



Grünlandenergie

**Praxishinweise für die Entwicklung von Gras
und Schilf basierten Nutzungskonzepten zur
Energiegewinnung**



**Energetische
Biomassenutzung**



Energetische Biomassenutzung

Schriftenreihe des BMU-Förderprogramms
„Energetische Biomassenutzung“

BAND 10

Grünlandenergie

Praxishinweise für die Entwicklung von Gras und Schilf basierten
Nutzungskonzepten zur Energiegewinnung

Herausgegeben von Daniela Thrän, Diana Pfeiffer, Philipp Sauter

Autoren

Philipp Sauter
Sven Schicketanz
Frank Döhling
Andreas Pilz
Matthias Plöchl
Yulia Lochmann

Gefördert vom



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

Ein Förderprogramm der



DIE BMU
KLIMASCHUTZ-
INITIATIVE

Koordiniert vom



Wissenschaftlich
begleitet vom



Impressum

Herausgeber

Daniela Thrän, Diana Pfeiffer, Philipp Sauter

Kontakt

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116, D-04347 Leipzig
Telefon: +49 (0)341 2434-554
Telefax: +49 (0)341 2434-133
E-Mail: diana.pfeiffer@dbfz.de
www.energetische-biomassenutzung.de

Geschäftsführung

Wissenschaftlicher Geschäftsführer:
Prof. Dr. mont. Michael Nelles
Administrativer Geschäftsführer:
Dipl.-Kfm. (FH) LL.M. Daniel Mayer

Redaktion

Programmbegleitung des BMU-Förderprogramms
„Energetische Biomassenutzung“, www.energetische-biomassenutzung.de

Fotos

Umschlag vorn: S. Schicketanz, S. Schicketanz, DBFZ, Rolf van Melis/pixelio.de
Umschlag hinten: Lehmann Maschinenbau GmbH, W. Peters, A. Gröber/DBFZ, S. Schicketanz
Alle anderen Urheber sind am Bild verzeichnet.

Layout & Herstellung

Steffen Kronberg
Angela Gröber

Druck

Osiris-Druck, Leipzig

Förderung

Erstellt mit finanziellen Mitteln des Bundesministeriums
für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin (BMU)

ISSN 2192-1806

© Copyright: Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Druckerzeugnisses darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers vervielfältigt oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot fällt insbesondere auch die gewerbliche Vervielfältigung per Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und die Vervielfältigung auf anderen digitalen Datenträgern.

Alle Rechte vorbehalten.

© DBFZ 2013

Inhaltsverzeichnis

Grußwort	7
Wichtiges im Überblick	8
Energie aus Gras & Schilf – Neue Nutzungsmöglichkeiten für altbekannte Substrate	10
Übertragbare Analysemethoden zur Potenzialerschaffung nutzen	11
Flexible Analysemethoden anpassen und anwenden	11
Ergebnisunsicherheiten einkalkulieren	12
Regionaler Wärme- und Strombedarf	13
Biogasanlage oder Heizwerk? – Je nach Standort die Wahl des richtigen Nutzungskonzepts	15
Die Einsatzstoffqualität	15
Die Einsatzstoffverfügbarkeit	15
Die Wärmenutzung	17
Infrastrukturelle Voraussetzungen	18
Technik nach Maß	19
Aufbereitungstechnik für Biogasanlagen	19
Aufbereitungstechnik für Heizkessel	25
Heizwerktechnik	28
Ökonomie und Ökologie von Beispielkonzepten	30
Biogasanlagenkonzepte	30
Heizwerkkonzepte	34
Das Projektteam	39
Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ)	40
Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V. (ATB)	40
Bosch & Partner GmbH	40
Literatur	41
Datenquelle	42

Grußwort

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

eine der großen Herausforderungen, die es in diesem Jahrhundert zu meistern gilt, ist die gezielte Bereitstellung von nachhaltig erzeugter Energie.

Die Bundesregierung verfolgt das Ziel, bis zum Jahr 2020 den Anteil erneuerbarer Energieträger an der Wärmeerzeugung auf 14 % und an der Stromerzeugung auf 35 % zu steigern. Dabei soll die Energieerzeugung auf ökonomische, soziale, und ökologische Weise nachhaltig erfolgen. Dieses gilt in besonderem Maße für die Bioenergienutzung. Vor diesem Hintergrund hat das Bundesumweltministerium das Programm über die „Förderung von Forschung und Entwicklung zur klimaeffizienten Optimierung der energetischen Biomassenutzung“ aufgelegt, durch das die Entwicklung innovativer Bioenergiekonzepte unterstützt wird.

In diesem Programm wurde das Forschungsprojekt „Grünlandenergie Havelland“ (FKZ: O3KB035) gefördert. Untersucht wurde die Eignung von Gras und anderem Halmgut aus der Landschaftspflege zur Wärme- und Stromerzeugung. Die Stärken der Biomassenutzung zeigen sich in diesem Projekt besonders klar: Die Energieerzeugung ist in einen regionalen Kontext eingebettet. Strom und Wärme können bedarfsgerecht bereitgestellt werden. Durch die Verwertung von Landschaftspflegematerial wird die Nutzungskonkurrenz zur Nahrungsmittelerzeugung vermieden.

Mit der Nutzung der hier untersuchten Reststoffe sehe ich eine vielversprechende Möglichkeit unter gegebenen Nachhaltigkeitsanforderungen zu einer alternativen Energieerzeugung beizutragen. Sie basiert auf heimischen, nachwachsenden Ressourcen und erzeugt darüber hinaus Synergien zwischen Klimaschutz- und Naturschutzzielen.

Ich wünsche Ihnen daher viele neue Erkenntnisse beim Lesen dieses Leitfadens „Grünlandenergie – Praxishinweise für die Entwicklung von Gras und Schilf basierten Nutzungskonzepten zur Energiegewinnung“ und freue mich über eine erfolgreiche Umsetzung der dargestellten Konzepte.

Ihre Katherina Reiche

Parlamentarische Staatssekretärin

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit



Foto: BMU



Foto: S. Schickedanz, Bosch & Partner GmbH

Wichtiges im Überblick

Energie aus Gras und Schilf - neue Nutzungsmöglichkeiten für altbekannte Substrate

Gras und Schilf verbleiben vielfach ungenutzt auf der Fläche. Gleichzeitig gibt es Möglichkeiten diese energetisch zu nutzen. Entsprechende Bewirtschaftungsmaßnahmen werden zum Teil finanziell gefördert, was häufig eine kostengünstige Bereitstellung ermöglicht. Die Nutzung von Gras kann einen wesentlichen Beitrag zur Einsatzstoffbereitstellung von Biogasanlagen leisten oder alternativ kann Gras in Form von Heu, ggf. nach vorheriger Pelletierung, als Brennstoff in Heizwerken eingesetzt werden. Für Landwirte, Anlagenbetreiber sowie weitere Unternehmen entlang der Bereitstellungskette können sich somit neue Geschäftsfelder eröffnen.

Übertragbare Analyseverfahren zur Potenzialerschließung nutzen

Wer Nutzungskonzepte für Gras und Schilf auf den Weg bringen möchte, benötigt Kenntnisse über die verfügbare Menge, Qualität und räumliche Verteilung der entsprechenden Biomassesortimente. Dabei gilt es die Unsicherheiten bei der Potenzialanalyse von Beginn an einzukalkulieren.

Regionaler Wärme- und Strombedarf vorhanden

Bei der Energieerzeugung aus Biomasse muss auch von Anfang an die Nutzung der erzeugten Wärme und des erzeugten Stroms in die Planung einbezogen werden. Hierfür werden vor allem die Wärmenutzer in der Anlagenumgebung identifiziert und deren Wärmebedarf berechnet.

Biogasanlage oder Heizwerk? - Je nach Standort die Wahl des richtigen Nutzungskonzepts

Für die Wahl des richtigen Nutzungskonzepts muss zunächst in Abhängigkeit der bestehenden Voraussetzungen einer der beiden Verwertungspfade Biogas oder Verbrennung ausgewählt werden. Erstes wesentliches Kriterium stellt dabei die Qualität und Menge des verfügbaren Grün-guts dar. Weiterhin ist die Wärmenutzung ein wesentlicher Einflussfaktor für die Leistungsgröße der Anlage und hat je nach Art (Grundlast/Spitzenlast) auch Einfluss auf die Wahl der Nutzungskonzepte.

Technische und ökonomische Lösungen nach Maß

Für Biogasanlagen gilt Gras als grundsätzlich möglicher Einsatzstoff. Allerdings bestehen hierbei je nach technischem Konzept Mengeneingrenzungen. Kleine Mengen lassen sich gut in bestehenden Biogasanlagen als Co-Substrat einsetzen. Bei größerem Mengenbedarf es technischer Anpassungen.

Auch Heupellets sind feuerungstechnisch prinzipiell geeignet für kleine Heuheizwerke, können aber aufgrund derzeit geltender Emissionsbestimmungen in Anlagen < 100 kW_{FWL} nicht eingesetzt werden. Für die Nutzung von Heu eignen sich derzeit vor allem Heuballenheizwerke, wozu etablierte Technologien am Markt verfügbar sind.

Ökonomie und Ökologie von Beispielkonzepten

Die Beimischung von Gras in Biogasanlagen kann deutliche wirtschaftliche Vorteile gegenüber der Nutzung von Maissilage erbringen. Dies ist jedoch abhängig von der Höhe der Flächenprämie für Grünland sowie der anlagenspezifischen Versorgungssituation bei Maissilage und ähnlichen Einsatzstoffen. Biogasanlagen mit ausschließlichem Graseinsatz können ebenfalls Gewinne erzielt werden.

Bei Heupelleteheizwerken im Leistungsbereich (100-150 kW_{th}) in Kombination mit einem Spitzenlastkessel können deutliche wirtschaftliche Vorteile gegenüber einem Holzpellet- oder Ölkessel bestehen. Heuballenheizwerke weisen vergleichbare Wärmegestehungskosten wie Hackschnitzelheizwerke auf, können aber je nach lokaler Preis- und Mengensituation bei den jeweiligen Einsatzstoffen Vorteile aufweisen.

Energie aus Gras und Schilf - Neue Nutzungsmöglichkeiten für altbekannte Substrate

Energieerzeugung aus Biomasse ist von zunehmender Bedeutung für die bedarfsgerechte Bereitstellung von Wärme und Strom in Deutschland. Dabei muss deren Bereitstellung nachhaltig erfolgen. Um Nutzungskonkurrenzen zur Nahrungsmittelerzeugung sowie ökologisch negative Auswirkungen bei der Biomassebereitstellung zu vermeiden, können Reststoffe zur Energieerzeugung verwendet werden. In diesem Zusammenhang bietet sich anfallendes Gras und Schilf von extensiv bewirtschafteten Flächen, Naturschutz- und Biotopgebieten sowie aus der Gewässerpflege an. Diese Biomassesortimente werden vielfach nicht genutzt und sind in vielen Gebieten Deutschlands reichlich verfügbar.

Im Projekt „Grünlandenergie Havelland“ wurde daher untersucht welche Nutzungsmöglichkeiten zur Energieerzeugung aus Gras und Schilf bestehen. Dafür wurden komplette Nutzungsketten – vom Grünland bis zur Biogasanlage/zum Biomasseheizwerk – aufgestellt für das Untersuchungsgebiet Havelland und anhand ökologischer und wirtschaftlicher Faktoren bewertet. Diese Praxishinweise basieren auf Praxisgesprächen, technischen Analysen und modellhaften Konzepten in der Region Havelland. Die hier dargestellten, beispielhaften Nutzungskonzepte wurden bewusst so gewählt, dass sie sich auch auf andere grünlandreiche Gebiete übertragen lassen. Landwirte, Anlagenhersteller und -betreiber haben die Umsetzbarkeit der Konzepte diskutiert. Die Ergebnisse dieser Diskussionen wurden zur Verbesserung und bei der anschließenden Bewertung der Nutzungskonzepte einbezogen.

