

Ines Bull¹, Christian Gienapp¹, Denny Wiedow², Jörg Burgstaler²

Galega orientalis – eine alternative Dauerkultur als Futterpflanze und Substrat zur Biogaserzeugung

Galega orientalis – a new persistent plant as fodder crop and substrate for biogas production

Zusammenfassung

In einem langjährig angelegten Anbauversuch soll das jährliche Ertragspotential der ausdauernden Leguminose *Galega orientalis* (Lam.) in Mecklenburg-Vorpommern ermittelt werden. In den ersten vier Anbaujahren belief sich der jährliche Trockenmasseertrag auf durchschnittlich 100 dt/ha. Die Leguminosenart erwies sich als sehr winterhart. Sie reagierte auf Trockenheit mit verringertem Wachstum, aber ohne die Gefahr des Absterbens. Krankheiten oder Schädlinge wurden nicht beobachtet. Die Pflanzen gelangten sicher zur Samenreife. Im Laborversuch konnte nachgewiesen werden, dass *Galega*-substrat unter Beachtung der üblichen Silierregeln erfolgreich siliert werden kann. Die durchgeführten Gärversuche im Batch-Betrieb wiesen eine Eignung der *Galega* für eine Biogasgewinnung nach. Die Ergebnisse belegen, dass *Galega* unter den natürlichen Bedingungen von Mecklenburg-Vorpommern anbauwürdig ist.

Stichwörter: Östliche Geißraute, *Galega orientalis*, Leguminosen, Futterpflanzen, Energiepflanzen

Abstract

A long-term cultivation trial was established to estimate the agricultural potential of the perennial legume *Galega orientalis* (Lam.) in Mecklenburg-Western Pomerania. Herbage productivity was monitored for four years. The

average annual dry-matter yield of fodder galega was about 10 t ha⁻¹. This legume species was found to be very resistant to frost. Drought induces reduced growth, however there is no danger of dead loss. Diseases or pests were not observed. The plants reliably accomplished seed maturity. Laboratory experiments demonstrated that galega can be ensiled successfully according to the common principles of ensiling. The fermentation batch tests demonstrated the suitability for bio-energy production. Our results indicate that galega is suitable for cultivation under the natural conditions of Mecklenburg-Western Pomerania.

Key words: Caucasian goat's rue, fodder galega, *Galega orientalis*, legumes, fodder crops, energy crops

Einleitung

Vor zehn Jahren erschien die erste umfassendere Beschreibung einer neuen ausdauernden Futterpflanze, einer „Futter-Galega“ (Östliche Geißraute, *Galega orientalis*) durch das Estonian Research Institute of Agriculture (ERIA) (NÖMMSALU, 2001c). Aus einem Anbauversuch in Niedersachsen wurde für diese Pflanzenart ein zunehmendes Potential für den extensiven Ackerfutterbau abgeleitet (SÖLTER, 2007). Die Prüfung auf Anbauwürdigkeit unter den Bedingungen Mecklenburg-Vorpommerns erfolgt in der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei am Versuchsstandort Gülzow.

Institut

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Gülzow¹
Universität Rostock, Professur für Agrartechnologie und Verfahrenstechnik, Rostock²

Kontaktanschrift

Ines Bull, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Acker- und Pflanzenbau, Dorfplatz 1, 18276 Gülzow, E-Mail: i.bull@lfa.mvnet.de
Dr. Denny Wiedow, Universität Rostock, Professur für Agrartechnologie und Verfahrenstechnik, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock, E-Mail: denny.wiedow@uni-rostock.de

Zur Veröffentlichung angenommen

29. August 2011

Unter den Produktionsbedingungen Deutschlands ist eine Futtermittelkonservierung für eine ganzjährige Nutzung unumgänglich. Um eventuelle Besonderheiten bei der Silierung von *Galega* einzuschätzen, wurde *Galega*-Biomasse aus dem Gülzower Anbauversuch unter Laborbedingungen einsiliert. *G. orientalis* als proteinreiche Pflanze gilt als schwer silierbar. Nach PAHLOW (2003) sind aber im pH-Wert und in der Gärqualität keine grundsätzlichen Unterschiede zu den bekannten Futterleguminosen zu erwarten.

Da erst wenige Untersuchungen zum Einsatz von *Galega* als Biogassubstrat vorliegen, sollte mit der rechnerischen Ermittlung der potentiellen Methanbildung und im Batchversuch das Methanertragspotential dieser Pflanzenart abgeschätzt werden.

