung von 4N HCl-unlöslicher Asche bzw. die Identifikation bestimmter chemischer Verbindungen unter Beteiligung der analysierten Elemente keinen eindeutigen Hinweis auf den Anteil dem Futter inerter bzw. aufgelagerter Mineralstoffe zu. Zumindest in Bezug auf Eisen kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die ermittelten, sehr hohen Gehalte zu einem wesentlichen Prozentsatz durch abiotische Ablagerungen bedingt sind, unter denen bodenbürtige eine große Rolle spielen dürften.

Ergebnisthesen

Sporadisch auftretende, signifikante Unterschiede in den Schwefel- und Eisengehalten bedeutsamer Futtermittel für die Milchkuhernährung zwischen einzelnen Jahren und Regionen im Großraum Sachsen erlauben keine kausale Zuordnung im Sinne einer verringerten Emissionswirkung (Schwefel) bzw. gesteigener technikäufiger Einträge (Eisen).

2.2.5.3 Mineralstoffzusammensetzung und Qualität von Grassilagen, die mit verschiedenartigen Böden unterschiedlichen Eisengehaltes verschmutzt wurden

Alina Majewska-Pinda, Dr. Siriwan Martens, Prof. Dr. Olaf Steinhöfel

Gegenstand der Untersuchung

In Silageproben aus der Praxis werden immer wieder hohe bis sehr hohe Eisenkonzentrationen gemessen. Es stellt sich die Frage nach dem Ursprung und ob die Silierung an sich z. B. aufgrund des Verlustes organischer Masse zu einem Konzentrationsanstieg führt. Ein Eintragungsweg in das Futter stellt die Kontamination mit mineralischem Boden dar.

Im Rahmen des Projekts wurde untersucht, ob Erdkontamination von Böden unterschiedlichen geografischen Ursprungs in Sachsen den Gehalt des Eisengehaltes in der Grassilage beeinflussen kann. Dazu wurde ein Silierversuch im Labormaßstab durchgeführt mit zwei bzw. vier verschiedenen Erden unterschiedlichem Eisengehalts (Standort I; II; III und IV). Der Grünlandaufwuchs wurde im Juli 2014 geschnitten und in zwei verschiedenen Trockenmassestufen (25 bzw. 45 %) in Weckgläsern siliert in den Varianten Kontrolle und Erdzugabe (10 % der Grastrokenmasse) in dreifacher Wiederholung. Die Charakterisierung der Erden erfolgt in Tabelle 63.

Tabelle 63: Mineralstoffgehalte der beigemengten Erden nach Herkunftsort

Herkunft der beigemengten Erde Standort	g/kg		Element (mg/kg)							
	Al gesamt	Si gesamt	Fe(oxalat)	Fe gesamt	Zn (pflanzenvfb)	Zn gesamt	Mn (pflanzenvfb)	Mn gesamt	Cu (pflanzenvfb)	Cu gesamt
I	56,5	372	4100	23200	8,51	72	166	840	8,1	15
II	76,5	316	11300	48700	7,68	220	183	1100	10,0	47
III	77,9	307	6700	36300	8,13	170	137	860	12,6	33
IV	71,0	363	8400	30400	3,76	92	98,4	920	19,0	31

Nach 60 d Silierdauer wurden die Gärqualität bestimmt und die Mineralstoffgehalte analysiert. Trotz der Erdzugabe wurde die Gärqualität als gut beurteilt (Tabelle 64).

Tabelle 64: Verluste, Gärqualität und aerobe Stabilität der Grassilagen

	TM%		TM-Verluste%		FM-verluste%	pH	NH3-N (%Nges.)	Butters. %TM	Essigs. %TM	Ethanol %TM	Urteil	pH nach 7d ASTA	Aerob stabil (h)
25% TM		<i>SD</i>											
KON	22,8	0,3	9,3		1,1	4,2	12,21	0,00	0,85	0,07	<i>Sehr gut</i>	6,6	78
I	24,7	0,2	7,5		1,0	4,0	11,08	0,00	0,56	0,06	<i>Sehr gut</i>	(5,0)	122
II	25,0	0,2	5,1		0,9	4,0	11,39	0,00	0,58	0,06	<i>Sehr gut</i>	4,0	168,5
40% TM													
KON	41,3	4,6	3,1		1,1	4,8	11,46	0,09	0,61	0,07	<i>Sehr gut</i>	5,6	121
I	44,1	4,7	1,1		1,1	4,7	11,45	0,08	0,74	0,06	<i>Sehr gut</i>	4,6	155
II	43,8	5,0	5,2		1,0	4,9	10,69	0,08	0,70	0,06	<i>Sehr gut</i>	4,6	155
III	42,8	4,7	4,7		1,0	4,9	10,96	0,07	0,70	0,08	<i>Sehr gut</i>	4,6	167
IV	42,8	4,8	5,3		1,0	4,8	10,68	0,09	0,71	0,06	<i>Sehr gut</i>	4,5	162

Was die Mineralstoffe in den Silagen anbelangt, konnten die erwarteten Unterschiede festgestellt werden (Tabelle 65). Dabei wurden Eisenwerte erreicht, die für die Rinderfütterung als kritisch beurteilt werden müssen.

Tabelle 65: Mineralstoffgehalte in den verschiedenen Silagevarianten

	25% TM			40% TM				
	KON	I	II	KON	I	II	III	IV
Rohasche g/kg	117,5 ^a	178,7 ^c	183,2 ^c	111,0 ^a	160,9 ^b	167,3 ^b	176,0	181,6
HCl unlösl. Asche g/kg	35,0 ^a	95,5 ^c	92,4 ^c	32,8 ^a	80,0 ^b	82,6 ^b	92,0	99,1
<u>Makroelemente</u>								
Ca g/kg	0,72	0,67	0,69	0,64	0,63	0,65	0,64	0,65
P g/kg	0,36	0,35	0,36	0,33	0,33	0,32	0,33	0,32
Na g/kg	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
Mg g/kg	0,18	0,18	0,22	0,16	0,18	0,19	0,19	0,18
K g/kg	3,09	2,94	2,97	3,02	2,95	2,93	2,93	2,92
S g/kg	0,35	0,33	0,33	0,34	0,33	0,33	0,32	0,32
Cl g/kg	1,00	0,95	0,92	0,88	0,83	0,87	0,85	0,85
Si g/kg	26,1 ^a	39,2 ^c	38,4 ^c	25,0 ^a	34,3 ^b	34,8 ^b	30,9	33,9
<u>Spurenelemente</u>								

	25% TM			40% TM				
	KON	I	II	KON	I	II	III	IV
Cu mg/kg	8,4 ^{ab}	8,5 ^{ab}	11,4 ^c	8,0 ^a	8,7 ^{ab}	9,6 ^b	9,4	9,2
Zn mg/kg	40,8 ^a	41,7 ^a	53,0 ^b	39,0 ^a	42,4 ^a	44,7 ^a	44,9	40,2
Mn mg/kg	35,6 ^a	97,6 ^c	117,4 ^d	31,8 ^a	88,2 ^{bc}	96,0 ^c	79,3	90,7
Fe mg/kg	227 ^a	1986 ^b	4084 ^d	242 ^a	1920 ^b	2645 ^c	2450	2173
Al mg/kg	54 ^a	3109 ^{bc}	5243 ^c	66 ^a	2650 ^b	3458 ^{bc}	3005	3219

Unterschiedliche Buchstaben in der gleichen Zeile bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Varianten (P < 0,05).

Durch die Silierung erfolgt eine Reduzierung von FeIII⁺ zu FeII⁺⁺, das im Körper wesentlich besser verfügbar ist (HANSEN & SPEARS 2009). Damit kommt es, im Gegensatz zur menschlichen Ernährung, zur Überversorgung der Rinder mit Eisen (> 450 mg/kg TM). Obwohl keine Toxizitätsgrenzen bekannt sind, kann ein Antagonismus zu anderen Mineralstoffen wie Kupfer auftreten. Der Lösungsansatz ist ähnlich wie bei den Schwermetallen zu sehen – eine Vermeidung von Erdverschmutzung in der Ernte und Verarbeitung des Grünfutters.

Ergebnisthesen

Der Eintrag von mineralischer Erde in den Grünlandschnitt erhöht den Eisengehalt im Futtermittel signifikant. Ein Anstieg der Konzentration über die Silierung ist nicht zwingend. Eine antagonistische Wirkung zu anderen Mineralstoffen ist nicht auszuschließen. Weil davon auszugehen ist, dass durch die Ansäuerung während der Silierung die Bioverfügbarkeit wesentlich steigt, ist im Sinne der Prävention die Verschmutzung so gering wie möglich zu halten.

2.2.5.4 Mineralstoffzusammensetzung und Qualität von Grassilagen, die mit Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) einsiliert wurden

Alina Majewska-Pinda, Dr. Siriwan Martens, Prof. Dr. Olaf Steinhöfel

Gegenstand der Untersuchung

Ein hoher Kaliumgehalt und eine damit erhöhte Anionen-Kationenbilanz im Futter ist im geburtsnahen Zeitraum für Milchkühe kritisch zu sehen. Ob der Kaliumgehalt des Grünlandaufwuchses von einer K-Sammel-pflanze wie Löwenzahn oder von der Düngung wesentlich beeinflusst werden kann, sollte an einem sächsi-schen Standort geprüft werden. Eine mögliche Veränderung über die Silierung wurde untersucht.

Als Mengenelement und auch wichtiger Düngebestandteil für das Grünland ist Kalium von der Milchkuh nur in begrenzten Mengen aufzunehmen (< 30 g/kg TM). Insbesondere im geburtsnahen Zeitraum ist die Anionen-Kationenbilanz (DCAD), die wesentlich vom Kaliumgehalt bestimmt wird, gering zu halten (idealerweise nahe 0 meq/kg TM).

Im Rahmen des Projektes wurde untersucht, inwiefern Düngung und Löwenzahnbesatz Einfluss auf den Ka-liumgehalt von Grassilage haben. Dazu wurde 2013 und 2014 von Extensiv- und Intensivgrünland am Stand-ort Köllitsch geerntet. Vom Intensivgrünland konnte Löwenzahn vom restlichen Aufwuchs getrennt werden, sodass vom Intensivgrünland drei Varianten entstanden: Originalmischung (Orig), ohne Löwenzahn (oh-ne_Tarax), Löwenzahn (Taraxacum). Im Extensivgrünland war der Löwenzahnanteil so gering, dass die Ori-ginalmischung als solche siliert und bewertet wurde. Das Material wurde angewelkt und in Vakuumbereitern bzw. Weckgläsern ≥ 60 d siliert. Mineralstoffe wurden sowohl vor als auch nach dem Silieren analysiert, die Gärqualität und aerobe Stabilität der Silagen untersucht. Der Anteil von Löwenzahn im Intensivgrünland vari-ierte in den beiden Untersuchungsjahren stark: während im Mai 2013 im Schnitt 39,4 % Löwenzahnanteil (i. d.

TM) ermittelt wurden über die Fläche, waren es im Juni 2014 nur 6,4 %. Entsprechend gering war auch der Einfluss des Löwenzahns auf den Mineralstoffgehalt in der Gesamtgrünmasse (Tabelle 66). Auch wenn der Kaliumgehalt im Löwenzahn selbst höher lag als in der Restgrünmasse, wirkte sich das auf die Anionen-Kationenbilanz nicht signifikant aus. Im Vergleich der Originalmischungen von Intensiv- und Extensivgrünland fällt auf, dass es zwar signifikante Unterschiede in den Makromineralstoffen Calcium, Magnesium, Phosphor und Natrium gab, jedoch nicht in Kalium und Schwefel, weswegen auch hier sich der DCAD nicht signifikant unterschied (Tabelle 66). Während der Silierung stieg der Kaliumgehalt zwar im Mittel numerisch an, dies war aber nicht signifikant zum Ausgangsmaterial. Insgesamt lag die Anionen-Kationenbilanz auf hohem Niveau, sodass ein Einsatz der Grassilage fern vom Geburtszeitraum anzuraten ist.

Tabelle 66: Mineralstoffgehalte von Silagen aus intensivem (INT) und extensivem (EXT) Grünland 2013/2014 in Köllitsch

	INT			INT	EXT	P
	Original	Ohne_Tarax	Taraxacum			
Ca (g/kg)	8,01 ^a	7,19 ^a	16,74 ^b	7,56	5,78	0,009
Mg (g/kg)	1,83 ^a	1,71 ^a	3,73 ^b	1,91	1,46	0,009
P (g/kg)	3,73 ^a	3,70 ^a	4,65 ^b	4,30	3,37	0,019
Na g/kg	0,50 ^{ab}	0,72 ^b	0,28 ^a	0,30	0,06	0,017
K g/kg	31,41 ^a	30,58 ^a	40,57 ^b	41,1	33,7	0,186
S g/kg	2,01 ^{ab}	1,94 ^a	2,50 ^b	2,29	2,03	0,129
Cl g/kg	9,10	8,45	11,79	8,07	3,96	0,001
DCAD (meq/kg)	443	454	561	694	627	0,634
Fe (mg/kg)	268,16	249,68	274,01	230,77	160,13	0,216
Zn (mg/kg)	27,12	28,56	29,57	34,75	44,20	0,026
Mn (mg/kg)	41,03 ^b	42,22 ^b	32,71 ^a	43,22	60,64	0,014

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb von INT bedeuten signifikante Unterschiede ($P < 0,05$) zwischen den Varianten.

Ergebnisthesen

In den Untersuchungen von Köllitscher Flächen konnte kein Zusammenhang zwischen Gülledüngung bzw. Löwenzahnbesatz und erhöhtem Kaliumgehalt festgestellt werden. Unabhängig von der Fläche ergibt sich eine hohe Anionen-Kationen-Austauschbilanz (DCAD), weshalb der Grünlandaufwuchs im geburtsnahen Zeitraum nur sehr verhalten eingesetzt werden sollte.

2.3 Futterbauliche Aspekte und Umweltwirkungen

Dr. Gerhard Riehl

2.3.1 Pflanzenbauliche Aspekte

2.3.1.1 Identifizierung des Ertragspotenzials und des Handlungsbedarfs

Im Durchschnitt der Jahre 2013 bis 2015 betrug die Grobfutterleistung (Gesamtmilchleistung minus Milch aus Krafftutter [Energiedichte Krafftutter x Krafftuttereinsatz/3,2 MJ NEL]) in Sachsen 2.956 kg Milch/Kuh und Jahr, wobei durchschnittlich 44 % Gras im Grobfutteranteil der Rationen enthalten waren (Tabelle 4). Aus Gras, d. h. Feldfutter und/oder Grünland, wurden 1.311 kg Milch/Kuh und Jahr gemolken, dies entspricht nur 14 % der Jahresleistung.

Der Grasanteil, insbesondere vom Grünland in den Milchkuhrationen, und die Grobfutterleistung könnten, wie auch in vielen anderen Bundesländern, künftig in Sachsen noch deutlich gesteigert werden.

Als Grundlage für die Identifizierung von Handlungsfeldern und Optionen für dazu notwendige Grünlandbewirtschaftungsstrategien wurde eine Bilanz auf Basis der Rohfaser für Sachsen erstellt. Die Kalkulation basiert auf den Arbeiten von ROSCHER & STEINHÖFEL (2011); MARQUARDT & STEINHÖFEL (s. 2.2.1.1) sowie eigenen Erhebungen und Berechnungen (Tabelle 67). Bei der Interpretation der Ergebnisse ist die Datenbasis (Agrarförderung 2011 für Flächen und Tierzahlen; Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen 2011 für Erträge Feldfutter und Silomais) und die Notwendigkeit zu zahlreiche Annahmen (s. Tabelle 67, Konstanten) zu berücksichtigen. Damit ist nur eine grobe Abschätzung möglich.

Tabelle 67: Rohfaserangebot und -bedarf durch Raufutter verwertende Tiere sowie Biogasanlagen und daraus berechneter Rohfasersaldo 2011 in Sachsen

Kategorie	Parameter	Einheit	Sachsen insgesamt
Grünland (GL)	Grünland-Fläche (ohne GL aus der Erzeugung genommen)	ha	186.121
	Gesamt-Ertrag Grünland (brutto, TM)	dt	10.751.638
	Rohfaser-Ertrag Grünland (brutto)	dt	2.795.426
Silomaissilage	Anbaufläche Mais	ha	81.156
	Ertrag Mais (Silomais) (brutto, mit 35 % TS)	dt/ha	397
	Rohfaser-Ertrag Mais (brutto)	dt	2.255.397
Feldfutterbau	Klee, -gras, Luzerne	ha	19.301
	Ackergras	ha	24.546
	Ertrag Klee, -gras, Luzerne (brutto, TM)	dt/ha	82
	Ertrag Ackergras (brutto, TM)	dt/ha	76
	Rohfaser-Ertrag Klee, -gras, Luzerne (brutto)	dt	397.663
	Rohfaser-Ertrag Ackergras (brutto)	dt	467.132
Bestand an	Rind Milchkühe	GV	224.572
Raufutter	Rind Mutterkühe	GV	45.907

Kategorie	Parameter	Einheit	Sachsen insgesamt
verzehrenden	Rind-Zucht + Rind-Mast	GV	152.453
Tieren	Schafe	GV	13.111
(1 Kuh = 1,2 GV)	Ziegen	GV	596
	Pferde	GV	12.163
	Damwild	GV	493
	Lamas / Alpakas	GV	93
	GV gesamt	GV	449.387
Biogasanlagen	Anzahl Biogasanlagen		217
	Eingesetztes Gras in Biogasanlagen (35% TS)	dt	1.584.100
	Eingesetzter Mais in Biogasanlagen (35% TS)	dt	5.544.350
	Eingesetzte Rfa aus Gras in Biogasanlagen	dt	144.153
	Eingesetzte Rfa aus Mais in Biogasanlagen	dt	388.105
Rohfaser (Rfa)-Bedarf	Rfa-Bedarf Raufutter verzehrende Tierarten	kg/Tag	1.011.183
	Rfa-Bedarf Raufutter verzehrende Tierarten	dt/Jahr	3.690.816
	Rfa-Bedarf Biogasanlagen	dt	532.258
	Rfa-Bedarf gesamt	dt	4.223.074
Rohfaser (Rfa)-Angebot	verfügbare Rfa Grünland	dt	2.264.295
	verfügbare Rfa Mais	dt	1.968.962
	verfügbare Rfa Klee, -gras, Luzerne	dt	322.107
	verfügbare Rfa Ackergras	dt	378.377
	verfügbare Rfa gesamt	dt	4.933.740
	Rohfasersaldo	dt	710.667
	Rfa-Bedarf gedeckt zu ...%	%	117
	GL-Ertrag	dt	2.733.333
entspricht	% des GL-Ertrages bzw. % der GL-Fläche	%	25,4%
	ha Grünland	ha	47.317
entspricht	% der LF	%	5,2

Datenbasis: Agrarförderung 2011; Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen für Erträge Feldfutter und Silomais; BRÜCKNER 2011; eigene Erhebungen und Berechnungen)

Konstanten				unterstellte Grünlanderträge		
Rfa-Gehalt Grassilage	% TS	26		AuW G1a	dt/ha	41
Rfa-Gehalt Maissilage	% TS	20		AuW G1b	dt/ha	43
Rfa-Gehalt Klee, -gras, Luzerne	% TS	25		AuW G2	dt/ha	51
Rfa-Gehalt Ackergras	% TS	25		AuW G3a	dt/ha	37
Werbungsverlust GL + FF	% TS	10		AuW G3b	dt/ha	32
Werbungsverlust Mais	% TS	3		AuW G4	dt/ha	47
Silieverlust GL + FF	% TS	10		AuW G5	dt/ha	37

Siliverlust Mais	% TS	10	AuW G6	dt/ha	33
Rfa-Bedarf Milchkuh	kg/Tag	2,0	AuW G7a	dt/ha	30
Rfa-Bedarf sonstige RGV	kg/Tag	2,5	AuW G7b	dt/ha	15
Eingesetztes Gras in Biogasanlagen	dt/Tag	20	NE B1	dt/ha	0
Eingesetzter Mais in Biogasanlagen	dt/Tag	70	ohne AuW + NE	dt/ha	66

Weitere Datenquellen:

- Flächenangaben und Wiederkäuerbestände: Antragsdaten Agrarförderung 07/2011 (InVeKos, Zuordnung zu den VG nach Betriebsprinzip)
- Erträge Grünland: ELER-Fachbegleitung (2008–2011) und langjährige Versuche Referat Grünland des LfULG (194 Datensätze), angepasst an Praxisverhältnisse
- Erträge Feldfutter: Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen 2000–2008
- Rohfaser-Gehalte: Sächsisches Grundfutterqualitätsprogramm
- Biogasanlagen: Gesamtanzahl Stand 12/2011 (BRÜCKNER 2011), Verteilung anhand der Daten des Landesvermessungsamtes 2009 extrapoliert

Die Futtererträge, die im Grünland und Feldfutterbau erzielt werden, lassen sich nur näherungsweise beziffern, weil sie in erheblichem Maß von der Bewirtschaftungsintensität abhängig sind und es keine systematische Erfassung gibt. Vom Grünland werden pro Jahr schätzungsweise 10–11 Mio. dt Trockenmasse (TM) geerntet. Hinzu kommen etwa 865.000 dt TM an Feldfutter. Dies entspricht etwa 3 Mio. dt Rohfaser. Insbesondere im Grünland liegen die Erträge häufig deutlich unter dem Ertragspotenzial. Über das tatsächliche Ertragspotenzial des sächsischen Grünlands gibt es aber derzeit keine verlässlichen Daten.

Hauptsächlich wird das Futter in der Milchproduktion sowie der Rinderzucht und -mast eingesetzt (377 Tsd. GV). Eine geringere Rolle spielen die Mutterkuhhaltung (46 Tsd. GV), Schafe (13 Tsd. GV) und Pferde (12 Tsd. GV). Der Futterbedarf der Raufutter verzehrenden Tiere liegt bei 3,7 Mio. dt Rohfaser pro Jahr, der jedoch zu über 40 % durch Maissilage gedeckt wird. Die energetische Verwertung von Grünlandaufwüchsen hat in den letzten Jahren zugenommen. In den 217 sächsischen Biogasanlagen (Stand 12/2011) werden ca. 1,6 Mio. dt Gras und Feldfutter pro Jahr eingesetzt. Das entspricht 144.000 dt Rohfaser bzw. 5 % der Erträge.

Stellt man den auf Rohfaser basierten Futterbedarf dem kalkulierten Ertrag (Grünlandnutzung bei standort- und fachgerechter Pflege und Bewirtschaftung, Feldfutter inkl. Mais) gegenüber, so ergibt sich eine Deckung des Bedarfs zu 117 %. Umgerechnet auf die Grünlandfläche Sachsens würden demnach 25 % der Fläche nicht für Futterzwecke oder als Cosubstrat für Biogasanlagen benötigt.

Es ist schwer vorstellbar, dass auf diesen Flächen in der Praxis überwiegend nur eine Mindesttätigkeit (jährlich einmalige Mahd mit Abfuhr oder Zerkleinerung des Aufwuchses und ganzflächiger Verteilung) zur Erfüllung der Voraussetzungen für die Aktivierung von Zahlungsansprüchen für die Basisprämie (GAP-Reform 2015) ausgeübt wird. Wesentlich wahrscheinlicher ist, dass die für die Berechnung des Rohfasersaldos bei standort- und fachgerechter Pflege und Bewirtschaftung unterstellten Erträge auf einem Großteil der Flächen derzeit nicht realisiert werden. Das bedeutet, dass ein höherer Grasanteil in der Fütterung möglich wäre, wodurch Ackerflächen (insbesondere Mais) nicht mehr für die Futterproduktion benötigt würden. Grünland in Sachsen besitzt demnach ein großes Potenzial, das noch lange nicht ausgeschöpft ist.

Die Futterproduktion und die Verwertung der Aufwüchse unterscheiden sich stark zwischen den Regionen. Kenngrößen sind der Anteil Futterfläche an der LF und der Viehbesatz (Abbildung 2 und Abbildung 5). Dabei

korrespondiert ein hoher Viehbesatz (Vergleichsgebiete 2 → Oberlausitzer Platte, Zittauer Becken, Oberlausitzer Bergland und 5 → Erzgebirgskamm) nicht automatisch mit einem hohen Anteil Futterfläche, was durch unterschiedliche Futterrationen erklärt werden kann. Der Anteil der Grassilage an der Grobfutterration der Milchrinder liegt durchschnittlich bei 37 % im Tiefland und 55 % im Mittelgebirge (Abbildung 55), in der Tendenz seit 2003 wieder leicht steigend.

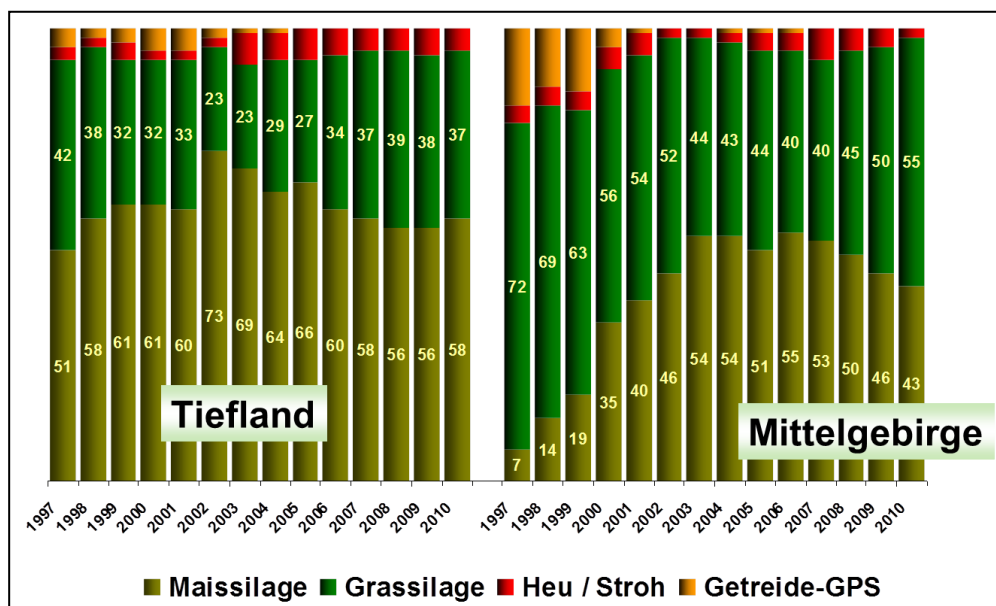


Abbildung 55: Zusammensetzung der Grobfutterration (in % der TM) der sächsischen Milchrinder von 1997 bis 2010 im Tiefland und im Mittelgebirge (STEINHÖFEL 2011)

Die Betrachtung der einzelnen Vergleichsgebiete (Abbildung 56) zeigt, dass die Situation bezogen auf den Rohfasersaldo regional sehr unterschiedlich ist:

- Allein die Vergleichsgebiete 1, 5 und 8 (Lausitzer Heide und Teichgebiete, Erzgebirgskamm und Mittelsächsische Platte) haben mit 43.000 ha einen Anteil von 78 % an der kalkulatorisch in Sachsen nicht für Futter oder Biogas benötigten Fläche (positive Salden).
- Nimmt man Vergleichsgebiet 2 (Oberlausitzer Platte, Zittauer Becken, Oberlausitzer Bergland) hinzu, so finden sich in diesen vier Vergleichsgebieten 49.300 ha (= Anteil von 90 %) an der kalkulatorisch in Sachsen nicht für Futter oder Biogas benötigten Fläche.
- Die kalkulatorisch nicht für Futter oder Biogas benötigte Grünlandfläche entspricht im Vergleichsgebiet 1 (Lausitzer Heide und Teichgebiete) 67 % des vorhandenen Grünlands, während dieser Anteil mit 27 bis 33 % in den anderen drei Vergleichsgebieten deutlich kleiner ist.