Bei einer energetischen Nutzung von Gras und Schilf ergeben sich attraktive Möglichkeiten für Unternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette. So können beispielsweise Biogasanlagenbetreiber ihre bestehenden Anlagen auf eine erweiterte Grasnutzung umrüsten und sich dadurch ein zweites Standbein bei der Einsatzstoffbeschaffung aufbauen. Des Weiteren kann die Bereitstellung und Nutzung von Heu als Energieträger bei Landwirtschaftsbetrieben, Lohnunternehmen, Anlagenhersteller sowie bei Projektentwicklern und lokalen Energieversorgungsunternehmen zu neuen Geschäftsbereichen führen. Dabei werden entsprechende energetische Nutzungskonzepte aufgrund der gleichzeitigen Erfüllung von Naturschutzzielen finanziell durch Flächenprämien und weitere Maßnahmen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz gefördert.

Die energetische Nutzung von Gras und Schilf stellt also vor allem für die Betriebe in grünlandreichen Regionen ein wirtschaftliches Potenzial mit Synergien zu Naturschutzmaßnahmen dar.

Aktuelle Informationen...

... zur Förderung von Grünland sowie der Stromerzeugung in Biogasanlagen finden sich u.a. beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) online unter:

http://www.bmelv.de/DE/Landwirtschaft/Foerderung-Agrarsozialpolitik/Direktzahlungen/direktzahlungen_node.html;jsessionid=F5B128440167F19B05FDB5AA0124637B.2_cid296
http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/EEG-Novelle.pdf?__blob=publicationFile

Übertragbare Analysemethoden zur Potenzialerfassung nutzen

Ausgangspunkt für tragfähige Konzepte zur energetischen Nutzung von überschüssigem Gras und Schilf sind detaillierte Kenntnisse über deren verfügbare Mengen, Qualitäten und ihre räumliche Verteilung. (vgl. Tabelle 1) Diese Parameter beeinflussen die Art (Heizwerk oder Biogasanlage) und die Größe der Anlagen, Einzugsradien sowie die Bereitstellungslogistik und letztlich die wirtschaftliche Auslastung der Bioenergieanlagen.

Tabelle 1: Entscheidende Parameter zur Bestimmung von Biomassepotenzialen und deren Bedeutung für das Nutzungskonzept, Quelle: Bosch & Partner

Parameter	Bedeutung für das Nutzungskonzept
Biomasseertrag Biomasseverluste Nutzungskonkurrenzen	Rohstoffpotenzial für die energetische Verwertung Dimensionierung der Anlage Erzeugbare Energie
Qualität der Biomasse	Wahl der Verwertungsoption: Heizwerk oder Biogasanlage? (Bestimmt den Gasertrag und Heizwert) Belastung der Technik (Ausfallrisiko)
Räumliche Verteilung der Biomasse	Wirtschaftlichkeit: Transportentfernungen Besondere Ernteanforderungen aufgrund von Hanglagen oder hohem Vernässungsgrad innerhalb der Gebiete

Flexible Analysemethode anpassen und anwenden

Die im Rahmen des Projektes „Grünlandenergie Havelland“ entwickelte und modellhaft angewendete Analysemethode bietet praktikable Lösungen zur Abschätzung von Biomassepotenzialen. Sie erlaubt eine räumlich detaillierte Abbildung der häufig kleinräumigen Aufkommen und heterogenen Qualitäten von Gras und Schilf als Biomassesubstrat. Der Analyseprozess ist je nach untersuchter Substratquelle (extensives Grünland, Gewässerrand oder besonderes Biotop) entsprechend anzupassen. Dabei sollten alle vorhandenen Informationen und Datengrundlagen in das Grundgerüst der Methode eingebunden werden, die für das Untersuchungsgebiet verfügbar sind.

Empfehlenswert ist dabei, neben der Auswertung regionaler Geodaten und Statistiken, auch regionales Expertenwissen abzufragen. Wichtige Quellen für Informationen und Daten sind Landwirtschaftsämter (Daten des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems) und



Untere Naturschutzbehörden (Vertragsnaturschutz), Landwirte und ggf. weitere Experten vor Ort besitzen zumeist umfangreiche regionale Erfahrungswerte zur Bestimmung der Potenziale.

Landwirte können die Potenziale ihrer eigenen Flächen abschätzen. Die Detailanalyse erfolgt in Verbindung mit statistischen und räumlichen Daten unter Anwendung eines geographischen Informationssystems (GIS).

Für eine GIS-gestützte Analyse der räumlichen Verteilung, ist es empfehlenswert qualifizierte Gutachter (GIS-Spezialisten aus der Landschaftsplanung und der Agrarwissenschaft) zur Auswertung der relevanten Parameter Menge, Qualität und räumliche Lage heranzuziehen.

Die Potenzialermittlung erfolgt in zwei Schritten (vgl. Abbildung 1). Zuerst werden zur Bestimmung des theoretischen Potenzials der Flächenertrag, die räumliche Lage und die Qualität der Biomasse abgeschätzt. Im zweiten Schritt erfolgt die Berechnung des technischen Potenzials. Je nach Verwertungspfad (Biogas oder Verbrennung) werden hierzu nur die Flächen einbezogen, welche die nötigen Voraussetzungen bei der Biomassequalität und der Logistik erfüllen.

Mittels einer „Hotspotanalyse“ können weiterführend Gebiete mit hohem und konzentriertem Aufkommen hervorgehoben werden, die sich für die Entwicklung von Konzepten zur energetischen Nutzung besonders anbieten. Eine ausführliche Beschreibung der Methode befindet sich im Gesamtbericht „Grünlandenergie Havelland“.

Ergebnisunsicherheiten einkalkulieren

Potenzialanalysen von Reststoffbiomassen unterliegen stets verschiedenen Unsicherheiten. Um Fehleinschätzungen entgegenzuwirken, wird empfohlen, die Schwankungsbreiten der Einflussfaktoren grundsätzlich sehr vorsichtig auszulegen und beispielsweise eher geringere Biomasseerträge heranzuziehen.

Für weiterführende Informationen...

...zur Bereitstellung von Gras für die Biogaserzeugung empfehlen wir das DLG-Merkblatt 386 „Biogas aus Gras“. Beim DLG e.V. (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.) oder online unter:

http://statictypo3.dlg.org/fileadmin/downloads/merkblaetter/dlg-merkblatt_386.pdf

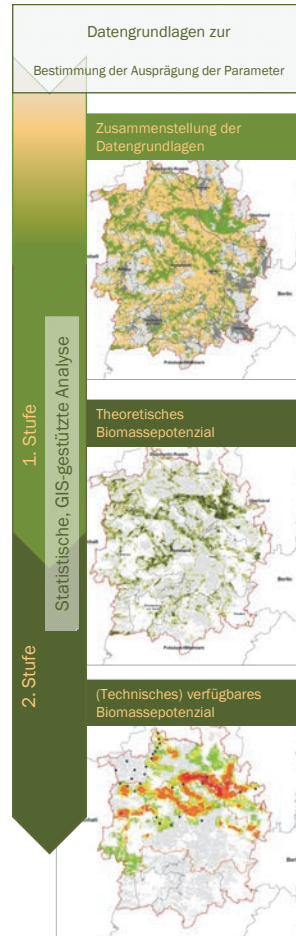


Abbildung 1: Schaubild der Analysestufen und Ergebnisaufbereitung, Quelle: Bosch & Partner



Foto: Bernd Eisner/pixello.de

Regionaler Wärme- und Strombedarf vorhanden

Gras und Schilf können bei einer energetischen Verwendung aus technischen Gründen gut für die Wärme- und Stromerzeugung eingesetzt werden. Die Wärmeerzeugung muss dabei auf den Wärmenutzer angepasst sein. Für Biomasseanlagen geeignet sind beispielsweise Betriebe und Siedlungen. Entsprechende Wärmenutzer sind vor allem in Ballungsräumen, aber auch häufig in ländlichen Gebieten hinreichend vorzufinden. Für die Identifikation entsprechender Wärmenutzer, vor allem Gewerbe- und Industriebetriebe eignen sich Internet-suchmaschinen. Haushalte lassen sich gut über öffentlich verfügbare Regionalstatistiken der Landes- und Bundesämter erfassen. Zusätzlich bedarf es aber auch guter Ortskenntnisse und einiger Gespräche vor Ort, um die Teilnahmebereitschaft an einem Wärmeversorgungskonzept zu ermitteln. Der Wärmebedarf der identifizierten Wärmenutzer kann anhand von branchenspezifischen Kennwerten annähernd berechnet werden. Kennwerte und weitere Erläuterungen dazu finden sich im Endbericht „Grünlandenergie Havelland“ (Sauter et al. 2013).

Neben dem Wärmebedarf sind auch genauere Informationen zur Wärmenutzung nötig. Wesentliche Parameter hierfür sind:

- Jahres- und Tagesverlauf der Wärmenutzung, sog. Lastkurven (gleichmäßiger Wärmebedarf oder ausgeprägte Schwankungen)
- Temperaturniveau (Prozessdampf, Brauchwasser, Raumwärme)
- Infrastruktur (Nah- und Fernwärmenetz, bereits bestehende Biomasseanlagen etc.)

Die Lastkurven, vor allem die Jahreslastkurven, sind essentiell für die Auslegung einer Bioenergieanlage. Optimalerweise sollte ein über das Jahr hinweg gleichmäßiger Wärmebedarf bestehen, um eine optimale Auslastung der Anlage zu gewährleisten. Diese Bedingungen finden sich jedoch nur selten in der Praxis wieder. In Fällen starker Lastschwankungen kann der Grundbedarf über eine Biomasseanlage gedeckt werden, während die Lastspitzen über einen fossil befeuerten Spitzenlastkessel bedient werden. Beispielhaft für eine entsprechende Planung ist Abbildung 2 zu entnehmen. Für die richtige Auslegung einer Anlage sollte der Hersteller oder ein Projektentwickler intensiv in die Planung einbezogen werden. In dieser Planungsphase müssen bereits detaillierte Daten zur Wärmenutzung vorliegen.

Weiterhin von großer Relevanz ist das Temperaturniveau. Für die Prozessdampfbereitstellung bei Industrie- und Gewerbebetrieben eignen sich meist nur Heizwerke. Wärme mit ausreichender Temperatur für Raumwärme oder Brauchwasser können sowohl durch Biogasanlagen als auch durch Heizwerke bereitgestellt werden.

Sofern die thermische Leistung einer Biomasseanlage den Wärmebedarf der betrachteten Wärmenutzer übersteigt, kann sich ein Nah- oder Fernwärmenetz empfehlen, um weitere Abnehmer mit Wärme zu versorgen und die Anlage gleichzeitig besser auszulasten. Sind entsprechende Wärmenetze oder spezifische Förderprogramme zu deren Installation bereits vorhanden, bringt dies deutliche wirtschaftliche Vorteile mit sich.



Foto: A. Gröber, DBFZ

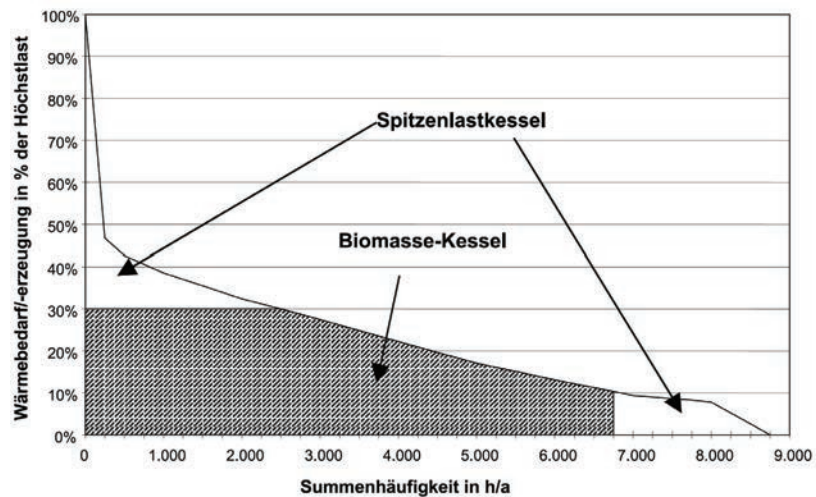


Abbildung 2: Schematische Darstellung einer Jahresdauerlinie mit Aufteilung der Wärmeerzeugung in die Grundlast- und Spitzenlastwärmeerzeugung, Quelle: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. 2005, „Leitfaden Bioenergie“ S. 131.