Vorteile einer *Galega*-Dauerkultur

Mit dem Anbau einer mehrjährigen legumen Kulturpflanze verbinden sich vielfältige Vorteile. Diese bestehen vor allem in der einmaligen Bodenbearbeitung und Aussaat und der sich nach der Bestandsetablierung anschließenden mehrjährigen Nutzung. In den Folgejahren beschränken sich die weiteren Maßnahmen auf Düngung und Ernte. Diese Vorteile sind auch ökonomisch positiv. Bei einer Leguminose wie der *Galega* entfällt bis auf eine eventuelle Startgabe die Stickstoffdüngung, was im Hinblick auf die Energiebilanz und Senkung der Treibhausgasemission positiv zu bewerten ist.

Auch unter den Aspekten des Artenschutzes und der Biodiversität ist eine Dauerkultur empfehlenswert. Die stark reduzierte Bearbeitungsintensität führt zu langen Ruhephasen im Bestand, in denen Tiere relativ ungestört auf dem Feld leben können. Für Bienen und andere Blüteninsekten ist die *Galega* ein attraktives Nahrungsangebot. Durch ihre großen lilafarbenen Blütentrauben, die im Frühsommer erscheinen, bereichern sie ästhetisch das Landschaftsbild (Abb. 1).

Das Zusammenwirken von intensiver Durchwurzelung und der Wegfall der jährlichen Bodenbearbeitung begünstigt die Humusbildung in der oberen Bodenschicht und trägt so zur Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit bei. Die Bodenerosion wird durch die dauerhafte Vegetationsdecke minimiert.

Im Vergleich zu anderen traditionellen Dauerkulturen wie Rotklee, Klee gras und Luzerne, die unter maritimen Bedingungen meist nur zwei Nutzungsjahre ermöglichen, gestattet *Galega* eine langjährige Nutzungsdauer. Selbst im vierten Anbaujahr trat in eigenen Untersuchungen noch keine Beeinträchtigung der Biomasseleistung ein. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass bei *Galega* das Ertrags- und Qualitätsoptimum mit nur zwei Schnitten im Jahr erreicht wird.

Biologische Kurzbeschreibung

Im Unterschied zur Echten Geißraute (*G. officinalis* L.), die seit dem 16. Jh. in Mitteleuropa als Heilpflanze kultiviert wird, ist die mehrjährige Östliche Geißraute (*G. orientalis* Lam.) bei uns wenig bekannt (TERNES et al., 2005). Sie gehört zur Familie der Hülsenfrüchtler (*Fabaceae*)



Abb. 1. *Galega orientalis* – Blütenstand.

und stammt ursprünglich aus der subalpinen Region des Kaukasus. Die Pflanzen erreichen eine Höhe von 60 bis 150 cm (RAIG und NÖMMSALU, 2001). Bemerkenswert sind die auch im trockenen Zustand fest sitzenden Blätter. Das Wurzelsystem durchwächst den Boden in einer Tiefe bis 70 cm. Anders als bei der Echten Geißraute werden am Wurzelhals Stolonen ausgebildet, die dicht unter der Bodenoberfläche für eine vegetative Vermehrung sorgen. Auf diese Weise kann ein Bestand dichter werden, sich verbreiten und fortlaufend selbst verjüngen. Wie alle Leguminosen ist auch die *Galega* zur Symbiose mit wirtsspezifischen Knöllchenbakterien (*Rhizobium galegae*) befähigt (LINDSTRÖM, 1989).

Die östliche Geißraute ist anspruchslos und sehr winterhart und gilt als trocken tolerant. Saure Bodenreaktion (pH < 5,7) und Staunässe verträgt sie nicht. Eine gute Versorgung des Bodens mit Kalium und Phosphor ist Voraussetzung für einen hohen Ertrag (RAIG und NÖMMSALU, 2001).

Material und Methoden

Anbau

Um die Anbauwürdigkeit der *Galega* für Mecklenburg-Vorpommern einzuschätzen, wurde eine Versuchsfläche der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern für einen mehrjähri-

gen Testanbau ausgewählt. Der Untersuchungsstandort befindet sich im Bützow-Güstrower Becken und ist durch maritimes Binnenklima beeinflusst. Das langjährige Mittel der jährlichen Niederschlagssumme beträgt 542 mm, die mittlere Lufttemperatur liegt bei 8,5°C. Die Versuchspartellen befinden sich auf einem lehmigen Sand der Ackerzahl 52. (Boden-pH 7,2; P₂O₅ = 46 mg, K₂O = 8 mg, Mg = 15,2 mg; jeweils bezogen auf 100 g Boden, DL-Methode) Die Versuchsfläche wurde 2007 im April und Mai mit einer Grundbodenbearbeitung (Pflugfurche und Saatbettbereitung) vorbereitet.