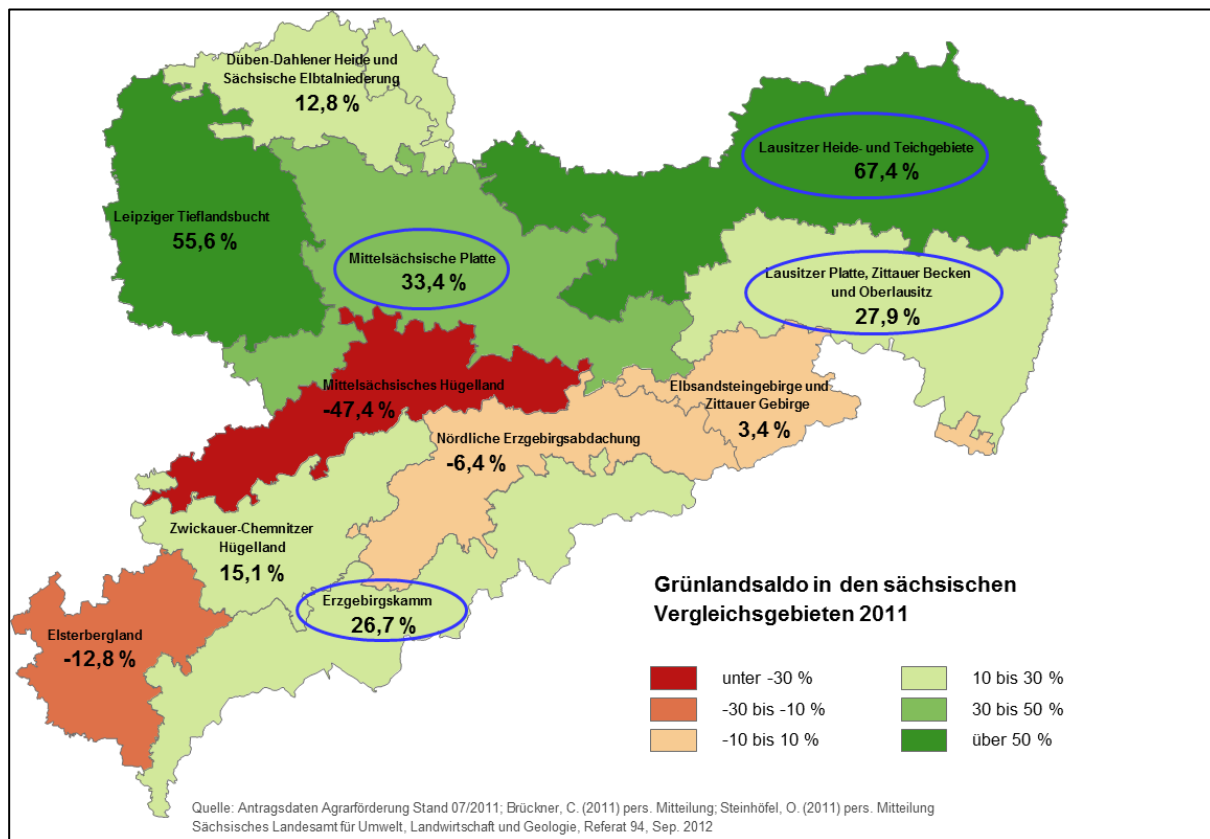


Abbildung 56: Saldo von Rohfaserangebot (Grünland, Feldfutter, Silomais) und -bedarf durch Raufutter verwertende Tiere sowie Biogasanlagen, dargestellt in % der vorhandenen Grünlandfläche, 2011 in Sachsen (Bearbeitungsstand 18.09.12 mit 1 Milch- und Mutterkuh = 1 RGV = 1,2 GV für Rfa-Bedarfsermittlung)

Als Erklärung für diese Sachverhalte sind denkbar:

- Der Grünlandanteil an der LF liegt im Vergleichsgebiet 1 und 2 knapp über 20 % (Abbildung 5) und der Silomaisanteil am Feldfutter liegt bei 54 % (Lausitzer Heide und Teichgebiete) bzw. 81 % (Oberlausitzer Platte, Zittauer Becken, Oberlausitzer Bergland). Daher wird hier dem Grünland hinsichtlich einer produktiven Nutzung deutlich weniger Aufmerksamkeit geschenkt. Hinzu kommen die standörtlich für Grünland mehr oder weniger ungünstigen Bedingungen (Niederschlag, Böden).
- Der Grünlandanteil an der LF beträgt im Vergleichsgebiet 8 (Mittelsächsische Platte) 10 % (Abbildung 5) und der Silomaisanteil am Feldfutter liegt bei 69 % (Abbildung 3). Aufgrund der überwiegend günstigen Standortbedingungen wird hier derzeit mit Mais wesentlich einfacher und sicherer Futter für die Tiere produziert.
- Anders ist die Situation im Vergleichsgebiet 5 (Erzgebirgskamm): Der Grünlandanteil an der LF beträgt hier über 50 % (Abbildung 5) und der Silomaisanteil am Feldfutter dagegen nur 34 % (Abbildung 3). Hier fehlt es offensichtlich an Tieren, die das Grünland verwerten können.
- Aufgrund der Zuordnung der landwirtschaftlichen Flächen zu den Vergleichsgebieten nach dem Betriebsprinzip kann es an den Gebietsgrenzen zur Unschärfe kommen. Der stark negative Saldo im Vergleichsgebiet 7 (Mittelsächsisches Hügelland, -4.000 ha bzw. -47 % des vorhandenen Grünlands) könnte dadurch z. T. erklärt werden, indem dort ansässige Betriebe auch Grünland in den angrenzenden Vergleichsgebieten (v. a. Vergleichsgebiet 8) bewirtschaften.

- Wesentliche Potenziale für eine Verbesserung und Stärkung der Grünlandnutzung sind also in erster Linie in den Vergleichsgebieten 1, 5, 8 und 2 (Lausitzer Heide und Teichgebiete, Erzgebirgskamm, Mittelsächsische Platte und Oberlausitzer Platte, Zittauer Becken, Oberlausitzer Bergland) zu suchen.

Die Intensitäten im Futterbau unterliegen derzeit einem Paradigmenwechsel. Die ehemals großflächig angebotenen Extensivierungs- und Flächenstilllegungsprogramme, die Ausdruck von Überfluss an landwirtschaftlichen Nutzflächen waren, wurden oder werden mehr und mehr eingestellt. Im Vordergrund hat nun eine nachhaltige Intensivierung im Futterbau zu stehen, die die Produktionsfunktion der Futterbauflächen und damit des Grünlands aufgrund der weltweit steigenden Nachfrage nach Futter und der in Deutschland steigenden Nachfrage nach Energie aus nachwachsenden Rohstoffen wieder zunehmend in den Mittelpunkt rückt. Dabei bedeutet „nachhaltige Intensivierung“, mehr Nahrungs- und Futtermittel auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen zu produzieren und gleichzeitig die Umweltbelastungen zu reduzieren (TAUBE et al. 2011; The Royal Society 2009).

Die verschärfte Nutzungskonkurrenz um die begrenzte Ressource landwirtschaftliche Fläche und damit auch das Grünland schafft so eine neue Vorzüglichkeit des produktiven wie auch des artenreichen Grünlands als Futter- und Rohstofflieferant. Die Wiederherstellung einer standortangepassten optimalen Intensität auf bisher langjährig extensiv bewirtschaftetem, aber vom Standortpotenzial her gesehen durchaus produktivem Grünland, ist eine sinnvolle und notwendige Alternative, auch für Sachsen. Einer großflächigen Umsetzung stehen derzeit aber häufig folgende Defizite gegenüber:

- Viele Pflanzenbestände weisen zu geringe Anteile an wertvollen Futtergräsern und mehr oder weniger hohe Anteile an futterwirtschaftlich minderwertigen Arten wie z. B. Gemeiner Rispse oder großblättrigen Ampferarten auf.
- Aufgrund der aktuellen Preisverhältnisse für Mineraldünger wird auch auf Flächen zur Silagegewinnung für das Milchvieh nicht mehr der jährliche Bedarf an Nährstoffen zugeführt.
- Für die derzeit nicht mit Agrarumweltmaßnahmen oder sonstigen Naturschutzauflagen belegten 120.000 ha Grünland wird eingeschätzt, dass nur 40 bis 50 % mehr oder weniger fachlich gut bewirtschaftet werden. Auf dem Rest dieser Fläche wird das Futterpotenzial bei weitem nicht ausgeschöpft.
- Die Bodennährstoffgehalte vieler vom Standortpotenzial durchaus geeigneter Grünlandflächen sind durch die langjährige Teilnahme an Agrarumweltmaßnahmen nicht mehr ausreichend (Kalk und v. a. Phosphor). Hier wurden über mehrere Förderperioden zwar die Nutzungsaufgaben erfüllt, aber es erfolgte keine Nährstoffrückführung in Höhe der durch die abgefahrene Biomasse entzogenen Mengen, obwohl dies bei vielen Maßnahmen nicht untersagt war.

Eine nachhaltige Intensivierung in der Grünlandwirtschaft kann sich aber nicht allein auf die Steigerung der Erträge auf dem Grünland beschränken, sondern sie muss auch bei der Futterkonvertierung vom Feld zur Milch, also am System Pflanze – Tier, ansetzen. Managementoptionen, die landwirtschaftliche Ziele und weitere Ökosystemleistungen zugleich erreichen, gibt es. Sie liegen in der Weiterentwicklung von Systemen der Grünlandnutzung und -bewirtschaftung sowie in der Weiterentwicklung von Weidesystemen (ISSELSTEIN 2015). Mit der DAFA-Forschungsstrategie für Grünland „sollen Ansätze für eine Grünlandnutzung neu gedacht werden, die Wirtschaftlichkeit und Ökosystemleistungen, wie Biodiversität oder Wasserregulierung, miteinander verbinden.“ (DAFA 2015).

2.3.1.2 Voraussetzungen für einen nachhaltig intensiven Futterbau

Die Beseitigung der in Kap. 2.3.1.1 beschriebenen grundlegenden Bewirtschaftungsmängel zumindest auf den Flächen, die als Futtergrundlage für die Milchproduktion genutzt werden können, umfasst insbesondere zwei Komplexe:

■ Schaffung des Bewusstseins für eine bedarfsgerechte Düngung und Steigerung der Effizienz eingesetzter Produktionsmittel

Betrachtet man die Entwicklung des Versorgungszustandes der Acker- und Grünlandflächen Sachsens mit den Hauptnährstoffen Phosphor, Kalium und Kalzium (Kalk) so wird deutlich, dass es zunehmend Flächen in den Versorgungsstufen A und B (sehr niedrig bzw. niedrig) gibt. Diese fachlich nicht zu vertretenden Einsparungen bei der Düngung haben nachteilige Folgen für die Bodenfruchtbarkeit, Ertragssicherheit und Zusammensetzung der Pflanzenbestände. Je länger diese Einsparungen erfolgen, umso größer und damit auch teurer ist der Nachholbedarf.

Die zunehmenden Wetterextreme beeinträchtigen ohnehin das Wachstum der Pflanzen und ein Nährstoffmangel verschärft diese Situation noch. Eine ausreichende, d. h. bedarfsorientierte Düngung ist die entscheidende Voraussetzung für effiziente und nachhaltige Erträge im sächsischen Futterbau. Dabei sollte auch die Vorzüglichkeit der betriebseigenen Wirtschaftsdünger noch stärker genutzt werden. Insbesondere im Feldfutterbau und auf Grünland bieten sich hervorragende Einsatz- und Verwertungsmöglichkeiten für organische Dünger sowie Gärreste aus Biogasanlagen und so die Möglichkeit einer deutlichen Einsparung an Kosten für mineralische Düngemittel.

■ Verbesserung der Futterqualität vom Grünland und der daraus erzeugten Produkte

Die standortgerechte Nutzung des Grünlands als wichtigste Eiweißquelle für die Wiederkäuer ist in den Vordergrund zu stellen und über eine entsprechende Bewirtschaftung (Pflege- und Nutzungsregime, geeignete Mischungen und Sorten) zu sichern. Futterleguminosen stellen bezogen auf den Hektarertrag deutlich mehr Eiweiß bereit als Körnerleguminosen und weisen Synergieeffekte bezüglich Wasserschutz und Klimaschutz auf. Die Optimierung der Futterqualität in der gesamten Kette von der Erzeugung (Züchtung; Management, Persistenz) über die Konservierung bis zur Fütterung bietet erhebliche Potenziale zur Einsparung von Importeiweißfuttermitteln. Leguminosen-basierte Systeme im Feldfutterbau wie auch im Grünland sind hier, auch aufgrund ihrer höheren Nutzungselastizität, besonders gut geeignet.

Die Rohproteinproduktion auf den Feldfutter- und Grünlandflächen Sachsens kann für das Jahr 2013 mit etwa 131.000 t Rohprotein kalkuliert werden. Davon entfallen etwa 73.300 t Rohprotein auf das Grünland, wobei für diesen Wert ein Ertrag von durchschnittlich 45,6 dt TM/ha bei intensiver Bewirtschaftung angenommen wurde. Mit diesem Ertrag wäre der in Tabelle 67 berechnete Rohfasersaldo ausgeglichen, d. h. in dieser Größenordnung dürften auch die derzeitigen durchschnittlichen Erträge im intensiven Grünland liegen.

Bei einer optimalen Pflege und Nutzung des Grünlands mit einem durchschnittlichen Zieldertrag von 66,5 dt TM/ha und einer Ausdehnung dieser produktiv genutzten Fläche auf insgesamt etwa 75.000 ha wäre ein deutliches Steigerungspotenzial der Rohproteinproduktion auf dem Grünland um mindestens 40.000 t möglich (Tabelle 68). Zusammen mit dem Feldfutter (ohne Silomais) ergibt sich eine Rohprotein-Produktion in Höhe von 175.741 t, dies entspricht 53 % des für Rind, Schaf und Pferd in Tabelle 21 kalkulierten Rohproteinbedarfs insgesamt bzw. es könnten neben der Abdeckung des gesamten Rohproteinbedarfs aus dem Grobfutter noch ca. 26.350 t der benötigten 181.900 t Rohprotein aus Konzentratfuttermitteln substituiert werden.

Tabelle 68: Kalkuliertes aktuelles und künftig mögliches Eiweißpotenzial im Grünland und Feldfutterbau in Sachsen

Grobfutterquelle	Intensität	Fläche (ha)	Anteil in %	Ertrag (dt TM/ha)	Rohprotein-Gehalt (%)	Rohprotein-Produktion (t)	
aktuell						135.413	
Grünland	intensiv	44.136	0,35	45,6	15	30.189	
	ohne AUM, aber nicht intensiv	81.967	0,65	26,4	12	25.967	
	mittelintensiv	30.147		26,4	12	9.550	
	artenreich	28.818		26,4	10	7.608	73.315
Klee gras, Luzerne		18.934		86	20	32.582	
Feld gras		21.728		85	16	29.516	62.098
Potenzial 1						175.741	
Grünland	intensiv	75.662	0,60	66,5	16	80.505	
	ohne AUM, aber nicht intensiv	50.441	0,40	26	12	15.980	
	mittelintensiv	30.147		26	12	9.550	
	artenreich	28.818		26	10	7.608	113.643
Klee gras, Luzerne		18.934		86	20	32.582	
Feld gras		21.728		85	16	29.516	62.098
Potenzial 2						186.031	
Grünland	intensiv	75.662	0,60	75	16	90.795	
	ohne AUM, aber nicht intensiv	50.441	0,40	26	12	15.980	
	mittelintensiv	30.147		26	12	9.550	
	artenreich	28.818		26	10	7.608	123.933
Klee gras, Luzerne		18.934		86	20	32.582	
Feld gras		21.728		85	16	29.516	62.098

Datenbasis: Agrarförderung 2013 (Flächenangaben); Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (Erträge Feldfutter C II 2 – i/11 bis C II 2 – i/15, Mittel der Jahre 2011 bis 2015); eigene Annahmen und Berechnungen

Eine weitere Steigerung des durchschnittlichen Zielertrags auf 75 dt TM/ha unter Beibehaltung der produktiv genutzten Fläche von etwa 75.000 ha bringt nur noch eine Steigerung der Rohproteinproduktion auf dem Grünland um ca. 10.000 t (Tabelle 68). Zusammen mit dem Feldfutter (ohne Silomais) könnten dann 58 % des für Rind, Schaf und Pferd in Tabelle 21 kalkulierten Rohproteinbedarfs insgesamt gedeckt werden bzw. es könnten noch ca. 36.000 t der benötigten 181.900 t Rohprotein aus Konzentratfuttermitteln substituiert wer-

den. Allerdings dürfte dieses Szenario aufgrund der klimatischen und standörtlichen Gegebenheiten auf 75.000 ha nur schwer realisierbar sein.

Thesen

- Der Grasanteil, insbesondere vom Grünland in den Milchkuhrationen, und die Grobfutterleistung könnten künftig in Sachsen noch deutlich gesteigert werden. Die für die Berechnung des Rohfasersaldos (Rohfaserangebot minus Rohfaserbedarf durch Raufutter verwertende Tiere und Biogasanlagen) bei standort- und fachgerechter Pflege und Bewirtschaftung unterstellten Grünlanderträgen werden auf einem Großteil der Flächen derzeit nicht realisiert. Grünland in Sachsen besitzt demnach noch ein großes Potenzial als Futter für Milchkühe, das noch lange nicht ausgeschöpft ist.
- Wesentliche Potenziale für eine Verbesserung und Stärkung der Grünlandnutzung sind in erster Linie in den Vergleichsgebieten Lausitzer Heide und Teichgebiete, Erzgebirgskamm, Mittelsächsische Platte und Oberlausitzer Platte, Zittauer Becken sowie Oberlausitzer Bergland zu suchen.
- Pflanzenbestände mit zu geringen Anteilen an wertvollen Futtergräsern und mehr oder weniger hohen Anteilen an futterwirtschaftlich minderwertigen Arten und keine oder unzureichende bedarfsgerechte Düngung mit Grundnährstoffen verhindern derzeit, dass eine großflächige Wiederherstellung einer standortangepassten optimalen Intensität auf bisher langjährig extensiv bewirtschaftetem, aber vom Standortpotenzial her gesehen durchaus produktivem Grünland, umgesetzt werden kann.
- Für 60.000 bis 70.000 ha Grünland wird eingeschätzt, dass das Futterpotenzial bei weitem nicht ausgeschöpft wird.
- Bei einer optimalen Pflege und Nutzung des Grünlands mit einem durchschnittlichen Zieldertrag von 66,5 dt TM/ha und einer Ausdehnung dieser produktiv genutzten Fläche auf insgesamt etwa 75.000 ha wäre ein deutliches Steigerungspotenzial der Rohproteinproduktion auf dem Grünland um mindestens 40.000 t möglich. Zusammen mit dem Feldfutter (ohne Silomais) könnten dann 53 % des für Rind, Schaf und Pferd kalkulierten Rohproteinbedarfs insgesamt erzeugt werden.

2.3.2 Umweltwirkungen

Im nachhaltig intensiven Futterbau (Grünland und Feldfutter) sollen mehr Futtermittel auf geeigneten landwirtschaftlichen Nutzflächen durch Ausschöpfung des Standortpotenzials produziert und gleichzeitig die Umweltbelastungen reduziert werden. Damit können negative Auswirkungen auf den Ressourcenschutz (Boden, Wasser, Luft, Biodiversität) weitestgehend vermieden werden, wenn das jeweilige Standortpotenzial berücksichtigt wird und die gesetzlichen Anforderungen eingehalten sowie fachliche Empfehlungen zur Pflege und Bewirtschaftung umgesetzt werden. Kalkulatorisch steht für Sachsen dazu ausreichend Grünlandfläche zur Verfügung (Ausdehnung auf bis zu 75.662 ha möglich, s. Kap. 2.3.1.2, Tabelle 68), sodass für die meisten Milchviehbetriebe eine verstärkte Ausrichtung auf Qualitätsfuttererzeugung vom Grünland (und ggf. Feldfutter) sowie grasbetontere Rationen möglich wäre. Gravierende Einschränkungen durch gesetzliche Auflagen aus den Bereichen Düngung, Wasserschutz und Naturschutz sollten aufgrund des relativ geringen Tierbesatzes (0,49 RGV pro ha LF im Mittel von Sachsen) und der damit (noch) nicht vorhandenen Flächenknappheit eher die Ausnahme sein.

Die Rinderhaltung als wesentlicher Verwerter der Produkte des Futterbaus wird im Rahmen von Umwelt- und Klimadiskussionen häufig auf die Methanemissionen reduziert und in der medialen Landschaft wurde die Kuh sogar als „Klimakiller“ bezeichnet. Die Methanemission von Milchkühen kann für die Nachhaltigkeitsbewertung nicht isoliert betrachtet werden, sondern nachhaltige Lösungen müssen ökologische, sozioökonomische und tierethische Aspekte berücksichtigen (NIGGLI et al. 2011). Werden nur die Methanemissionen bedingt durch die enterische Fermentation betrachtet, bleiben zahlreiche Aspekte einer ressourcen- und umweltschonenden Milcherzeugung mit Rindern unberücksichtigt (BRADE 2014).

2.3.2.1 Einordnung von „Mehr Milch aus Gras“ in die Gesamtbetrachtung zu den Treibhausgas-Emissionen

Bezogen auf den Bilanzrahmen der Nationalen Emissionsberichterstattung (HAENEL et al. 2012) beträgt der Anteil Emissionen aus der Landwirtschaft inkl. Landnutzung/Landnutzungsänderung an den Gesamtemissionen des Freistaates Sachsen etwa 5,2 %. Dabei werden aber keine Emissionen aus Vorketten landwirtschaftlicher Betriebsmittel (Dünger, Pflanzenschutzmittel, Energie, Zukauffuttermittel) bilanziert. In Sachsen stellen vor allem Groß- und Kleinfeuerungsanlagen sowie der Kraftverkehr die Hauptemissionsquellen dar.

Bei Betrachtung des gesamten Bilanzraums „Landwirtschaft“, d. h. unter Berücksichtigung von Vorketten landwirtschaftlicher Betriebsmittel (Mineraldünger, Pflanzenschutzmittel, Energie, Zukauffuttermittel ohne Landnutzungsänderung) und des direkten Energieeinsatzes (direkte Emissionen aus der Anwendung von Strom, Brenn- und Kraftstoffen an der Verbrauchsstelle) beträgt dieser Anteil etwa 7,6 % an den insgesamt 52.983 kt CO₂e/Jahr (LfULG 2014; Abbildung 57).

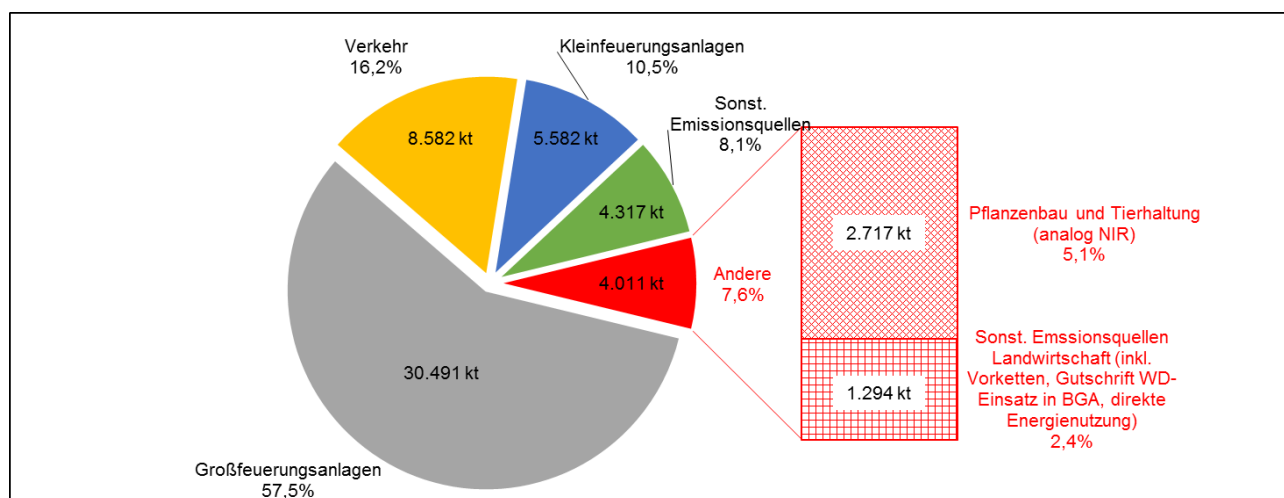


Abbildung 57: Zusammensetzung der Treibhausgas-Emissionen (kt CO₂e/Jahr) in Sachsen nach Emissionsquellen im Bezugsjahr 2010, Bilanzraum Landwirtschaft gesamt (LfULG 2014, verändert)

Für alle Quellgruppen und Aktivitäten, die der sächsischen Landwirtschaft entweder direkt oder indirekt zugeordnet werden können, betragen die absoluten THG-Emissionen etwa 4.011 kt CO₂e/Jahr (LfULG 2014; Abbildung 58).

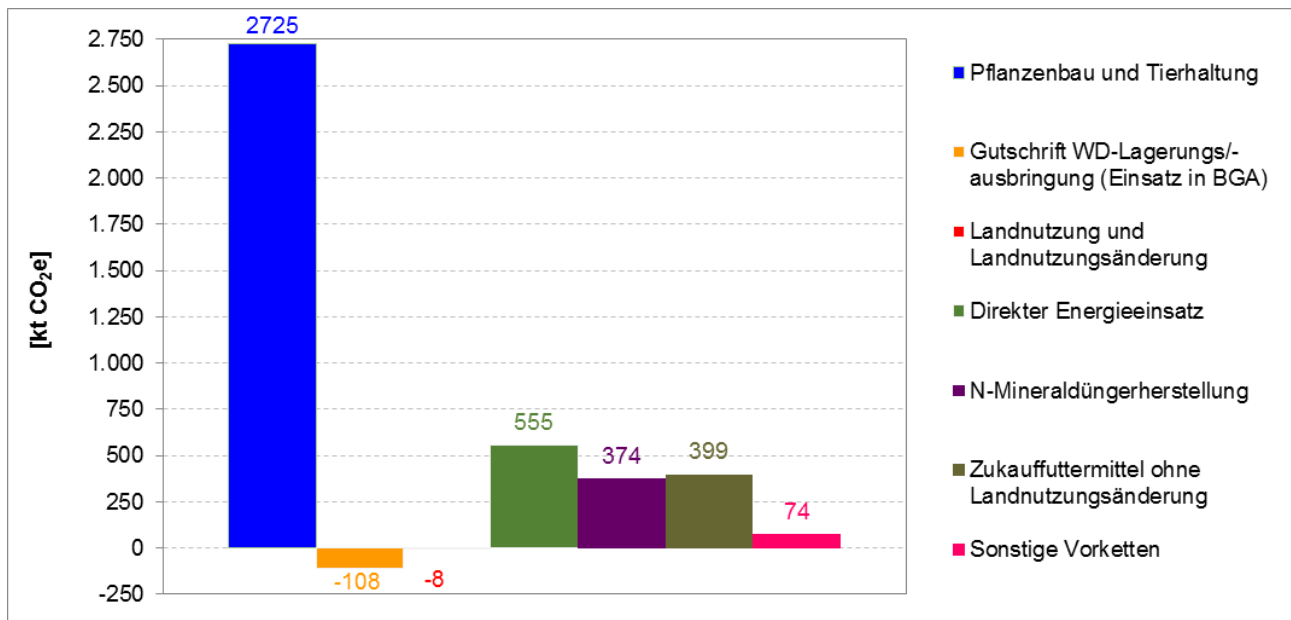


Abbildung 58: Treibhausgas-Emissionen (kt CO₂e) in der sächsischen Landwirtschaft für das Bezugsjahr 2010 (LfULG 2014, verändert)

Unter Berücksichtigung der Gutschrift aus der Nutzung von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen (BGA) ergeben sich THG-Emissionen aus dem Pflanzenbau und der Tierhaltung in Höhe von 2.617 kt CO₂e/Jahr. Insbesondere durch die Düngung von landwirtschaftlich genutzten Böden entstehen hohe N₂O-Emissionen (61 % der THG-Emissionen aus Pflanzenbau und Tierhaltung bzw. 40 % der THG-Emissionen des gesamten Bilanzraums „Landwirtschaft“ in Sachsen) (LfULG 2014; Abbildung 59).

