

Etablierung von Switchgrass in Dauergrünland

U. Thumm, L. Fenn, I. Lewandowski

UNIVERSITÄT HOHENHEIM, INSTITUT FÜR KULTURPFLANZENWISSENSCHAFTEN (340), 70593
Stuttgart, Ulrich.Thumm@uni-hohenheim.de

1. Einleitung und Problemstellung

Aufgrund von Veränderungen in den Rahmenbedingungen für die Milchviehhaltung werden immer häufiger Grünlandflächen nicht mehr zur Futtererzeugung benötigt. Diese Entwicklung ist besonders bei ungünstigen Standortsbedingungen ausgeprägt. Eine Umwandlung in Ackerflächen ist häufig nicht möglich und ist meist durch gesetzliche Regelungen eingeschränkt oder untersagt. Andererseits ist es in vielen Fällen Ziel eine offene Landschaft zu erhalten und auch den im Boden unter Grünlandflächen gespeicherten Kohlenstoff nicht freizusetzen. Daher stellt sich die Frage nach alternativen Verwertungsmöglichkeiten für die Aufwüchse von Graslandflächen, für die im Rahmen der Bioenergie Diskussion auch immer stärker eine energetische Verwertung der Grünlandaufwüchse Bedeutung erlangt (PROCHNOW *et al.*, 2009). Energieerträge pro Flächeneinheit werden sowohl bei einer Vergärung in Biogasanlagen als auch bei einer Verbrennung in Biomasseheizanlagen vor allem durch den Biomasseertrag bestimmt. Für eine effektive Bioenergieerzeugung kommt daher einer hohen Produktivität bei möglichst niedrigem Input eine entscheidende Bedeutung zu.

Der typische Wachstumsverlauf bei Grünland ist geprägt von einem Zuwachsmaximum im Frühjahr und geringeren Zuwachsraten im Sommer. Häufig wirkt in den Sommermonaten eine limitierte Wasserversorgung wachstumsbegrenzend. Im Gegensatz zu den heimischen C₃-Pflanzen zeigen die C₄-Gräser einen dazu gegensätzlichen Zuwachsverlauf. Sie haben höhere Temperaturansprüche und entwickeln sich daher im Frühjahr nur langsam, können aber bei wärmeren Bedingungen und begrenztem Wasserangebot in den Sommermonaten, aufgrund ihres anderen Stoffwechselwegs, effektiv Biomasse bilden. Die Etablierung von Mischbeständen heimischer C₃-Grünlandpflanzen mit C₄-Gräsern könnte daher ein effektiver Weg sein, die Produktivität von Grünlandbeständen, insbesondere in den Sommermonaten, zu steigern und trotzdem die ökologischen Funktionen von Grünland zu erhalten. Bei einer Umwandlung von Grünland in Kurzumtriebsplantagen oder Miscanthusflächen würden diese Funktionen nur noch sehr eingeschränkt erhalten bleiben. Inwieweit sich Mischbestände mit C₃- und C₄-Pflanzen unter mitteleuropäischen Bedingungen etablieren lassen und welche Artenkombinationen dabei zielführend sein können wurde bisher noch kaum untersucht. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden zunächst Möglichkeiten zur Etablierung von Switchgrass (*Panicum virgatum*) in Dauergrünlandbeständen in einem Feldversuch getestet. Switchgrass wurde gewählt, da diese ausdauernde Art in Nordamerika in den Prärien natürlicherweise auftritt und das Potential dieser Art als Bioenergiepflanze in den letzten Jahren dort und auch in Europa intensiver untersucht wurde (LEWANDOWSKI *et al.*, 2003). Switchgrass hat ein tiefes Wurzelsystem und ist charakterisiert durch eine hohe Wasser- und Stickstoffnutzungseffizienz. Die verfügbaren Genotypen lassen sich in zwei ökologische Gruppen einteilen: Tieflandtypen stammen aus den wärmeren Regionen der USA und Mexikos und sind eher an feuchtere Standorte angepasst. Sie zeigen eine geringere Winterhärte, haben aber bei guter Wasser- und Nährstoffversorgung eine hohe Ertragsleistung. Hochlandtypen stammen aus der Region des Mittleren Westens der

USA bis Kanada, kommen auch auf trockeneren Standorten vor und sind deutlich winterhärter. Aufgrund ihrer kürzeren Vegetationsdauer reifen sie auch früher ab (TRESELER, 2007). Durch züchterische Bearbeitung sind von beiden Typen an verschiedene klimatische Bedingungen angepasste Sorten verfügbar. Sie haben verschiedene Standortsansprüche und unterscheiden sich in der Kältetoleranz.

Für die Bioenergienutzung wird Switchgrass üblicherweise in Reinbeständen auf Ackerflächen angesät. Problematisch ist dabei häufig ein schlechtes Auflaufen der Saaten durch einen hohen Anteil dormanter Samen und eine geringe Konkurrenzfähigkeit der Jungpflanzen gegenüber Unkräutern. Für eine Etablierung von Switchgrass in Dauergrünlandbeständen muss daher zunächst untersucht werden, ob bei verschiedenen Verfahren für die konkurrenzempfindlichen Switchgrass-Pflanzen Möglichkeiten bestehen in einem Grünland-Altbestand zu wachsen und durch welche Maßnahmen die Konkurrenzkraft von Switchgrass in der Jugendentwicklung verbessert werden kann.

2. Material und Methoden

Auf einer Dauergrünlandfläche in Stuttgart-Hohenheim (400 m über NN, mittlere jährliche Niederschlagssumme 698 mm, mittlere Jahrestemperatur 8,8 °C, Pseudogley-Parabraunerde) wurde zur Klärung dieser Fragestellung ein Feldversuch angelegt. Der Ausgangspflanzenbestand setzte sich aus 65 % Gräsern (wesentliche Arten: *Alopecurus pratensis*, *Lolium perenne*, *Poa trivialis*, *Holcus lanatus*), 20 % Leguminosen (*Trifolium pratense*, *Vicia sepium*, *Trifolium repens*) und 15 % Kräutern (*Taraxacum officinale*, *Rumex acetosa*, *Crepis biennis*) zusammen. Um die Altbestandskonkurrenz zu variieren, wurden nach dem 1. Schnitt auf der Fläche drei verschiedene Vorbehandlungen durchgeführt: I. Einsatz eines Totalherbizids (Glyphosate) zur Abtötung der Grasnarbe, II. Einsatz einer Streifenfräse (20 cm breit, ca. 3-5 cm tief) und III. unbehandelte Kontrolle (hier wurde nur eine ca. 3 cm tiefer Schlitz als Reihenmarkierung in den Bestand geritzt). Von zwei Switchgrass-Sorten (Shawnee, Hochlandtyp und Kanlow, Tieflandtyp) wurden Rhizome, im Gewächshaus vorkultiivierte Jungpflanzen sowie Saatgut in die vorbehandelten Flächen eingebracht (Reihenabstand 75 cm). Zwischen den Reihen wurde der Bestand mit einem 50 cm breiten Rasenmäher regelmäßig gemäht, die verbleibenden 25 cm breiten Streifen mit den Switchgrass-Pflanzen blieben während der Beobachtungszeit ungeschnitten. Ende Juli wurde die Etablierungsrate bestimmt und die Höhe der Switchgrass-Pflanzen gemessen. Als Etablierungsrate wurde die Anzahl der vorgefundenen Pflanzen, bezogen auf die Zahl ausgepflanzter Jungpflanzen, Rhizome oder ausgebrachter keimfähiger Samen bezeichnet. Die Daten der Wuchshöhenmessungen wurden mit Hilfe der SAS Proc MIXED (SAS 9.3) ausgewertet.

Zusätzlich wurde der Einfluss einer Stratifizierung des Saatguts bei 3 °C auf die Keimfähigkeit von Switchgrass im Keimschrank (bei 20 °C) untersucht.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Keimfähigkeit des unbehandelten Switchgrass-Saatguts war mit 7 bzw. 10 % sehr gering (Tab. 1). Die Stratifizierung wirkte sich nur bei der Sorte Shawnee bei längerer Dauer positiv auf das Keimverhalten aus, während eine eintägige Behandlung wirkungslos blieb. Bei Kanlow wirkte die Vorbehandlung dagegen schon bei

kurzer Dauer negativ. Probleme mit geringer Keimfähigkeit und Dormanz des Saatguts sind bei Switchgrass bekannt. Es werden verschiedene Vorbehandlungsverfahren eingesetzt, es gibt jedoch bisher noch keine einheitlichen Empfehlungen für praktikable und effektive Verfahren. Zudem wirken die Vorbehandlungen bei verschiedenen Genotypen anscheinend unterschiedlich (TRESELER, 2007).

Tab. 1: Keimfähigkeit von zwei Switchgrass-Sorten nach unterschiedlicher Stratifizierungsdauer

Stratifizierungsdauer (Tage)	Sorte Shawnee			Sorte Kanlow		
	0	1	14	0	1	14
Keimrate (%)	7	7	25	10	5	7

Die Ansaat von Switchgrass in einem ungestörten Grünlandbestand war kaum erfolgreich (Tab. 2.). Weniger als 0,5 % der keimfähigen Samen konnten sich hier zu Pflanzen entwickeln. Mit 10 cm Wuchshöhe waren die Pflanzen aufgrund der Altbestandskonkurrenz nur schwach entwickelt. Auch in den Frässtreifen konnte keine bessere Entwicklung von Switchgrass festgestellt werden. Der offene Boden wurde durch die vorhandenen Grünlandpflanzen schnell wieder besiedelt, so dass keine Unterschiede zur unbehandelten Kontrollvariante beobachtet werden konnten. Keimung und Jugendentwicklung von Switchgrass war zu langsam um von der zeitweisen Reduktion der Konkurrenz im Bereich der Frässtreifen profitieren zu können. Bei der Herbizidbehandlung war die Fläche zum Saatzeitpunkt weitgehend vegetationsfrei. Die fehlende Konkurrenz führte zu einer signifikanten Verbesserung des Wachstums der Switchgrass-Pflanzen. Im Laufe der Zeit entwickelte sich in dieser Variante aus dem Bodensamenvorrat wieder ein grünlandähnlicher Bestand, der zunächst von Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) dominiert wurde.

Durch Pflanzung von vorgezogenen Jungpflanzen konnte bei deutlich geringeren Verlusten Switchgrass etabliert werden. Obwohl auch hier ein gewisser Einfluss der Vorbehandlung erkennbar ist, ergaben sich keine signifikanten Effekte einer variierten Altbestandskonkurrenz auf die Wuchshöhe. In dieser Variante fand die sensible Anfangsphase mit langsamer Keimung und konkurrenzempfindlicher Jungpflanzenentwicklung unter kontrollierten Bedingungen im Gewächshaus statt. Allerdings wird der Einsatz vorkultivierter Jungpflanzen aus Kostengründen kaum für die Praxis relevant werden.

Aus Rhizomen entwickelten sich nur wenige Pflanzen. Die Rhizome von Switchgrass sind klein und nicht so robust wie bei anderen C₄-Gräsern (z.B. Miscanthus). Rhizompflanzung erwies sich unter den Versuchsbedingungen nicht als geeignetes Verfahren zur Etablierung von Switchgrass in Grünlandbeständen. Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen berichtet TRESELER (2007) bei einer Herbstpflanzung von Switchgrass-Rhizomen in Ackerflächen von einem guten Etablierungserfolg.

Zwischen den beiden eingesetzten Sorten bestanden keine ausgeprägten Unterschiede, Shawnee (Hochlandtyp) erreichte jedoch immer eine etwas höhere Etablierungsrate. Hochlandtypen sind im Vergleich zu den Tieflandtypen meist nutzungsstoleranter. Daher würden sie sich besonders für eine Verwertung der Aufwüchse in einer Biogasanlage anbieten, während sich die Tieflandtypen bei spätem Schnitt im Herbst besser für die Verbrennung eignen. Nach erfolgreicher Etablierung von Switchgrass wäre auch ein Nutzungssystem vorstellbar, bei dem zunächst ein früher 1.

Schnitt zur Silagebereitung erfolgt. Zu diesem Zeitpunkt haben die Grünlandgräser schon hohe Zuwachsraten, während die C₄-Gräser noch kaum ausgetrieben haben und von der Nutzung weitgehend unbeeinflusst bleiben. Die Folgenutzung könnte sich dann, je nach Verwertungsrichtung, am Entwicklungsverlauf des Switchgrass orientieren.

Tab. 2: Etablierungsrate (Prozentsatz der etablierten Pflanzen bezogen auf die Anzahl der ausgebrachten Jungpflanzen, Rhizome oder keimfähigen Samen) und Wuchshöhe (es werden Mittelwerte der beiden Sorten dargestellt, da die Dreifachwechselwirkung nicht signifikant ist) von Switchgrass 10 Wochen nach Saat bzw. Pflanzung

Etablierungs- verfahren	Vorbehandlung der Fläche	Etablierungsrate (%)		Wuchshöhe (cm) (Mittel der Sorten)*
		Sorte Shawnee	Sorte Kanlow	
Ansaat	ohne (Kontrolle)	0.45 ± 0.27	0.33 ± 0.18	10.08 ^{ab}
	Frässtreifen	0.38 ± 0.24	0.30 ± 0.18	8.04 ^b
	Totalherbizid	2.38 ± 0.28	1.60 ± 0.08	39.03 ^c
Rhizome	ohne (Kontrolle)	2.38 ± 1.37	0	13.16 ^{abd}
	Frässtreifen	7.14 ± 2.38	5.95 ± 4.51	21.40 ^{ae}
	Totalherbizid	9.52 ± 3.37	2.38 ± 1.37	37.16 ^c
Jungpflanzen	ohne (Kontrolle)	54.76 ± 9.82	28.33 ± 3.19	26.93 ^{cde}
	Frässtreifen	46.43 ± 4.90	35.00 ± 9.95	29.28 ^{ce}
	Totalherbizid	79.76 ± 7.11	48.33 ± 8.77	34.35 ^c

Für die landwirtschaftliche Praxis würde sich als einfaches und kostengünstiges Etablierungsverfahren eine Nachsaat mit einem Schlitzsaatgerät anbieten. Die langsame Keimung und geringe Konkurrenzkraft der Switchgrass-Pflanzen während der Jugendentwicklung stellen dabei aber eine bisher nicht zufrieden stellend gelöste Problematik bei der Etablierung von C₄-Gräsern in Dauergrünlandbeständen dar (DOLL *et al.*, 2011).

4. Schlussfolgerungen

Die Untersuchung ergab, dass eine Etablierung von Switchgrass in Dauergrünland durch Pflanzung vorgezogener Jungpflanzen möglich ist. Eine Nachsaat war jedoch nur erfolgreich, wenn die Konkurrenz des Altbestands durch Herbizidanwendung eingeschränkt wurde.

Bevor die Perspektiven für die Realisierung des prognostizierten Mehrertrags durch C₄-Gräser in Dauergrünland beurteilt werden können, müssen in einem nächsten Schritt weitere Untersuchungen zum geeigneten Management von derartigen Mischbeständen folgen. Zudem gibt es bisher noch keine Erkenntnisse zur Stabilität bzw. zu den längerfristigen Veränderungen in der botanischen Zusammensetzung derartiger Mischbestände unter verschiedenen Standorts- und Bewirtschaftungsbedingungen.

Literatur

- DOLL, J.E., HAUBENSAK, K.A., BOURESSA, E.L. und JACKSON, R.D. (2011): Testing disturbance, seeding time, and soil amendments for establishing native warm-season grasses in non-native cool-season pasture. *Restoration Ecology* 19, 1-8.
- LEWANDOWSKI, I., SCURLOCK, J.M.O., LINDVALL, E. und CHRISTOU, M. (2003): The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. *Biomass and Bioenergy* 25, 335-361.
- PROCHNOW, A., HEIERMANN, M., PLÖCHL, M., LINKE, B., IDLER, C., AMON, T. und HOBBS, P.J. (2009): Bioenergy from permanent grassland – A review: 1. Biogas. *Bioresource Technology* 100, 4931-4944.
- TRESELER, C.H. (2007): *Optimierung ausgewählter Biomasseparameter von Switchgrass (Panicum virgatum) für die industrielle Verwertung*. Dissertation Universität Bonn, IBL Bonn, 147 S.