Für weitere Informationen...

... zur Planung der Nahwärmenutzung empfehlen wir den Leitfaden Nahwärme des Fraunhofer Instituts

UMSICHT, online unter: <http://www.umsicht.de>:

http://www.umsicht.fraunhofer.de/content/dam/umsicht/de/documents/infomaterial/OE800/leitfaden_nahwaerme_komplett.pdf

Biogasanlage oder Heizwerk? – Je nach Standort die Wahl des richtigen Nutzungskonzepts

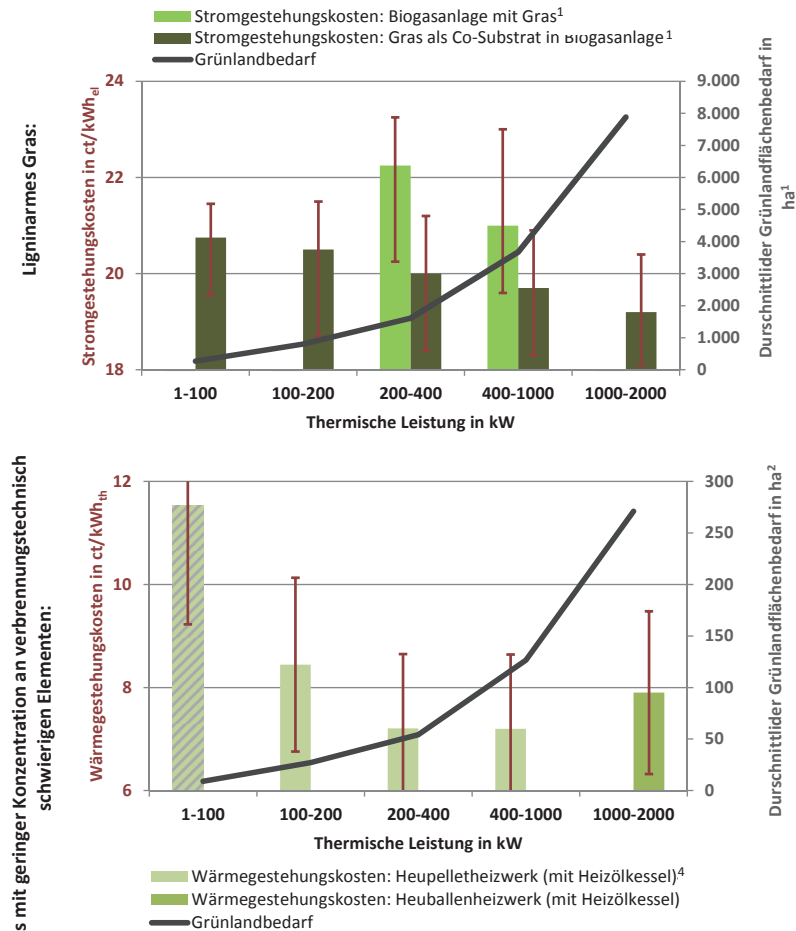
Bei der Planung eines passenden Nutzungskonzepts müssen immer die konkreten Bedingungen vor Ort einbezogen werden. Hierzu wird nachfolgend und in Abbildung 3 eine Übersicht gegeben, unter welchen prinzipiellen Bedingungen sich welche Nutzungskonzepte eignen können.

Die Einsatzstoffqualität

Bei der Entwicklung von geeigneten Nutzungskonzepten muss zunächst nach der Einsatzstoffqualität unterschieden werden. Dabei kann es bereits zur Festlegung auf die Konversionstechnologien Heizwerk oder Biogasanlage kommen. Gras mit hohem Ligningehalt und Schilf mit relativ niedrigen Konzentrationen von verbrennungstechnisch schwierigen Elementen wie K, Cl, und N eignet sich eher für die Nutzung in Heizwerken, während sich ligninarmes Gras eher in Biogasanlagen nutzen lässt. Gerade bei extensiven Grünlandflächen bestehen häufig Auflagen zum Mahdzeitraum. Dementsprechend spät geschnittenes Gras verfügt über vergleichsweise hohe Ligningehalte. Früh gemähtes Gras hingegen ist reich an Rohprotein, Rohfett und Zucker und wird daher für den Einsatz in Biogasanlagen empfohlen. Nach Einschätzung des derzeitigen Stands der Technik muss daher eine Festlegung auf die grundsätzlichen Konversionspfade „Biogas“ und/oder „Verbrennung“ in Abhängigkeit der Substratqualität, vor allem bei sehr hohen Lignin- beziehungsweise Konzentrationen von verbrennungstechnisch schwierigen Elementen erfolgen. Es gilt hierbei zu beachten, dass ein Übergangsbereich zwischen den Substratqualitäten „nährstoffarm“ und „ligninarm“ gibt, bei denen sich die Einsatzstoffe sowohl für den Verbrennungs- als auch für den Fermentationsprozess eignen.

Die Einsatzstoffverfügbarkeit

Ein weiteres Entscheidungskriterium hinsichtlich der Ausgestaltung eines Nutzungskonzepts ist die Einsatzstoffverfügbarkeit – hier als **Flächenbedarf an Grünland** bezeichnet. Bei der Nutzung von Gras in der Biogasanlage ist neben der Erzeugung von Wärme vor allem die Erzeugung von Strom vorgesehen. Hingegen wurde bei den hier betrachteten Nutzungskonzepten mit Verbrennungsanlagen nur die Wärmeerzeugung berücksichtigt. Bei der gekoppelten Wärme und Stromerzeugung in Biogasanlagen sind der Einsatzstoffbedarf und dadurch auch der Grünlandflächenbedarf deutlich höher als bei der ausschließlichen Erzeugung von Wärme in Heuheizwerken bei gleicher thermischer Leistung. Die Einsatzstoffverfügbarkeit kann, sofern nicht ausreichend vorhanden, zum Ausschluss des Nutzungskonzepts „Biogasanlage mit Gras“ führen. Bei geringer Verfügbarkeit ergeben sich noch die Optionen der Nutzung in Heuheizwerken oder als Co-Substrat in bestehenden Biogasanlagen.



¹ Berechnung des Flächenbedarfs für BGA auf 100 % Gras-Basis anhand folgender Angaben: Nutzungsgrad thermisch 37 %, 7.500 jährliche Vollbenutzungsstunden, Heizwert von Methan 10 kWh/m³, Methangehalt im Biogas 52 %, Biogasausbeute von Gras 480 m³/t TM, Grünlandertrag 1,9 t TM/a bei einem Schnitt, 30 % Ernte- und Lagerungsverlust; bei der Nutzung von Gras als Co-Substrat besteht nur ein entsprechend anteiliger Grünlandflächenbedarf

² Berechnung des Flächenbedarfs für Heuheizwerke (Heizkessel nicht miteinbezogen) anhand folgender Angaben: Nutzungsgrad thermisch 80 %, 1.700 jährliche Vollbenutzungsstunden, Heizwert 4,8 MWh/t TM, Grünlandertrag 3,5 t TM/a, 30 % Ernte- und Lagerungsverlust

³ Zugrunde gelegte Wärmeerlöse sind 6 ct/kWh_{el}

⁴ Heupelzkessel <100 kW_{NWL} welche die Emissionen nach 1. BImSchV einhalten, sind derzeit nicht am Markt verfügbar

Abbildung 3: Schematische Darstellung zur Anwendung der Nutzungskonzepte in Abhängigkeit vom Wärmebedarf potenzieller Wärmenutzer, den Wärme- beziehungsweise Stromgestehungskosten sowie von der verfügbaren Grünlandfläche und der Einsatzstoffqualität [Lignin- und Nährstoffgehalt (N, K, Cl)], Quelle: DBFZ



Foto: DBFZ

Die Wärmenutzung

Bei der Auswahl des Nutzungskonzepts gilt es stets, dieses auf die **Wärmenutzung** abzustimmen. Bei Biogasanlagen beispielsweise erfolgt eine relativ kontinuierliche Stromerzeugung im Jahresverlauf, die mit einer ähnlich kontinuierlichen Wärmeerzeugung einhergeht. Im besten Fall sollte auch die Wärmenutzung entsprechend kontinuierlich erfolgen. Sehr gut geeignete Einsatzgebiete sind beispielsweise die Brauchwasserversorgung von Haushalten, Wärmenutzung für die Kälteerzeugung von Kühllhäusern oder die ganzjährige Nutzung in Trocknungsanlagen.

Tabelle 2: Typische Wärmebedarfswerte ausgewählter Wärmenutzer, Verschiedene Quellen, siehe Endbericht „Grünlandenergie Havelland“

	Jahreswärmebedarf (kWh/a) je Bezugseinheit	Standardabweichung (kWh/a) je Bezugseinheit	Bezugseinheit
Schule	470	120	Schüler
Gartenbau	370	180	Fläche unter Glas in m ²
Haushalt	220	20	Wohnfläche in m ²
Hotel	8.660	710	Hotelbett
Krankenhaus	24.720	6.640	Krankenbett
Schwimmbad	3.180	1.290	Wasserfläche in m ²

Heuheizwerke sind flexibler einsetzbar. Sie sind nicht zwingend auf den Dauerbetrieb ausgelegt und können vor allem in Kombination mit einem Spitzenlastkessel (bspw. ein Heizkessel) bedarfsgerechte Wärmeerzeugung bewerkstelligen. Das heißt, die Wärmeerzeugung wird an die jahres- und tageszeitlichen Bedarfsschwankungen angepasst. Diese Anlagen weisen einen wesentlich geringeren Platzbedarf auf und sind somit auch für die dezentrale Wärmeversorgung in dichter bebauten Gebieten geeignet. Grundsätzlich kann die Wärmeversorgung mit beiden Konversionspfaden in nahezu allen dargestellten Leistungsklassen bewerkstelligt werden. Einschränkungen bestehen bei Heuheizwerken < 100 kW_{NWL} deren Nachweis zur Einhaltung der Emissionsgrenzwerte nach 1. BImSchV noch aussteht.



Foto: S. Schickedanz, Bosch & Partner GmbH

Infrastrukturelle Voraussetzungen

Weitere wesentliche Entscheidungsfaktoren für bestimmte Nutzungskonzepte stellen bestehende Bioenergieanlagen dar. Besteht im Rahmen eines landwirtschaftlichen Betriebs bereits eine Biogasanlage, so ist dies eine optimale Voraussetzung zur Nutzung von Gras als Co-Substrat. Der Einsatz von Grüngut in Biogasanlagen ist technisch – vor allem bei der Co-Fermentation – etabliert und aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten meist sinnvoll. Zu beachten sind dann nur noch die Einsatzstoffqualität sowie die technischen Voraussetzungen zur Nutzung von Gras in der Biogasanlage. Bei geringen Anteilen von Gras sind kaum technische Erweiterungen erforderlich, weshalb dieses Verfahren vergleichsweise einfach praktisch umgesetzt werden kann.