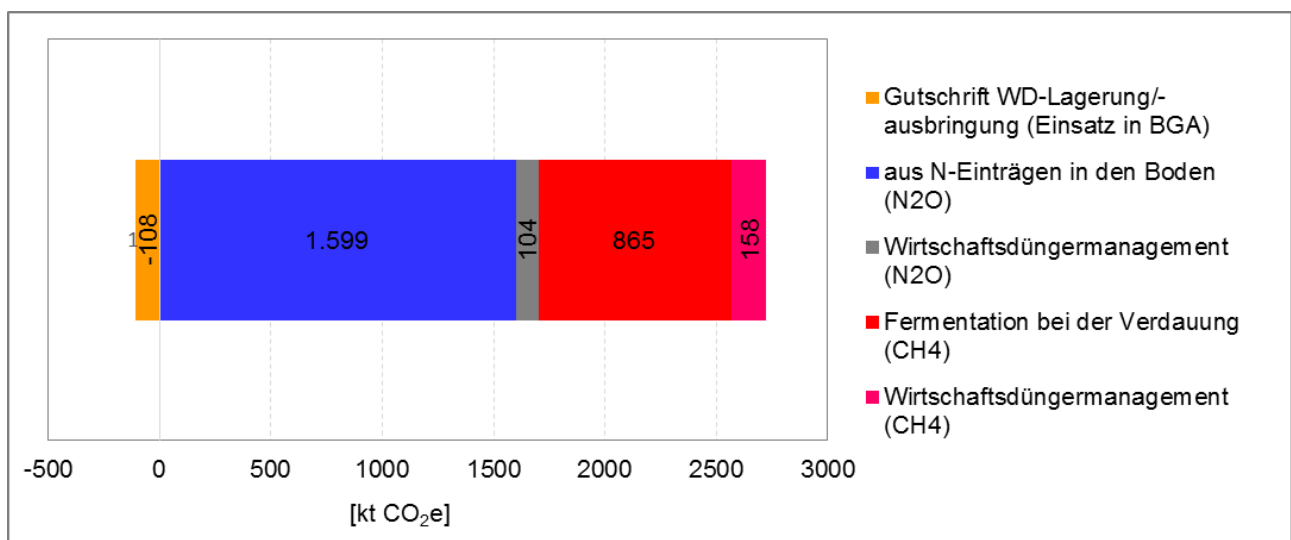


Abbildung 59: Treibhausgas-Emissionen aus der Pflanzenproduktion und Tierhaltung in Sachsen für das Bezugsjahr 2010 (LfULG 2014, verändert)

An zweiter Stelle folgen die Methanemissionen aus der Verdauung von Wiederkäuern (33 % der THG-Emissionen aus Pflanzenbau und Tierhaltung bzw. 22 % der THG-Emissionen des gesamten Bilanzraums „Landwirtschaft“ in Sachsen), die aber durch die Verdauungsphysiologie bedingt sind und im Vergleich zur Düngung nur gering beeinflussbar sind. Es gibt keine Alternative zur methanogenen Fermentation im Pansen und faserreiches Fermentationssubstrat (wie Gras, Leguminosen-Gras-Gemenge oder mehr oder weniger

artenreiche Grünlandaufwüchse) führen pro Gewichtseinheit zu mehr Methan als faserarmes Fermentationssubstrat (ABEL 2011). Bezogen auf die gesamten Treibhausgas-Emissionen in Sachsen mit 52.983 kt CO₂e/Jahr (Abbildung 57) beträgt der Anteil der Rinder über die Fermentation aber nur 1,6 %, d. h. er stellt kein wesentliches Minderungspotenzial für die sächsischen Treibhausgas-Emissionen dar.

Die Lachgas- und Methan(-Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement machen den geringsten Teil der Treibhausgas-Emissionen aus dem Pflanzenbau und der Tierhaltung aus.

2.3.2.2 „Mehr Milch aus Gras“ – produktbezogene Betrachtung

Wiederkäuer scheiden in Abhängigkeit von der Tierkategorie, der Höhe der Futteraufnahme, der Rationsgestaltung, der Leistungshöhe und anderen Einflussfaktoren im Mittel zwischen etwa 20 bis 25 g Methan je kg verzehrte Futtertrockenmasse aus. Milchprotein kann dabei mit deutlich weniger Methan erzeugt werden als entsprechend verwertbare Proteine über die Rinderfleischerzeugung (FLACHOWSKY & BRADE 2007; FLACHOWSKY 2011; Abbildung 60).

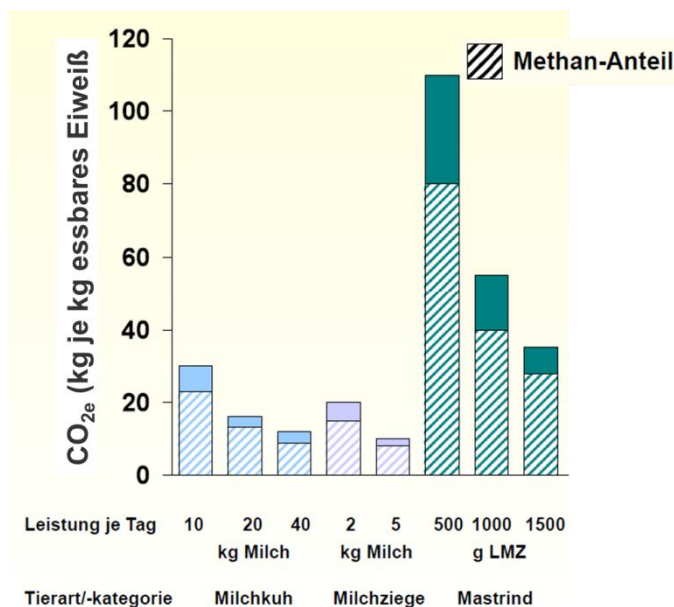


Abbildung 60: Carbon Footprints (kg CO₂e) je kg essbares Protein in Abhängigkeit von Tierart/-kategorie und Leistungshöhe (FLACHOWSKY 2011, verändert)

Die Methanausscheidungen in der Milchproduktion nehmen bei höheren Leistungen je Kuh insgesamt zwar zu, aber je erzeugtes kg Milch ab, wobei mit steigender Milchleistung der Effekt immer geringer wird und ab 12.000 kg Milch/Kuh und Jahr zu vernachlässigen ist (BRADE 2014; Abbildung 61).

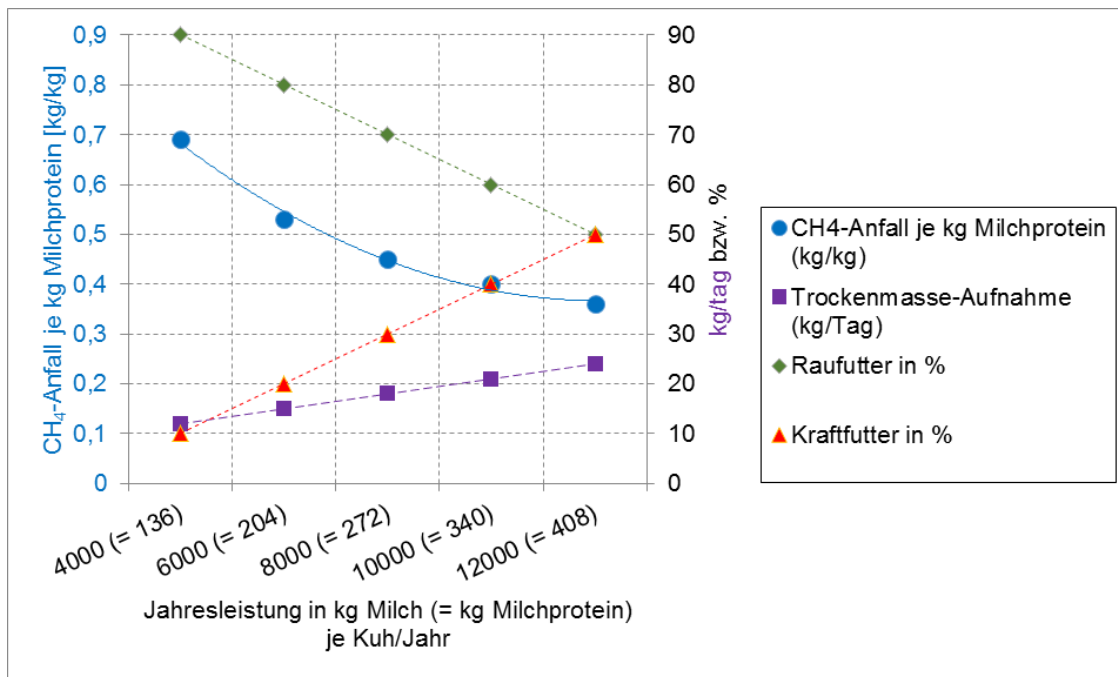


Abbildung 61: Methan-Emissionen bei der Milcherzeugung durch die Fermentationsprozesse im Pansen oder Dickdarm von Holstein-Kühen (Daten aus FLACHOWSKY & BRADE 2007; Bedingungen: 650 kg LM, 42 g kg⁻¹ Milchfett, 34 g kg⁻¹ Milcheiweiß, kein Weidegang; Zahl der Kälber pro Jahr als Funktion der Milchleistung)

Mit zunehmender Jahresmilchleistung der Kühe könnte bei gleichbleibender Milcherzeugung auf Betriebsebene die Zahl der Kühe verringert und damit die Methanemission pro kg Milch am stärksten reduziert werden (BRADE 2014; Abbildung 62).

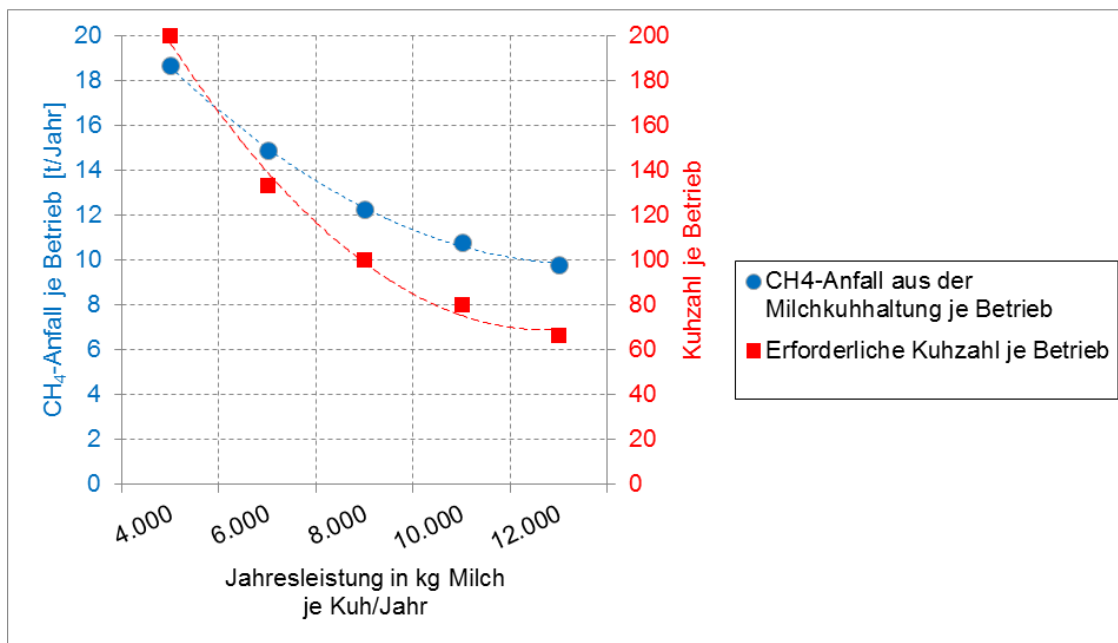


Abbildung 62: Methan-Emissionen bei der Milcherzeugung durch die Fermentationsprozesse im Pansen oder Dickdarm von Holstein-Kühen bei konstanter Milcherzeugung auf Betriebsebene und unterschiedlicher Milchleistung (Milchquote: 800.000 kg/Jahr, weitere Details s. Abbildung 61, Daten aus FLACHOWSKY & BRADE 2007)

Allerdings besteht bei hohen bis sehr hohen Milchleistungen je Kuh und der damit verbundenen kraftfutterreichen Rationsgestaltung ein erhöhtes Risiko für das Auftreten einer Pansenazidose. Bei Verfütterung großer Mengen an Futterfetten treten häufig Störungen des Pansenstoffwechsels auf und führen zu einer Anreicherung unerwünschter Fette in der Milch (BRADE 2014).

Die Strategie Senkung der Treibhausgas-Emissionen in der Milchproduktion durch Steigerung der Jahresmilchleistung je Kuh kann eine zusätzliche Ausdehnung der Mutterkuhhaltung zur Folge haben, wenn ein weiterhin gleichbleibender Milch- und Rindfleischbedarf angenommen wird. Dies führt aber zu steigenden Treibhausgas-Emissionen in der Rindfleischerzeugung, sodass insgesamt (Milch- und Rindfleischerzeugung) die Treibhausgas-Emissionen tendenziell ansteigen (ZEHETMEIER 2013) (Tabelle 69).

Tabelle 69: Treibhausgas-Emissionen in der Milch- und Rindfleischerzeugung

Kenngroße	Szenario*/Leistungsniveau		
	6.000 kg Milch/Kuh*Jahr	8.000 kg Milch/Kuh*Jahr	10.000 kg Milch/Kuh*Jahr
ohne Allokation für Rindfleisch:			
CO _{2e} pro kg Milch (On-Farm)	1,35	1,13	0,98
mit Allokation:			
CO _{2e} pro kg Milch (On-Farm)	1,06	0,93	0,89
CO _{2e} pro kg Rindfleisch (On-Farm)	10,75**	13,13**	16,24**

aus BRADE 2014, Datenquelle: ZEHETMEIER et al. 2012

* konstante Milch- und Rindfleischerzeugung vorausgesetzt

** zunehmender Anteil der Fleischerzeugung mit Mutterkühen

Nach ZEHETMEIER (2013) sind diese Konsequenzen aber differenziert zu betrachten. Besteht die Futterbasis für Mutterkühe überwiegend aus Futtermitteln, die von anderen Nutztierarten oder vom Menschen nicht unmittelbar verwertet werden können (v. a. Frischfutter oder Konservate vom Grünland), dann leisten diese Produktionsverfahren einen wichtigen Beitrag zur Erweiterung der Nahrungsbasis. Sofern Mutterkühe bzw. Wiederkäuer mit auch vom Menschen oder anderen Nutztierarten verwertbarem Protein gefüttert werden, schmälert dies hingegen die Nahrungsversorgung. Beim Vergleich von Nutztieren mit unterschiedlich hohem Output an Nahrungsmitteln pro Tier und Zeiteinheit sind außerdem auch weitere Aspekte z. B. im Bereich Tierwohl zu berücksichtigen.

Auch FLACHOWSKY & HACHENBERG (2009) haben den Einfluss der Milchleistung auf die THG-Emissionen bei der Milch- und Rindfleischerzeugung modellhaft kalkuliert (Tabelle 70). Mit ihren Annahmen und dem Ziel der Lebensmittelerzeugung vom Wiederkäuer für etwa 3.000 Menschen/a entstehen bei einer Milchleistung von 8.000 kg/Kuh und Jahr die geringsten THG-Emissionen (350 kg CO₂-Äquivalente je Einwohner und Jahr). Dieses Milchleistungsniveau ist mit einer auf Grünland und ggf. Feldfutter basierten Futterproduktion gut realisierbar und bietet in Grünlandregionen ein großes Potenzial für eine nachhaltig intensive Futterproduktion zur Milcherzeugung (TAUBE et al. 2011). In Kombination mit Zweinutzungsrasen, deren männliche Kälber i. d. R. bessere Zunahmen aufweisen als die von Milchrasen, kann dabei die Mutterkuhhaltung auf einem deutlich niedrigeren Niveau gehalten werden als bei der Strategie der THG-Senkung durch Steigerung der Milchleistung.

Tabelle 70: Einfluss der Leistungshöhe der Milchkühe auf die Austräge (CO₂, CH₄, N₂O) bei der Erzeugung von 1.000 t Milch und 30 t Rindfleisch (Lebensmittel vom Wiederkäuer für ≈ 3.000 Menschen) sowie CO₂-Äquivalente je Einwohner und Jahr (FLACHOWSKY & HACHENBERG 2009)

Milchleistung (kg/Jahr)	Milchkühe (Anzahl)	Remontierung (%)	Schlachtung Anzahl		Rindfleisch (t)	Mutterkühe ³⁾	kg CO ₂ - Äquivalente je Einwohner und Jahr
			Kühe ¹⁾	Mastbullen/Färsen ²⁾			
4000	250	25	62	176	40,0	-	410
6000	167	30	50	109	26,3	9	360
8000	125	35	44	75	19,6	26	350
10000	100	40	40	55	15,8	40	360
12000	83	45	37	42	13,4	46	380

¹⁾ 600 kg Schlachtmasse, 50 % Fleischertrag (75–135 kg Fleisch/Kuh und Jahr)

²⁾ ein Kalb pro Kuh und Jahr; 5 % Verluste, Remontierung bzw. Mast, 1.000 g LMZ/Tag

³⁾ Kuh/Kalb-Paar, 25 % Remontierung, ≈ 400 kg Fleisch/Paar und Jahr

2.3.2.3 „Mehr Milch aus Gras“ – Fazit THG-Emissionen

Die Vermeidungspotenziale von Treibhausgasemissionen in der Tierproduktion sind im Vergleich zu den Einsparmöglichkeiten durch veränderte Konsumgewohnheiten relativ begrenzt. Im Hinblick auf die Treibhausgas-Emissionsminderung sollten, wenn möglich, solche Maßnahmen bevorzugt werden, die mit positiven Nebenwirkungen verbunden sind. Dazu gehört neben Verbesserungen im Düngungsmanagement auch eine Erhöhung der Nutzungsdauer von Milchkühen (ZEHETMEIER 2013).

Im Zusammenhang mit der Diskussion um den Klimawandel sind auch Maßnahmen positiv zu beurteilen, die einen Beitrag zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen liefern. Dazu gehört insbesondere der Erhalt von Dauergrünland als Kohlenstoffsенke, der großflächig nur durch landwirtschaftliche Nutzung und Verwertung der Aufwüchse durch Wiederkäuer zu realisieren ist.

Je nach Standort und Vorrat an organischer Bodensubstanz können durch den Erhalt von Grünland zusätzliche Treibhausgas-Emissionen vermieden werden. Entscheidend ist dabei die dauerhafte Sicherung der Grünlandstandorte in sensiblen Kulissen. Bei Beibehaltung der Grünlandfläche Sachsens zum Stand 2010 (186.781 ha) ist ein THG-Vermeidungspotenzial von 13.448 kt CO₂-Äquivalent über 20 Jahre betrachtet möglich (3,6 t CO_{2e}/ha*Jahr). Wird vermieden, dass 5, 8 oder 10 % der Dauergrünlandfläche in Ackerland umgewandelt wird, so führt dies zu zu einem THG-Vermeidungspotenzial von 672 bis 1.345 kt CO_{2e} über 20 Jahre (LfULG 2014; Abbildung 63).

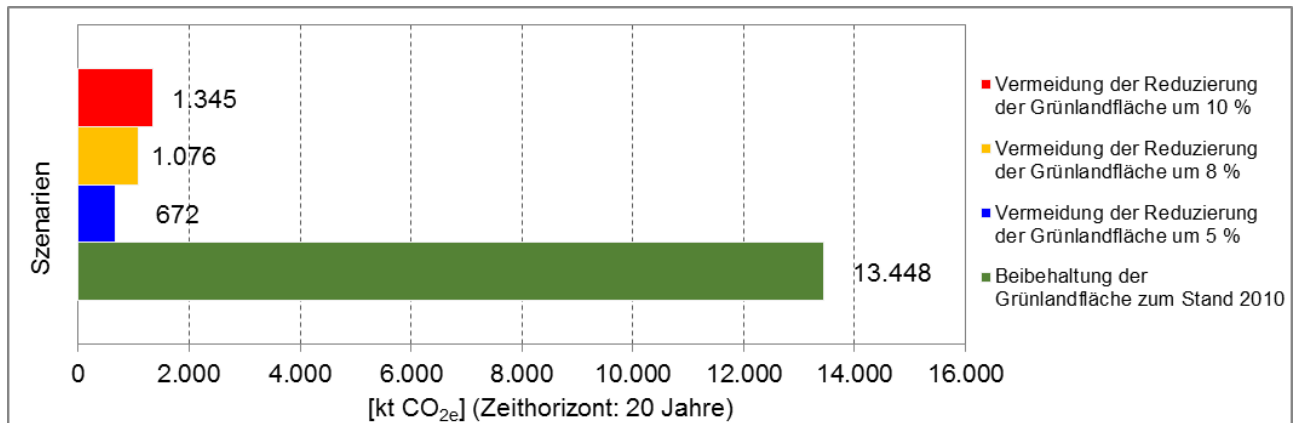


Abbildung 63: THG-Vermeidungspotenziale im Laufe von 20 Jahren durch Verzicht auf Grünlandumbruch in Sachsen (LfULG 2014, verändert)

Von einer tatsächlichen THG-Minderung kann erst bei Neuanlage von Grünland gesprochen werden. Ob der Erhalt des jetzigen Grünlandumfangs bzw. sogar eine Ausdehnung in Sachsen möglich ist, hängt von der künftigen Nutzung und Verwertbarkeit von Grünland ab.

Mehr Milch aus Gras, d. h. mehr grasbetonte Rationen in der Milchproduktion und eine maximale Grünlandnutzung in der dazugehörigen Jungrinderaufzucht, kann einen wesentlichen Beitrag zum Grünlanderhalt leisten. Die durch die faserreicheren Rationen bedingten und nur gering beeinflussbaren Methanemissionen werden relativiert, wenn ihnen das Treibhausgas-Vermeidungspotenzial beim Grünlanderhalt und die mit der Grünlandnutzung möglichen zahlreichen positiven Wirkungen für den Ressourcen- und Umweltschutz gegenübergestellt werden.

These

- Für viele Milchviehbetriebe wäre eine verstärkte Ausrichtung auf Qualitätsfuttererzeugung vom Grünland (und ggf. Feldfutter) sowie grasbetontere Rationen aus Sicht der Flächenverfügbarkeit möglich. Gravierende Einschränkungen durch gesetzliche Auflagen aus den Bereichen Düngung, Wasserschutz und Naturschutz sollten aufgrund des relativ geringen Tierbesatzes (0,49 RGV pro ha LF im Mittel von Sachsen) und der damit (noch) nicht vorhandenen Flächenknappheit eher die Ausnahme sein.
- Die Methanemission von Milchkühen kann für die Nachhaltigkeitsbewertung nicht isoliert betrachtet werden, sondern nachhaltige Lösungen müssen auch ökologische, sozioökonomische und tierethische Aspekte einbeziehen.
- Die Methanemissionen aus der Verdauung von Wiederkäuern (33 % der THG-Emissionen aus Pflanzenbau und Tierhaltung bzw. 22 % der THG-Emissionen des gesamten Bilanzraums „Landwirtschaft“ in Sachsen) sind durch die Verdauungsphysiologie bedingt und im Vergleich zur Düngung nur gering beeinflussbar. Zur methanogenen Fermentation im Pansen gibt es keine Alternative und faserreiche Futtermittel, wie sie im Grünland oder Feldfutterbau vorkommen, führen pro Gewichtseinheit zu mehr Methan als faserarme Futtermittel. Bezogen auf die gesamten Treibhausgas-Emissionen in Sachsen mit 52.983 kt CO_{2e}/Jahr beträgt der Anteil der Rinder über die Fermentation aber nur 1,6 %, d. h. er stellt kein wesentliches Minderungspotenzial für die sächsischen Treibhausgas-Emissionen dar.
- Die Steigerung der Jahresmilchleistungen je Kuh zur Senkung der Treibhausgas-Emissionen in der Milchproduktion erfordert zugleich eine zusätzliche Ausdehnung der Mutterkuhhaltung, wenn weiterhin ein gleichbleibender Milch- und Rindfleischbedarf unterstellt wird. Dies führt dann aber zu steigenden Treibhausgas-Emissionen in der Rindfleischerzeugung, sodass insgesamt (Milch- und Rindfleischerzeugung) die Treib-

hausgas-Emissionen tendenziell ansteigen, d. h. diese Strategie trägt nicht zur Treibhausgas-Minderung in der Landwirtschaft bei.

- Die Vermeidungspotenziale von Treibhausgasemissionen in der Tierproduktion sind im Vergleich zu den Einsparmöglichkeiten durch veränderte Konsumgewohnheiten relativ begrenzt.
- Insbesondere der Erhalt von Dauergrünland, der großflächig nur durch landwirtschaftliche Nutzung und Verwertung der Aufwüchse durch Wiederkäuer zu realisieren ist, liefert einen wesentlichen Beitrag zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen.
- Mehr Milch aus Gras kann vor allem indirekt zum Klimaschutz beitragen, indem möglichst viel Grünland genutzt (Futter für die Milchkühe, Einsatz in der Jungrinderaufzucht) und damit erhalten wird. Damit können die Klimaschutzleistungen und auch alle anderen positiven Umweltwirkungen des Grünlandes unterstützt und erhalten werden.

3 Untersuchungen in Referenzbetrieben

Dr. Siriwan Martens, Ingo Heber, Dr. Gerhard Riehl, Prof. Dr. Olaf Steinhöfel

Gegenstand der Betrachtung

Acht Betriebe wurden paarweise mit mais- und grasbetonter Milchkuhfütterung gegenübergestellt. Es wurden allgemeine Betriebsdaten verglichen sowie Futterrationen, Milchleistung, Grünlandqualität und betriebswirtschaftliche Kennzahlen. Es sollte herausgestellt werden, ob grasbetont fütternde Betriebe grundsätzliche Differenzen gegenüber solchen mit Maispräferenz aufweisen.

Innerhalb des Projektes wurden vier Betriebspaare ausgewählt unter dem Aspekt, verschiedene geografische und betriebliche Bedingungen Sachsens abzubilden. Innerhalb der Paare sollte jeweils ein Betrieb eher maisbetont, der andere eher grasbetont Milchkühe füttern. Auf der Karte (Abbildung 64) sind die Betriebe (Tabelle 71) mit ihrem ungefähren Standort eingetragen.

