

Ertrag von mehrschnittigem Ackerfutter im Energiepflanzenanbau in Abhängigkeit vom Alter der Pflanzenbestände

K. Schmalzer¹⁾ und G. Barthelmes²⁾

¹⁾Humboldt-Universität zu Berlin, Fachgebiet Acker- und Pflanzenbau, Invalidenstraße 42, 10115 Berlin, E-Mail: katrin.schmalzer@agrar.hu-berlin.de

²⁾Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung Brandenburg, Referat Ackerbau und Grünland Güterfelde, Stahnsdorfer Damm 1, 14532 Stahnsdorf

Einleitung und Problemstellung

In einem Verbundprojekt zur Entwicklung von Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen werden seit dem Jahre 2005 mehrschnittige Ackerfutterpflanzen in unterschiedlicher Nutzungsintensität an verschiedenen Standorten Deutschlands auf ihre Eignung für die Biogasgewinnung geprüft (VETTER *et al.*, 2009; www.eva-verbund.de). Im Rahmen dieses Projektes wurden auf einem Standort im Land Brandenburg in den Jahren 2005 und 2008 mehrjährige Ackergrasmischungen und Leguminosen-Gras-Gemenge etabliert. Für die Ansaat 2005 wurden in den Hauptnutzungsjahren von 2006 bis 2009 die Trockenmasse- und Methanerträge ermittelt. Für die zweite Ansaat 2008 liegen diese Ergebnisse der Hauptnutzungsjahre 2009 und 2010 vor. Das Leistungsvermögen der Futterpflanzen kann so bei unterschiedlichem Alter der Bestände beurteilt werden. Es soll die Frage beantwortet werden, für welche Futterbestände unter den gegebenen Standortbedingungen die Leistungsdauer am besten ist und folglich eine Nutzung über mehrere Jahre im Energiepflanzenanbau zweckmäßig sein kann. Mehrschnittiges Ackerfutter wird meist mit ein- bis dreijähriger Hauptnutzung in die Fruchtfolgen eingeordnet.

Material und Methoden

Am Standort Berge (Land Brandenburg, mittel lehmiger Sand, Ackerzahl 40) wurden im Frühjahr 2005 sowie 2008 mehrjährige Ackergrasmischungen und Leguminosen-Gras-Gemenge mit dem Saatpartner Sommergerste angesät und deren Trockenmasse- und Methanerträge über vier bzw. zwei Hauptnutzungsjahre ermittelt (Tabelle 1). Die Kalkulation

der potenziellen Methanerträge ergab sich aus dem Trockenmasseertrag und den spezifischen Methanerträgen (WEILAND, 2001).

Die Prüffaktoren waren die verschiedenen Futterbestände und deren Nutzung. Der Nutzungstermin des ersten Aufwuchses wurde ab dem ersten Hauptnutzungsjahr nach zwei Entwicklungsstadien variiert (Ende des Schossens der Gräser/ Knospenstadium der Leguminosen sowie Ende des Ähren- bzw. Rispenstadiums der Gräser/ Ende des Knospenstadiums der Leguminosen). Bei einem Unterschied von zwei bis drei Wochen im Termin des ersten Schnittes ergab sich eine Staffelung der Schnitthäufigkeit der Bestände von vier bis fünf Schnitten gegenüber drei bis vier Schnitten je Hauptnutzungsjahr. Bei den Versuchsanlagen handelte es sich um zweifaktorielle Streifenanlagen mit vier Wiederholungen. In den Hauptnutzungsjahren wurden bei Ackergras 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- bis 4-Schnittnutzung aufgeteilt. Das Leguminosengras erhielt nach der Stickstoffstartgabe von 60 kg ha⁻¹ in den Ansaatjahren zum Sommergerstenaufwuchs keine weiteren N-Gaben.