Bei der Etablierung von Heupelleteiswerken wird zur Herstellung vergleichsweise günstiger Heupellets die Pelletierung größerer Chargen vorausgesetzt. Dies hat zur Folge, dass eine Kooperation mit anderen Heupelletnutzern oder Händlern gebildet werden muss. Außerdem bedarf es zur günstigen Produktion von Heupellets Pelletierungsanlagen, die eine hohe Massenleistung aufweisen können. Hierzu bieten sich vor allem bestehende Pelletwerke wie Futtermittelpelletwerke an, sofern sie sich in der Nähe der Rohstoffquelle befinden. Jedoch sind diesbezüglich auch die Ansprüche an ein qualitativ hochwertiges Energiepellet zu berücksichtigen, die eventuell technische Anpassungen der Pelletierungsanlage erfordern. Bei der Wärmeerzeugung aus Heu sind neben Heupelleteiswerken vor allem größere, speziell auf Heu eingestellte, marktreife Stroh-/ Heuballenheizwerke geeignet. Die Wärmeerzeugung aus Heuheizwerken in Kombination mit einem Spitzenlastkessel stellt eine an die Last angepasste Wärmeerzeugungsmöglichkeit dar, wobei in vielen Fällen niedrige Wärmegestehungskosten zu erwarten sind.

Für weitere Informationen...

... zur Wahl des richtigen Nutzungskonzepts empfehlen wir den Endbericht „Grünlandenergie Havelland“ auf den Seiten 243 bis 257, online unter:

http://www.energetische-biomassenutzung.de/fileadmin/user_upload/Steckbriefe/dokumente/03KB035_Endbericht_Gr%C3%BCnlandenergie_web.pdf

Technik nach Maß

Aufbereitungstechnik für Biogasanlagen

Bei der Grasfermentation muss das eingesetzte Gras über eine entsprechende Qualität verfügen und die Anlagentechnologie bereits auf Grasnutzung abgestimmt sein. Es gibt hierbei zwei grundsätzliche Möglichkeiten:

- Alle Prozesse finden, wie in den meisten Biogasanlagen die hauptsächlich Mais vergären, in einem Behälter statt.
- Die Grassilage wird vor der Zuführung in den Fermenter in eine Anmischgrube oder ähnliches gegeben.

Bei der ersten Art von Anlagen müssen alle Komponenten wie Rührwerke, Pumpen und Fütterungsschnecken kräftiger ausgelegt werden als in Maisvergärungsanlagen. Pumpen und Schnecken mit höheren Förderquerschnitten und höherer Materialstärke. Rührwerke mit langsam laufenden und großen Flügeln oder Paddeln sind schnell laufenden mit kleinen Flügeln vorzuziehen. Schnecken in den Transportanlagen sollten mit verschleißarmen und soliden Lagern und verschleißarmen Schneckenkörpern aus hartem Schwarzstahl, ggf. mit Hartmaterial (Keramik) gepanzert, ausgestattet sein.

Bei Anlagen mit einer vorgezogenen Hydrolysestufe in Kombination mit einer Anmischgrube findet dort bereits die erste Phase des Abbauprozesses statt und vermindert somit die Belastung der weiteren Anlagenteile. Es besteht jedoch ein großer baulicher Aufwand. Hierzu müssen zwei zusätzliche Behälter (ca. 300 bis 500 m³, je nach Anlagengröße) gebaut werden.



Foto: M. Dotzauer, DBFZ

Wegen der besonderen Eigenschaften von Gras sollte in allen Fällen eine Vorbehandlung der Grassilage erfolgen. Dies ermöglicht den Bakterien den Zugang zu den schwer abbaubaren Substanzen wie Zellulose. Nach aktuellem technischem Stand können hierfür verschiedene Techniken eingesetzt werden, wobei physikalische, biologische und chemische Verfahren unterschieden werden. Zu den physikalischen Vorbehandlungen gehören rein mechanische Verfahren, wie die Zerkleinerung mit:

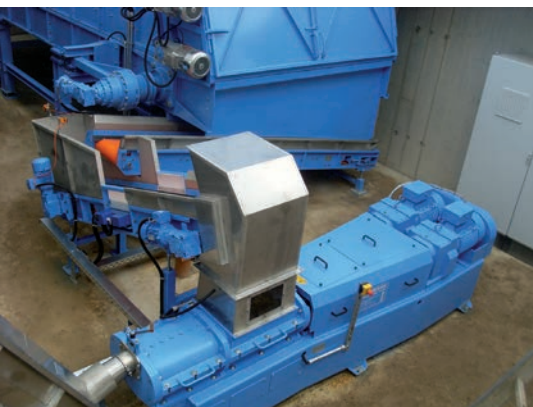
- Hammermühle
- Prallreaktor
- Extruder
- Kompression mit Schneidmühle



Beim Dieffenbacher ClassiSizer wird das Material durch die Pralltechnologie zerkleinert, sodass keine Schneid- oder Reibprozesse stattfinden müssen, Quelle: Dieffenbacher Group



Flüssigfütterung der Fa. Vogelsang, bestehend aus dem EnergyJet zum Anmischen von Substraten mit Gülle/Rezirkulat und dem RotaCut-Lochscheibenzerkleinerer für die weitere Aufbereitung, insbesondere empfehlenswert für langfaserige Substrate wie Mist und Grassilage, Quelle: Hugo Vogelsang Maschinenbau GmbH



LEHMANN Einbringtechnik, bestehend aus Dosierer, Austragsband, Detektorband, Bioextruder und Steigschnecke, Quelle: LEHMANN Maschinenbau GmbH

oder Verfahren, die auch die Zerstörung von Zellwänden ermöglichen:

- Thermische Behandlung im Druckreaktor (TDH: Thermodruckhydrolyse)
- Ultraschall
- Hochfrequenzimpulse

Die biologischen Verfahren basieren auf einer Beschleunigung der Hydrolyse. Hierzu gehören:

- die Zugabe von hydrolytischen Enzymen und
- die vorgeschaltete externe Hydrolyse mit verstärkter Präsenz der hydrolytischen Bakterien.

Diese Techniken erhöhen zwar nicht zwangsläufig die Methanausbeute der eingesetzten Grassilage (Ausnahme: TDH), vermindern aber das Aufschwimmen des Grases im Fermenter und die Klumpenbildung. Letztere könnte zur Blockierung von Rührwerken führen.

Die mechanischen Verfahren verändern die Zugabe der Einsatzstoffe. Bei der Zerkleinerung empfehlen sich eine Vermischung mit Gülle oder Rezirkulat und die Zuführung in den Fermenter mittels einer Pumpe. Dadurch wird ein vorhandenes Feststoffeintragsystem über Förderschnecken entlastet oder überflüssig. In den meisten deutschen Biogasanlagen ist mittlerweile der Einbau von Systemen zum Anmischen sowie zum Zerkleinern Standard.

Die höchste Zerkleinerung wird über einen Extruder erreicht, jedoch mit einem hohen Energieaufwand und begrenzter Durchsatzleistung. Eine starke Zerkleinerung wird auch mit dem Prallreaktor gewährleistet, auch bei hohem Durchsatz, aber auch mit sehr hohem Energieeinsatz. Eine Hammermühle und die Kompression mit einer Schneidmühle zeigen



Vorbehandlung biologischer Abfälle durch Thermodruck-Hydrolyse (TDH), Quelle: R. Scheuchl GmbH, www.scheuchl.de



Desintegration von Biomasse mittels Ultraschall der Fa. Ultrawaves zur Intensivierung des anaeroben biologischen Abbaus, Quelle: ULTRAWAVES GmbH

etwa ähnliche Durchsatzleistungen und bei gleichem Energieaufwand. Weiterhin muss noch der Verschleiß betrachtet werden. Hierbei sollte zwischen Verschleißgeschwindigkeit, Kosten und Arbeitsaufwand für den Ersatz der verschlissenen Teile abgewogen werden. Wird die Anlage in der Nähe von Wohngebäuden oder Büros betrieben, sollte noch die Lärmentwicklung berücksichtigt werden, die bei Hammermühle und Prallreaktor am größten ist.

Bei den physikalischen Aufbereitungstechniken stellt die Thermodruckhydrolyse (TDH) den größten technischen und finanziellen Aufwand dar. Betrieben wird die TDH mit der Abwärme des BHKWs. Ultraschall- und Hochfrequenzimpulstechnik lassen sich leicht nachträglich in eine Anlage einbauen. Hierfür wird in der Regel ein Bypass-Röhrensystem zum Fermenter angelegt, in der ein Teil des Fermenterinhalt durchgepumpt und behandelt wird. Die drei genannten physikalischen Behandlungen versprechen neben der Verbesserung der Viskosität auch eine Erhöhung der Biogasausbeute. Beide Effekte sind sicherlich bei der TDH am größten, da hier die komplette Zuführung der problematischen Einsatzstoffe behandelt wird.

Foto: A. Gröber, DBFZ



Aufbereiter mit Ladewagen

Foto: W. Carius, BUND-Hof Wendbüdel

Dafür kann aber auch die Anlagenleistung und die Biogasausbeute erhöht werden. Die Zugabe von Enzymen ist die unkomplizierteste Methode, da keine Veränderungen an der Anlage vorgenommen werden müssen. Dafür entstehen regelmäßige Kosten für die Enzyme. Für kleinere Anlagen kann dies aber eine sinnvolle Investition sein, da die Kosten für die anderen Methoden im Verhältnis zur Einsparung zu hoch wären.

Grundsätzlich scheint eine Zerkleinerung des Häckselguts auf 0,5 cm die optimale Lösung zu sein. Einige Landwirte stellen bereits bei der Ernte den Feldhäcksler auf kleine Häckselgrößen. Dies kann jedoch bei der Silierung zu Schwierigkeiten führen. Bei der Verdichtung muss beachtet werden, dass dadurch die Stabilität des Silagehaufens abnimmt.

Welche Technik und welche Verfahren eingesetzt werden, hängt letztlich von den Eigenschaften der einzusetzenden Grassilage, den örtlichen Gegebenheiten, der Technik der vorhandenen Biogasanlage, den möglichen Änderungen an Rührwerken, Pumpen und der Fütterungstechnik ab oder ob eine neue Biogasanlage gebaut wird. Beim Neubau kann grundsätzlich der Weg einer stabilen und ausreichend großen Biogasanlage gewählt werden. Wird eine bestehende Biogasanlage für den vermehrten Einsatz von Grassilage ertüchtigt, muss man sich für das eine oder andere Verfahren oder auch für die Kombination von einigen Verfahrensschritten entscheiden.

Für grundsätzliche Informationen...

... zur Biogasanlagentechnik empfehlen wir den „Leitfaden Biogas“, speziell das Kapitel „Anlagentechnik und Biogasbereitstellung“, erhältlich bei der FNR, u.a. online unter:

<http://mediathek.fnr.de/leitfaden-biogas.html>

... Weitere Informationen speziell zur Aufbereitungstechnik von Grassilage empfehlen wir den Endbericht „Grünlandenergie Havelland“ auf den Seiten 207 bis 219, online unter:

http://www.energetische-biomassenutzung.de/fileadmin/user_upload/Steckbriefe/dokumente/03KB035_Endbericht_Gr%C3%BCnlandenergie_web.pdf

Aufbereitungstechnik für Heizkessel

Für die Aufbereitung des Brennstoffs Heu für Heizwerke $< 200 \text{ kW}_{\text{th}}$ wird im Regelfall eine Pelletierung durchgeführt. Dabei handelt es sich um eine etablierte Technik aus dem Bereich der Futtermittel- und Holzbrennstoffpelletierung. Allerdings ergeben bei der Nutzung von Heu besondere Herausforderungen einen Brennstoff mit verbrennungstechnisch guten Eigenschaften herzustellen. Die breite Anwendung in der Praxis erfolgt derzeit noch nicht, was sich in dem ungenügenden Erfahrungsschatz widerspiegelt. Grundlegend kann die Pelletierung von Heu jedoch als technisch handhabbar bezeichnet werden. Für die Herstellung von Brennstoffpellets sollten je nach Anforderungen der Kessel die in Tabelle 3 dargestellten Werte der Eigenschaftsklassen A (gute Qualität) oder B (geringere Qualität) eingehalten werden.

