



Energie- und Klimaschutzkonzept für die Gemeinde Senden



Endbericht

Biomasse

30. März 2012

Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages – Förderkennzeichen 03KS1119 -



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



Geschäftsführer
Diplom Volkswirt Carl Zeine

Handelsregister
Nr. 3102

Deutsche Bank 24 Münster
111 1285 (BLZ 400 700 24)
<http://www.ages-gmbh.de>

Klosterstraße 3 Telefon (02 51) 4 84 78 10
48143 Münster Telefax (02 51) 4 84 78 40
E-Mail carlzeine@ages-gmbh.de

Inhalt

<u>1</u>	<u>NUTZUNG VON BIOMASSE FÜR DIE ENERGIEVERSORGUNG</u>	<u>4</u>
1.1	POLITISCHE RANDBEDINGUNGEN	4
1.2	MÖGLICHKEITEN DER ENERGIEBEREITSTELLUNG	6
<u>2</u>	<u>BESTANDSAUFNAHME ENERGIE AUS BIOMASSE IN DER GEMEINDE SENDEN</u>	<u>7</u>
<u>3</u>	<u>TECHNIKEN FÜR DIE BIOMASSENUTZUNG</u>	<u>9</u>
3.1	BIOGASERZEUGUNG	10
3.2	VERBRENNUNG	10
<u>4</u>	<u>POTENTIALABSCHÄTZUNG</u>	<u>11</u>
4.1	ALLGEMEIN	11
4.2	ENERGIEPFLANZEN	13
4.3	KURZUMTRIEBSPLANTAGEN (KUP)	16
4.4	STROH	16
4.5	WIRTSCHAFTSDÜNGER	17
4.6	BIOMASSE AUS GEWERBLICHEN UND INDUSTRIELLEN QUELLEN	18
4.7	KLÄRANLAGEN	19
4.8	KOMMUNALE ENTSORGUNG	20
4.9	ENERGIEHOLZPOTENTIALE	21
4.9.1	Waldrestholz	21
4.9.2	Altholz	22
4.9.3	Industrie-und Sägewerkrestholz	22
4.9.4	Landschaftspflegeholz	22
4.9.5	Grünabfälle von Garten- und Landschaftsbaubetrieben	24
4.10	ZUSAMMENFASSUNG DER POTENTIALE	24
<u>5</u>	<u>WIRTSCHAFTLICHKEIT DER ENERGETISCHEN BIOMASSENUTZUNG</u>	<u>27</u>
5.1	VERBRENNUNG VON BIOMASSE	27
5.1.1	Holzpelletfeuerungen	27
5.1.2	Hackschnitzelfeuerungen	29
5.1.3	Strohfeuerungen	30
5.1.4	Strom und Wärme aus Biomassefeuerungen	31
5.2	BIOGAS	33
5.2.1	Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung	35
5.2.2	Biogasnutzung	40
5.3	BIOMASSEVERGASUNG	45
5.4	ERZEUGUNG FLÜSSIGER ENERGIETRÄGER AUS BIOMASSE	45
<u>6</u>	<u>UMSETZUNG, HEMMNISSE</u>	<u>47</u>
<u>7</u>	<u>AKTIVITÄTEN ZUR ENERGETISCHEN BIOMASSENUTZUNG</u>	<u>50</u>
<u>8</u>	<u>FÖRDERUNG DER ENERGETISCHEN BIOMASSENUTZUNG</u>	<u>51</u>

Projektleitung: Diplom Volkswirt Carl Zeine
Bearbeitung: Diplom Volkswirt Carl Zeine
 Stefan Gausling

1 Nutzung von Biomasse für die Energieversorgung

1.1 Politische Randbedingungen

Die Nutzung von Biomasse zur Deckung des Energiebedarfs ist erklärtes Ziel der EU-Kommission und der Bundesregierung. Der europäische Biomasseaktionsplan von 2005 hatte bereits einen Anteil von 8% für Bioenergie am Primärenergieverbrauch im Jahr 2010 geplant. Der Biokraftstoffanteil am Gesamtkraftstoffbedarf sollte bis 2010 auf 5,75% steigen.

Gemäß den Beschlüssen des Europäischen Rates vom 9. März 2007 ist der Beitrag der erneuerbaren Energien EU-weit auf 20% für das Jahr 2020 als verbindliches Ziel festgelegt worden.

Die Bundesregierung forciert einen deutlich stärkeren Beitrag der erneuerbaren Energien und strebt bis 2020 einen Anteil von mindestens 30% bei der Stromversorgung und von 14% bei der Wärmeversorgung an. Die Eckdaten des am 23.8.2007 in Meseberg durch das Kabinett verabschiedeten Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramms sehen für die Bioenergie die folgenden Beiträge vor:

	2007		2020	
	EE insgesamt	davon Bioenergie ²	EE insgesamt „Meseberg“ ³ bzw. EEG oder EE-RL	davon Bioenergie ⁴ nach „Leitstudie 2008“
Anteil EE am gesamten Primärenergieverbrauch	6,7%	4,9%	16%	11%
Anteil EE gesamten Endenergieverbrauch ⁵	8,6%	6,2%	18%	10,9%
Anteil EE am gesamten Stromverbrauch/Stromversorgung ⁶	14,2%	3,9%	mindestens 30%	8%
Anteil EE am gesamten EEV für Wärme	6,6%	6,1%	14%	9,7%

1 Anteil Biokraftstoffe gem. EE-RL 12 % (2020)

2 Inkl. biogene Festbrennstoffe, Biogas, Klär- und Deponiegas, flüssige Biomasse und biogener Anteil am Abfall

3 Gemäß Kabinettsbeschluss Meseberg, 23.8.2007

4 Gemäß BMU-Leitstudie 2008 „Ausbau der erneuerbaren Energien“

5 Strom, Wärme, Kraftstoffe

6 Bezugsgröße: Bruttostromverbrauch

EE= Erneuerbare Energien

EEG = Erneuerbare-Energien-Gesetz

EE-RL = Erneuerbare-Energien Richtlinie der EU

EEV = Endenergieverbrauch

Im September 2010 hat die Bundesregierung das "Energiekonzept 2050" beschlossen, das „...den Weg ins Zeitalter der erneuerbaren Energien beschreibt.“ Nach der Katastrophe von Fukushima hat die Bundesregierung ihr Energiekonzept erweitert und den Ausstieg aus der Kernenergie bis Ende 2022 beschlossen.

Ein Element des Energiekonzeptes ist die Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG). Es stärkt insbesondere auch die Rolle der nachwachsenden Rohstoffe und die Bioenergie-Nutzung. Die Bioenergie soll mit ihrem umfangreichen Einsatzspektrum und ihrer guten Speicherfähigkeit in der künftigen Energieversorgung eine noch größere Rolle spielen.

Biomasse ist der wichtigste und vielseitigste erneuerbare Energieträger in Deutschland. Biomasse wird in fester, flüssiger und gasförmiger Form zur Strom- und Wärmeerzeugung und zur Herstellung von Biokraftstoffen genutzt.

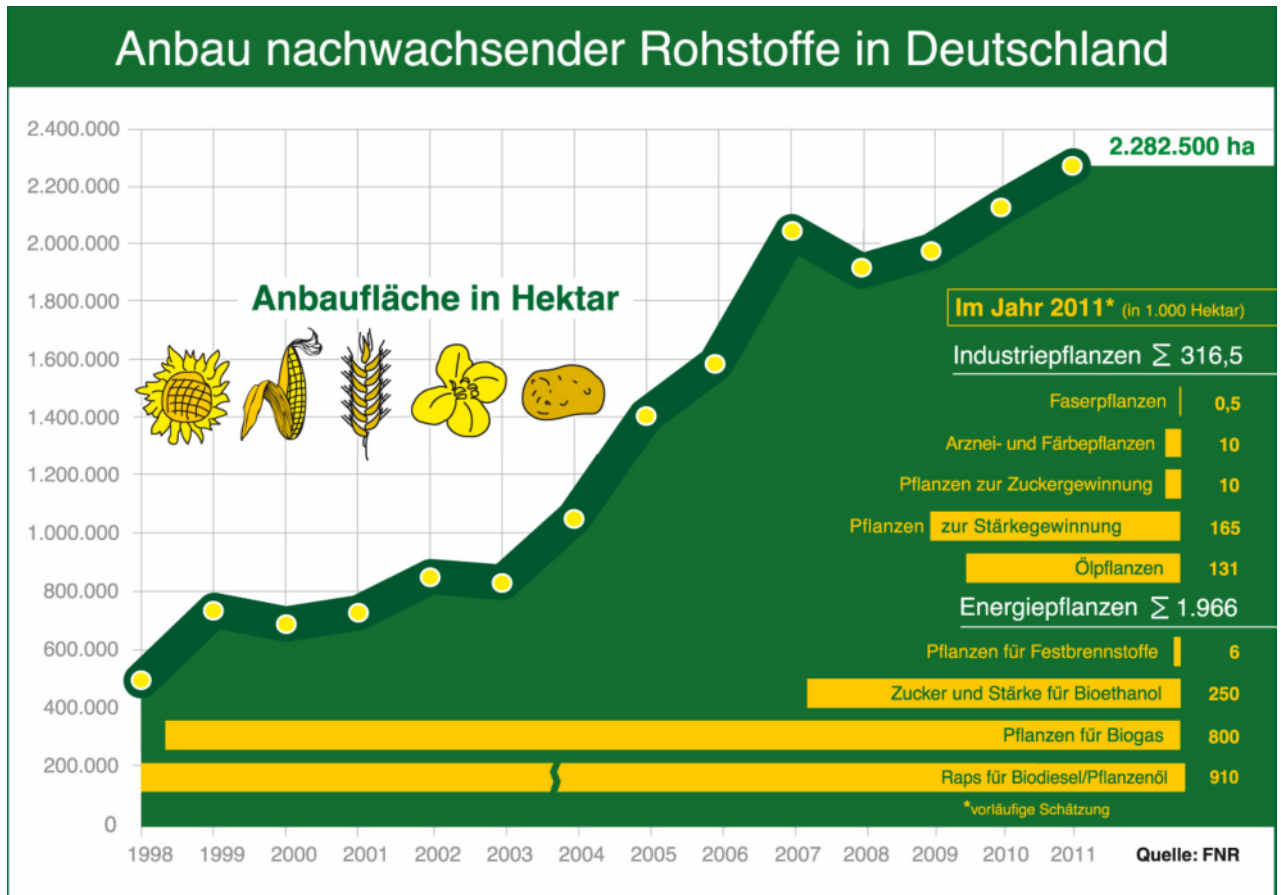
Biogas und feste Biomasse (etwa Holzreste, Laub oder Stroh) sind gut speicherbar und besonders geeignet, die schwankende Stromerzeugung aus Wind und Sonne auszugleichen. Schon heute liefert die Bioenergie den größten Anteil Energie aus erneuerbaren Quellen. Durch ihr breites Einsatzspektrum und ihre gute Speicherfähigkeit wird sie künftig eine noch wichtigere Rolle spielen. Bioenergie wird deswegen in allen drei Nutzungsarten "Wärme", "Strom" und "Kraftstoffe" weiter ausgebaut.

Die heimischen Bioenergie-Potentiale sind jedoch begrenzt. Es darf keine Konkurrenz zwischen der Erzeugung von Nahrungs-/Futtermitteln und Energiegewinnung geben. Außerdem darf die Bioenergie nicht eine nachhaltige und naturverträgliche Land- und Forstwirtschaft gefährden. Deshalb wird Deutschland künftig auf den Import von nachhaltigen Bioenergieträgern angewiesen sein.

Wesentliche Elemente dieser nachhaltigen Biomassenutzung:

- Biomasse-Reststoffe sollen künftig stärker als bisher zur Energiegewinnung beitragen. In Frage kommen zum Beispiel organische Abfälle. Auch Gülle sowie Grünschnitt aus den Kommunen oder aus der Landschaftspflege lassen sich hierfür verwenden.
- Für Biomethan (das ist Biogas aus Gärprozessen) werden die Einspeisemöglichkeiten ins Erdgasnetz verbessert.

Die Bundesregierung geht davon aus, dass von den 17 Mio. ha landwirtschaftlich genutzter Fläche 2,5 bis 4 Mio. ha für die stoffliche und energetische Nutzung der Biomasse zur Verfügung stehen, ohne dass es zu Einschränkungen bei der Versorgung mit landwirtschaftlichen Nahrungs- und Futtermitteln kommt (Nationaler Biomasseaktionsplan für Deutschland, September 2010 S. 8).

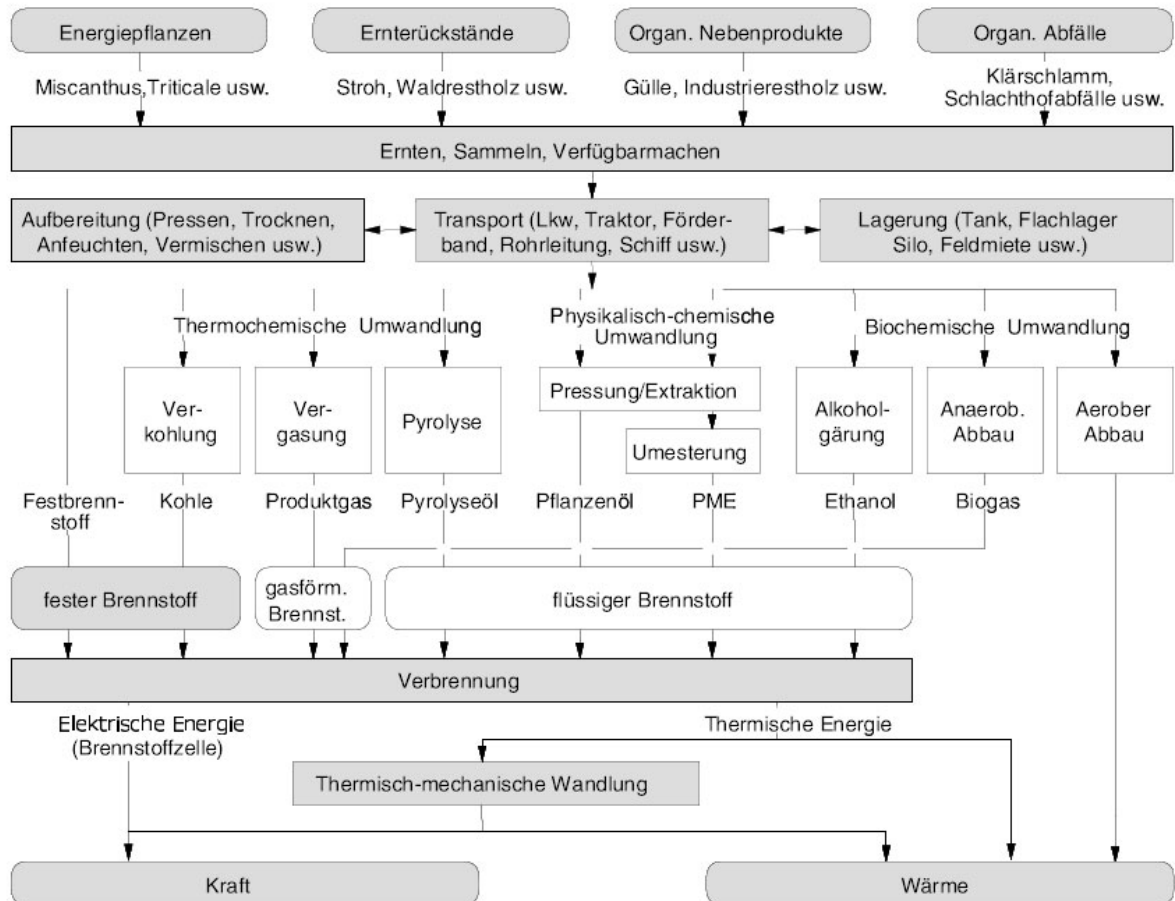


1.2 Möglichkeiten der Energiebereitstellung

Unter dem Begriff Biomasse werden Stoffe organischer Herkunft verstanden wie:

- Pflanzen und Tiere,
- daraus resultierende Rückstände (z.B. tierische Exkrememente),
- abgestorbene Phyto- und Zoomasse (Stoffe pflanzlichen und tierischen Ursprungs, z.B. Stroh),
- organische Stoffe, die durch eine technische Umwandlung oder Nutzung entstanden sind oder anfallen (Papier, Zellstoff, Schlachtabfälle, organischer Hausmüll,..)

Möglichkeiten der Energiebereitstellung aus Biomasse sind in der folgenden Übersicht zusammengestellt.



(Quelle: Leitfaden Bioenergie, FNR 2007, verändert nach Kaltschmitt und Hartmann)

Lieferanten für Biomasse zu energetischen Nutzung können sein:

- Landwirtschaft
- Abfallentsorgung
- Klärwerke
- Industrie und Gewerbe

Vorrang bei der energetischen Biomassenutzung sollte die Nutzung von Rückständen sein, um Flächenkonkurrenz bei der Versorgung mit landwirtschaftlichen Nahrungs- und Futtermitteln zu vermeiden.

2 Bestandsaufnahme Energie aus Biomasse in der Gemeinde Senden

Für Aussagen über den Umfang energetischer Biomassenutzung in der Gemeinde Senden wurde auf die folgenden Quellen zurückgegriffen:

- Feuerstättenliste der Schornsteinfeger
- Befragung von Betrieben in Senden
- Angaben der Gemeinde Senden zum Holzpelletverbrauch im Cabrio

- Angaben des Stromnetzbetreibers zu mit Biogas betriebenen BHKW in der Gemeinde Senden

Mitte 2008 gab es nach Auskunft der zuständigen Schornsteinfeger 2.906 Festbrennstofffeuerstätten in der Gemeinde Senden. Davon waren 198 Feststoffheizungen Hauptfeuerstätten mit einer Feuerwärmeleistung von 12.148 kW th. Mit 1.281 Kaminöfen und 1.168 offenen Kaminen sind fast 50% aller 5.000 Wohngebäude in Senden mit Zusatzheizungen ausgestattet, in denen Holz verbrannt werden kann.

Über den Umfang der Holznutzung für Heizzwecke in der Gemeinde Senden liegen keine statistischen Angaben vor. Der Umfang des Holzverbrauchs für Heizzwecke muss insofern über Annahmen abgeschätzt werden.

Für die Ermittlung des Holzeinsatzes in Kaminöfen und offenen Kaminen legen wir die Ansätze des Instituts für Energietechnik und Umwelt (Wärmegewinnung aus Biomasse 2004) zugrunde:

		Kaminöfen	Offene Kamine
Anzahl		1.291	1.168
spez. Brennstoffverbrauch	kg/a	1.100	400
Heizwert	kWh/kg	4,11	4,11
EEV pro Feuerstätte/a	kWh/a	4.522	1.644
EEV /a	kWh/a	5.838.189	1.920.711

EEV = Endenergieverbrauch

Diesen Daten liegen Nutzungsprofile für den Umfang der Zusatzheizungen zugrunde, die sich erfahrungsgemäß mit steigenden Energiepreisen ändern. Genauere Daten können hier nur durch wiederkehrende Befragungen ermittelt werden.

Für die sonstigen Festbrennstoffheizungen wurde der Brennstoffeinsatz über die Feuerwärmeleistung, Vollbenutzungsstunden und Jahresnutzungsgrade abgeschätzt. Der Endenergieverbrauch ergibt sich mit 10,7 Mio. kWh.

Insgesamt ergibt sich hier ein Endenergieverbrauch von 18,8 Mio. kWh. Aus der Befragung von Betrieben in Senden ist bekannt, dass davon ca. 7 Mio. kWh auf den Brennstoff Kohle entfallen, so dass für Biomasse als Brennstoff ca. 11,8 Mio. kWh angesetzt werden können.

Das sind immerhin 8,8% des gesamten Endenergieverbrauchs für die Wärmeerzeugung in der Gemeinde Senden. Mit einem Pelletverbrauch von ca. 2,9 Mio. kWh für die Beheizung des Cabrios ist die Gemeinde Senden einer der größten Nutzer von Biomasse im Gemeindegebiet. Über die Befragung von Betrieben in Senden ist bekannt, dass an 3 Betriebsstätten Holz für Heizzwecke und zur Erzeugung von Prozesswärme eingesetzt wird. Mengenangaben liegen aber nicht vor.

