

Konferenz

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



**Energetische
Biomassenutzung**

Mikro-Biogas - Entwicklung übertragbarer Konzepte zur nachhaltigen Erschließung biogener Rest- und Abfallstoffe für die Mikro- Biogasproduktion in Gemeinden und Landkreisen

Autor(en): Dr. Daniel Pick

Zentrum für Erneuerbare Energien (ZEE), Universität Freiburg

Tennenbacherstraße 4, 79106 Freiburg

Tel.: 0761 – 203 3793

E-Mail: daniel.pick@zee.uni-freiburg.de

Schlagwörter: Grasartiges Restschnittgut, wirtschaftliches Potenzial, Wirtschaftlichkeitsberechnung, Akteursanalyse

Zusammenfassung:

Dezentrale Mikro-Biogaserzeugung in Gemeinden und Landkreisen

Ziel des Projekts Mikro-Biogas ist eine Erarbeitung übertragbarer Konzepte für Kommunen und Landkreise zur Nutzung von bisher ungenutztem Restschnittgut für die Biogaserzeugung. Grundlage hierfür soll eine konkrete Implementierung von einleitenden Maßnahmen für eine direkte Konzeptumsetzung sein. Untersuchungsgebiet ist ein ländlich geprägter Landkreis, mit hohem Viehbestand. Dort wurden zwei Varianten zur Bergung dezentralen Schnittguts und Verwertung des Biogases in einem zentralen BHKW mit Wärmeabnahme kalkuliert. Die Substratverfügbarkeit war hierbei eine wesentliche Eingangsfragestellung. Hier mussten im Laufe des Projekts große Abschlüsse hinsichtlich des zur Verfügung stehenden beziehungsweise auch erheblichen Potenzials im Verhältnis zum theoretischen Potenzial gemacht werden. Mit den höchsten Gaserträgen und auch in relevanten Mengen vorkommend hat sich der kommunal anfallende Grünschnitt erwiesen. Dessen Nutzung interessiert insbesondere die Kommunen, da sie hierfür Entsorgungskosten zahlen müssen, gleichzeitig ist er, da in der Verantwortlichkeit einer Hand liegend, gut organisierbar. Grundlage für die Konzeptbildung sind vier räumlich nah gelegene Gemeinden mit höchsten Aufkommen an kommunalem Grünschnitt im Untersuchungslandkreis und großem Interesse an einer geregelten Nutzung desselben.

Bezüglich der Klimaauswirkungen spart die Nutzung kommunalen Grünschnitts in den vier Projektgemeinden gegenüber dem herkömmlichen Strom- Wärmemix jährlich 200t CO₂ Äquivalente ein, auch gegenüber der Düngemittel intensiven Maisnutzung bedeutet kommunaler Grünschnitt einen Treibhausgas-Minderungseffekt.

Es zeigt sich aber, dass die vorhandenen Mengen kommunalen Grünschnitts (selbst in Kovergärung mit 2/3 Gewichtsanteilen an Wirtschaftsdünger) nicht ausreichend sind, um damit alleine, die spezifischen Investitionskosten pro kWh el. für eine Biogasanlage herein zu spielen.

Gefördert vom:

Wissenschaftlich

Koordiniert vom:

begleitet vom:



Da ein Hauptgrund des negativen Deckungsbeitrags in den zu hohen spezifischen Investitionskosten pro Kilowatt installierter Leistung liegt, müssten Erfolg versprechende Konzepte für diesen Landkreis, das Spektrum an Einsatzstoffen erweitern oder das Einzugsgebiet vergrößern. Da eine Vergrößerung des Einzugsgebiets große logistische und/ oder technische Herausforderungen bedeutet sowie der Ausnutzungsgrad des kommunalen Schnittguts voraussichtlich abnimmt, wird im weiteren Verlauf des Forschungsprojekts die kleinräumigere Alternative der Kovergärung mit Nawaros und Wirtschaftsdünger favorisiert werden.

Hintergrund

Verschiedene Studien zeigen, dass erhebliche Potentiale zur Nutzung von Biomasse-Reststoffen in Deutschland existieren, die jedoch erst wenig erschlossen sind [1], [2]. Bei den bisherigen Potentialabschätzungen wird die Nutzung von kommunalen Biomassereststoffen selten fokussiert. So gibt es erst wenige Studien zur systematischen Erschließung dieser Potentiale. Die Ursachen für die zurzeit geringe energetische Nutzung von Biomassereststoffen wie Landschaftspflegematerial oder kommunalem Grünschnitt sind oft vielfältiger Natur – ein Grund ist die mangelnde Rentabilität der Nutzung dezentraler Biomassemengen infolge von zu hohen Transportkosten im Verhältnis zu anfallenden Mengen. Hier will das Projekt „Mikro-Biogas“ ansetzen und derartige Potentiale mit angepassten Konzepten dezentraler Biogaserzeugung erschließen.

