

# Effiziente Biogaserzeugung mit ausgewählten Dauergrünlandtypen

F. Schmidt, K. Gödeke und H. Hochberg

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Naumburger Straße 98, 07743 Jena

katja.goedeke@tll.thueringen.de

## Einleitung und Problemstellung

Im Rahmen des Drittmittelprojektes „GNUT-Biogas“ werden produktive Dauergrünlandpflanzengesellschaften in Hinblick auf die Optimierung der Biomassebereitstellung für die Biogasproduktion untersucht. Dies soll zum Schutz und Erhalt des Dauergrünlands beitragen, indem Strategien erarbeitet werden wie und in welchen Mengen Biomasse vom nicht mehr für die Tierhaltung benötigtem, produktiven Dauergrünland für die Verwertungsrichtung Biogasproduktion genutzt werden kann. Der Trend der stark sinkenden Milchkuh- und Rinderbestände konnte zwar in den letzten Jahren etwas stabilisiert werden, aufgrund der steigenden Milchleistung pro Tier ist aber zukünftig mit keinem nennenswerten Anstieg der Tierzahlen zu rechnen. Damit wird auch kurz- bis mittelfristig kein steigender Bedarf an Futterfläche vom Dauergrünland verbunden sein. Alternative Verwertungsmöglichkeiten sind daher zu eruieren, um einen Erhalt auch der produktiven Dauergrünlandgesellschaften sicherzustellen.

## Material und Methoden

Die deutschlandweit untersuchten, sieben Dauergrünlandpflanzengesellschaften sind in Tab. 1 übersichtlich charakterisiert. Bei den vier Weidelgras-Weißkleeweidens handelt es sich zwar um die gleichen Dauergrünlandpflanzengesellschaften, doch unterscheiden sich diese, aufgrund der verschiedenen Standorte und Anbauggebiete sowie den damit vorherrschenden klimatischen Bedingungen, deutlich in ihrer Ausprägung voneinander.

Die vier im Versuch gewählten Nutzungsvarianten unterschieden sich in der Düngungsintensität als auch im Schnittregime und lassen sich wie folgt charakterisieren:

- (1) Standorttypische Intensität (Futter für Milchvieh) – nachhaltig optimal; 4 bis 5 Schnitte pro Jahr, Ernte der Aufwüchse im vegetativen Zustand, 180 bis 300 kg ha<sup>-1</sup> N, 30 bis 52 kg ha<sup>-1</sup> P, 220 bis 250 kg ha<sup>-1</sup> K (je nach Standort)
- (2) Qualitätsfutterbereitstellung mit reduzierter N-Düngung und Schnitthäufigkeit; 3 bis max. 4 Schnitte pro Jahr, Ernte der Aufwüchse im vegetativen Zustand, 120 bis 220 kg ha<sup>-1</sup> N, 25 bis 52 kg ha<sup>-1</sup> P, 180 bis 225 kg ha<sup>-1</sup> K (je nach Standort)
- (3) Nutzung des Ertragspotenzials des Standortes; 3 bis max. 4 Schnitte pro Jahr, Ernte der ersten beiden Aufwüchse im Übergang von der vegetativen zum generativen Entwicklung; ab 3. Aufwuchs bei Mähreife, 110 bis 200 kg ha<sup>-1</sup> N, 25 bis 52 kg ha<sup>-1</sup> P, 180 bis 225 kg ha<sup>-1</sup> K (je nach Standort)
- (4) Bestandespflege; 3 bis max. 4 Schnitte pro Jahr, Ernte des 1. Aufwuchs sehr früh, des 2. Aufwuchs nach Ende der Blüte der Hauptbestandesbildner, ab 3. Aufwuchs bei Mähreife, 120 bis 220 kg ha<sup>-1</sup> N, 25 bis 52 kg ha<sup>-1</sup> P, 180 bis 225 kg ha<sup>-1</sup> K (je nach Standort)

Tabelle 1: Dauergrünlandpflanzengesellschaften und Anbaugelände Grünland/ Futterbau