Aus den Bekanntmachungen des Übertragungsnetzbetreibers Amprion geht hervor, dass es Ende 2011 in der Gemeinde Senden 3 BHKW mit einer elektrischen Leistung von insgesamt 815 kW gab, die mit Biogas betrieben wurden. Die beiden älteren Anlagen haben insgesamt im Mittel jährlich ca. 4 Mio. kWh Strom erzeugt. Die Wärmeerzeugung in etwa gleicher Größenordnung wird am Standort die Biogasanlagen vorwiegend als Prozesswärme für die Fermenter genutzt.

Das Ende 2011 errichtete dritte Biogas BHKW dient zur Beheizung der Grundschule und der im Bau befindlichen neuen Turnhalle in Ottmarsbocholt. Bei einer elektrischen Leistung von 265 kW können jährlich ca. 2 Mio. kWh elektrische Energie und Wärme erzeugt werden. Die anfallende Wärme reicht aus, um 200.000 Liter Heizöl jährlich zu ersetzen.

Weiterhin erfolgt eine Nutzung des Faulgases am Standort Kläranlage Senden für die Stromerzeugung in ein einem BHKW und für die Beheizung des Faulbehälters und der Betriebsgebäude.

3 Techniken für die Biomassenutzung

Über die Förderung der energetischen Biomassenutzung haben sich in den letzten Jahren Entwicklungen in unterschiedlichen Bereichen ergeben, die erheblichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Biomassenutzung hatten:

- Züchtung ertragsreicher Sorten speziell für die Biogaserzeugung
- Verbesserungen beim Anbau und der Ernte von Energiepflanzen
- Höhere Biogaserträge durch Verbesserungen bei der Verfahrenstechnik und der Zusammenstellung von Substraten
- Bessere Ausnutzung von Substraten durch mechanische und thermische Vorbehandlung
- Effizientere Stromerzeugung von Biogas BHKW
- Neue Wärmenutzungskonzepte
- Neue Verfahren der Biogasaufbereitung und Einspeisung als Biomethan

Diese Entwicklung ist noch nicht abgeschlossen, so dass nicht nur höhere energetische Erträge zu erwarten sind, sondern zukünftig auch Biomasse verwendet werden kann, die heute nicht oder nur mit Problemen genutzt werden kann.

Bei der Biomassenutzung gibt es im Prinzip 3 Nutzungswege für eine energetische Nutzung:

1. Erzeugung von Biogas
2. Nutzung/Erzeugung flüssiger Brenn- und Treibstoffe
3. Nutzung/Erzeugung fester Brennstoffe

Zu 1.

Biogas ist ein Gas aus Biomasse, dessen energetischer Gehalt vom Methananteil bestimmt wird. Die Erzeugung von Biogas kann durch die Fermentation flüssiger oder (weitgehend) trockener Biomasse und über die Vergasung fester Biomasse erfolgen. Für den Prozess der Biogasgewinnung sind bestimmte Prozesstemperaturen und ein kontrollierter Sauerstoffanteil erforderlich.

Die energetische Nutzung von Biogas setzt eine Reinigung und Trocknung voraus.

Biogas kann in eigens dafür geeigneten Anlagen verbrannt, als Kraftstoff für Biogasmotoren eingesetzt oder zu Biomethan aufbereitet werden, welches dann über das Erdgasnetz an die Verbrauch verteilt werden kann.

Zu 2.

Flüssige Biomasse kann durch Pressen von Pflanzen oder die Aufbereitung von Biomasse entstehen. Die Aufbereitung von Biomasse zu Brenn- und Treibstoffen erfolgt zumeist in industriellen Großanlagen.

Zu 3.

Feste Biomasse kann in geeigneten Anlagen direkt verbrannt und energetisch genutzt werden. Überwiegend beschränkt sich die Aufbereitung fester Biomasse auf die Logistik, also den Transport der Biomasse vom Standort der Gewinnung zum Verbraucher und die Konfektionierung, also die verbrauchsfertige Stückelung der Biomasse z.B. in Scheitholz, Hack-schnitzel oder Pellets mit der zulässigen Restfeuchte der Materials.

Gasförmige, flüssige und auch feste Biomasse kann entweder nur Wärme, oder Wärme und Kraft bzw. Wärme und elektrische Energie bereitstellen.

3.1 Biogaserzeugung

Eine Biogasanlage dient der Erzeugung von Strom, Wärme und Dünger aus Biomasse. Die Einsatzstoffe sind Pflanzen, Fette, Klärschlamm, Gülle oder Biomüll.

In einer anaeroben Vergärung wird ein Gas erzeugt, welches zu 2/3 Methan aus besteht und damit einen Energiegehalt von 5,5 bis 6,5 kWh/m³ hat.

Als Nebeneffekt entsteht ein hochwertiger Dünger mit weniger Ammoniak und damit um 85-95% weniger Geruchsbelästigung.

Die Biogaserzeugung ist ein verfahrenstechnisch komplexer Prozess, der in Anlagen von der kleinen Hofanlage bis zur Großanlage im Industriestandard erfolgen kann.

Die Biogaserzeugung kann aus flüssiger Biomasse oder über Trockenfermentation gewonnen werden. Bei der Trockenfermentation ist das Material weder pump- noch fließfähig (< 75% Wassergehalt).

Aus verfahrenstechnischen Gründen und um günstige Substratkosten zu realisieren werden in der Regel unterschiedliche Substrate eingesetzt.

Beim Einsatz seuchenhygienisch bedenklicher Substrate (Speiseabfälle) sind besondere Anforderungen zu berücksichtigen.

Vor einer energetischen Nutzung ist eine Biogasreinigung (Entschwefelung und Trocknung) erforderlich.

Für eine energetische Nutzung von Biogas gibt es die folgenden Optionen:

- Direkte Biogasnutzung
 - Beim Fermenter
 - Über Satelliten BHKW
- Biogasaufbereitung und Einspeisung von Bioerdgas
- Biogasaufbereitung als Kraftstoff

Bei der direkten Biogasnutzung wird das gereinigte und getrocknete Biogas mit einem Methananteil von ca. 60% in speziellen Heizanlagen oder Verbrennungsmotoren eingesetzt. Bei der Biogasaufbereitung wird der Methananteil des Biogases auf einen Anteil über 90% erhöht wie beim Erdgas. Derart aufbereitetes Biogas ist dem Erdgas technisch gleichwertig und kann in den gleichen Anlagen eingesetzt werden, die für den Erdgaseinsatz vorgesehen sind. Für die Aufbereitung von Biogas zu Erdgasqualität stehen mehrere technische Verfahren zur Verfügung, die bislang aber wirtschaftlich nur für größere Biogasanlagen sind (> 600 Nm³/h).

3.2 Verbrennung

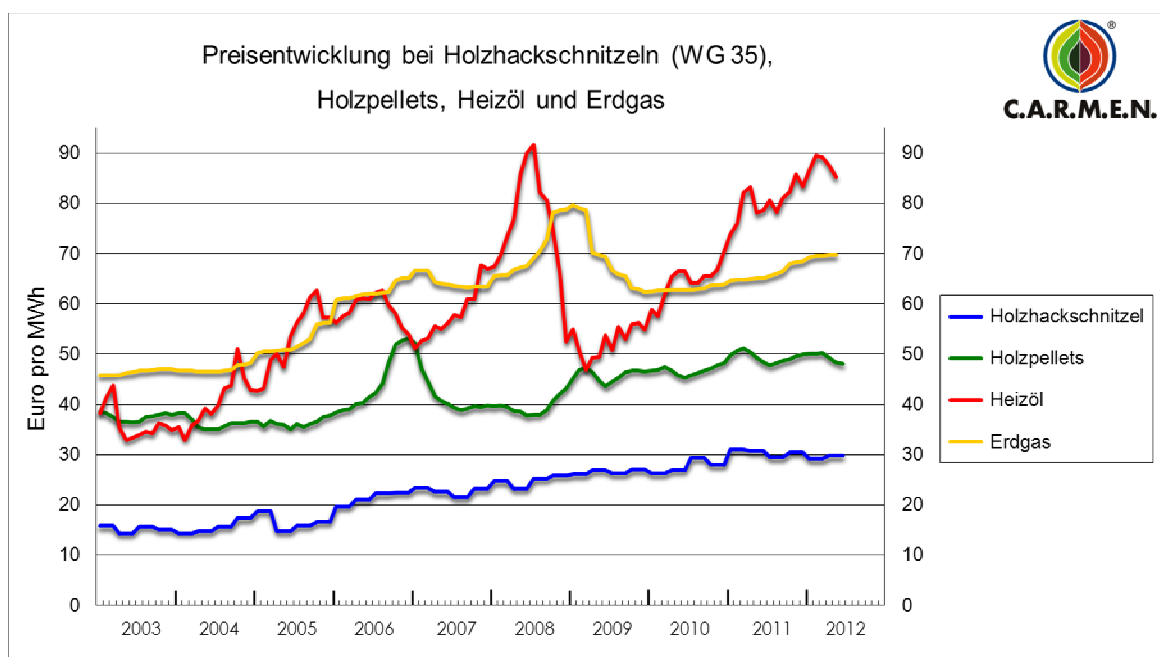
Feste Biomasse wie Holz oder Stroh kann durch Verbrennung in geeigneten Feuerstätten zur Wärmeversorgung genutzt werden. Von der mit Pellets beschickten Therme bis zu Heizwerken mit mehreren MW Wärmeleistung für die Einspeisung in Nahwärmenetze oder zur

Versorgung von Großverbrauchern ist inzwischen eine Vielzahl von Anlagen unterschiedlicher Hersteller am Markt verfügbar.

Probleme für die Verbrennung fester Biomasse ergeben sich aus:

- der Inhomogenität des Brennstoffs,
- dem Platzbedarf für die Lagerung von Brennstoffvorräten,
- vergleichsweise höheren Investitionen für den Wärmeerzeuger,
- den Anforderungen an die Rauchgasreinigungen (Feinstaub) und
- höheren Anforderungen an die Betriebsüberwachung und Wartung der Heizanlagen.

Dafür können Brennstoffe eingesetzt werden, die oft deutlich preisgünstiger sind als die fossilen Energieträger Öl und Erdgas.



Ein Vergleich der Preisentwicklung für Holzpellets, Heizöl und Erdgas zeigt zudem eine deutlich stabilere Preisentwicklung bei den Holzpellets.

Noch größere Preisvorteile für Festbrennstoffe ergeben sich, wenn – wie bei Holzhackschnitzeln – Reststoffe aus der Durchforstung oder der Landschaftspflege genutzt werden können, die vorher teilweise sogar kostenpflichtig entsorgt werden mussten.

4 Potentialabschätzung

4.1 Allgemein

Die Abschätzung der für eine energetische Nutzung verfügbaren Biomassepotentiale erfolgt in einem mehrstufigen Verfahren.

Ausgehend von den Randbedingungen Anfang 2012 wird zunächst das theoretische, dann das technische Potential bestimmt. Ob und in welchem Umfang diese Potentiale erschlossen werden, hängt allerdings von der Wirtschaftlichkeit und der Akzeptanz der Biomassenutzung ab.

- Theoretisches Potential: Obergrenze Boden, Fläche
- Technisches Potential: Verfügbare Technologien, Gesetze
- Wirtschaftliches Potential: Anlegbare Preise
- Erschließbares Potential: ökologische Probleme, Akzeptanz, Institutionelle Hemmnisse

Mögliche Quellen für Biomasse sind:

- Land- und Forstwirtschaft
- Abfallentsorgung
- Klärwerke
- Industrie und Gewerbe

Gerade angesichts der Flächenkonkurrenz bei den landwirtschaftlichen Flächen zwischen der Lebensmittelerzeugung und der Produktion von Energiepflanzen (Diskussion *Tank oder Teller*) muss bei der Potentialermittlung zudem die Herkunft der Biomasse berücksichtigt werden:

- Nutzung von Rückständen
- Nutzung von Energiepflanzen

Nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht möglicher Biomassefraktionen:

	Vergärbare feste Biomasse	Vergärbare flüssige Biomasse
1. Landwirtschaft	Ernterückstände, Stroh, „Energiepflanzen“ * Mist	Schweinegülle Rindergülle
2. Kommunale Entsorgung	Organische Fraktion der Haushaltsabfälle, Garten- und Landschaftspflegeabfälle (u. a. Rasen- und Grasschnitt, Laub, Wasserpflanzen), Nasses Papier Speisereste aus Gaststätten usw. Früchte- und Gemüseabfälle aus dem Handel	Klärschlamm
3. Lebensmittelindustrie		
Zuckerindustrie	Zuckerrüben-Presskuchen	Wasch-, Press- und Betriebsabwässer
Milchverarbeitung		Molke, Betriebsabwässer
Brennereien		Schlempe, Hefe
Fruchtsaftindustrie	Fruchtrückstände, Schlämme	Waschwässer, Transportwässer
Brauereien	Mälzereirückstände, Braurückstände (Treber)	Wasch-, Reinigungs- und Kühlabwässer
Kartoffelindustrie	Schälbrei, Waschschlämme, Verarbeitungsreste	Wasch-, Transport-, Press- und Reinigungsabwässer
Konservenindustrie	Produktionsabfälle	Wasch- und Bleichabwässer
Weinbau, Weinherstellung	Traubentrester	Schlempe
Fett-, Öl- und Margarineherstellung	Filtrationsrückstände	Wasch- und Extraktionsabwässer
Tee- und Kaffeeherstellung	Extraktionsrückstände, Kaffeesatz	
4. Andere Industrien		
Pharmazeutische und kosmetische Industrie		Kulturbrühen, Mycelschlämme, Waschwasser
Papierindustrie		Produktionsabwässer aus der Zellstoff-, Papier- und Kartonherstellung

Tabelle 4-1: Einsatzbereiche anaerober Abbauprozesse / Biomassefraktionen
[Quelle: KaHa]

* z. B. Mais, Raps, Futterrüben, Hanf, Chinaschilf, Zuckerrohr und Algen

Aus der Landwirtschaftsstatistik sind für 2009 die mittleren Hektarerträge auf Kreisebene bekannt. Für den Kreis Coesfeld ergaben sich die folgenden Getreide-Hektarerträge:

Winterweizen	89,0	dt/ha
Sommerweizen	55,8	dt/ha
Roggen	72,8	dt/ha
Wintermenggetreide	55,9	dt/ha
Wintergerste	80,4	dt/ha
Sommergerste	52,8	dt/ha
Hafer	53,3	dt/ha
Triticale	76,8	dt/ha
Körnermais	104,1	dt/ha
Grünmais	492,82	dt/ha

Bei einem Ertrag von 49,28 t Mais pro ha Anbaufläche, einem Biogasertrag von 196 Nm³ (lt. Biomasseverordnung 2012) und einen Energiegehalt von 5,4 kWh/m² Biogas ergibt sich ein Energieertrag von 52.237 kWh pro ha und Jahr.

In der Praxis schwanken die jährlichen Biogaserträge mit den Ernteerträgen und den angebauten Energiepflanzen, die zunehmend auch auf höhere Biogaserträge hin gezüchtet werden.

Tab. 2-2: Kenndaten und Schwankungsbereich einiger nachwachsender Rohstoffe [4]

Substrat	Biomasseertrag	Biogasertrag	Biogasertrag
	[t/ha]	[m ³ /t]	[m ³ /ha]
Silomais	35 - 45	180 - 240	6.300 - 10.800
Corn-Cob-Mix (CCM)	11 - 15	400 - 600	4.400 - 9.000
Roggen	4,5 - 6	550 - 600	2.475 - 3.600
Triticale	5 - 6,5	550 - 600	2.750 - 3.600
Getreide Ganzpflanzensilage	ca. 30	150 - 220	4.500 - 6.600

Quelle: Leitfaden zum Bau einer Biogasanlage , FH Münster

Tab. 15-1: Schwankungsbreite des Biogasertrages aus Silomais

Substrat	TS-Gehalt [%]	oTS-Gehalt [%]	Biogasertrag [l/kg oTS]	Biogasertrag [m ³ /t FM]	Methangehalt [%]	Quelle
Maissilage	33	95,8	586	185	52,2	Bayrische Landesanstalt für Betriebswirtschaft und Agrarkultur
Maissilage	28	95,5	578	155	52,1	
Maissilage	33	95,8	586	185	52,2	
Maissilage	32	95,4	573	175	52,2	
Maissilage	30	95,7	595	171	52,5	
Maissilage	35	96	600	202	52,2	
Maissilage Wachsreife	35	96	639	215	53,0	Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing und Entwicklungs-Netzwerk
Maissilage Teigreife	30	95,7	635	182	53,0	
Grünmais Wachsreife	33	95,9	635	201	53,0	
Grünmais Teigreife	28	95,2	619	165	53,0	
Grünmais Kolbenbildung	20	93,8	602	113	53,0	
Maissilage				200		KWS-Mais GmbH
Maissilage				230		Landwirtschaftskammer Münster
Maissilage	37,4	95,6	565	202	54,0	Landwirtschaftskammer NRW, Versuchswerte
Maissilage	37,4	95,6	622	222	52,1	Landwirtschaftskammer NRW, Planungswerte
Maissilage				201		LfL Institut für Agrarökonomie
Maissilage Milchreife (mittelfrühe Sorte)	29	96	680	188	55	Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (Ergebnisse des Instituts für Agrartechnik Bormin (ATB))
Maissilage Teigreife	35	97	730	249	55	
Maissilage Wachsreife	34	96	860	281	56	
Maissilage Milchreife (frühe Sorte)	29	96	720	226	57	
Maissilage Teigreife	37	96	790	255	58	
Maissilage Wachsreife	37	96	810	280	59	
Maissilage				210		Jahrestagung des Fachverbandes Biogas
Maissilage				200		Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Futterbau (LVVG)
Mittelwert:	32,3	95,7	653,9	203,8	53,9	

Quelle: Leitfaden zum Bau einer Biogasanlage, FH Münster Band 4 S. 146

Würden also 10% der landwirtschaftlichen Fläche in der Gemeinde Senden für den Anbau von Energiepflanzen genutzt, ständen netto 26,4 Mio. kWh für die weitere Energienutzung zur Verfügung.

Flächenteil für Energiepflanzen	Fläche für Energiepflanzen in ha	Bruttoertrag Energiepflanzen pro Jahr Mio. kWh/a	Eigennutzung Energie für Fermenter Mio. kWh/a	Nettoertrag Mio. kWh/a
100%	7.224	377,4	113,2	264,2
90%	6.502	339,6	101,9	237,7
80%	5.779	301,9	90,6	211,3
70%	5.057	264,2	79,2	184,9
60%	4.334	226,4	67,9	158,5
50%	3.612	188,7	56,6	132,1
40%	2.890	150,9	45,3	105,7
30%	2.167	113,2	34,0	79,2
20%	1.445	75,5	22,6	52,8
10%	722	37,7	11,3	26,4

Erst bei der Nutzung eines Flächenteils von 80% der landwirtschaftlichen Fläche für den Anbau von Energiepflanzen könnte der heutige Wärmebedarf in der Gemeinde Senden aus dem Anbau von Energiepflanzen gedeckt werden.

4.3 Kurzumtriebsplantagen (KUP)

Die Bepflanzung mit Chinaschilf oder schnellwachsenden Baumarten (Pappeln und Weiden) setzt die Bereitschaft landwirtschaftlicher Betriebe voraus Dauerkulturen mit Nutzungsdauern von 20 bis 30 Jahren in das Betriebskonzept aufzunehmen. Dem Nachteil einer mehrjährigen Flächenbindung stehen ökologische Vorteile gegenüber wie der äußerst geringe Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln. Zudem kann über mehrere Jahre die Bodenbearbeitung entfallen.

Der Energieertrag pro Hektar und Jahr ist teilweise höher als beim Maisanbau:

	Heizwert ¹	Ertrag		Ertrag	
	kWh/kg	t/(ha*a)	t/(ha*a)	kWh/(ha*a)	kWh/(ha*a)
		von	bis	von	bis
Chinaschilf	4,06	10	15	40.556	60.833
Pappeln im Kurzumtrieb (3-jährig)	4,28	10	12	42.778	51.389
Pappeln im Kurzumtrieb (6-jährig)	4,28	15	15	64.167	64.167
Weiden im Kurzumtrieb (3/6-jährig)	4,28	8	8	34.167	34.167

¹ bei 15% Wassergehalt

Da in der Gemeinde keine freien Flächen verfügbar sind, die mit KUP besetzt werden könnten, steht eine KUP Nutzung in Konkurrenz zu einer Bepflanzung mit anderen Pflanzen. Ein größeres Potential der Biomassenutzung entsteht dadurch nicht.