Das Projekt und seine Partner

Dabei werden in dem Partnerlandkreis Schwäbisch Hall in Baden-Württemberg – mit politischer Willenserklärung, sich komplett mit erneuerbaren Energien zu versorgen – exemplarisch konkrete und optimierte Nutzungskonzepte entwickelt. Das vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) geförderte Projekt wird in einem Forschungsverbund zwischen dem Zentrum für Erneuerbare Energien (ZEE) der Universität Freiburg und dem Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) Berlin durchgeführt. Zudem sind das Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim und der Landkreis Schwäbisch Hall durch das Energiezentrum der Wirtschaftsförderungsgesellschaft (WFG) des Landkreises beteiligt. Für den Landkreis werden dazu technische Konzepte erstellt, welche die Möglichkeiten der wirtschaftlichen Umwandlung verteilter Biomasse (Grünschnitt etc.) in einem oder mehreren dezentralen, kleinen Biogas-Fermentern mit Weiterleitung des Biogases zum Ort der Biogasnutzung aufzeigen. Als wichtige Erfolgsfaktoren für die spätere Umsetzung und Übertragbarkeit der Konzepte auf andere Kommunen werden die sozioökonomischen Bedingungen und Auswirkungen eines solchen Vorhabens untersucht, um frühzeitig eine dauerhafte Verankerung der Konzepte und spätere Realisierung gemeinsam mit den entsprechenden Akteuren sicherzustellen. Zudem werden ökologische Aspekte – Treibhausgase (THG) und Biodiversität – bei der Potentialerhebung, Konzepterstellung und Bewertung explizit mit einbezogen.

Potenzialerhebung

Durchgeführt wurde die Potenzialerhebung von Prof. Martin Dieterich der Universität Hohenheim. Das im Landkreis zur Verfügung stehende Potenzial wurde mit Mitteln der Fernerkundung aufgenommen. Ergänzt und abgeglichen sind die Werte mit Stichproben bezüglich Flächengröße und Biomasse per Trockenofen. Zusätzlich wurden durch mündliche Befragung der Bauhöfe die anfallenden Schnittgutmengen jeder einzelnen Kommune aufgenommen. Auf Grundlage dieser Ergebnisse sowie weiterer Faktoren wurde ein Projektgebiet von vier Gemeinden festgelegt. In diesen Gemeinden sind die Restschnittgutflächen begangen worden.

Die in Frage kommenden Mengen haben sich im Projektverlauf immer stärker auf die Fraktion kommunales Schnittgut eingeschränkt.

Weggefallene Potenziale:

- Holzartiges: Weggefallen ist zuerst holzartiges Schnittgut, da der Aufschluss ligninhaltiger Substanzen noch sehr aufwändig ist.
- Bioabfall: Ebenfalls weggefallen ist der Bioabfall der im Haushalt anfällt und vom Kreis kostenpflichtig entsorgt wird. Für diese Fraktion bestehen Abnahmeverträge bis zum Jahr 2015. Außerdem würde eine Nutzung dieser Fraktion sowohl die Einspeisevergütung für den Nawaro Bonus, als auch für den Landschaftspflegebonus ausschließen.
- Privatgärten: Das Restschnittgut aus Privatgärten frisch zu bergen bedeutet einen hohen logistischen Aufwand, den wir für ein Konzept als zu hoch erachtet haben. Auch sind die Mengen, die bisher auf den dem Landkreis eigenen Wertstoffhöfen anfallen gering.
- Vertragsnaturschutzflächen (LPR-Flächen): Für Vertragsnaturschutzflächen hat sich durch ein Gespräch mit der Geschäftsführerin des Landschaftserhaltungsverbandes ergeben, dass für Vertragsnaturschutzflächen schon über Jahre programmatisch eine Nutzung angestrebt wird. Erhebungstechnisch hätte dies bedeutet die momentane Flächennutzung auf ihre Sinnhaftigkeit mit jedem Nutzer einzeln zu diskutieren, um eine Konkurrenzsituation auszuschließen, die der Absicht des Projekts, nur ungenutzte Mengen einzuplanen widersprochen hätte. Dieser Aufwand war im Rahmen des Projekts für die 1900 LPR-Flächen nicht zu leisten. Schätzungen gehen von 1% nicht genutzter Flächen aus.
- „Aus der Nutzung genommene Flächen“: Ebenso ausgeschlossen auf Grund des hohen Aufwands jeden Landwirt einzeln zu befragen, wurde eine Erhebung bezüglich aus der Nutzung (vornehmlich für Milchproduktion) gefallener Flächen. Diese Flächen werden vermutlich zunehmen, ihre Erhebung gestaltet sich wahrscheinlich aber auch deshalb schwierig, weil sie Ängste wecken könnte, dass eine solche Klassifizierung den Flächenwert herab setzt.
- Straßenbegleitgrün: Das Potenzial an Straßenbegleitgrün wurde mit erhoben. Auf Grund der Schadstoffproblematik ist aber eine Gärrestnutzung problematisch und kollidiert mit der Düngemittelverordnung.

