

Nachhaltige Biogaserzeugung in Baden-Württemberg



Leitfaden



Ein Nachhaltigkeitsprojekt des Landes Baden-Württemberg
zur Weiterentwicklung der Biogasnutzung

Leitfaden für eine nachhaltige Biogaserzeugung in Baden-Württemberg

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung/Zielsetzung

II. Mindestanforderungen und Empfehlungen für eine nachhaltige Biogaserzeugung

1. Rentabilität
2. Substratbereitstellung
 - 2.1 Substratbereitstellung durch Anbaubiomasse
 - 2.2 Substratbereitstellung durch Koppel- und Nebenprodukte
3. Lagerung und Verwertung der Gärreste
4. Aspekte des Naturschutzes und der biologischen Vielfalt
5. Wärmenutzung als wesentlicher Aspekt der Energieeffizienz
6. Vermeidung von Treibhausgasemissionen im Vergleich zu fossiler Energiebereitstellung (Klimaschutz)
7. Anforderungen an einen geeigneten/verträglichen Standort
8. Sozioökonomische Aspekte

III. Zusammenfassende Bewertung

IV. Anhang

I. Einleitung/Zielsetzung

Der vorliegende Leitfaden wendet sich an Landwirte, Anlagenbetreiber, Energieversorger, Anlagenhersteller, aber auch Planungsträger und Verwaltung. Er ist Ergebnis verschiedener Arbeitsgruppen im Rahmen des Projektes "Nachhaltige Biogaserzeugung in Baden-Württemberg" der Nachhaltigkeitsstrategie Baden-Württemberg (siehe Literaturangaben).

Die Land- und Forstwirtschaft spielt als einer der Hauptbetroffenen des Klimawandels auch bei dessen Begrenzung eine nicht unerhebliche Rolle. Sie ist der einzige Wirtschaftsbereich, der durch Biomasseproduktion auch in erheblichem Maße CO₂ bindet.

Die heimische Landwirtschaft kann und soll durch die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe und den Einsatz organischer Reststoffe zur Energiegewinnung, insbesondere durch die Produktion von Biogas, einen Beitrag zum Klimaschutz leisten.

Im Sinne des Klimaschutzes sind hierbei insbesondere die Nachhaltigkeit der Produktion und eine größtmögliche Effizienz zu gewährleisten. Darüber hinaus sind weitere Schutzgüter und Belange zu beachten, um den Anforderungen einer nachhaltigen Handlungsweise insgesamt gerecht zu werden.

Nachhaltigkeit ist die Konzeption einer dauerhaft zukunftsfähigen Entwicklung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Dimension menschlicher Existenz. Diese drei Säulen der Nachhaltigkeit stehen miteinander in Wechselwirkung und bedürfen langfristig einer ausgewogenen Konzeption (Enquête-Kommission des Deutschen Bundestages 1998).

Eine nachhaltige Biogaserzeugung zeichnet sich somit durch einen wirtschaftlichen Betrieb, umweltverträgliche Bereitstellung der Gärsubstrate und Verwertung der Gärreste, hohe Energieeffizienz und eine entsprechende Vermeidung von Treibhausgasemissionen im Vergleich zu fossiler Energiebereitstellung aus. Weitere Kennzeichen sind ein geeigneter Anlagenstandort und sozioökonomische Aspekte.

Der vorliegende Leitfaden versucht diese wichtigen Eckpunkte für eine nachhaltige Biogaserzeugung zusammenzutragen. Hierbei liegt der Fokus auf landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Die jeweils relevanten Inhalte gelten aber auch für alle übrigen Biogasanlagen.

II. Mindestanforderungen und Empfehlungen für eine nachhaltige Biogaserzeugung

Die Reihenfolge der folgenden Kapitel 1 bis 8 beinhaltet keine Wichtung.

1. Rentabilität

Das einzelbetriebliche Ziel beim Betreiben einer Biogasanlage ist die dauerhafte (nachhaltige) Erwirtschaftung eines positiven Arbeitseinkommens. Nachstehend sind einige wesentliche Grundvoraussetzungen für den rentablen Betrieb einer Biogasanlage aufgeführt.

Biomassekosten

40 - 60 % der jährlichen Kosten einer Biogasanlage entfallen auf die Bereitstellung der Biomasse. Diese sind u.a. abhängig vom Hektarertrag, Maschinenkosten, Aufwand an Produktionsmitteln, Pachtpreisen, Transportkosten, Nutzungskonkurrenz, etc.. Durch Kooperationen und Lieferverträge kann eine längerfristige Preissicherheit erreicht werden. Maßnahmen wie die Minimierung von Verlusten und Steigerung der Effizienz führen nicht nur zu einem besseren ökonomischen Ergebnis, sondern auch dazu, dass weniger Biomasse speziell für die Verwertung in Biogasanlagen angebaut werden muss. Auf diese Weise können auch ggf. damit verbundene unerwünschte Auswirkungen wie z.B. auf die biologische Vielfalt vermindert werden. Ferner ist eine Kaskadennutzung wie bei der Güllevergärung anzustreben. Es sollte vorrangig geeignete Biomasse (Koppel- und Nebenprodukte), die bereits zur Verfügung steht, vergoren werden (vgl. Kapitel 2.2).

Erträge und Kosten von Biomassesubstraten sind in Kapitel 2 dargestellt.

Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft (Gülle und Festmist)

Beim Betreiben einer Biogasanlage muss es Ziel sein, die auf dem Betrieb und im engen Umkreis um den Betrieb verfügbare Gülle (einschl. des verfügbaren Festmistes) energetisch zu nutzen. Da Gülle durch den geringen Energiegehalt kein transportwürdiges Gut darstellt, sind der Transportentfernung enge Grenzen gesetzt.

Tabelle 1: Einfluss der Feldentfernung auf die Biomassekosten

Maissilage: 15 t/ha TM, entspricht bei 35 % TS-Gehalt ca. 42,8 t/ha FM									
Vollkosten ex Silo									
ohne MwSt., Betriebsprämie kostenmindernd berücksichtigt									
Transport des Ernteguts mit Schlepper-Transportwagen-Gespannen:									
ca. 1,00 €/t FM und zusätzlicher km Transportweg									
inkl. Rücktransport des anfallenden Biogas-Gärrests									
Biogasanlage - Feld - Entfernung									
2 km		6 km		10 km		16 km		20 km	
€/t FM	€/t TM	€/t FM	€/t TM	€/t FM	€/t TM	€/t FM	€/t TM	€/t FM	€/t TM
38	109	42	120	46	131	52	149	56	160

Transportentfernungen für NawaRo-Biomasse

Bei der Bereitstellung von Substraten von Acker- und Grünland sollten die Transportentfernungen unter 10 km liegen, da zunehmende Entfernungen die Substrate verteuern, aber auch ökologische Gründe gegen größere Transportentfernungen sprechen (Tabelle 1). Über größere Entfernungen sollten allenfalls Substrate mit hoher Energiekonzentration transportiert werden.

Konservierungsverluste, Gasverluste

Bei der Bereitstellung von Silagesubstraten sollten die Konservierungsverluste unter 10 % liegen (vgl. Kap. 2.1 Lagerung der Gärsubstrate).