4.4 Stroh

Geht man davon aus, dass auf der landwirtschaftlichen Ackerfläche in der Gemeinde Senden auch zukünftig Getreide angebaut wird, wird, wenn keine Ganzpflanzensilage erfolgt, Stroh anfallen.

Legt man die die Anbauflächen nach Landwirtschaftszählung 2010 zugrunde, ergibt sich eine Strohmenge von 17.360 t, von der 60% = 10.416 als nutzbar angesetzt werden.

Strohpotential Gemeinde Senden			
Fruchtart	Fläche	mittleres spez.Stroh-aufkommen	Mittleres Stroh-aufkommen
	ha	t/ha	t/a
Winterweizen	2.299	5,20	11.954
Roggen	62	4,50	279
Wintergerste	1.094	4,20	4.595
Sommerfuttergerste	43	4,00	172
Hafer	19	5,50	102
Triticale	65	4,00	260
Summe	3.581		17.360
Nutzbar	60%		10.416

Damit wird berücksichtigt, dass Teile des Strohs u.a. wegen der Humusbilanz auf dem Acker verbleiben und Teile als Einstreu für die eigene Viehhaltung genutzt werden.

Der Energiegehalt von Stroh wird mit 3,6 – 4 kWh/kg bei einer Restfeuchte von 15% angegeben. Der Energiegehalt der o.a. Strohmenge beträgt dann 65 bzw. 40 Mio. kWh.

Die energetisch nutzbaren Strohmenge werden allerdings in Senden bereits vollständig vermarktet.

4.5 Wirtschaftsdünger

Die Nutzung von Wirtschaftsdünger zur Energieproduktion hat den Vorteil, dass damit zunächst keine Flächenkonkurrenz verbunden ist und die Nährstoffe nach der energetischen Nutzung auch weiterhin für die Landwirtschaft verfügbar sind.

In der Gemeinde Senden gibt es mit 15.820 Großvieheinheiten (GVE) einen relativ großen Viehbestand, weil die landwirtschaftlichen Flächen vorwiegend zur „Veredelung“ genutzt werden. Entsprechend groß ist mit 203.691 m³ der jährliche Anfall an Wirtschaftsdünger (Gülle- und Mistanfall).

Klimaschutzkonzept Senden									
Landwirtschaftszählung 2010									
Viehhaltungen und Viehbestände in Nordrhein-Westfalen nach kreisangehörigen Städten und Gemeinden									
				Senden	Tiere/Haltung	GVE/Tier	GVE	Gülle/Mist pro Tier in m ³ /a	Gülle/Mist m ³ /a
Rinder	insgesamt			5 661	91	0,7077	4.006	13,70	58.047
		Rinder 1 bis unter 2 Jahre alt	männlich	1 245	30	0,7000	872	8,30	10.334
		Rinder 1 bis unter 2 Jahre alt	weiblich	568	14	0,7000	398	8,30	4.714
		Rinder 2 Jahre und älter	männlich	59	4	0,7000	41	8,30	490
		Rinder 2 Jahre und älter	weiblich	172	5	0,7000	120	8,30	1.428
		Milchkühe	Milchkühe	1 269	42	1,2000	1.523	19,80	25.126
		andere Kühe	andere Kühe	155	10	1,2000	186	19,80	3.069
		Kälber unter 8 Monate alt	männlich	704	15	0,2000	141	2,90	2.042
		Kälber unter 8 Monate alt	weiblich	419	13	0,2000	84	2,90	1.215
		Jungrinder 8 Monate bis unter 1 Jahr alt	männlich	861	22	0,6000	517	9,00	7.749
		Jungrinder 8 Monate bis unter 1 Jahr alt	weiblich	209	7	0,6000	125	9,00	1.881
Schweine	insgesamt			91 255	853	0,1182	10.784	1,46	132.914
		Ferkel		14 549	539	0,0400	582	0,70	10.184
		Zuchtsauen		4 532	197	0,3400	1.541	1,60	7.251
		andere Schweine		72 174	736	0,1200	8.661	1,60	115.478
Schafe	insgesamt			291	29	0,1200	35		0
Hühner	insgesamt			65 301	6.530	0,0033	215	0,07	4.571
Mastgeflügel	insgesamt			23 311	5.828	0,0222	518	0,35	8.159
Einhufer	insgesamt			262	9	1,0000	262		0
Summe				186.081			15.820		203.691

Quelle: Landwirtschaftszählung 2010 it-NRW

Der Energiegehalt des im Jahr 2009 in der Gemeinde Senden angefallenen Wirtschaftsdüngers beläuft sich auf 36 Mio. kWh. .

Viehveredelung	Anzahl	Tiere/GVE	GVE	Wirtschaftsdünger m ³ /Tier	Wirtschaftsdünger m ³ /a	Biogas-ertrag Nm ³ /m ³	Biogas-ertrag Nm ³ /a	Energie-gehalt kWh/m ³	Energiegehalt kWh/a	Energie-gehalt kWh/m ³	Energie-gehalt kWh/GVE
Rinder	4 392	1.769	2.483	7,496	32.921	31,481	1.036.402	5,400	5.596.570	170	2.254
Milchkühe	1 269	0,833	1.523	19,800	25.126	31,481	791.010	5,400	4.271.454	170	2.805
Schweine	91 255	8,462	10.784	1,457	132.914	22,222	2.953.644	5,400	15.949.680	120	1.479
Schafe	291										
Ziegen											
Hühner	65 301	303,030	215	0,070	4.571	151,852	694.125	5,400	3.748.277	820	17.394
Mastgeflügel	23 311	45,045	518	0,350	8.159	151,852	1.238.936	5,400	6.690.257	820	12.928
Einhufer	262	1,000	262								
Summe	186.081		15.785		203.691		6.714.118		36.256.238		

Die Biogasmenge von 6,7 Mio. m³ pro Jahr entspricht einer stündlichen Biogasproduktion von 766 m³ und einer Energieleistung von 4,139 MW.

Für eine Nutzung ist allerdings zu bedenken, dass die hier aufgeführten Tiere auf 183 Halungen im Gemeindegebiet entfallen. Eine Erschließung dieser Potentiale wird insofern nur bei einzelnen Großbetrieben oder über die Sammlung und Aufbereitung des Wirtschaftsdüngers an ausgewählten Standorten möglich sein.

Geht man von der zur Zeit nach EEG geförderten Gülleanlage mit einem BHKW von 75 kW elt¹ aus, dann wäre eine Energieleistung von ca. 225 kW pro Anlage erforderlich. Das würde dann - bezogen auf die gesamte Energieleistung von 4,139 MW - zu 18 Standorten führen. Da diese Kleinanlagen aber auch bei der aktuellen Vergütungsregelung nach EEG Probleme mit der Wirtschaftlichkeit haben, ist in der Praxis eher von 1 bis 2 Standorten pro Ortslage, also insgesamt 3-6 Standorten auszugehen. Eine größere Zahl verteilter Standorte bietet zudem den Vorteil kürzerer Transportwege.

Ein Problem für die Biogaserzeugung aus Wirtschaftsdünger sind die geringen Trockenmasseanteile. Gülle besteht zu 95% aus Wasser. Entsprechend groß sind deshalb die Fermenter zu dimensionieren, entsprechend viel Volumen muss transportiert und erwärmt werden.

In der Praxis werden deshalb kaum Biogasanlagen ausschließlich mit Wirtschaftsdünger betrieben, sondern zusammen mit Energiepflanzen.

4.6 Biomasse aus gewerblichen und industriellen Quellen

Für die Gemeinde Senden liegen keine Informationen über gewerbliche, biogene Abfälle vor, die für die Biogasproduktion genutzt werden könnten.

Beispiele für solche Abfälle sind Produkte aus:

- Gemüse- und Obstproduktion und Verwertung (z.B. Kartoffelpulpe, Frucht- und Prozesswasser, Obsttrester)
- Zuckerindustrie (Nass-Schnitzel, Melasse)
- Kaffee- und Teeverarbeitung
- Bierbrauereien (Treber)
- Alkoholherstellung (Getreideschlempe)
- Getreide- und Ölmühlen
- Suppen- und Gewürzherstellung
- Milchverarbeitung
- Baumwollverarbeitung
- Verarbeitung von Naturtextilien, Abfälle von Leder
- Papierindustrie
- Rückstände aus der Pharmazie, Kosmetik und chemischen Industrie wie Mycelstämme, und Waschabwässer

Kenndaten für die Gaserträge aus gewerblichen, biogenen Abfällen können der folgenden Tabelle entnommen werden:

¹ Die Leistung eines BHKW wird in elektrisch (elt) und thermisch (therm) differenziert.

Gaserträge aus Industrie und Gewerbe	Biogasertrag [Nm ³ /tFM]	Heizwert [kWh/Nm ³]
Lebensmittelindustrie :		
Hefeschlempe	60,7	6,19
Abfallhefe	151,8	6,19
Speisereste	92,0	6,00
Apfeltrester (Fruchtsaftherstellung)	111,6	5,15
Fruchtrückstände, Schlämme	111,6	5,15
Mälzerei- und Braurückstände	122,2	5,91
Stärke aus Abscheider	16,0	7,08
Produktionsabfälle	52,0	5,03
Summe :		
Kosmetikindustrie :		
Extraktionsrückstände	496,1	5,96
Waschabwässer	6,0	6,48
Produktionsabfälle	52,0	5,03
Reste von Aufsaug und Filtermaterialien	52,0	5,03
Summe :		
Chemie- / Pharmaindustrie :		
pflanzliche Trockensubstrate	496,1	5,96
Summe :		
Papierindustrie :		
Papier Produktionsabwässer	1,5	5,48
Summe :		
Reiterhöfe :		
Pferdekot	63,0	5,48
Summe :		
Gesamtsumme :		

Quelle: Handlungskonzept zur energetischen Nutzung vergärungsfähiger Biomasse im Kreis Mettmann S. 85

4.7 Kläranlagen

Am Standort Kläranlage Senden erfolgt eine Nutzung des Faulgases für die Stromerzeugung in einem BHKW und für die Beheizung des Faulbehälters und der Betriebsgebäude.

Das BHKW hat nach Auskunft des Lippeverbandes eine Leistung von 65 kW thermisch und 35 kW elektrisch. 2009 wurden bei einer Jahresschmutzwassermenge von 1,1 Mio. m³ 171.799 m³ Faulgas und daraus 271 MWh elektrische Energie erzeugt. Im Jahr 2010 betrug die Stromerzeugung 253 MWh bei einer Jahresschmutzwassermenge von 1,2 Mio. m³ und einer Faulgasmenge von 169.628 m³.

Die erzeugte Menge an Faulgas lässt sich steigern, wenn biogene Abfälle, gemeinsam mit dem Faulschlamm der Klärwerke vergoren werden. Diese sogenannte CO-Vergärung wird beim Lippeverband schon seit Jahren untersucht und angewendet. Inwieweit der Standort KA Senden hierfür geeignet ist, wäre im Bedarfsfall zu klären.

4.8 Kommunale Entsorgung

Während die Städte und Gemeinden für das Einsammeln des Hausmülls zuständig sind, obliegt dem Kreis Coesfeld und mit ihm seiner Tochtergesellschaft, der Wbc, dessen Beseitigung. Bis zur Verfüllung am 31.12.2002 geschah dies auf der kreiseigenen Abfalldeponie Coesfeld-Höven. Für den Zeitraum danach wurde die REMONDIS GmbH & Co. KG (vormals Rethmann) mit der thermischen Beseitigung des erfassten Mülls in der Gemeinschaftsmüllverbrennungsanlage (GMVA) Niederrhein in Oberhausen beauftragt.

Dies umfasst insbesondere den nicht verwertbaren Haus- und Sperrmüll sowie Abfälle aus kleineren Gewerbe- und Dienstleistungsbetrieben, die ebenfalls an die kommunalen Erfassungssysteme angeschlossen sind, also wie die privaten Haushalte für die Entsorgung Gebühren an ihre zuständige Gemeinde zahlen.

Von den im Kreis Coesfeld im Jahr 2011 erfassten Abfallmengen (115.010 Tonnen) wurden 82.886 Tonnen verwertet, 24.670 Tonnen Haus- und Sperrmüll wurden in der GMVA in Oberhausen entsorgt. (Abfallwirtschaft im Kreis Coesfeld, 2012). Auf die Gemeinde Senden entfällt eine Abfallmenge von 9.790,59 t (=489 kg/Einwohner).

Gesamt mengen der in 2011 von den Städten und Kommunen des Kreises Coesfeld erfassten Abfallmengen [t/a]																
	Restmüll	Sperrmüll	Bioabfall	Grünabfall	Altpapier	LVP	Altglas	Altmittel	Elektroklein	Elektrogroß	Unterh./IT	Kühlgüter	Altkleider	Altholz	Sonderabfälle	Gesamt
Ascheberg	1.195,02	313,83	2.189,46	497,24	1.149,36	818,58	392,26	46,68	10,64	2,96	6,90	2,98	89,51	297,87	12,13	7.027,42
Billerbeck	1.009,50	158,92	1.984,32	395,32	814,17	891,43	344,76	15,52	13,41	10,80	9,95	1,81	68,96	142,09	8,34	5.569,30
Coesfeld	2.906,23	828,40	7.274,53	2.028,64	2.533,75	1.730,07	948,96	80,93	70,51	56,71	49,54	8,99	217,52	741,30	25,08	19.501,16
Dülmen	5.229,43	1.256,71	7.751,42	1.163,80	2.980,88	2.066,49	1.302,83	81,16	46,02	33,48	31,72	7,86	279,86	706,22	30,54	22.988,43
Hevisbeck	1.201,43	270,47	1.881,61	584,11	874,63	496,55	347,11	42,66	21,64	17,94	11,00	5,26	70,63	252,75	8,47	6.086,26
Lüdinghausen	2.122,32	367,50	3.584,52	552,20	1.748,98	1.267,16	565,19	59,16	37,80	24,72	31,42	12,32	144,80	441,42	17,65	10.977,16
Nordkirchen	765,50	249,73	1.784,72	287,22	762,68	538,90	244,93	24,90	8,28	4,22	6,80	2,22	62,45	216,28	7,28	4.966,10
Notulin	1.915,79	409,25	3.101,44	727,92	1.446,40	900,62	555,13	72,02	22,14	19,98	21,76	7,74	118,92	420,04	15,10	9.754,25
Offen	893,64	260,28	2.265,04	369,38	829,74	642,96	336,12	37,62	10,44	6,68	10,58	1,90	73,10	276,36	11,95	6.025,80
Rosendahl	1.149,49	147,32	1.669,43	360,75	666,26	529,86	261,92	14,47	12,66	9,95	9,91	1,76	65,26	132,07	6,36	5.037,48
Senden	1.525,93	493,21	3.493,03	728,22	1.465,39	899,84	370,62	68,24	30,94	24,04	16,92	10,22	124,35	520,63	19,00	9.790,59
Σ Kreis Coesfeld	19.914,28	4.755,62	36.979,52	7.714,80	15.272,24	10.482,47	5.669,85	543,36	284,48	211,48	208,50	63,06	1.315,37	4.147,03	161,88	107.723,94

Für die Gemeinde Senden wurden 2011 2.019 t Haus- und Sperrmüll erfasst. Das sind gut 100 kg pro Einwohner und Jahr. Bezogen auf die Betriebsdaten der Müllverbrennungsanlage entspricht diese Müllmenge einer Stromerzeugung von 1,267 Mio kWh und einer Fernwärmeinspeisung von 0,29 Mio. kWh.



Für eine saubere Umwelt ■ ■ ■ ■

▼ Die GMVA stellt sich vor
Jobs & Stellenangebote
Aktuelles
Kontakt
Links
Rechtliches

Funktionsweise

Umwelt

Reststoffe

Zahlen & Fakten

Die Chronik der GMVA

Auszeichnungen

Allgemein:

Startseite

Produktionsdaten Gesamtanlage

Anlieferungsmenge	670.000 bis 710.000 t/a
Dampferzeugermenge	2.200.000 t/a
Stromerzeugung gesamt	430.000 MWh
Stromeigenbedarf	78.000 MWh
El. Netzeinspeisung	352.000 MWh
Fernwärmemenge	50.000 bis 150.000 MWh
mittlerer Abfallheizwert	10.500 kJ/kg
Schlackemenge	170.000 t/a

Verbrennungslinien

Für eine energetische Nutzung sind insbesondere diejenigen Abfälle geeignet, die bislang vom Kreis als Grünabfälle und Bioabfälle kompostiert werden. Der Kreis Coesfeld beabsich-

tigt, diese Anfälle zukünftig zur Biogasgewinnung zu nutzen und als aufbereitetes Biomethan in das Erdgasnetz einzuspeisen.

	t/a	m ³ Biogas/t	kWh/m ³	kWh/t	kWh/a
Bioabfälle	4.393,03	100	5,4	540	2.372.236
Grünabfälle	728,22	150	5,4	810	589.858

Abfallmengen 2011 in der Gemeinde Senden und Energiepotentiale

4.9 Energieholzpotentiale

Die energetische Nutzung von Holz stellt eine effiziente CO₂ - Minderungsmaßnahme dar, weil bei der Verbrennung von Holz CO₂ - Emissionen in gleicher Größenordnung in die Atmosphäre abgegeben werden, wie über das Pflanzenwachstum vorher über die Photosynthese entnommen wurde. Soweit Holz in gleichen Größenordnungen energetisch genutzt wird, wie es jährlich zuwächst, findet netto keine weitere CO₂-Belastung statt.

Für die Ermittlung der Energieholzpotentiale in der Gemeinde Senden werden die innerhalb der Gemeindegrenzen verfügbaren Holzmengen zugrunde gelegt. Energieholz ist zwar inzwischen z.B. in Form von Pellets ein Produkt geworden, welches weltweit gehandelt und transportiert wird. Unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten stehen hier aber zunächst die örtlich verfügbaren Mengen im Fokus.

Für die energetische Nutzung von Holz können die folgenden Energieholzfraktionen unterschieden werden:

- Waldrestholz
- Altholz
- Industrie-und Sägewerkrestholz
- Landschaftspflegeholz

4.9.1 Waldrestholz

Unter **Waldrestholz** werden die Restmengen nach der Stammholzernte und nach Durchforstungsmaßnahmen verstanden.

In der Gemeinde Senden werden 2.165 ha als Waldfläche genutzt. Nach Auskunft des Regionalforstamtes Münster kann für den Waldbestand in Senden von einem jährlichen Zuwachs von 5,9 FM (Festmeter) pro ha ausgegangen werden. Genutzt werden davon ca. 4 FM pro ha und Jahr. Daraus resultieren ein jährlicher Zuwachs von 12.774 FM und eine Nutzung von 8.660 FM.

Der gesamte Energiegehalt der in Senden jährlich zuwachsenden Holzmenge beträgt bei einem Energiegehalt von 2.792 kWh/FM 35,7 Mio. kWh pro Jahr. Da ist pro Hektar Wald ein Zuwachs mit einem Energiegehalt von gut 16.000 kWh.

In welchem Umfang Waldrestholz für eine energetische Nutzung zur Verfügung steht, hängt davon ab, wie viel davon im Wald verbleibt und welche Anteile als Industrieholz verwertet werden.

Bei einem Ansatz von 30% für den energetisch nutzbaren Restholzanteil ergeben sich in Senden jährlich 2.598 FM. Bei einem Energiegehalt von 2.792 kWh/FM entspricht das einem Energiegehalt von 5,26 Mio. kWh pro Jahr.

Pro Hektar Wald stehen bei diesem Ansatz 3.356 kWh im Jahr als Restholz für die Energienutzung zur Verfügung.

Nach Rücksprache mit Waldbauern und Landwirten in Senden muss allerdings davon ausgegangen werden, dass die energetisch nutzbaren Waldrestholzmengen bereits weitgehend für Kaminholz in Hackschnitzel- oder Scheitholzkesseln verwendet werden und somit kaum Potential vorhanden ist.

4.9.2 Altholz

Altholz fällt in Form von Baumischabfällen, Gewerbe- und Siedlungsabfall, Sperrmüll und Restholz aus der Holzverarbeitung an.

Der Kreis Coesfeld hat für die Gemeinde Senden im Jahr 2011 eine Restholzmenge von 520,63 t erfasst. Darüber, wie hoch der Anteil von Restholz an den 2011 erfassten 493 t Sperrmüll sind, liegen keine Angaben vor.

	t/a	kWh/t	kWh/a
Altholz	520,63	4.300	2.238.709

Altholzmengen 2011 in der Gemeinde Senden und Energiepotentiale

Die thermische Nutzung von Altholz ist in den meisten Fällen wegen der Schadstoffe (Lacke, etc.) nur in besonderen Verbrennungsanlagen zulässig.