Tabelle 71: Betriebspaare 2013-14

Region	grasbetont	maisbetont
Vogtland	Vogtl Gras	Vogtl Mais
Erzgebirgsvorland	Erzvor Gras	Erzvor Mais
Osterzgebirge	Osterz Gras	Osterz Mais
Ostsachsen	Otsa Gras	Otsa Mais

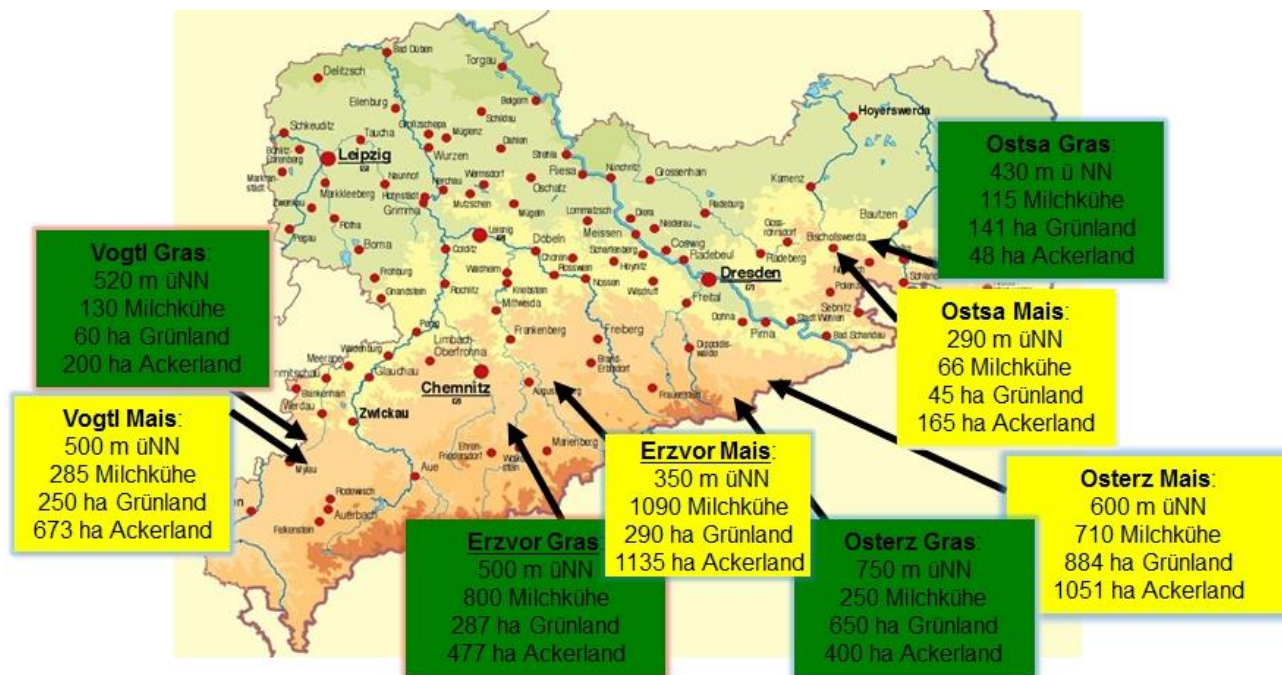


Abbildung 64: Standorte der ausgewählten Milchproduktionsbetriebe in Sachsen; gelb deutet maisbetonte und grün grasbetonte Milchkuhfütterung an

Die Einstellung der Betriebsleiter zu Grünland, die Flächennutzung und lokale Verteilung der Grünlandflächen, der Tierbestand und produktionstechnische Parameter (Milchleistung, Reproduktion, Tiergesundheit), Futterrationen, Biogasproduktion und Betriebsstruktur wurden über einen Fragebogen erfasst und durch Flurkartenauszüge, Rationsblätter und Milchleistungsprüfungsergebnisse ergänzt. Ferner wurde eine Betriebszweiganalyse des Wirtschaftsjahrs 2012 durchgeführt, um die Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion zu berechnen.

Die theoretischen Futterrationen wurden durch monatliche Beprobung und Analyse von Futterkomponenten und Mischrationen der verschiedenen Leistungsgruppen verifiziert und insbesondere bezüglich ihres Proteinbeitrages bewertet. Punktuell wurde durch Beprobung von Tankmilch geprüft, ob sich der Grasanteil im Fettsäuremuster der Milch widerspiegelt.

Die Auswertung der Futterrationen erfolgte getrennt nach Leistungsgruppen mit besonderem Augenmerk auf den Grasanteil und dessen Beitrag zur wiederkäuergerechten Proteinversorgung.

Im Frühjahr 2014 wurde der Pflanzenbestand auf ausgewählten Grünlandflächen der verschiedenen Betriebe bestimmt und hinsichtlich seines Futterwerts und Produktionspotenzials mit Hinblick auf die Standortgegebenheiten bewertet.

Einen Überblick über die Betriebe gibt Abbildung 64. Alle Betriebsleiter waren sich darin einig, dass die Hauptfunktion des Grünlands darin besteht, Futter zu liefern. In der Wertschätzung des Grünlands gab es jedoch erhebliche Unterschiede. Während die einen, insbesondere aus der Gruppe der grasbetonten, das Grünland als zuverlässige Futterquelle schätzten, befanden die anderen, insbesondere mit > 280 Milchkühen, dass ihr Grünlandanteil eigentlich zu hoch sei. Die Einteilung in gras- oder maisbetonte Fütterung lässt sich nicht zwingend aus der einzelbetrieblichen Flächenproportion von Grünland- und Ackerfläche ableiten. Für keinen der acht Betriebe ist Weide für laktierende Kühe derzeit eine Futteroption. Ein kleinerer Betrieb lässt die Laktierenden auf Kompottweide aus Tierwohl- und Tiergesundheitsgründen gehen, ohne dies in der Ration zu be-

rücksichtigen. Für andere Gruppen wie Jungrinder und Trockensteher gibt es jedoch je nach Betrieb sehr unterschiedliche Philosophien. Jungrinderweide ist bei sechs von acht Betrieben üblich, zwei der größeren Betriebe halten dies für zu aufwendig. Trockensteher kommen bei drei von den vier grasbetonten Betrieben auf die Weide, während nur einer der maisbetonten dies praktiziert.

3.1 Fütterung

Dr. Siriwan Martens und Prof. Dr. Olaf Steinhöfel

Alle Betriebe füttern Mischrationen. Die Fütterungsgruppen werden in den größeren Betrieben mit ≥ 250 Milchkühen ähnlich differenziert in Trockensteher bis drei Wochen vor dem Abkalben, Vorbereiter, Hochleister und Altmelker (Niederleistende), während die kleineren Betriebe dies über getrennte Kraffutterzugaben regeln. Die Relationen von Grasanteilen im Grobfutter und Gesamtfutter für Milchkühe gestalten sich folgendermaßen (Tabelle 72):

Tabelle 72: Verhältnis von Futterkomponenten in der Hochleistungsgruppe der Betriebe (jeweils Gras-/Maispaar) der Mischration im Herbst 2014

Leistungsgruppe Betrieb	Rationsmenge	Anteil Grob- an Gesamt- futter (i.d. TM)	Anteil Gras an Grob- futter (i.d. TM)	Anteil Gras an Gesamt- futter (i.d. TM)
	kg TM/Kuh*d			
Vogtl Gras*	23,3	0,53	0,59	0,32
Vogtl Mais	21,3	0,53	0,37	0,20
Erzvor Gras	20,8	0,47	0,70	0,33
Erzvor Mais	23,0	0,44	0,28	0,13
Osterz Gras*	25,1	0,52	0,97	0,43
Osterz Mais	23,3	0,56	0,29	0,16
Otsa Gras** ^a	23,7	0,61	0,44	0,27
Otsa Mais*	23,2	0,59	0,50	0,29

* Hier gilt die Proteinfractionierung nur für die Teilmischration und ist daher nicht unmittelbar vergleichbar.

^a Die aktuelle Ration hat sich zugunsten von Maissilage verschoben, nachdem diese in den Sommermonaten nicht verfügbar war. Dargestellt werden fortlaufend jeweils die zu vergleichenden Betriebspaare je Region.

Wie in Tabelle 72 ersichtlich, schwankt der Anteil von Gras im Grobfutteranteil und in der Gesamtration beträchtlich zwischen den Betrieben. In der Hochleisterration kann Gras im unteren Bereich gerade einmal 13 % der Gesamttrockenmasse ausmachen, während ein Höchstanteil von 43 % erreicht wird, wenn keine Maissilage (mehr) zur Verfügung steht. Dies kann zu einer Proteinübersversorgung führen, wenn nicht gleichzeitig Proteinkonzentrate reduziert werden, was sich aus Abbildung 65 ersehen lässt.

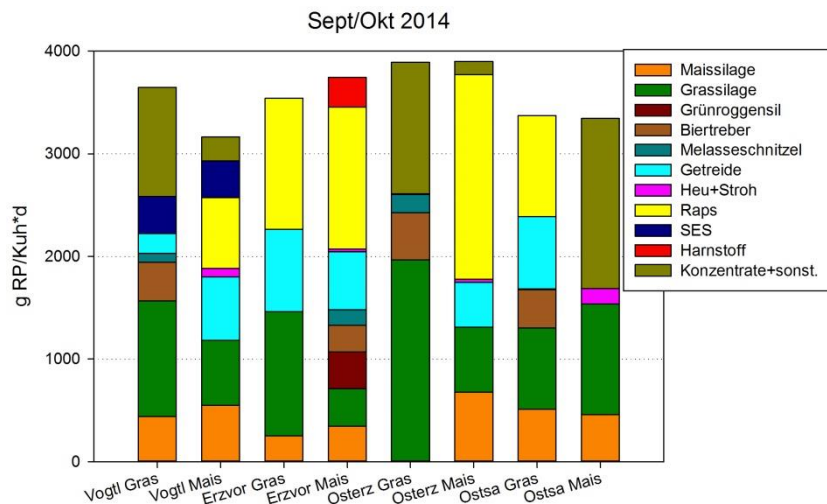


Abbildung 65: Beitrag der Futterkomponenten der verschiedenen HL-Mischrationen zur Proteinversorgung, paarweise gras-/maisbetont aufgeführt
(SES - Sojaextraktionsschrot)

In den Betrieben Vogtl Mais, Erzvor Mais und Osterz Mais trägt die Maissilage ähnlich viel zur Proteinversorgung bei wie die Grassilage. Auffällig ist der wesentliche Beitrag von Rapsextraktionsschrot zur Proteinversorgung in allen Betrieben (Abbildung 65, z. T. auch in der Mischung der Konzentrate + Sonstiges zu finden). Insgesamt überwiegt die Proteinversorgung durch einheimische Eiweißträger. Sojaextraktionsschrot wird nur bei preiswertem Vorteil eingesetzt.

Tabelle 73: Mineralstoffversorgung über die Mischration mit Richtwerten für laktierende Kühe

	Richtwert f. lakt. Kühe ¹⁾	Mischration maisbetont (n = 18)				Mischration grasbetont (n = 10)			
		Mittel	Median	Min	Max	Mittel	Median	Min	Max
Makromineralien (g/kg TM)									
Na	1,5-1,8	2,6	2,7	1,0	5,5	3,0	3,1	1,7	4,3
K	<15	14,3	13,6	10,9	24,0	17,9	17,7	15,7	21,7
Cl	3,5-8,0	5,2	5,0	3,0	10,2	5,2	5,6	3,1	7,8
S	2,0-2,2	2,6	2,6	2,0	3,4	2,7	2,8	1,9	3,1
Ca	6,0-6,5	7,3	6,7	5,4	10,1	9,2	9,1	5,9	12,8
Mg	1,8-2,2	3,4	3,4	2,2	4,4	3,6	3,6	3,1	3,9
P	3,6-4,2	4,2	4,3	3,4	5,1	4,6	4,6	3,9	5,8
Spurenelemente (mg/kg TM)									
Fe	40-50 ²⁾	416	401	271	691	608	509	365	1111
Zn	50	117	113	36	203	86	83	47	114
Mn	50	117	114	76	180	104	93,9	78,2	163
DCAD (meq/kg TM)	280-350	170	168	81	385	273	264	194	422

¹⁾ nach HOFFMANN & STEINHÖFEL (2010), sofern nicht anders angegeben

²⁾ Empfehlung laut GfE (2003)

Die stichprobenhafte Analyse von Mischrationen ergab, dass sowohl in den Makromineralen als auch bei den Spurenelementen in der Regel eine Überversorgung vorliegt (Tabelle 73). Eine erhöhte Kalium- und Phosphorversorgung trat insbesondere bei grasbetonter Fütterung auf. Auch der Calciumbedarf wird normalerweise weitgehend über den Grünlandaufwuchs gedeckt, sodass kein bis wenig Futterkalk ergänzt werden muss.

These

In den grasbetonten Rationen trägt Gras in der Regel zu einem höheren Anteil zur Proteinversorgung bei als bei maisbetonten Rationen. Getreide stellt einen teils ähnlich hohen Prozentsatz an Rohprotein. Konzentrate bzw. Rapsextraktionsschrot sind die Haupteiweißträger der Milchviehrationen. In den grasbetonten Rationen ist die Konzentration der Makromineralien leicht erhöht gegenüber der maisbetonten Ration, während bei den Spurenelementen lediglich das Eisen im Überschuss durch Grassilage eingetragen wird.

3.2 Milchproduktion

Dr. Siriwan Martens und Prof. Dr. Olaf Steinhöfel

Tabelle 74: Leistungsparameter aus dem Jahresabschluss 2013/2014 der Milchleistungsprüfung (gemertzter Bestand)

Betrieb	Milchfett %	Milcheiweiß %	Nutzungsdauer Monate 2013/2014	Lebensleistung kg ECM /Lebenstag 2013/2014	EKA d	ZKZ d
Vogtl Gras	4,16	3,37	57,2/49,7	17,1/16,4	852	430/427
Vogtl Mais	4,21	3,40	32,5/32,9	14,9/14,6	756/744	379/392
Erzvor Gras	4,02	3,52	33,6	14,1/14,4	753/774	381/390
Erzvor Mais	3,99	3,26	35,1/36,8	16,5/17,7	780/768	409/410
Osterz Gras	3,89	3,26	32,7/33,2	12,2/12,4	816/771	462/441
Osterz Mais	4,10	3,45	33,0	15,5/15,4	774/792	415/425
Ostsa Gras	3,92	3,39	43,9/47,6	15,4/14,7	885/909	442/446
Ostsa Mais	4,18	3,37	35,7/24,6	11,9/10,2	810/852	411/413

Dargestellt werden fortlaufend jeweils die zu vergleichenden Betriebspaare je Region.

Die normale Nutzungsdauer der untersuchten Betriebe liegt bei 33 Monaten. Durch die erheblich höhere Nutzungsdauer in Vogtl Gras (49,7 Monate in 2014) erreicht der Betrieb trotz späten Erstkalbealters eine gute Lebensleistung von 16,4 kg ECM pro Lebenstag (Tabelle 74), womit die Vollkosten laut LKV Sachsen gedeckt werden. Durch die hohe Milchleistung in einer geringeren Zeitspanne ist die Lebensleistung auf dem Erzvor Mais überdurchschnittlich hoch. Zusammenhänge zur Fütterung lassen sich in der MLP-Leistung hier nicht erkennen.

Tabelle 75: Fettsäurezusammensetzung der Tankmilch (Nov. 2013) als Indikator für Grasanteil in der Fütterung (g/100 g Milchfett)

Betrieb	Gesättigte FS	Einfach unges. FS	CLA	Omega-3 FS	Omega-6 FS	Verhältnis Omega -6/-3
Vogtl Gras	71,3	27,4	0,5	0,6	0,29	0,47
Vogtl Mais	67,7	30,8	0,8	0,5	0,23	0,46
Erzvor Gras	68,4	29,6	0,9	0,8	0,39	0,47
Erzvor Mais	68,7	29,8	0,5	0,7	0,29	0,40
Osterz Gras	69,3	28,3	0,9	1,1	0,45	0,40
Osterz Mais	67,2	31,1	0,6	0,8	0,42	0,56
Otsa Gras	71,3	26,8	0,8	0,6	0,40	0,64
Otsa Mais	70,0	28,6	0,5	0,6	0,33	0,59

FS Fettsäuren, CLA konjugierte Linolsäure cis9trans11

Im Anteil konjugierter Linolsäuren (CLA) lässt sich die Tendenz von höheren Anteilen bei grasbetonter Fütterung erkennen. Diesen Fettsäuren werden verschiedene gesundheitsfördernde Eigenschaften zugesprochen. In drei Betriebspaaren spiegelt sich das tendenziell wider, die Betriebe aus dem Vogtland bilden allerdings eine Ausnahme (Tabelle 75). Ein hohes Omega-6-zu-3-Verhältnis als Hinweis auf starken Maissilageanteil konnte im Vergleich zu Studien aus Gumpenstein (VELIK & BREITFUSS 2012) nicht festgestellt werden.

These

Hohe und niedrige Lebensleistung in der Milchproduktion schwankten unabhängig vom Grassilageanteil der Ration. Die Zusammensetzung der Milchfettsäuren ergab kein charakteristisches Bild, das auf einen erhöhten Grasanteil schließen ließe.

3.3 Grünland

Dr. Siriwan Martens und Dr. Gerhard Riehl

Im Frühjahr 2014 wurde rund eine Woche vor dem jeweils geplanten ersten Schnitt eine Vegetationsaufnahme von ausgewählten Grünlandschlägen auf allen acht Betrieben vorgenommen. Es konnten von den Betrieben je nach Betriebsgröße fünf bis acht Grünlandschläge selbst ausgesucht werden nach der Wichtigkeit für die Milchviehfütterung. Es wurden jeweils 25 m² pro Schlag ausgewertet mit einer Ertragsanteilsschätzung nach Klapp/Stählin. Ziel war es, das gegenwärtige Produktionspotenzial abzuschätzen.

Tabelle 76: Durchschnittliche Ertragsanteile von Gräsern, Kräutern und Leguminosen, Pflanzenbestandstyp und Futterwertpotenzial

Region	Vogtland		Erzgebirgsvorland		Osterzgebirge			Ostsachsen	
	Gras-Vogtl	Mais-Vogtl	Gras-Erzvor	Mais-Erzvor	Gras-Osterz*	Gras-Osterz*	Mais-Osterz	Gras-Ostsa	Mais-Ostsa
Höhenlage (m ü. NN)	520	450-550	450-580	300-450	700-800		430-735	350-500	260-320
Bestand	GL	GL	GL	GL	GL	AF	GL	GL	GL
Schläge (n)	5	5	9	6	3	5	10	4	7
Mittlere Artenzahl	16,0	13,8	13,6	12,2	17,3	15,0	16,1	19,5	16,7
Ø EA Obergräser [%]	28,8	26,8	25,5	40,5	14,1	25,0	30,7	24,3	21,7
Ø EA Untergräser [%]	53,4	56,4	63,1	52,2	29,8	6,0	48,0	40,0	59,4
Ø EA Gräser ges. [%]	82,3	83,2	88,6	92,7	43,9	31,1	78,7	64,3	81,2
Ø EA Leguminosen [%]	3,4	0,6	2,8	0,2	30,8	55,8	4,6	23,9	2,8
Min/Max [%]	0/8	0/2	0/10	0/1	30/32	35/94	0/14	3/47,2	0,2/8
davon Weißklee Min/Max [%]	1/8	0,2/2	0,2/2	1/1	30/31	1/1	0,2/12	2/47	0,2/5
davon Rotklee Min/Max [%]	0,2/0,2	/	5/8	/	0,2/0,2	35/94	4/12	0,2/36	0,2/5
Ø EA Kräuter [%]	14,2	16,2	8,3	7,0	25,3	13,3	16,5	11,7	16,1
Min/Max [%]	9,6/18,4	6,2/28	0,8/19,8	0/21,2	13,2/37,8	0,8/23,4	1,6/27,8	9,2/15,6	4,4/29,8
Ø Bestandeswertzahl ¹⁾	8,1	8,2	8,0	7,8	8,0	7,8	7,9	8,1	7,6
Min/Max	7,7/8,4	7,9/8,5	7,1/8,3	6,8/8,6	7,8/8,4	7,6/8	7,3/8,6	7,9/8,4	6,3/8,3
Bestandestyp ²⁾									
G ₁ (n)	4	3	4	2			5	1	4
G ₂ (n)	1	2	4	4			3	1	2
A ₁ (n)			1		1		1		1
A ₂ (n)							1		

*beim Betrieb Gras-Osterz wurde in Grünland u. Ackerfutter (Feldgras) unterteilt, während die anderen Betriebe ausschließlich Grünland-schläge zur Bonitierung ausgewählt hatten

¹⁾ berechnet aus Futterwertzahlen nach BRIEMLE et al. (2002); 1 - giftig für Nutztier (und Mensch) bis 9 – bester Futterwert

²⁾ Einteilung der Pflanzenbestände nach DLG (2004):

- G₁ Gräserreich (>70 % Gräser), weidelgrasbetont (Untergräser), überwiegend Weidel- und Rispengräser
- G₂ Gräserreich (> 70 % Gräser), nicht weidelgrasbetont (Obergräser), z. B. Knautgras, Fuchsschwanz, Wiesenschwingel, Glatt-, Goldhafer
- A₁ Ausgewogen (50–70 % Gräser), feinblättrige Kräuter- und Kleearten, bei den Gräsern überwiegend Untergräser
- A₂ Ausgewogen (50–70 % Gräser), grobstängelige Kräuter- und Kleearten, bei den Gräsern überwiegen Obergräser
- K₁ Klee- oder kräuterreich (< 50 % Gräser), feinblättrige Kräuter- und Kleearten, bei Gräsern überwiegend Untergräser

Tabelle 74 ist zu entnehmen, dass sechs von acht Betrieben grasbetonte Pflanzenbestände (78,7–92,7 % mittlerer Ertragsanteil [Ø EA] Gräser) bewirtschaften und darin in fünf von diesen sechs Betrieben die Untergräser dominieren (48,0–63,1 % Ø EA). Im Betrieb Mais-Erzvor mit dem höchsten mittleren Grasanteil (92,7 % EA) ist der mittlere Ertragsanteil der Untergräser mit 52,2 % nur um 11,7 % höher als der der Obergräser. Dies beruht auf den sehr unterschiedlich zusammengesetzten Einzelschlägen, wovon drei untergrasdominiert (56 bzw. 74 % EA Wiesenrispe und 68 % EA Gemeine Rispe[!]) und zwei obergrasdominiert (38 % EA Wiesenfuchsschwanz und 30 % EA Knaulgras bzw. 50 % EA Wiesenfuchsschwanz) sind.

Im Betrieb Gras-Ostsa ist der Ertragsanteil Gräser mit 64,3 % im Mittel zwar niedriger, aber die Betrachtung der Einzelschläge zeigt, dass zwei Schläge sehr grasreich (48 % EA Ober- und 39 % EA Untergräser bzw. 19 % EA Ober- und 65 % EA Untergräser) und zwei Bestände sehr leguminosenreich (47 % EA Weißklee bzw. 36 % EA Rotklee) sind.

Im Betrieb Gras-Osterz mit den höchstgelegenen Futterflächen sind die mittleren Ertragsanteile der Gräser mit 43,9 % auf den Grünlandschlägen bzw. 31,1 % auf den Feldfutterbeständen (Rotklee-Gras) am niedrigsten. Ein Grünlandschlag setzt sich überwiegend aus Wiesenfuchsschwanz (10 % EA), Knaulgras (15 % EA), Deutschem Weidelgras (13 % EA) und Weißklee (31 % EA) zusammen, während in den anderen beiden neben Weißklee (je 30 % EA) vor allem noch die Untergräser Deutsches Weidelgras (13 bzw. 25 % EA) und Wiesenrispe (10 bzw. 15 % EA) vorkommen. Die Rotklee-Gras-Bestände setzen sich neben Rotklee (35–94 % EA) vor allem aus den Obergräsern Welsches Weidelgras (5–28 % EA) und Lieschgras (2–20 % EA) zusammen. Die Zusammensetzung der Grünlandbestände und die Auswahl von fünf Feldfutter- und drei Grünlandbeständen weisen darauf hin, dass hier Grünland für diesen Betrieb nicht die wichtigste Grobfutterquelle für die Milchkühe darstellt.

Betriebe mit grasbetonten Rationen weisen eine etwas höhere mittlere Artenzahl und einen etwas höheren Leguminosenanteil auf ihrem Grünland auf als ihre jeweiligen Vergleichspartner mit maisbetonter Ration. Dies trifft bzgl. des Leguminosenanteils besonders deutlich für die Betriebspaare im Osterzgebirge und in Ostachsen zu (Tabelle 76).

Die mittlere Bestandswertzahl (BRIEMLE et al. 2002) liegt auf den untersuchten Flächen zwischen 7,6 und 8,2, d. h. zwischen einem potenziellen hohen (7) und besten (9) Futterwert. Deutliche Unterschiede zwischen den Betrieben liegen nicht vor. Nur eine Fläche im Betrieb Mais-Erzvor mit 6,8 (25 % EA Quecke und 68 % EA Gemeine Rispe) und eine Fläche im Betrieb Mais-Ostsa mit 6,3 (45 % EA Rotes Straußgras) weichen nach unten ab.

Mit dem aus den Vegetationsaufnahmen ermittelten Bestandstyp (Tabelle 76) und dem angestrebten Nutzungsstadium können die potenziellen Energiekonzentrationen des Grünfutters abgeleitet werden (Tabelle 77).

Tabelle 77: Potenzielle Energiekonzentration des Grünfutters, abgeleitet aus Pflanzenbestand und Nutzungsstadium nach DLG (2004)

Energiekonzentration (in MJ/kg TM) im Grünfutter										
	ME	NEL	ME	NEL	ME	NEL	ME	NEL	ME	NEL
Bestandestyp ¹⁾	G ₁		G ₂		A ₁		A ₂		K ₁	
Nutzungsstadium 1. Aufwuchs										
I im Schossen	12,0	7,2	11,7	7,0	12,0	7,2	11,7	7,0	11,7	7,0
II vor Ähr.sch. ²⁾	11,7	7,0	11,2	6,7	11,7	7,0	11,3	6,8	11,3	6,8
III Beginn Ähr.sch. ²⁾	11,2	6,7	10,5	6,3	11,2	6,7	10,7	6,4	11,0	6,6
IV Ende Ähr.sch. ²⁾	10,7	6,4	9,8	5,9	10,7	6,4	10,0	6,0	10,5	6,3
V in der Blüte	10,0	6,0	9,2	5,5	10,2	6,1	9,3	5,6	10,0	6,0
VI nach der Blüte	9,2	5,5	8,3	5,0	9,5	5,7	8,7	5,2	9,5	5,7
VII Beginn Samenreife	8,3	5,0	7,5	4,5	8,8	5,3	8,0	4,8	9,0	5,4
Folgeaufwüchse, Alter in Wochen										
< 4	10,7	6,4	10,3	6,2	10,8	6,5	10,5	6,3	10,8	6,5
4 - 6	10,3	6,2	10,0	6,0	10,5	6,3	10,2	6,1	10,5	6,3
7 - 9	9,8	5,9	9,5	5,7	10,0	6,0	9,7	5,8	10,0	6,0
> 9	9,3	5,6	9	5,4	9,5	5,7	9,2	5,5	9,3	5,6

¹⁾ Einteilung der Pflanzenbestände nach DLG (2004):

- G₁ Gräserreich (>70 % Gräser), weidelgrasbetont (Untergräser), überwiegend Weidel- und Rispengräser
- G₂ Gräserreich (> 70 % Gräser), nicht weidelgrasbetont (Obergräser), z. B. Knautgras, Fuchsschwanz, Wiesenschwingel, Glatt-, Goldhafer
- A₁ Ausgewogen (50–70 % Gräser), feinblättrige Kräuter- und Kleearten, bei den Gräsern überwiegend Untergräser
- A₂ Ausgewogen (50–70 % Gräser), grobstängelige Kräuter- und Kleearten, bei den Gräsern überwiegen Obergräser
- K₁ Klee- oder kräuterreich (< 50 % Gräser), feinblättrige Kräuter- und Kleearten, bei Gräsern überwiegend Untergräser

²⁾ Ähren- und Rispenschieben

Gräserreiche Bestände (>70 % Gräser) mit überwiegend Weidel- und Rispengräsern (G₁) weisen in jedem Nutzungsstadium eine höhere potenzielle Energiekonzentration auf als ebenfalls gräserreiche, aber von Obergräsern dominierte Bestände (G₂). Außerdem nimmt mit zunehmendem Nutzungsstadium deren potenzielle Energiekonzentration stärker ab als beim Bestandstyp G₁.