Tab. 1: Zusammensetzung der Ackerfutterbestände und Saatmengen

Nr.	Zusammensetzung	Saatmengen kg ha ⁻¹
Gräsermischungen		
1	<i>Festulolium/ Lolium multiflorum</i>	15/20
2	<i>Lolium perenne/L. x boucheanum/L. multiflorum</i>	15/10/10
Leguminosen-Gras-Gemenge		
3	<i>Trifolium pratense/ Lolium perenne/ L. x boucheanum/ L. multiflorum</i>	10/10/7,5/7,5
4	<i>Trifolium pratense/ Festulolium/ Phleum pratense</i>	12/8/2
5	<i>Medicago varia/ Festulolium/ Phleum pratense</i>	18/8/2
6	<i>Medicago varia/ Trifolium pratense/ Festulolium/ Phleum pratense</i>	12/2/8/2

Sehr geringe Niederschläge während der Sommermonate traten besonders in den Jahren 2006, 2009 und 2010 auf. Die bislang höchsten am Standort gemessenen Niederschläge lagen im Jahr 2007 vor (Tabelle 2). Häufig waren die Versuche bereits im April Trockenheit ausgesetzt.

Tab. 2: Niederschlagssummen (mm) in den Jahren sowie in den Monaten April bis September im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten

Jahr	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Mai bis September	Jahr
2005	10,7	79,9	34,5	115,6	39,2	38,8	308,0	495,9
2006	38,3	34,0	46,7	26,6	64,0	12,7	184,0	395,1
2007	1,7	146,1	105,8	109,2	74,2	90,8	526,1	765,0
2008	59,1	10,3	54,5	70,5	51,8	43,8	230,9	580,9
2009	1,1	48,6	45,8	48,5	17,4	22,9	183,2	461,8
2010	6,8	114,6	17,7	24,9	83,2	87,9	328,3	529,9
Mittel 1961-1990	35,4	49,1	60,2	49,8	53,3	40,0	252,4	502,8

Ergebnisse und Diskussion

Im Ansaatjahr erreichten die mehrschnittigen Ackerfutterbestände mit dem Saatpartner Sommergerste bis zu 60 % und in den Hauptnutzungsjahren bis zu über 100 % des Ertragsniveaus von Silomais (HERTWIG *et al.*, 2006; SCHMALER und NEUBERT, 2009). Der Nachteil dieser ertragsschwächeren Ansaatjahre kann bei einer mindestens zweijährigen Hauptnutzung gegenüber einer kürzeren Nutzungsdauer besser kompensiert werden (MEINSEN, 2003), da Saatgutkosten sowie Arbeitserledigungskosten für den Anbau anteilig auf die Anzahl der Nutzungsjahre entfallen. In den Hauptnutzungsjahren lagen die Trockenmasseerträge in Abhängigkeit vom Alter der Bestände und vom Niederschlagsangebot im Bereich von 5,9 bis 26,0 t ha⁻¹ (Tabellen 3 und 4). Luzerngras wies ab dem zweiten Hauptnutzungsjahr signifikant höhere Trockenmasseerträge gegenüber Rotklee- und Ackergras auf. Luzerngras tolerierte Trockenperioden in den Sommermonaten relativ gut und konnte noch im vierten Hauptnutzungsjahr 2009 Trockenmasseerträge von über 20 t ha⁻¹ erzielen. Dies waren doppelt so hohe Erträge wie sie der im ersten Hauptnutzungsjahr stehende Bestand erreichte. Das Leguminosengras reagierte im Gegensatz zu den Gräsermischungen häufiger auf eine geringere Anzahl von Schnitten je Jahr mit höheren Trockenmasseerträgen. Nach dem zweiten Hauptnutzungsjahr gingen die Erträge von Ackergras stärker zurück als bei Leguminosengras. Die Bestände mit den kurzlebigen Weidelgräsern (Ansaat 2005) konnten ihr Ertragspotenzial aufgrund von Auswinterungsschäden nach Staunässe über gefrorenem Boden nach dem ersten Winter nicht ausschöpfen. Auch im 2008 angelegten Versuch trat infolge längerer Schneebedeckung im Winter 2009/10 starker Befall mit Schneeschimmel (*Microdochium nivale*) bei allen Weidelgräsern und Wiesenschweidel sowie beginnender Kleekrebsbefall (*Sclerotinia trifoliorum*) bei Rotklee auf. Außerdem schränkten Frühjahrstrockenheit und längere Trockenperioden in den Sommermonaten die Ertragsbildung in 2009 und 2010 stark

ein, wobei besonders die Grasaufwüchse im Sommer und Herbst mit Trockenmasseerträgen von weniger als 1 t ha^{-1} nicht mehr schnittwürdig waren. Die Sommergerste lieferte im Ansaatjahr potenzielle spezifische Methanerträge von 250 Normliter je kg organischer Trockenmasse und das mehrschnittige Ackerfutter in den Hauptnutzungsjahren von 250 bis 325 Normliter je kg organischer Trockenmasse. Sie waren in den früher geernteten ersten Aufwüchsen von Ackergras und Rotklee gras am höchsten und nahmen in allen Hauptnutzungsjahren in der Reihenfolge Ackergras – Rotklee gras – Luzerne gras ab. Die entsprechenden potenziellen Methanerträge wurden in den Tabellen 5 und 6 ausgewiesen.