Insgesamt sind die anfallenden Restholzmengen deutlich kleiner als der jährliche Zuwachs an Holz im Gemeindegebiet.

4.9.3 Industrie-und Sägewerkrestholz

Aus einer im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes durchgeführten Umfrage bei Betrieben in der Gemeinde Senden ist bekannt, dass die anfallenden Restholzmengen innerbetrieblich für die Erzeugung von Prozesswärme und für Heizzwecke genutzt werden. Mengenangaben sind nicht verfügbar.

4.9.4 Landschaftspflegeholz

Unter Landschaftspflegeholz werden verstanden:

- Straßenbegleitholz
- Hecken
- Baumschnitt aus Parks, Anlagen und Friedhöfen
- Baumschnitt aus Obstplantagen
- Schwemmholz

4.9.4.1 Straßenbegleitholz

Das Straßennetz in der Gemeinde Senden hat eine Gesamtlänge von 282,4 km. Davon entfallen auf Gemeindestrassen 195,4 km.

Infrastruktur in der Gemeinde Senden	
Straßennetz	
Bundesautobahn	5,0 km
Bundesstraßen	13,3 km
Landesstraßen	28,7 km
Kreisstraßen	40,0 km
Gemeindestraßen	195,4 km
zusammen	282,4 km

(Stand: 31.12.2010)

Quelle: Internetseite der Gemeinde Senden

Die Flächennutzungsstatistik weist darüber hinaus 223 ha als Verkehrsbegleitflächen aus. Angaben zu den tatsächlich anfallenden Mengen liegen nicht vor. Die Gemeinde Senden belässt einen Teil als Hackschnitzel am Ernteplatz. Ein weiterer Teil wird in Form von Hackschnitzeln an die Bevölkerung abgegeben. 100 RM fallen jährlich als Stückholz an, die zu Heizzwecken abgegeben werden.

Bei einer beidseitigen Bepflanzung der Straßenrandstreifen von 50 km des Straßennetzes in der Gemeinde Senden mit Hecken könnten jährlich Hackschnitzel mit einem Energiegehalt von ca. 2,28 Mio. kWh gewonnen werden ($2 \cdot 50 \text{ km Heckenlänge} \cdot 22.850 \text{ kWh/km Hecke}$)

Geht man davon aus, dass 25% der Verkehrsbegleitfläche (= 55,75 ha) mit Hecken bepflanzt werden, ergibt sich mit 2,5 Mio. kWh ein Energieertrag in vergleichbarer Größenordnung ($55,75 \text{ ha} \cdot 45.000 \text{ kWh/a}$).

4.9.4.2 Hecken

Im Münsterland sind Hecken traditionell ein das Landschaftsbild prägendes Element von hoher ökologischer Wertigkeit. Bei der Pflege und Erhaltung von Hecken fallen regelmäßig Holzreste an.

Ein im Kreis Steinfurt aufgelegtes Wallheckenpflegeprogramm ist inzwischen auch von den Nachbarkreisen Warendorf und Coesfeld übernommen worden.

Ziel dieses Programms ist einerseits die Erhaltung von Hecken. Andererseits soll über die energetische Nutzung des Heckenschnitts die Attraktivität für die Neuanlage und Unterhaltung von Hecken gesteigert werden.

Für die Gemeinde Senden sind keine Daten über die Hecken im Gemeindegebiet verfügbar. Überträgt man aber die 3.500 km Heckenlänge im Kreis Steinfurt bei einer Fläche von 1.792 km² auf die Fläche der Gemeinde Senden, ergibt sich eine Heckenlänge von 195 km.

Bei einem mittleren Zuwachs von 1 fm pro 100 m Hecke resultiert daraus ein Zuwachs von 1.950 FM pro Jahr. Bei einem Energiegehalt von 22.850 kWh/km Hecke entspricht das einem Energiepotential von 4,45 Mio. kWh pro Jahr. Das Energiepotential aus der Heckenpflege kann in der Gemeinde Senden durchaus größer sein. Zudem bestehen sicherlich noch Potentiale für das Neuanlegen von Hecken, so dass in der Gemeinde Senden der mögliche Beitrag von Biomasse aus der Heckenpflege in Größenordnungen zwischen 5 und 10 Mio. kWh pro Jahr anzusetzen sein dürfte. Das sind Größenordnungen, die für die jährliche Wärmeversorgung von 200 bis 400 Wohngebäude ausreicht.

Unklar ist, in welchem Umfang die bei der Heckenpflege anfallende Biomasse bereits energetisch genutzt wird. Für die Erschließung dieser Potentiale soll ein Heckenkataster angelegt werden. In ein Heckenkataster werden folgende Parameter aufgenommen:

- Aufnahme aller Hecken im Gelände mit Angaben zu Maßen, Strukturen und Artenzusammensetzung
- Erhebung von Daten, die für die Pflege relevant sind
- Aufnahme von Daten zur Nutzung des Heckenschnitts
- Eingabe aller Daten in eine Datenbank
- Erstellen einer Übersichtskarte auf GIS

Erst auf dieser Datengrundlage sollten konkrete Schritte zur weiteren energetischen Nutzung unternommen werden.

4.9.4.3 Baumschnitt aus Parks, Anlagen und Friedhöfen

Anfallende Mengen und deren Nutzung sind nicht bekannt, dürften aber verglichen mit den sonstigen Mengen nicht von Bedeutung sein.

4.9.4.4 Baumschnitt aus Obstplantagen

Anfallende Mengen und deren Nutzung sind nicht bekannt, dürften aber verglichen mit den sonstigen Mengen nicht von Bedeutung sein.

4.9.4.5 Schwemmholz

Schwemmholz fällt nicht in relevanten Mengen an.

4.9.5 Grünabfälle von Garten- und Landschaftsbaubetrieben

Die anfallende Mengen und deren Nutzung sind nicht bekannt. Es ist allerdings davon auszugehen, dass neben einer Eigennutzung in den Betrieben der überwiegende Teil über den Kreis Coesfeld entsorgt wird und insofern bereits an anderer Stelle (Kommunale Entsorgung) berücksichtigt wird.

4.10 Zusammenfassung der Potentiale

Bei einer Nutzung von 20% der landwirtschaftlichen Flächen in der Gemeinde Senden für den Anbau von Energiepflanzen und von 80% des im Jahr 2009 angefallenen Wirtschaftsdüngers fällt in der Gemeinde Senden eine jährliche Biomassemenge mit einem Energiegehalt von 133,5 Mio. kWh an. Das sind 62% des jährlichen Niedertemperaturwärmebedarfs in der Gemeinde Senden.

Die davon verfügbare Biomasse und der davon in der Gemeinde Senden energetisch nutzbare Teil sind aber niedriger, weil:

- bei der Biogaserzeugung 20 bis 30% der erzeugten Biogasmenge als Prozesswärme für die Beheizung des Fermenters benötigt wird,
- die über den Kreis Coesfeld entsorgten Müllmengen andernorts bereits energetisch genutzt werden oder genutzt werden sollen,
- bei Stroh bereits heute eine vollständige Vermarktung erfolgt, die eine Nutzungskonkurrenz zu einer energetischen Nutzung darstellt,
- Waldrestholz und Straßenbegleitgrün vielfach schon energetisch genutzt werden.

Als maßgeblich für den Beitrag der Biomasse für die Energieversorgung der Gemeinde Senden sind letztlich die folgenden Faktoren:

- Anteil der landwirtschaftlichen Fläche für Energiepflanzen
- Umfang der Nutzung von Wirtschaftsdünger zur Biogaserzeugung
- Umfang der energetischen Nutzung von Stroh
- Umfang der energetischen Nutzung von Waldrestholz und Straßenbegleitgrün

Die Größenordnungen der Potentiale rechtfertigen aber eine weitergehende Behandlung des Themas.

Klimaschutzkonzept Gemeinde Senden										
Biomassepotentiale										
	Fläche für Energiepflanzen in ha	Flächenteil für Energiepflanzen	Energieertrag spezifisch		Bruttoertrag pro Jahr	Eigennutzung Energie für Fermenter	Nettoertrag	Stromerzeugung	Wärmeerzeugung	Kommentar
					Mio. kWh/a	Mio. kWh/a	Mio. kWh/a	Mio. kWh/a	Mio. kWh/a	
Energiepflanzen	7.224	100%	52.237	kWh/a	377,4	113,2	264,2	132,1	132,1	Flächenkonkurrenz
Energiepflanzen	6.502	90%	52.237	kWh/a	339,6	101,9	237,7	118,85	118,85	Flächenkonkurrenz
Energiepflanzen	5.779	80%	52.237	kWh/a	301,9	90,6	211,3	105,65	105,65	Flächenkonkurrenz
Energiepflanzen	5.057	70%	52.237	kWh/a	264,2	79,2	184,9	92,45	92,45	Flächenkonkurrenz
Energiepflanzen	4.334	60%	52.237	kWh/a	226,4	67,9	158,5	79,25	79,25	Flächenkonkurrenz
Energiepflanzen	3.612	50%	52.237	kWh/a	188,7	56,6	132,1	66,05	66,05	Flächenkonkurrenz
Energiepflanzen	2.890	40%	52.237	kWh/a	150,9	45,3	105,7	52,85	52,85	Flächenkonkurrenz
Energiepflanzen	2.167	30%	52.237	kWh/a	113,2	34	79,2	39,6	39,6	Flächenkonkurrenz
Energiepflanzen	1.445	20%	52.237	kWh/a	75,5	22,6	52,8	26,4	26,4	Flächenkonkurrenz
Energiepflanzen	722	10%	52.237	kWh/a	37,7	11,3	26,4	13,2	13,2	Flächenkonkurrenz
Chinaschilf			40.556	kWh/a						optional statt Mais
Pappeln im Kurzumtrieb (3-jährig)			42.778	kWh/a						optional statt Mais
Pappeln im Kurzumtrieb (6-jährig)			64.167	kWh/a						optional statt Mais
Weiden im Kurzumtrieb (3/6-jährig)			34.167	kWh/a						optional statt Mais
Stroh 60% nutzbar	10.416	t/a	11.053	kWh/t	39,6		39,58		33,6	Nutzungskonkurrenz
Wirtschaftsdünger 2009	15.785	GVE	2.297	kWh/GVE	36,2	10,9	25,3	12,67	12,67	Transportprobleme
Wirtschaftsdünger 2009 - 80%	12.628	GVE	2.297	kWh/GVE	29,0	8,7	20,3	10,14	10,14	Transportprobleme
Faulgas - Kläranlage 1010	169.628	m³ Faulgas	4,9	kWh/m³FG	0,8	0,6	0,25	0,25		Nutzung erfolgt
Haus- und Sperrmüll 2011	2.019	t/a						1,22	0,29	Nutzung erfolgt in MVA
Bioabfälle	4.393	t/a	540,0	kWh/t	2,4	0,7	1,66	0,83	0,83	Nutzung durch Kreis COE geplant
Grünabfälle	728	t/a	810,0	kWh/t	0,6	0,2	0,41	0,21	0,21	Nutzung durch Kreis COE geplant
Industrie und Gewerbeabfälle										Mengen unbekannt
Waldrestholz 30% nutzbar	2.598	FM/a	2.092,0	kWh/FM	5,4		5,44		4,6	Nutzung erfolgt
Altholz	521	t/a	4.300,0	kWh/t	2,2		2,24		1,9	Nutzung problematisch
Industrie- und Sägewerkrestholz									0,0	Nutzung erfolgt Mengen unbekannt
Straßenbegleitholz	56	ha	45.000	kWh/a	2,5		2,51		2,1	Nutzung erfolgt Mengen unbekannt
Hecken	195	km	22.850	kWh/km	4,5		4,46		3,8	Nutzung erfolgt Mengen unbekannt
Biomassepotential 20% NAWARO					133,5	24,1	109,3	27,7	73,5	

5 Wirtschaftlichkeit der energetischen Biomassenutzung

Die Wirtschaftlichkeit der energetischen Biomassenutzung muss im Prinzip für drei unterschiedliche Nutzungspfade unterschiedlich betrachtet werden:

1. Verbrennung von Biomasse zur Erzeugung von Wärme oder in Kraft-Wärmekopplung von Wärme und Strom
2. Erzeugung von Biogas aus Biomasse und
3. Erzeugung flüssiger Energieträger (Biodiesel etc) aus Biomasse

5.1 Verbrennung von Biomasse

Für die energetische Nutzung von Biomasse über die Verbrennung stehen eine Vielzahl von Techniken und Anlagen zur Verfügung, bei denen aber gerade in den letzten Jahren eine beträchtliche Anzahl von Neuentwicklungen und eine deutliche Ausweitung des Marktangebots zu verzeichnen ist. Dieser Prozess ist noch nicht abgeschlossen und es sind in den nächsten Jahren neue Verfahren und Anlagen zur energetischen Nutzung von Biomasse zu erwarten.

Für die Wärmeerzeugung aus Biomasse stehen Anlagen im Leistungsbereich von wenigen kW bis zu Großfeuerungsanlagen im Leistungsbereich von mehreren MW zur Verfügung. Die Feuerungsanlagen sind optimiert auf den Einsatz homogener Brennstoffe (z.B. wie Holzpellets). Sie können Holzhackschnitzel mit unterschiedlichen Restfeuchten verarbeiten oder schwierige Brennstoffe (z.B. wie Stroh) nutzen. In fast allen Leistungsbereichen sind auch Anlagen und Verfahren verfügbar, die die bei der Verbrennung entstehende Wärme auch nutzen, um Strom zu erzeugen.

Allen diesen Anlagen ist gemein, dass sie in den Anschaffungs- und Betriebskosten (ohne Brennstoffkosten) teurer sind als Wärmeerzeuger, die z.B. Heizöl oder Erdgas als Brennstoff einsetzen. Das hängt teilweise mit den geringen Produktionszahlen für solche Anlagen zusammen. Hauptgrund sind aber die Mehraufwendungen, die von dem Brennstoff Biomasse selbst verursacht werden:

- Platzbedarf für die Lagerung des Brennstoffs
- Mehraufwendungen für die Fördertechnik
- Größerer Raumbedarf für den Wärmeerzeuger
- Aufwändige Rauchgasreinigung
- Kosten für Ascheentsorgung

Diese Mehrkosten müssen über den günstigeren Brennstoffbezug im Vergleich zu Heizöl, Erdgas und Kohle ausgeglichen werden. Eine wichtige Rolle bei der Wirtschaftlichkeit von Biomassefeuerungen spielen diverse Förderprogramme.

5.1.1 Holzpelletfeuerungen

Bei kleineren Wärmeverbräuchen wie z.B. im Haushaltsbereich können in der Regel problemlos Holzpellettheizungen anstelle von Öl- oder Erdgasheizungen eingesetzt werden. Als Zusatzfeuerungen kommen hier auch offene Kamine und Kaminöfen zum Einsatz.

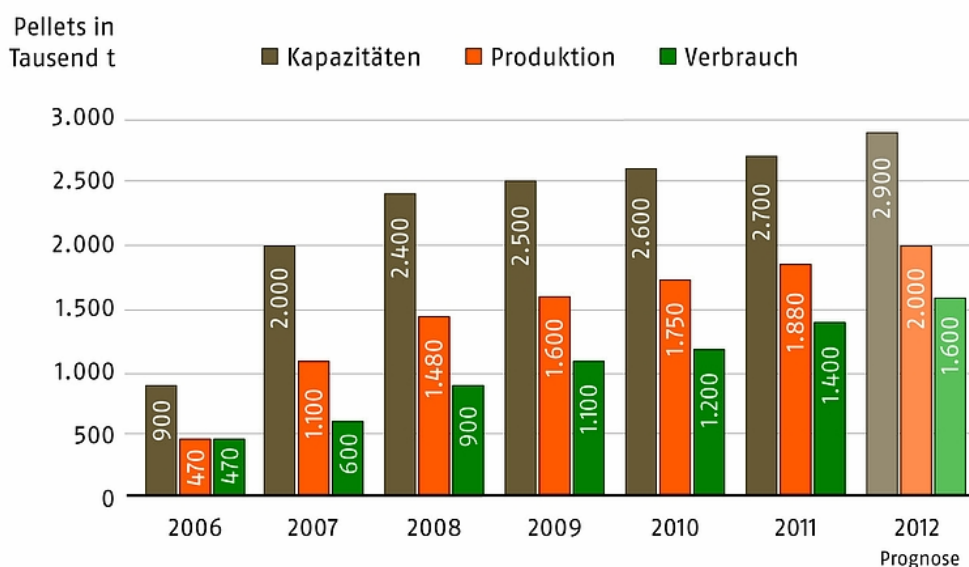
Holzpellets sind ein genormter homogener Brennstoff, der aus naturbelassenen Sägespänen hergestellt wird, die unter Druck durch eine Lochplatte gepresst werden. Dabei entstehen ohne Zugabe von Bindemitteln Presslinge mit einem Durchmesser von 4-10 mm und einer Länge von 20 bis 50 mm.



Der Energiegehalt von Holzpellets ist mit ca. 5 kWh pro kg halb so hoch wie der von Heizöl. Holzpellets sind als homogener Brennstoff gut verarbeitbar, leicht zu transportieren und einfach zu lagern.

Die Produktionskapazitäten für Holzpellets sind in den letzten Jahren deutlich ausgebaut worden. In Deutschland steht inzwischen ein Produktionskapazität von 2,9 Mio. t einer Nachfrage für Pelletheizungen von 1,6 Mio. t gegenüber.

Pelletproduktion und Inlandsbedarf in Deutschland



© Deutsches Pelletinstitut Quelle: DEPV

Europaweit ist Deutschland damit Spitzenreiter. Weltweit liegt Deutschland hinter den USA und Kanada auf Rang drei bei der Pelletproduktion.

Als Rohstoff wird in Deutschland überwiegend auf Sägerestholz (87 Prozent) zurückgegriffen. Späne und Hackschnitzel, die in den Sägewerken beim Einschnitt anfallen, sind die

Grundlage für die Pelletproduktion, die fast ausschließlich (95 Prozent) auf Nadelholzbasis erfolgt.

Holzpellets werden inzwischen weltweit gehandelt. Die größte (Stand 2012) Pelletfabrik wird von RWE in den USA betrieben. Holzpellets werden auf dem Seeweg aus den USA, Skandinavien und Russland nach Mitteleuropa transportiert. Große Mengen davon werden als Zusatzbrennstoff in Kohlekraftwerken eingesetzt, um deren CO₂ Bilanz zu verbessern.

Für den Aufbau und wirtschaftlichen Betrieb einer in Senden angesiedelten Infrastruktur zur Herstellung von Holzpellets aus örtlich verfügbaren Sägeresten und Waldrestholz sind die Holz mengen wahrscheinlich nicht ausreichend. Am Markt sind auch Anlagen zur Herstellung von Holzpellets verfügbar, die auf Jahresmengen von 250 kg/Stunde ausgelegt sind. Bei 2.000 Betriebsstunden können so 500 t Holzhackschnitzel im Jahr produziert werden. Ein wirtschaftlicher Betrieb ist aber erst bei Anlagen mit einer Jahresproduktion von 20.000 t zu erwarten. Für eine Anlage dieser Größenordnung ist mit Investitionen von 5 Mio. Euro zu rechnen. Für den Betrieb sind 3 Personen erforderlich. Bei einem Preis von 10 Euro/t für Holzspäne können in dieser Anlage Holzpellets zu einem Preis von ca. 60 Euro/t (netto) hergestellt werden. (Nach Fischer, Neue Märkte und Geschäftsmodelle...- biomasse-info.net)

Die Marktpreise für Pellets liegen Anfang 2012 bei 230 Euro pro t (incl. MWST) incl Anlieferung frei Haus. Das entspricht einem Energiepreis von 4,6 ct/kWh (vgl. Grafik S. 11).

Wirtschaftlichkeitsvergleiche zwischen der Wärmeversorgung mit Heizöl, Erdgas und Holzpellets zeigen, dass trotz deutlich höherer Anschaffungskosten für Wärmeerzeuger, Wärmespeicher und Pelletlager Pelletheizungen bei EFH zu niedrigeren Wärmekosten führen als Öl- oder Erdgasheizungen.

Bei größeren Wärmeverbrauchern kann Holz als Brennstoff wirtschaftlicher über Hackschnitzelfeuerungen genutzt werden.

