

Chemische Zusammensetzung und Vergärbarkeit von Grünlandaufwüchsen bei unterschiedlicher Schnittnutzung

Schmaler, K.¹ und Barthelmes, G.²

¹ Humboldt-Universität zu Berlin, Fachgebiet Acker- und Pflanzenbau, Invalidenstraße 42,
10115 Berlin, katrin.schmaler@agrar.hu-berlin.de

² Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung Brandenburg,
Referat Ackerbau, Grünland, Ruhlsdorf, Dorfstraße 1, 14513 Teltow

Einleitung und Problemstellung

Eine intensive Nutzung des Grünlandes ist dann erforderlich, wenn einer Ausweitung des Ackerfütterbaus, vor allem des Maisanbaus, Grenzen gesetzt sind. Durch die wachsende Konkurrenz in der Nutzung von Ackerflächen wird Grünland regional wieder stärker für die Erzeugung von Futter und Biogas benötigt. Letztere Verwertungsmöglichkeit ist insbesondere bei geringem Viehbesatz oder in Marktfruchtbetrieben von Interesse, um vorhandenes Grünland erhalten zu können (SCHMALER und BARTHELMES, 2012).

Vor diesem Hintergrund wurden in dem Verbundprojekt „Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands“ (Förderung: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., www.eva-verbund.de) in den Jahren 2009 bis 2013 Grünlandbestände bei unterschiedlicher Intensität der Schnittnutzung an Standorten in Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Thüringen und Bayern geprüft. An einem stärker durch Trockenheit beeinflussten Standort in Brandenburg wurden Rohrschwengel und Knautgras in die Prüfung einbezogen. Verschiedene Sorten des Rohrschwengels zeichnen sich durch eine gute Winterfestigkeit und Ausdauer aus und vertragen ungünstige Standortbedingungen wie zur Nässe als auch zur Trockenheit neigende Böden. Sie weisen eine hohe ökologische Streubreite auf (PETERSEN, 1981). Knautgras eignet sich ebenfalls für den Anbau auf zur Trockenheit neigenden Standorten, verträgt aber keine Nässe (PETERSEN, 1981). Beide Arten lassen ein sicheres Überdauern von sommertrockenen Phasen erwarten und sind alternativ als mehrjähriges Ackergras einsetzbar.

Material und Methoden

Am Projektstandort Berge (Land Brandenburg, mittel lehmiger Sand, Ackerzahl 40, fakultativer Grünlandstandort) wurden im Frühjahr 2008 Grünlandmischungen und Gräser angesät (Tab. 1) und in den Jahren 2009 bis 2013 unterschiedlich genutzt. Als Versuchsanlage diente eine zweifaktorielle Streifenanlage mit den Prüffaktoren Pflanzenbestand (Faktor A) und Nutzungsintensität (Faktor B) in vier Wiederholungen. Der Nutzungstermin des ersten Aufwuchses wurde nach Entwicklungsstadium variiert (früher erster Schnitt zum Ende des Schossens der Gräser bzw. später erster Schnitt zum Ende des Ähren-/Rispschiebens der Gräser). Bei einem Unterschied von drei Wochen im Termin des ersten Schnittes ergab sich eine Staffelung der Schnitthäufigkeit von vier bis fünf Schnitten gegenüber drei Schnitten je Nutzungsjahr.

Tab. 1: Pflanzenbestände (Faktor A) und Saatstärken

Faktorstufen	Saatstärken (kg ha ⁻¹)
Gräsermischungen (G II bzw. G II mit Weißklee)	
1 <i>Lolium perenne</i> / <i>Festuca pratensis</i> / <i>Phleum pratense</i> / <i>Poa pratensis</i>	15/6/6/3
2 <i>L. perenne</i> / <i>F. pratensis</i> / <i>Phleum pratense</i> / <i>Poa pratensis</i> / <i>Trifolium repens</i>	14/6/5/3/3
Gräser in Reinsaat	
3 <i>Dactylis glomerata</i>	30
4 <i>Festuca arundinacea</i>	30

In den Nutzungsjahren wurden die N-Gaben in 60, 70, 60 und 50 kg ha⁻¹ bei 4- bis 5-Schnittnutzung bzw. in 60, 70 und 60 kg ha⁻¹ bei 3-Schnittnutzung aufgeteilt.