Eingeplante Fraktionen:

- Uferrandstreifen: Im Prinzip gelten für Uferrandstreifen die gleichen Probleme vielfältiger Nutzer und Besitzer, sowie zusätzlich das Handicap einer schlechten Befahrbarkeit. Aber im Projektgebiet ist ein Wasserverband tätig, der das Schnittgut abräumt und einer Gemeinde zum Entsorgen liefert, so dass diese Fraktion für die Konzepterstellung berücksichtigt wurde.
- Kommunale Grünflächen: Diese Flächen liegen in der Verantwortung der Kommune (also in einer Hand) und sind daher im Schnittzeitpunkt gut zu koordinieren. Da Kommunen nicht die Infrastruktur haben wie Landwirte das Schnittgut zu nutzen, müssen sie es teilweise kostenpflichtig entsorgen. Rasenschnitt hat im Vergleich zu Extensivflächen einen doppelt so hohen Gasertrag. Während wir für Straßenbegleitgrün und Uferrandstreifen ein Methanertrag von 135 cbm/ t o.TM angenommen haben, erzielt kommunaler Grünschnitt wenn es Rasenschnitt ist 200 - 400cbm/ t o.TM. Relevante Anlagen für diesen Flächentyp sind:
 - Friedhöfe
 - Sportflächen
 - Parkanlagen, Grünstreifen
 - Spielplätze
 - Schulen
 - Sportplätze, Golfplätze

Da das ursprünglich verfolgte Konzept einen Leitungstransport unaufbereiteten Biogases zu einem zentralen BHKW vorsah, wurde das Projektgebiet auf vier nahe beieinander liegende Gemeinden mit dem

höchsten Anfall an Restschnittgut im Untersuchungslandkreis festgelegt. Hier haben sich die Substratmengen von dem Wasserverband und der kommunale Grünschnitt zu einer Gesamtinputmenge silierten Materials für die konzipierte Biogasanlage von 900 t/ Jahr aufsummiert.

Technisches Konzept, Wirtschaftlichkeitsrechnung, Klimabilanz

Das technische Konzept und die Wirtschaftlichkeitsrechnung sowie die Klimabilanz sind vom Institut für Ökologische Sozialforschung (IÖW) Berlin ausgearbeitet worden.

Das ursprüngliche Konzept sah eine dezentrale Biogasproduktion in verschiedenen mit Gasbrennern beheizten Fermentern vor. Von dort sollte das Biogas zu einem zentralen BHKW mittels Mikro Biogasleitungen transportiert werden (der Begriff Mikro-Biogas rührt von unaufbereitetem, also lediglich entschwefeltem und entwässertem Biogas her). Erste Wirtschaftlichkeitsberechnungen haben jedoch gezeigt, dass die Kosten für das Gasnetz zu hoch für eine Umsetzung sind. Unter Berücksichtigung der Treibhausgasbilanz, die für einen alternativen Transport des Schnittguts mit Fahrzeugen statt mit dem Leitungsnetz keine nennenswerten negativen Auswirkungen zeigte, wurde das Konzept umgestellt. Berechnungen des geänderten Konzepts haben jedoch ebenfalls einen negativen Deckungsbeitrag ergeben. Die Biogasleitung (2,2 km) macht in einer sonst günstigen Konstellation, mit einem Landwirt und einem Wärmeabnehmer in kommunalem Besitz, die Hälfte der Investitionskosten aus.