5.1.2 Hackschnitzelfeuerungen

Ab einem Leistungsbereich 500 kW th können Holzhackschnitzelfeuerungen wirtschaftlich betrieben werden. Dazu gehört aber ein jährlicher Wärmebedarf von mehr als 1 Mio. kWh, der in der Regeln nur von gewerblichen oder öffentlichen Großverbrauchern erzielt wird oder durch den Aufbau einer verbundenen Wärmeversorgung erreicht werden kann.

In land- und forstwirtschaftlichen Betrieben kommen auch kleinere Holzhackschnitzelfeuerungen zum Einsatz, wenn der Brennstoff aus eigenen Beständen kostengünstig beschafft werden kann und der für diese Anlagen erforderliche Betreuungsbedarf relativ problemlos in die sonstigen betrieblichen Tätigkeiten eingebunden werden kann.

Die Preise für Holzhackschnitzel streuen sehr stark in Abhängigkeit von der Holzqualität und der Restfeuchte.

Die von carmen-ev dokumentierte Preisentwicklung zeigt eine Verdopplung der Preise für Waldhackschnitzel von 2003 bis 2011.

Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln in Euro pro Tonne									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
WG 35 gesamt	46,94	48,05	51,35	65,94	69,90	76,58	82,63	85,94	94,59
WG 35 Norden						72,09	82,59	84,82	96,21
WG 35 Süden						77,92	82,80	85,79	93,88
WG 20 gesamt						108,65	114,43	125,60	138,31
WG 20 Norden						105,04	112,96	125,34	136,44
WG 20 Süden						110,89	115,58	125,55	139,31

Bei einem Energiegehalt von 3.332 kWh/t mit 35% Restfeuchte und von 4.981 kWh/t bei 20% Restfeuchte resultieren daraus aktuelle Preise für Waldhackschnitzel von ca. 3 ct/kWh incl. MWST (vgl. Grafik S. 11).

Die Kosten für die Gewinnung von Holzhackschnitzeln werden vom Arbeits- und Maschineneinsatz der Hackschnitzelgewinnung und von den Transportkosten bestimmt. Die o.a. Preise für Waldhackschnitzel sind aber inzwischen keine Kostenpreise sondern Marktpreise, die sich über die zunehmende Nachfrage nach Holzhackschnitzeln zu Heizzwecken und den konkurrierenden Energiepreisen für Heizöl und Erdgas ergeben.

Die Preise für Hackschnitzel aus der Landschaftspflege sind teilweise noch günstiger anzusetzen, weil die anfallenden Arbeiten ohnehin gemacht werden müssen und ansonsten teilweise noch Entsorgungskosten zu zahlen sind.

Eine im Jahr 2011 im Kreis Coesfeld neu in Betrieb genommenen Hackschnitzelheizzentrale mit einer Leistung von 800 kW th hat für Gebäude, Kessel, Lager, Erdgasspitzenkessel (800 kW) und Nebenkosten 1,1 Mio. Euro (ohne MWST) gekostet. Die Anlage kann jährlich eine Wärmemenge von 6,4 Mio. kWh Wärme aus Holzhackschnitzeln liefern. Die jährlichen Mehrkosten für Abschreibung, Finanzierung, Wartung und Instandhaltung, Personal und sonstige Betriebskosten gegenüber einer Heizzentrale auf Erdgasbasis liegen bei ca. 80.000 Euro. Das sind 1,25 ct/kWh Mehrkosten bezogen auf 6,4 Mio. kWh Wärmeerzeugung. Wird die Anlage nur zur Hälfte ausgelastet, liegen die Anlagenmehrkosten bei 2,5 ct/kWh Wärme. Gegenüber einer Wärmeversorgung mit Öl und Erdgas ist damit ein wirtschaftlicher Betrieb darstellbar.

5.1.3 Strohfeuerungen

Strohfeuerungen sind hinsichtlich der Logistik, Feuerungstechnik, Rauchgasreinigung und Ascheentsorgung besonders anspruchsvoll:

- Die Feinstaub- und Aschegehalte bei Stroh sind deutlich höher als bei Holz.
- Die Asche des Strohs neigt bei Temperaturen von unter 1.000 Grad zum Verschlacken.
- Stroh besitzt hohe Gehalte an Kalium und Chlor, die Säuren bilden und Metallteile der Feuerung angreifen können (Korrosion).
- Stroh ist schlecht zu handhaben, allein das Lager muss sehr groß sein.

Diese Nachteile können durch teure Filtersysteme und widerstandsfähige Werkstoffe in Brenner und Schornstein ausgeglichen werden. Das ist allerdings so teuer, dass kleine Kes-

sel bis zu 100 kW nicht wirtschaftlich mit Strohballen befeuert werden können. Kleinere Feuerungen werden nur vereinzelt und dann mit Strohpellets betrieben.

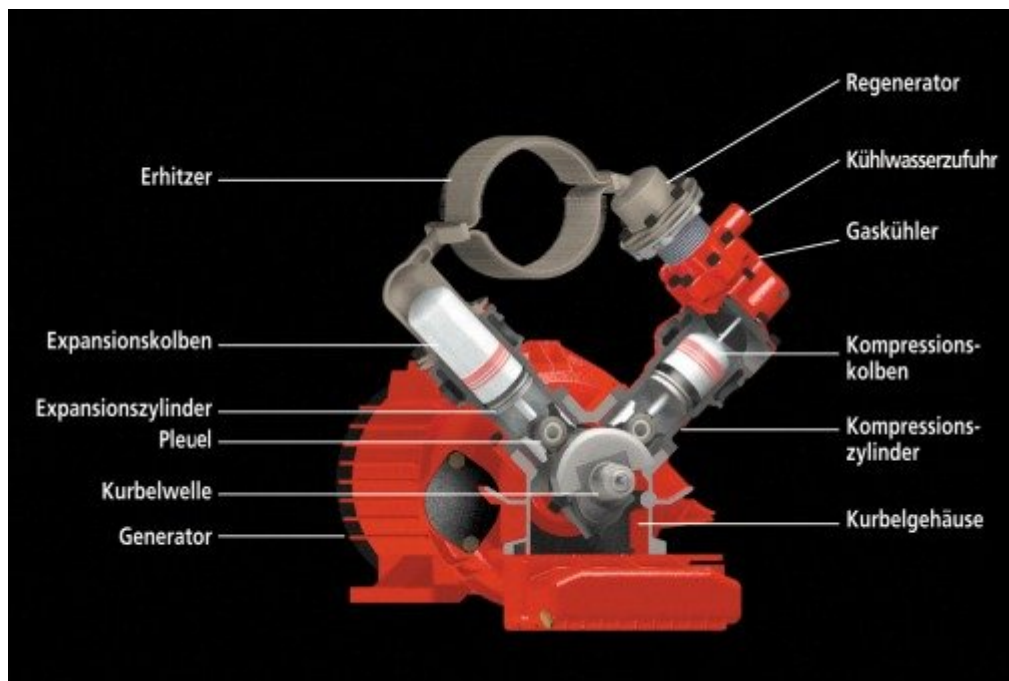
Auf dem Markt sind Kesselanlagen für die Verfeuerung von Stroh verfügbar, die überwiegend von Herstellern aus Dänemark und Österreich angeboten werden.

Die Preise für Strohballen lag lange Zeit stabil bei ca. 50 Euro pro t. In den letzten Jahren ist es hier zu einem deutlichen Preisanstieg gekommen. Stroh wird inzwischen zu Preisen von 100 bis 150 Euro pro t gehandelt. Bei einem Energiegehalt von 4,15 kWh/t Stroh bedeutet das einen Energiepreis von 1,2 ct/kWh bis 3,6 ct/kWh. Je nach Strohpreis kann damit ein Energiepreis erreicht werden, der unter dem Energiepreis von Waldhackschnitzeln liegt. Das ist aber auch erforderlich, um die Mehrinvestitionen gegenüber einer Hackschnitzelfeuerung refinanzieren zu können.

5.1.4 Strom und Wärme aus Biomassefeuerungen

In allen Leistungsbereichen sind auch Anlagen verfügbar, die die bei der Verbrennung anfallende Wärme in einem thermischen Prozess nutzen, um auch Strom zu erzeugen. Teilweise wird in Zwischenschritten Holzgas erzeugt und anschließend in speziellen Verbrennungsmotoren zur Strom und Wärmeerzeugung eingesetzt.

Für den Einfamilienhaus (EFH) Bereich werden seit Jahren **Kleinanlagen mit Stirling Motoren** entwickelt. Diese Motoren bieten den Vorteil, dass die Wärme von außen zugeführt wird, Biomasse also in konventionellen Biomassefeuerungen verbrannt werden kann und die Wärme am Wärmetauscher des Stirling-Motors vorbeigeführt wird. Die Entwicklungen verschiedener Hersteller haben zwar in Feldtests die technische Funktionsfähigkeit unter Beweis stellen können. Die Marktreife konnte mangels Wirtschaftlichkeit bislang nicht erreicht werden. Ein grundsätzliches Problem ist dabei die niedrige Stromkennzahl von Stirling-Motoren, die unter 20% liegt.



Holzvergaser mit nachgeschaltetem BHKW sind in einem Leistungsbereich ab 30 kW th verfügbar. Verfahrenstechnische Probleme bei der Erzeugung und Nutzung von Holzgas durch den Anfall von Teer und sonstigen Problemstoffen haben in der Vergangenheit verhindert, dass dieses Verfahren der Marktdurchbruch gelungen ist.

Fortschritte bei der Verfahrenstechnik haben aber dazu geführt, dass eine Reihe von Firmen mit ihren Produkten auf dem Markt sind und auch mehrjährige Referenzen aufweisen können.



Ein wirtschaftlicher Betrieb ist nur mit hohen Laufzeiten (> 5.000 Stunden pro Jahr) erreichbar. Das beschränkt den Einsatz auf größere Verbraucher mit einer Jahresabnahme über 150.000 kWh Wärme pro Jahr.

Bei größeren Anlagen wird Biomasse durch Pyrolyse vergast. Das Abgas wird im heißen Zustand vorgereinigt, danach abgekühlt, gefiltert und in einem Wäscher gewaschen. Anschließend erfolgt die Verstromung mittels eines Gasmotors.

Diese Technologie wurde im Heizwerk Güssing (Burgenland) eingesetzt. Die Stadtwerke Ulm haben in der Stadt Senden an der Iller (BaWü) mit der gleichen Technik ein Holzvergaserheizkraftwerk mit einer Feuerwärmeleistung des Holzvergasers von 15,1 MW errichtet. Die Anlage hat eine elektrische Leistung von 4,96 MW und kann eine Fernwärmeleistung von 6,4 MW in das Fernwärmenetz einspeisen. Bei einem jährlichen Holzeinsatz von 40.000 bis 45.000 t werden 36 Mio. kWh Strom und 41 Mio. kWh Fernwärme erzeugt. Die Investitionen betragen nach Angaben der Stadtwerke Ulm 33 Mio. Euro.



Eine Anlage in dieser Größenordnung setzt allerdings einen entsprechend großen Wärmemarkt voraus.

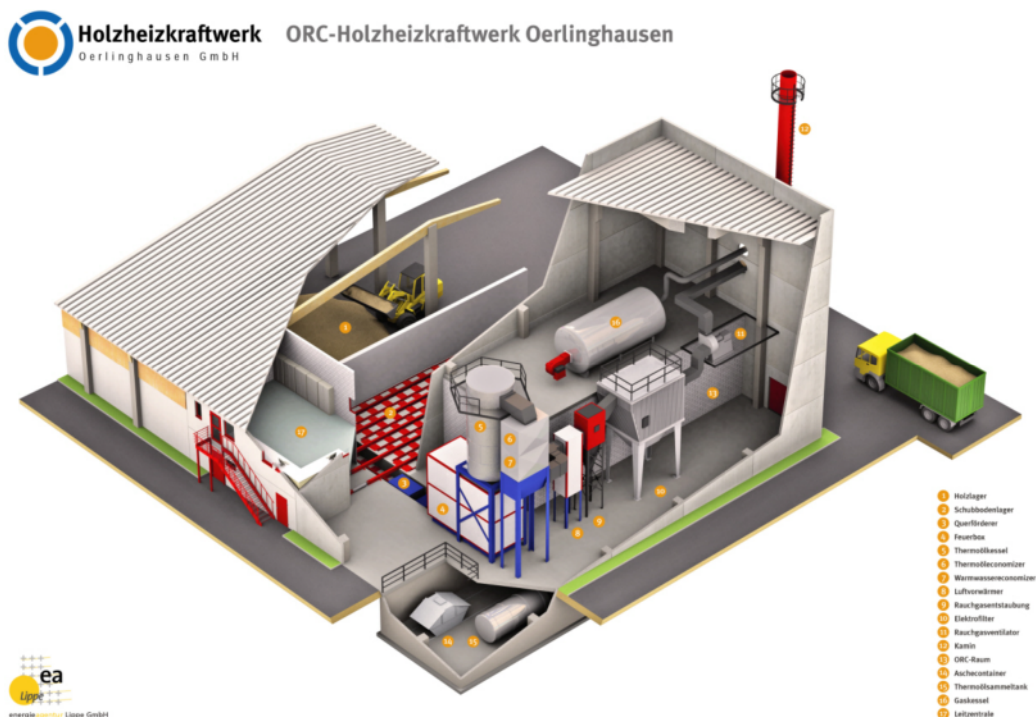
Die Stromerzeugung aus Biomasse bei gleichzeitiger Nutzung der Wärme kann ansonsten über **Dampfkessel** erfolgen. In Deutschland gibt eine Reihe von Heizkraftwerken, die nach diesem Verfahren arbeiten. Allen Anlagen gemeinsam ist, dass sich solche Anlagen erst in einem Leistungsbereich von mehreren MW (> 10 MW) rechnen. Biomasse wird inzwischen auch als Zusatzbrennstoff in Kohlekraftwerken eingesetzt, um deren CO₂ Bilanz zu verbessern.

Um eine Wirtschaftlichkeit für die Stromerzeugung aus fester Biomasse auch im kleineren Leistungsbereich herzustellen, werden in den letzten Jahren zunehmend **ORC-Prozesse** eingesetzt. Der ORC-Prozess („Organic Rankine Cycle“) basiert auf einem dem Wasser-Dampf-Prozess ähnlichen Verfahren mit dem Unterschied, dass anstelle von Wasser ein organisches Arbeitsmedium (Kohlenwasserstoffe wie Iso-Pentan, Iso-Oktan, Toluol oder Silikonöl) verwendet wird.

Für ORC-Anlagen werden aufgrund des Arbeitsmediums keine Dampfkessel benötigt. Weil deshalb Drücke bis höchstens 10 bar auftreten, können bei dem Bau anstelle von Spezialstählen kostengünstige Konstruktionsstähle verwendet werden.

Aufgrund der niedrigen Drücke innerhalb des Kreisprozesses sind die ORC-Anlage nicht von der für Deutschland geltenden Dampfkesselverordnung (DampfkV) betroffen. Weil deshalb die Anlagen durch besonders geschultes Personal zu überwachen ist, sind neben den niedrigen spezifischen Investitionskosten auch die Betriebskosten des ORC-Kraftwerkes deutlich niedriger.

Auch hier handelt es sich um eine Anlagengröße, die – wie im Beispiel der u.a. Anlage in Oerlinghausen - mit einer Wärmeleistung von 3,3 MW und einer Jahreswärmeproduktion von 24,5 Mio. kWh einen entsprechenden Wärmemarkt benötigt.

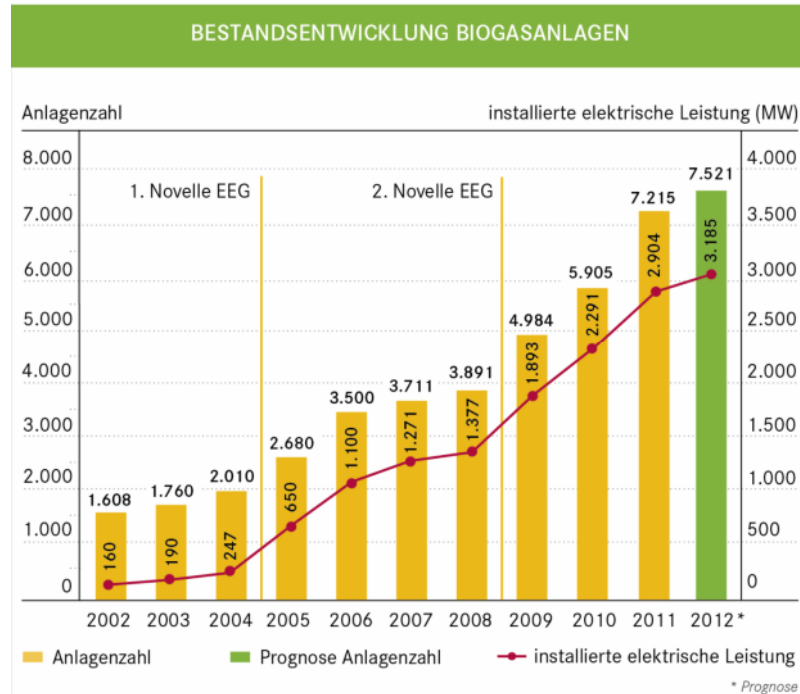


5.2 Biogas

Die Erzeugung von Biogas aus Biomasse hat in den letzten 10 Jahren einen enormen Zuwachs zu verzeichnen. Treibende Kraft sind die Vergütungsregelungen nach dem EEG.

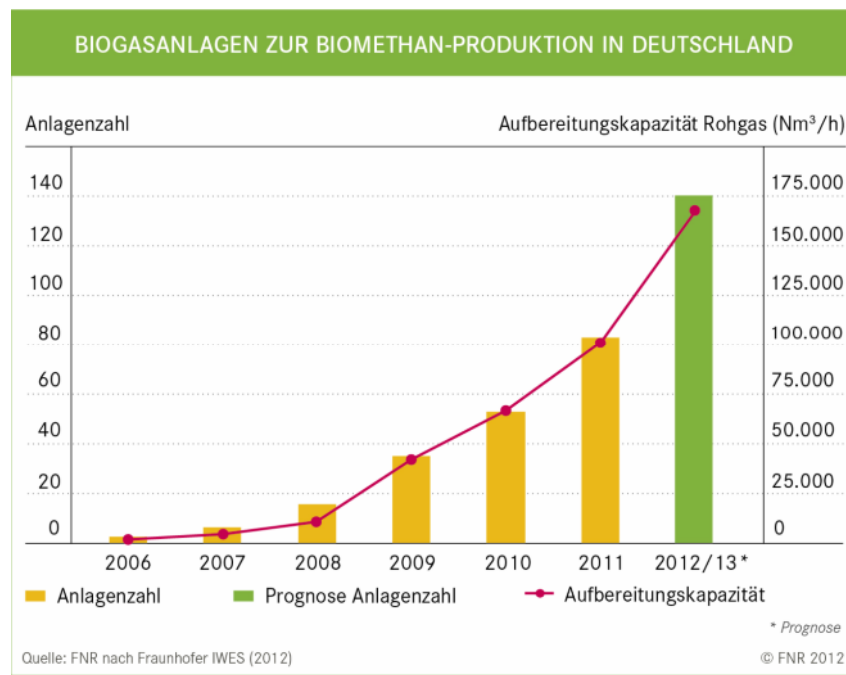
Nach Angaben der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) wurden Ende 2011 in Deutschland über 7.200 Biogasanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung

von mehr als 2.900 MW betrieben. Die durchschnittliche Anlagenleistung entwickelte sich von etwa 60 kWel im Jahr 1999 über 125 kWel (2004) auf etwa 400 kWel in 2011. Die Stromerzeugung aus Biogas lag 2011 bei etwa 16,5 Mrd. kWh, was etwa 2,7 % des gesamten Stromverbrauchs in Deutschland bzw. ca. 14,4 % der Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien entspricht.



Quelle: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Biogas 2012

Ebenfalls hat sich die Zahl der biomethan-produzierenden Biogasanlagen in Deutschland merklich erhöht. Ende 2011 produzierten bereits 83 Anlagen Biomethan in Erdgasqualität. Mit den derzeit in Bau und Planung befindlichen Anlagen wird sich die Anzahl auf etwa 140 erhöhen und die Rohgas-Aufbereitungskapazität auf geschätzte 175.000 Nm³/h nahezu verdoppeln.