Dauergrünlandpflanzengesellschaften	Standort und Anbaugelände	Ausprägung zu Versuchsbeginn
1 Weidelgras-Weißkleeweide <i>Lolio-Cynosuretum</i>	Niedersachsen, leichte Standorte Nordwest (Ammerland)	artenarm, ohne Leguminosen, 7 Arten
2 Weidelgras-Weißkleeweide <i>Lolio-Cynosuretum</i>	Brandenburg, trockene Standorte Nordost-Niedermoor (Havelland)	artenreich, ohne Leguminosen, 31 Arten
3 Weidelgras-Weißkleeweide <i>Lolio-Cynosuretum</i>	Brandenburg, trockene Standorte Nordost-Talsand (Havelland)	artenreich, typische Ausprägung, 32 Arten
4 Wiesefuchsschwanzwiese <i>Alopecuretum pratensis</i>	Sachsen, günstige Übergangslagen (Mulde-Überschwemmungsgebiet)	typische Ausprägung, 25 Arten
5 Glatthaferwiese <i>Arrhenatheretum elatioris</i>	Thüringen, sommertrockene Lagen Muschelkalk-Bergländer	typische Ausprägung, 34 Arten
6 Goldhaferwiese <i>Trisetum flavescens</i>	Thüringen, Mittelgebirgslagen Ost (Schiefergebirge)	typische Ausprägung, ohne Wald-Storchschnabel, 29 Arten
7 Weidelgras-Weißkleeweide <i>Lolio-Cynosuretum</i>	Bayern, Voralpengebiet (Allgäu)	artenreich, typische Ausprägung, 24 Arten

Die Versuchsdurchführung erfolgte durch die Landeseinrichtungen der Länder Bayern, Niedersachsen, Sachsen und Thüringen sowie durch den Deutschen Grünlandverband (in Brandenburg). Seit dem 2. Versuchsjahr (2011) wurden von der geernteten Biomasse Proben angelockt, einsiliert und nach 90 Tagen Silierung in Batchtests auf ihre Biogas- und Methanausbeuten untersucht. Die Analysen von Biomasseproben fanden einheitlich in den Laboren der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft in Jena und die Durchführung der Batchtests zur Bestimmung der Biogas- und Methanausbeuten am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. in Zusammenarbeit mit der Bioenergieberatung Bornim statt. Für die Berechnung der Methanerträge wurden 10 % TM-Verluste bei der Ernte und 10 % TM-Verluste bei der Silierung unterstellt.

## Ergebnisse und Diskussion

In diesem Beitrag werden die Anzahl der realisierten Schnitte, die TM-Erträge, die Methanausbeuten und -erträge sowie die Herstellungskosten der sieben Dauergrünlandpflanzengesellschaften und der vier Nutzungsvarianten für die ausgewählten Versuchsjahre 2011 und 2012 betrachtet (Tab. 2). Die Weidelgras-Weißkleeweiden erreichten in Abhängigkeit vom Standort, der Nutzungsvariante und dem Erntejahr TM-Erträge zwischen 86,3 dt ha<sup>-1</sup> und 160,3 dt ha<sup>-1</sup>, die Wiesefuchsschwanzwiese, die Glatthaferwiese und die Goldhaferwiese zwischen 56,9 dt ha<sup>-1</sup> und 107,6 dt ha<sup>-1</sup>. Im Versuchsjahr 2011 konnte grundsätzlich eine höhere Schnitthäufigkeit realisiert werden; mit Ausnahme der Weidelgras-Weißkleeweide Brandenburg (Talsand). Damit verbunden waren auch höhere TM-Erträge in 2011 gegenüber dem Versuchsjahr 2012; Ausnahmen hierbei waren die Weidelgras-Weißkleeweide Brandenburg (Talsand) sowie die Glatthafer- und Goldhaferwiese in Thüringen. Signifikante Unterschiede in den TM-Erträgen gab es hauptsächlich nur zwischen der ertragsstärksten und der ertragschwächsten Nutzungsvariante, wobei im Versuchsjahr 2011 bei vier der sieben Dauergrünlandpflanzengesellschaften keine statistisch gesicherten Ertragsunterschiede zwischen den entsprechenden Nutzungsvarianten gefunden wurden.