Tab. 3: Trockenmasseerträge (t ha^{-1}) im Ansaatjahr 2005 (Sommergerste und ein Folgeaufwuchs) und in den Hauptnutzungsjahren 2006 bis 2009

Prüfglieder	Ansaatjahr	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr
	2005	2006	2007	2008	2009
Früher 1. Schnitt; 4 bis 5 Schnitte					
1 Ackergras	11,0	9,7 ^a	19,1 ^b	12,5 ^a	7,0 ^a
2 Ackergras	11,3	9,4 ^a	16,8 ^a	11,4 ^a	5,9 ^a
3 Rotklee gras	9,6	8,3 ^a	20,6 ^b	18,5 ^b	11,3 ^b
4 Rotklee gras	10,1	11,5 ^b	21,0 ^{bc}	19,1 ^b	11,2 ^b
5 Luzerne gras	10,2	12,0 ^b	23,5 ^c	20,8 ^{bc}	18,8 ^d
6 Luzerne gras	10,8	13,0 ^c	22,7 ^c	20,8 ^{bc}	17,0 ^c
Später 1. Schnitt; 3 bis 4 Schnitte					
1 Ackergras	10,2	8,9 ^a	19,6 ^b	12,7 ^a	6,2 ^a
2 Ackergras	12,0	8,7 ^a	16,9 ^a	11,9 ^a	6,1 ^a
3 Rotklee gras	10,2	11,8 ^b	23,0 ^c	19,5 ^b	13,0 ^b
4 Rotklee gras	10,7	14,2 ^d	23,4 ^c	19,2 ^b	13,1 ^b
5 Luzerne gras	10,6	16,6 ^e	26,0 ^d	22,9 ^d	23,5 ^f
6 Luzerne gras	11,0	16,0 ^e	25,6 ^d	22,7 ^d	21,3 ^e

Werte innerhalb einer Reihe unterscheiden sich bei gleichen Buchstaben nach dem Newman-Keuls-Test bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha < 0,05$ nicht signifikant voneinander.

Tab. 4: Trockenmasseerträge ($t\ ha^{-1}$) im Ansaatjahr 2008 (Sommergerste und ein Folgeaufwuchs) und in den Hauptnutzungsjahren 2009 bis 2010 sowie kumulative Erträge der Ansaaten 2005 und 2008 (Ansaatjahr bis zweites Hauptnutzungsjahr)

Prüfglieder	Ansaatjahr	1. Jahr	2. Jahr	Ansaat 2008 kumulativ	Ansaat 2005 kumulativ
	2008	2009	2010	2008 bis 2010	2005 bis 2007
Früher 1. Schnitt; 4 bis 5 Schnitte					
1 Ackergras	7,8	9,0 ^a	8,4 ^a	25,2 ^a	39,8 ^a
2 Ackergras	7,9	9,0 ^a	9,2 ^{ab}	26,1 ^a	37,5 ^a
3 Rotklee gras	7,7	9,2 ^{ab}	10,8 ^{ab}	27,7 ^{ab}	38,5 ^a
4 Rotklee gras	8,6	9,6 ^{ab}	11,1 ^{ab}	29,3 ^{abc}	42,6 ^b
5 Luzerne gras	8,2	11,2 ^{ab}	14,3 ^c	33,7 ^d	45,7 ^c
6 Luzerne gras	8,4	11,4 ^{ab}	14,2 ^c	34,0 ^d	46,5 ^c
Später 1. Schnitt; 3 bis 4 Schnitte					
1 Ackergras	7,7	10,3 ^{ab}	8,0 ^a	26,0 ^a	38,7 ^a
2 Ackergras	7,9	9,8 ^{ab}	8,7 ^{ab}	26,4 ^a	37,6 ^a
3 Rotklee gras	7,8	11,9 ^b	11,0 ^{ab}	30,7 ^{bcd}	45,0 ^{bc}
4 Rotklee gras	8,9	11,8 ^b	11,6 ^b	32,3 ^{cd}	48,3 ^c
5 Luzerne gras	8,5	11,3 ^{ab}	15,2 ^c	35,0 ^d	53,2 ^d
6 Luzerne gras	8,4	12,0 ^b	14,2 ^c	34,6 ^d	52,6 ^d