Quelle: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Biogas 2012

Zur Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen gibt es eine Reihe von Untersuchungen, die u.a. im Zusammenhang mit der Festlegung der Vergütungsregelungen nach EEG erstellt worden sind. Die Daten aus diesen Untersuchungen werden für die weitere Betrachtung zugrunde gelegt.

5.2.1 Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung

Die Wirtschaftlichkeit ergibt sich als Differenz zwischen jährlichen Kosten und Erlösen einer Biogasanlage. Die Erlöse werden über die Vergütung für den aus Biogas erzeugten Strom und den Gasaufbereitungsbonus für die Aufbereitung und Einspeisung von Biomethan in das Erdgasnetz maßgeblich durch die Förderkulisse des EEG bestimmt.

Vergütung nach EEG 2012		Vergütungshöhe in ct/kWh	
		2012	2013 ⁹
Grundvergütung^{1, 3}			
	bis 150 kW _{el}	14,30	14,01
	bis 500 kW _{el}	12,30	12,05
	bis 5 MW _{el} ⁸	11,00	10,78
	bis 20 MW _{el} ⁸	6,00	5,88
Sondervergütung²		bis 75 kW _{el}	25,00
Rohstoffvergütung³			
Einsatzstoffver- gütungsklasse I	bis 500 kW _{el}	6/6 ⁴	6/6 ⁴
	bis 750 kW _{el}	5/2,5 ⁴	5/2,5 ⁴
	bis 5 MW _{el}	4/2,5 ⁴	4/2,5 ⁴
Einsatzstoffver- gütungsklasse II	bis 500 kW _{el}	8	8
	bis 5 MW _{el}	8/6 ⁵	8/6 ⁵
Gasaufbereitungsbonus⁶			
	bis 700 Nm ³	3,00	2,94
	bis 1.000 Nm ³	2,00	1,96
	bis 1.400 Nm ³	1,00	0,98
Bioabfallvergütung⁷			
	bis 500 kW _{el}	16,00	15,68
	bis 20 MW _{el}	14,00	13,72

Abb. 21: Vergütung für Biomasse- /Biogasanlagen nach dem EEG 2012

¹ einschließlich Wärmenutzungsverpflichtung von mindestens 60 % der anfallenden Wärme; Ausnahme Biomethananlagen, Anlagen mit ≥ 60 Masse % Gülleinsatz

² Güllekleinanlagen, Einsatz von ≥ 80 Masse % Gülle/Mist

³ Grund- und Rohstoffvergütung nur bei ≤ 60 Masse % Mais und Getreidekorn

⁴ Rinden und Waldrestholz

⁵ für Gülle/Mist 6 ct/kWh bei Anlagen > 500 kW bis 5 MW

⁶ 700 Nm³/ha (ca. 2,8 MW), 1.000 Nm³/h (ca. 4,0 MW), 1.400 Nm³/h (ca. 5,5 MW)

⁷ ≥ 90 Masse % Bioabfälle gemäß Bioabfallverordnung

⁸ ab 2014 für Neuanlagen > 750 kW Vergütung nur noch durch Direktvermarktung (Marktprämie)

⁹ jährliche Degression von 2 % auf Grundvergütung und Boni, nicht auf Rohstoffvergütung

Aus: Biogas – Pflanzen, Rohstoffe, Produkte, Hrsg. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. 2011
Dazu kommen Erlöse aus der Nutzung von Wärme.

Für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit interessieren zunächst die Kosten für die Erzeugung von Biogas, weil so deutlich wird, zu welchen Kosten pro kWh Methan aus Biomasse erzeugt werden kann und in welchem Verhältnis den Preis zu den konkurrierenden Energieträgern steht.

Im Leitfaden Biogas der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe e.V. aus dem Jahr 2010 wurden die Kosten der Biogaserzeugung für insgesamt 10 unterschiedliche Anlagenkonfigurationen untersucht, die sich von der Anlagengröße und auch von den eingesetzten Substraten unterscheiden. Bei 9 von 10 Modellanlagen wird die Nutzung des Biogases in einem BHKW also zur Strom und Wärmeerzeugung betrachtet. Bei der Modellanlage 10 wird die Aufbereitung und Einspeisung von Biomethan betrachtet.

Hier werden nur die Ergebnisse derjenigen Biogasanlagen betrachtet, die mit Wirtschaftsdünger und NAWAROS als Substrat betrieben werden. Die Eckdaten sind der folgenden Übersicht zu entnehmen.

Der Substrateinsatz wurde den aktuellen Anforderungen des EEG 2012 angepasst. Die Anlage 1 wurde als Gülleanlage konzipiert und damit auch das Fermentervolumen und die Investitionskosten angepasst.

Modellanlage		1 NEU	2	3	6 NEU	8 NEU	10 NEU
Anteil Gülle		85%	30%	30%	30%	30%	30%
Anteil NAWAROS		15%	70%	70%	70%	70%	70%
BHKW Leistung	kW elt	75	150	350	500	1.000	
Biomethaneinspeisung	Nm³/h						500
Substrat INPUT							
Rindergülle	t FM/a	5.200	1.500	3.000	3.450	7.000	7.000
Maissilage	t FM/a	860	2.500	5.750	6.450	12.500	12.500
Getreidekörner	t FM/a			200	400	750	750
Grassilage	t FM/a		200			2.100	2.100
Getreide GPS	t FM/a				1.500		
Substrat Kosten							
		100%					
Rindergülle	Euro/t FM	0	0	0	0	0	0
Maissilage	Euro/t FM	34,72	34,72	34,72	34,72	34,72	34,72
Getreidekörner	Euro/t FM	120	120	120	120	120	120
Grassilage	Euro/t FM	38,08	38,08	38,08	38,08	38,08	38,08
Getreide GPS	Euro/t FM	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6	33,6
Technik							
Elektr.Wirkungsgrad BHKW	%	34	36	37	38	40	
Therm.Wirkungsgrad BHKW	%	44	42	44	43	42	
Fermenter Volumen	m³	3.300	2.000	4.100	4.000	7.400	
Gasertrag	m³/a	315.400	606.160	1.446.204	2.028.804	3.844.810	1.900.128
Methangehalt	%	52,3	52,3	52,2	52,1	52,1	100
Gasertrag Heizwert	kWh (Hi)/a	1.644.263	3.160.072	7.525.027	10.536.245	19.967.359	18.940.476
Stromeinspeisung	kWh/a	601.114	1.203.542	2.794.798	4.013.453	8.009.141	
Wärmeerzeugung	kWh/a	777.045	1.405.332	3.364.804	4.572.051	8.307.117	

Um Biogaserträge zwischen 1,6 Mio. kWh und 18,9 Mio kWh und Strommengen zwischen 0,77 Mio kWh und 19,9 Mio. kWh pro Jahr zu erzeugen, sind Investitionen zwischen 0,5 und 2,7 Mio. Euro erforderlich. Für die Biomethanaufbereitung liegen die Investitionskosten mit 3,7 Mio. Euro noch deutlich höher.

Die Biogaserzeugungskosten variieren mit der Anlagengröße und den Kosten für die eingesetzten Substrate.

Wirtschaftsdünger ist zunächst kostenlos, verursacht dann aber beim Transport zu zentralen Anlagen Transportkosten. Zudem ist der Wasseranteil relativ hoch, so dass die Biogasanlagen vom Volumen her entsprechend größer auszulegen sind und auch der Prozesswärmebedarf höher ausfällt als bei NAWAROS-Anlagen.

Rechnet man die Anteile der Investitionskosten, die auf die BHKW Anlage entfallen, aus den Gesamtinvestitionen heraus, liegen die Investitionen für die Biogasanlagen zwischen 0,3 und 1,8 Mio. Euro. Daraus resultiert dann ein Energiepreis für das erzeugte Biogas zwischen 5,21 und 7,64 ct./kWh (Hi).

Die Kosten für die Biomethaneinspeisung liegen für die betrachtete Anlage mit einer Einspeiseleistung 500 Nm³/h bei 7,86 ct/kWh Hi.

Schaut man sich die Kostenstruktur der Biogaserzeugung an, wird deutlich, dass bei den NAWARO-Anlagen die Substratkosten mit 41 bis 60% der Gesamtkosten der größte Kostenfaktor sind. Bei dieser Kostenstruktur bedeutet eine Verdopplung der Substratkosten eine Erhöhung der Biogaserzeugungskosten um 41 bzw. 60%!

Modellanlage		1 NEU	2	3	6 NEU	8 NEU	10 NEU
Investitionen	Euro	626.552	751.018	1.349.954	1.637.319	2.714.928	3.767.878
davon Gasverwertung	Euro	219.978	273.777	503.466	601.649	858.090	1.815.317
davon Rest	Euro	406.574	477.241	846.488	1.035.670	1.856.838	1.952.561
	Euro/kWelt	8.354	5.007	3.857	3.275	2.715	
AfA bis 20 a	Euro/a	66.249	78.442	110.378	135.346	226.328	267.326
Zins 4%	Euro/a	12.532	15.020	26.999	32.746	54.299	75.358
Versicherung	Euro/a	3.133	3.755	6.750	8.187	13.575	18.839
Gemeinkosten	Euro/a	750	1.500	3.500	5.000	10.000	10.000
Variable Kosten							
Substratkosten	Euro/a	29.859	94.416	223.640	322.344	603.968	603.968
Betriebsstoffe	Euro/a	17.574	29.387	36.043	51.807	106.549	361.763
Rep.+Wartung	Euro/a	12.900	17.664	57.369	78.979	152.787	61.736
Laboranalyse	Euro/a	720	720	1.440	1.440	2.880	2.880
		61.053	142.187	318.492	454.570	866.184	1.030.347
Lohn	h/a	719	1.188	2.230	2.641	4.086	4.291
	Euro/a	10.778	17.813	33.455	39.613	61.283	64.358
Gesamtkosten	Euro/a	154.495	258.717	499.574	675.462	1.231.669	1.466.228
incl. BHKW	Euro/m ³	0,49	0,43	0,35	0,33	0,32	0,77
	ct./kWh (Hi)	9,40	8,19	6,64	6,41	6,17	7,74
davon BHKW Kapital	Euro/a	28.759	35.440	53.752	64.775	92.987	174.177
davon BHKW Var Kosten	Euro/a	9.017	18.053	41.922	60.202	120.137	0
ohne BHKW	Euro/a	116.719	205.224	403.900	550.485	1.018.545	1.292.051
	Euro/m ³	0,37	0,34	0,28	0,27	0,26	0,68
	ct./kWh (Hi)	7,10	6,49	5,37	5,22	5,10	6,82
Anteil Substratkosten		26%	46%	55%	59%	59%	47%

Die Erzeugungskosten für Biogas liegen damit niedriger als die Bezugskosten von Kleinverbrauchern für Heizöl und Erdgas im 1. Quartal 2012. Die Erdgaspreise enthalten aber auch die Erdgassteuer und die Kosten für die Netznutzung.

Schaut man sich die Grenzübergangspreise für Erdgas oder die Terminmarktpreise für die reine Erdgaslieferung an, sieht man, dass die Biogaserzeugung doppelt so teuer ist, als der Bezug an fossiler Energie.

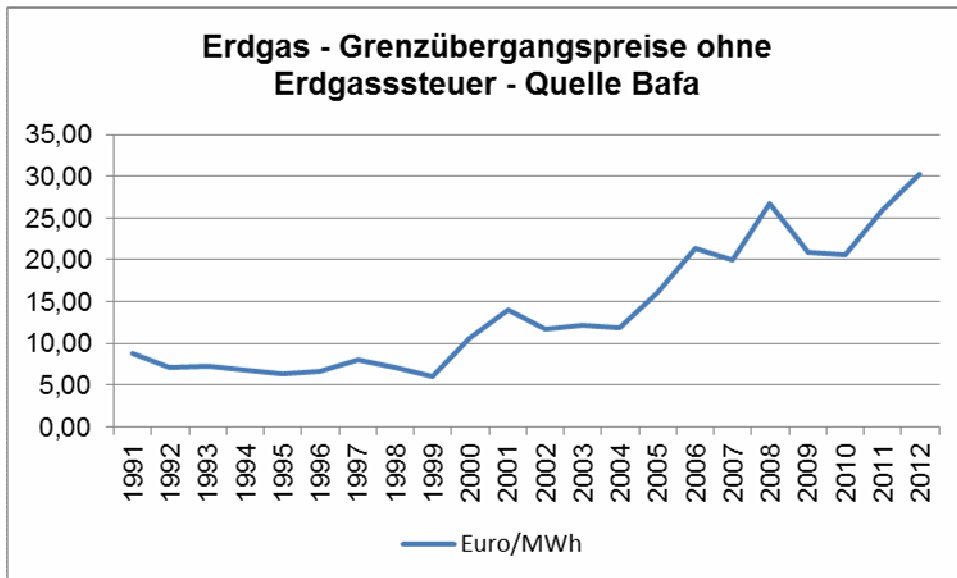
Die Terminpreise für Erdgas an der EEX² schwanken seit 2008 zwischen 20 und 30 Euro/MWh, was einem Preis von 2 bis 3 ct/kWh entspricht.

² Die **European Energy Exchange (EEX)** ist ein Marktplatz für Energie und energienahe Produkte.

Preis



Die Grenzübergangspreise für Erdgas, die vom Bundesamt für Außenwirtschaft (Bafa) veröffentlicht werden, weisen für die Zeit vor 1999 einen Preis von unter 10 Euro/MWh aus. Von 2007 bis 2011 schwankt auch hier der Erdgaspreis zwischen 20 und 30 Euro pro MWh.



Gerade für die Biomethaneinspeisung, die ja in direkter Konkurrenz zum Erdgasbezug steht, ist zur Zeit ohne eine Förderung keine Konkurrenzfähigkeit gegeben.

Ein wirtschaftlicher Betrieb von Biogasanlagen ist insofern nur in Verbindung mit der Förderkulisse nach dem EEG zu erwarten. Geht man bei den BHKW-Anlagen davon aus, dass über den Eigenverbrauch für die Beheizung der Fermenters hinausgehend 35% der Wärme zu einem Preis von 3 ct/kWh genutzt werden kann und ansonsten die Stromvergütung nach EEG 2012 erfolgt, ergeben sich die folgenden Ergebnisse:

Modellanlage		1 NEU	2	3	6 NEU	8 NEU	10 NEU
Anteil Gülle		85%	30%	30%	30%	30%	30%
Anteil NAWARO		15%	70%	70%	70%	70%	70%
BHKW Leistung	kW elt	75	150	350	500	1.000	
Biomethaneinspeisung	Nm³/h						500
ERLÖSE							
Nutzbare Wärme	Anteil	35%	35%	35%	35%	35%	
Nutzbare Wärme	kWh/a	271.966	491.866	1.177.681	1.600.218	2.907.491	18.940.476
Wärmepreis	ct/kWh	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00
Erlös Wärme	Euro/a	8.159	14.756	35.330	48.007	87.225	947.024
Erlös Stromeinspeisung	ct/kWh	25,00	20,50	19,40	19,00	17,40	3,00
Erlös Stromeinspeisung	Euro/a	150.279	246.726	542.191	762.556	1.393.591	568.214
Summe Erlöse	Euro/a	158.437	261.482	577.521	810.563	1.480.815	1.515.238
Erlöse - Kosten	Euro/a	3.943	2.765	77.947	135.101	249.146	49.010

Bei allen Anlagen werden Überschüsse erwirtschaftet. Für die Biomethaneinspeisung kann für den betrachteten Anlagentyp über den Gasaufbereitungsbonus ein positives Ergebnis erzielt werden, wenn das Biomethan zu einem Preis von 5 ct./kWh abgegeben wird.

Werden aber die Substratkosten verdoppelt, ergibt sich für keine Modellanlage eine Wirtschaftlichkeit.

Substrat Kosten	Niveau:	200%
Rindergülle	Euro/t FM	0
Maissilage	Euro/t FM	69,44
Getreidekörner	Euro/t FM	240
Grassilage	Euro/t FM	76,16
Getreide GPS	Euro/t FM	67,2

Modellanlage		1 NEU	2	3	6 NEU	8 NEU	10 NEU
Anteil Gülle		85%	30%	30%	30%	30%	30%
Anteil NAWARO		15%	70%	70%	70%	70%	70%
BHKW Leistung	kW elt	75	150	350	500	1.000	
Biomethaneinspeisung	Nm³/h						500
ERLÖSE							
Nutzbare Wärme	Anteil	35%	35%	35%	35%	35%	
Nutzbare Wärme	kWh/a	271.966	491.866	1.177.681	1.600.218	2.907.491	18.940.476
Wärmepreis	ct/kWh	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00
Erlös Wärme	Euro/a	8.159	14.756	35.330	48.007	87.225	947.024
Erlös Stromeinspeisung	ct/kWh	25,00	20,50	19,40	19,00	17,40	3,00
Erlös Stromeinspeisung	Euro/a	150.279	246.726	542.191	762.556	1.393.591	568.214
Summe Erlöse	Euro/a	158.437	261.482	577.521	810.563	1.480.815	1.515.238
Erlöse - Kosten	Euro/a	-25.916	-91.651	-145.693	-187.243	-354.822	-554.958

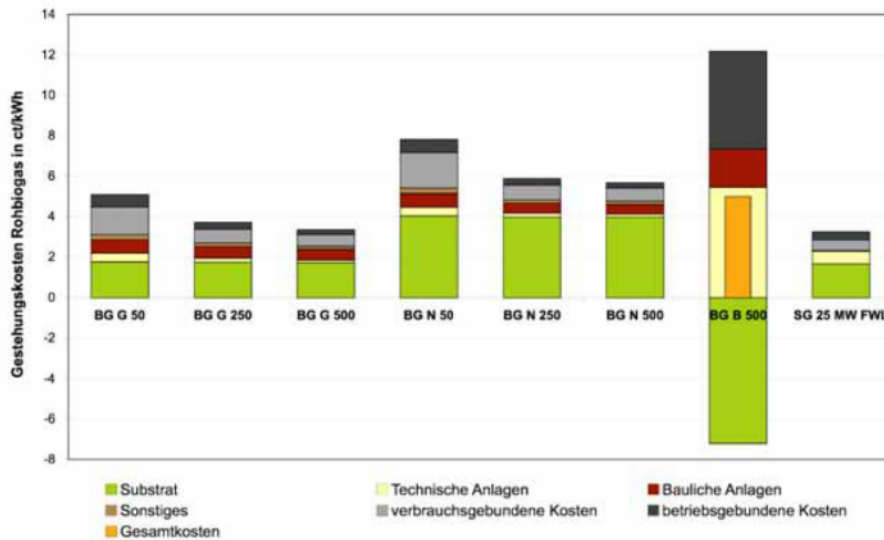
Eine doppelt so hoher Wärmepreis und ein deutlich höherer Anteil an nutzbarer Wärme kann in diesem Fall aber auch keine Wirtschaftlichkeit herstellen. Hier müssten zusätzlich die Erlöse für die Stromerzeugung z.B. durch Direktvermarktung erhöht werden.

Modellanlage		1 NEU	2	3	6 NEU	8 NEU	10 NEU
ERLÖSE							
Substratkosten 200% - Erlöse Wärme erhöht							
Nutzbare Wärme	Anteil	50%	65%	65%	65%	65%	
Nutzbare Wärme	kWh/a	388.523	913.466	2.187.123	2.971.833	5.399.626	18.940.476
Wärmepreis	ct/kWh	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	7,50
Erlös Wärme	Euro/a	23.311	54.808	131.227	178.310	323.978	1.420.536
Erlös Stromeinspeisung	ct/kWh	25,00	20,50	19,40	19,00	17,40	3,00
Erlös Stromeinspeisung	Euro/a	150.279	246.726	542.191	762.556	1.393.591	568.214
Summe Erlöse	Euro/a	173.590	301.534	673.418	940.866	1.717.568	1.988.750
Erlöse - Kosten	Euro/a	-10.764	-51.599	-49.796	-56.940	-118.069	-81.446

Zu vergleichbaren Ergebnissen zu den Erzeugungskosten von Biogas kommt auch die Untersuchung des Wuppertal Instituts im Auftrag von BGW und DVGW aus dem Jahr 2006 (A-

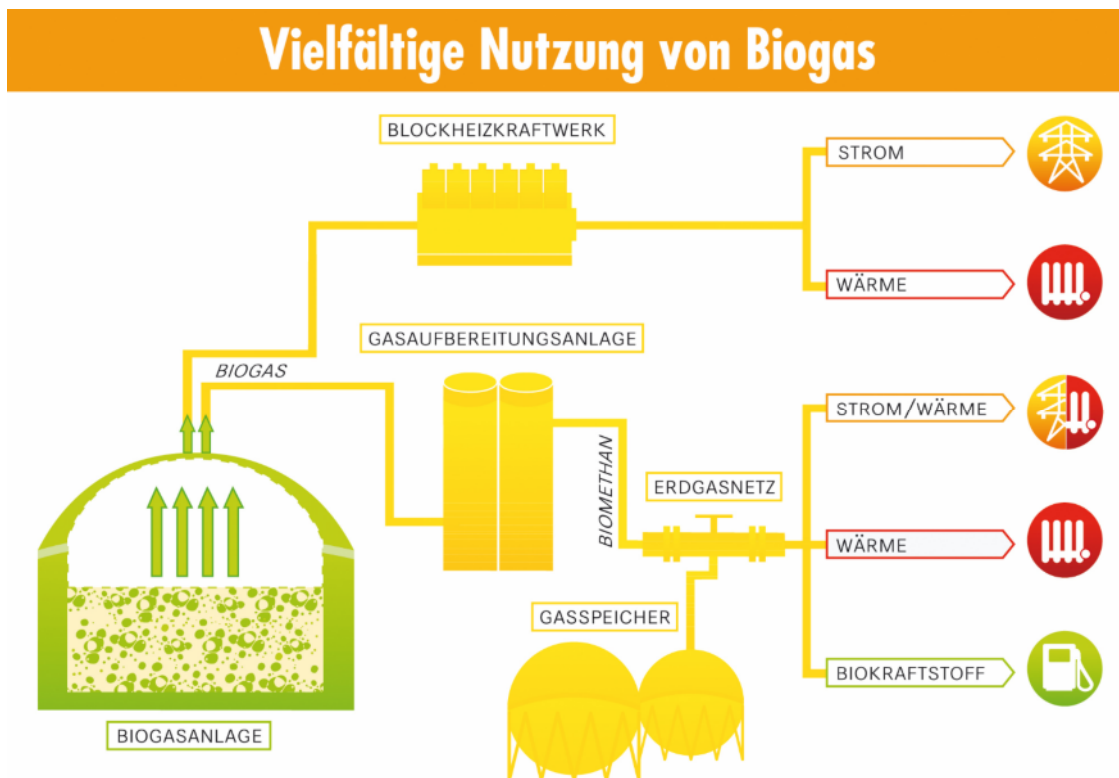
nalyse und Bewertung von Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse, Band 1 Gesamtergebnisse und Schlussfolgerungen).

Für die Biogaserzeugung aus Gülle wurden je nach Anlagengröße Kosten zwischen 3,3 und 5,2 ct/kWh Hi ermittelt. Für NAWARO-Anlagen ergeben sich Kosten zwischen 5,7 und 7,9 ct/kWh Hi, wobei noch Effizienzsteuerungen von 30% bei der Biogasproduktion für möglich gehalten werden.



5.2.2 Biogasnutzung

Der überwiegende Anteil des in Deutschland erzeugten Biogases wird in Verbrennungsmotoren zur Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt. Daneben hat sich mit der Biomethanaufbereitung und Einspeisung in das Erdgasnetz in den letzten Jahren ein zusätzlicher Nutzungspfad entwickelt. In geringen Umfang erfolgt die Nutzung von Biomethan als Kraftstoff.



Das erzeugte Rohbiogas muss in allen Fällen zunächst gereinigt (Entschwefelung) und getrocknet werden. Für die Einspeisung in das Erdgasnetz ist zusätzlich eine Aufbereitung zu Erdgasqualität (CO₂ Abscheidung, Odorierung, Druckanpassung) erforderlich.

5.2.2.1 Hofanlagen

Die Förderung nach EEG 2012 beinhaltet eine Wärmenutzungsverpflichtung von mindestens 60% der anfallenden Wärme, sofern der Gülleeinsatz kleiner als 60% der eingesetzten Masse ist. Selbst wenn auf diese Bilanz die für den Fermenter benötigte Prozesswärme (ca. 30% – je nach Substrateinsatz, Prozess und Dämmung) angerechnet wird, bleibt die Notwendigkeit einer vom EEG zugelassenen Wärmenutzung für ca. 30% der erzeugten Wärme.

Die anfallenden und zu nutzenden Wärmemengen sind – je nach Anlagengröße – erheblich und fallen zu dem das ganze Jahr über an, wenn das Biogas BHKW mit möglichst hohen Betriebsstunden gefahren werden soll.

BHKW Leistung kW _{el} t	BHKW Leistung kW _{th}	100% Wärme kWh/a	60% Wärme kWh/a	30% Wärme kWh/a
150	175	1.405.332	843.199	421.600
350	416	3.364.804	2.018.882	1.009.441
500	566	4.572.051	2.743.231	1.371.615
1.000	1.050	8.307.117	4.984.270	2.492.135

Für Beheizung der Wohn- und Betriebsgebäude und der Ställe wird die überschüssige Wärme in der Mehrzahl der Fälle nicht unterzubringen sein. Um überhaupt in den Genuss der Förderung nach EEG 2012 zu kommen, wird die Entwicklung eines Wärmenutzungskonzeptes erforderlich sein.

Die zulässige Wärmenutzung nach EEG 2012 sind in der Anlage 2 zum EEG unter Ziffer 3 in einer Positivliste aufgeführt:

- Für die Beheizung von Gebäuden werden maximal 200 kWh/m² Nutzfläche angerechnet.
- Wärmeeinspeisungen in eine Nahwärmenetz mit einer Mindestlänge von 400 m incl. max. 25% Verluste
- Prozesswärme für industrielle Prozesse nach der 4. BImSchV
- Holz Trocknung bis max. 0,9 kWh/kg Holz
- Beheizung von Betriebsgebäuden zur Geflügel aufzucht bis maximal 200 kWh/m² Nutzfläche
- Beheizung von Tierställen mit Obergrenzen:

Geflügelmast	5 kWh/Tierplatz
Sauenhaltung	350 kWh/Tierplatz
Ferkelaufzucht	75 kWh/Tierplatz
Schweinmast	45 kWh/Tierplatz
- Beheizung von Unterglasanlagen bis maximal 200 kWh/m² Nutzfläche
- Nutzung als Prozesswärme zur Hygienisierung oder Pasteurisierung soweit gesetzlich erforderlich
- Nutzung als Prozesswärme zur Aufbereitung von Gärresten zur Düngemittelherstellung
- Nutzung der Abwärme zur Stromerzeugung in ORC oder Kalina Cycle Prozessen

Nicht als Wärmenutzung gilt die Beheizung von Gebäuden, die nach §1 Abs. 2 ENEV nicht Gegenstand dieser Verordnung sind und Biomasseanlagen, die fossile Brennstoffe einsetzen.

Es wird aber für den wirtschaftlichen Betrieb einer nach EEG 2012 geförderten Biogasanlage im Normalfall nicht mehr ausreichen, wenn eine Wärmenutzung erfolgt, ohne dass zugleich auch Erlöse aus der Wärmeabgabe gutgeschrieben oder vereinnahmt werden können.

Insofern werden bei einer Förderung nach EEG 2012 Biogasanlagen, die den BHKW-Standort nur am Standort des Fermenters haben, nur gebaut werden, wenn in akzeptabler Nähe vom Hof eine entsprechende Wärmesenke ist. Das können landwirtschaftliche, gewerbliche oder kommunale Großverbraucher ebenso sein wie auch ein Wärmeverteilnetz, welches die angelieferte Wärme dann an die Endverbraucher verteilt.

Bei der Wärmelieferung an Dritte befindet sich die Biogaswärme in Konkurrenz zu anderen Energieträgern. Übernimmt der Biogasproduzent eine Wärmevolllversorgung, kann der Wärmekunde auf die Errichtung und den Betrieb eigener Wärmerzeugungsanlagen verzichten. Die Wärmepreise können in diesem Fall deutlich höher angesetzt werden als bei einer Zusatzversorgung, wo der Wärmekunde selbst Wärmeerzeuger zu Spitzen- und Reserveversorgung vorhalten muss.

Bei einer Zusatzversorgung können insofern maximal die Arbeitspreise zuzgl. der Umwandlungsverluste verrechnet werden. Im Haushaltsbereich sind hier aktuell Preise zwischen 7,5 und 10 ct/kWh realistisch. Bei größeren Abnahmemengen sinken die Bezugspreise für Erdgas und Heizöl und es können preisgünstigere Energieträger wie z.B. Kohle eingesetzt werden. Incl. Umwandlungsverluste kann mit Wärmepreisen von 5 – 7 ct/kWh gerechnet werden.

Bei einer Vollversorgung sind Anlagenkosten zu berücksichtigen, die im Haushaltsbereich zusätzlich mit ca. 7 ct./kWh anzusetzen sind. Bei Großabnehmern fallen Anlagenkosten von 2 bis 5 ct./kWh an - je nach Anlagengröße und Technik.

Die Wärmelieferung an Haushaltskunden ermöglicht zwar höhere Wärmeerlöse, ist aber auch mit höheren Kosten verbunden, weil zusätzlich ein Wärmeverteilnetz für den Anschluss der einzelnen Gebäude aufgebaut werden muss. Je nach Wärmedichte kann hier mit Kosten zwischen 2-4 ct/kWh Wärme gerechnet werden.

Auch der Transport von Wärme von der Hofstelle zum Verbrauchsgebiet verursacht weitere Investitions- und Betriebskosten. Je nach Oberfläche und Wärmetransportleistung kann mit Investitionskosten zwischen 150 und 500 Euro pro Meter Trasse gerechnet werden.

Für die oben kalkulierten Modellanlagen (2, 3, 6 und 8) ergeben sich pro 1.000 m Transportleitung die folgenden Wärmetransportkosten:

KSK Senden										
Transportkosten Wärme										
ohne Fördermittel										
Trassenlänge	1.000 m				35		0,70%			
		Preisniveau			Jahre		Strompreis			
		130%			4%	0,50%	15,00			25%
					Zins		ct/kWh			
Fernwärme										
kWh	Wärme 60%	Nennweite	Systemkosten	Invest	Kapitaldienst	Wart./Inst	Pumpstrom	Summe	Summe	abzgl. Verluste
	kWh/a	DN	Euro/m	Euro	Euro/a	Euro/a	Euro/a	Euro/a	ct/kWh	ct/kWh
175	843.199	62	221	221.000	11.841	1.105	885	13.831	1,64	2,19
416	2.018.882	73	260	260.000	13.930	1.300	2.120	17.350	0,86	1,15
566	2.743.231	90	325	325.000	17.413	1.625	2.880	21.918	0,80	1,07
1.050	4.984.270	120	455	455.000	24.378	2.275	5.233	31.886	0,64	0,85

Mit zunehmender Entfernung nehmen die Verluste zu.

Benötigt der Biogasproduzent einen Wärmeerlös von 3 ct/kWh und hat Wärmetransportkosten von 2 ct/kWh, kann er die Wärme an der Übergabestelle im Abnahmegebiet für 5 ct/kWh

abgeben. Für Großverbraucher sind das durchaus interessante Konditionen. Sollen Haushaltskunden beliefert werden, müssen für die Verteilung weitere 3 ct. auf der Kostenseite hinzugerechnet werden. Ein Wärmepreis von 8 ct./kWh ist dann auch durchaus wettbewerbsfähig.

Erkennbar ist aber auch, dass weitere Transportentfernungen als 2 km zu Wärmetransportkosten von über 2 ct./kWh führen und damit zunehmende Probleme bei der Wirtschaftlichkeit verursachen.

5.2.2.2 Satelliten-BHKW

Da die Kosten für den Transport des Biogases zur Wärmesenke mit spezifischen Investitionen von 70-100 Euro/m deutlich niedriger sind, kommt man bei Transportentfernungen über 2 km meistens zu dem Ergebnis, dass die abnehmersnahe Errichtung eines Satelliten-BHKW die wirtschaftlichere Lösung ist.

Es wird dann die Errichtung eines zweiten BHKW erforderlich, weil eine Anlage ja zur Beheizung des Fermenters benötigt wird. Die erforderlichen Mehrinvestitionen werden aber durch die günstigeren Transportkosten ausgeglichen.

Rohbiogas								0,10%	3%		
kWth	Wärme 60%	Nennweite	Systemkosten	Invest	Kapitaldienst	Wart./Inst	Pumpstrom	Summe	Summe	abzgl.	
	kWh/a	DN	Euro/m	Euro	Euro/a	Euro/a	Euro/a	Euro/a	ct/kWh	ct/kWh	
175	2.007.617	100	75	75.000	4.018	375	301	4.694	0,23	0,24	
416	4.806.863	100	75	75.000	4.018	375	721	5.114	0,11	0,11	
566	6.531.501	100	75	75.000	4.018	375	980	5.373	0,08	0,08	
1.050	11.867.310	100	75	75.000	4.018	375	1.780	6.173	0,05	0,05	

Der Transport von Rohbiogas ist durchaus über Entfernungen von 5 km realisierbar.

Da die aus dem Biogas-BHKW angelieferte Wärme Grundlastwärme ist, also das ganze Jahr über mit gleicher Leistung zur Verfügung steht, liefert die Biogaswärme in der Regel nur einen Teil des am Standort der Wärmeübergabe benötigten Wärmebedarfs. Im Winter zu Zeiten erhöhten Wärmebedarfs wird dann ein weiterer Wärmelieferant einspringen. Das ist meistens ein Erdgas- oder Heizölspitzenkessel, der von den Anschaffungs- und Betriebskosten relativ günstig ist.

Wo die Biogaswärmeversorgung die Wärmeversorgung im Bestand teilweise ersetzt, können auch die dort bereits vorhandenen Wärmeerzeuger als Spitzen- und Reservekessel genutzt werden.

5.2.2.3 Biogasaufbereitung und Einspeisung

Biogas und Erdgas bestehen überwiegend aus Methan. Bei Biogas ist der Methananteil aber geringer als bei Erdgas. Durch unterschiedliche Verfahren kann der Methananteil im Rohbiogas so erhöht werden, dass eine Erdgasqualität erreicht wird.

Die Anlagen sind auf eine Biomethanproduktion von 500-700 Nm³/h ausgelegt.

Vergleichbar der Stromerzeugung aus regenerativen Energien wird über die Einspeisung von aufbereitetem Biogas als Biomethan in das Erdgasnetz Biogas zu einem standortunabhängig handelbaren Produkt. Dabei wird das Erdgasnetz als ohnehin vorhandene technische Infrastruktur für den Transport zum Endverbraucher genutzt.

Bei der anschließenden Verstromung im BHKW kann der Käufer von Biogas auch die Vergütungssätze nach EEG abrechnen. Über ein Zertifizierungsverfahren wird gewährleistet, dass je nach Anlagengröße, Substrateinsatz und Inbetriebnahmezeitpunkt der Biogasanlage Anspruch auf eine bestimmte Vergütung der Stromerzeugung nach EEG besteht.

Es gibt inzwischen eine Reihe von Handelsplattformen, auf denen Biomethan so vermarktet wird. Die Verträge sind teilweise langfristig und enthalten unterschiedliche Preisgleitungs-klauseln.

Beispielhaft sind hier Angaben aus dem Internetportal der Firma Arkanum dokumentiert:

Qualität*	Bonus** / Eigenschaft	Lieferbar***	Lieferdauer	Nettopreis**** / Preisanpassung	
Nawaro ESK I: 100 %	EEG 2009: 2 ct/kWh EEG 2012: 3 ct/kWh	ab sofort	bis 1 Jahr	ab 7,50 ct/kWh Festpreis in 2012, danach Gas-/HEL- Bindung oder fixer Preisanstieg	Jetzt anfragen >
Nawaro ESK I: 100 %	EEG 2009: 1 ct/kWh EEG 2012: 3 ct/kWh	ab sofort	1 - 10 Jahre	ab 7,20 ct/kWh mit fixem Preisanstieg pro Jahr	Jetzt anfragen >
Nawaro ESK I: 100 %	EEG 2009: 2 ct/kWh EEG 2012: 3 ct/kWh	ab sofort	5 - 10 Jahre	ab 7,43 ct/kWh Gas-/HEL-Bindung oder fixer Preisanstieg	Jetzt anfragen >
Nawaro ESK I: 100 %	EEG 2009: 1 ct/kWh EEG 2012: 3 ct/kWh	ab sofort	kurzfristig	ab 7,10 ct/kWh Festpreis	Jetzt anfragen >
Nawaro ESK I: 100 %	EEG 2009: 2 ct/kWh EEG 2012: 3 ct/kWh	ab sofort	10 Jahre	ab 7,79 ct/kWh Festpreis	Jetzt anfragen >
Nawaro ESK I: 100 %	Ohne Bonus / Ideal nach: EEG 2004	ab sofort	kurzfristig oder 1-10 Jahre	ab 7,00 ct/kWh mit fixem Preisanstieg pro Jahr	Jetzt anfragen >

Quelle: <http://bioerdgaszentrale.de/>

Diese Preise erhöhen sich noch um die Netznutzungsentgelte. Die Angebote richten sich an Großverbraucher oder Energieversorgungsunternehmen. Aber auch für Haushaltskunden gibt es Lieferanten, die Biomethan liefern.

Der Bezug von Biomethan ist für den Kunden zunächst mit Mehrkosten gegenüber einem Bezug von Erdgas verbunden. Diese Mehrkosten werden teilweise von Endkunden akzeptiert, die sich für ein „Grünes“ Produkt entschieden haben.

Wird Biomethan dezentral in BHKW eingesetzt und der erzeugte Strom nach EEG 20 Jahre lang mit ca. 20 ct./kWh vergütet, ist durchaus auch ein wirtschaftlicher Einsatz von Biomethan möglich.

Beschränkende Faktoren für den dezentralen Einsatz von Biomethan in BHKW sind aber:

- für den Einsatz im Einfamilienhäusern die hohen Investitionskosten für Mini-BHKW,
- für den Einsatz im Wohnbereich die geringen Betriebsstunden wegen der fehlenden Wärmeabnahme im Sommer,
- für den Einsatz im Einfamilienhäusern Strompreise, die über 24 ct/kWh liegen und damit eine Einspeisung von Strom nach EEG unwirtschaftlicher machen als eine Eigennutzung,
- dass Großverbraucher von Wärme mit möglichst ganzjähriger Wärmeabnahme (Krankenhäuser, Bäder) zugleich auch eine hohe Stromabnahme aufweisen. Bei Stromarbeitspreisen über 15 ct/kWh ist bei einer hohen Stromeigennutzung ein BHKW-Betrieb mit Erdgas wirtschaftlicher als eine Einspeisung von Strom nach EEG

Die Anwendungsfälle für den wirtschaftlichen Einsatz von Biomethan ergeben sich dort, wo bei hoher gleichmäßiger Wärmeabnahme nur eine geringe Eigenstromnutzungsmöglichkeit besteht. Das trifft z.B. für größere BHKW-Anlagen zu, die in Heizzentralen Wärme in Nah-

oder Fernwärmenetze einspeisen. Auch BHKW-Anlagen, die von Energieversorgern bislang zum Abfahren von Spitzen im Strombezug eingesetzt werden, können bei einer Gutschrift für Strom aus Biomethan zwischen 15 und 20 ct./kWh auch für einen erweiterten Betrieb infrage kommen.

Biomethan kann wie Erdgas auch als Kraftstoff für Erdgasfahrzeuge eingesetzt werden. Mit aktuellen Preisen um 1 Euro pro kg Erdgas frei Tankstelle (incl. MWST) und 13,3 kWh Ho pro kg Erdgas ergibt sich ein Preis von 7,5 ct./kWh. Wie auf dem Wärmemarkt stellt sich für Biomethan auch hier die Preiskonkurrenz zu Erdgas. Kann Biomethan bei heutigen Substratkosten zu Preisen um 5 ct./kWh (zzgl. 3 ct./kWh EEG Förderung) erzeugt und aufbereitet werden, sind auskömmliche Erlöse über eine Biomethantankstelle möglich.

Der Einsatz von Biomethan ist auf die Biokraftstoff-Quotenziele der Bundesregierung anrechenbar. Diese Quote beträgt zur Zeit 6,25% der jährlich in Verkehr gebrachten Kraftstoffe. Überträgt man diese Quote auf die 12.000 PKW in der Gemeinde Senden, wäre diese Quote erfüllt, wenn 750 Fahrzeuge Biomethan als Kraftstoff einsetzen. Geht man von einer jährlichen Fahrleistung von 10.000 km aus, die aus örtlichen Biomethan gedeckt wird und setzt 1 kWh pro km an, könnte eine Biogasmenge von 7,5 Mio. kWh als Kraftstoff vor Ort abgesetzt werden. Das ist etwas weniger als 1/3 der Jahresproduktion der o.a. Modellanlage mit einer Produktionskapazität von 500 Nm³/h.