Die Trockenmasseerträge und Trockensubstanzgehalte wurden teilstückweise je Aufwuchs ermittelt. Die Parameter der chemischen Zusammensetzung für die Pflanzenbestände des ersten Aufwuchses sind aus Tabelle 2 ersichtlich. Die Parameter der Weender Analyse und die Fasergehalte nach VAN SOEST wurden mittels Nahinfrarotreflexionsspektroskopie (NIRS) prüfgliedweise bestimmt. Für die NIRS-Kalibration und Validierung sind 50 % der Proben in drei Jahren im Gemeinschaftslabor Analytik (Albrecht Daniel Thaer-Institut, Humboldt-Universität Berlin) nach den in Tabelle 2 genannten Methoden untersucht worden.

Tab. 2: Methoden zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung und NIRS-Messung (+)

Parameter	Gerät	Methode	NIRS
Trockensubstanz	Trockenschrank	VDLUFA Bd. III 3.1	-
Rohasche	Muffelofen	VDLUFA Bd. III 8.1	-
Rohprotein	Vario max	VDLUFA Bd. III 4.1.2 Elementaranalyse N, Faktor 6,25	+
Rohfett	Soxtherm	VDLUFA Bd. III 5.1.1	+
Rohfaser	Fibertec System	VDLUFA Bd. III 6.1.1	+
Neutral-Detergenzien-Faser (NDF)	Fibertec System	VDLUFA Bd. III 6.5.1	+
Säure-Detergenzien-Faser (ADF)	Fibertec System	VDLUFA Bd. III 6.5.2	+
Säure-Detergenzien-Lignin (ADL)	Fibertec System	VDLUFA Bd. III 6.5.3	+
Wasserlösliche Kohlenhydrate	Continuous Flow Analyser	Anthronmethode (LENGERKEN und ZIMMERMANN 1991)	+
Pufferkapazität	pH-Meter	Titration mit Milchsäure	-
Nitrat	RQflex	Schnellmethode	-
Mineralstoffe P, K, Mg, Ca	Atomabsorptionsspektroskopie (AAS)	Multielementanalyse	-

Ergebnisse und Diskussion

Die Grünlandmischungen und Gräser erreichten jährliche Trockenmasseerträge von 7,5 bis 11,1 t ha⁻¹ a⁻¹ (Tab. 3). Knaulgras und Rohrschwengel erreichten bei geringerer Schnitthäufigkeit höhere Trockenmasseerträge als bei häufigerem Schnitt. Die Gräsermischungen wiesen dagegen in beiden Nutzungsregimen ähnlich hohe Trockenmasseerträge auf (SCHMALER und BARTHELMES, 2012). Der späte erste Schnitt führte bei allen Pflanzenbeständen gegenüber dem frühen ersten Schnitt zu einem signifikant höheren Trockenmassertrag. Bei geringerer Schnitthäufigkeit lieferte dieser erste Aufwuchs damit über die Hälfte und bei häufigerem Schnitt etwa ein Drittel des Jahresertrages.

Tab. 3: Trockenmasseertrag im ersten Aufwuchs und prozentuale Anteile der Aufwüchse am Jahresertrag (Mittel 2009 bis 2013)

Prüfglieder	1. Aufwuchs t ha ⁻¹	Jahr t ha ⁻¹	Anteil 1./2./3./4. Aufwuchs %
Früher 1. Schnitt			
Gräsermischung G II	2,5	8,7	29/27/16/28
G II und <i>Trifolium repens</i>	2,5	8,9	28/28/18/26
<i>Dactylis glomerata</i>	3,7	10,0	37/19/16/28
<i>Festuca arundinacea</i>	2,3	7,5	31/31/11/27
Später 1. Schnitt			
Gräsermischung G II	4,5	8,7	52/24/24
G II und <i>Trifolium repens</i>	4,9	9,4	52/25/23
<i>Dactylis glomerata</i>	5,7	11,1	51/25/24
<i>Festuca arundinacea</i>	5,2	8,5	62/16/22
LSD ($\alpha \leq 0,05$)	0,3	0,5	-

Tab. 4: Parameter der Weender Analyse und Fasergehalte nach VAN SOEST (g kg⁻¹ Trockenmasse) im ersten Aufwuchs (arithmetische Mittel 2009 bis 2013)