Jeder Verlust an Methan über die Prozesskette verringert auch die Wirtschaftlichkeit. Die Summe der Verluste aus Fermenter, Leitungen, BHKW und Gärrestlager sollten maximal 2 % des erzeugten Methans betragen.

Messtechnik

Ein ökonomisch und ökologisch effizienter Anlagenbetrieb kann nur durch ein entsprechendes Controlling durch den Anlagenbetreiber erreicht werden. Hierfür ist der Einsatz von geeigneten Hilfsmitteln und Messtechnik unerlässlich, wie z.B. die Gasmengen- und Qualitätsmessung.

Weitere Einflussfaktoren

Empfehlungen zu weiteren wichtigen Einflussfaktoren auf die Rentabilität sind in folgendem Katalog zusammengestellt:

Kriterienkatalog Rentabilität:

Ergänzende Kriterien zu den Grundvoraussetzungen

Parameter	Empfehlung*
Investitionskosten der Anlage	< 5.000 €/KW
Nutzungsdauer Technik	> 8 Jahre
Kosten Wartung / Unterhalt der Anlage + Technik	< 2 % (bezogen auf Investitionskosten)
Wartung BHKW	< 1,2ct / kWh
Eigenstrombedarf	< 7- 8 %
Prozesswärmebedarf	< 20 %
Arbeitszeitbedarf	< 5 h / KW
Vollaststunden/Anlagenauslastung	> 8.000 / Jahr
KWh Strom / m ³ Biogas	> 2
Wärmenutzung	> 50 % der Überschusswärme**
Kosten der Gärrestaubsbringung	< 4 € / m ³
Laufzeit der Biomasselieferverträge	> 10 Jahre
Anteil der selbsterzeugten Biomasse oder in Verträgen > 10 Jahren gebunden	> 75 %
elektrischer Wirkungsgrad	> 38 %

* Für kleine güllebasierte Anlagen können die Anforderungen abweichen.

**Biogasanlagen mit einem hohen Gülleanteil haben in der Regel einen sehr hohen Eigenwärmebedarf und damit insbesondere in den Wintermonaten nur einen geringen Wärmeüberschuss. Deshalb sind beispielsweise bei Gülleanlagen bis 75 KW in den meisten Fällen Wärmekonzepte außerhalb der Hofstelle nicht realisierbar.

2. Substratbereitstellung

2.1 Substratbereitstellung durch Anbaubiomasse

Aus ökologischer Sicht bieten der Anbau und die Nutzung von Biomasse zur Energieerzeugung Chancen und Risiken. Diese Energieform leistet einen Beitrag zur Schonung der zunehmend knapper werdenden fossilen Energieträger. Bei der energetischen Nutzung von Biogas wird nur Kohlendioxid freigesetzt, welches während des Pflanzenwachstums gebunden wurde. Grundvoraussetzung dafür, dass durch den Einsatz von Biomasse zur Energieerzeugung im Vergleich zu der Verwendung fossiler Energieträger weniger Treibhausgase (THG) freigesetzt werden, ist freilich, dass die nachwachsenden Rohstoffe umweltverträglich und klimaschutzorientiert angebaut und genutzt werden, dass die Energie effizient genutzt wird und geringe Methanverluste auftreten.

Vorrang vor nachwachsenden Rohstoffen sollten immer bereits vorhandene geeignete Reststoffe haben.

Hierzu gehört auch der Vorrang regionaler Kreisläufe bei der Beschaffung der Rohstoffe und der Gärrestverwertung.

Gewinnung von Anbaubiomasse auf Ackerflächen

Ziel sind standortangepasste Fruchtfolgen oder Fruchtfolgeglieder, welche den vielschichtigen Belangen hinsichtlich Ökonomie und Ökologie gerecht werden. Dazu gehören insbesondere:

- hoher, stabiler und kostengünstig erzeugter Biomasseertrag
- Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit
- ausreichend Lagerraumbedarf für Silage und Gärreste
- Schutz des Grundwassers und der Oberflächengewässer
- Beitrag zur biologischen Vielfalt im Ackerbau
- Brechung von Arbeitsspitzen
- Risikominimierung (Witterungsextreme/Klimaanpassung)

Eine aufgelockerte, vielseitige **Energiepflanzenfruchtfolge** kann auch hinsichtlich arbeitswirtschaftlicher Aspekte (Arbeitsspitzen) Entlastung bringen und bietet aufgrund der verschiedenen Kulturen zeitlich bessere Ausbringungsmöglichkeiten, für die Gärreste (weniger Gärrestlagerraum nötig). Ferner erhöht eine abwechslungsreich gestaltete Feldflur die Akzeptanz der Gesellschaft für die Biomasseproduktion auf landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Darüber hinaus rücken bei der für die Biogaserzeugung derzeit am häufigsten genutzten Kultur Mais wegen des Maiswurzelbohrers auch Pflanzenschutzaspekte in den Vordergrund, welche einen zu hohen Anteil von Mais in der Fruchtfolge begrenzen. Insbesondere bei einer Ausdehnung des Anbaus von Mais auf geneigten Flächen sind erosionsmindernde Verfahren wie Mulchsaat anzuwenden.

Es ist eine mindestens 3-gliedrige Fruchtfolge mit maximal 50 % Anteil einer Kultur und die Integration des Biomasseanbau in den übrigen Ackerbau zur Nahrungsmittel- und Futtermittelerzeugung anzustreben.

Standortangepasste Fruchtfolgebeispiele (fett = Hauptkultur; normal = Erst- bzw. Zwischenfrucht)

- **kühlere Standorte mit ausreichender Wasserversorgung** ⇒ Kombination von C3 und C4-Gräsern (Ackerfutter, Wintergetreide & Mais)

	1. Haupt-nutzungsjahr	2. Haupt-nutzungsjahr	3. Haupt-nutzungsjahr	4. Haupt-nutzungsjahr	5. Haupt-nutzungsjahr
Fruchtfolge-glieder	Mais (Untersaat Weidelgras)	Weidelgras	Mais (Grünschnitt-roggen)	Grünschnitt-roggen Mais	Winterweizen (Korn) (Zwischenfrucht)

- **warme Standorte mit ausreichender Wasserversorgung (Hohertragslagen)** ⇒ Anbau von C4-Arten (Mais, Sorghum)

	1. Haupt-nutzungsjahr	2. Haupt-nutzungsjahr	3. Haupt-nutzungsjahr	4. Haupt-nutzungsjahr	5. Haupt-nutzungsjahr
Fruchtfolge-glieder	Mais Grünschnitt-roggen	Grünschnitt-roggen (GPS) Sorghum Wintertriticale	Wintertriticale (GPS) Körnermais (Grünschnitt-roggen)	Grünschnitt-roggen (GPS) Mais	Winterweizen (Zwischenfrucht)

- **warme, sommertrockene Lagen** ⇒ bei tragenden Kulturen (z.B. Mais) Verzicht auf Erstkultur, da Etablierung der Hauptkultur mit der niedrigen Wasserverfügbarkeit im Frühsommer nicht sichergestellt werden kann; ansonsten Ausnutzung der Winterfeuchte durch C3-Gräser

	1. Haupt-nutzungsjahr	2. Haupt-nutzungsjahr	3. Haupt-nutzungsjahr	4. Haupt-nutzungsjahr	5. Haupt-nutzungsjahr
Fruchtfolge-glieder	Wintergerste Sudangras (Winterzwi-schenfrucht)	Mais (Korn/GPS) (Winterroggen)	Winterroggen (Korn/GPS) (Sommerzwi-schenfrucht)	Mais (Korn/GPS) Winterroggen/-weizen	Winterroggen / -weizen

Erträge, Produktionskosten und Flächenbedarf verschiedener Biomasse-Substrate auf unterschiedlichen Standorten sind in Tabelle 2 dargestellt.