Die Methanausbeuten lagen in den zwei Versuchsjahren in Abhängigkeit von der Dauergrünlandpflanzengesellschaft und der Nutzungsvariante zwischen 283,9 l<sub>N</sub> kg<sup>-1</sup> oTM und 369,7 l<sub>N</sub> kg<sup>-1</sup> oTM, wobei die Methanausbeuten bei der Wiesefuchsschwanzwiese Sachsen im Mittel am niedrigsten und bei der Weidelgras-Weißkleeweide Bayern (Allgäu) am höchsten ausfielen.

Die tendenziell höheren Methanausbeuten konnten erwartungsgemäß bei den Nutzungsvarianten 1 und 2 festgestellt werden. In Abhängigkeit von der Dauergrünlandpflanzengesellschaft und dem Versuchsjahr stellten sich allerdings unterschiedliche Nutzungsvarianten als die mit den höchsten Methanausbeuten heraus. Allgemein waren die Unterschiede zwischen den Nutzungsvarianten mit den höheren Methanausbeuten eher gering und nur die Nutzungsvariante mit der niedrigsten Methanausbeute unterschied sich etwas stärker.

Tabelle 2: Anzahl Schnitte, TM-Erträge (Brutto), Methanausbeuten sowie -erträge und Herstellungskosten der untersuchten sieben Dauergrünlandpflanzengesellschaften in den Jahren 2011 und 2012 (unterschiedliche kleine Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede bei  $\alpha \leq 0,05$ )