Tabelle 3: Normative Anforderungen an Heupellets nach DIN EN 14961-6, Quelle: DBFZ

		Eigenschaftsklasse	
		A	B
Durchmesser	mm	6 bis 25 mm \pm 1	6 bis 25 mm \pm 1
Länge	mm	≤ 40 (D 6 bis 10 mm) ≤ 50 (D 12 bis 25 mm)	≤ 40 (D 6 bis 10 mm) ≤ 50 (D 12 bis 25 mm)
Wassergehalt	Ma.-%	≤ 12	≤ 15
Aschegehalt	Ma.-%	≤ 5	≤ 10
Mechanische Festigkeit	Ma.-%	$\geq 97,5$	$\geq 96,0$
Feinanteil	Ma.-%	≤ 2	≤ 3
Additive	Ma.-%	Art und Menge sind anzugeben	
Heizwert	MJ/kg	$\geq 14,1$	$\geq 13,2$
Schüttdichte	kg/m ³	≥ 600	≥ 600
Stickstoff	Ma.-%	$\leq 1,5$	≤ 2
Schwefel	Ma.-%	$\leq 0,2$	$\leq 0,2$
Chlor	Ma.-%	$\leq 0,2$	$\leq 0,3$

Je nach Herkunft und Beschaffenheit des Rohstoffs können die eingestellten Parameter einen unterschiedlichen Einfluss bei der Pelletierung haben. Schlussfolgernd ist für Materialien mit abweichenden Eigenschaften (zum Beispiel beim Verholungsgrad oder der Faserstruktur) eine gezielte Anpassung der einzustellenden Parameter notwendig, um entsprechende physikalisch-mechanische Qualitäten (Abriebfestigkeit bzw. mechanische Festigkeit, Schüttdichte) zu erlangen. So weisen beispielsweise Pellets mit verringertem Wassergehalt (als ein Optimierungsparameter) eine höhere Festigkeit auf.

Um die verbrennungstechnischen Eigenschaften zu verbessern kann die Zugabe von Additiven zielführend sein. Absicht dabei ist es, die kritischen Eigenschaften von Heu wie Verschlackungsneigung und Emissionsverhalten zu verbessern. Beispielhaft wurde in Ver-

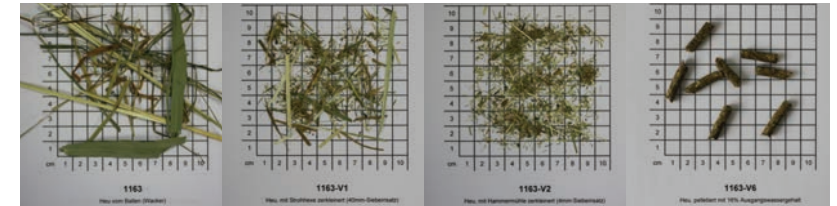


Abbildung 4: Materialveränderung im Zuge der Pelletherstellung (Rohmaterial aus Ballen, Grobzerkleinerung, Feinzerkleinerung, Pelletierung), Quelle: DBFZ

suchen die Zugabe von Calciumhydroxid, Calciumcarbonat und Kaolin betrachtet, um die verbrennungstechnischen Eigenschaften zu verbessern. Dabei zeigt sich bei der Pelletierung kein negativer Effekte auf die mechanische Festigkeit und Schüttdichte.

Geschäftsmodelle zur Heupelletierung

Zur Heupelletierung können unterschiedliche Geschäftsmodelle verfolgt werden:

- Variante 1: Eigene Pelletierung, groß, zentral,
- Variante 2: Eigene Pelletierung, klein ($< 250 \text{ kg/h}$), dezentral,
- Variante 3: Lohnpelletierung, groß, zentral,
- Variante 4: Lohnpelletierung, groß, mobile Anlage.

Die Varianten 1 und 2 beruhen auf Heupelletierungsanlagen in der Hand der Heizwerksbetreiber bzw. den Landwirtschaftsbetrieben. Kleine Anlagen entsprechen dabei in etwa einem Stundendurchsatz von weniger als 0,25 t während größere Anlagen eine Stundendurchsatz von ca. einer Tonne und mehr meistern. Variante 3 stellt die Möglichkeit der Pelletierung in bestehenden Pelletwerken dar. Größere Chargen können dabei in Lohnverarbeitung pelletiert werden. Variante 4 steht für eine kompakte Pelletierungsanlage auf einem Fahrgestell oder in einem Container, wie sie vereinzelt von landwirtschaftlichen Lohnunternehmern betrieben werden.



Foto: A. Gröber, DBFZ

Die Herstellungskosten variieren je nach Variante und entsprechenden Rahmenbedingungen. Als Entscheidungshilfe sind für das in Betracht ziehen der Variante folgende Fragen entscheidend:

- Räumliche Verteilung, zeitlicher Anfall und Eigenschaften des Rohstoffes
- Räumliche Verteilung der (potenziellen) Abnehmer von Heupellets
- Größe der landwirtschaftlichen Betriebe sowie die Bereitschaft von Landwirten, Pelletherstellern und anderen Unternehmern, sich in diesem Bereich zu engagieren
- Vorhandenes technisches Gerät (z.B. Radlader zur Beschickung der Anlage)
- Bestand an baulichen Anlagen (z.B. Halle zur trockenen Lagerung der Heuballen oder Silos zur Lagerung der hergestellten Pellets)
- Höhe des verfügbaren Investitionsvolumens

Die **Eigene Pelletierung groß, zentral (Variante 1)** weist durch die hohen Investitionskosten sowie dem Bedarf an eigenem Personal hohe Fixkosten auf. Zur Umsetzung müssen neben den baulichen Voraussetzungen alle technischen Anforderungen erfüllt sein. Bedingt durch diese hohen Investitionskosten sollte eine hohe Auslastung durch die Herstellung weiterer Produkte (Brennstoffpellets aus anderen Rohmaterialien bzw. Futter- oder Einstreupellets) gesichert werden. Als Betreiber kommen insbesondere überbetriebliche Organisationen (Lohnunternehmer, Maschinenring, Genossenschaften) oder in diesem Handlungsfeld agierende Unternehmen in Frage.

Zum wirtschaftlichen Einsatz der **eigenen Pelletierung klein, dezentral (Variante 2)** müssen verschiedene Randbedingungen erfüllt sein. In der Regel wird die eigentliche Anlagentechnik (Pelletierer) vergleichsweise günstig am Markt angeboten. Zu beachten ist aber, dass zur Herstellung auch weitere Maschinen und Gebäude benötigt werden. Zudem ist bei dem geringen Durchsatz der spezifische Arbeitskraftbedarf hoch.

Die **Lohnpelletierung groß, zentral (Variante 3)** ist in der Regel, bei räumlicher Nähe, am attraktivsten. Die Kosten liegen meist deutlich unter denen für die anderen in Frage kommenden Varianten da Investitionskosten für Peripherie und Personalkosten zur Verarbeitung nur anteilig entsprechend der produzierten Menge entstehen. Vor einer Entscheidung für diese Variante sollte zur Bewertung ein Kostenvoranschlag eingeholt werden, dabei sollte auf die zu erreichende Pelletqualität (nach oder in Anlehnung an DIN EN 14961-6) hingewiesen werden. Für einen Markteinstieg zur energetischen Nutzung von Heupellets bietet diese Variante mit seinen relativ geringen Risiken eine gute Möglichkeit.



Foto: DBFZ

Die **Lohnpelletierung groß, mobile Anlage (Variante 4)** stellt meist die teuerste der aufgeführten Varianten dar, ist aber aus räumlicher Sicht am flexibelsten, da die Verarbeitungsanlage zum Brennstoff kommt. Wie auch bei Variante 3 (Lohnpelletierung zentral) sind die geringen Fixkosten durch Investitions- und Personalkosten vorteilhaft. Außerdem kann diese Variante aufgrund ihrer Mobilität auch bei lokal kleineren Mengen eingesetzt werden. Nachteilig wirken sich in dieser Variante die hohen Kosten für Treibstoff aus.

Für weitere Informationen...

... speziell zur Aufbereitungstechnik von Grassilage empfehlen wir den Endbericht „Grünlandenergie Havelland“ auf den Seiten 97 bis 127, online unter:

http://www.energetische-biomassennutzung.de/fileadmin/user_upload/Steckbriefe/dokumente/03KB035_Endbericht_Gr%C3%BCnlandenergie_web.pdf

Heizwerktechnik

Da es aktuell keine speziell für Grünschnitt ausgelegten Heizkessel gibt, wird oft auf bewährte Feuerungstechnik aus dem Bereich der Strohverbrennung zurückgegriffen. Stroh und Heu haben vergleichbare Brennstoffeigenschaften. Generell werden dabei ein hoher Anlagenwirkungsgrad und eine emissionsarme Verbrennung bei gleichzeitig geringem Wartungsaufwand und einem langlebigen Betrieb der Anlagen angestrebt. Für die Beherrschung der vergleichsweise schwierigen Verbrennungseigenschaften von Heu – ein hoher Aschegehalt, hohe Gehalte an korrosions- und emissionsrelevanten Elementen und eine erhöhte Verschlackungsneigung – bestehen dazu seitens einiger Hersteller Lösungsansätze.

Die Nutzung von Heu in Heizwerken kann in der folgenden Form erfolgen:

- Heupelletkessel
- Ganzballenheizwerk
- Häckselgutfeuerung

Pellets sind aufgrund ihrer Eigenschaften (hohe Energiedichte, gute Fließ- und Dosiereigenschaften) vor allem für kleinere Heizwerke (< 100 kW_{NWL}) relevant.

Der Einsatz biogener Festbrennstoffe wird durch das Bundesimmissionsschutzgesetz und die darin enthaltenen Bundesimmissionsschutzverordnungen (BImSchV) geregelt. Die 1. BImSchV gilt für nicht-genehmigungsbedürftige Anlagen (Leistungsbereich von 4 bis 100 kW_{NWL}) und die 4. BImSchV sowie die TA Luft für genehmigungsbedürftige Anlagen (> 100 kW bis 50 MW_{FWL}). In diesen Regelwerken sind Emissionsgrenzwerte aufgeführt. Zudem wird in der 1. BImSchV



Abbildung 5: Beispiel eines zur Verbrennung von Heupellets geeigneten Heizkessels (Powercorn 75 kW) der Fa. Guntamatic (A)

(§3, Abs. 1, Nr. 8) für alle Feuerungen, die mit Stroh oder ähnlichen pflanzlichen Stoffen befeuert werden – also auch Heu – eine Typprüfung einschließlich der Messung von Dioxin- und Furanemission gefordert. Aufgrund des hohen Aufwandes und der damit verbundenen hohen Kosten dieser Messungen gibt es derzeit keine für die Heuverbrennung zugelassene Feuerung im Leistungsbereich < 100 kW_{NWL}. Daher ist der



Abbildung 6: Ganzballenheizkessel der Fa. Alcon A/S (DK), Quelle: http://www.escob.com/files/23_ostkristensenalconboilers.pdf

Einsatz von Heupellets in genehmigungsbedürftigen Kleinfeuerungsanlagen im Leistungsbereich zwischen 4 und 100 kW_{NWL} nach aktuellem Stand nicht gegeben. Es steht jedoch in Aussicht, dass anlagentechnische Verbesserungen sowie Innovationen zur Emissionsminderung wie Feinstaubfilter oder auch neuartige Ansätze zur Brennstoffoptimierung in naher Zukunft marktfähig werden und die Emissionsgrenzen dann eingehalten werden können. Im Bereich der genehmigungsbedürftigen Anlagen (0,1 > 50 MW_{FWL}) kommen vor allem **Ganzballenfeuerungen und Häckselfeuerungen** zum Einsatz. Die Nutzung ist jedoch nur durch die vorgegebene Ausstattung mit entsprechend leistungsfähiger Filtertechnik möglich. Hierfür werden hauptsächlich Elektroabscheider und Gewebefilter eingesetzt. Vorgesaltet wird diesen Verfahren häufig ein Multizyklon. Dieser verringert die hohen zu erwartenden Staubfrachten und fungiert somit als Vorabscheider. Außerdem stellt der Multizyklon einen Schutz vor Funkenflug dar, durch den das Filtergewebe zerstört werden kann. Weitere Verfahren zur Feinstaubabscheidung wie Abgaswäsche oder Abgaskondensation sind momentan noch im Forschungsstadium. In diesem Leistungsbereich sind vor allem Ganzballenverbrennungsanlagen verschiedener Hersteller am Markt verfügbar, die weitestgehend in standardisierte Ausführung angeboten werden. Hinsichtlich der Brennstoffzuführung und einer ggf. nötigen Auflösung der Ballen bzw. Häckselung des Halmguts sind ebenfalls unterschiedlichste Lösungen verfügbar und meist auch Sonderanfertigungen möglich. Hier sind im Einzelfall Rücksprachen mit dem Hersteller zu treffen. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen beispielhaft die Heiztechnik von drei verschiedenen Herstellern.