Die Energiepflanzenzüchtung steht erst am Anfang ihrer Entwicklung. Daher dürften künftig weitere Pflanzenarten zur Gestaltung von Fruchtfolgen zur Verfügung stehen. Hierzu können ergänzend auch Wildpflanzen gehören, die einen wichtigen Beitrag zum Erhalt der biologischen Vielfalt leisten können. Auch die stärkere Erprobung und Einbindung von mehrjährigen Energiepflanzen ist erstrebenswert. Informationen und Hinweise zum Anbau von Alternativkulturen wie z.B. Silphie oder Topinambur können unter www.Landwirtschaft-bw.de abgerufen werden. Das Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) und das Landwirtschaftliche Zentrum Aulendorf (LAZBW) führen hierzu Praxisversuche durch.

Tabelle 2: Erträge, Produktionskosten und Flächenbedarf verschiedener Biomasse-Substrate auf unterschiedlichen Standorten

kühlere Höhenlagen

Biomasse-Substrat	Ertrag t/ha TM	Produktionskosten* €/t TM	Flächenbedarf** ha/100 kW
Getreide-Ganzpflanzensilage (GPS), 37 % TS	13	111	51
GPS + Kleegrassilage, 36 % TS	16	114	42
Maissilage, 35 % TS	13	120	48
Grünroggensilage + Maissilage, 33 % TS	16	126	41
Grassilage, 37 % TS, 3 Schnitte	8,5	123	82
Kleegrassilage, 34 % TS, 4 Schnitte	13	132	56
Getreidekörner, 86 % TS	7	160	80

warme, sommertrockene Lagen

Biomasse-Substrat	Ertrag t/ha TM	Produktionskosten* €/t TM	Flächenbedarf** ha/100 kW
Maissilage, 35 % TS	15	109	42
GPS + Sorghum-Silage, 33 % TS	17	118	39
Sorghum-Silage, 30 % TS	14	126	48
Grünroggensilage + Maissilage, 33 % TS	16	126	41
Getreide-Ganzpflanzensilage (GPS), 37 % TS	9	143	74

mittlere Standortverhältnisse

Biomasse-Substrat	Ertrag t/ha TM	Produktionskosten* €/t TM	Flächenbedarf** ha/100 kW
Maissilage, 35 % TS	16	104	39
Grünroggensilage + Maissilage, 33 % TS	19	113	34
GPS + Sorghum-Silage, 33 % TS	18	114	37
Getreide-Ganzpflanzensilage (GPS), 37 % TS	11	123	60
GPS + Kleegrassilage, 36 % TS	14	123	48
Sorghum-Silage, 30 % TS	14	126	48
Grassilage, 37 % TS, 3 Schnitte	8	128	87
Grassilage, 37 % TS, 4 Schnitte	9	129	78
Kleegrassilage, 34 % TS, 4 Schnitte	11	148	66
Getreidekörner, 86 % TS	6	179	93

Gunstandorte der jeweiligen Kultur (Hohertragslagen)

Biomasse-Substrat	Ertrag t/ha TM	Produktionskosten* €/t TM	Flächenbedarf** ha/100 kW
Maissilage, 35 % TS	20	90	31
GPS + Sorghum-Silage, 33 % TS	23	100	29
Getreide-Ganzpflanzensilage (GPS), 37 % TS	15	102	44
Grünroggensilage + Maissilage, 33 % TS	22	103	30
GPS + Kleegrassilage, 36 % TS	17	109	40
Sorghum-Silage, 30 % TS	17	112	40
Grassilage, 37 % TS, 4 Schnitte	11	113	64
Grassilage, 37 % TS, 3 Schnitte	9	118	78
Kleegrassilage, 34 % TS, 4 Schnitte	14	127	52
Getreidekörner, 86 % TS	9	133	62

* **Vollkosten durchgegoener, eingelagerter Silage aus Fahrsilo (bzw. trockener Ware aus Getreidelager) ohne MwSt. unter kostenmindernder Berücksichtigung der EU-Betriebsprämie i.H.v. 270 €/ha**

**Nährstoffrücklieferung aus Gärrest kostenmindernd berücksichtigt (abzüglich Ausbringungskosten) ohne Substratlager-Kosten (meistens Fahrsilo), da diese i.d.R. in den Baukosten der Biogasanlage enthalten sind
Anlagen-Feld-Entfernung ca. 2 km**

** **bei Standard-Methanausbeuten sowie 8.000 Vollast-Stunden BHKW-Laufzeit und 38,5 % elektrischem Wirkungsgrad**

Marcus Köhler, LEL Schwäbisch Gmünd, 19.11.2013

Quellen:

angepasste LEL-Kalkulationsdaten Futterbau 3.8/2014 vom 12.11.2013

hinsichtlich elektrischem Wirkungsgrad und Vollast-Stunden angepasste Excel-Datei "Erträge.xls" des LTZ Augustenberg vom 27.06.2011

angepasste LEL-Kalkulationsdaten Marktfrüchte Ernte 2014 vom 28.10.2013

Der Anbau von mehrjährigen Kulturen kann ökologische Vorteile haben. Zur Gasausbeute dieser Kulturen liegen mittlerweile erste Ergebnisse vor (siehe Tabelle 4). Umfängliche weiterführende Informationen finden sich außerdem in der Broschüre "Energiepflanzen für Biogasanlagen Baden-Württemberg"

http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/b/r/brosch_baden-wuerttemberg_web.pdf.

Substratbereitstellung auf Grünland

Ziel ist es regionale Grünlandaufwüchse zu nutzen und dabei artenreiches und FFH-Grünland zu erhalten.