Die Hauptursache für die negative Wirtschaftlichkeitsrechnung ist in den geringen Substratmengen kommunalen Grünschnitts zu sehen. Dadurch liegen die spezifischen Investitionskosten pro Kilowattstunde installierte elektrische Leistung bei 7000€.

Hier ist zu testen, ob andere Regionen vorteilhaftere Rahmenbedingungen bieten mit höherem Aufkommen.

Auch lassen sich größere Mengen durch ein größeres Einzugsgebiet erreichen oder durch ein Anlagenkonzept, das als Haupteinsatzmengen Nawaros und Wirtschaftsdünger verwendet.

Ein größeres Einzugsgebiet bedeutet jedoch einen exponentiell zunehmenden Aufwand in der Logistik, will man frischen Grünschnitt einbringen. Die Alternative wäre gelagerten Grünschnitt mit einer aufwändigeren Technik aufzuschließen, um entsprechende Gaserträge zu erreichen. Dies treibt jedoch die Investitionskosten in die Höhe. Es gibt bereits derartige Anlagen, die jedoch entsprechende Entsorgungsgebühren in die Kalkulation mit aufnehmen können.

Um höchste Bergungsraten an kommunalem Grünschnitt zu erreichen ist wahrscheinlich ein Mischmodell aus landwirtschaftlichen Substraten und kommunalem Grünschnitt Erfolg versprechender. Auch ist es für Einzelgemeinden in Kooperation mit Landwirten umsetzbar. Diese Alternative wird im Folgenden weiter betrachtet.

Akteursanalyse

Hauptakteure eines Nutzungskonzepts für kommunales Restschnittgut sind einerseits die Gemeindegliederten also die Bürgermeister, die als Anbieter fungieren und auf der anderen Seite stehen die Betreiber einer Vergärungsanlage als Abnehmer.

Eine Vereinfachung der Konstellation, in der die Kommune als Anlagenbetreiber auftritt bedeutet die Einstellung einer qualifizierten Fachkraft, die nur für große Anlagenkonzepte leistbar ist. Insbesondere der Betrieb einer Anlage die hauptsächlich mit landwirtschaftlichen Einsatzstoffen betrieben wird, macht in Verantwortung der kommunalen Hand wenig Sinn. Hinzu kommt, dass es für den Betrieb von landwirtschaftlichen Biogasanlagen erhebliche Vereinfachungen bezüglich der rechtlichen Auflagen gibt.

Nun sind die Interessenslagen und Handlungsspielräume von Anbieter, der Kommune und Abnehmer, dem landwirtschaftlicher Anlagenbetreiber asymmetrisch verteilt.

Kommunen:

Bei den Kommunen besteht ein echtes Interesse das Restschnittgut zu nutzen, da sie für die Substrate ansonsten Entsorgungskosten zahlen müssten. So sind die Gemeinden im Projektgebiet schon lange an Konzepten für eine geregelte Nutzung interessiert. Diese Problemlage verstärkt sich mit dem Rückgang

der Weidewirtschaft. So fehlen mehr und mehr Abnehmer für Restschnittgut, aber auch die Gerätschaften dieses zu mähen und zu bergen. Die Kommunen können nicht mehr allen anfallenden und in der Menge immer weiter wachsenden Grasschnitt irgendwo kompostieren, unterpflügen oder Landwirten als Einstreu zur Verfügung stellen.

Landwirtschaftlicher Anlagenbetreiber:

Ein Anlagenbetreiber verfolgt Gewinnaussichten, die im Verhältnis zu den eingesetzten Investitionen stehen. Die Wirtschaftlichkeitsrechnung auch unter günstigeren Rahmenbedingungen lassen jedoch erwarten, dass die Gewinnaussichten in den meisten Kommunen auf Grund der geringen verfügbaren Mengen, wenn überhaupt, minimal sind. Das bedeutet jedoch andererseits nicht, dass der zusätzliche Einsatz von Restschnittgut zu Nawaros und/ oder Wirtschaftsdünger unattraktiv ist.

Dies macht jedoch auch die Bedeutung klar, die kommunales Schnittgut bei der Anlagenplanung spielen kann. Er ist für einen landwirtschaftlichen Anlagenbetreiber ein willkommenes Zubrot, wenn die Anlage die technischen und rechtlichen Voraussetzungen dafür hat, aber keine Grundlage für eine Anlagenplanung.

In diesem Zusammenhang kann der Aufwand für eine Baugenehmigung nach Immissionsschutzrecht zum Einsatz von Abfallstoffen ein Haupthemmnis sein, kommunalen Grünschnitt in landwirtschaftliche Biogasanlagen einzubringen.

Gerade im rechtlichen Bereich läuft die aktuelle Notwendigkeit der Erzeugung von Energie aus Biomasse quer zu bestehenden Regelungen. Die angedachten Novellierungen vereinfachen dies nicht unbedingt.

- So befürchtet der Fachverband Biogas eine Erschwerung des Einsatzes von Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen auf Grund seiner Klassifizierung als Abfall [3]. Dies würde eine Kovergärungsvariante für kommunalen Grünschnitt unattraktiver machen.
- Auch die vorgesehene Aufhebung der Entbindung von der Behandlungs- und Untersuchungspflicht für Garten-, Park-, und Landschaftspflegeabfälle im neuen Entwurf der Bioabfallverordnung [4] könnte ebenfalls Kosten und Aufwand bedeuten, die die Erlöse durch eine Einbringung empfindlich schmälern.

Zusammen mit der Neuauflage des EEG 2012 gibt dies wenig Planungssicherheit für den einzelnen Landwirt hinsichtlich der Frage seine Biogasanlage technisch für einen Einsatz von Landschaftspflegegut auszurüsten.

Interessengegensätze

Dadurch, dass es keinen Marktpreis für Restschnittgut als Eingangssubstrat in Biogasanlagen gibt, ist die Pflege der kommunalen Grünflächen nicht an den Einsatz in Biogasanlagen angepasst. Interessengegensätze bestehen bei:

- Menge: solange die Kommune Grünschnitt wild entsorgen kann, wird sie die Mengen möglichst gering halten. Für den Landwirt lohnt sich der Aufwand aber erst ab größeren Mengen.
- Düngung: Extensive Flächen düngt die Kommune möglichst gar nicht, repräsentative Flächen hingegen zu oft. Ersteres bedeutet einen geringen Gasertrag, bei letzterem besteht die Gefahr gehemmter Methanbildungsaktivität durch giftige Stickstoffverbindungen.
- Schnitthäufigkeit: Auch hier gilt für die Kommune, extensive Flächen möglichst nur einmal schneiden und Repräsentationsflächen und Sportplätze eventuell wöchentlich. Einschüriger Grasschnitt ist jedoch für den Anlagenbetreiber zu verholzt. Bei wöchentlichem Schnitt hingegen lohnt der Transport zur Anlage unter den Bedingungen kleinerer ländlicher Gemeinden nicht.
- Logistik: Für die Kommune ist es am einfachsten zu handhaben solange zu mähen, bis ein Container voll ist. Der Landwirt benötigt das Material möglichst noch am selben Tag, ansonsten sind Gasverluste durch Gärung oder noch schlechter für die Anlage, Pilzbefall zu befürchten.

Wärmeabnehmer

Da es keinen Wärmeabnehmer gibt, der den Konsum an die Bereitstellung anpasst, sind die Vorgaben hier recht einfach. Neben der Wärmebereitstellung (zumeist als Grundlast) muss ein Spitzenlastkessel für Zeiten hohen Bedarfs bereitgestellt werden. Insofern kann jeder als Wärmekunde fungieren, aber auch hier bietet die Kommune, diesmal als Abnehmer, Vorteile, da sie zumeist einen großen Gebäudebestand, teilweise auch mit ganzjährigem Bedarf, wie z.B. Schwimmbäder zu versorgen hat. Aber auch Mehrfamilienhäuser Industriebetriebe oder ähnliches kommen in Betracht, besonders wenn sie auch im Sommer Bedarf an thermischer Energie haben.

Ausblick

Das Potenzial an grasartiges Schnittgut, das in die Verantwortung der Kommunen fällt, macht bundesweit betrachtet ca. 0.5% - 1.5% [5] des Potenzials für den Anbau Nachwachsender Rohstoffe für die Biogaserzeugung aus [6] (unter der Annahme, dass 10% der Agrarfläche für die Biogaserzeugung genutzt wird).

Dennoch ist eine Nutzung in Biogasanlagen im Interesse der Kommunen und des Klimaschutzes, wenn die Alternative kostenpflichtige Kompostierung heißt. Auch ist zu vermuten, dass die Konkurrenzfähigkeit von kommunalem Grünschnitt gegenüber beispielsweise Mais mit steigenden Energiekosten zunimmt.

Eine große Unbekannte stellt noch der Gasertrag kommunalen Grünschnitts dar. Abhängig von Düngung und Schnitthäufigkeit gibt es bisher nur valide Daten für landwirtschaftliches Dauergrünland. Einen genauen Kennwert zu bekommen ist ein Anliegen, das eventuell Gasertragstests notwendig macht. Bisher wird eine Schwankungsbreite von 200 – 400 cbm Methan/ t o.TM angenommen [7], [8].

Im weiteren Projektverlauf werden die im Untersuchungslandkreis und im Projektgebiet vorgefundenen Rahmenbedingungen mit denen anderer Regionen verglichen werden. So gibt es durchaus Gemeinden, die das zwanzigfache Aufkommen an kommunalem Grünschnitt haben, als die im Projektgebiet vorgefundenen. Auch sind die Möglichkeiten und Notwendigkeiten der Kovergärung mit dem Schnittgut von Vertrags-Naturschutzflächen in manchen Regionen Erfolg versprechender. Eine weitere Entwicklung, die zukünftige Konzepte einer Restschnittgutnutzung berücksichtigen müssen, sind die durch den Rückgang der Milchproduktion aus der Nutzung fallenden Flächen, die in Baden Württemberg bis 2015 an die 25% [9] des Grünlands ausmachen werden.

Es ist eine Absicht des Projekts, Kommunen einen Leitfaden an die Hand zu geben, wie sie ihr Aufkommen an Schnittgut aus der Landschaftspflege gewinnbringender oder weniger kostenintensiv sowie klimagerecht nutzen können.

Literatur:

[1] Aretz, A., Hirschl, B. (2007): Biomassepotenziale in Deutschland-Übersicht maßgeblicher Studienergebnisse und Gegenüberstellung der Methoden. Dendrom-Diskussionspapier Nr. 1. März 2007

[2] Leible, L., Kälber, S. (2006): Energetische Nutzung fester biogener Reststoffe, Informationen zur Raumentwicklung Heft 1/2.2006

[3] Fachverband Biogas: Neues Kreislaufwirtschaftsgesetz gefährdet die Güllevergärung in Deutschland; (Zugegriffen 24.2.2011 auf:

[http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_PM_24_10/\\$file/10-09-13_PM_lfat_final.pdf](http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_PM_24_10/$file/10-09-13_PM_lfat_final.pdf)

[4] Entwurf der Verordnung zur Änderung der Bioabfallverordnung und der Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsverordnung, Anhang 1 Nr.1 (20 02 01), Spalte 3; (Zugegriffen 24.2.2011 auf:

<http://www.bmu.de/abfallwirtschaft/abfallrecht/national/doc/40696.php>

[5] SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen: Klimaschutz durch Biomasse; (Zugegriffen 23.2.2011 auf:

http://www.zfk.de/cms/Infothek/Umwelt_Klimapolitik/Umwelt_Klimapolitik/SG_Biomasse_2007.pdf
in den 0,9% sind sowohl kommunaler Grünschnitt als auch derjenige aus Privatgärten enthalten

[6] Köttner, M.: Perspektiven und Grenzen der Biogastechnologie, Vortrag Biogasmesse Offenburg 2009

[7] Thumm, U., Böhm, C., Tonn, B., Schulz, H., Claupein, W: Die energetische Verwertung des Schnittguts von Golfanlagen; (Zugegriffen 24.2.2011 auf: <https://www.uni-hohenheim.de/rasenfachstelle/pdf/aprojekt/Energetische%20Verwertung%20des%20Schnittguts%20von%20Golfanlagen.pdf>

[8] Prochnow, A., Heiermann, M., Idler, C., Linke, B., Mähner, P., Plöchl, M: Biogas von Grünland; (Zugegriffen 24.2.2011 auf: <http://www.atb-potsdam.de/Hauptseite-deutsch/Institut/Abteilungen/Abt2/Mitarbeiter/aprochnow/Publikationen/atb%202007%20biogas%20vom%20gr%C3%BCnland%20%20potenziale%20und%20ertr%C3%A4ge.pdf>

[9] Rösch, C.: Nachhaltiges Flächenmanagement in Baden-Württemberg: Wie mit einem Grünland-Überschuss umgehen? (Zugegriffen 24.2.2011 auf:

<http://www.bionet-online.de/bionet-symposien/bionet-symposien.html>