Ausgewogene Pflanzenbestände mit 50–70 % Gräsern, davon überwiegend Untergräser, und mit feinblättrigen Kräuter- und Kleearten (A₁) weisen bis zum Ende des Ähren- und Rispenschiebens die gleichen potenziellen Energiekonzentrationen wie der Bestandstyp G₁ auf, danach sind sie aufgrund ihrer Nutzungselastizität diesem sogar noch leicht überlegen (+ 0,1 bis + 0,3 MJ EL/kg TM). Ausgewogene Bestände (50–70 % Gräser) mit überwiegend Obergräsern und mit grobstängeligen Kräuter- und Kleearten (A₂) verhalten sich ähnlich wie der Bestandstyp G₂, d. h. ihre potenzielle Energiekonzentration im Grünfutter ist stets niedriger als beim Typ A₁ und mit zunehmenden Nutzungsstadium nimmt sie auch stärker ab als beim Bestandstyp A₁.

Klee- oder kräuterreiche Bestände mit weniger als 50 % Gräsern, davon aber überwiegend Untergräser, sowie feinblättrigen Kräuter- und Kleearten (K_1) weisen die höchste Nutzungselastizität auf. Zwar liegt ihre potenzielle Energiekonzentration im Grünfutter bis zum Ende des Ähren- und Rispschiebens unter der von G_1 und A_1 (- 0,2 bis - 0,1 MJ NEL/kg TM), danach aber sind sie mehr oder weniger überlegen. Gegenüber den Bestandstypen G_2 und A_2 haben sie nach dem Schossen stets eine höhere potenzielle Energiekonzentration im Grünfutter (+ 0,1 bis + 0,9 MJ NEL/kg TM).

Obwohl in allen fünf untersuchten Flächen des Betriebs mit grasbetonter Ration im Vogtland (Gras-Vogt) Wiesenfuchsschwanz vorkommt (2–27 % EA), ist nur eine Fläche, die neben 26 % Wiesenfuchsschwanz, 17 % Deutschem Weidelgras und 20 % Wiesenrispe auch noch 20 % Knautgras enthält, dem Bestandstyp G_2 zuzuordnen. Eine verspätete Nutzung wirkt sich hier negativer auf die potenzielle Energiekonzentration im Grünfutter aus als beim Bestandstyp G_1 , dem die anderen vier Flächen zuzuordnen sind. Hier dominieren Deutsches Weidelgras und Wiesenrispe (Summe EA 49–68 %), sodass bei einer Nutzung bis zum Ende des Ähren- und Rispschiebens hier die höchsten potenziellen Energiekonzentrationen im Grünfutter erreicht werden können. Auf einem dem Bestandstyp G_1 zugeordneten Schlag wurden für die Quecke 27 % und für den Gemeinen Löwenzahn 17 % EA geschätzt. Hier sollten die Ursachen für das Auftreten dieser beiden Arten ermittelt und eine weitere Ausbreitung verhindert werden bzw. die Quecke sogar wieder zurückgedrängt werden.

Im Betrieb mit grasbetonter Ration im Erzgebirgsvorland (Gras-Erzvor) können vier Schläge dem Bestandstyp G_1 zugeordnet werden. Auf drei Schlägen bestimmen Deutsches Weidelgras und Wiesenrispe mit Ertragsanteilen von 50–80 % (Summe der beiden Arten) den Pflanzenbestand, während in einem Schlag neben 35 % Deutschem Weidelgras auch 42 % Gemeine Rispe vorkommen. Hier sind unbedingt Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Gemeine Rispe (z. B. Herausstriegeln und Nachsaat) erforderlich, wenn das Ertragspotenzial wieder gesteigert werden soll. Vier Schläge können dem Bestandstyp G_2 zugeordnet werden. In einem dieser Bestände wurden 66 % Gemeine Rispe und in einem anderen 33 % Gemeine Rispe sowie 20 % Quecke festgestellt. Für diese Bestände besteht dringender Handlungsbedarf, um wieder ein angemessenes Ertragsniveau zu erreichen. Ein Schlag mit 66 % Deutschem Weidelgras sowie 2 % Jähriger Rispe und je 1 % Wiesenlieschgras und Knautgras, 2 % Weißklee und 8 % Rotklee sowie 15 % Gemeinem Löwenzahn ist als A_1 einzustufen, d. h. er hat eine höheren potenzielle Energiekonzentration im Grünfutter als die vier Schläge vom Typ G_2 .

Im Betrieb Gras-Osterz mit den höchstgelegenen Futterflächen entspricht ein Grünlandschlag dem Bestandstyp A_1 . Er enthält u. a. 25 % Deutsches Weidelgras, 15 % Wiesenrispe, 30 % Weißklee und 10 % gemeinen Löwenzahn und weist so vom Schossen an eine hohe potenzielle Energiekonzentration im Grünfutter auf. Die anderen beiden Grünlandschläge entsprechen dem Bestandstyp K_1 mit der größten Nutzungselastizität. Beide sind weißkleereich (31 bzw. 30 % EA), unterscheiden sich aber in ihrer Gräserzusammensetzung (10 % Wiesenfuchsschwanz und 15 % Knautgras [obergrasreich] sowie 13 % Deutsches Weidelgras vs. 3 % Wiesenfuchsschwanz und 3 % Knautgras sowie 13 % Deutsches Weidelgras und 10 % Wiesenrispe [untergrasreich]). Im untergrasreichen Bestand kommt der Gemeine Löwenzahn mit einem Ertragsanteil von 30 % vor, d. h. hier sollten die Ursachen für diesen hohen Anteil ermittelt und abgestellt werden, damit das Ertragspotenzial wieder besser ausgeschöpft werden kann. Die fünf untersuchten Rotklee-Gras-Bestände sind alle dem Bestandstyp K_1 zuzuordnen, d. h. sie haben auch in späteren Nutzungsstadien noch hohe potenzielle Energiekonzentration im Grünfutter. 15 % Gemeiner Löwenzahn in einem dieser Bestände lassen vermuten, dass hier bald ein Nutzungswechsel notwendig wird.

Die vier untersuchten Grünlandbestände im Betrieb mit grasbetonter Ration in Ostsachsen (Gras-Ostsa) könne den Bestandstypen G₁ (47 % Wiesenrispe und 8 % Deutsches Weidelgras sowie 6 % Weißklee; aber auch 10 % Rotes Straußgras!), G₂ (27 % Wiesenfuchsschwanz, 20 % Knautgras, 25 % Wiesenrispe und 10 % Deutsches Weidelgras) und zweimal K₁ zugeordnet werden. Sehr hohe bis potenzielle Energiekonzentration im Grünfutter sind hier also möglich. Ebenso sind keine Probleme mit Gemeiner Rispe oder zu viel Löwenzahn zu erkennen.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass in drei Betrieben mit grasbetonten Rationen ein Teil der Flächen verbessert werden kann oder verbesserungsbedürftig (66 % Gemeine Rispe!) ist. Nur wenn die dazu erforderlichen Maßnahmen erfolgreich umgesetzt werden, kann das jeweilige Standortpotenzial für die Grobfuttererzeugung noch besser ausgeschöpft werden.

These

Nur mit standortangepassten und leistungsfähigen Pflanzenbeständen kann das jeweilige Standortpotenzial für die Grobfuttererzeugung optimal genutzt werden. Auf vielen Praxisflächen gibt es hier noch Verbesserungsmöglichkeiten.

3.4 Betriebswirtschaftliche Auswertung

Ingo Heber

Gegenstand der Untersuchung

Wie hoch sind die Kosten des Betriebszweiges Milchproduktion, wo sind Produktionsreserven? Das soll durch die betriebswirtschaftliche Betrachtung und Auswertung den teilnehmenden Betrieben offengelegt werden. Ein weiteres Ziel des Projektes bestand darin, aufzuzeigen, dass mit unterschiedlichen Strategien (angepasst an den Standort) erfolgreich Milch produziert werden kann. Als methodische Grundlage dient die DLG-Schrift „Neue Betriebszweigabrechnung“. Die Betriebszweigabrechnung ist die Darstellung von Leistungen und Kosten eines Betriebszweiges und dazugehöriger Ergänzungsdaten.

3.4.1 Gesamtergebnis

Die Auswertung der Betriebe erfolgt über zwei Wirtschaftsjahre (2011/12 und 2012/13) bzw. zwei Kalenderjahre (2012 und 2013), in der Auswertung wird nur auf das näherliegende Datum Bezug genommen.

Von den in der Stichprobe untersuchten Betrieben erreicht nur ein Unternehmen im betrachteten Zeitraum (Wirtschaftsjahr 2012/13 bzw. Kalenderjahr 2013) ein positives Betriebszweigergebnis. Den Betrieben Vogtl Mais (2) und Osterz Mais (6) liegt als Abrechnungszeitraum das Kalenderjahr 2013 zu Grunde, der Betrieb Erzvor Gras (3) hat auf die für Sachsen „untypische“ Rasse Fleckvieh in der Milcherzeugung gesetzt. In die Berechnungen sind keine entkoppelten Zahlungen eingeflossen. Der Betrieb mit der höchsten Differenz zwischen Leistung und Kosten produziert auf einem Extremstandort (Höhenlage).

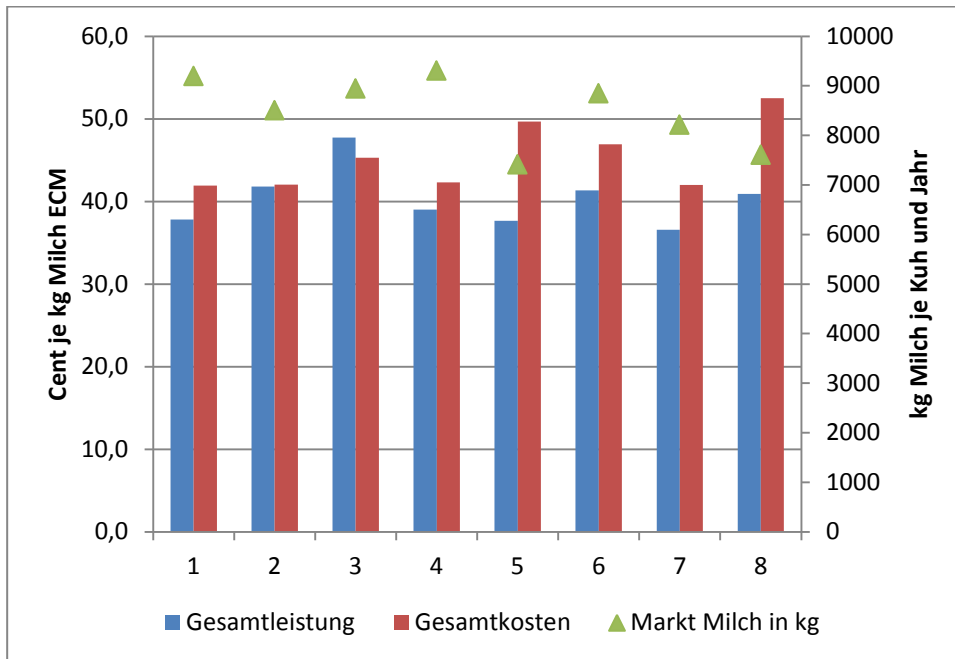


Abbildung 66: Verhältnis Gesamtleistung und Gesamtkosten

3.4.2 Leistung

Die Gesamtleistung wird hauptsächlich durch die Milchgeldeinnahme beeinflusst, bis auf zwei Betriebe schwanken diese um die 90 %. Mit nur 71 % Anteil hebt sich Betrieb Erzvor Gras (3) und ebenso der Betrieb Otsa Mais (8) mit 82 % deutlich ab. Zum einen liegt das an der gewählten Milchrasse (3) und der angegliederten Direktvermarktung (beide Betriebe). Die Betriebe Vogtl Gras (2) und Osterz Mais (6) erzielten einen höheren Milchauszahlungspreis (Tabelle 78).

Tabelle 78: Aufgliederung der Leistung (Eurocent/kg ECM)

Betrieb	Vogtl Gras	Vogtl Mais	Erzvor Gras	Erzvor Mais	Osterz Gras	Osterz Mais	Otsa Gras	Otsa Mais
Milchverkauf	32,91	37,20	33,85	34,14	32,45	38,10	32,35	33,40
Verkauf/IU Tiere	3,24	4,25	10,04	4,38	5,01	3,15	1,74	6,99
BÄ Tiere	0,34	0,12	0,09	-0,08	-0,67	-0,05	0,67	0,47
sonstige Erlöse	1,31	0,24	3,73	0,57	0,88	0,14	1,81	0,05
Gesamtleistung	37,80	41,82	47,71	39,01	37,67	41,34	36,57	40,91

In Tabelle 79 werden die Zusammenhänge zwischen dem Betriebszweigergebnis und der Lebensstagsleistung dargestellt. Betriebe mit der höchsten verkauften Milchmenge je Kuh und Jahr erzielten auch die besten Lebensstagsleistungen und Milchmengen gemerzter Tiere. Eine Ausnahme bildet der Betrieb Erzvor Gras, mit einer eher geringen Lebensstagsleistung wird das beste Ergebnis erzielt. Wie der Tabelle 78 zu entnehmen ist, begründet sich dieser Fakt mit einem hohen Anteil (10 Cent je kg Milch) verkaufter Tiere. Auch Vogtl Mais beweist, dass Langlebigkeit nicht das einzige Kriterium für eine nachhaltige Milchproduktion ist.

Tabelle 79: Zusammenhang Lebenstagsleistung und Betriebszweigergebnis

Betrieb	Vogtl Gras	Vogtl Mais	Erzvor Gras	Erzvor Mais	Osterz Gras	Osterz Mais	Otsa Gras	Otsa Mais
Marktmilch in kg	9194	8505	8942	9302	7412	8841	8212	7603
Betriebszweigergebnis Cent je kg	-4,1	-0,2	2,4	-3,3	-12,0	-5,6	-5,4	-11,6
Lebenstagsleistung in kg	16,6	14,3	14,2	16,1	13,5	15,0	15,3	11,5

3.4.3 Kosten

Nachfolgend werden die Kostenpositionen nach dem DLG-Schema zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 80: Kostenpositionen (€-Cent je kg Milch)

	Vogtl Gras	Vogtl Mais	Erzvor Gras	Erzvor Mais	Osterz Gras	Osterz Mais	Otsa Gras	Otsa Mais
Markt Milch in kg	9194	8505	8942	9302	7412	8841	8212	7603
Direktkosten	23,7	26,1	28,5	28,3	28,9	29,9	26,7	31,8
Arbeits erledigungskosten	12,9	10,6	14,0	8,5	13,0	12,6	11,4	12,6
Quotenkosten	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0
Gebäudekosten	3,2	2,9	1,5	1,2	4,0	3,0	0,8	2,4
sonst. Kosten	1,9	2,4	1,2	4,3	3,7	1,5	2,1	5,7
Gesamtkosten	41,9	42,0	45,3	42,3	49,7	46,9	42,0	52,5

Die Spanne der Direktkosten (Hauptanteil Futterkosten) liegt zwischen 23,7 und 31,8 Cent je kg Milch (Tabelle 80). Beide Werte stammen von Betrieben mit einer maisorientierten Fütterung. Im Mittelwert der Betriebe verzeichnen die grasbetonten Betriebe leicht geringere Tierarztkosten. Die Bestandsergänzungskosten können finanziell nicht bei allen Teilnehmern ausgewiesen werden, weil nicht immer eine separate Kostenstelle gebucht wurde. Die Reproduktionsraten liegen insgesamt unter dem sächsischen Landesschnitt, die Bestwerte liegen in beiden Kategorien unter 25 %. In den Arbeits erledigungskosten sind die kalkulatorischen Lohnansätze für Familienbetriebe mitverbucht, sodass Personalkosten von 6,9 bis 10,5 Cent je kg Milch entstehen. Die Höhe des Arbeitsaufwandes wird bestimmt von der gewählten Technologie und Aufstallungsform. In der Kostenkategorie Gebäude sieht man deutlich die Wechselwirkung zwischen Abschreibung und Unterhalt, hoher Abschreibung stehen niedrige Unterhaltsaufwendungen gegenüber und umgekehrt. Die sonstigen Kosten weisen eine große Streubreite auf, betriebsbedingte Einflüsse wurden nicht bereinigt. Die Gesamtkosten der auf den Betriebszweig verbuchten Aufwendungen betragen bei allen teilnehmenden Betrieben über 40 Cent je kg Milch. Um eine verbesserte Vergleichbarkeit zu erzielen, wurden die Gesamtkosten um die Koppelprodukte bereinigt. Daraus ergeben sich im Einzelnen folgende Werte:

Tabelle 81: Notwendiger Milchauszahlungspreis

Betrieb	Vogtl Gras	Vogtl Mais	Erzvor Gras	Erzvor Mais	Osterz Gras	Osterz Mais	Ostsa Gras	Ostsa Mais
bereinigte Kosten Cent je kg Milch	37,0	37,4	31,4	37,5	44,5	43,7	37,8	45,0

Für die Erzeugung von einem Kilogramm Milch werden in den Betrieben Kosten von 31,4 bis zu 45,0 Cent je kg benötigt (Tabelle 81). Der erstere Wert stellt in der Stichprobe einen absoluten Ausnahmewert dar, in der Regel benötigen die Unternehmen einen Milchauszahlungspreis um die 37 Cent. Extremwerte deutlich über 40 Cent bedürfen einer genauen Durchleuchtung der Kostenpositionen in der Milchproduktion. Dauerhaft ist hier selbst unter Einbeziehung der sogenannten „Quersubventionierung“ eine Milcherzeugung kaum vorstellbar. Wie sieht es mit unseren Vergleichspaaren, die unter annähernd gleichen Standortfaktoren arbeiten, aus? Die Paare Erzgebirgsvorland und Ostsachsen weisen ein besseres Ergebnis für die grasbetonte Fütterung aus, beim Paar Osterzgebirge liegen die Vorteile in der maisbetonten Fütterung. Das Paar Vogtland ist annähernd ausgeglichen. Aus der geringen Stichprobe und einer Momentaufnahme lassen sich keine dauerhaften Rückschlüsse auf die Fütterungsausrichtung treffen, zu viele andere Einflüsse verfälschen das Bild.

3.4.4 Futterkosten

Mit einem Anteil zwischen 39 und 44 % an den Gesamtkosten tragen die Futterkosten entscheidend zur Wirtschaftlichkeit des Zweiges bei (Abbildung 67). Um eine annähernde Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurde das in der Kostenstelle verbuchte Futter für Nachzucht und Masttiere finanziell bereinigt.

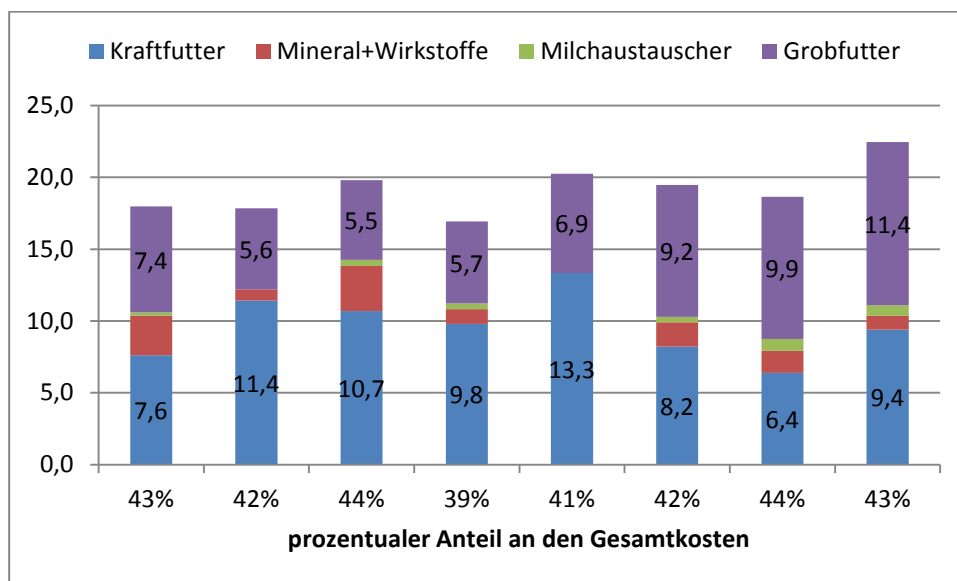


Abbildung 67: Zusammensetzung der Futterkosten (€-Cent je kg Milch) und der Anteil an den Gesamtkosten

Unterschiedliche Fütterungsstrategien müssen auf die örtlichen und betrieblichen Rahmenbedingungen abgestimmt sein. Die untersuchten Betriebe unterschieden sich in der Höhe des Anteils von Gras- bzw. Maissilage in der Ration. Im Schnitt betrug der Anteil Milch aus Grobfutter 30 % der erzeugten Milchmenge. Die Gesamtfutterkosten lagen zwischen 16,7 und 22,5 Cent je fettkorrigiertes kg Milch (ohne anteilige Nachzucht).

Der Anteil an den Grobfutterkosten zeigt eine Spannweite von 5,7 bis 11,4 Cent (Tabelle 82). Dabei führte der höhere Anteil von Grassilage in der Ration nicht automatisch zu den höchsten Kosten.

Unter der gegebenen Flächenausstattung (Anteil Dauergrünland) haben die Unternehmen die für sie richtigen Entscheidungen getroffen. Das beweisen nicht nur die Höhe der Erzeugungskosten für Gras- und Maissilage. Trotzdem bleiben noch verschiedene Stellschrauben für eine effizientere Futterproduktion und damit verbundenen Entlohnung der eingesetzten Faktoren.

Tabelle 82: Belastung durch Mais- bzw. Anweilsilagekosten in €-Cent je kg Milch

Betrieb	Vogtl Gras	Vogtl Mais	Erzvor Gras	Erzvor Mais	Osterz Gras	Osterz Mais	Otsa Gras	Otsa Mais
Maissilage	2,0	2,7	4,3	3,2	0,0	2,7	3,7	4,6
Grassilage	5,2	2,5	2,8	2,3	9,0	6,2	6,8	7,5

Was bleibt nach Abzug der Futterkosten noch für die Verwertung der anderen Faktoren übrig?

Das Ergebnis gibt einen Überblick über die Futterkosten in Relation zu den Milcherlösen (Tabelle 83). Es zeigt an, wie gut die Herde das Futter in Milch umsetzt. Der Erlös nach Futterkosten steht dann für die Abdeckung von weiteren Kostenblöcken wie Arbeit, Gebäudekosten oder anderen Spezialkosten zur Verfügung. Betragen die Futterkosten bis zu 40 %, sprechen amerikanische Futterspezialisten von einem profitablen Verhältnis Futterkosten zu Milcherlösen. Werden für die Futterkosten jedoch 60 % und mehr beansprucht, müssen die eingesetzten Futtermittel auf den Prüfstand. Werden in der Stichprobe 40 % unterstellt, ergeben sich absolut Futterkosten zwischen 13 und 15 € je abgelieferte Dezitonne Milch. Die Realität zeigt jedoch, dass die Mehrzahl der Betriebe über 60 % liegt.

Tabelle 83: Futterkosten in Relation zu Milcherlösen

Betrieb		Vogtl Gras	Vogtl Mais	Erzvor Gras	Erzvor Mais	Osterz Gras	Osterz Mais	Otsa Gras	Otsa Mais
Futterkosten	Euro	229.759	424.907	1.670.828	1.524.382	420.129	1.107.937	205.878	119.676
Futterkosten	€/dt	19,7	17,8	22,9	16,7	23,1	19,5	21,9	25,9
Futterkosten	€/Kuh	1.809	1.518	2.150	1.552	1.711	1.724	1.795	1.978
abgelieferte Milch	dt	11637	23275	67905	91350	18453	57519	9310	4600
ECM	dt	3725	23728	67063	89431	18196	56806	9419	4617
Milchertrag	Euro	384.302	885.911	2.351.985	3.119.134	590.415	2.164.185	304.692	154.206
Milchertrag	€/dt	33,0	37,3	34,6	34,1	32,0	37,6	32,7	33,5
Milchertrag	€/Kuh	3026	3164	3027	3176	2405	3368	2656	2549
IOFC	Euro	154.543	461.004	681.157	1.594.752	170.286	1.056.248	98.814	34.529
IOFC	€/dt	13,3	19,5	10,0	17,5	8,9	18,1	10,9	7,6
IOFC	€/Kuh	1.217	1.646	877	1.624	694	1.644	861	571

3.4.5 Erzeugte Milch aus Gras und Mais

Die Berechnung der Grobfutterleistung erfolgte nach den Angaben der Betriebe zu Futtermitteln sowie Angaben zu Trockensubstanz- und Energiegehalten. Bei den verwendeten Kraft- und Saftfuttermitteln wurde auf Buchwerte zurückgegriffen. Der daraus berechnete Anteil von Milch aus Grobfutter schwankt um die 30 %, eine Ausnahme bildet der Betrieb Vogtl Gras mit deutlich über 40 %. Die Ergebnisse aus den Wirtschaftsjahren 2012/13 und dem Kalenderjahr 2013 zeigen, dass in Jahren mit guten Grünlandaufwüchsen Mais als Grobfutterkomponente aus der Ration gedrängt werden kann. Drei Unternehmen erzeugen über 1.500 kg Milch aus Gras (Tabelle 84).

Tabelle 84: Milch aus Grobfutter

Betrieb		Vogtl Gras	Vogtl Mais	Erzvor Gras	Erzvor Mais	Osterz Gras	Osterz Mais	Ostsa Gras	Ostsa Mais
Milch aus Grobfutter	kg/Kuh	4466	2468	2570	2718	1842	3132	2631	1776
Milch aus Gras	kg/Kuh	2582	1097	1416	1191	1781	1605	1143	900
Milch aus Mais	kg/Kuh	1237	1371	1154	1432	0	1300	1488	877
Milch aus Stroh	kg/Kuh	646	0	0	95	61	227	0	0

Ergebnisthese

Futterkosten bilden mit ca. 40 % der Gesamtkosten die größte Position. Die gewählten technologischen Verfahren (Arbeit, Maschinen, Gebäude) und die Bestandsergänzung beeinflussen jedoch auch maßgeblich das wirtschaftliche Ergebnis. Ein betriebswirtschaftlicher Vergleich ist schwierig, zu unterschiedlich sind die Betriebe in ihrer Art. Jeder Betrieb ist bestrebt, nach seiner Faktorausstattung und den gegebenen Standortbedingungen ein bestmögliches Betriebszweigergebnis zum Gesamtbetriebsergebnis beizutragen. Werden einzelne Aspekte in den Betrieben näher beleuchtet, zeichnet sich durchaus ein positives Fazit für die grünlandbasierte Fütterung ab. So verzeichnet der Betrieb Vogtl Gras mit den geringsten Gesamtkosten den höchsten Anteil Milch aus Gras. Der Betrieb Erzvor Gras benötigt für seine Kostendeckung den niedrigsten Milchauszahlungspreis. Leider kann eine grasbetonte Fütterung auch ins Gegenteil umschlagen. Im Betrieb Osterz Gras führen die zweithöchsten Futterkosten mit 100 % Grasanteil zum schlechtesten Betriebszweigergebnis.