Erreichbar ist dieses Ziel durch:

- Abgestufte Grünlandnutzung gemäß standörtlicher und ökologischer Bedingungen.
Förderung und Optimierung der Grünlandnutzung zur Substratproduktion auf intensiv nutzbaren Standorten.
- Kein Umbruch von Dauergrünland. Generell liefern Dauergrünlandflächen wertvolle Ökosystemdienstleistungen (z.B. Kohlenstoff-Akkumulation, Grundwasser- und Erosionsschutz), die durch Grünlandumbruch verloren gehen. Außerdem kann die Mobilisierung von Stickstoff durch einen Grünlandumbruch zu einem massiven Stickstoff-Eintrag in das Grundwasser führen.
- Keine Intensivierung von artenreichen Grünlandflächen. Nährstoffzufuhr und Erhöhung der Nutzungsfrequenz verringern zwangsläufig die Artenzahl. Die Vorverlegung des ersten Schnittes führt je nach Standort zu einem deutlich geringeren Blütenangebot und hat damit negative Auswirkungen auf Insekten und Bienen sowie auf die Reproduktion bei spezialisierten Wiesen brütenden Vogelarten. Im Fall von Mähwiesen in FFH-Gebieten wird durch Intensivierung gegen das Cross-Compliance-relevante Verschlechterungsverbot verstoßen.
- Extensiv erzeugte Aufwüchse von naturschutzfachlich hochwertigen Wiesen können anteilmäßig mitvergoren werden. Es ist aber bis auf Weiteres **keine** Gärrestrückführung auf diese Flächen möglich (betriebliche Gärrestumverteilung). In größerem Umfang ist eine Vergärung solcher Aufwüchse nur möglich nach chemischem, enzymatischem und/oder mechanischem Aufschluss.
- Optimierung der Nutzungshäufigkeit: Der für die Biogasnutzung entscheidende höchste TM-Ertrag kann im Gegensatz zur höchsten Aufwuchsqualität für die Verfütterung mit einer Schnittnutzung weniger pro Jahr erzielt werden. Bei mittleren bis guten Standortverhältnissen ist daher aus wirtschaftlicher Sicht häufig die 3-Schnitt-Nutzung am interessantesten.
- In ertragsstarken Jahren können nicht benötigte Futterüberschüsse oder Folgeschnitte in Biogasanlagen verwertet werden. Daher sollte i.d.R. der qualitätsbetonte 1. (und auch evtl. 2.) Schnitt der Milchviehfütterung dienen, während die nicht benötigten Folgeschnitte in Biogasanlagen genutzt werden können.

Lagerung der Gärsubstrate

Ein wichtiger Aspekt zur Kosteneinsparung und Verminderung von Emissionen ist die verlustarme Lagerung der gewonnenen Biomasse. Durch Sorgfalt bei Ernte, Einsilierung und Entnahme sollten die Verluste deutlich unter 10 % liegen.

Das kann erreicht werden durch:

- Günstige Trockensubstanzgehalte von über 30 % bis 35 % (Gras bis 40 %) bei der Ernte,
- Ernte bei physiologisch jungen Entwicklungsstadien mit guter Siliereignung
- Abdeckung der Silos (ohne Folienabdeckung zusätzliche TM-Verluste von mindestens 15 - 20 % sowie unnötig hoher Anfall von Silagesickersaft und damit Erfordernis größerer Auffangraumkapazität),
- sorgfältige Verdichtung (mindestens 200 - 220 kg TM/m³),
- Verhinderung von Fehlgärungen bzw. Verlusten bei zu geringer Entnahme (Mindestvorschub).

Im Übrigen sind hinsichtlich der Bauausführungen (Dichtigkeit etc.) derzeit noch die Vorgaben des Merkblattes Gülle-Festmist-Jauche-Silagesickersaft-Gärreste (JGS-Merkblatt) und künftig die bundesweiten Regelungen (AwSV sowie TRwS 792 und TRwS 793) zu beachten. Bei der Planung der Siloanlage ist darauf zu achten, dass durch Anzahl und Größe der Kammern, der notwendige Vorschub je Woche von 2,5 m im Sommer und 1,5 m im Winter eingehalten werden kann. Zudem sollte die Wasserführung so gestaltet sein, dass eine Trennung von verschmutztem und sauberem Niederschlagswasser möglich ist.

2.2 Substratbereitstellung durch Koppel- und Nebenprodukte

Die Verwendung pflanzliche Koppel- und Nebenprodukte stellt ein erhebliches Substratpotential für die Biogaserzeugung dar und hat ein geringeres Konfliktpotenzial als die Erzeugung von nachwachsenden Rohstoffen. Flächenkonkurrenzen können weitgehend vermieden werden. Aus den Bereichen Landwirtschaft, Landschafts- und Freiflächenpflege sowie Verarbeitung in der Lebens-, Genuss- und Futtermittelindustrie sind dies insbesondere Nebenprodukte wie tierische Ausscheidungen, Grünaufwüchse oder auch Stroh sowie Reststoffe aus der Verarbeitung.

Die Ausschöpfung dieses Reststoffpotenzials hat Priorität!

Ein Mindestanteil von 50 % bezogen auf Frischmasse sollte die Regel sein.

Darüber hinaus sollte insbesondere bei neuen Biogasanlagenlagen ein Mindestanteil von 30 % bezogen auf das erzeugte Biogas angestrebt werden.

An erster Stelle sind als geeignete Koppel- und Nebenprodukte Wirtschaftsdünger zu nennen. Diese stellen ein Potential für die Biogaserzeugung dar, das momentan nur zu rund 15 % genutzt wird. Ein deutlicher Vorteil aus Gesichtspunkten der Klimarelevanz ergibt sich zudem dadurch, dass die während der üblichen Lagerung von Gülle entstehenden Methanemissionen verringert werden können. Weitere Vorteile sind u.a. der Abbau von Geruchsstoffen und Unkrautsamen. Bei der Vergärung von Wirtschaftsdünger sind insbesondere folgende Rahmenbedingungen zu beachten:

- Gülle ist aufgrund der geringen Energiedichte kaum transportwürdig. Um z.B. 1 t Mais zu ersetzen werden 6 - 8 m³ Rindergülle benötigt.

- Bei Festmist und Trockenkot ist aufgrund der höheren Energiedichte eine wirtschaftliche Vergärung leichter zu erreichen. Nachteilig ist ggf. der hohe Strohanteil, der zu einem erhöhten Rühraufwand und Verschleiß führen kann.
- Gülle und Festmist sind tierische Nebenprodukte. Werden diese in Biogasanlagen verarbeitet, ist eine Zulassung durch die zuständige Veterinärbehörde erforderlich.

Je nach lokalen bzw. regionalen Besonderheiten können durchaus auch andere Koppel- und Nebenprodukte als potenzielle Substrate sinnvoll in ein entsprechendes Konzept einbezogen werden. Unter Beachtung folgender Kriterien/Rechtsbereiche:

- Abfallrecht / Bioabfallverordnung
- Anlagengenehmigung / Baurecht / Immissionsschutzrecht
- Düngerecht / Düngegesetz / Düngemittelverordnung / Düngeverordnung
- Tierkörperbeseitigungsrecht / VO (EG) Nr. 1069/2009
- Wasserrecht

und des zu erwartenden Biogasertrags wurde für besonders relevante Substrate eine Entscheidungshilfe (Tabelle 3) für die Auswahl von Kopplungs- und Nebenprodukten als Gärsubstrat erstellt. Diese ermöglicht es auf einen Blick die Vor- und Nachteile sowie zusätzliche Auflagen (Hemmnisse / Restriktionen) zu erkennen, die beim Einsatz der einzelnen Co-Substrate auftreten können.

Bei dem dargestellten Ranking wurden zunächst die Restriktionen aus den betrachteten Rechtsgebieten prioritär bewertet und danach innerhalb der gleichen Gruppe entsprechend den Gasbildungsraten sortiert.