Für den beschriebenen Versuchsanbau diente Saatgut der estnischen Sorte „Gale“. Die Aussaat erfolgte am 5. Juni 2007 mit einer Drillmaschine bei 12,5 cm Reihenweite und einer Kornablage von 1–2 cm Tiefe. Anschließend wurde gewalzt und die artspezifische Rhizobienkultur (*Rhizobium galegae*) ausgebracht. Das Impfpräparat und Saatgut wurden vom ERIA bezogen. Als Suspension in warmem Wasser wurde die pulverförmige Impfkultur breitflächig mit einer Pflanzenschutzspritze über die Fläche verteilt. Als Startgabe wurde eine Düngung von 30 kg N/ha ausgebracht. Durch die anschließende lange Trockenperiode verringerte und verzögerte sich einerseits die Keimung und zum anderen breiteten sich durch mangelnde Konkurrenz der Kulturpflanzen zunehmend Unkräuter aus. Die nachfolgende Verunkrautung wurde mit einer Spritzung der Herbizidmischung Basagran + Stomp SC (je 1,5 l Wirkstoff/ha) bekämpft. Da die Galega auf diese Maßnahme mit starken Wachstumsdepressionen reagierte, wurde als zweite Behandlungsmaßnahme auf einen Schröpschnitt ausgewichen. Um die Bestandesetablierung zu unterstützen, wurden im März 2008 noch einmal 50 kg N/ha ausgebracht. Diese

N-Gabe wirkte sich stark wachstumsfördernd aus, so dass Ende Mai ein erster Ernteschnitt erfolgen konnte. Der Wiederaustrieb nach diesem Schnitt blieb bis zum Herbst schwach und wurde nicht geerntet. 2009 und 2010 konnte jeweils zweimal gemäht werden. Die Biomasse wurde nach jedem Schnitt von der Fläche entfernt. Der erste Schnitt wurde stets zu Blühbeginn durchgeführt (Abb. 2). Die zweite Mahd erfolgte 2009 Ende August nach Erreichen einer schnittwürdigen Bestandeshöhe und 2010 Ende September, als sicher absehbar war, dass kein Biomassezuwachs mehr zu erwarten war. Zur Bestimmung der Erntemenge an einem Schnittermin wurde von zehn nach einem festgelegten Raster verteilten, jeweils 1 m² großen Teilflächen der Aufwuchs per Hand geschnitten, gewogen und der Trockensubstanzgehalt ermittelt.

Der Versuch wird in den kommenden Jahren fortgeführt, um die wirtschaftliche Nutzungsdauer des Bestandes zu ermitteln.

Biomassequalität

Vom Erntegut wurde ab 2009 jeweils eine repräsentative Mischprobe hergestellt und von der LUFÄ Rostock entsprechend der VDLUFÄ-Methoden untersucht. Die Analyse der Nährstoffe RA, RP, RFa und RFe erfolgte nasschemisch (Methodenbuch VDLUFÄ Band III, Chemische Untersuchung von Futtermitteln). Um die Biomasse aus dem Jahr 2008 qualitativ zu beschreiben, wurden ihr Mittelwerte aus dem jeweils ersten Schnitt der beiden folgenden Jahre zugeordnet.

Silierung

Für den Silierversuch wurde am 20.10.2009 Grünmasse (zweiter Schnitt) aus dem dreijährigen Galega-Bestand



Abb. 2. Galegabestand am 4. Juni 2010, Bestandeshöhe 1,35 m.

entnommen. Zu diesem Zeitpunkt hatten die Pflanzen einen Trockensubstanzgehalt von 30,5%. Aus diesem Grund konnte auf ein Anwelken vor dem Silieren verzichtet werden. Das Pflanzenmaterial wurde frisch gehäckselt in 1,5 l-Einweggläser eingepresst und bei Zimmertemperatur gelagert. Nach 96 Tagen wurden die Gläser geöffnet, die Silage anhand der Anleitung zur Grobfutterbewertung (Praxishandbuch Futterkonservierung, 2006) eingeschätzt und sofort der LUFA Rostock für die chemischen Analysen übergeben (Untersuchung der Nährstoffe nasschemisch s.o.; Untersuchung der Gärtsäuren und Alkohole mittels Gaschromatographie; spektrometrische Untersuchung des Milchsäuregehalts).

Der Fermentationsverlust (FV) wurde in % der TM-Einwaage ausgedrückt und nach WEISSBACH (1998) auf gelöstes CO₂ korrigiert und berechnet:

$$FV [\%] = 100 \times MD [g]/TM\text{-Einwaage [g]} + 2,5$$

Methanertrag

Die Ermittlung der potentiellen Methanausbeute erfolgte in der Annahme, dass Galega in Bezug auf ihre Vergärbarkeit ähnlich zu bewerten ist wie Luzerne. Da Luzerne und Galega als Leguminosen derselben Pflanzenfamilie angehören und eine ähnliche chemische Zusammensetzung aufweisen, wurden ähnliche Vergärungsprozesse unterstellt. Die Berechnung folgte der von WEISSBACH (2009) veröffentlichten Methode zur Bestimmung der fermentierbaren organischen Trockensubstanz (FoTS):

$$FoTS = 971 - RA - 0,41 * RFA - RFA^2 * 0,00101 [g/kg TM] \text{ (Luzerne)}$$

und seiner allgemein gültigen Formel der Methanausbeute aus der FoTS:

$$CH_4 [l_N/kg TS] = 0,42 * FoTS [g/kg TM].$$

Für die Angabe zum potentiellen Methanertrag sind diese errechneten Werte mit den im Anbauversuch ermittelten Biomasseerträgen multipliziert worden.