Als Beispiel kann das Strohheizwerk in Gülzow (Mecklenburg-Vorpommern) dienen. Der Zweck dieser Anlage ist die Wärmeversorgung der Büro- und Gewächshausgebäude der FNR e.V.. Des Weiteren werden über eine 1.000 Meter lange Nahwärmeleitung Wohnge-

bäude mit Wärme versorgt. Dazu wurden auch drei 10.000 Liter-Pufferspeicher zur Wärmespeicherung installiert. Der Kessel hat eine thermische Leistung von einem Megawatt und ist gegen Störfälle mit einem Erdgaskessel abgesichert. Als Brennstoff werden jährlich 500 bis 600 t Stroh von umliegenden Ackerbaubetrieben eingesetzt.



Abbildung 7: Ballenauflöser der Fa. Linka (DK) im Strohheizwerk Gülzow, Deutscher Vertriebspartner: Hans-Jürgen Helbig GmbH, Quelle: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

Für weitere Informationen...

... speziell zur Aufbereitungstechnik von Grassilage empfehlen wir den Endbericht „Grünlandenergie Havelland“ auf den Seiten 128 bis 166, online unter:

http://www.energetische-biomassennutzung.de/fileadmin/user_upload/Steckbriefe/dokumente/03KB035_Endbericht_Gr%C3%BCnlandenergie_web.pdf

Ökonomie und Ökologie von Beispielkonzepten

Im Folgenden werden beispielhaft zwei Biogas- und drei Heizwerkkonzepte dargestellt und bewertet. Die Bewertung erfolgt anhand deren Wirtschaftlichkeit, deren ökologischen Auswirkungen, speziell der THG-Emissionen sowie deren technischen Reife.

Biogasanlagenkonzepte

Für die Nutzung von Gras und Schilf in einer Biogasanlage bestehen zwei wesentliche Ansätze. Entweder es werden für diese Einsatzstoffe extra ausgelegte Biogasanlagen gebaut, die dann neben Gülle nur Gras und Schilf einsetzen oder diese werden als Ersatz für bisher genutzte Einsatzstoffe wie z. B. Maissilage in bestehenden Biogasanlagen eingesetzt. Der Einsatz von Grassilage kann bei guter Qualität und geringem Anteil auch ohne tiefgreifende technische Erweiterungen in bestehende Anlagen integriert werden, die hauptsächlich Mais und Gülle einsetzen. Mit zunehmendem Grasanteil oder bei schlechteren Grasqualitäten bedarf es jedoch entsprechender technischer Erweiterungen und Anpassungen. Entsprechend der beiden unterschiedlichen Herangehensweisen wurden die in Tabelle 4 dargestellten Nutzungskonzepte mit beispielhaften Parametern entwickelt.

Beim ersten Konzept wird die dezentrale Biogasgewinnung bei den für Gras und Schilf konzipierten Biogasanlagen betrachtet. 500 kW_{el}-Anlagen weisen geringere spezifische Investitionskosten im Vergleich zu kleineren Anlagen (Kostendegressionseffekt) auf. Andererseits werden sie im Gegenzug zu den größeren Anlagen (über 500 kW_{el}) mit einer höheren Vergütung durch das EEG gefördert. Der Vorteil der zweiten gewählten Anlagengröße von 300 kW_{el} liegt in dem deutlich geringeren Bedarf an Einsatzstoffen, was sie für Gegenden mit geringerem Grünlandüberschuss interessant macht.

Tabelle 4: Übersicht zu den betrachteten Nutzungskonzepten, Quelle: ATB

Nutzungskonzepte	Beschreibung der Nutzungskonzepte
Gras-BGA	Fester Einsatzstoff ist zu 100 % Grassilage Neubau einer Biogasanlage, speziell für die Nutzung von Gras Vergütung nach EEG 2012 Nutzung der erzeugten Wärme erfolgt über ein Nahwärmenetz durch eine nahe gelegene Siedlung Betrachtete Leistungsklassen: 300 kW _{el} und 500 kW _{el}
Gras als Co-Substrat	Es wird anteilig Grassilage eingesetzt wodurch Maissilage ersetzt wird Bestehende Biogasanlagen werden je nach Anteil der Grassilage umgerüstet Annahme: Vergütung nach EEG 2009 Wärmenutzung wird nicht gesondert betrachtet Leistungsklassenunabhängig

Ökonomische Bewertung der Biogasanlagenkonzepte

Die Bewertung der Nutzungskonzepte erfolgt beispielhaft für den Standort Fehrbellin, im Havelland. Bei der Berechnung entsprechender Konzepte müssen die Bedingungen vor Ort einkalkuliert werden, weshalb die hier dargestellten Größen lediglich als Orientierungsgrößen gelten können.

Eine Übersicht zu den Kosten und Erlösen beim Nutzungskonzept „Gras-BGA“ ist in Abbildung 8 gegeben. Danach bestehen im Vergleich zu üblichen Biogasanlagen, die beispielsweise überwiegend Maissilage einsetzen, höhere Investitionskosten aufgrund zusätzlicher Bauteile wie der Hydrolyse. Die gesamten Bereitstellungskosten des Grünschnittes belaufen sich danach je nach Transportentfernung im Havelland auf 35 bis 55 €/t FM. Maßgeblich für die Kosten der Einsatzstoffbereitstellung ist auch die dabei anfallende Flächenprämie. Infolge der Reformierung der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU soll bis 2013 Ackerflächen und Grünlandflächen hinsichtlich der Prämienhöhe angeglichen werden. Experten rechnen mit einer Prämie in Höhe von 200 bis 240 €/ha. Werden von den betrachteten Grünlandflächen einer von zwei Schnitten für die Biogasproduktion verwendet, können entsprechend 100 €/ha Flächenprämie für die Bereitstellung zur Biogaserzeugung angerechnet werden. Dadurch reduzieren sich die Bereitstellungskosten deutlich auf 16 bis 26 €/t FM.

Die Erlöse begründen sich zum einen aus der Stromeinspeisung, die nach EEG 2012 mit der Einsatzstoffvergütungskategorie H II vergütet wird. Für den Wärmeverkauf über ein Nahwärmenetz an eine naheliegende Siedlung wird ein Erlös von 6 ct/kWh angenommen.

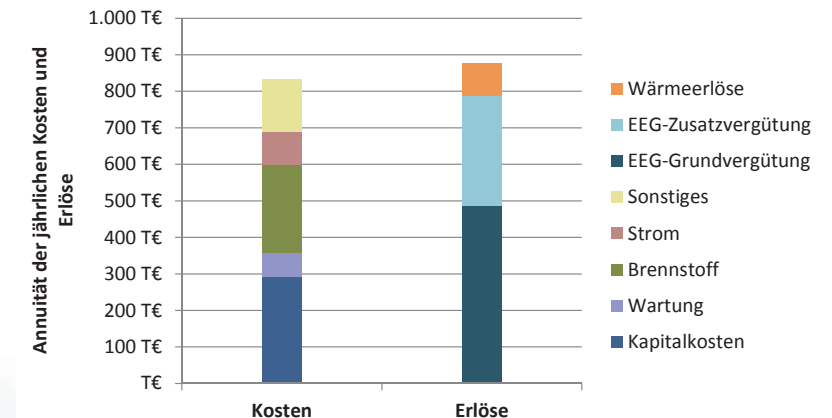


Abbildung 8: Kosten und Erlöse einer 500 kW_{el}-Biogasanlage am Standort Fehrbellin, Quelle: ATB



Gemeinde Fehrbellin, Foto: Rudolf Schäfer, Berlin, 1992

Für den beispielhaften Standort Fehrbellin im Havelland ergeben sich entsprechend Abbildung 8 ein durchschnittlicher jährliche Annuitätengewinn von 44.000 €. Unter Einbezug der Wärmeerlöse und Flächenprämien belaufen sich die Stromgestehungskosten bei der 500 kW_{el}-Biogasanlage auf 19,8 ct/kWh beziehungsweise auf 20,19 ct/kWh bei der 300 kW_{el}-Biogasanlage.

Bei dem Nutzungskonzept „Gras als Co-Substrat“, der Umrüstung von bestehenden Biogasanlagen für die Nutzung von höheren Grasanteilen, werden die Grassilagekosten, einschließlich eventueller Investitionskosten für zusätzliche Aufbereitungstechnologien, alternativen Maissilagekosten gegenübergestellt (Abbildung 9).

Die Beimischung von kleineren Grasanteilen ist dabei ohne wesentliche zusätzliche Technologien möglich. Bei einer Substitution von 25 % oder gar 50 % der Maissilage wird der Einsatz einer Hydrolyse oder anderer Aufbereitungsverfahren notwendig, weshalb zusätzliche Investitionskosten für die Nutzung von Grassilage bestehen. In Abbildung 9 wird ersichtlich, dass die Umrüstung einer Biogasanlage gerade bei steigenden Preisen für Maissilage rentabel sein kann. Bei derzeitigen Maissilagepreisen von rund 40 €/t FM lohnt sich die teilweise Substitution mit Gras von extensiven Flächen nur für den Fall, dass die Beschaffungskosten von Gras unter 27 €/t FM liegen. Sollten die ursprünglichen Einsatzstoffe wie Mais knapp werden, beziehungsweise deren Preis steigen, dann kann Gras von extensiven Flächen aus betriebswirtschaftlichen Gründen eine gute Option für die Nutzung in Biogasanlagen sein.