Prüfglieder	Rohasche	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	NDF	ADF	ADL
Früher 1. Schnitt							
Gräsermischung G II	84	136	26	197	405	219	20
G II und <i>Trifolium repens</i>	89	159	26	204	437	221	20
<i>Dactylis glomerata</i>	80	119	25	270	547	289	28
<i>Festuca arundinacea</i>	92	163	25	217	452	236	19
Später 1. Schnitt							
Gräsermischung G II	68	84	17	268	554	296	31
G II und <i>Trifolium repens</i>	73	99	19	264	530	300	33
<i>Dactylis glomerata</i>	64	73	19	329	650	360	44
<i>Festuca arundinacea</i>	81	108	18	283	577	321	35
LSD ($\alpha \leq 0,05$)	11	16	4	29	51	29	5

Tab. 5: Mineralstoffgehalte (g kg⁻¹ Trockenmasse) im ersten Aufwuchs (arithmetische Mittel 2009 bis 2013)

Prüfglieder	Phosphor	Kalium	Magnesium	Calcium
Früher 1. Schnitt				
Gräsermischung G II	3,7	27,3	1,7	5,4
G II und <i>Trifolium repens</i>	3,8	28,4	1,7	6,0
<i>Dactylis glomerata</i>	3,4	26,6	1,5	3,5
<i>Festuca arundinacea</i>	4,1	29,1	1,9	5,3
Später 1. Schnitt				
Gräsermischung G II	2,8	21,5	1,3	3,9
G II und <i>Trifolium repens</i>	3,0	23,5	1,4	4,8
<i>Dactylis glomerata</i>	2,7	21,4	1,3	2,9
<i>Festuca arundinacea</i>	3,4	25,5	1,8	4,6
LSD ($\alpha \leq 0,05$)	0,3	3,2	0,2	1,1

Tab. 6: Chemische Zusammensetzung und Vergärbarkeitskoeffizient (VK) WEIßBACH *et al.* (1974): VK = TM (%) + 8 Z/PK im ersten Aufwuchs (arithmetische Mittel 2009 bis 2013)

Prüfglieder	Trockenmasse g kg ⁻¹ OS	Wasserlösliche Kohlenhydrate g kg ⁻¹ TM	Pufferkapazität g MS kg ⁻¹ TM	Z/PK- Quotient	VK %	Nitratgehalt g kg ⁻¹ TM
Früher 1. Schnitt						
Gräsermischung G II	222	263	62	4,2	56	0,24
G II und <i>Trifolium repens</i>	210	222	70	3,2	46	0,62
<i>Dactylis glomerata</i>	220	153	58	2,6	43	0,41
<i>Festuca arundinacea</i>	241	185	68	2,7	46	0,14
Später 1. Schnitt						
Gräsermischung G II	308	204	49	4,2	64	0,21
G II und <i>Trifolium repens</i>	292	169	55	3,1	54	0,31
<i>Dactylis glomerata</i>	335	123	45	2,7	55	0,27
<i>Festuca arundinacea</i>	277	130	55	2,4	47	0,30
LSD ($\alpha \leq 0,05$)	17	43	8	1,1	13	n.s.

Die spätere Nutzung des ersten Aufwuchses bewirkte im Vergleich zur zeitigeren Nutzung bei allen Gräsern eine signifikante Zunahme der Gehalte an Rohfaser, NDF, ADF sowie ADL und eine Abnahme der Gehalte an Rohasche, Rohprotein, Rohfett und an wasserlöslichen Kohlenhydraten (Tab. 4) sowie eine Abnahme der Gehalte an den Mineralstoffen Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium (Tab. 5). Unter Berücksichtigung der Gleichung für die Berechnung des notwendigen Mindesttrockenmassegehaltes zur Erzeugung von buttersäurefreien Silagen (WEIßBACH *et al.*,