Bei der Ermittlung der Methanausbeute im Labor wurden Batch-Versuche unter Zusatz eines Überschusses von Impfschlamm (ausgefauter Ablauf einer Biogasanlage)

auf der Grundlage der VDI-Richtlinie 4630 (2006) durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Biomasseerträge in den Versuchsjahren 2007 bis 2010

Im Ansaatjahr 2007 war nach den Erfahrungen von RAIG (2001) kein ernstwürdiger Schnitt zu erwarten. *G. orientalis* ist im Vergleich zu anderen feinkörnigen Leguminosen durch eine besonders langsame Jugendentwicklung charakterisiert. Das kann sich nachteilig auf den Bestandaufbau auswirken und zusätzliche Aufwendungen für die Unkrautbekämpfung erforderlich machen. Dieser höhere Pflegeaufwand im Ansaatjahr kann jedoch durch eine deutlich längere Nutzungsdauer der Galega-Bestände als die der traditionellen Futterleguminosen oder ihrer Gemenge kompensiert werden. Neben der Wirkung auf die Wirtschaftlichkeit der Biomasseproduktion trägt die lange Nutzungsdauer zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und Bereicherung von getreidebetonten Fruchtfolgen bei.

Die Ernte 2008 brachte ein sehr geringes Ergebnis (Tab. 1). Es lässt sich mit den oben beschriebenen ungünstigen Aussaatbedingungen begründen. Dagegen konnten in Estland schon im ersten Jahr nach der Aussaat zufriedenstellende Erträge erzielt werden (RAIG, 2001; VIII, 2001). Hier sollten weitere Bestandesetablierungsversuche zu einer Optimierung des Anbauverfahrens im ersten Jahr durchgeführt werden.

Im Jahr 2009 hatte der Bestand das Ertragsniveau, wie es aus estnischen Versuchen bekannt ist (NÖMMSALU, 2001a; VIII, 2001; RAIG, 2001), erreicht. Die Niederschlagsverteilung war für die Galega im Gegensatz zu anderen Kulturen, die unter der extremen Frühsommertrockenheit im April und Mai litten, ausreichend. Die Pflanzenentwicklung nach dem Winter und der Wiederaustrieb nach dem ersten Schnitt waren nicht beeinträchtigt.

Der Winter 2009/2010 war ungewöhnlich kalt, schneereich und lang (Tab. 2). Nach einem spät einsetzenden Wachstumsbeginn und einem kalten Mai folgte im Juni eine frühe trockene und warme Periode. Der lange Winter behinderte die Pflanzen im Unterschied zu anderen Kulturen nicht. Nach Vegetationsbeginn Mitte/Ende März

Tab. 1. Biomasseerträge des Feldversuches in Gülzow [dt TM/ha]^{a)}

| | 1. Schnitt | 2. Schnitt | Summe |
|------|------------|------------|--------|
| 2007 | – | – | – |
| 2008 | 35,33 | – | 35,33 |
| 2009 | 63,37 | 54,46 | 117,83 |
| 2010 | 61,45 | 26,18 | 87,63 |

Tab. 2. Anzahl Tage mit einer mittleren Temperatur < –7°C von November bis März am Versuchsstandort

| | |
|----------------------|-----|
| 2007–2008 | 0 |
| 2008–2009 | 1 |
| 2009–2010 | 12 |
| 2010–2011 | 10 |
| Mittelwert 1984–2011 | 4,8 |

^{a)} Erklärung der verwendeten Abkürzungen am Ende des Textes

bildeten sich in kurzer Zeit sehr dichte Bestände aus, so dass die Ackerkratzdistel, die sich in den Vorjahren stärker ausgebreitet hatte, gut unterdrückt wurde. Die nach dem ersten Schnitt einsetzende Vorsommertrockenheit schränkte den Wiederaustrieb so stark ein, dass bis zum Herbst nur ein geringer Aufwuchs erfolgte.