3.4.6 Szenarienbetrachtung

Gegenstand der Betrachtung

Jeder Betrieb ist unter den gegebenen Voraussetzungen bestrebt, sich optimal auszurichten. Dazu zählt auch das Nutzen von Förderprogrammen. Im nachfolgenden Beispiel nutzt das Unternehmen Agrar- und Umweltmaßnahmen auf dem Grünland. Welchen Einfluss hat eine Intensivierung des Grünlandes auf das wirtschaftliche Ergebnis?

Auf Grund der Faktorausstattung (Kapital, Boden, Gebäude, Maschine, Arbeitskräfte, Tiere) stellt sich das Unternehmen so auf, dass es am Markt bestehen kann. Festgelegte Unternehmensziele bilden die Grundlage für alle unternehmerischen Tätigkeiten und Entscheidungen. Das Unternehmen wird an Rentabilität, Liquidität, Stabilität, Arbeits- und Flächenproduktivität gemessen. Das gilt für den gesamten Bereich, aber auch für einzelne Verfahren. Am nachfolgenden Beispiel (Tabelle 85) soll gezeigt werden, was passiert, wenn mehr Milch aus Gras erzeugt wird. Dabei soll Maissilage aus der Ration verdrängt werden. Voraussetzung ist die Verbes-

serung des produktiven Grünlandes und ein gewinnbringender Marktfruchtbau auf der frei gewordenen Ackerfläche.

Tabelle 85: Ausgangssituation im Betrieb Osterz Mais der Stichprobe

Grünlandfläche Betrieb in ha	920
Grünlandfläche 1.Schnitt (ha)	850
Grünlandfläche Kostenstelle Milch in ha	320
Maisfläche Kostenstelle Milch in ha	150
Einnahmen Agrar- Umweltmaßnahmen 2012 (€)	94378
Anteil Grünlandflächen an Agrar- Umweltmaßnahmen in %	100%
Einnahmen Agrar- Umweltmaßnahmen 2012 in € je ha	103
entgangener Nutzen Ackerfläche durch Mais in € je ha	100

Der erste Schnitt des Grünlandes wird komplett für die Milchviehfütterung siliert. Der Energiegehalt beträgt 6,1 MJ NEL je kg TM. Durch pflanzenbauliche Maßnahmen werden der Ertrag und die Qualität des ersten Schnitts verbessert. Wegen der Intensivierung des Grünlandes entfallen die Einnahmen aus dem Agrar-Umweltprogramm. Die Kosten je 10 MJ NEL erhöhen sich um 0,8 Cent. Durch die Erhöhung der Energiezufuhr wird Fläche für die Maissilage freigesetzt. Wie hoch muss der Gewinn auf der frei gewordenen Fläche sein, damit sich die Maßnahme rentiert?

Tabelle 86: Kosten der Grobfuttermittel unter Berücksichtigung Agrar- und Umweltmaßnahmen und Kosten entgangener Nutzen

Veränderung Ertrag	Kosten Futter ges.	Energieertrag ges.	Kosten je 10 MJ NEL
	Euro	MJ NEL	Cent je 10 MJ NEL
AWS	249794	10651714	23,5
MS	167856	7585459	22,1
Stroh	3510	367263	9,6
Summe	421160	18604436	

Die Kosten für die Anweilksilage betragen 23,5 Cent je 10 MJ NEL und die gesamten Futterkosten weisen eine Höhe von 421.160 Euro aus (Tabelle 86).

Tabelle 87: Berechnung des notwendigen Gewinnausgleiches je Hektar

Veränderung Ertrag und Kosten	Kosten Futter ges.	Energieertrag ges.	Kosten je 10 MJ NEL
	Euro	MJ NEL	Cent je 10 MJ NEL
AWS	315517	12979196	24,3
MS	116352	5257977	22,1
Stroh	3510	367263	9,6
Summe	435379	18604436	

Veränderung Ertrag und Kosten	Kosten Futter ges.	Energieertrag ges.	Kosten je 10 MJ NEL
Mehrkosten	14219		
Minderung Flächeninanspruchnahme Mais			
Einsparung Energiekosten Mais	2327482		
Energie aus 1 ha Mais	50570		
frei werdende ha	46		
notwendiger Gewinnausgleich je ha	309		

Der Energieertrag des Grünlandes erhöht sich durch Mehrertrag in Folge von pflanzenbaulichen Verbesserungen, im Zusammenhang entstehen aber auch höhere Kosten. Die Kostenerhöhung beträgt insgesamt 14.219 Euro (Tabelle 87). Im Ergebnis der Verbesserung der Produktivität des Grünlandes können 46 ha Maisfläche freigesetzt und mit einer Marktfrucht bestellt werden. Der zu erzielende Gewinn muss in diesem Fall mindestens 309 Euro je Hektar betragen. Wenn das Unternehmen unter seinen Voraussetzungen mindestens diesen Betrag erzielt, sollte das Grünland intensiviert werden.

Ergebnisthese

Jeder Betrieb muss unter seinen Voraussetzungen prüfen, welche Auswirkungen die Verbesserung des produktiven Grünlands und die damit verbundene Verdrängung von Mais aus der Ration hat. Im oben beschriebenen Szenario entstehen durch das Verdrängen von Mais aus der Ration Mehrkosten von 14.219 Euro. Diese müssen auf der freigewordenen Maisfläche als Gewinn realisiert werden. Unter den unterstellten Bedingungen muss die Alternativfrucht einen Gewinn von 309 Euro je Hektar erzielen. Entscheidende Faktoren bei der Berechnung sind die Kosten der Grünlandverbesserung und der Erzeugerpreis für die alternative Marktfrucht.

4 Zusammenfassende Wertung

Dr. Siriwan Martens, Ingo Heber, Dr. Gerhard Riehl, Prof. Dr. Olaf Steinhöfel

Thesen zum Projekt

■ Präambel

Ca. 20 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) in Sachsen sind Grünland. Dies sind knapp 184.000 ha. Mit der Fähigkeit, Grünlandaufwüchse zu veredeln, haben die Wiederkäuer weltweit, auch auf dem Gebiet des heutigen Freistaates Sachsen, mit dazu beigetragen, die Kulturlandschaft mit Grünland als einem wichtigen Element zu prägen. Die Kombination von Grünland und Milchrindern ist unbestritten öffentlich gewollt und wird als ein Symbol für ökologische, naturverbundene und tiergerechte Tierhaltung betrachtet. Aufgrund des deutlichen Rückgangs der Rinder- und Schafbestände im Freistaat Sachsen hat die futterwirtschaftliche Bedeutung des Grünlands jedoch stark abgenommen. Dies trug zu einer hohen Inanspruchnahme von flächenbezogenen Agrarumweltmaßnahmen bei. Gleichzeitig sind das Leistungsniveau und die Futtermittelanforderungen in der Milchviehhaltung stark gestiegen (Verdopplung der Jahresmilchleistung von 1991 bis 2014 auf 9.375 kg ECM je Kuh/a). Neben den züchterischen Fortschritten war dies vor allem durch eine

stark veränderte Fütterung mit deutlich höheren Anteilen an Maissilage und Krafftutter sowie der ganzjährigen Silagefütterung bedingt. Aktuell werden weniger als 10 % der erzeugten Milch aus der Energie und den Nährstoffen von Gras vom Grünland erzeugt. Im vorliegenden Projekt sollten ausgewählte Hemmnisse für die stärkere Nutzung von Grünlandaufwüchsen in der Milchkühfütterung hinterfragt und Lösungsansätze erarbeitet und diskutiert werden. Folgende Thesen lassen sich aus dem Projekt ableiten:

■ Thesen aus Sicht der Wirtschaftlichkeit

- Allgemeinverbindliche Aussagen zur Preiswürdigkeit von Grünlandaufwüchsen in der sächsischen Milcherzeugung sind auf Grund fehlender Daten zu Erträgen und Bewirtschaftungsintensitäten aktuell nicht möglich. In die bisherige Gewinnoptimierung der Milchproduktion ist eine stärker grünlandorientierte Fütterung nicht zu etablieren.
- Eine notwendige Intensivierung des Grünlandes ist in der Regel mit höheren Kosten verbunden, die auf die Futterkosten je kg Milch durchschlagen. Der höhere Aufwand einer intensiveren Bewirtschaftung muss zwangsläufig durch höhere Grobfutterleistungen und durch gezielte Krafftutterverdrängung kompensiert werden.
- Solange die Milcherzeugung auf dem Ackerland effizienter ist als die Bodennutzung mit anderen Bewirtschaftungsweisen, wird es keinen Zuwachs der Milchproduktion auf dem Grünland geben. Erst mit steigenden Opportunitätskosten für die Bodennutzung wachsen die Chancen für eine stärkere Nutzung des Grünlandes durch die Milcherzeugung.
- Weide- und Heumilch bieten punktuell die Möglichkeit der Wertschöpfung im Grünland und sollten auch in Sachsen weiter in den Fokus rücken. Beide Produkte können nur mit erhöhtem Kostenaufwand hergestellt werden.

■ Thesen aus Sicht des Futterwertes

→ Eiweißqualität von Grünlandaufwüchsen

- Die Menge an Grobfutterprotein, das der Fütterung in Sachsen jährlich zur Verfügung steht, wird auf ca. 215.000 t Rohprotein geschätzt, davon entfallen fast 80 % auf das Grünland. Aufgrund der derzeitigen geringen Anteile an Gras in den sächsischen Milchviehrationen ist auch der Anteil von Gras an der Proteinversorgung mit unter 10 % verschwindend gering.
- In der Fütterungspraxis sächsischer Rinder wird stark mit Futterprotein vorgehalten. Dies führt zu einer schlechten Futter-N-Verwertungseffizienz mit Folgen für die Stoffwechsel- und Tiergesundheit sowie die Umwelt. Durch eine N-Reduzierung von 17,5 auf 14,5 % Rohprotein in der Trockenmasse der Ration über einen Zeitraum von drei Jahren ist kein Einfluss auf die Milchleistung (> 30 kg FCM/Kuh und Tag) und den Eiweißgehalt (> 3,2 %) zu erwarten. Die Milchwahnharnstoffkonzentration (von 240 auf 100 mg/l) und der Futter-N-Aufwand sinken nachhaltig. Die Laktationskurven werden flacher mit erkennbar verbesserter Persistenz.
- Während der Silierung von proteinreichen Grasaufwüchsen findet ein erheblicher mikrobieller Abbau des in der Grünpflanze vorhandenen Reineiweißes statt, der den Futterwert nachhaltig beeinflusst. Durch proteolytische Abbauprozesse während der Silierung sinkt der Anteil an Reineiweiß und damit auch der UDP-Gehalt im Gras. Sowohl Schnitt- bzw. Reifezeitpunkt als auch der Silierprozess beeinflussen den UDP-Gehalt. Die Kennzahlen für die Proteinlöslichkeit sind in die Futtermittelanalyse/Rationsplanung aufzunehmen. Das pepsinunlösliche Rohprotein und der Ammoniak (NH₃) können wichtige Informationen in Bezug auf Fehlgärungen liefern.

- Mit ansteigendem Leistungsniveau steigt auch der Anspruch von Milchkühen an die Rohproteinqualität. Graskonservate liefern durchaus eine günstige Aminosäurezusammensetzung für die Milchbildung. Die meistlimitierenden Aminosäuren Lysin und Methionin bewegen sich in der Spanne von 2,6 bis 11,5 g/kg TM bzw. von 1,5 bis 3,9 g/kg TM, wobei nur ein geringer Zusammenhang zum Proteolysegeschehen in der Silierung zu erwarten ist.
- Es gibt Hinweise, dass tanninhaltige Pflanzenextraktstoffe in der Lage sind, das ruminale Wachstum insbesondere von Bakterienstämmen zu hemmen, die an der Proteolyse beteiligt sind. Mit einem Zusatz tanninhaltiger Pflanzenextrakte bei der Silierung von Grasaufwüchsen könnte nachhaltig die Proteinqualität von Grassilagen verbessert und damit der Einsatz von Grassilagen in der Milchkuhfütterung gesteigert werden. Durch den Zusatz von 3 bis 4 % Tanninextrakt zum Siliergut wird der UDP-Gehalt der Silagen um ca. 4 bis 5 Prozentpunkte gesteigert.
- Die γ -Aminobuttersäure (GABA) ist ein Produkt der einfachen Decarboxylierung von Glutaminsäure, welche insbesondere durch desmolytisch aktive Clostridien in Gras- und Leguminosensilagen provoziert wird. Eine erhöhte Aufnahme gilt als unerwünscht. Um ggf. Restriktionen für Silagen mit erhöhten GABA-Gehalten formulieren zu können, ist eine kosten- und zeiteffiziente Routineanalytik erforderlich. Der Anteil an $\text{NH}_3\text{-N}$ am Rohprotein ist zur Beurteilung von Proteolyse und Desmolyse im Silierprozess gut geeignet. Bei Anteilen von mehr als 10 % $\text{NH}_3\text{-N}$ am Gesamt-N ist das Vorkommen nennenswert hoher Gehalte an GABA (> 5 g/kg TM) wahrscheinlich. Die Einbeziehung von $\text{NH}_3\text{-N}$ in die analytische Routine zur Beurteilung von Silagen ist unbedingt zu empfehlen.

→ Weide- bzw. Heufütterung

- Hohe Mengen von im Pansen nicht durch Mikroorganismen inkorporierten Stickstoffs provozieren eine hohe N-Ausscheidung über Harn und Milch und damit verbunden negative Effekte auf die Tiergesundheit, Fruchtbarkeit und Umwelt. Bei kontinuierlicher Weidefutteraufnahme von mindestens 6 kg TM täglich kann eine konstante Optimierung in der Proteinversorgung und eine gesteigerte N-Effizienz erreicht werden. Die geringfügig geringere Milchleistung der Weidetiere gegenüber den im Stall mit Silage gefütterten Rindern wird durch eine höhere Milchleistung in der Folgelaktation bis zum 100. Laktationstag ausgeglichen.
- Der Futterwert und die Gärqualität der Grassilagen bleiben, trotz großer Fortschritte in der Siliertechnik und Siliermittelbereitstellung, ein Risikofaktor für die Milchkuhfütterung. Aufgrund der hohen Konservierungsverluste und qualitativen Nährstoffveränderungen muss zukünftig die Trocknung von Grasprodukten stärker in Betracht gezogen werden. Neben der Reduzierung unerwünschter Fermentationsprodukte liegen die Vorteile insbesondere in einer Verbesserung der qualitativen Proteinversorgung der Milchkuh.
- Bei der diätetischen Bewertung des Milchfetts spielen die ungesättigten Fettsäuren, die Omega-3-Fettsäuren (n3-PUFA) und die konjugierte Linolsäure (CLA) eine besondere Rolle. Die Konservierung von Grünlandprodukten hat einen Einfluss auf ihren Gehalt im Futtermittel und die Übertragung in die Milch. Diese ist bei Heufütterung tendenziell höher als bei Grünfütter- bzw. Silageeinsatz. Bei schlechterem Futterwert von Heu gegenüber Grünfütter bzw. Silage und den Ausgleich über erhöhte Krafftfergaben sind jedoch fütterungsbedingte Einflüsse auf die Milchqualität nicht mehr nachweisbar.

→ Mineralstoffe

- Aufgrund der flächendeckenden Überversorgung der sächsischen Nutztiere mit Kupfer und Zink in den letzten zwei Jahrzehnten wird insbesondere durch die Wirtschaftsdüngerausbringung der Spurenelementgehalt der Grünlandaufwüchse geprägt. Für die Fütterungspraxis nutzbare standortspezifische Differenzen in Grünlandaufwüchsen von mit Wirtschaftsdüngern versorgten Flächen aus sächsi-

schen Futterbaubetrieben sind nicht mehr erkennbar. Nur bei längerfristigen geringem Futtermittelimport und Verzicht auf Mikronährstoffergänzung über Düngung oder Futter müssen standortspezifische Einflüsse, insbesondere auf extensiv genutzten Grünlandflächen, beachtet werden.

- Der Eintrag von mineralischer Erde in den Grünlandschnitt erhöht den Eisengehalt im Futtermittel signifikant. Ein Anstieg der Konzentration über die Silierung ist nicht zwingend. Weil davon auszugehen ist, dass durch die Ansäuerung während der Silierung die Bioverfügbarkeit und damit ggf. die Antagonismuswirkung gegenüber anderen Mineralstoffen wesentlich steigt, ist im Sinne der Prävention die Verschmutzung so gering wie möglich zu halten. Die umfänglich und intensiv genutzte Landtechnik führte in den letzten 15 Jahren im Freistaat Sachsen zu einem Anstieg des Gehaltes an Eisen in Grünlandaufwüchsen. Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zum Jahr bzw. zu bestimmten sächsischen Regionen.
- Ein hoher Kaliumgehalt und eine damit erhöhte Anionen-Kationenbilanz im Futter sind im geburtsnahen Zeitraum für Milchkühe unerwünscht. Trotz unterschiedlich intensiver Gülledüngung und variierendem Löwenzahnbesatz wird der Kaliumgehalt in den Silagen vom Grünlandbestand nicht zwingend beeinflusst.

■ Thesen aus Sicht des Futterbaus und der Umweltwirkungen

- Der Grasanteil, insbesondere vom Grünland in den Milchkuhrationen, und die Grobfutterleistung könnten künftig in Sachsen noch deutlich gesteigert werden.
- Die für die Berechnung des Rohfasersaldos (Rohfaserangebot minus Rohfaserbedarf durch Raufutter verwertende Tiere sowie Biogasanlagen) bei standort- und fachgerechter Pflege und Bewirtschaftung unterstellten Grünlanderträge werden auf einem Großteil der Flächen derzeit jedoch nicht realisiert.
- Grünland in Sachsen besitzt demnach noch ein großes Potenzial als Futter für Milchkühe, das noch lange nicht ausgeschöpft ist.
- Wesentliche Potenziale für eine Verbesserung und Stärkung der Grünlandnutzung sind in erster Linie in den Vergleichsgebieten Lausitzer Heide und Teichgebiete, Erzgebirgskamm, Mittelsächsische Platte und Oberlausitzer Platte, Zittauer Becken sowie Oberlausitzer Bergland zu suchen.
- Pflanzenbestände mit zu geringen Anteilen an wertvollen Futtergräsern und mehr oder weniger hohen Anteilen an futterwirtschaftlich minderwertigen Arten sowie keine oder unzureichende bedarfsgerechte Düngung mit Grundnährstoffen verhindern derzeit, dass eine großflächige Wiederherstellung einer standortangepassten optimalen Intensität auf bisher langjährig extensiv bewirtschaftetem, aber vom Standortpotenzial her gesehen durchaus produktivem Grünland, umgesetzt werden kann.
- Für 60.000 bis 70.000 ha Grünland wird eingeschätzt, dass das Futterpotenzial bei weitem nicht ausgeschöpft wird.
- Bei einer optimalen Pflege und Nutzung des Grünlands mit einem durchschnittlichen Zielertrag von 66,5 dt TM/ha und einer Ausdehnung dieser produktiv genutzten Fläche auf insgesamt etwa 75.000 ha wäre ein deutliches Steigerungspotenzial der Rohproteinproduktion auf dem Grünland um mindestens 40.000 t möglich. Zusammen mit dem Feldfutter (ohne Silomais) könnten dann 53 % des für Rind, Schaf und Pferd kalkulierten Rohproteinbedarfs insgesamt erzeugt werden.
- Für viele Milchviehbetriebe wäre eine verstärkte Ausrichtung auf Qualitätsfuttererzeugung vom Grünland (und ggf. Feldfutter) sowie grasbetontere Rationen aus Sicht der Flächenverfügbarkeit möglich. Gravierende Einschränkungen durch gesetzliche Auflagen aus den Bereichen Düngung, Wasserschutz und Naturschutz sollten aufgrund des relativ geringen Tierbesatzes (0,49 RGV pro ha LF im

Mittel von Sachsen) und der damit (noch) nicht vorhandenen Flächenknappheit eher die Ausnahme sein.

- Die Methan-Emission von Milchkühen kann für die Nachhaltigkeitsbewertung nicht isoliert betrachtet werden, sondern nachhaltige Lösungen müssen auch ökologische, sozioökonomische und tierethische Aspekte einbeziehen.
 - Die Methanemissionen aus der Verdauung von Wiederkäuern (33 % der THG-Emissionen aus Pflanzenbau und Tierhaltung bzw. 22 % der THG-Emissionen des gesamten Bilanzraums „Landwirtschaft“ in Sachsen) sind durch die Verdauungsphysiologie bedingt und im Vergleich zur Düngung nur gering beeinflussbar. Zur methanogenen Fermentation im Pansen gibt es keine Alternative und faserreiche Futtermittel, wie sie im Grünland oder Feldfutterbau vorkommen, führen pro Gewichtseinheit zu mehr Methan als faserarme Futtermittel. Bezogen auf die gesamten Treibhausgas-Emissionen in Sachsen mit 52.983 kt CO₂e/Jahr beträgt der Anteil der Rinder über die Fermentation aber nur 1,6 %, d. h. er stellt kein wesentliches Minderungspotenzial für die sächsischen Treibhausgas-Emissionen dar.
 - Die Steigerung der Jahresmilchleistungen je Kuh zur Senkung der Treibhausgas-Emissionen in der Milchproduktion erfordert zugleich eine zusätzliche Ausdehnung der Mutterkuhhaltung, wenn ein weiterhin gleichbleibender Milch- und Rindfleischbedarf unterstellt wird. Dies führt dann aber zu steigenden Treibhausgas-Emissionen in der Rindfleischerzeugung, sodass insgesamt (Milch- und Rindfleischerzeugung) die Treibhausgas-Emissionen tendenziell ansteigen, d. h. diese Strategie trägt nicht zur Treibhausgas-Minderung in der Landwirtschaft bei.
 - Die Vermeidungspotenziale von Treibhausgasemissionen in der Tierproduktion sind im Vergleich zu den Einsparmöglichkeiten durch veränderte Konsumgewohnheiten relativ begrenzt.
 - Insbesondere der Erhalt von Dauergrünland, der großflächig nur durch landwirtschaftliche Nutzung und Verwertung der Aufwüchse durch Wiederkäuer zu realisieren ist, liefert einen wesentlichen Beitrag zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen.
 - Mehr Milch aus Gras kann vor allem indirekt zum Klimaschutz beitragen, indem möglichst viel Grünland genutzt (Futter für die Milchkühe, Einsatz in der Jungrinderaufzucht) und damit erhalten wird. Damit können die Klimaschutzleistungen und auch alle anderen positiven Umweltwirkungen des Grünlandes unterstützt und erhalten werden.
- Thesen aus Untersuchungen in sächsischen Referenzbetrieben
- In der Wertschätzung des Grünlands gibt es erhebliche Unterschiede. Während die einen das Grünland als zuverlässige Futterquelle schätzten, befanden die anderen, dass ihr Grünlandfutteranteil zu hoch sei und ihre Milcherzeugung dadurch behindert wird.
 - In den grasbetonten Rationen ist die Konzentration der Makromineralen leicht erhöht gegenüber der maisbetonten Ration, während bei den Spurenelementen lediglich das Eisen im Überschuss durch Grassilage eingetragen wird.
 - Die Lebensleistung der Milchrinder stand nicht in Beziehung zum Grassilageanteil der Ration.
 - Die Zusammensetzung der Milchlipidsäuren ist kein Indikator für den Grasanteil in der Milchviehration.
 - Nur mit standortangepassten und leistungsfähigen Pflanzenbeständen kann das jeweilige Standortpotenzial für die Grobfuttererzeugung im Grünland optimal genutzt werden. Auf vielen Praxisflächen gibt es hier noch Verbesserungsmöglichkeiten.
 - Ein direkter betriebswirtschaftlicher Vergleich der Betriebe ist schwierig, weil sich die Faktorenausstattung unterschiedet. Jeder Betrieb muss unter seinen Voraussetzungen prüfen, welche Auswirkungen

die Verbesserung des Grünlands und die damit verbundene Verdrängung von Mais aus der Ration hat. Die Höhe des Gewinns auf der freigewordenen Ackerfläche wird über die Umsetzung der Maßnahmen entscheiden. Wichtige Faktoren bei der Bewertung sind zum einen die Kosten der Grünlandverbesserung und zum anderen der Erzeugerpreis für die alternative Marktfrucht.

Auf den Punkt gebracht

Ziel des Vorhabens war es, Anreize und Motivationen herauszuarbeiten, welche die Anteile vom Grünlandfutter im Grobfutter der Milchrationen langfristig erhöhen und infolge die Veredelung von Ackerfutter und insbesondere Importfuttermitteln in der Milcherzeugung minimieren helfen. Ausgehend von der Situation und Entwicklung der Grünlandnutzung in der Milcherzeugung des Freistaates Sachsen wurden zunächst die wesentlichen Hemmnisse und Restriktionen für einen verstärkten Graseinsatz identifiziert und hinterfragt. Dabei wurden die bestehenden Konflikte von Flächennutzung und Agrarpolitik, der Tierernährung und Futterkonservierung sowie der Wirtschaftlichkeit und Marktentwicklung kritisch reflektiert. In gezielten Einzelfragestellungen und Bewertungen erfolgsversprechender Futterbau- und Fütterungsszenarien wurden für identifizierte Hemmnisse eines höheren Graseinsatzes in der sächsischen Milcherzeugung Lösungsansätze erarbeitet und hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit und Robustheit bewertet. Durch begleitende Untersuchungen in ausgewählten sächsischen Referenzbetrieben wurden Motivationen, Hemmnisse und Lösungsansätze erfasst und diskutiert.

Auf den Punkt gebracht, können folgende vier Thesen aus dem Projekt abgeleitet werden:

- Solange die Milcherzeugung mit Ackerfutter wirtschaftlicher ist als die Bodennutzung mit anderen Bewirtschaftungsweisen, kann und wird es keinen nennenswerten Zuwachs der Milchproduktion auf dem Grünland geben. Jeder Betrieb muss unter seinen Voraussetzungen prüfen, welche Auswirkungen die Verdrängung von Silomais aus der Ration durch Grünlandaufwüchse hat. Die Höhe des Gewinns auf der freigewordenen Ackerfläche wird künftig über die Umsetzung der Maßnahmen entscheiden. Pauschalantworten waren selbst bei gleichen Standortvoraussetzungen nicht möglich.
- Die bei standort- und fachgerechter Pflege und Bewirtschaftung des Grünlandes erwarteten Erträge werden auf einem Großteil der sächsischen Flächen derzeit nicht realisiert. Bei einer optimalen Pflege und Nutzung des Grünlands wäre ein Steigerungspotenzial der jährlichen Rohproteinproduktion auf dem Grünland um mindestens 40.000 t möglich.
- Gravierende Einschränkungen durch gesetzliche Auflagen aus den Bereichen Düngung, Wasserschutz und Naturschutz sind aufgrund des relativ geringen Tierbesatzes (0,49 RGV pro ha LF im Mittel von Sachsen) und der damit (noch) nicht vorhandenen Flächenknappheit eher die Ausnahme.
- In der Fütterungspraxis sächsischer Rinder wird stark mit Futterprotein vorgehalten. Ohne Verluste an Leistungsfähigkeit könnte und muss die Rohproteinaufnahme konsequent abgesenkt werden. Durch eine stärkere Beachtung und Steuerung der Proteinqualität von Gras und deren Konservaten kann die Bedeutung von Gras für die Proteinversorgung der Milchkühe deutlich gesteigert werden. Der Futterwert und die Gärqualität der Grassilagen vom Grünland bleiben, trotz großer Fortschritte in der Siliertechnik und Siliermittelbereitstellung, ein Risikofaktor für die Milchkuhfütterung. Aufgrund der hohen Konservierungsverluste und qualitativen Nährstoffveränderungen bei der Silierung muss künftig die Trocknung von Grasprodukten und die Frisch- bzw. Weidefütterung stärker in Betracht gezogen werden.