1974) gilt Grünfütter bei Vergärbarkeitskoeffizienten größer und gleich 45 als leicht, bei Werten von 35 bis 45 als mittelschwer und bei Werten von < 35 als schwer vergärbar. Mit Ausnahme des früh geernteten Knautgrases war der Vergärbarkeitskoeffizient größer als 45 und daher das Erntegut aus den ersten Aufwüchsen als leicht vergärbar einzustufen. Durch den signifikanten Anstieg der Trockenmassegehalte von frühem zu spätem Schnitt nahmen die Vergärbarkeitskoeffizienten zu (Tab. 6). Da mit der Aufwuchsdauer sowohl die Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten als auch die Pufferkapazität abnahmen, veränderten sich die Z/PK-Quotienten der jeweiligen Pflanzenbestände nicht in Abhängigkeit vom Nutzungstermin. Das Erntegut war bei beiden Ernteterminen fast nitratfrei (< 1 g NO₃ kg⁻¹ Trockenmasse). Bei nitratfreiem Ausgangsmaterial besteht ein erhöhtes Risiko für die Entstehung von Buttersäure bei der Silierung (KAISER *et al.*, 1999, KAISER *et al.*, 2002). In Untersuchungen von SCHMALER *et al.* (2010) wurde für nitratfreies bis -armes Grünfütter ein Mindesttrockenmassegehalt von über 400 g TM kg⁻¹ als Grenzwertbereich festgestellt, um die Buttersäurebildung zu unterbinden. Der erforderliche Grad des Anwelkens würde mit Ausnahme von weidelgrasbetonten Pflanzenbeständen damit höher liegen als technologisch praktikabel. Für eine gute Silagequalität wird bei nitratfreiem Erntegut schnelles Anwelken auf 350 bis 400 g TM kg⁻¹ und der Zusatz biologischer Siliermittel empfohlen. Bei Trockenmassegehalten bis 300 g TM kg⁻¹ sind dagegen chemische, nitritthaltige Zusätze erforderlich, um die Clostridienentwicklung zu hemmen (KAISER *et al.*, 2002).

Schlussfolgerungen

Mit einer späten ersten Nutzung von Grünlandaufwüchsen können die Anzahl der Schnitte im Jahr und damit der Kostenaufwand reduziert werden. Gegenüber einer höheren Schnitthäufigkeit werden mit Knautgras und Rohrschwingel höhere Trockenmasseerträge erreicht, was für die Biogasnutzung unter ungünstigen Standortbedingungen von Vorteil sein kann. Die späte Nutzung der ersten Aufwüchse bewirkt eine Verschlechterung aller Parameter der Futterqualität (Anstieg der Gehalte an Rohfaser, NDF, ADF und ADL, Abnahme der Gehalte an Rohprotein, Rohfett und Mineralstoffen), dagegen aber keine Abnahme von Z/PK-Quotient und Vergärbarkeitskoeffizient. Bei den bereits sehr hohen Trockenmassegehalten der spät geschnittenen ersten Aufwüchse kann bei Einsatz von chemischen Siliermitteln der Verzicht auf das Anwelken oder kürzere Feldliegezeiten in Betracht gezogen werden, was das Witterungsrisiko mindern kann.

Literatur

- Das VDLUFA Methodenbuch (1976): Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. 3. Aufl. einsch. 1.-8. Ergänzungslieferung.
- KAISER, E., WEIß, K. & POLIP, I. (2002) A new concept for the estimation of the ensiling potential of forages. In: Gechie L.M. and Thomas C. (eds). *Proc. XIIIth International Silage Conference*, Auchincruive, Scotland, 344-358.
- KAISER, E., WEIß, K. & MILIMONKA, A. (1999): Untersuchungen zur Gärqualität von Silagen aus nitratarmen Grünfütter. *Arch. Anim. Nutr.* 52, 75-93.
- LENGERKEN J. V. und ZIMMERMANN, K. (1991): *Handbuch der Futtermittelprüfung*. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 1. Aufl.
- PETERSEN, A. (1981). *Die Gräser*. Akademie-Verlag.
- SCHMALER, K. und BARTHELMES, G. (2012): Methanertragspotenzial von Grünlandbeständen bei unterschiedlicher Intensität der Schnittnutzung. In: Wachendorf, G. und G. Riehl (Hrsg.): *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau* 13, 35-39.
- SCHMALER, K., WEIß, K. & KRAUSE, R. (2010): Suitability of perennial grasses and legume-grass-mixtures for methane production. In: *Grassland in a changing world*. Eds. SCHNYDER, H., ISSELSTEIN, J., TAUBE, F., SCHELLBERG, J., WACHENDORF, M., HERMANN, M., GIERUS, M., AUERSWALD, K., WRAGE, N. & HOPKINS, A. *Grassland Science in Europe* 15, 283-285.
- WEIßBACH, F., SCHMIDT, L. & HEIN, E. (1974) Method of anticipation the run of fermentation in silage making, based on the chemical composition of green fodder. *Proc. XII. Intern. Grassland Congr.*, Moscow. Sec. 2, 663-673.
- www.eva-verbund.de.