Für den Anteil des ins Netz eingespeisten Stroms aus Biogas, welches aus Koppel- und Nebenprodukten gewonnen wird, wird in den meisten Fällen lediglich die Grundvergütung gewährt. Ausnahmen gelten insbesondere für den eingespeisten Strom aus Wirtschaftsdüngern und aus Landschaftspflegegras. Die hierfür festgelegten Rahmenbedingungen sowie die zu gewährenden Einspeisevergütungen hängen ab vom Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Anlage und sind in dem für die jeweilige Anlage geltenden EEG geregelt.

Mit dem Einsatz rein pflanzlicher Nebenprodukte können im Einzelfall erhebliche genehmigungs-, abfall- und düngerechtliche Konsequenzen verbunden sein, die im Vorfeld zu prüfen und mit den zuständigen Verwaltungsbehörden abzuklären sind.

Die Entscheidung, welche Substrate zu den „rein pflanzlichen Nebenprodukten“ gehören, ist eine schwierige, formaljuristische Abwägung und ist immer einzelfallbezogen zu treffen. Wird nach EEG 2009 irrtümlich ein Substrat, das nicht den Anforderungen entspricht, eingesetzt, besteht für die Biogasanlage die Gefahr, den Anspruch auf den NawaRo-Bonus endgültig zu verlieren. Im EEG 2012 wurde dieses Ausschließlichkeitsprinzip aufgehoben.

Tabelle 3:
Entscheidungshilfe für die Auswahl wichtiger Kopplungs- und Nebenprodukte als Gärsubstrat

Substrat	Gasbildungsraten (lt. Universität Hohenheim)	Abfallrecht 1.) nach Einzelfallprüfung u.U. auch "landwirtschaftliches Nebenprodukt"		AVV-Schlüssel	BlmschG 2.) im Einzelfall abhängig von der Einstufung als Abfall nach KrWG	VO (EG) Nr. 1069/2009		BioAbfV	Düngerecht (DüngeG, DüngemittelVO, DüngeVO)	AwSV	weitere Schad- wirkungen	Bemerkungen
		ja	nein			nein	Kat 3 - Material					
	in Normliter Methan je kg organischer Trockensubstanz [l/kg oTS]				Genehmigungs- bedürftigkeit nach den Ziffern 8.6 Anhang zur 4. BImSchV			Verwertung nach § 7 BioAbfV auf Grünlandflächen zulässig	3.) Anforderungen aus BioAbfV, sofern Substrat als Abfall im Sinne des KrWG eingestuft ist	5.) Anforderungen nach § 2 Abs. 8 AwSV	sollten vorab geprüft werden	
		x _{1.)}		02 03 04	ja/nein _{2.)}	x		ja	4.) Anforderungen aus der VO (EG) Nr. 1069/2009			
Kartoffel aussortiert	370	x _{1.)}		02 03 04	ja/nein _{2.)}	x		x	x _{3.)}			
Gemüse aussortiert	320 - 350	x _{1.)}		20 03 02	ja/nein _{2.)}	x		x	x _{3.)}			
Getreideausputz	290 - 350	x _{1.)}		02 01 03	ja/nein _{2.)}	x		x	x _{3.)}			
Gemüseabputz	280 - 350	x _{1.)}		20 03 02	ja/nein _{2.)}	x		x	x _{3.)}			
Grünschnitt	250 - 320	x		20 02 01	ja/nein _{2.)}	x		x	x _{3.)}			
Extensiv genutzte Wiese	220 - 250		x		nein	x		x	x _{3.)}			
Landschaftspflegegrün	100 - 150	x		20 02 01	ja/nein _{2.)}	x		x	x _{3.)}			
Rapskuchen	380	x _{1.)}		02 03 04	ja	x		x	x _{3.)}	x _{5.)}		
Schlempen	330 - 350	x _{1.)}		02 07 02	ja	x		x	x _{3.)}	x _{5.)}		
Biertreber	310	x _{1.)}		02 07 04	ja	x		x	x _{3.)}	x _{5.)}		
Obsttrester	280 - 310	x _{1.)}		02 07 04	ja	x		x	x _{3.)}	x _{5.)}		
Traubentrester	220 - 250	x _{1.)}		02 07 04	ja	x		x	x _{3.)}	x _{5.)}		
Rapsextraktionsschrot	300	x _{1.)}		02 03 04	ja	x		x	x _{3.)}	x _{5.)}		
Fette	900 - 1000		x	02 02 04	ja		x	x	x _{4.)}	x		
Blut	420		x	02 02 99	ja		x	x	x _{4.)}	x		
Speisereste	450 - 600		x	20 01 08	ja		x	x	x _{4.)}	x	x	Störstoffe, Schwermetalle Reinigungsmittelreste
Fettabscheiderinhalt	800 - 1000	x		02 02 04	ja	x		x	x _{4.)}	x	x	Störstoffe, Schwermetalle Reinigungsmittelreste
Biotonne/ separat gesammelt	200 - 600	x		20 03 01	ja	x		x	x _{4.)}	x	x	Störstoffe, Schwermetalle andere Schadstoffe

Hemmnisse

Farberläuterungen:

- pflanzliche Nebenprodukte/BioAbfälle direkt aus der landw. Produktion
- pflanzliche Nebenprodukte/BioAbfälle aus einem Verarbeitungsprozess
- Substrate, die unter die EU VO 1069/2009 fallen
- Substrate aus klassischen Abfällen

Fußnoten:

- 1.) nach Einzelfallprüfung u.U. auch "pflanzliches Nebenprodukt"
- 2.) im Einzelfall abhängig von der Einstufung als Abfall nach dem KrWG
- 3.) Anforderungen aus BioAbfV, sofern Substrat als Abfall im Sinne des KrWG eingestuft ist
- 4.) Anforderungen aus der VO (EG) Nr. 1069/2009
- 5.) Entfall der Erleichterungen nach AwSV bei Nichteinhaltung der Nebenbedingungen

Tabelle 4: Methanerträge ausgewählter Substrate in Normliter Methan je kg organischer Trockensubstanz [l/kg oTS]

Substrat	Methanertrag	Substrat	Methanertrag
Maissilage	350 - 370	Getreidestroh 4 mm Häcksellänge	250-280
Maisstängel ohne Kolben	300	Pferdemist	160-260
Grassilage	300 - 330 (bei sehr guter Qualität evtl. auch über 350)	Pferdeäpfel	250
Getreide-Ganzpflanzensilage	330 -350	Rindergülle	200
Getreidekorn	380	Schweinegülle	250
Grünschnittroggen	310	Geflügelmist	260
Feldgras	330	Landschaftspflegegrün von Naturschutzgebiet mit ca. 50 % Rohfaser	150 - 200
Durchwachsene Silphie	270 - 300	Wildpflanzenmischung	230 - 280
Zuckerhirse	300 - 330	Topinambur	280
Zuckerrübe	370 - 400	Szarvasigras	300 - 330
Kleegras	300 - 330	Extensiv genutzte Wiese 2-Schnitt MEKA	220 - 280

Quelle: Universität Hohenheim/Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie 2009 ergänzt durch LAZBW Aulendorf 2013

Da rein „pflanzliche Nebenprodukte“ i.d.R. als Bioabfälle eingestuft und in Anhang 1 der Bioabfallverordnung (BioAbfV) gelistet sind, ist vor dem Einsatz eines in Frage stehenden Substrates folgendes zu beachten:

- Vor dem ersten Einsatz in bestehenden Biogasanlagen sollte eine verbindliche Einstufung des Substrates durch die zuständige Verwaltungsbehörde vorliegen. Es wird dringend empfohlen, dass bei der zuständigen Genehmigungsbehörde abgeklärt wird, ob die entsprechenden Genehmigungen für die Anlage und die zu behandelnden Substrate vorliegen.
- Vorschriften der Bioabfallverordnung für die Ausbringung der Gärreste müssen beachtet werden (Dokumentation, Nachweisführung, Bodenproben usw.)