Nutzungsvariante	Anzahl Schnitte [n]		TM-Ertrag [dt ha <sup>-1</sup> ]		Methanausbeute [l <sub>N</sub> kg <sup>-1</sup> oTM]		Methanertrag [m <sup>3</sup> <sub>N</sub> ha <sup>-1</sup> ]		Herstellungskosten [€ m <sup>-3</sup> <sub>N</sub> ]	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012
Weidelgras-Weißkleeweide Niedersachsen										
1	4	4	129,2 <sup>a</sup>	108,6 <sup>a</sup>	357,5	317,3	3 415,8 <sup>a</sup>	2 548,2 <sup>a</sup>	0,52	0,63
2	3	3	109,1 <sup>b</sup>	94,4 <sup>ab</sup>	353,8	327,1	2 859,9 <sup>b</sup>	2 285,8 <sup>ab</sup>	0,52	0,67
3	3	3	120,6 <sup>ab</sup>	94,8 <sup>ab</sup>	335,2	325,4	3 021,3 <sup>ab</sup>	2 335,6 <sup>ab</sup>	0,52	0,59
4	3	3	103,9 <sup>b</sup>	86,3 <sup>b</sup>	356,6	307,2	2 759,0 <sup>b</sup>	2 000,1 <sup>b</sup>	0,54	0,75
Weidelgras-Weißkleeweide Brandenburg (Niedermoor)										
1	4	4	137,0 <sup>a</sup>	124,5 <sup>ac</sup>	336,0	332,7	3 358,7 <sup>a</sup>	3 020,0 <sup>a</sup>	0,40	0,47
2	4	4	132,8 <sup>a</sup>	105,5 <sup>b</sup>	333,9	314,9	3 240,2 <sup>a</sup>	2 403,4 <sup>b</sup>	0,39	0,52
3	4	3	133,7 <sup>a</sup>	109,7 <sup>a</sup>	336,9	329,4	3 303,6 <sup>a</sup>	2 621,7 <sup>a</sup>	0,39	0,45
4	3	3	124,4 <sup>a</sup>	125,9 <sup>c</sup>	305,9	310,2	2 835,4 <sup>a</sup>	2 885,4 <sup>a</sup>	0,41	0,42
Weidelgras-Weißkleeweide Brandenburg (Talsand)										
1	3	4	105,8 <sup>a</sup>	117,3 <sup>ab</sup>	341,5	319,2	2 608,2 <sup>a</sup>	2 713,5 <sup>ab</sup>	0,48	0,52
2	3	4	97,8 <sup>a</sup>	100,6 <sup>a</sup>	343,5	315,7	2 417,4 <sup>ab</sup>	2 294,4 <sup>b</sup>	0,46	0,53
3	3	3	98,8 <sup>a</sup>	100,4 <sup>a</sup>	324,4	326,3	2 270,7 <sup>ab</sup>	2 398,6 <sup>ab</sup>	0,49	0,48
4	2	3	93,8 <sup>a</sup>	130,7 <sup>b</sup>	326,3	296,7	2 140,2 <sup>b</sup>	2 827,8 <sup>a</sup>	0,45	0,44
Wiesenfuchsschwanzwiese Sachsen										
1	4	3	107,2 <sup>a</sup>	74,1 <sup>a</sup>	316,5	293,6	2 489,7 <sup>a</sup>	1 609,0 <sup>ab</sup>	0,55	0,85
2	4	3	100,7 <sup>a</sup>	63,4 <sup>b</sup>	314,1	293,7	2 317,9 <sup>a</sup>	1 374,2 <sup>b</sup>	0,53	0,88
3	3	3	83,5 <sup>b</sup>	83,0 <sup>a</sup>	290,8	293,8	1 788,9 <sup>b</sup>	1 801,1 <sup>a</sup>	0,61	0,61
4	3	2	107,6 <sup>a</sup>	79,2 <sup>a</sup>	283,9	287,9	2 254,5 <sup>a</sup>	1 704,7 <sup>a</sup>	0,45	0,63
Glatthaferwiese Thüringen										
1	3	3	74,2 <sup>a</sup>	73,1 <sup>ac</sup>	348,8	310,7	1 874,5 <sup>a</sup>	1 634,8 <sup>a</sup>	0,62	0,74
2	3	3	63,5 <sup>a</sup>	66,6 <sup>ab</sup>	328,9	298,1	1 515,7 <sup>b</sup>	1 419,7 <sup>b</sup>	0,68	0,76
3	3	2	67,1 <sup>a</sup>	60,5 <sup>b</sup>	322,9	306,9	1 580,6 <sup>ab</sup>	1 345,5 <sup>b</sup>	0,66	0,65
4	2	2	73,0 <sup>a</sup>	78,3 <sup>c</sup>	330,6	290,1	1 756,6 <sup>ab</sup>	1 674,4 <sup>a</sup>	0,51	0,60
Goldhaferwiese Thüringen										
1	4	3	80,0 <sup>a</sup>	81,4 <sup>a</sup>	327,8	320,0	1 936,2 <sup>a</sup>	1 911,2 <sup>a</sup>	0,74	0,70
2	4	3	74,8 <sup>a</sup>	84,0 <sup>a</sup>	325,3	320,6	1 794,9 <sup>a</sup>	1 985,3 <sup>a</sup>	0,40	0,61
3	3	3	80,1 <sup>a</sup>	88,8 <sup>a</sup>	320,9	323,4	1 890,7 <sup>a</sup>	2 140,4 <sup>a</sup>	0,60	0,53
4	3	2	79,5 <sup>a</sup>	56,9 <sup>b</sup>	316,1	305,6	1 872,1 <sup>a</sup>	1 288,5 <sup>b</sup>	0,59	0,77
Weidelgras-Weißkleeweide Bayern (Allgäu)										
1	5	5	160,3 <sup>a</sup>	143,9 <sup>a</sup>	369,7	342,7	4 368,0 <sup>a</sup>	3 568,0 <sup>a</sup>	0,44	0,56
2	4	4	159,2 <sup>a</sup>	133,6 <sup>a</sup>	349,7	337,4	4 081,9 <sup>a</sup>	3 254,8 <sup>b</sup>	0,43	0,50
3	4	4	159,3 <sup>a</sup>	140,0 <sup>a</sup>	346,4	325,8	4 076,8 <sup>a</sup>	3 290,5 <sup>ab</sup>	0,44	0,52
4	4	4	133,5 <sup>b</sup>	115,4 <sup>b</sup>	355,4	326,6	3 468,7 <sup>b</sup>	2 723,4 <sup>c</sup>	0,45	0,57