Literaturverzeichnis

1.1 Flächennutzung und Tierbestände

Statistisches Bundesamt (2015): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei - Bodennutzung der Betriebe (Landwirtschaftlich genutzte Flächen), Fachserie 3, Reihe 3.1.2, Wiesbaden

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2011): Bodennutzungshaupterhebung im Freistaat Sachsen 2011, C I 2 – j/11, Kamenz

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2012): Bodennutzungshaupterhebung im Freistaat Sachsen 2012, C I 2 – j/12, Kamenz

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2013): Bodennutzungshaupterhebung im Freistaat Sachsen 2013, C I 2 – j/13, Kamenz

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2014): Bodennutzungshaupterhebung im Freistaat Sachsen 2014, C I 2 – j/14, Kamenz

1.2.1 Allgemeine Einführung

Deutsches Maiskomitee e.V. (DMK) (2016): Bedeutung des Maisanbaues in Deutschland. <http://www.maiskomitee.de/web/public/Fakten.aspx/Statistik/Deutschland> (Stand Feb 2016)

Deutsches Maiskomitee e.V. (DMK) (2016): Prozentualer Anteil des Maisanbaus an der Ackerfläche für Deutschland auf Kreisebene 2010.

http://www.maiskomitee.de/web/upload/pdf/statistik/dateien_pdf/Prozentualer_Anteil_Mais_AF_Kreisebene_2010.pdf (Stand Feb 2016)

2.2.1.1 Eiweißversorgung der landwirtschaftlichen Nutztiere im Freistaat Sachsen

ALERT, H.-J. (2003): Einsatz von Rapsextraktionsschrot und Rapskuchen in der Milchkuhfütterung. URL: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/13564>

ALERT, H.-J. (2011): Weizentrockenschlempe und Rapsextraktionsschrot für tragende Sauen? Schweinezucht aktuell 38(2011)

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2008): Grünlandstudie Bayern – Schriftenreihe. Freising-Weihenstephan 2008.

URL: http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/p_31842.pdf, Download 21.10.2011

BdBE (2011): Bioethanolstatistik 2010. URL: http://bdbe.de/Statistik_2010.html, Download 3.11.2011
http://www.dlg.org/fileadmin/downloads/fachinfos/futtermittel/Stellungnahme_Weizenschlempe_Schwein.pdf

BERK, A. & WEISS, J. (2008): Rapsfuttermittel und Trockenschlempe in der Schweinemast. URL: http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Downloads/downloads_allgemein/Rapsfuttermittel_und_Trockenschlempe_Schweinemast.pdf, Download 21.10.2011

BLE (2011): Aufkommen an Futtermitteln in den Wirtschaftsjahren 2005/06, 2006/07, 2007/08, 2008/09 und 2009/10 vorläufig – Regionale Versorgungsbilanz Futtermittel Wirtschaftsjahr 2007/08 endgültig. BLE Bonn 2011

BLE (2011b): Struktur der Mühlenwirtschaft 2010, Reihe: Daten-Analysen. BMVEL Bonn

BLE (2011c): Regionale Versorgungsbilanz Kartoffeln, 2006/2007 und 2007/2008 sowie 2008/2009 vorausberechnet. BMVEL Bonn

BMELV, BLE (2011): Versorgungsbilanz für Getreide. URL: <http://berichte.bmelv-statistik.de/MBT-0201030-0000.xls>, Download 03.11.2011

- BMELV (2011): Ernte 2011: Mengen und Preise. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) Berlin 2011. URL: http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Markt-Statistik/Ernte2011MengenPreise.pdf?__blob=publicationFile, Download 25.11.2011
- Deutscher Brauer-Bund e. V. (2009): Bierausstoß nach Bundesländern. URL: <http://www.brauer-bund.de/download/Archiv/PDF/statistiken/Ausstoß%20nach%20Bundesländer.pdf>, Download 23.10.2011
- DLB (2009): Futterwert und Einsatz von getrockneter Weizen- und Weizen/Gerste-Schlempe aus der Bioethanolproduktion beim Schwein. URL: http://www.dlg.org/fileadmin/downloads/fachinfos/futtermittel/Stellungnahme_Weizenschlempe_Schwein.pdf, Download 13.10.2011
- DVT (2011): Futtermittel-Tabellarium Ausgabe 2011. Deutscher Verband Tiernahrung e.V. Bonn
- FAO (2011): FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAOSTAT - Datenbank. URL: <http://faostat.fao.org/>, Download 03.10.2011
- FREITAG, M.; LUDWIG, E. & SÜDEKUM, K.-H. (2007): Verfahren zur Reduzierung des Proteinabbaus im Pan- sen. Aus: Heimische Körnerleguminosen Heft 33 UFOP-Schriften.
- GROENEWOLD, J. (2006): Sojaschrot in Milchkurationen durch Rapsschrot ersetzen? Veredelungsproduktion 1(2006) http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Downloads/veredelungsproduktion_print/vp1_06.pdf, Download 25.10.2011
- HÄUSLING, M. (2011): Europas Beitrag zur Welternährung!? Wie schließen wir die Eiweißlücke? URL: <http://www.martin-haeusling.eu/presse-medien/publikationen/325-artenvielfalt-statt-sojawahn.html>, Download 24.11.2011
- HOEDTKE, S.; GABEL, M. & ZEYNER, A. (2010): Der Proteinabbau im Futter während der Silierung und Veränderungen in der Zusammensetzung der Rohproteinfraktion. Übers. Tierernährung 38(2010), 157-179
- HOFFMANN, M. & STEINHÖFEL, O. (2010): Futtermittelspezifische Restriktionen. Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH München
- JAHN, C.-D. (2009): Schweinemast mit Sojaalternativen? Köllitscher Fachgespräch, 17.9.2009, Köllitsch, Vortrag
- JEROCH, H.; DROCHNER, W. & SIMON, O. (1999): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere – Ernährungsphysiologie, Futtermittelkunde, Fütterung. 2., überarbeitete Auflage, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart
- JEROCH, H.; FLACHOWSKY, G. & WEIßBACH, F. (1993): FUTTERMITTELKUNDE. Gustav Fischer Verlag Jena, (1993)
- KAISER, E. (2011): Gefahr bei braunen Dämpfen. Bauernzeitung 38. Woche(2011), Deutscher Bauernverlag GmbH Berlin
- KOFAHL, A. (2008): Methodische Untersuchungen zur Beurteilung der proteolytischen Aktivität, der Proteolyse und der Desmolyse bei der Silierung eiweißreicher Grünfütterleguminosen. Diss. Universität Rostock, URL: http://rosdok.uni-rostock.de/file/rosdok_derivate_000000003825/Dissertation_Kofahl_2009.pdf, Download 23.11.2011
- LINDERMAYER, H. (2006): Futtrationen und Fütterungsstrategien der Zukunft – Schweinehaltung. URL: <http://www.dlg.org/fileadmin/downloads/fachinfos/futtermittel/lindermayer.pdf>, Download 05.11.2011
- MEINLSCHMIDT, E.; SCHRÖDER, G.; BÄR, H.; PITTORF, I. & BERGMANN, E. (2008): Unkrautbekämpfung in Mais - Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft – Heft 1 (2008), URL: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/14175>, Download 16.11.2011
- OVID (2011): Sojaextraktionsschrot in der Schweinemast. URL: http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Fachartikel/OVID-SpezialOnline-Sojaextraktionsschrot_in_der_Schweinemast-WEB.pdf?PHPSESSID=3b22b26bf92e1611153dd4604fc988c6, Download 11.11.2011

- PREIßINGER, W.; LINDERMAYER, H. & PROBSTMEIER, G. (2011): Futterwert diverser Eiweißfuttermittel für Schwein – Raps- und Sojaextraktionsschrot. URL: http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Versuchsberichte/Versuchsbericht5_PreißingerExtraktionsschrote.pdf, Download 13.11.2011
- PRIEPKE, A. (2009): Muss und kann Soja in der Milchviehfütterung ersetzt werden?
- RICHTER, G. (2007): Trockenschlempe aus der Bioethanolherstellung zur Geflügelfütterung. Tierärztl. Umschau 62(2007), Nr. 5, S. 250–254
- RINNE, M. (2000): Influence of the timing of the harvest of primary grass growth on herbage quality and subsequent digestion and performance in the ruminant animal. Diss. Universität Helsinki
- ROSCHER, S. & STEINHÖFEL, O. (2011): Gras kontra Sojaextraktionsschrot - Möglichkeiten und Grenzen der Proteinversorgung über Gras. Sächsischer Futter- und Grünlandtag, 16.3.2011, Groitzsch, Vortrag
- SCHÄTZL, R. (2011): Heimische Eiweißfuttermittel – Impulse für eine bessere Eigenversorgung.
- SMUL (2010): Ein Stall in meinem Dorf? Landwirtschaft in Sachsen – modern, innovativ, nachhaltig. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft Dresden, URL: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/11909>
- SMUL (2011): Agrarbericht in Zahlen 2010. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/12042>
- SOMMER, W. (2007a): Einsatz von energie- und proteinreichen Nebenprodukten in der Schweinefütterung. Köllitscher Fachgespräch, 26.9.2016, Köllitsch, Vortrag
- SOMMER, W. (2007b): Futterkosten in der Schweinemast reduzieren.
- SPIEKERS, H.; LEBZIEN, P.; SÜDEKUM, K.-H.; KIRCHHOF, S.; POTTHAST, V.; GRUBER, L. UND STEINGASS, H. (2011): Proteinwerte der Rapsprodukte beim Rind neu gefasst. URL: http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Sonstige/Proteinwert_der_Rapsprodukte_Rind_Spiekers_et_al._Okt2011.pdf?PHPSESSID=86e1eda4675d77436beb33e4e3d61223, Download 21.11.2011
- STEINHÖFEL, O. (2010): Hauptkostenfalle Grobfutterqualität - Was kosten uns Verluste? Sächsischer Futtertag, 17.3.2010, Nossen, Vortrag
- STEINHÖFEL, O.; RICHARDT, W. & HOFFMANN, M. (2008): Proteine aus Silagen können nur bedingt Proteinkonzentrate ersetzen. URL: http://www.smul.sachsen.de/lfulg/download/Proteine_Silagen_08.pdf, Download 18.10.2011
- STINNER, W. & SCHOLWIN, F. (2010): Biogas – Chancen und Risiken, URL: <http://www.lk-wl.de/duesse/znr/pdfs/2010/2010-03-25-biogastagung-01.pdf>, Download 18.11.2011
- SÜDEKUM, K.-H. & SPIEKERS, H. (2002): Raps und Sojaextraktionsschrot neu bewertet. Reevaluation of rapeseed and soybean meal. Kraftfutter. Feed Magazine 85, 62-68
- TOEWS, TH. (2011): Betriebswirtschaftliche Potenziale und volkswirtschaftliche Probleme von Biogas. Fachtag Biogas, 6.10.2011, Groitzsch, Vortrag
- WETSCHEREK, W. (2001): Heimische Eiweißfuttermittel in der Schweinefütterung. Aus: Heimische Eiweißalternativen in der Fütterung - Schweine, Geflügel und Rinder. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Österreich, 2001
- ZEB, A. (1999): Possibilities and Limitations of Feeding Rapeseed Meal to Broiler Chicks. Diss. Universität Göttingen. URL: <http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/1998/zeb/zeb.pdf>, Download 21.11.2011

- 2.2.1.2 Untersuchungen zur N-reduzierten Fütterung von Milchrindern**ARRIAGA, H.; PINTO, M.; CALSAMI-GLIA, S. & MERINO, P. (2009): Nutritional and management strategies on nitrogen and phosphorus use efficiency of lactating dairy cattle on commercial farms: An environmental perspective. Journal of Dairy Science 92: S. 204–215
- ARUI, S.; STANGASSINGER, M. & GIESECKE, D. (1994): Der Einfluss des Pansenstoffwechsels auf zyklische N-Verbindungen im Blutplasma von Wiederkäuern. Journal of Veterinary Medicine A 41: S. 298–306

- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2012): Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe, Ziegen. 35. Aufl.
- BISIG, W.; COLLOMB, M.; BÜTIKOFER, U.; SIEBER, R.; BREGY, M. & ETTER, L. (2007): Ergebnisse aus dem „Bergmilchprojekt“: Einfluss von verschiedenen Faktoren auf das Fettsäuremuster der Milch. Der besondere Wert graslandbasierter Milch/Les particularités du lait produit à base d'herbages Tagungsbericht der Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP: S. 31–43
- BRADE, W. & FLACHOWSKY, G. (2007): Rinderzucht und Rindfleischerzeugung - Empfehlungen für die Praxis. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 313
- BREVES, G. & LEBZIEN, P. (2009): Grundlegende Aspekte des ruminalen Kohlenhydrat-, Protein- und Vitaminstoffwechsels bei Milchkühen. Züchtungskunde 81: S. 421–428
- BRISTOW, A. W.; WHITEHEAD, D.C. & COCKBURNS, J.E. (1992): Nitrogenous Constituents in the urine of Cattle, Sheep and Goats. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 59: S. 387–394
- BRODERICK, G. A. (2003): Effects of Varying Dietary Protein and Energy Levels on the Production of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 86: S. 1370–1381
- BUDECKE, E. (1989): Grundriß der Biochemie, 8. Aufl.. Walter de Gruyter Verlag, Berlin und New York
- CABRITA, A. R. J.; FONSECA, A. J. M.; DEWHURST, R. J. & GOMES, E. (2003): Nitrogen Supplementation of Corn Silages. 2. Assessing Rumen Function Using Fatty Acid Profiles of Bovine Milk. *Journal of Dairy Science* 86. S. 4020-4032
- CHEN, X. B. & GOMES, M.J. (1995): Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of Purine derivatives - An overview of the technical details. International Feed Resources Unit.
- CHEN, X. B, MEJIA, A. T.; KYLE, D. J. & ØRSKOV, E.R. (1995): Evaluation of the use of the Purine derivative: creatinine ratio in spot urine and plasma samples as an index of microbial protein supply in ruminants: studies in sheep. *Journal of Agricultural Science* 125, S. 137-143
- CHEN, X. B.; HOVELL, F. D. D.; ØRSKOV, E. R. & BROWN, D.S. (1990b): Excretion of Purine derivatives by ruminants: effect of exogenous nucleic acid supply on Purine derivative excretion by sheep. *British Journal of Nutrition* 63: S. 131–142
- CHEN, X. B. & ØRSKOV, E. R. (2003): Research on urinary excretion of Purine derivatives in ruminants: past, present and future. International Feed Resources Unit
- CHEN, X. B.; ØRSKOV, E. R. & HOVELL, F.D.D. 1990a: Excretion of Purine derivatives by ruminants: endogenous excretion, differences between cattle and sheep. *British Journal of Nutrition* 63: S. 121–129
- DEWHURST, R. J.; MITTON, A. M.; OFFER, N. W. & THOMAS, C. (1996): Effects of the composition of grass silages on milk production and nitrogen utilization by dairy cows. *Animal Science* 62: S. 25–34
- DICKHOEFER, U. & SUSENBETH, A. (2011): urinary excretion of Purine derivatives in cattle in response to an increase in energy and nitrogen intake. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology* 20: S. 25
- ENGELHARDT, W. von (Hrsg.) (2003): *Physiologie der Haustiere*. Enke Verlag, Stuttgart
- FLACHOWSKY, G.; LEBZIEN, P. & MEYER, U. (2009): Energie- und Nährstoffbedarfsableitung für Hochleistungskühe. *Züchtungskunde* 81: S. 429–441
- FIEVEZ, V.; COLMAN, E.; CASTRO-MONTOYA, J. M.; STEFANOV, I. & VLAEMINCK, B. (2012): Milk odd- and branched-chain fatty acids as biomarkers of rumen function - An update. *Animal Feed Science and Technology* 172. S. 51-65
- GfE (1997): Zum Proteinbedarf von Milchkühen und Aufzuchtrindern. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology* 6: S. 217–236
- GfE (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main
- GIESECKE, D.; BALS LIEMKE, J.; SÜDEKUM, K.-H. & STANGASSINGER, M. (1993): Plasmaspiegel, Clearance sowie renale Ausscheidung von endogenen und ruminalen Purinen beim Rind. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 70: S. 180–189

- GIESECKE, D.; EHRENTREICH, L.; STANGASSINGER, M. & AHRENS, F. (1994): Mammary and renal excretion of Purine metabolites in relation to energy intake and milk yield in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 77: S. 2376–2381
- GONDA, H. L.; EMANUELSON, M. & MURPHY, M. (1996): The effect of roughage to concentrate ratio in the diet on nitrogen and Purine metabolism in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology* 64: S. 27–42
- GONDA, H. L. AND LINDBERG, J. E. (1997): Effect of diet on milk allantoin and its relationship with urinary allantoin in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 80: S. 364–373
- GONZÁLEZ-RONQUILLO, M.; BALCELLS, J.; BELENGUER, A.; CASTRILLO C. & MOTA, M. (2004): A comparison of Purine derivatives excretion with conventional methods as indices of microbial yield in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 87: S. 2211–2221
- GONZÁLEZ-RONQUILLO, M.; BALCELLS, J.; GUADA, J.A. & VICENTE, F. (2003): Purine derivative excretion in dairy cows: endogenous excretion and the effect of exogenous nucleic acid supply. *Journal of Dairy Science* 86: S. 1282–1291
- HOFFMANN, M. (2013): Gesundheitliche Aspekte der Rohproteinversorgung bei Milchkühen. *REKASAN – Journal* 20. Jahrgang Heft 39/40: S. 4–12
- HRISTOV, A. N.; ETTER, R. P.; ROPP, J. K. & GRANDIEN, K. L. (2004): Effect of dietary crude protein level and degradability on ruminal fermentation and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *Journal of Animal Science* 82: S. 3219–3229
- JAHREIS, G. (2005): Welche Möglichkeiten gibt es, Milchfett physiologisch zu verbessern? *Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft* 299: S. 9–14
- JEROCH, H.; DROCHNER, W. & SIMON, O. (1999): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Ernährungsphysiologie, Futtermittelkunde, Fütterung. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart
- JOHNSON, L. M.; HARRISON, J.H. & RILEY, R. E. (1998): Estimation of the flow of microbial nitrogen to the duodenum using urinary uric acid or allantoin. *Journal of Dairy Science* 81: S. 2408–2420
- JONKER, J. S.; KOHN, R. A. & ERDMANN, R. A. (1998): Using Milk Urea Nitrogen to Predict Nitrogen Excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 81: S. 2681–2692
- KALSCHUR, K.F.; BALDWIN, R.L.; GLENN, B.P. & KOHN, R.A. (2006): Milk production of dairy cows fed differing concentrations of rumen-degraded protein. *Journal of Dairy Science* 89: S. 249–259
- KAUFMANN, A.J. & ST-PIERRE, N.R. (2001): The relationship of milk urea nitrogen to urine nitrogen excretion in Holstein and Jersey Cows. *Journal of Dairy Science* 84: S. 2284–2294
- KEHRHAUS, S.; SÜDEKUM, K.-H. & PFEFFER, E. (2006): Einflussfaktoren auf die Ausscheidung N-haltiger Verbindungen im Harn von Wiederkäuern. *Übersichten zur Tierernährung* 34: S. 125–164
- KLUTH, H.; ENGELHARD, T. & RODEHUTSCORD, M. (2003): Zur Notwendigkeit eines Überschusses in der Stickstoffbilanz im Pansen von Kühen mit hoher Milchleistung. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 87: S. 208–291
- KNAUS, W. & VELIK, M. (2005): Eiweißversorgung der Milchkuh – Grundlagen und Konsequenzen für die praktische Fütterung. Bericht über die Österreichische Fachtagung für biologische Landwirtschaft 9. -10. November: S. 41–45
- KOCH, C. (2010): Futtermittelkundliche und ernährungsphysiologische Bewertung von Rapskuchen für Milchkühe. Dissertation der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
- KOLB, E. (1989): Lehrbuch der Physiologie der Haustiere Teil, 5.th edn. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart und New York
- KÖNIG, A.; GRIESE, J. & PFEFFER, E. (2005): Einfluss einer negativen RNB auf die Milchleistung. *Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL, Nr. 122*
- KRAFT, J. (2004): Inkorporation von konjugierten Linolsäuren in Körperlipide unter Berücksichtigung der Isomerenverteilung. Dissertation der Friedrich-Schiller-Universität Jena

- KREUZER, M. & KIRCHGEßNER, M. (1985a): Proteinfehlernährung und ihre Nachwirkungen auf die Leistung von Milchkühen. Übersichten zur Tierernährung 13: S. 39–64
- KREUZER, M. & KIRCHGEßNER, M. (1985b): Milchleistung und Milchinhaltsstoffe bei Kühen während und nach Fütterung überhöhter Eiweißmengen - 1. Mitteilung. Zum Einfluss von Proteinfehlernährung bei Laktierenden Kühen und daraus entstehenden Nachwirkungen. Zeitschrift Tierernährung, Tierphysiologie und Futtermittelkunde 53: S. 170–185
- KREUZER, M. & KIRCHGEßNER, M. (1985c): Milchleistung und Milchinhaltsstoffe bei Kühen während und nach Fütterung überhöhter Eiweißmengen - 2. Mitteilung. Zum Einfluss von Proteinfehlernährung bei Laktierenden Kühen und daraus entstehenden Nachwirkungen. Zeitschrift Tierernährung, Tierphysiologie und Futtermittelkunde 53: S. 270–279
- LEBZIEN, P. (1997a): Das neue Proteinbewertungssystem für Milchkühe und Rinder - Eiweißversorgung in der Ration optimieren. Rinderwelt: S. 19–21
- LEBZIEN, P. (1998): Bedeutung der Protein- und Stärkeumsetzungen im Pansen für die Versorgung der Hochleistungskuh. Lohmann Information 2: S. 7–15
- LICITRA, G.; VAN HERNANDEZ, T. M. & SOEST, P. J. (1996): Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology 57: S. 347–358
- MARTIN, A. K. (1982a): The origin of urinary aromatic compounds excreted by ruminants 1. The metabolism of quinic, cyclohexanecarboxylic and non-phenolic aromatic acids to benzoic acid. British Journal of Nutrition 47: S. 139–154
- MARTIN, A. K. (1982b): The origin of urinary aromatic compounds excreted by ruminants 2. The metabolism of pterolic cinnamic acids to benzoic acid. British Journal of Nutrition 47: S. 155–164
- MCALLAN, A. B. (1980): The degradation of nucleic acid in, and the removal of breakdown products from the small intestine of steers. British Journal of Nutrition 44: S. 99–112
- MCALLAN, A. B. (1982): The fate of nucleic acids in ruminants. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology 41: S. 309–317
- MCALLAN, A. B. & SMITH, R. H. (1973): Degradation of nucleic acids in the rumen. British Journal of Nutrition 29: S. 331–345
- MOORBY, J. M.; DEWHURST, R. J.; EVANS, R. T. & DANIELÓN, J. L. (2006): Effects of dairy cow diet forage proportion on duodenal nutrient supply and urinary Purine derivative excretion. Journal of Dairy Science 89: S. 3552–3562
- NENNICH, T. D.; HARRISON, J. H.; VAN WIERINGEN, L. M.; ST-PIERRE, N. R.; KINCAID, R. L.; WATTIAUX, M. A.; DAVIDSON, D. L. & BLOCK, E. (2006): Prediction and Evaluation of urine and urinary Nitrogen and mineral excretion from Dairy Cattle. Journal of Animal Science 89: S. 353–364
- OLMOS COLMENERO, J. J. & BRODERICK, G. A. (2006): Effect of Dietary Crude Protein Concentration on Milk Production and Nitrogen Utilization in Lactating Dairy Cows. Journal of Dairy Science 89: S. 1704–1712
- OLTJEN, J. W.; KEBREAB, E. & LAPIERRE, H. (Hrsg.) (2013): Energy and protein metabolism and nutrition in sustainable animal production. 4th International Symposium on Energy and Protein Metabolism and Nutrition Sacramento, California, USA 9-12 September 2013. Energy and protein metabolism and nutrition in sustainable animal production Vol. 134. Wageningen Academic Publishers, Wageningen
- PAGELLA, J. H.; CHEN, X. B.; MACLEOD, N. A.; ØRSKOV, E. R. & DEWEY, P. J. S. (1997): Excretion of benzoic acid derivatives in urine of sheep given intraruminal infusions of 3-phenylpropionic and cyclohexanecarboxylic acids. British Journal of Nutrition 77: S. 577–592
- REYNOLDS, C. K. & KRISTENSEN N. B. (2008): Nitrogen recycling through the gut and the nitrogen economy of ruminants: An asynchronous symbiosis. Journal of Animal Science 86: S. E293-E305
- RICHARDT, W. (2004): Milchinhaltsstoffe als Indikatoren für die Fütterung und Gesundheit von Milchkühen. Zusammenfassung der Vorträge des Fachgesprächs über aktuelle Fragen zur Tierernährung, Agrarpoli-

- tik und Veredelungswirtschaft am 27. November 2003 in Neuenkirchen-Vörden und am 29. Januar 2004 in Hodenhagen
- RICHARDT, W.; JEROCH, H. & SPILKE, J. (2001): Fütterungs- und nicht fütterungsbedingte Einflüsse auf den Milchharnstoffgehalt von Milchkühen - 1. Mitteilung: Fütterungsbedingte Einflussfaktoren auf den Milchharnstoffgehalt von Milchkühen. *Archiv Tierzucht Dummerstorf* 44: S. 251–262
- RIEMEIER, A. (2004): Einfluss der ruminalen Stickstoffbilanz (RNB) auf die Pansenfermentation, mikrobielle Proteinsynthese, Menge des am Dünndarm anflutenden nutzbaren Proteins (nXP) sowie die Stickstoffausscheidung. Dissertation der Tierärztlichen Hochschule Hannover
- ROSSKOPF, R. & GIESECKE, D. (1992): Untersuchungen an Kühen über den Einfluss der Energieaufnahme auf den Pansenstoffwechsel mittels der Allantoinausscheidung in der Milch. *Journal of Veterinary Medicine A* 39: S. 515–524
- ROTH, S.; SCHEIDEMANN, C.; STEINGAß, H. & ANDRIEU, S. (2007): Einsatz von Lebendhefe bei Hochleistenden Milchkühen unter deutschen Bedingungen. 6. BOKU-Symposium 15. November in Wien. S. 239-247
- SCHEIDEMANN, C. & STEINGAß, H. (2004): Lebendhefeinsatz in der Rinderfütterung. 31. Viehwirtschaftliche Fachtagung "Proteinbewertung und Proteinversorgung in der Milchviehfütterung". BAL Gumpenstein, Irnding. S. 65-71
- SEGGEWIS, S. (2004): Überprüfung der Bedeutung von Milchinhaltsstoffen für die Beurteilung der Energie-, Protein- und Strukturversorgung von HF-Kühen. Dissertation der Tierärztlichen Hochschule Hannover
- STEINGAß, H. (2010): Milch vom Grünland – Leistungspotentiale und Fütterungsstrategien. 66. VDLUFA Kongress Kurzfassungen der Vorträge: S. 56–65
- STEINGAß, H. & SÜDEKUM, K.-H. (2012): Proteinbewertung beim Wiederkäuer - Grundlagen, analytische Entwicklungen, Ausblick. *Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung*: S. 11–21
- STEINHÖFEL, O. (2013): Protein aus Gras kann Soja ersetzen. *Bauernzeitung Sonderheft Zukunft Milchproduktion*. S. 30-31
- STEINWIDDER, A. & GRUBER, L. (2000): Fütterungs- und tierbedingte Einflussfaktoren auf den Harnstoffgehalt der Milch von Kühen. *Die Bodenkultur* 51: S. 49–57
- SÜDEKUM, K.-H. (2010): Perspektiven für die Proteinbewertung und die praktische Proteinversorgung bei Wiederkäuern. Tagungsband 9. BOKU-Symposium 15. April 2010 in Wien: S. 37–43
- SÜDEKUM, K.-H.; BRÜSEMEISTER, F.; SCHRÖDER, A. & STANGASSINGER, M. (2006): Effects of amount of intake and stage of forage maturity on urinary allantoin excretion and estimated microbial crude protein synthesis in the rumen of steers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 90: S. 36–41
- SÜDEKUM, K.-H.; EDMUNDS, B. & HIPPENSTIEL, F. (2012): Stickstoffreduzierte Fütterung von Milchkühen - welches Potential geht von Grob- und Krafftuttermitteln aus? Tagungsband 11. BOKU-Symposium 19. April 2012 in Wien: S. 8–13
- SUSMEL, P.; SPANGHERO, M.; STEFANSON, B. & MILLS, C. R. (1995): Nitrogen balance and partitioning of some nitrogen catabolites in milk and urine of lactating cows. *Livestock Production Science* 44: S. 207–219.
- TAS, B. M. & SUSENBETH, A. (2007): urinary Purine derivatives excretion as an indicator of in vivo microbial N flow in cattle: A review. *Livestock Production Science* 111: S. 181–192
- VAGNONI, D. B.; BRODERICK, G. A.; CLAYTON, M. K. & HATFIELD, R. D. (1997): Excretion of Purine derivatives by Holstein cows abomasally infused with incremental amounts of Purines. *Journal of Dairy Science* 80: S. 1695–1702
- VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C. & CLAYTON, M. K. (1999): Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total Purine derivatives. *Journal of Dairy Science* 82: S. 2686–2696
- VDLUFA (1997): Bestimmung der Nettoenergie-Laktation (Schätzmethode) - Gasbildung nach Hohenheimer Futterwerttest. *Methodenbuch III*

- VERBIC, J.; CHEN, X. B.; MACLEOD, N. A. & ØRSKOV, E. R. (1990): Excretion of Purine derivatives by ruminants -Effect of microbial nucleic acid Infusion on Purine derivative excretion by steers. *Journal of Agricultural Science* 114: S. 243–248
- WALTER, K. (2009): Fütterung und Haltung von Hochleistungskühen - 3. Ab- sowie Aufbau von Körpersubstanz und erzielbare Leistung. *Landbauforschung - vTI Agriculture and Forestry Research* 59: S. 47–60
- WINDISCH, W. (2003): Fehlernährung laktierender Milchkühe und ihre Wirkung auf Stoffwechsel und Leistung. Tagungsband 2. BOKU-Symposium Tierernährung 2. Oktober: S. 1–7

2.2.1.3 Die Bedeutung von Gras bei der Proteinversorgung von Milchvieh

- LICITRA, G., HERNANDEZ, T.M. & VAN SOEST, P. J. (1996): Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 57, 347-358

2.2.2.2 Beeinflussung der Proteolyse durch tanninhaltige Silierzusätze

- BEAUCHEMIN, K. A.; MCGINN, S. M.; MARTINEZ, T. F. & MCALLISTER, T. A. (2007): Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science* 85, 1990-1996
- DRIEDGER, A. & HATFIELD, E. E. (1972): Influence of Tannins on the Nutritive Value of Soybean Meal for Ruminants. *Journal of Animal Science* 34, 3, 465-468
- FAIRBAIRN, R.; ALLI, I. & BACKER, B. (1988): Proteolysis Associated with the Ensiling of Chopped Alfalfa. *Journal of Dairy Science* 71, 152-158
- GETACHEW, G.; PITTROFF, W.; PUTNAM, D. H.; DANDEKAR, A.; GOYAL, S. & DEPETERS, E. J. (2008): The influence of addition of gallic acid, tannic acid, or quebracho tannins to alfalfa hay on *in vitro* rumen fermentation and microbial protein synthesis. *Animal Feed Science and Technology* 140, 444-461
- GIERUS, M. (2011): persönliche Mitteilung
- HONIG, H. (1990): Evaluation of aerobic stability. In: S. Lindgren and K. L. Petterson (eds): *Proc. of the EUROBAC Conference, Uppsala 1986: Gras and Forage Reports, Special issue 3*, 76-82
- HVELPLUND, T. & WEISBJERG, M. R. (2000): In situ techniques for the estimation of protein degradability and postrumen availability. In: *Forage evaluation in ruminant nutrition*. Givens, D.I. et al. (eds) CABI Publishing, UK, 233-258
- JONES, G. A.; MCALLISTER, T. A.; MUIR, A. D. & CHENG, K.-J. (1994): Effects of Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) Condensed Tannins on Growth and Proteolysis by Four Strains of Ruminant Bacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 60 (4), 1374-1378
- LUI, H.; VADDELLA, V. & ZHOU, D. (2011): Effects of chestnut tannins and coconut oil on growth performance, methane emission, ruminal fermentation, and microbial populations in sheep. *Journal of Dairy Science* 94, 6069-6077
- KARIUKI, I. W. & NORTON, B. W. (2008): The digestion of dietary protein bound by condensed tannins in the gastro-intestinal tract of sheep. *Animal Feed Science and Technology* 142, 197-209
- MIN, B. R. & HART, S. P. (2003): Tannins for suppression of intestinal parasites. *Journal of Animal Science* 81, E102-E109
- RICHARDT, W. & STEINHÖFEL, O. (2000): Untersuchungen zu Rohproteinfraktionen in Grundfuttermitteln, *VDLUFA-Schriftenreihe* 55, Teil III, 9-15
- RICHARDT, W. & STEINHÖFEL, O. (2007): Untersuchungen zur Veränderung der Proteinqualität bei der Silierung von Grobfuttermitteln, *VDLUFA-Schriftenreihe* 63(2007)
- RICHARDT, W. & STEINHÖFEL, O. (2008): Change of feed value during the process of ensilage, with main focus of fiber, protein quality and carotin, 13th Proc. Int. Silagekonferenz Nitra, 40 - 43
- SINGLETON, V. L. & KRATZER, F. H. (1969): Toxicity and Related Physiological Activity of Phenolic Substances of Plant Origin. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 17 (3), 497-512

TABACCO, E.; BORREANI, G.; CROVETTO, G. M.; GALASSI, G.; COLOMBO, D. & CAVALLARIN, L. (2006): Effect of Chestnut Tannin on Fermentation Quality, Proteolysis and Protein Rumen Degradability of Alfalfa Silage. *Journal of Dairy Science* 89, 4736-4746

2.2.2.4 γ -Aminobuttersäure in Grassilagen

KIRCHHOF S.; EISNER I.; GIERUS, M. & SÜDEKUM K.-H. (2010): Variation in the contents of crude protein fractions of different forage legumes during the spring growth. *Grass Forage Sci.* 65, 376-382

KNYCH, H. K.; STEINMETZ, S. J. & MCKEMIE, D. S. (2015): Endogenous concentrations, pharmacokinetics, and selected pharmacodynamic effects of a single dose of exogenous GABA in horses. *J. Vet. Pharmacology and Therapeutics* 38, 113-122

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

RICHARDT, W.; WEIN, R.; STEINHÖFEL, O. & PRIES, M.: Untersuchungen zur Veränderung der Proteinqualität während der Silierung von Grassilagen unter Berücksichtigung biogener Amine, VDLUFA-Schriftenreihe 67 Kongressband (2011), 45-48

SHANNAK, S.; SUDEKUM, K.-H. & SUSENBETH, A. (2000): Estimating ruminal crude protein degradation with in situ and chemical fractionation procedures: *Anim. Feed Sci. Technol.* 85, 195-214

THEERMANN, S. (2011): Untersuchungen zum Einfluss von Grassilagen mit auffällig niedrigen Reineiweißanteilen auf Aminosäuren und biogene Amine im Pansensaft (in vitro). Diss. Hannover, Tierärztliche Hochschule

VDLUFA-Methodenbuch Band III VDLUFA-Verlag, Darmstadt

2.2.3.1 Vergleichende Untersuchungen zu Weidefutter vs. Grassilage im Stall

CABRITA, A. R. J.; FONSEGA, A. J. M.; DEWHURST, R. J. & GOMES, E.: Nitrogen Supplementation of Corn Silages. 2. Assessing Rumen Function Using Fatty Acid Profiles of Bovine Milk. *Journal of Dairy Science*, 86, 4020-4032

ENGELHARDT, W. v. (2010): *Physiologie der Haustiere*. 3. Auflage. Enke Verlag. Stuttgart

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M. & VAN SOEST, P. J. (1996): Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 57, 347-358

STEINWIDDER, A. & GRUBER, L. (2000): Fütterungs- und tierbedingte Einflussfaktoren auf den Harnstoffgehalt der Milch von Kühen. Institut für Viehwirtschaft und Ernährungsphysiologie landwirtschaftlicher Nutztiere, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft, Irdning

WEIß, D. (2005): Bedeutung der Fettsäurezusammensetzung von Milch und Rindfleisch für die menschliche Ernährung – Einflussmöglichkeiten durch die Fütterung. Literaturübersicht im Rahmen des Omega 3-Herzmilch-Projekts. Freising

2.2.3.2 Einfluss einer Halbtagsweide auf die N-Versorgung altemelkender Milchkühe und Effekte auf die Folgelaktation

BERGHORN, K. A.; R. D. ALLRICH & NOLLER, C. H. (1988): Energy balance and reproductive traits of postpartum dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 71. 1: 171

BLIGH, E. G., GRAHAM E. & DYER, J. (1959): A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian journal of biochemistry and physiology* 37.8: 911-917

BOISCLAIR, Y. et al. (1986): Effect of prepartum energy, body condition, and sodium bicarbonate on production of cows in early lactation. *Journal of Dairy Science* 69.10: 2636-2647

BOSTEDT, H. (2006): *Fruchtbarkeitsmanagement beim Rind*. 5. Auflage. DLG-Verlags-GmbH Frankfurt am Main

- COUVREUR, S. et al. (2006): The linear relationship between the proportion of fresh grass in the cow diet, milk fatty acid composition, and butter properties. *Journal of Dairy Science* 89.6: 1956-1969
- EDMONSEN, A. J. et al. (1989): A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 72.1: 68-78
- HUSZENICZA, G. et al. (1987): Influence of the body condition, body mass change and different levels of energy intake on the postpartal ovarian activity of beef cows. *Acta. Vet. Hung* 35: 359-372
- JEROCH, H. (2008): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere - Ernährungsphysiologie, Futtermittelkunde, Fütterung. 2. Auflage. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart
- KIRKPATRICK, M.; LOFSVOLD, D. & BULMER, M. (1990): Analysis of the Inheritance, Selection and Evolution of Growth Trajectories. *Genetics* 124: 979-993
- MOREL, I., WYSS, U. & COLLOMB, M. (2006): Grünfutter- oder Silagezusammensetzung und Milchinhaltsstoffe. *Agrarforschung* 13: 228-233
- RASBY, R. J. et al. (1992): GnRH in the infundibular stalk-median eminence is related to percentage body fat in carcasses of beef cows. *Domestic animal endocrinology* 9.1: 71-76
- SPRECHER, D. J.; HOSTETLER, D. E. & KANEENE, J. B. (1997): A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology*. 47.6: 1179-1187
- SPIELKE, J. & DRESSEL, H. (2009): Modellwahl zur Schätzung von Laktationskurven beim Milchrind mit der SAS Rozedur Mixed; Proceedings der 13. Konferenz der SAS-Anwender in Forschung und Entwicklung (KSFE) Aachen; Shaker, S.69-78
- STAUFENBIEL, R. et al.(1993): Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes – Beziehungen der Rückenfettdicke zur Energieaufnahme und zur Energiebilanz. *Mh. Vet.-Med.* 48: 58-66
- VELIK, M. & BREITFUß, S. (2012): Abschlussbericht Milchfettsäure. Fettsäuremuster von österreichischer Alm-, Vollweide- und Trinkmilch sowie von Milch aus intensiverer Produktion. LFZ Raumberg-Gumpenstein
- WEIßBACH, F. & KUHLA, S. (1995): Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfutter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. *Übersicht Tierernährung*. 23: 189-214

2.2.4.3 Einfluss von Grünlandaufwüchsen unterschiedlicher Darbietungsform auf die Fettsäurezusammensetzung der Rohmilch

- BOUFAIED, H.; CHOUINARD, P. Y.; TREMBLAY, G.F.; PETIT, H.V.; MICHAUD, R. & BÉLANGER, G. (2003): Fatty acids in forages. II. In vitro ruminal biohydrogenation of linolenic and linoleic acids from timothy. In: *Can. J. Anim. Sci. (Canadian Journal of Animal Science)* 83 (3), S. 513–522
- DGF (2011): Fettsäurezusammensetzung wichtiger pflanzlicher und tierischer Speisefette und -öle. Hg. v. Deutsche Gesellschaft für Fettwissenschaft e. V. (DGF). Online verfügbar unter <http://www.dgfett.de/material/fszus.php>
- EHRlich, M. (2007): Fettsäurezusammensetzung (CLA, Omega-3-Fettsäuren) und Isotopensignatur (C) der Milch ökologischer und konventioneller Betriebe und Molkereien“. Diplomarbeit. Universität Kassel, Witzenhausen. *Ökologische Agrarwissenschaften*
- GIERUS, M.; ALTER, I. & TAUBE, F. (2009): Auswirkungen des Fettsäuremusters von Futterpflanzen auf die Fettqualität von Milch und Fleisch
- JENKINS, T. C. (1993): Lipid Metabolism in the Rumen. In: *Journal of dairy science* 76 (12), S. 3851–3863. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(93)77727-9
- JEROCH, H.; FLACHOWSKY, G. & WEISSBACH, F. (Hg.) (1993): *Futtermittelkunde*. Jena und Stuttgart: Gustav Fischer Verlag
- SHINGFIELD, K. J.; SALO-VÄÄNÄNEN, P.; PHAKAL, E.; TOIVONEN, V.; JAAKKOLA, S.; PIIRONEN, V. & HUHTANEN, P. (2005): Effect of forage conservation method, concentrate level and propylene glycol on the fatty acid composition and vitamin content of cows' milk. In: *The Journal of dairy research* 72 (3), S. 349–361

- WASTERMAIER, T. (2006): Omega-3-Fettsäuren und konjugierte Linolsäuren. Fakten und Möglichkeiten. In: Deutsche Molkerei Zeitung (17), S. 29–31
- WOHLFAHRT, M. (2015): Jahresrückblick Milchmarkt 2015. Milchmarkt 2015 deutlich schwächer. Hg. v. Zentrale MilchmarktBerichterstattung (ZMB) GmbH

2.2.5 Mineralstoff(über/unter)versorgung vom Grünland

- KLOSE, R. (2015): Hinweise und Empfehlungen zum Umgang mit arsen- und schwermetallbelasteten landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden. Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft, Nossen. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/19072>

2.2.5.1 Untersuchungen zur standortspezifischen Variation von Kupfer- und Zinkgehalten in Grobfuttermitteln im Freistaat Sachsen

- ANKE, M. et. al. (1994): Der Einfluss des Mangan-, Zink-, Kupfer-, Jod- und Selenmangels auf die Fortpflanzungsleistung des Wiederkäuers, REKASAN-Journal, Heft 1(1994), S. 23-28
- KLOSE, R.; GRUNERT, M. & KURZER, J. (2014): Mikronährstoffstatus sächsischer Ackerböden 2013. VDLUFA-Schriftenreihe 70, S.215-224
- KLOSE, R.; GRUNERT, M. & KURZER, J. (2015): Mikronährstoffstatus sächsischer Ackerböden. Schriftenreihe des LfULG, Heft 11/2015. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/24441>
- Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (2007): Umsetzung der Düngeverordnung - Hinweise und Richtwerte für die Praxis. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/15242>
- STEINHÖFEL, O. (2007): Betriebliche Spurenelementkreisläufe, Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Heft 5/2007. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/14172>
- STEINHÖFEL, O.; FRÖHLICH, B.; ZENTEK, J.; KRIESTEN, A. & MÄNNER, K. (2013): Spurenelementversorgung von Milchrindern, Schriftenreihe des LfULG, Heft 14/2013. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/13363>
- Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (2005): Merkblatt zur Bordüngung in der Pflanzenproduktion
- Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) (Hrsg.) (2002): Methode A 6.4.1, Bestimmung von Magnesium, Natrium und den Spurennährstoffen - Kupfer, Mangan, Zink und Bor im Calciumchlorid/DTPA Auszug. In: Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd. I Die Untersuchung von Böden, 4. Aufl., VDLUFA-Verlag, Darmstadt
- Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) (Hrsg.) (2012): Methodenband III, 10.8.3. Ausgewählte Elemente in Pflanzen und Grobfuttermitteln mit Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) = 2.2.2.7 MB VII

2.2.5.2 Standort- und futtermittelspezifische Differenzen im Schwefel- und Eisengehalt von Futtermitteln aus sächsischen Milchviehbetrieben in den letzten 15 Jahren (2000–2014)

- DÄNICKE, S. & SCHENKEL, H. (2009): Zur Bedeutung von Schwefel als unerwünschter Stoff in der Milchkuhfütterung. Züchtungskunde 81(6), 442-450
- DOHM, A.; WOLF, P. & KAMPHUES, J. (2015): Investigation on sulfur and sulfate contents in different feedstuffs for ruminants. Proc. 19th ESVCN-Congress, Toulouse: September 17-19 (2015), p. 54
- LASER, H. (2005): Untersuchungen zum Bedarf von Schwefel und Schwefel-Gaben in extensiven Weidesystemen in Abhängigkeit von Pflanzenbestand und Standort. Pflanzenbauwissenschaften 9(1), 29-41
- NEHRING K.; BEYER M. & HOFFMANN B. (1970): Futtermitteltabellenwerk. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin
- TAUBE, F. & JAHNS, U. (2000): Einfluss der Schwefelversorgung auf Ertrag und Inhaltsstoffe von Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* L.). Pflanzenbauwissenschaften 4(1), 42-51

Umweltbundesamt (2016): <http://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland/schwefeldioxidemissionen>

Verband deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA): Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch) Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln (mit Ergänzungslieferungen). VDLUFA Verlag, Darmstadt

WALCH, K. (1998): Kationen-Anionen-Bilanz in Rationen trockenstehender Milchkühe und ihre Bedeutung für die Gebärpärese. Technische Universität München. Wissenschaftszentrum Weihenstephan: Diplomarbeit.

WESSELS, A. (2002): Zum Einfluss einer unterschiedlichen Schwefelversorgung auf Leistungsparameter, Verdaulichkeit und Spurenelementgehalt in verschiedenen Geweben wachsender Rinder. Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan: Dissertation

2.2.5.3 Mineralstoffzusammensetzung und Qualität von Grassilagen, die mit verschiedenartigen Böden unterschiedlichen Eisengehaltes verschmutzt wurden

HANSEN, S.L. & SPEARS, J.W. (2009): Bioaccessibility of iron from soil is increased by silage fermentation. *Journal of Dairy Science*, 92, 2896-2905

2.3 Futterbauliche Aspekte und Umweltwirkungen

ABEL, H. (2011): Möglichkeiten und Grenzen der Beeinflussung der ruminalen Methanogenese. Vortrag zum Fachsymposium „Rinderhaltung als Beitrag zu Landnutzung und Klimaschutz“ am 28. Januar 2011 in Göttingen (<https://www.uni-goettingen.de/de/fachsymposium---rinderhaltung-als-beitrag-zu-landnutzung-und-klimaschutz/203673.html>). Vortrag unter: <https://www.uni-goettingen.de/de/vortrag-prof-hansjoerg-abel/204395.html>

BRADE, W. (2014): CO₂-Fußabdrücke für Milch und Milchprodukte. *Berichte über Landwirtschaft*, Band 92, Ausgabe 1, 16 Seiten. DOI: <http://dx.doi.org/10.12767/buel.v92i1.43>

BRÜCKNER, C. (2011): Monitoring sächsischer Biogasanlagen und Wirtschaftlichkeit. Vortrag zum Leipziger BiogasFachgespräch am 19.01.2011

Deutsche Agrarforschungsallianz (DAFA) (2015): Fachforum Grünland: Grünland innovativ nutzen und Ressourcen schützen - Forschungsstrategie der Deutschen Agrarforschungsallianz.

FLACHOWSKY, G. & BRADE, W. (2007): Potenziale zur Reduzierung der Methan-Emissionen bei Wiederkäuern. *Züchtungskunde* 79 (6), S. 417-465.

FLACHOWSKY, G. & HACHENBERG, S. (2009): Anmerkungen zu CO₂-Footprints für Lebensmittel tierischer Herkunft. Vortrag zur 55. Jahrestagung der AGGF vom 25. bis 27. August 2011 in Oldenburg (Nds.).

FLACHOWSKY, G. (2011): Wiederkäuer – Wichtiger Bestandteil der globalen Ernährungssicherung – trotz der Methanemission? Vortrag zum Fachsymposium „Rinderhaltung als Beitrag zu Landnutzung und Klimaschutz“ am 28. Januar 2011 in Göttingen (<https://www.uni-goettingen.de/de/fachsymposium---rinderhaltung-als-beitrag-zu-landnutzung-und-klimaschutz/203673.html>). Vortrag unter: <https://www.uni-goettingen.de/de/vortrag-prof-flachowsky-teil-2/205947.html>

RÖSEMANN, C., HAENEL, H., PODDEY, E., DÄMMGEN, U., DÖHLER, H., EURICH-MENDEN, B., LAUBACH P., DIETERLE, M. & OSTERBURG, B. (2012): Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990-2010. *Landbauforschung*, Sonderheft 342, Onlineresource unter: http://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn048142.pdf

ISSELSTEIN, J. (2015): Produktionssteigerung vs. Ressourcenschonung in der Grünlandwirtschaft. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL) (Hrsg.): Ressourcen effizienter nutzen. KTBL-Tagung vom 18. bis 20. April 2016 in Kassel, S. 139 – 151. Darmstadt

NIGGLI, U., KLOCKE, P. & NOTZ, CH. (2011): Strategien zur Verringerung der THG-Emissionen in der Rinderhaltung. Vortrag zum Fachsymposium „Rinderhaltung als Beitrag zu Landnutzung und Klimaschutz“ am

28. Januar 2011 in Göttingen (<https://www.uni-goettingen.de/de/fachsymposium---rinderhaltung-als-beitrag-zu-landnutzung-und-klimaschutz/203673.html>)
- ROSCHER, S. & STEINHÖFEL, O. (2011): Gras kontra Sojaextraktionsschrot - Möglichkeiten und Grenzen der Proteinversorgung über Gras. Sächsischer Futter- und Grünlandtag, 16.3.2011, Groitzsch, Vortrag
- Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2011): Bodennutzung und Ernte im Freistaat Sachsen - Feldfrüchte, Obst und Gemüse 2011, C II 2 – j/11, Kamenz
- Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2012): Bodennutzung und Ernte im Freistaat Sachsen - Feldfrüchte, Obst und Gemüse 2012, C II 2 – j/12, Kamenz
- Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2013): Bodennutzung und Ernte im Freistaat Sachsen - Feldfrüchte, Baumobst, Strauchbeeren und Gemüse 2013, C II 2 – j/13, Kamenz
- Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2014): Bodennutzung und Ernte im Freistaat Sachsen - Feldfrüchte, Baumobst, Strauchbeeren und Gemüse 2014, C II 2 – j/14, Kamenz
- Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2015): Bodennutzung und Ernte im Freistaat Sachsen - Feldfrüchte, Baumobst, Strauchbeeren und Gemüse 2015, C II 2 – j/15, Kamenz
- TAUBE, F., HERRMANN, A., GIERUS, M., LOGES, R. & SCHÖNBACH, P. (2011): Nachhaltige Intensivierung der Futterproduktion zur Milcherzeugung. in: Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau - Band 12, S. 13 – 29
- The Royal Society (2009): Reaping the benefits science and the sustainable intensification of global agriculture. London. (www.Royalsociety.org)
- VON BUTTLAR, CH.; FREITAG, TH.; REBBE, F.; ZORN, ST.; DOBMAIER, A.; ILG, B.; EULENSTEIN, F.; MÜLLER, D. (2014): Minderung von Treibhausgas-Emissionen der Landwirtschaft. Schriftenreihe des LfULG, Heft 31/2014. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/23196>
- ZEHETMEIER, M., J. BAUDRACCO, H. HOFFMANN & HEIßENHUBER, A. (2012): Does increasing milk yield per cow reduce greenhouse gas emissions? A system approach. *Animal*, 6, S. 154-166.
- ZEHETMEIER, M. (2013): A system approach to quantify greenhouse gas emissions and key parameters from dairy cow production as affected by milk yield and breed. Dissertation an der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München. <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1171707/1171707.pdf>

3.2 Milchproduktion

- VELIK, M. & BREITFUSS, S. (2012): Abschlussbericht Milchfettsäure. Fettsäuremuster von österreichischer Alm-, Vollweide- und Trinkmilch sowie von Milch aus intensiverer Produktion. LFZ Raumberg-Gumpenstein

3.3 Grünland

- BRIEMLE, G., NITSCHKE, S. & NITSCHKE, L. (2002): Nutzungswertzahlen für Gefäßpflanzen des Grünlandes. Schriftenreihe für Vegetationskunde, H. 38, S. 203–225, Bundesamt für Naturschutz, Bonn
- DLG (Hrsg.) (2004): Grobfutterbewertung Teil A - DLG-Schlüssel zur Bewertung von Grünfutter, Silage und Heu mit Hilfe der Sinnenprüfung. DLG-Informationen 1/2004
- KLAPP, E. & STÄHLIN, A. (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes. Stuttgart, Ulmer

3.4 Betriebswirtschaftliche Auswertung

- DLG (2011): Die neue Betriebszweigabrechnung. Arbeiten der DLG Band 197. Frankfurt a.M.

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-0
Telefax: +49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Autoren:

Prof. Dr. Olaf Steinhöfel, Dr. Siriwan Martens, Dr. Gerhard Riehl, Dirk Marquardt,
Frank Förster, Alina Majewska-Pinda, Simone Roscher
LfULG, Abteilung Landwirtschaft
Ingo Heber
LfULG, Abteilung Grundsatzangelegenheiten Umwelt, Landwirtschaft, Ländliche
Entwicklung
Martina Rimpl, Prof. Dr. Steffi Geidel
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
Dr. Wolfram Richardt
LKS GmbH Lichtenwalde
Prof. Dr. Annette Zeyner, Dr. Monika Wensch-Dorendorf, Christian Kuhnitzsch,
Philipp Braun, Juliane Willnat, Johanna Giehler
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Dr. Bernd Pieper, Dr. Ulrich Korn
Dr. Pieper GmbH Wuthenow
Prof. Dr. Manfred Hoffmann
Sächsischer Landeskontrollverband e. V.

Redaktion:

Dr. Siriwan Martens
LfULG, Abteilung Landwirtschaft/Referat Tierhaltung, Tierfütterung
Am Park 3, 04886 Köllitsch
Telefon: +49 34222 46-2203
Telefax: +49 34222 46-2099
E-Mail: siriwan.martens@smul.sachsen.de

Redaktionsschluss:

31.05.2016

ISSN:

1867-2868

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zu Gunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.