Sowohl die Galega-Reinsaaten als auch Gemenge mit Gras können mehr als 10 Jahre ausdauern und stabile Erträge um 100 dt TM je ha und Jahr liefern (RAIG et al., 2001; LAIDNA et al., 2001). Da sowohl die in Gülzow als auch die in Niedersachsen (SÖLTER, 2007) ermittelten TM-Erträge (hier 69 bis 105 dt/ha) im gleichen Bereich liegen, kann das Ertragspotential wie folgt eingeschätzt werden:

Unter der Annahme, dass die letzten beiden Jahre repräsentativ für das Ertragspotential der Galega am Standort Gülzow sind und der Bestand, wie aus dem Baltikum bekannt, stabil 10 Jahre ausdauern könnte, liegt der mittlere Jahresertrag inklusive des Ansaatjahres und des ertragsschwachen Jahres 2008 bei 106 dt TM/ha (Abb. 3, estnische Ertragsergebnisse veröffentlicht in: VIL, 2001 und RAIG, 2001; Bezeichnung nach Versuchsstandorten und -jahren).

Ertragsentwicklung einer Anbauperiode

RAIG und NÖMMSALU (2001) schätzen das Ertragsverhältnis des ersten Schnittes zu dem des zweiten auf durchschnittlich 3:1 in Bezug auf die Trockenmasse. Auch bei den von SLEPETYS (2010) ermittelten Biomasseerträgen entfällt der größte Anteil (40–70%) auf den ersten Schnitt (bei drei Schnitten, in zwei- und zehnjährigen Beständen). In Gülzow verlief die Verteilung der Ertragsbildung auf die beiden Schnitte unterschiedlich. Während 2009 im ersten und im zweiten Schnitt etwa gleiche Mengen geerntet wurden, belief sich 2010 der Ertrag des zweiten Schnitts nur auf etwa ein Viertel der Gesamtjahres-trockenmasse.

Biomassequalität

Galegapflanzen zeichnen sich durch einen hohen Mineralstoffgehalt, weiche Stängel und festsitzende Blätter aus. In der neueren Forschungsliteratur aus dem Baltikum wird die Pflanze als wertvoller Sojaersatz in der Tierernährung empfohlen. Über den hohen Futterwert und die gute Futteraufnahme der Art *G. orientalis* berichtete SCHRÖCK schon 1941 (SCHRÖCK, 1941). Eine von uns durchgeführte aber nicht exakt dokumentierte Probe-fütterung an Pferde bestätigte die Einschätzung über die gute Futteraufnahme. Die Ergebnisse der Futtermitteluntersuchung des Gülzower Anbauversuches entsprechen den von NÖMMSALU (2001b) vorgestellten Relationen.

Die Qualität des Erntegutes hängt vom Entwicklungsstadium der Pflanzen ab. Der höchste Futterwert wird bis vor dem Erscheinen der Blütenknospen erzielt. Der Rohproteingehalt erreicht zu dieser Zeit Werte um 250 g/kg TM und entspricht damit dem Niveau von Luzerne im Knospenstadium (vgl. DLG-Futterwerttabellen, 1997). In der Folgezeit nimmt die Qualität aufgrund des zunehmenden Zellulosegehaltes und der relativ frühen Blüte

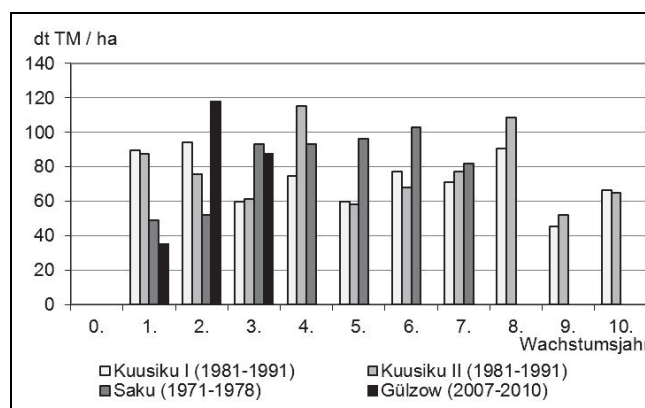


Abb. 3. Ertragsentwicklung langjähriger Anbauversuche in Estland und Mecklenburg-Vorpommern.

schnell ab. Zwischen Blühbeginn und Samenreife verläuft die Zunahme an Rohfaser und die Verringerung des Rohproteingehaltes langsamer als in den früheren Entwicklungsstadien. Deswegen liegt der optimale Zeitpunkt für den ersten Schnitt zwischen Knospenstadium und Beginn der Blüte (BALEZENTIENE und MIKULIONIENE, 2006; ADAMOVICH, 2002; NÖMMSALU, 2001b). Die beschriebenen Qualitätsveränderungen verlaufen bei dem Wiederaustrieb nach einem Schnitt langsamer als vorher (NÖMMSALU, 2001b). In diesen von bekannten Futterleguminosen etwas abweichenden Entwicklungsverlauf lassen sich sowohl die von SÖLTER (2007) als auch die in Gülzow (Tab. 3) gemessenen Werte einordnen. Die Rohprotein- und Rohfasergehalte liegen beim ersten Schnitt zu Blühbeginn wenig höher als die Vergleichswerte im gleichen Stadium von Luzerne. Beim zweiten Schnitt, dem das Vegetationsstadium verblühter Luzerne im Folgeaufwuchs entspricht, sind die Rohfasergehalte deutlich und die Rohproteingehalte etwas geringer als bei Luzerne (DLG-Futterwerttabellen, 1997).

Silierung

Die Silage wies eine normale grünliche Farbe auf und roch angenehm säuerlich. Beobachtungen, die auf Silierprobleme hinweisen, wurden nicht gemacht. Die Ergebnisse zum Gärproduktspektrum und zur Gärqualität zeigen, dass eine Silage mit guter Qualität für die Biogasproduktion erzeugt wurde (Tab. 4).

Auffällig sind die für Leguminosensilagen typischen hohen Essigsäuregehalte. Da die Silage zur Biogasnutzung eingesetzt werden soll, ist dieser Wert allein nicht negativ zu bewerten. Hohe Essigsäuregehalte können ein Indiz für einen erhöhten Substanzverlust während der Silierung sein. Bei dieser Laborsilage konnte der Fermentationsverlust durch Wägung der Siliergläser zu Beginn und zum Ende des Silierprozesses genau ermittelt werden. Er lag mit 5,42% TM in einem tolerierbaren Bereich.

Obwohl der anzustrebende pH-Wert von 4,2 überschritten wurde, liegt der gemessene Wert für eine reine Leguminosensilage auf niedrigem Niveau. OSHITA et al. (2002) haben in Versuchen gute Leguminosensilagen mit

Tab. 3. Inhaltsstoffe des Gülzower Erntegutes^{a)}

| Erntetermin | | 1. Schnitt 20.05.09 | 2. Schnitt 24.08.09 | 1. Schnitt 04.06.10 | 2. Schnitt 27.09.10 |
|-------------|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| TS | [%] | 15,7 | 35,6 | 14,9 | 25,3 |
| RA | [g/kg TM] | 80 | 90 | 85 | 99 |
| RP | [g/kg TM] | 207 | 151 | 209 | 147 |
| RFa | [g/kg TM] | 343 | 310 | 375 | 282 |
| RFc | [g/kg TM] | 23 | 18 | 17 | 21 |

^{a)} Erklärung der verwendeten Abkürzungen am Ende des Textes

Tab. 4. Parameter zur Silagequalität^{a)}

| | | Galegasilage | Zielwert ^{b)} |
|--------------------|------------|--------------|------------------------|
| pH | | 4,7 | < 4,2 ^{c)} |
| TSk | [% FM] | 28,96 | 30–38 |
| oTM | [%] | 88,9 | > 90 |
| Essigsäure | [g/kg TSk] | 24,17 | > 2,0 |
| Buttersäure | [g/kg TSk] | < 0,3 | < 0,3 |
| Milchsäure | [g/kg TSk] | 60,09 | k.A. |
| NH ₃ -N | [% Nt] | 3,79 | < 10 |

^{a)} Erklärung der verwendeten Abkürzungen am Ende des Textes

^{b)} Kenngrößen für Biogassilage (THAYSEN, 2008)

^{c)} bei 30% TS

Tab. 5. Methanausbeute und potentieller Methanertrag^{a)}

| | FoTS [g/kg TS] | Ausbeute [l _N CH ₄ / kg oTM] | Ertrag [1000 l _N CH ₄ /ha] |
|-----------------|-------------------|--|--|
| 1. Schnitt 2009 | 632,6 | 288,6 | 1.684 |
| 2. Schnitt 2009 | 657,3 | 303,2 | 1.504 |
| 1. Schnitt 2010 | 590,2 | 270,9 | 1.523 |
| 2. Schnitt 2010 | 676,1 | 315,1 | 743 |

^{a)} Erklärung der verwendeten Abkürzungen am Ende des Textes

pH-Werten > 5,5 hergestellt. Auch PEIRETTI (2009) beschreibt gelungene Galega-Reinsilagen mit pH-Werten von 5,4 und 5,5.

Unter Laborbedingungen ließ sich mit Galega ein gutes Silierergebnis erzielen. In der Praxis sind weniger gute Ergebnisse zu erwarten, da hier die Siliertechnik ungleich schwerer beherrscht wird. BALEZENTIENE und MIKULIONIENE (2006) berichten von guten Erfahrungen bei der Herstellung von Mischsilage aus Galega mit Mais und anderen kohlenhydratreichen Pflanzen. OSHITA et al. (2002) konnten in einem Versuch belegen, dass Galega wie Luzerne nach einer Anwelkzeit von drei Tagen zu gleich guter Silage verarbeitet werden konnte. Die Versuche von LÄTTEMÄE (2001) mit Galega führten zu widersprüchlichen Ergebnissen. Sie zeigten aber, dass durch den Einsatz von Siliermitteln gute Silagequalitäten erreicht werden können.