Die aus den Netto-TM-Erträgen und Methanausbeuten berechneten Methanhektarerträge betragen 1 288,5 m<sup>3</sup><sub>N</sub> ha<sup>-1</sup> bis 4 368,0 m<sup>3</sup><sub>N</sub> ha<sup>-1</sup>, wobei auch hier die Weidelgras-Weißkleeweiden, mit 2 000,1 m<sup>3</sup><sub>N</sub> ha<sup>-1</sup> bis 4 368,0 m<sup>3</sup><sub>N</sub> ha<sup>-1</sup> deutlich höhere Methanhektar-

erträge gegenüber den anderen drei Dauergrünlandpflanzengesellschaften mit 1 288,5 bis 2 489,7 m<sup>3</sup><sub>N</sub> ha<sup>-1</sup> aufwiesen. Bei annähernd gleichen Methanausbeuten ist dies besonders durch die hohen TM-Erträge bedingt. Signifikante Unterschiede in den Methanerträgen gab es meist nur zwischen der Nutzungsvariante mit den jeweils höchsten und den niedrigsten Methanerträgen, wobei die Nutzungsvariante 1 bei den meisten Dauergrünlandpflanzengesellschaften in beiden Jahren mit die höchsten Methanerträge hatte. Daneben zeigten sich je nach Dauergrünlandpflanzengesellschaft und Versuchsjahr meist auch die Nutzungsvarianten 3 und 4 als ertragsstark im Methanhektarertrag, wobei dies sehr stark vom Standort abhängig war. Aber auch die Nutzungsvariante 2 konnte vereinzelt die zweithöchsten Methanerträge erreichen.

Die Herstellungskosten schwankten zwischen 0,39 € m<sup>-3</sup><sub>N</sub> und 0,88 € m<sup>-3</sup><sub>N</sub> Methan, wobei sich tendenziell bei den Nutzungsvarianten und Dauergrünlandpflanzengesellschaften mit den höchsten TM-Erträgen und/oder den Nutzungsvarianten mit der geringsten Intensität die niedrigeren Herstellungskosten ergeben.

Die niedrigsten Herstellungskosten hatten im Mittel die Weidelgras-Weißkleeweiden in Brandenburg sowie die in Bayern (Allgäu) mit den Nutzungsvarianten 3 und 4 (Brandenburg) sowie 2 und 3 (Bayern). Die Weidelgras-Weißkleeweide Niedersachsen wies bereits höhere Herstellungskosten auf, wobei die Nutzungsvarianten 1 und 3 die günstigsten Nutzungsvarianten an diesem Standort waren. Bei den drei anderen Dauergrünlandpflanzengesellschaften erwiesen sich die Nutzungsvarianten 3 und 4 (Wiesenfuchsschwanz- und Glatthaferwiese) sowie 2 und 3 (Goldhaferwiese) als günstigste Nutzungsvarianten. Im Mittel lagen allerdings die Herstellungskosten bei diesen Dauergrünlandpflanzengesellschaften um 15 ct m<sub>N</sub><sup>-3</sup> höher gegenüber den Weidelgras-Weißkleeweiden.

## Schlussfolgerungen

Es gab sowohl zwischen den Dauergrünlandpflanzengesellschaften und den Nutzungsvarianten als auch zwischen den beiden Versuchsjahren teils erhebliche Unterschiede in den TM-Erträgen. Durch eher geringe Unterschiede in den Methanausbeuten zwischen den Nutzungsvarianten gleicher Dauergrünlandpflanzengesellschaften waren die Methanhektarerträge stärker von den TM-Erträgen abhängig. Eine ebenfalls große Abhängigkeit vom TM-Ertrag als auch von der Bewirtschaftungsintensität zeigten die Herstellungskosten pro m<sup>3</sup> Methan. Dabei übertrugen sich die Schwankungen von den TM-Erträgen sowohl auf die Methanhektarerträge als auch auf die Herstellungskosten pro m<sup>3</sup><sub>N</sub>. Für abschließende Empfehlungen bleiben die weiteren Ergebnisse und Auswertungen abzuwarten.

## Ausblick

Das Projekt GNUT-Biogas endet am 30.06.2014. Die endgültigen Ergebnisse und Schlussfolgerungen sowie Handlungsempfehlungen, die aus der Beurteilung der Nutzungsvarianten in Bezug auf TM-Erträge, Biomassequalitäten, Methanausbeuten und Methanerträge sowie bzgl. Vegetation, Ökonomie und Ökologie resultieren, werden mit dem Endbericht vorliegen.

## Danksagung

Das Projekt GNUT-Biogas wird durch das BMEL über die FNR (FKZ 2200-7509) gefördert. Großen Dank gilt den beteiligten Projektpartnern: Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB), BioenergieBeratungBornim (B<sup>3</sup>), Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LWK NI), Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Deutscher Grünlandverband (DGV) und Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG).