

Konferenz

Energetische Nutzung von Landschaftspflegematerial
01./02. März 2011 in Berlin



Qualitative Eignung von Extensivgrünland-Aufwüchsen für Verbrennung und Vergärung in Abhängigkeit von botanischer Zusammensetzung und Schnittzeitpunkt

Autoren: Bettina Tonn, Jörg Messner

*Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei
Baden-Württemberg (LAZBW)*

Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf

Tel.: 07525 942 -359

E-Mail: Bettina.Tonn@lazbw.bwl.de

Schlagwörter: Extensivgrünland; Verbrennung; Biogas; Qualität

Zusammenfassung:

Verbrennung und Vergärung sind zwei Konversionsverfahren zur energetischen Nutzung von Landschaftspflegematerial von Extensivgrünlandflächen. Der Einfluss von Schnittzeitpunkt und botanischer Zusammensetzung auf für diese Verfahren wichtige Qualitätsparameter wurde in einem Feldversuch an vier Standorten für die Schnittzeitpunkte Mitte Juni, Mitte Juli und Mitte August untersucht. Gräser und Kräuter wurden hierfür separat auf Asche, N-, Cl-, K-, Ca-, NDF- und ADF-Gehalte, Brennwert, spezifischen Methanertrag und Ascheschmelzverhalten untersucht.

Gräser wiesen höhere Methanerträge, aber auch höhere ADF- und NDF-Gehalte auf, die die Vergärungstechnik negativ beeinflussen. Die für NO_x- und Staubemissionen verantwortlichen N- und Aschegehalte waren in Gräsern ebenfalls niedriger als in Kräutern, dagegen führte ein höheres K/Ca-Verhältnis zu ungünstigerem Ascheschmelzverhalten. Während die Vergärungseignung mit zunehmendem Alter des Erstaufwuchses abnimmt, verbessert sich das Ascheschmelzverhalten und damit die Verbrennungseignung. In der Praxis wird jedoch in vielen Fällen das lokale Vorhandensein geeigneter Anlagen zur Verwertung des für beide Konversionstechnologien schwierigen Materials darüber entscheiden, welche der beiden Verwertungsrichtungen gewählt wird.

Gefördert vom:

Koordiniert vom:

Wissenschaftlich
begleitet vom:



Hintergrund

Baden-Württemberg besitzt einen hohen Anteil artenreichen Grünlandes, darunter allein 24.700 ha Magere Flachland- und Bergmähwiesen in FFH-Gebieten. Diese Grünlandflächen können nur durch eine ökonomisch tragfähige landwirtschaftliche Nutzung erhalten werden. Angesichts abnehmender Einsatzmöglichkeiten für Extensivgrünland-Aufwüchse in der Tierfütterung stellt die energetische Verwertung eine mögliche Nutzungsalternative dar.

Die anaerobe Vergärung in Biogasanlagen ist derzeit in Deutschland das bedeutendste Konversionsverfahren zur Energieproduktion aus Grünlandaufwüchsen, wobei überwiegend Biomasse von verhältnismäßig intensiv genutztem Grünland eingesetzt wird. Aufwüchse von Extensivgrünlandflächen weisen bedingt durch spätere Schnitzeitpunkte deutlich höhere Gehalte an Zellwandbestandteilen auf. Diese können zu technischen Problemen, wie erhöhter Schwimmschichtbildung, erhöhtem Rühraufwand und damit Eigenstromverbrauch und stärkerem Verschleiß der Anlagentechnik, sowie zu geringeren Methanausbeuten führen. Zum spezifischen Methanertrag spät geschnittener Grünlandaufwüchse finden sich in der Literatur dabei sehr unterschiedliche Angaben [1].

Während sich die Änderungen der chemischen Zusammensetzung von Grünlandaufwüchsen mit zunehmendem Alter negativ auf die Vergärung auswirken, sind sie für die Verbrennungseignung positiv zu bewerten. Damit stellt die Verbrennung für spät geschnittene Grünlandaufwüchse möglicherweise eine besser angepasste Konversionstechnik dar. Auch für diese Verwertungsrichtung spielen Qualitätsaspekte eine Rolle, da hohe N-, S-, Asche- und Cl-Gehalte bei der Verbrennung zu erhöhten umweltrelevanten Emissionen führen können, und hohe K- und Cl-Gehalte zusammen mit niedrigen Ca-Gehalten die Funktion und Lebensdauer der Feuerungsanlage durch Verschlackung, Verschmutzung und Korrosion beeinträchtigen [2].

Der Schnitzeitpunkt kann daher entscheidend dafür sein, ob Vergärung oder Verbrennung die am besten geeignete Verwertungsrichtung für Extensiv-Grünlandaufwüchse darstellt. Zusätzlich kann die botanische Zusammensetzung eine Rolle spielen, vor allem der Anteil von Gräsern und übrigen Arten, da sich diese beiden Gruppen insbesondere in ihren Mineralstoffgehalten deutlich unterscheiden [3]. Um diese Fragen zu beantworten, wurden Zellwandbestandteile, spezifische Methanerträge und verbrennungsrelevante Inhaltsstoffe von vier Extensivgrünlandbeständen zu verschiedenen Schnitzeitpunkten separat für Gräser und übrige Arten untersucht.

Methodik

An sechs Extensivgrünland-Standorten in Baden-Württemberg wurde in einer randomisierten Blockanlage mit vier Wiederholungen jeweils in der zweiten Dekade der Monate Juni (Termin 1), Juli (Termin 2) und August, bzw. an Ort 4 September, (Termin3) jeweils der Erstaufwuchs geerntet (siehe Tab. 1). Mit Ausnahme von Ort 4 handelte es sich um Grünlandflächen, die im Rahmen des Vertragsnaturschutzes gepflegt werden. Die geernteten Aufwüchse wurden in zwei Fraktionen sortiert: Gräser (*Poaceae* und *Juncaceae*) und Kräuter (übrige Arten). Beide Fraktionen wurden getrennt auf Qualitätsparameter mit Relevanz für Verbrennung (Asche-, N-, Cl-, K- und Ca-Gehalt; Brennwert; Ascheschmelzverhalten) und Vergärung (NDF_{org}- und ADF_{org}-Gehalt, spezifischer Methanertrag) hin untersucht. Das Ascheschmelzverhalten ausgewählter Proben wurde beurteilt, indem bei 550 °C hergestellte Ascheproben für zwei Stunden auf 1000 °C erhitzt und anschließend in fünf Zustandsstufen klassifiziert wurden (1: lose, 2: leicht versintert, 3: stark versintert, 4: teilweise geschmolzen, 5: völlig geschmolzen). Der spezifische Methanertrag wurde mit dem Hohenheimer Biogastest bestimmt [4]. Ascheschmelzverhalten, spezifischer Methanertrag, ADF- und NDF-Gehalte wurden an Mischproben der Feldwiederholungen untersucht.

Tab. 1: Charakterisierung der Versuchsstandorte. Weitere Angaben in [5].

	Grünlandgesellschaft	Langjährige Bewirtschaftung	Trockenmasseertrag Mitte Juli (dt ha ⁻¹)
Ort 1	Halbtrockenrasen (<i>Mesobromion</i>)	ein Schnitt (Okt./Nov.); keine Düngung	22,1
Ort 2	Salbei-Glatthaferwiese (<i>Arrhenatherion</i>)	ein oder zwei Schnitte, erster Schnitt Juli-Aug.; keine Düngung	21,5
Ort 3	Typische Glatthaferwiese (<i>Arrhenatherion</i>)	zwei Schnitte, erster Schnitt im Juni; Düngung mit Stallmist	49,8
Ort 4	Kohldistel-Glatthaferwiese (<i>Arrhenatherion</i>)	ein oder zwei Schnitte, erster Schnitt Juli-Aug.; keine Düngung	42,2

Ergebnisse und Diskussion

Der Trockenmasseertrag an den vier Standorten lag zwischen 20 und 48 dt/ha. Unterschiede zwischen den Ernteterminen waren nicht signifikant. Bei mittleren Brennwerten von 18,5 (Gräser) und 18,4 MJ/kg (Kräuter) ergaben sich daraus Nettoenergieerträge von 36-87 GJ/ha.

Die NDF-Gehalte der Gräser stiegen im Versuchszeitraum im Mittel von 58,7 auf 63,6 % an, die ADF-Gehalte von 35,3 auf 40,2 % (Abb. 1). Die NDF-Gehalte der Kräuter waren im Mittel um 22 %, die ADF-Gehalte nur um 3 % niedriger. Insbesondere die ADF-Gehalte lagen damit höher als in der Literatur [6]. für mittlere Grassilagen und Maissilagen angegebene Werte von 30 bzw. 25 % ADF. Je nach Anlagentyp ist der mögliche Substratanteil von Extensiv-Grünlandaufwüchsen besonders bei grasreichen Beständen begrenzt.

Der spezifische Methanertrag sank im Versuchszeitraum bei Gräsern im Mittel von 0,315 auf 0,285, bei Kräutern von 0,284 auf 0,251 $\text{Nm}^3/\text{kg oTS}$ ab (Abb. 1). Die für Gräser zum Schnittzeitpunkt Juni ermittelten Werte weichen sind damit mit denen in der Literatur für Maissilage hinterlegten von 0,312 $\text{Nm}^3/\text{kg oTS}$ [7] vergleichbar. Auch zum letzten Schnittzeitpunkt im August bzw. September lagen die spezifischen Methanerträge deutlich über denen von [4] für Landschaftspflegematerial ermittelten von nur 0,080 $\text{Nm}^3/\text{kg oTS}$ und sind mit denen in [8] für eine im September geschnittene Wiesenfuchsschwanzwiese angegebenen vergleichbar.

Bei den Gehalten der verbrennungsrelevanten Inhaltsstoffe kam es über den Versuchzeitraum hinweg nur zu wenigen signifikanten Änderungen (Abb. 2). Die Aschegehalte der Gräser nahmen an den Orten 2 und 3 signifikant zu; N-Gehalte stiegen in den Gräsern an Ort 3, und nahmen in den Kräutern von Ort 1 ab. Sowohl N- als auch, in mehreren Fällen, Aschegehalte, waren in Kräutern signifikant höher als in Gräsern. Damit ist ein relativ geringer Einfluss des Schnittzeitpunktes auf NO_x - und Staubemissionen zu erwarten. Grasreiche Bestände sind aus Sicht der zu erwartenden Emissionen günstiger zu beurteilen als krautreiche.

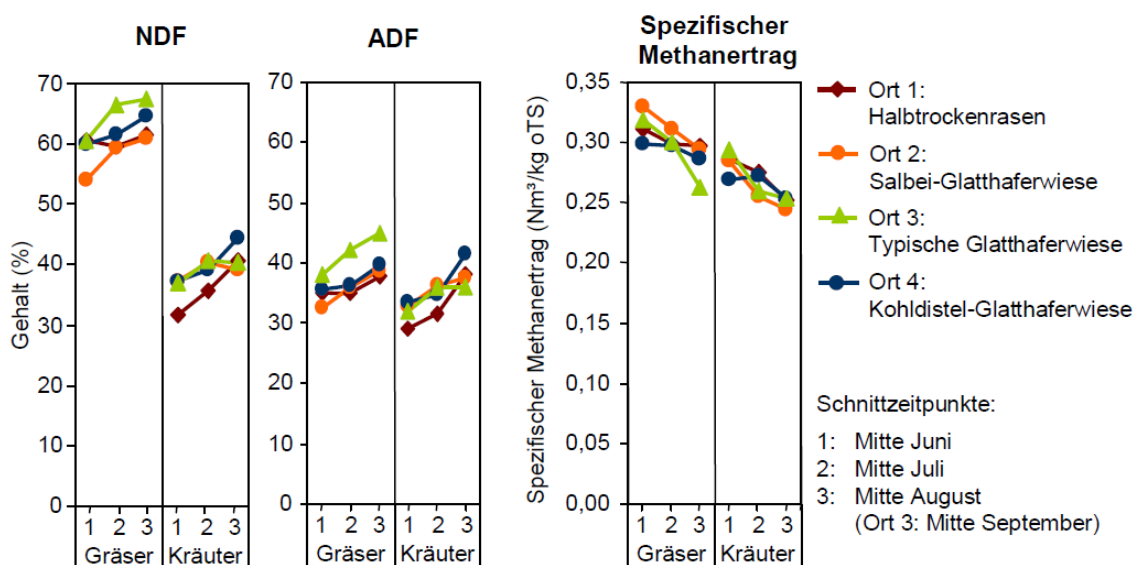


Abb. 1: Entwicklung der ADF- und NDF-Gehalte sowie des spezifischen Methanertrages in Gräsern und Kräutern von vier Extensivgrünlandstandorten in Abhängigkeit des Schnittzeitpunktes.

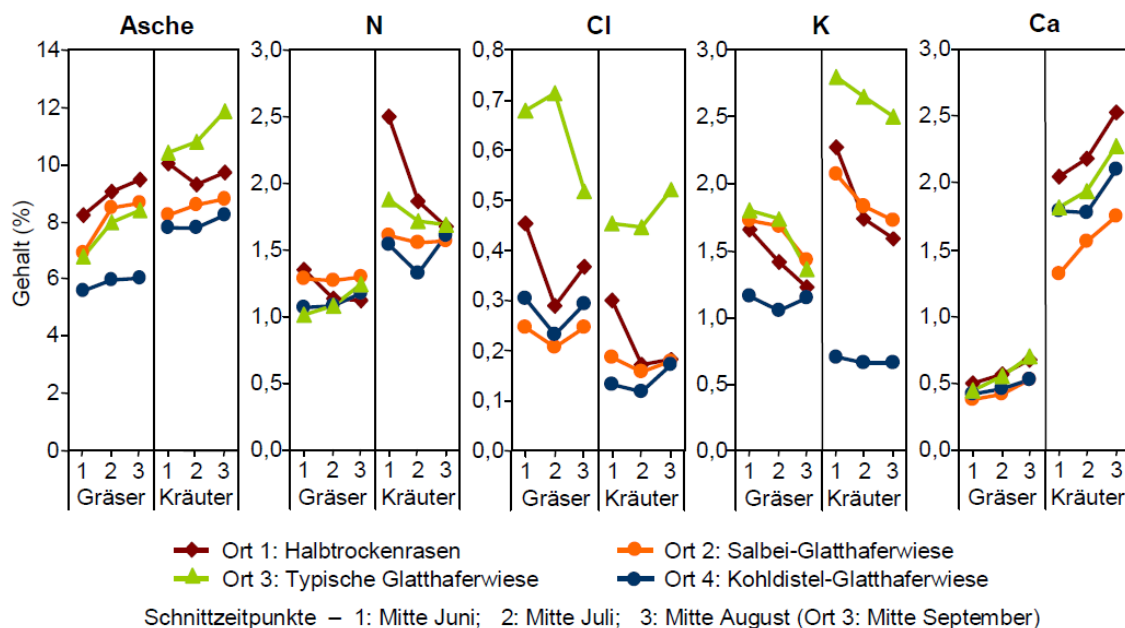


Abb. 2: Entwicklung der Gehalte verbrennungsrelevanter Inhaltsstoffe in Gräsern und Kräutern von vier Extensivgrünlandstandorten in Abhängigkeit des Schnitzeitpunktes.

Chlorgehalte zeigten keinen signifikanten Einfluss des Schnitzeitpunktes, und waren in Gräsern in den meisten Fällen höher als in Kräutern. Kaliumgehalte nahmen an den meisten Standorten im Versuchszeitraum ab, signifikant waren die Unterschiede jedoch nur in der Grasfraktion der Orte 2 und 3. An den Orten 1 bis 3 mit guter K-Versorgung wies die Krautfraktion deutlich höhere K-Gehalte auf als die Grasfraktion. Der Ca-Gehalt nahm in der Grasfraktion an allen Orten, in der Krautfraktion an Ort 2 im Versuchszeitraum zu. Er war in der Krautfraktion im Mittel fast viermal so hoch wie in der Grasfraktion. Wie stark Verschmutzung und Korrosion aufgrund von Freisetzung der flüchtigen Elemente K und Cl durch Schnitzeitpunkt und botanische Zusammensetzung beeinflusst werden, ist aus den Versuchsergebnissen nicht direkt abzuleiten. Dagegen konnte ein Zusammenhang zwischen Ascheschmelzverhalten bei 1000 °C und dem K/Ca-Verhältnis festgestellt werden (Abb. 3 und 4). Spätere Schnitzeitpunkte und höhere Krautanteile senken damit das Risiko von Verschlackung im Feuerraum.

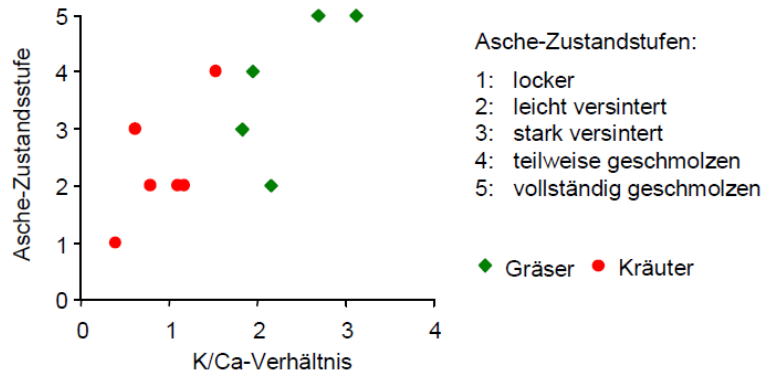


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Ascheschmelzverhalten bei 1000 °C und dem K/Ca-Verhältnis der Biomasse.

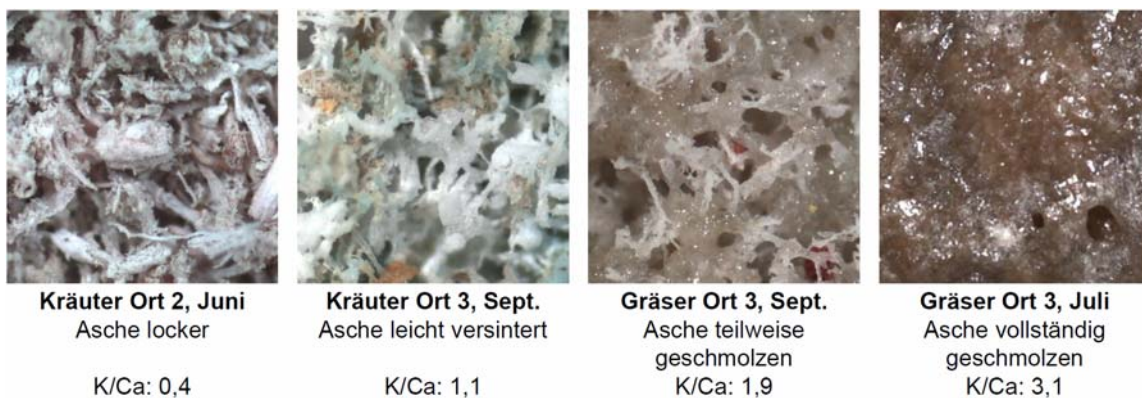


Abb. 4: Beispielhafte Darstellung des Ascheschmelzverhaltens anhand vierer auf 1000 °C erhitzter Ascheproben mit unterschiedlichem K/Ca-Verhältnis.

Fazit und Ausblick

Die botanische Zusammensetzung beeinflusst weder die Eignung für Vergärung noch die für Verbrennung in eindeutiger Weise. Gräser wiesen höhere spezifische Methanerträge, aber auch höhere Gehalte von Zellwandbestandteilen auf. Durch geringere Asche- und N-Gehalte von Gräsern lassen diese bei der Verbrennung geringere NO_x - und Staubemissionen erwarten; ihr höheres K/Ca-Verhältnis führt jedoch zu einem ungünstigeren Ascheschmelzverhalten. Zwischen Juni und August verschlechterte sich die Eignung für Vergärung durch steigende ADF- und NDF-Gehalte und sinkenden spezifischen Methanertrag. Die Verbrennungseignung verbesserte sich im selben Zeitraum, allerdings nur in Bezug auf das Ascheschmelzverhalten, nicht hinsichtlich der zu erwartenden NO_x - und Staubemissionen.

Extensivgrünland-Aufwüchse stellen auch zum jeweils optimalen Schnitzeitpunkt für beide Konversionsverfahren schwierige Substrate dar. Für die Vergärung sind technische Probleme aufgrund hoher Gehalte von Zellwandbestandteilen, für die Verbrennung vor allem NO_x - und Staubemissionen begrenzend. Zur Verwertung dieser Aufwüchse werden deshalb in beiden Fällen Anlagen mit speziellen technischen Anpassungen benötigt. Obwohl also mit zunehmendem Alter des Erstaufwuchses die Vergärungseignung ab- und die Verbrennungseignung zunimmt, ist davon auszugehen, dass in vielen Fällen unabhängig vom Schnitzeitpunkt das lokale Vorhandensein angepasster Anlagen darüber entscheiden wird, welcher der beiden Verwertungsrichtungen Extensivgrünland-Aufwüchse aus der Landschaftspflege zugeführt werden.

Literatur

- [1] Prochnow, A.; Heiermann, M.; Plöchl, M.; Linke, B.; Idler, C.; Amon, T.; Hobbs, P. J.: Bioenergy from permanent grassland - A review: 1. Biogas; *Bioresource Technology*, Bd. 100 (2009), Nr. 1, S. 4931-4944
- [2] Obernberger, I.; Brunner, T.; Bärnthaler, G.: Chemical properties of solid biofuels – significance and impact; *Biomass and Bioenergy*, Bd. 30 (2006), Nr. 11, S. 973-982
- [3] Whitehead, D. C.: *Nutrient elements in grassland: soil-plant-animal relationships*; CAB International, Wallingford, UK, 2000
- [4] Oechsner, H.: Möglichkeiten zur energetischen Verwertung von Landschaftspflegeheu; *Natur und Landschaft*, Bd. 80 (2005), Nr. 9/10, S. 426-429
- [5] Tonn, B.; Thumm, U.; Claupein, W.: Semi-natural grassland biomass for combustion: influence of botanical composition, harvest date and site conditions on fuel composition; *Grass and forage science*, Bd. 65, Nr. 4, S. 383-397
- [6] Spiekers, H.; Nußbaum, H.; Potthast, V.: *Erfolgreiche Milchviehfütterung*, 5. erw. u. akt. Aufl.; DLG-Verlag, Frankfurt a. Main, 2009
- [7] KTBL, ATB (Hrsg.): *Energiepflanzen: Daten für die Planung des Energiepflanzenanbaus*; KTBL, Darmstadt, 2006
- [8] Prochnow, A.; Heiermann, M.; Drenckham, A.; Schelle H.: Biomethanisierung von Landschaftspflegeaufwuchs. Jahresverlauf der Biogaserträge; *Naturschutz und Landschaftsplanung*, Bd. 39 (2007), Nr. 1, S. 19-24