Einschätzung des Methanertrages

Auffällig ist die höhere potentielle Methanausbeute aus dem älteren Pflanzenmaterial des zweiten Schnittes (Vollblüte, Tab. 5). Dieser errechnete Mehrertrag begründet sich mit dem im Vergleich zum ersten Schnitt (Blühbeginn) geringeren Rohfasergehalt. Der langsamere Anstieg des Rohfasergehaltes nach dem ersten Schnitt im Vergleich zum Frühjahrswachstum wird auch von NÖMM-SALU (2001b) beschrieben.

ADAM (2009) gibt als Ergebnis aus einem Batch-Test für Galega 412 l_N CH₄/kg oTS für Pflanzenmaterial aus einem ersten Schnitt und 282 l_N CH₄/kg oTS aus einem zweiten Schnitt als Versuchsergebnis nach 35 Tagen Gärtest an. Die Unterschiede zu den in Gülzow ermittelten geringeren potentiellen Methanausbeuten lassen sich mit Abweichungen bei den Schnittterminen begründen. Wie oben erklärt, verändert sich die Biomassequalität bei Galega mit zunehmendem Entwicklungsstadium sehr schnell. Ein realistischer Vergleich ist nur bei Angabe einer Inhaltsstoffanalyse und des Entwicklungsstadiums möglich. Die in den eigenen Experimenten ermittelten potentiellen Werte liegen deutlich unter den Angaben von ADAM (2009), aber ca. 50 bis 100 l_N/kg oTS über dem Niveau, dass für Luzerne angegeben wird (EDER et al., 2005).

In dem an der Universität Rostock durchgeführten Laborversuch im Batch-Betrieb zeigte sich eine deutlich geringere Methanausbeute. Mit einer Ausbeute von durchschnittlich 198 l_N CH₄/kg oTS für Material aus dem ersten Schnitt und durchschnittlich 194 l_N CH₄/kg oTS aus dem des zweiten Schnittes wurden die Werte von EDER et al. (2005) für Luzerne etwa erreicht. Die Methanergehalte betragen 55% beim ersten und 51% beim zweiten Schnitt.

Die in den Versuchen in Gülzow (Tab. 1) ermittelten Biomasserträge lassen bei ihrem Einsatz in der Biogasanlage die in Tab. 5 genannten Methanmengen erwarten.

Der erreichbare Methanertrag je Hektar hängt wie bei vielen Energiepflanzen hauptsächlich von der Höhe des Naturalertrages ab. Er beträgt etwa 50% des potentiellen Methanertrages pro Hektar von Silomais, der mit 6000 Nm³ Methan angenommen werden kann. Bei einer gezielten züchterischen Bearbeitung analog dem Mais wären weitere Ertragssteigerungen zu erwarten.

verwendete Abkürzungen:

| | |
|-----------------|---|
| FoTS | – fermentierbare organische Substanz (nach WEISSBACH, 2009) |
| FV | – Fermentationsverlust |
| MD | – Massendifferenz |
| l _N | – Normliter |
| N _t | – Gesamtstickstoff |
| oTM | – organische Trockenmasse |
| RA | – Rohasche |
| RP | – Rohprotein |
| RFa | – Rohfaser |
| RFe | – Rohfett |
| TM | – Trockenmasse |
| TS | – Trockensubstanz |
| TS _k | – korrigierte Trockensubstanz |
| Nm ³ | – Normkubikmeter |