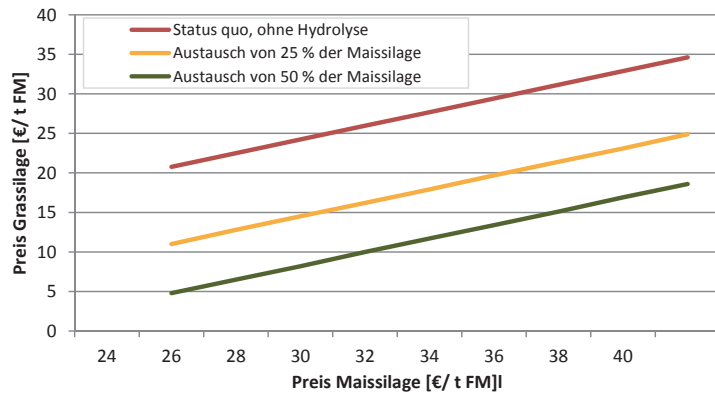


Abbildung 9: Maximale Zahlungsbereitschaft für Grassilage in Abhängigkeit vom Preis für Maissilage von einer bestehenden Biogasanlage, Quelle: ATB

Bewertung anhand der Treibhausgasemissionen

Die Berechnung der THG-Emissionen erfolgt entsprechend der IPCC-Richtlinien. Für weitere Annahmen empfiehlt sich das im Förderprogramm „Energetische Biomassenutzung“ zusammengestellte Methodenhandbuch (Thrän et al. 2012). Die bei der Biogasgewinnung entstehenden oder eingesparten Treibhausgasemissionen können danach in folgende fünf relevante Sparten unterteilt werden:

- Bereitstellung des Substrates und Gärrestausbringung
- Methanverluste während der Biogasproduktion
- Direkte Lachgas-Emissionen von mit Gärrest-gedüngten Böden (inkl. Emissionsgutschriften an Lachgas für eingesparte Mengen an auszubringendem mineralischem Stickstoff)
- Indirekte Lachgas-Emissionen durch Verflüchtigung und Auswaschung der stickstoffhaltigen Substanzen aus dem Gärrest (inkl. Gutschriften für eingesparte Emissionen durch Verflüchtigung und Auswaschung aufgrund verminderter Mengen an mineralischem Stickstoffdünger)
- Düngergutschriften aus Reduzierung der Produktionsmengen an Stickstoffdünger Kalkammonsalpeter

Der Einfluss der für die THG-Emissionen relevanten fünf Sparten sind in Abbildung 10 zusammenfassend dargestellt und der alternativen Strom- und Wärmeerzeugung aus fossilen Energieträgern gegenübergestellt. Vereinfachend werden die Emissionen der Strom- und Wärmeerzeugung zusammengefasst je Kilowattstunde dargestellt. Das heißt, die Kilowattstunde als Bezugseinheit teilt sich je zur Hälfte auf Wärme und Strom auf.

Die Treibhausgaseminderung durch die kombinierte Wärme- und Stromerzeugung liegt bei den dargestellten Biogaskonzepten zwischen 55 % und 75 % im Vergleich zur Wärme- und

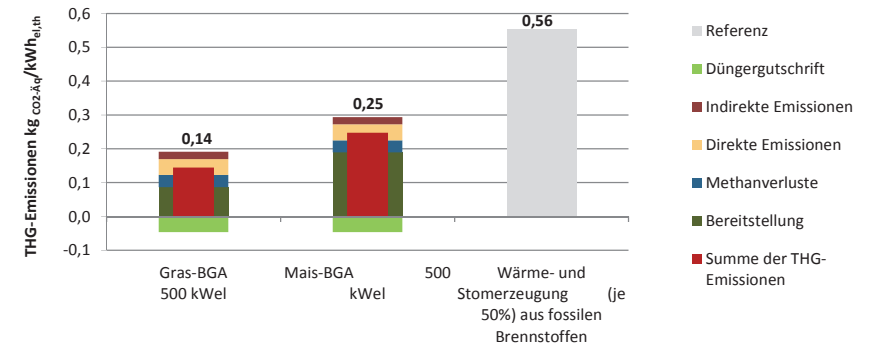


Abbildung 10: Durchschnittliche THG-Emissionen aus der Vor-Ort-Verstromung von Biogas-Nutzungskonzepten an den Standorten Fehrbellin, Friesack, Kremen, Neuruppin und Rathenow, Quelle: ATB

Stromerzeugung aus ausschließlich fossilen Energieträgern (vgl. Abbildung 10). Die Treibhausgasemissionen einer 300 kW_{el}- und einer 500 kW_{el}-Biogasanlage unterscheiden sich kaum. Die Treibhausgasemissionen bei einer Biogasanlage auf der Basis von Maissilage (Landbaugesamt II) fallen um ca. 45 % höher aus. Das bedeutet, dass beim Nutzungskonzept „Gras als Co-Substrat“ für jede erzeugte Kilowattstunde aus Gras anstatt Mais durchschnittlich rund 0,1 kg CO₂-Äq./kWh_{el} eingespart werden kann.

Bewertung anhand der technischen Reife

Für die Nutzung von Gras in Biogasanlagen existieren marktreife technische Lösungen für Neuanlagen sowie für die Um- oder Aufrüstung von Bestandsanlagen. Hierzu gibt es bereits praktische Erfahrungen mehrerer Anlagen in Deutschland, die Gras als Co-Substrat einsetzen. Für den ausschließlichen Einsatz von Gras zur Biogaserzeugung bestehen jedoch nur wenige praktische Erfahrungen. Für diese Biogasanlagentypen, besteht hinsichtlich der effizienten Substratausnutzung noch Optimierungsbedarf. Hier wird seitens mehrerer Biogasanlagenhersteller intensiv an der Nutzbarmachung des Substrats gearbeitet.

Heizwerkkonzepte

Um die Möglichkeiten der Nutzung von Heu beurteilen und bewerten zu können, wurden im Folgenden beispielhafte Nutzungskonzepte entwickelt:

- **Nutzungskonzept „Heupelletheizwerk“:** Ein Heupelletheizwerk mit einer Leistung von 75 kW_{th} bzw. 150 kW_{th} (beides monovalent) und letzteres in Kombination mit einem 300 kW_{th}-Öl-Spitzenlastkessel in bivalenter Auslegung. Die Pellets wurden in einer stationären Lohnpelletierung (Pelletierungskonzept 3) beziehungsweise in einer eigenen stationären Pelletierung (Pelletierungskonzept 2) hergestellt.
- **Nutzungskonzept „Heuballenheizwerk“:** Ein Heuballenheizwerk mit einer Leistung von 400 kW_{th} mit einem 400 kW_{th}-Öl-Spitzenlastkessel.



Foto: M. Dotzauer, DBFZ

Ein Vergleich der drei betrachteten Nutzungskonzepte hat deutlich gemacht, dass die energetische Nutzung von Grünlandschnitt in Form von Pellets in der bivalenten 150 kW_{th}-Ausführung mit einem Spitzenlastkessel (300 kW_{th} Öl) das wettbewerbsfähigste Konzept darstellt. Im Bereich der nicht-genehmigungspflichtigen Kleinf Feuerungsanlagen (< 100 kW_{th}), beispielsweise für die Wärmeversorgung von Ein- und Mehrfamilienhäusern, ist eine Nutzung derzeit aus rechtlichen Gründen nicht möglich. Die weiteren entwickelten Konzepte eignen sich gut zur Versorgung größerer Objekte wie Betrieben oder größeren Wohneinheiten und zur Wärmeversorgung über kleinere Nahwärmenetze. Eine detailliertere Darstellung der Nutzungskonzepte ist Tabelle 5 zu entnehmen.

Tabelle 5: Nutzungskonzepte zur energetischen Nutzung in Verbrennungsanlagen, Quelle: DBFZ

Nutzungskonzept	Wärmebedarf [kWh/a]	Vollbenutzungsstunden [h/a]	Brennstoffe
Heupelletheizwerk	90.000	1.200	K 1a: Heupellets (75 kW) K 1b: Holzpellets (75 kW) K 1c: Heizöl (75 kW)
	225.000	1.500	K 2a: Heupellets (150 kW) K 2b: Holzpellets (150 kW) K 2c: Heizöl (150 kW)
	787.500	1.750	K 3a: Heupellets (150 kW) + Heizöl (300 kW) K 3b: Holzpellets (150 kW) + Heizöl (300 kW) K 3c: Heizöl (450 kW)
Heuballenheizwerk	1.400.000	1.750	K.a: Heuballen (400 kW) + Heizöl (400 kW) K.b: Hackschnitzel (400 kW) + Heizöl (400 kW) K.c: Heizöl (800 kW)

Ökonomische Bewertung der Heizwerkkonzepte

Die Bewertung der Nutzungskonzepte erfolgt anhand von Vollkosten. Dazu werden die folgenden vier Prozessschritte untersucht:

- Aufwand für die Bereitstellung vom Feld bis zum Anlagenlager
- Aufwand für die Aufbereitung (Pelletierung)
- Aufwand für die Lieferung von der Aufbereitung zum Endkunden
- Aufwand für die Nutzung im Wärmeerzeuger

Die Bereitstellungskosten (Ernte, Lagerung und Transport) lassen sich in einer ersten Vorkalkulation über maschinenspezifische KTBL-Kostensätze errechnen. Für die genaue Erfassung empfiehlt sich der Kontakt mit Landwirten oder weiteren Betrieben entlang der Bereitstellungskette.

Zur Berechnung der Wärmeerzeugung kann die Vollkostenrechnung entsprechend der Richtlinie VDI 2067 herangezogen werden. Weiterhin sind Angaben aus Richtpreisangeboten, Preislisten und Erfahrungen aus beratenen und realisierten Anlagen von Vorteil.

In Abbildung 11 werden die Annuitäten der Kosten sowie die Wärmegestehungskosten von Heupelletheizwerken mit einer vorausgehenden stationären Pelletierung (Nutzungskonzept „Heupelletheizwerk“) dargestellt. Im Havelland befinden sich ein Holzpelletwerk und ein Futtermittelpelletwerk, weshalb sich dieses Pelletierungskonzept dort als das günstigste herausgestellt hat.

Die günstigsten Wärmegestehungskosten weist das größte der betrachteten Heupelletheizwerke in Kombination mit einem Spitzenlastkessel auf (Abbildung 11). Es ist zu beachten, dass in der Praxis regionale und marktabhängige Unterschiede auftreten können. Dabei sind unter anderem die Kosten der Bereitstellung stark von der Größe des Einzugsgebiets abhängig. Zum Beispiel hat ein um 15 bis 20 km größerer Radius des Einzugsgebiets je nach betrachtetem Konzept Kostendifferenzen zwischen 9 und 11 €/t zur Folge. Im Falle der Neuerrichtung einer Pelletieranlage sollte daher auf eine geeignete Standortwahl geachtet werden.

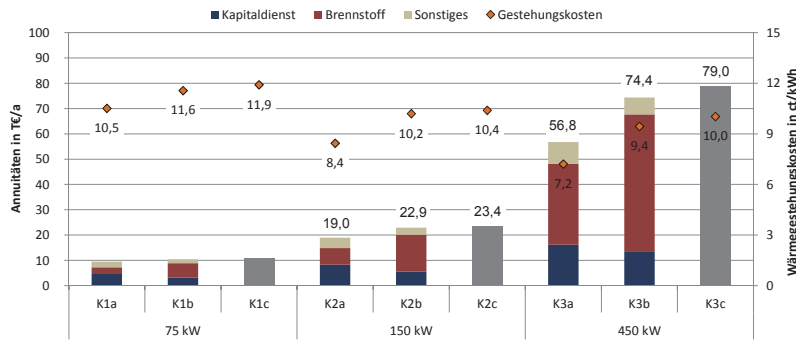


Abbildung 11: Annuitäten und Wärmegestehungskosten der Heuverbrennung und der Referenzkonzepte entsprechend Nutzungskonzept „Heupelletheizwerk“ - stationäre Lohnpelletierung in Fehrbellin; Kxa: Heupellets, Kxb: Holzpellets, Kxc: Heizöl, Quelle: DBFZ

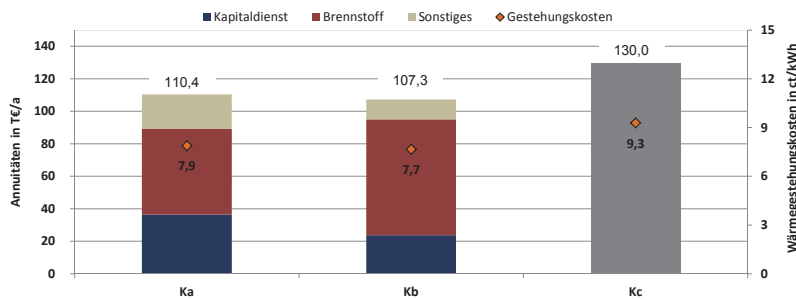


Abbildung 12: Annuitäten und Wärmegestehungskosten der Heuverbrennung und der Referenzkonzepte entsprechend Nutzungskonzept „Heuballenverbrennung“; Ka: Heuballen, Kb: Holzhackschnitzel, Kc: Heizöl, als Mittelwert an den Standorten Neuruppin und Brandenburg, Quelle: DBFZ

Hinsichtlich der Heuballenverbrennung wurde deutlich, dass ähnlich hohe Wärmegestehungskosten wie bei der Nutzung von Holzhackschnitzeln bestehen (Abbildung 12). Eine weitergehende Reduzierung der kapitalgebundenen und sonstigen Kosten sowie niedrige Brennstoffkosten könnten die Wettbewerbsfähigkeit der Heuballenverbrennung verbessern. Besonders bei regional höheren Holzhackschnitzelpreisen oder einer geringeren Verfügbarkeit könnten sich Heuballenverbrennungsanlagen als vorteilhaft erweisen. Ganzballenverbrennungsanlagen werden bereits am Markt vertrieben und installiert. In diesem Leistungsbereich (> 100 kW_{th}) sind im Einzelfall die seitens der genehmigenden Behörde an die Verbrennungsanlagen gestellten Forderungen an die Abgasreinigung ausschlaggebend. Dies gilt insbesondere für den Umfang der zu messenden Abgaskomponenten und die diesbezüglich festgelegten Emissionsgrenzwerte.