Werte innerhalb einer Reihe unterscheiden sich bei gleichen Buchstaben nach dem Newman-Keuls-Test bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha < 0,05$ nicht signifikant voneinander.

Tab. 5: Potenzielle Methanerträge (Tausend Normkubikmeter ha^{-1}) im Ansaatjahr 2005 (Sommergerste und ein Folgeaufwuchs) und in den Hauptnutzungsjahren 2006 bis 2009

Prüfglieder	Ansaatjahr	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	4. Jahr
	2005	2006	2007	2008	2009
Früher 1. Schnitt; 4 bis 5 Schnitte					
1 Ackergras	2,62	2,65 ^{bc}	5,31 ^b	3,56 ^a	2,04 ^a
2 Ackergras	2,65	2,57 ^b	4,60 ^a	3,22 ^a	1,67 ^a
3 Rotklee gras	2,30	2,11 ^a	5,16 ^b	4,68 ^b	3,01 ^b
4 Rotklee gras	2,40	2,96 ^{cd}	5,24 ^b	4,83 ^b	2,98 ^b
5 Luzerne gras	2,42	2,94 ^{cd}	5,69 ^{bc}	5,17 ^{bc}	4,68 ^d
6 Luzerne gras	2,55	3,20 ^d	5,47 ^b	5,21 ^{bc}	4,21 ^c
Später 1. Schnitt; 3 bis 4 Schnitte					
1 Ackergras	2,48	2,46 ^b	5,36 ^b	3,64 ^a	1,74 ^a
2 Ackergras	2,87	2,37 ^b	4,58 ^a	3,40 ^a	1,73 ^a
3 Rotklee gras	2,45	2,94 ^{cd}	5,68 ^{bc}	4,92 ^b	3,34 ^b
4 Rotklee gras	2,55	3,58 ^e	5,74 ^{bc}	4,83 ^b	3,35 ^b
5 Luzerne gras	2,48	4,14 ^f	6,32 ^c	5,71 ^c	5,76 ^f
6 Luzerne gras	2,58	3,95 ^f	6,27 ^c	5,64 ^c	5,22 ^e

Werte innerhalb einer Reihe unterscheiden sich bei gleichen Buchstaben nach dem Newman-Keuls-Test bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha < 0,05$ nicht signifikant voneinander.

Tab. 6: Potenzielle Methanerträge (Tausend Normkubikmeter ha⁻¹) im Ansaatjahr 2008 (Sommergerste und ein Folgeaufwuchs) und in den Hauptnutzungsjahren 2009 bis 2010 und kumulative Erträge der Ansaaten 2005 und 2008 (Ansaatjahr bis zweites Hauptnutzungsjahr)

Prüfglieder	Ansaatjahr	1. Jahr	2. Jahr	Ansaat 2008 kumulativ	Ansaat 2005 kumulativ
	2008	2009	2010	2008 bis 2010	2005 bis 2007
Früher 1. Schnitt; 4 bis 5 Schnitte					
1 Ackergras	1,89	2,54	2,24 ^{ab}	6,67 ^a	10,58 ^{ab}
2 Ackergras	1,91	2,53	2,40 ^{ab}	6,84 ^{ab}	9,82 ^a
3 Rotklee gras	1,78	2,43	2,73 ^{bc}	6,94 ^{ab}	9,57 ^a
4 Rotklee gras	2,01	2,52	2,80 ^{bcd}	7,33 ^{abc}	10,60 ^{ab}
5 Luzerne gras	1,90	2,72	3,46 ^{cd}	8,08 ^{bc}	11,05 ^{bc}
6 Luzerne gras	1,93	2,75	3,41 ^{cd}	8,09 ^{bc}	11,22 ^{bc}
Später 1. Schnitt; 3 bis 4 Schnitte					
1 Ackergras	1,86	2,48	1,90 ^a	6,24 ^a	10,30 ^{ab}
2 Ackergras	1,91	2,67	2,25 ^{ab}	6,83 ^{ab}	9,82 ^a
3 Rotklee gras	1,81	2,83	2,69 ^{bc}	7,33 ^{abc}	11,07 ^{bc}
4 Rotklee gras	2,08	2,95	2,84 ^{bcd}	7,87 ^{bc}	11,87 ^c
5 Luzerne gras	1,98	2,67	3,54 ^d	8,19 ^c	12,94 ^d
6 Luzerne gras	1,93	2,83	3,31 ^{cd}	8,07 ^{bc}	12,80 ^d

Werte innerhalb einer Reihe unterscheiden sich bei gleichen Buchstaben nach dem Newman-Keuls-Test bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha < 0,05$ nicht signifikant voneinander.

Schlussfolgerungen

Die Mischungen mit Weidelgräsern und Wiesenschweidel sollten unter den gegebenen Standortbedingungen höchstens in zweijähriger Hauptnutzung stehen, da nach der zweiten Überwinterung die Erträge deutlich stärker abnehmen können als bei Leguminosengras. Spezifische Methanausbeuten, die das Niveau von Silomais erreichen, sind nur für früh geerntete erste Aufwüchse dieser Gräser zu erwarten, aber bereits nicht mehr für die zwei bis drei Wochen später geschnittenen ersten Aufwüchse. Dies gilt ebenso für alle Folgeaufwüchse der Gräser und für Leguminosengras. Rotklee gras kann in Abhängigkeit von Auswinterungsschäden in zwei- bis dreijähriger Hauptnutzung stehen. Luzerne gras bietet sich am besten für eine mehrjährige Nutzung an und kann als Springschlag in Fruchtfolgen eingeordnet werden. Etabliertes Luzerne gras ist ausreichend winterhart, erfordert gegenüber Ackergras bei Ertragsanteilen der Luzerne von über 60 % keine N-Düngung, setzt aber optimale pH-Werte sowie eine ausreichende P- und K-Versorgung des Bodens voraus. Neben den ökologisch wertvollen Effekten des Leguminosengrasanbaus wie Artendiversität und Erhalt der Bodenfruchtbarkeit in den Fruchtfolgen ist im Nordosten Deutschlands eine Vorzüglichkeit für die Biogasnutzung in Grenzlagen des Mais- und Sorghumanbaus zu erwarten. In Gemischtbetrieben dürfte die kombinierte Futter- und Biogasnutzung des

mehrschnittigen Ackerfutters vorteilhaft sein, wobei dies insbesondere für die sommertrockenen Standorte wegen der Ertragshöhe und –stabilität und relativ günstigerer Trockenheitstoleranz und Ausdauer für Luzernegras gilt.

Literatur

- HERTWIG, F., NEUBERT, K., SCHMALER, K. & EBEL, G. (2006): Eignung verschiedener Ackerfuttermischungen für die Erzeugung von Biogas. In: Die Zukunft von Praxis und Forschung in Grünland und Futterbau. *Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft* 17, 42-45.
- MEINSEN, C. (2003): 15 Jahre Forschung zum Rotklee grasbau an der Agrarwissenschaftlichen Fakultät Rostock. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau* 5, 51-54.
- SCHMALER, K. und NEUBERT, K. (2009): Nutzung des mehrschnittigen Ackerfutters im Energiepflanzenanbau auf verschiedenen Standorten in Brandenburg. In: Berendonk C, and Riehl G, (eds) Futterbau und Klimawandel: Grünlandbewirtschaftung als Senke und Quelle für Treibhausgase. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau* 10, 105-108.
- VETTER, A., HEIERMANN, M. & TOEWS, T. (eds.) (2009): Anbausysteme für Energiepflanzen, Optimierte Fruchtfolgen + effiziente Lösungen, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt M..
- WEILAND, P. (2001): Grundlagen der Methangärung – Biologie und Substrate. In: VDI-Berichte Nr. 1620, Biogas als regenerative Energie – Stand und Perspektiven, VDI-Verlag, Düsseldorf, 19-32.
- Förderung des Verbundprojektes durch BMELV über den Projektträger Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.: Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands. Phase I und II.“ www.eva-verbund.de.