Literatur

- ADAM, L., 2009: Sudangras – erste Anbauergebnisse aus Brandenburg. (Biogas aus Sudangras). Bauernzeitung (20), 15-16.
- ADAMOVICH, A.M., 2002: Productivity and yield quality of fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) – Grass mixed swards. Plant Nutrition. Developments in Plant and Soil Sciences 92 (Symposium 12), 1008-1009.
- BALEZENTIENE, L., S. MIKULIONIENE, 2006: Chemical composition of galega mixtures silages. Lithuanian University of Agriculture, Tartu. Agronomy Research (4), 483-492.
- Besondere Ernte- und Qualitätsermittlung, 2010: Abschlussbericht. Hrsg.: Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz, Schwerin.
- DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTSGESELLSCHAFT (DLG), 1997: DLG-Futterwerttabellen, Wiederkäuer. Frankfurt am Main.
- EDER, B., F. KAISER, C. PAPST, J. EDER, A. GRONAUER, 2005: Fruchtfolge, Anbau, Düngung und Gaserträge von nachwachsenden Rohstoffen. LFL. Online verfügbar unter <http://www.biogas-infoboard.de>.
- LAIDNA, T., R. VIIRALT, N. KABANEN, 2001: Mixtures on sod-podzolic soil. In: NÖMMSALU, H. (ed.), 2001: Fodder Galega. Rebellis AS, Saku, Estland, 90-102, ISBN 9985-9200-9-0.
- LÄTTEMÄE, P., 2001: Ensiling of fodder galega. In: NÖMMSALU, H. (ed.), 2001: Fodder Galega. Rebellis AS, Saku, Estland, 104-110, ISBN 9985-9200-9-0.
- LINDSTRÖM, K., 1989: *Rhizobium galegae*, a new species of legume root nodule bacteria. International Journal of Systematic Bacteriology 39 (3), 365-367.
- NÖMMSALU, H. (ed.), 2001c: Fodder Galega. Rebellis AS, Saku, Estland, 141 S., ISBN 9985-9200-9-0.
- NÖMMSALU, H., 2001a: Production dependent on development stage. In: NÖMMSALU, H. (ed.), 2001: Fodder Galega. Rebellis AS, Saku, Estland, 57-58, ISBN 9985-9200-9-0.
- NÖMMSALU, H., 2001b: Feed value. In: NÖMMSALU, H. (ed.), 2001: Fodder Galega. Rebellis AS, Saku, Estland, 75-83, ISBN 9985-9200-9-0.
- OSHITA, T., K. NONAKA, S. KUME, K. IWABUCHI, M. GAU, 2002: Chemical composition, characteristics of silage fermentation and nutritive value of galega (*Galega orientalis* Lam.). Grassland Science (48), 428-432.
- PAHLOW, G., 2003: Konservierung von Futterleguminosen. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V. (Hrsg.): 47. Jahrestagung vom 28. bis 30. August 2003 in Braunschweig. Kurzfassungen der Referate und Poster. Giessen, Wissenschaftlicher Fachverlag, 23-31.
- PEIRETTI, P.G., 2009: Ensilability characteristics and silage fermentation of galega (*Galega officinalis* L.). Agricultural Journal 4 (1), 41-45.
- BUNDESARBEITSKREIS FUTTERKONSERVIERUNG (Hrsg.), 2006: Praxishandbuch Futterkonservierung. Silagebereitung, Siliermittel, Dosiergeräte, Silofolien. Frankfurt am Main, DLG-Verlag, ISBN 3-7690-0677-1.
- RAIG, H., 2001: The first field trials at the Estonian Research Institute of Agriculture. In: NÖMMSALU, H. (ed.), 2001: Fodder Galega. Rebellis AS, Saku, Estland, 54-55, ISBN 9985-9200-9-0.
- RAIG, H., H. NÖMMSALU, 2001: Biological characterisation of fodder galega. In: NÖMMSALU, H. (ed.), 2001: Fodder Galega. Rebellis AS, Saku, Estland, 15-20, ISBN 9985-9200-9-0.
- RAIG, H., H. NÖMMSALU, H. MERIPÖLD, 2001: The yielding ability and feed value of mixtures. In: NÖMMSALU, H. (Ed.), 2001: Fodder Galega. Rebellis AS, Saku, Estland, 83-89, ISBN 9985-9200-9-0.
- SCHRÖCK, O., 1941: Die Züchtung alkaloidarmen Geißkleees, *Galega officinalis*. Theoretical and Applied Genetics 13 (5), 115-117.
- SLEPETYS, J., 2010: Influence of cutting and management regimes on fodder galega for forage and seed production. Agronomy Research 8 (III), 711-720.
- SÖLTER, U., 2007: Ackerfutterleguminosen und leguminosenbasierte Weiden in extensiver Bewirtschaftung für die Wiederkäuerfütterung. Tönning, Der Andere Verlag.
- TERNES, W., A. TÄUFEL, L. TUNGER, M. ZOBEL, 2005: Lebensmittellexikon. 4. Aufl. Hamburg, Behr's Verlag.
- THAYSEN, J., 2008: Anforderungen an die Silagequalität und -lagerung für Biogassubstrate. Seminar Biogasanlagen nach EEG 09, DEULA Rendsburg, 29.10.2008. Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein.
- VIIIL, P., 2001: The yielding ability of fodder galega on sod-calcareous and gley soils. In: NÖMMSALU, H. (ed.), 2001: Fodder Galega. Rebellis AS, Saku, Estland, 59-61, ISBN 9985-9200-9-0.
- VDI-Richtlinie 4630, April 2006: Vergärung organischer Stoffe – Substratcharakterisierung, Probenahme, Datenerhebung, Gärversuche. Berlin, C. Beuth Verlag, oder Düsseldorf, VDI Verlag.
- WEISSBACH, F., 1998: Untersuchungen über die Beeinflussung des Gärverlaufes bei der Bereitung von Silage durch Wiesenkräuter verschiedener Spezies im Aufwuchs extensiv genutzter Wiesen. Landbauforschung Völkenrode (Sonderheft, 185), 11.
- WEISSBACH, F., 2009: Wie viel Biogas liefern nachwachsende Rohstoffe? Neue Methode zur Bewertung von Substraten für die Biogask Gewinnung. Neue Landwirtschaft 11/2009, 107-112.