Stroh und andere natürliche nicht gefährliche land- oder forstwirtschaftliche Materialien, die unmittelbar in der Land- oder Forstwirtschaft angefallen und nicht als Abfall im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) einzustufen sind, unterfallen nicht der Bioabfallverordnung. Dies betrifft beispielsweise angefallene landwirtschaftliche pflanzliche Materialien, die unbehandelt oder behandelt (vergoren, kompostiert) als Düngemittel wieder in der Landwirtschaft verwendet werden (neben dem genannten Stroh z.B. Rübenblätter, Gemüsestrünke, Spelze, Spelzen- und Getreidestaub).

Eine pauschale und allgemeinverbindliche Einstufung und Bewertung von Co-Substraten ist nicht möglich. Die Entscheidung, ob es sich bei dem in Frage stehenden Substrat um einen Bioabfall oder um ein pflanzliches Nebenprodukt handelt, muss immer im konkreten Einzelfall entschieden werden. Davon ist abhängig, welche Folgen der Einsatz dieses Substrates für Genehmigung und Betrieb der Biogasanlage sowie die Verwertung des Gärrestes hat. Die in Tabelle 3 zusammengefasste Bewertung der untersuchten Substrate kann insofern nur als grobe Orientierung dienen und ist immer im konkreten Einzelfall zu verifizieren.

3. Lagerung und Verwertung der Gärreste

Durch optimalen Einsatz gelagerter Gärreste - sowohl aus NawaRo- wie aus sogenannten Bioabfall-Anlagen - kann der Mineraleinsatz bei der Pflanzenproduktion (z.B. Gärsubstraterzeugung) erheblich reduziert werden.

Ein aus pflanzenbaulicher Sicht optimaler Einsatz von Gärresten und deren effiziente Nährstoffausnutzung sind nur erreichbar, wenn:

- Ausreichende **Lagerkapazität** zur Verfügung steht:
 - mindestens 7 Monate, wenn Mais-, Kartoffel- und Rübenanteil > 30 % der LF
 - mindestens 9 Monate, wenn Mais-, Kartoffel- und Rübenanteil > 50 % der LF
 - mindestens 12 Monate, wenn Mais-, Kartoffel- und Rübenanteil > 75 % der LFHinsichtlich der Bauausführungen (Dichtigkeit etc.) sind derzeit die Vorgaben des Merkblattes Gülle-Festmist-Jauche-Silagesickersaft-Gärreste (JGS-Merkblatt), künftig die der AwSV und der TRwS 793 zu beachten. Beheizte Behälter zählen nicht zur Lagerkapazität.

Nach dem Entwurf der künftigen AwSV müssen Biogasanlagen, deren Gärreste als Düngemittel verwendet werden, immer mindestens 6 Monate Lagerkapazität vorweisen. **Spätestens 5 Jahre nach Inkrafttreten muss die Lagerkapazität 9 Monate betragen, wenn die selbstbewirtschaftete Fläche nicht für die Ausbringung aller Gärreste ausreichend ist.**
- Eine regelmäßige **Nährstoffanalyse** der Gärreste (insbesondere bei Änderungen der Substratzusammensetzung oder des Gärverfahrens) vor der Ausbringung durchgeführt wird,
- Die **Nährstoffrückführung** auf alle zur Substratproduktion genutzten Flächen entsprechend dem Düngbedarf oder adäquate Verwertung nach guter fachlicher Praxis auf ggf. besser geeigneten Flächen erfolgt. Dadurch können evtl. auch Transportwege reduziert werden. FFH-Grünland sollte aus derzeitiger Sichtweise keine Gärreste erhalten. Hierzu sind noch Untersuchungen erforderlich.
- Eine ordnungsgemäße und schadlose Verwertung bzgl. Boden- u. Wasserschutz von Gärresten aus Co-Vergärung von organischen Abfällen erfolgt.
- Verlustmindernde, bodennahe Ausbringungsverfahren wegen hohem N-Verlustpotential - im Ackerbau bevorzugt Injektion, auf Grünland bevorzugt Schleppschuhverfahren - eingesetzt werden.
- Eine **Gärrestseparierung** mit gezielter Verwertung d.h.
 - flüssige Phase als hoch lösliche Dünger verlustarm für wachsende Pflanzenbestände,
 - feste Phase als Humusersatz, aber auch als Lieferant von Kalk und Grundnährstoffen auf Flächen mit entsprechendem Bedarf möglich ist.Bei der Vergärung hoher Anteile an Grünlandaufwüchsen unterstützt die Gärrestseparierung die Funktionsfähigkeit verlustarmer Ausbringetechnik und geringere Ammoniakemissionen bei Ausbringung der Flüssigphase auf Grünland. Die Festphase aus der Separierung ist vorzugsweise unverzüglich auszubringen oder abgedeckt zu lagern, um Ammoniakemissionen zu verringern.
- Nur ausgekühlte Gärresten bei möglichst niedrigen Temperaturen und möglichst vor Niederschlägen (keine Starkniederschläge) ausgebracht werden.

4. Aspekte des Naturschutzes und der biologischen Vielfalt

Die Umstellung von landwirtschaftlichen Betrieben auf Biogaserzeugung kann durch Nutzungsänderungen zum Verlust der biologischen Vielfalt beitragen.

Im artenreichen Grünland kann es durch Umbruch und/oder durch Nutzungsintensivierungen zu quantitativen oder qualitativen Verlusten kommen. Die Erhöhung der Schnittfrequenz die Ausbringung von Biogas-Gärresten und die Übersaat mit Zuchtgräsern können binnen kurzer Zeit das Arteninventar der Wiesenvegetation stark verringern und damit aus naturschutzfachlicher Sicht entwerten. Quantitative Grünlandverluste sind insbesondere dort aufgetreten, wo der Umbruch von Wiesenflächen in Ackerland mit nachfolgendem Anbau von z.B. Mais und Ganzpflanzensilage sich in höheren Methanerträgen bei der Biogasproduktion „auszahlt“.

Auf dem Ackerland, insbesondere beim großflächigen Anbau von Energiepflanzen, sollen, um einen Verlust der biologischen Vielfalt auszugleichen, zur Auflockerung Streifen nicht unter 10-12 m Breite mit Blühpflanzen und/oder Wildpflanzen angebaut werden.