5.3 Biomassevergasung

Biogas kann auch durch thermo-chemische Biomassevergasung erzeugt werden. Das ist ein Prozess, der es zum Ziel hat, einen biogenen Festbrennstoff unter Wärmeeinwirkung möglichst vollständig in ein brennbares Gas umzuwandeln. Zusätzlich zum Produktgas fallen Holzkohle bzw. Asche und Teer an.

Das Verfahren ist relativ aufwändig und noch nicht vollständig ausgereift.

5.4 Erzeugung flüssiger Energieträger aus Biomasse

Die Erzeugung flüssiger Energieträger aus Biomasse zielt auf den Ersatz fossiler Brennstoffe als Kraftstoff für Verbrennungsmotoren ab. Die Flächenbeanspruchung hierfür ist bislang größer als für die Erzeugung von Biogas:

ANBAU NACHWACHSENDER ROHSTOFFE IN DEUTSCHLAND (ha)			
Pflanzen	Rohstoff	2011	2012*
Industriepflanzen	Industriestärke	160.000	245.000
	Industriezucker	10.000	12.000
	technisches Rapsöl	120.000	120.000
	technisches Sonnenblumenöl	8.500	8.500
	technisches Leinöl	2.500	2.500
	Pflanzenfasern	500	500
	Arznei- und Farbstoffe	10.000	13.000
	Summe Industriepflanzen	311.500	401.500
Energiepflanzen	Rapsöl für Biodiesel/Pflanzenöl	910.000	913.000
	Pflanzen für Bioethanol	240.000	243.000
	Pflanzen für Biogas	900.000	962.000
	Pflanzen für Festbrennstoffe (u. a. Agrarholz, Miscanthus)	6.000	6.500
	Summe Energiepflanzen	2.056.000	2.124.500
Gesamtanbaufläche NR		2.367.500	2.526.000

* Werte für 2012 geschätzt

Quelle: FNR (2012)

© FNR 2012

Die Substitution von fossilen Energieträgern kann auch über die Nutzung flüssiger Energieträger, die aus Biomasse gewonnen werden, erfolgen. Die bislang wichtigsten Produkte sind hier:

- Pflanzenöl
- Biodiesel
- Alkohol
- Sonstige Erdölersatzprodukte

Hauptanwendungsbereiche sind die Nutzung als Biokraftstoff für Fahrzeuge oder stationäre Motoren (BHKW).

Die Erzeugung von Pflanzenöl und Biodiesel erfolgt über die Verwertung von Ölpflanzen aus landwirtschaftlicher Produktion wie:

- Rapssaat,
- Sonnenblumen,
- Sojabohnen, Leindotter etc.

Bioethanol ist Alkohol für Treibstoffzwecke, der aus nachwachsenden Rohstoffen (z.B. Getreide, Zuckerrüben, Mais, Zuckerrohr, Kartoffeln etc.) produziert wird. Dieses Bioethanol ist in reiner Form sowie als Zusatz von Benzin- und Diesel-Kraftstoffen geeignet.

Wie bei der Biogaserzeugung steht die Erzeugung flüssiger Energieträger aus nachwachsenden Rohstoffen in Flächenkonkurrenz zu Nahrungsmittelerzeugung. Bis auf die Herstellung von Pflanzenölen erfolgt die Erzeugung flüssiger Energieträger im industriellen Maßstab.

Die Flächen- und Umweltbilanz von Biokraftstoffen ist umstritten. Bei einem Ertrag von 1,45 t Rapsöl pro ha liegt der Energieertrag mit 14.500 kWh pro ha und Jahr deutlich niedriger als bei Maissilage oder Getreideanbau. Es wird zur Erzeugung der gleichen Menge Energie eine deutlich größere Fläche benötigt. Eine Wirtschaftlichkeit kann insofern nur über eine entsprechende Förderkulisse hergestellt werden.

6 Umsetzung, Hemmnisse

Die für die Gemeinde Senden ermittelten Biomassepotentiale betragen rechnerisch jährlich 133,5 Mio. kWh, wenn davon ausgegangen wird, dass 20% der landwirtschaftlichen Fläche (= 1.445 ha) für den Anbau nachwachsender Rohstoffe (NAWARO) für die Energiegewinnung genutzt wird. Das entspricht 62% des jährlichen Wärmebedarfs von 214,6 Mio. kWh in der Gemeinde Senden.

Diese Mengen stehen allerdings nicht in vollem Umfang für die Energieversorgung in der Gemeinde Senden zur Verfügung:

- Bei der Erzeugung von Biogas wird ein Teil der Biogaswärme (ca. 30%) für die Beheizung der Fermenter benötigt.
- Das bei der Kläranlage anfallende Faulgas wird bereits am Standort Kläranlage Senden zur Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt.
- Die über den Kreis Coesfeld entsorgten Müllmengen werden bereits teilweise zur Stromerzeugung und Fernwärmeversorgung genutzt. Bio- und Grünabfälle sollen vom Kreis zukünftig zu Biomethan aufbereitet werden.
- Im Gemeindegebiet anfallendes Waldrestholz wird bereits überwiegend energetisch genutzt.

Probleme gibt es auch bei der energetischen Nutzung von Stroh, weil die nicht direkt in der Landwirtschaft benötigten Mengen anderweitig vermarktet werden.

Die Nutzung landwirtschaftlicher Flächen für den Anbau nachwachsender Rohstoffe (NAWARO) stellt zumindest teilweise eine Neuausrichtung der landwirtschaftlichen Produktion dar. In der „Veredelungsregion“ Münsterland hat der Anbau von NAWAROs Einfluss auf den Umfang der Viehhaltung und auf die Pachtpreise für Ackerland.

Die Vergütung für die Stromeinspeisung oder die Biomethanaufbereitung nach dem EEG bieten zwar über 20 Jahre sicher kalkulierbare Stromerlöse. Anders als bei der Stromerzeugung mit PV-Anlagen oder Windkraftanlagen ist die Kostensituation mit den vorgenommenen Erstinvestitionen nicht weitgehend abgeschlossen und damit weniger gut kalkulierbar.

Bei Kostenanteilen von 50% an den Erzeugungskosten für Biogas hat die Entwicklung der Substratpreise einen erheblichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen. Wo Wärme aus Biogas-BHKW oder Biomethan vermarktet wird, kommt hinzu, dass die Entwicklung der Preise für Öl und Erdgas auf die Erlössituation rückwirken.

Wird überwiegend (80% Massenanteile) Wirtschaftsdünger (Gülle, Mist) für die Biogaserzeugung eingesetzt, verringert sich der Einfluss der Substratkosten auf die Kosten der Biogaserzeugung. Wegen der geringen Anteile organischer Trockenmasse beim Wirtschaftsdünger müssen aber große Mengen verarbeitet werden. Das hat unter Umständen Transportkosten zu Folge und verursacht Mehrkosten bei Auslegung und Betrieb der Biogasanlagen.

Die für die Biogasnutzung erforderlichen Investitionen und der erforderliche Aufbau logistischer Strukturen setzen eine dauerhafte Sicherung der Substratversorgung über 10-20 Jahre voraus. Die beteiligten Landwirte nehmen insofern längerfristige Festlegungen vor.

Insofern ist eine grundlegende Voraussetzung für die Erschließung von Biomassepotentialen die Herstellung stabiler Randbedingungen. Eine wichtige Rolle spielt dabei die langfristige Sicherung des Wärmeabsatzes. Bei der Identifikation von Großverbrauchern und dem Aufbau von Wärmeverteilnetzen zur Wärmeversorgung in den Ortslagen kann die Gemeinde Impulse geben.

Schwerpunkte für die Nutzung lokaler Biomassepotentiale in der Gemeinde Senden werden insofern in den folgenden Bereichen gesehen:

1. Gülle-/Wirtschaftsdüngerverwertung
2. Energetische Strohnutzung
3. Restholz- / Straßenbegleitgrünnutzung

Darüber hinaus kann der Anteil von Biomasse an der Energieversorgung in der Gemeinde Senden dadurch erhöht werden, dass verstärkt Holz als Brennstoff eingesetzt wird, welches in Form von Pellets oder Holz hackschnitzeln aus Gebieten mit größerem Angebot importiert wird.

Zu 1.

Biogasanlagen auf der Basis von Wirtschaftsdünger stellen eine interessante Option dar, weil hier die Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion eine geringere Bedeutung hat. Geht man davon aus, dass von dem in der Gemeinde Senden anfallenden Wirtschaftsdünger 20 Mio. kWh (=55%) zur Biogaserzeugung genutzt werden, werden bei einem Frischmasseanteil von 15% für Maissilage jährlich zusätzlich ca. 25.000 Maissilage als Substrat benötigt. Dafür ist eine Anbaufläche von ca. 500 ha erforderlich.

Insgesamt ergibt sich dann eine jährliche Biogasproduktion von 9 Mio. m³ mit einem Energiegehalt von 49 Mio. kWh. Wird diese Energie dauerhaft in der Grundlast zur Verfügung gestellt (8.000 h/a) bedeutet das eine Leistungsaufnahme von 6.125 kW und eine Stromerzeugungsleistung von 2.450 kW, wenn ein elektrischer Wirkungsgrad von 40% zugrunde gelegt wird. Die Stromerzeugung liegt in diesem Beispiel bei 19,6 Mio. kWh pro Jahr. Das sind 26% des jährlichen Stromverbrauchs in der Gemeinde Senden. Der thermische Jahresnutzungsgrad kann mit 45% incl. Abgaswärmetauscher auf 55% angesetzt werden. Davon stehen ca. 30% (1.837 kWth) als Wärmeleistung für die Versorgung Dritter zur Verfügung. Das entspricht einer Wärmearbeit von 14,7 Mio. kWh pro Jahr. Das sind 6,8% des Wärme-marktes.

Eine Wärmelieferung wird in dieser Form aber nicht möglich sein, weil der Wärmebedarf außen temperaturabhängig ist und deshalb außerhalb der Heizzeit bei den meisten Verbrauchern deutlich niedriger ausfällt. Der angeschlossene Wärmebedarf muss insofern schon 3 bis 4 mal so hoch wie die Wärmegrundlast aus dem Biogas-BHKW sein, also zwischen 5,5 und 7,3 MW betragen. Bei einem mittleren Wärmebedarf von 15,7 kW müssen dann zwischen 350 und 470 Wohngebäude angeschlossen werden.

Da sich die Biomassepotentiale über das gesamte Gemeindegebiet verteilen und die Errichtung einer zentralen Anlage mit einer zentralen Einspeisung für alle drei Ortslagen wegen der damit verbundenen Entfernungen ausscheidet, werden sich die Potentiale auf 3 – 5 Standorte aufteilen, so dass Anlagengrößen bei 500 kW elt realistisch sind.

Die Investitionen für die Biogas-BHKW-Variante belaufen sich bei 3.500 Euro/kWelt auf 8,57 Mio. Euro. Damit werden aber nur die Investitionen für Biogasanlage und BHKW erfasst. Für Spitzenkessel und Wärmeverteilnetz sind weitere Investitionen erforderlich. Geht man von Investitionskosten von 8.500 Euro pro angeschlossenen Wohngebäude aus, kommen noch einmal 2,97 bis 3,99 Mio. Euro für Wärmeverteilnetz und Übergabestation hinzu.

Neben der Direktbelieferung von BHKW mit Bioerdgas und anschließender Wärmelieferung könnte das Biogas auch zu Biomethan aufbereitet und in das Erdgasnetz eingespeist werden. Bei einer Biogasproduktion von 9 Mio. m³ pro Jahr ist eine Aufbereitungsleistung von 1.200 Nm² Biorohgas pro Stunde erforderlich. Aufgeteilt auf 2 Anlagen dürften die erforderlichen Investitionen bei ca. 8 Mio. Euro liegen.

Zu 2.

Um das energetische Potential der in Senden verfügbaren Strohmenngen von 39,6 Mio. kWh zu nutzen, ist die Installation einer Feuerwärmeleistung von 4,4 MW erforderlich, wenn die Strohwärme die Grundlast bedienen soll. Bringt man Umwandlungsverluste von 15% in Ansatz, könnte damit 15,8% des Wärmemarktes in Senden bedient werden.

Der angeschlossene Wärmebedarf muss auch in diesem Fall 3 bis 4 mal so hoch wie die Wärmegrundlast der Strohfeuerung, also zwischen 13,2 und 16,7 MW betragen. Bei einem mittleren Wärmebedarf von 15,7 kW müssen dann zwischen 840 und 1.120 Wohngebäude angeschlossen werden.

Wegen der größeren Energiedichte ist der Transport von Stroh innerhalb des Gemeindegebietes unproblematisch und insofern die Konzentration auf einen Standort im Gemeindegebiet möglich.

Die Investitionen für die Variante der Wärmeerzeugung belaufen sich bei 1.500 Euro/kW th für die Strohfeuerung incl. Lager und 100 Euro/kW für den Erdgas-Spitzenkessel auf 7,5 bis 8 Mio Euro. Damit werden aber nur die Investitionen für die Heizzentrale erfasst. Für das Wärmeverteilnetz sind weitere Investitionen erforderlich. Geht man von Investitionskosten von 8.500 Euro pro angeschlossenem Wohngebäude aus, kommen noch einmal 7,14 bis 9,5 Mio. Euro für Wärmeverteilnetz und Übergabestation hinzu.

Für die Deckung des Wärmebedarfs bei 5.000 Volllaststunden wäre eine Feuerwärmeleistungen von 7,9 MW und ein Spitzenkessel in gleicher Leistungsgröße erforderlich.

Zu 3.

Bei einer energetischen Nutzung von Straßenbegleitgrün und insbesondere von Hecken-schnitt aus einem erweiterten Heckenbestand ist ein jährlicher Holzhackschnitzelanfall mit einem Energiegehalt um 10 Mio. kWh zu erwarten.

Um das energetische Potential dieser Hackschnitzelmengen zu nutzen, ist die Installation einer Feuerwärmeleistung von 1,25 MW erforderlich, wenn die Holzwärme die Grundlast bedienen soll. Bringt man Umwandlungsverluste von 15% in Ansatz, könnte damit 4% des Wärmemarktes in Senden bedient werden.

Der angeschlossene Wärmebedarf muss auch in diesem Fall auch 3 bis 4 mal so hoch wie die Wärmegrundlast der Holzfeuerung, also zwischen 3,75 und 5 MW betragen. Bei einem mittleren Wärmebedarf von 15,7 kW müssen dann zwischen 240 und 320 Wohngebäude angeschlossen werden.

Wegen der größeren Energiedichte ist der Transport von Holzhackschnitzel innerhalb des Gemeindegebietes unproblematisch und insofern die die Konzentration auf einen Standort im Gemeindegebiet möglich.

Die Investitionen für die Variante der Wärmeerzeugung belaufen sich bei 1.300 Euro/kW th für die Hackschnitzelfeuerung incl. Lager und 100 Euro/kW für den Erdgas-Spitzenkessel auf 1,9 bis 2,1 Mio Euro. Damit werden aber nur die Investitionen für die Heizzentrale erfasst. Für das Wärmeverteilnetz sind weitere Investitionen erforderlich. Geht man von Investitionskosten von 8.500 Euro pro angeschlossenem Wohngebäude aus, kommen noch einmal 2,04 bis 2,725 Mio. Euro für Wärmeverteilnetz und Übergabestation hinzu.

Für die Deckung des Wärmebedarfs bei 5.000 Volllaststunden wäre eine Feuerwärmeleistungen von 2,0 MW und ein Spitzenkessel in gleicher Leistungsgröße erforderlich.

7 Aktivitäten zur energetischen Biomassenutzung

Die relevanten Akteure bei einer verstärkten Nutzung von Biomasse sind die Landwirte als mögliche Produzenten von Biogas, Lieferanten von Stroh oder Hackschnitzeln aus Hecken-schnitt. Die Landwirte sind, wie sich bei mehreren Gesprächen im Zusammenhang mit der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes gezeigt hat, gut über die technischen Möglichkeiten und wirtschaftlichen Eckdaten der energetischen Biomassenutzung informiert. Die Landwirtschaftskammer und die Fachpublikationen informieren ebenso wie diverse Internetportale aktuell zu diesem Themenbereich. Inzwischen hat auch eine Vielzahl von Landwirten in der Region praktische Erfahrung mit der energetischen Nutzung von Biomasse, so dass auch darüber ein Erfahrungsaustausch stattfindet.

Hilfreich wären sicherlich regelmäßige Informationsabende, auf denen Praxisberichte von ausgeführten Anlagen vorgestellt werden, wo Hersteller und Dienstleister aus dem Biomasseanlagen sich und ihre Produkte vorstellen können und wo auch Kooperationen zwischen interessierten Landwirten und auch möglichen Wärmeabnehmern angegangen werden können.

Über die Gemeinde könnte auch eine lokale Biomassebörse eingerichtet werden, um einen Kontakt zwischen Wärmegroßverbrauchern und Biomasselieferanten herzustellen.

Um die Potentiale aus der energetischen Nutzung von Straßenbegleitgrün und von Hecken zu erschließen, sollte zunächst ein Heckenkataster erstellt werden, um auf dieser Grundlage ggf. ein Heckenprogramm auflegen zu können.

Für die Erschließung größerer Biomassepotentiale wird die Errichtung von Heizzentrale sowie der Aufbau und Betrieb von Wärmeverteilnetzen erforderlich.

In der Ortslage Senden ist die Errichtung einer Biomasseheizzentrale für die kommunalen Gebäude im Bereich Sportpark, Schulen, Rathaus und Senden West zu prüfen. In diesem Zusammenhang sollte eine Standortsicherung für Biomassezentren erfolgen.

Für das Biogas-Satelliten-BHKW in Ottmarsbocholt sollte ein Konzept entwickelt werden, um für die dort verfügbare Wärme den Wärmemarkt zu erschließen.

In beiden Fällen sind Betreibermodelle zur Wärmemarkterschließung zu entwickeln. In anderen Kommunen werden genossenschaftliche Lösungen gewählt, um so auch die Wärmekunden mit ins Boot zu holen.

Dort, wo eine Biomassenutzung nicht über den Anschluss an eine Biomasseheizzentrale möglich ist, bestehen folgende individuelle Nutzungsmöglichkeiten:

- Nutzung von Holzpellets zur Wärmeversorgung
- Bezug von Biomethan aus dem Erdgasnetz
- Nutzung von Biomethan in Erdgasfahrzeugen
- Nutzung von Biokraftstoffen

Hier kommt es vorwiegend auf entsprechende Öffentlichkeitsarbeit an. Die Gemeinde Senden ist selbst am Standort Cabrio ein Großverbraucher von Holzpellets.

Geprüft werden sollte nochmals, ob eine Holzpelletherstellung in Senden möglich ist, um ggf. eine örtliche Logistik und Kompetenz aufbauen.

Eine Tankstelle für Erdgasfahrzeuge gibt es bereits in der Gemeinde Senden. Eine Abgabe von Biomethan oder die Errichtung einer weiteren Biomethantankstelle können auch einen Absatzmarkt für örtliche Biomethan herstellen, soweit dieser Vermarktungsweg gewählt wird.

Organisatorische Aufgaben könnte ein von der Gemeinde Senden initiiertes Arbeitskreis Biogas übernehmen.

8 Förderung der energetischen Biomassenutzung

Es bestehen auf Bundes- und Landesebene eine Reihe von Fördermöglichkeiten für die energetische Nutzung der Biomasse. Hinzu kommen spezielle auf die Landwirtschaft zugeschnittene Förderprogramme für den Anbau von Energiepflanzen.

Aktuell (1. Quartal 2012) gefördert werden z.B.:

- Verstromung von Biomasse über das EEG
- Aufbereitung von Biogas zur Biomethan über das EEG
- Errichtung von Biomasseheizungen über Bafa, KfW und das Land NRW aus dem Progress Programm
- Wärmeverteilung aus Biomasseheizungen über Bafa, KfW und das Land NRW aus dem Progress Programm

Die Förderkonditionen sind je nach Förderschwerpunkt und Haushaltsslage ständigen Änderungen unterworfen, so dass die jeweils aktuellen Fördermöglichkeiten über Förderportale der KfW, Bafa oder der Energieagenturen abgefragt werden müssen.