Generell sollte berücksichtigt werden, dass die dargestellten Nutzungskonzepte zwar insbesondere hinsichtlich Methodik und konzeptioneller Auslegung eine Übertragbarkeit auf andere Regionen zulassen, die Ergebnisse jedoch nur auf die konkreten Beispielstandorte des Havellands zu beziehen sind. Die Betrachtung anderer Regionen mit veränderten Bedingungen (Bereitstellungsketten, Wärmesenken, Größe des Einzugsgebiets, Infrastruktur) würde auch zu abweichenden Ergebnissen hinsichtlich anfallender Kosten und auch Treibhausgasemissionen führen.

Bewertung anhand der Treibhausgasemissionen

Bezüglich der Treibhausgasemissionen weisen alle betrachteten Konzepte ein sehr hohes Emissionseinsparpotenzial gegenüber der Wärmeerzeugung aus fossilen Brennstoffen auf, nämlich mindestens 80 % (Abbildung 13). Besonders die Heuballenverbrennungsanlagen erweisen sich aus dieser Perspektive als besonders vorteilhaft. Hier sind THG-Einsparungen von ca. 90 % möglich.

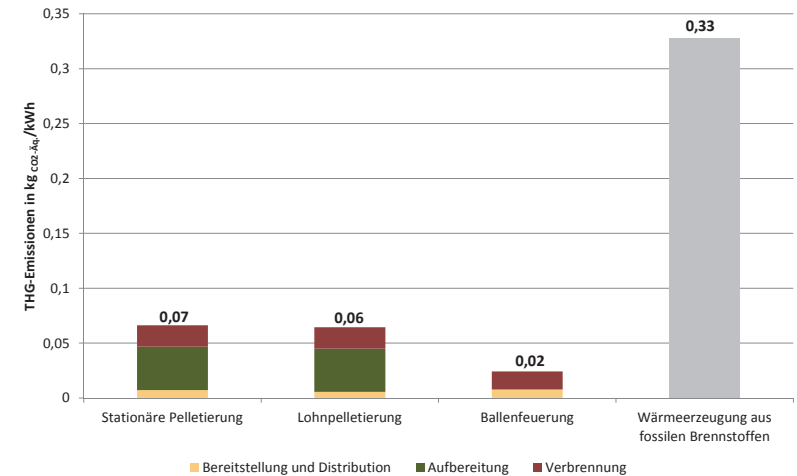


Abbildung 13: Vergleich der THG-Emissionen unterschiedlicher Standorte und Nutzungskonzepte zur Produktion von Wärme auf Basis von Heu (in kg_{CO2-eq}/kWh_{th}), Quelle: DBFZ



Abbildung 13: Die seit August 2013 in Betrieb genommene Strohheizungsanlage in Gülzow (Mecklenburg-Vorpommern) besteht aus einem 1.000 kW-Strohheizkessel. Jährlich kommen etwa 500 bis 600 t Stroh aus der Region zum Einsatz, die rund $500 \text{ t}_{\text{CO}_2\text{-Äq.}}/\text{kWh}$ ein. Quelle: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

Bewertung anhand der technischen Reife

Nach derzeitigem technischem Stand ist die Nutzung von Gras und Schilf zur Energieerzeugung in Heuheizwerken sowie in Biogasanlagen möglich. Für Heuheizwerke bestehen Erfahrungswerte vor allem für Ganzballenfeuerungen mit Strohballen. In den letzten Jahren wurden mehrere Anlagen dieses Feuerungstyps (meist zwischen 300 und 1.200 kW_{th}) installiert. Einigen Anbietern zu Folge, können diese Anlagen auch mit Heu bei geringer Konzentration verbrennungstechnisch schwieriger Elemente betrieben werden. Praktische Erfahrungen zu Heupelletheizwerken bestehen in Deutschland jedoch kaum. Vor allem der Einsatz in kleineren Anlagen (< 100 kW_{NWL}) zur dezentralen Nutzung von Heu, wofür sich vor allem Pellets eignen würden, gelten derzeit als nicht marktreif, da der erforderliche Nachweis zur Einhaltung der Grenzwerte (1. BImSchV) nach derzeitigem Wissensstand noch aussteht.

Nähere Details...

... zu den Beispielkonzepten finden Sie im Endbericht „Grünlandenergie Havelland“ auf den Seiten 168 bis 208 (Heuheizwerke) und 218 - 242 (Biogasanlagen), online unter:

http://www.energetische-biomassenutzung.de/fileadmin/user_upload/Steckbriefe/dokumente/03KB035_Endbericht_Gr%C3%BCnlandenergie_web.pdf



Das Projektteam

Im Projekt „Entwicklung von übertragbaren Konzepten zur naturverträglichen energetischen Nutzung von Gras und Schilf am Beispiel der Region Havelland“ wurden mögliche Verwertungspfade zur Energiegewinnung (Verbrennung, Biogas) von halmgutartigem Grünut am Beispiel der Modellregion Havelland (Landkreis Havelland und umliegende Gebiete) untersucht. Dabei wurde die gesamte Nutzungskette – von der Rohstoffquelle bis zur energetischen Verwendung – betrachtet. Um dem ganzheitlichen Ansatz gerecht zu werden wurden die Kompetenzen des Deutschen Biomasseforschungszentrums (DBFZ) des Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V. (ATB) und der Beratungsgesellschaft Bosch & Partner GmbH gebündelt.

Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ gGmbH)

Das DBFZ koordinierte das Projekt und bearbeitete Themengebiete zur thermischen Nutzung des Grünguts sowie zur Wärmenutzung. Hierzu wurden zunächst die derzeitige Wärmenutzung im Projektgebiet recherchiert und ausgewählte Wärmenutzer befragt um den Wärmebedarf im Untersuchungsgebiet zu ermitteln. Für die thermische Verwertung von Grüngut wurden Versuche zur Pelletierung mehrerer Heuchargen aus dem Projektgebiet durchgeführt. In einem weiteren Schritt wurde die Verbrennung dieser Pellets in Heizkesseln untersucht. Für die Bereitstellung des Grünguts wurde die Logistikkette modelliert und daraus die Bereitstellungskosten berechnet. Anhand weiterer Recherchen wurden somit Bereitstellungskonzepte zur thermischen Nutzung von Grüngut erstellt und diese hinsichtlich ihrer Wärmegestehungskosten, ihres Treibhausgasmindeungspotenzials sowie ihrer Umsetzbarkeit bewertet.

Ansprechpartner: Dr. Torsten Schmidt-Baum
torsten.schmidt-baum@dbfz.de
0341/2434 - 597



Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V. (ATB)

Das Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V. untersuchte die energetische Nutzbarmachung von Grüngut in Biogasanlagen. In diesem Zusammenhang wurde zum derzeitigen Stand der Nutzung im Untersuchungsgebiet recherchiert und Umfragen durchgeführt. Auf Basis dessen wurde analog zum Vorgehen bei der Bereitstellung von Gras zur thermischen Verwertung die Bereitstellung für den Biogasprozess modelliert und geeignete Biogasanlagenkonzepte ausgewählt. Die dafür berechneten Stromgestehungskosten, das Treibhausgasmindeungspotenzial sowie die erodierte Umsetzbarkeit wurden als Bewertungsmaßstäbe herangezogen.

Ansprechpartnerin: Yulia Lochmann
ylochmann@atb-potsdam.de
0331/5699 - 926



Bosch & Partner GmbH

Die Bosch & Partner GmbH bearbeitete die Fragestellungen zum Potenzial von Grüngut im Untersuchungsgebiet. Dabei wurde anhand von detaillierten Kartendaten und mit einbezogenen Fachkenntnissen die potenzielle Menge energetisch nutzbaren Grünguts ermittelt. Darüber hinaus kam Bosch & Partner eine tragende Rolle bei der Initiierung des Projekts zu.

Ansprechpartner: Sven Schicketanz
s.schicketanz@boschpartner.de
030/6098844 - 63



Foto: A. Gröber, DBFZ

Literatur

- | | |
|---------------------------|--|
| CEN/TC 335:
EN 14961-6 | Solid biofuels - Fuel specifications and classes, Part 6: non-woody pellets for non-industrial use, 2012. |
| IPCC | Eggleston, H.S.; Buendia, L.; Miwa, K.; Ngara, T.; Tanabe, K. (Hrsg.): 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Vol. 4: Agriculture, forestry and other land use. Japan, 2006. URL: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html , Stand 12.04.2013. |
| Sauter et al. (2013) | Sauter, P.; Billig, E.; Döhling, F.; Pilz, A.; Brosowski, A.; Kirsten, C.; Bosch, J.; Büchner, D.; Majer, S.; Weller, N.; Witt, J.; Seidenberger, T.; Schickanz, S.; Peters, W.; Lochmann, Y.; Prochnow, A.: Grünlandenergie Havelland - Entwicklung von übertragbaren Konzepten zur naturverträglichen energetischen Nutzung von Gras und Schilf am Beispiel der Region Havelland. Endbericht. Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ), Leipzig, 2013. |
| Thrän et al. (2012) | Thrän, D.; Pfeiffer, D. (Hrsg.): Methodenhandbuch Stoffstromorientierte Bilanzierung der Klimagaseffekte (Schriftenreihe des BMU-Förderprogramms „Energetische Biomassenutzung“, Band 04), Leipzig 2012. – ISSN 2192-1806 |
| VDI 2067 | Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 2067 Blatt 40 Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, Grundlagen und Kostenberechnung; VDI, Düsseldorf, 2012 |

Datenquelle

Die in dieser Broschüre dargestellten Informationen beruhen – sofern nicht ausdrücklich auf eine andere Datenquelle hingewiesen wird – auf den Ergebnissen des Endberichts zum Projekt „Grünlandenergie Havelland“.

Ausführlichere Informationen sowie den Verweis auf weitere Informations- und Datenquellen finden Sie in dem Bericht.

Dieser ist auf der Internetseite <http://www.energetische-biomassenutzung.de/de/vorhaben/liste-aller-vorhaben/details/projects/30.html> frei zugänglich oder kann alternativ bei der Technischen Informations- und Universitätsbibliothek Hannover abgerufen werden.



www.energetische-biomassenutzung.de

ISSN: 2192-1806

Gefördert vom



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

Ein Förderprogramm der



DIE BMU
KLIMASCHUTZ-
INITIATIVE

Koordiniert vom



Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich

Wissenschaftlich
begleitet vom