Um das Verständnis zwischen Landwirtschaft und Naturschutz zu fördern und Probleme hinsichtlich der biologischen Vielfalt zu vermeiden, ist eine naturschutzfachliche Beratung der Substrat liefernden und aufnehmenden Betriebe anzustreben. Die Beratung soll insbesondere:

- Mögliche Konflikte mit Schutzgebieten (insbesondere Naturschutzgebiete und Natura 2000) und ökologisch wertvollen Flächen vermeiden.
- Empfehlungen zur Integration von Biotopvernetzungs- und Artenschutzmaßnahmen wie z.B. Lerchenfenster, Anlage von Ackerrand- und Blühstreifen und Blühflächen geben.
- Empfehlungen zum Anbau artenreicher Mischungen zur Erhaltung der biologischen Vielfalt und der landwirtschaftlichen Attraktivität zur Biogasnutzung geben.
- Zur Teilnahme an freiwilligen Agrarumweltmaßnahmen zur Förderung der Biodiversität beitragen.
- Gemeinsam mit den Landwirten und Anlagenbetreibern die Umsetzungsmöglichkeiten der Empfehlungen erörtern.
- Zur Minimierung und Vermeidung von Wildschäden sollten außerdem jagdliche Aspekte berücksichtigt werden:
 - Schaffung von Schussschneisen (durch bspw. Blümmischungen, Klee, etc.) in großen Maisschlägen oder entlang von Waldrändern
 - Sauberes Abernten von Maisschlägen, um Folgeschäden durch Wildschweine zu vermeiden
- **Für die Durchführung der Beratung steht der Leitfaden für die Gesamtbetriebliche Biodiversitätsberatung zur Verfügung.**

5. Wärmenutzung als wesentlicher Aspekt der Energieeffizienz

Eine hohe Energieeffizienz wird erreicht, wenn die Energie aus der eingesetzten Biomasse sehr gut ausgenutzt wird und gleichzeitig der Energiebedarf für den Biomasseanbau und den Anlagenbetrieb möglichst gering gehalten wird.

Für eine möglichst hohe Energieeffizienz (hoher Gesamtwirkungsgrad) der Biogasanlage ist neben einer effektiven Stromerzeugung eine **Nutzung von mindestens 50 % der Überschusswärme** anzustreben. Dies gilt sowohl für Alt- als auch für Neuanlagen. Die notwendige Wärme zur Heizung des Fermenters ist hierbei bereits abgezogen, sie ist keine Überschusswärme. In der Regel ist die klassische Gärresttrocknung keine nachhaltige Wärmenutzung. In Tabelle 5 sind beispielhaft Wärmenutzungskonzepte dargestellt, die zu einer zufriedenstellenden Nutzung der Überschusswärme führen können.

Tabelle 5: Wärmenutzungskonzepte

Variante	zu berücksichtigende Kriterien, Bewertung
KWK – Strom- und Wärmeerzeugung über ein entsprechendes BHKW am Ort der Biogasanlage a) Nutzung der Wärme direkt vor Ort und/oder Nachverstromung b) Einspeisung der Wärme in ein zu errichtendes Nahwärmenetz (Entfernung Biogasanlage – Wärmenetz < 1 km) c) Einspeisung der Wärme in ein vorhandenes Nah- oder Fernwärmenetz	<ul style="list-style-type: none"> - ausreichende Wärmesenke muss vorhanden sein, bei der fossile Energie ersetzt wird (z.B. Klärschlamm-trocknung, Pelletsherstellung, Kälte/Wärmenutzung (Gemüselager o.ä.) - Alternative: Nachverstromung - sinnvoll nur bei (einigermaßen) dichter Bebauung und/oder Wärmegroßabnehmer (z.B. Bioenergiedorf) - Mindestwärmeabsatz - lange Sticleitungen vermeiden - ausreichender Wärmespeicher notwendig (ggf. Einsatz saisonaler Wärmespeicher) - vorhandenes Nah- oder Fernwärmenetz muss in räumlicher Nähe vorhanden sein bzw. Standort der Biogasanlage muss entsprechend gewählt werden
KWK – Strom- und Wärmeerzeugung am Ort einer Wärmesenke (Biogastransport zum zentralen BHKW über Mikrogasleitung, Entfernung Biogasanlage – BHKW > 1 km)	<ul style="list-style-type: none"> - Biogasanlage und Wärmeabnehmer befinden sich nicht in entsprechender räumlicher Nähe - evtl. können auf diese Weise zwei oder mehrere kleinere Biogasanlagen über eine Gassammelleitung zu einem gemeinsamen Wärmekonzept zusammengefasst werden
Aufbereitung des Biogases zu Biomethan und Einspeisung in das Erdgasnetz (Biogastransport zu Aufbereitungsanlage über Mikrogasleitung und Biomethantransport von Aufbereitungsanlage zum Erdgasnetz)	<ul style="list-style-type: none"> - Aufbereitungsanlage erst ab bestimmter Größe sinnvoll - Aufbereitung wird in der Regel durch Energieversorger erfolgen (Anlage teuer, hohes Risiko) - Methanschluß ist zu minimieren - Stromverbrauch ist zu minimieren - sinnvoll, wenn keine entsprechenden Wärmesenken, dafür aber Erdgasleitung in der Nähe vorhanden - Möglichkeit des Zusammenschließens mehrerer kleiner Biogasanlagen - Option auch bei notwendigem Austausch des BHKW

6. Vermeidung von Treibhausgasemissionen im Vergleich zu fossiler Energiebereitstellung (Klimaschutz)

Der Vermeidung von Treibhausgasemissionen bei der Biogaserzeugung im Vergleich zur fossilen Energiebereitstellung muss höchste Priorität eingeräumt werden. Methan hat eine 25 mal höhere Klimawirksamkeit als CO₂, das bedeutet, dass ein Kilogramm Methan 25 mal stärker zum Treibhauseffekt beiträgt als ein Kilogramm CO₂.

Ziel muss es deshalb sein, die Methanemissionen beim Prozess der Biogaserzeugung so niedrig wie möglich zu halten. In Tabelle 6 sind die wichtigsten Ziele und Einflussfaktoren zur Minimierung von Methanemissionen beim Betrieb von Biogasanlagen zusammengefasst:

Tabelle 6: Ziele und Einflussfaktoren zur Minimierung von Methanemissionen beim Betrieb von Biogasanlagen

	Ziel / Empfehlung	Einflussfaktoren
Methanemissionen bei der Rohgaserzeugung	weniger als 1 % der gesamten Methanproduktion	Fermenterdichtigkeit, automatische, zusätzliche Gasverbrauchseinrichtung, Gasspeicherkapazität
Methanschluß im BHKW	weniger als 1 % der gesamten Methanproduktion	Rohgasgehalt, Nachverbrennung, BHKW-Typ, Einstellung und Wartung des BHKWs
Methanemissionen des Gärrests	weniger als 0,5 % der gesamten Methanproduktion	Verweildauer in Reaktor; Raumbelastung, Art der Lagerung/Gasdichtigkeit/Abdeckung
Methanschluß bei der Aufbereitung von Biogas zu Biomethan und dessen Einspeisung ins Erdgasnetz	weniger als 0,2 % der gesamten Methanproduktion	Eingesetzte Aufbereitungstechnik

Zur Minimierung von Methanemissionen beim Betrieb von Biogasanlagen sind deshalb folgende Maßnahmen von zentraler Bedeutung:

- Ausreichende mittlere hydraulische Verweilzeit im beheizten System von mindestens 80 - 100 Tagen, ggf. thermophiler Anlagenbetrieb um die Abbaugeschwindigkeit zu erhöhen.
- Gasdichte Abdeckung der Gärrestlager, zumindest des ersten Lagerbehälters, jedoch insgesamt mindestens 150 Tage Verweilzeit im gasdicht geschlossenen System.
- Bei Anlagen, die ausschließlich Gülle vergären, kann von den genannten Verweilzeiten abgewichen werden. Die Verweilzeit im beheizten System sollte jedoch mindestens 40 Tage betragen.

- Regelmäßige Anlagenkontrolle, Prüfung auf Undichtigkeiten (z.B. mit Thermographiekamera) und Beseitigung von Leckagen.
- Installation einer automatischen zusätzlichen Gasverbrauchseinrichtung (z.B. Gasfackel)
- Groß dimensionierter Gasspeicher (mind. das Vierfache der stündlichen Gasmenge).
- Regelmäßige Messung des Methanschlupfes im BHKW und geeignete Wartung, um den genannten Wert von maximal 1 % Verlust zu erreichen, Bei größeren Anlagen kann hierzu eine Abgasnachverbrennung sinnvoll sein.

Weitere direkte und indirekte Treibhausgasemissionen bei der Biogaserzeugung

Neben dem direkten Biogaserzeugungsprozess gibt es weitere Aspekte in der Biogaserzeugung, die für die Vermeidung von Treibhausgasemissionen von großer Bedeutung sind (vgl. hierzu auch Beitrag zu Arbeitsgruppe 3 Systemanalyse Teil Klimaschutz/Treibhausgasemissionen)

http://www.nachhaltigkeitsstrategie.de/informieren/Projekte_2007-2011/Fachforum_Biogas

An erster Stelle ist die Unterlassung von Grünlandumbrüchen zu nennen. Die Umwandlung von Grünland zu Ackerland und damit eine höhere Substraterzeugung würden mit hohen Treibhausgasemissionen der umgebrochenen Fläche sowie mit Nährstoffeinträgen in das Grundwasser erkaufen, die die positive Treibhausgasbilanz der Biogaserzeugung insgesamt ins Gegenteil verkehren.

Die Höhe der Einsparung von Treibhausgasemissionen der Biogaserzeugung hängt auch vom Substratmix ab. Je höher die Massenanteile von bereits vorhandenen Reststoffen bzw. Neben- und Koppelprodukten (z.B. Wirtschaftsdünger), desto besser die Treibhausgasbilanz. Ziel sollte es sein, den Massenanteil dieser Substrate auf über 50 % der eingesetzten Frischmasse zu steigern, soweit eine Verwertung der Nährstoffe nach guter fachlicher Praxis im Umkreis der Anlagen gegeben ist.

Auch jede Verringerung von Verlusten und Steigerung der Effizienz bei der Erzeugung der Gärsubstrate und Verwertung der Gärreste verbessert - z.B. durch geringeren Energieaufwand zur Herstellung von mineralischem N-Dünger - die Energieeffizienz.

7. Anforderungen an einen geeigneten/verträglichen Standort

Ein Ausbau der Biogasnutzung soll überwiegend auf der Basis von Reststoffen und Nebenprodukten erfolgen. Anlagen sollen daher möglichst **nahe am Anfallort von Reststoffen und Nebenprodukten** errichtet werden. Erste Priorität genießen – auch nach EEG – Gülleanlagen, die in der Regel auf einem landwirtschaftlichen Betrieb errichtet werden.

Weitere für den Standort entscheidende Kriterien sind (ohne Wichtung) :

- Verknüpfungspunkte zum Stromnetz oder ggf. Gasnetz,
- räumlich funktionaler Zusammenhang zum Betrieb,
- störungsarme Transportwege / Logistik,
- Nutzungsmöglichkeiten maximaler Energieeffizienz
- Düngedürftige Landwirtschaftsflächen zur Verwertung der Gärreste
- Landschaftsbild
- Abstand zur Wohnbebauung / Windverhältnisse (Lärm- und Geruchsemissionen),
- Wärmenutzungsmöglichkeiten (vgl. Kapitel 5).

Werden **nachwachsende Rohstoffe** eingebracht, so sollten sie aufgrund der zu begrenzenden Transportentfernung aus einem Radius von 10 km kommen.

Eine Konkurrenz um die Lebensmittelproduktion, die originär Aufgabe der Landwirtschaft und Futtergrundlage zur Versorgung der Tierhaltung ist dabei auf regionaler Ebene zu vermeiden.

Besonders ist darauf zu achten, dass vorhandene **Schutzgebiete** (z.B. FFH-Gebiete, Naturschutzgebiete, Wasserschutzgebiete) in ihrer Schutzfunktion nicht beeinträchtigt werden.

8. Sozioökonomische Aspekte

Nachhaltiger Biomasseanbau und nachhaltige Biogasnutzung werden häufig in der regionalen Zusammenarbeit auch über Gemeindegrenzen hinweg erreicht. Ziele sind regionale Wirtschaftskreisläufe sowie eine verbesserte regionale Wertschöpfung.

Der Biomasseanbau und das Energieangebot sind auf die Ansprüche vor Ort abzustimmen. Hierzu gehören auch die Aspekte Landschaftsbild, Trinkwassergewinnung und biologische Vielfalt.

Zur Erreichung eines gesellschaftlichen Konsenses ist die Art und Organisation der Biogaserzeugung von Bedeutung. Wichtige Fragen sind hierbei z.B.:

- Investieren einzelne Landwirte oder entstehen Kooperationen?
- Werden die anderen Landwirte einbezogen (z.B. durch Substratlieferverträge)?
- Wird die Zusammenarbeit durch langfristige Bindungen gesichert und damit eine Kalkulationsgrundlage für beide Seiten erreicht?

Ein weiterer Aspekt ist die Zusammenarbeit/Einbindung der öffentlichen Hand bzw. Einrichtungen der Energiewirtschaft.

Wichtig ist eine fördernd-transparente Haltung der Kommunalpolitik für sinnvolle Konzeptionen – z.B. Standortwahl bzgl. Logistik und Wärmeabnehmern, sowie eine frühzeitige Einbindung der Bevölkerung.

III. Zusammenfassende Bewertung

Eine nachhaltige Biogaserzeugung zeichnet sich neben der Grundvoraussetzung der Wirtschaftlichkeit insbesondere durch folgende Aspekte aus:

- Vorrangige Nutzung geeigneter vorhandener Substrate
- (Gülle, sonstige Koppel- und Nebenprodukte)
- Geeignete Fruchtfolgen beim Einsatz von Anbaubiomasse
- Verzicht auf Grünlandumbruch
- Optimale Lagerung und Verwertung der Gärreste unter Beachtung der Grundsätze des Wasser- und Bodenschutzes
- Berücksichtigung der Aspekte des Naturschutzes und der biologischen Vielfalt
- Zufriedenstellendes Wärmenutzungskonzept
- Vermeidung von Konkurrenzen

Kennzeichen der Biogasproduktion von Biogasanlagen

	Kleiner 100 KW elektrische Leistung	Bis 500 KW elektrische Leistung	Größer 1 MW elektrische Leistung
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> - Nutzung von Gülle, Futterüberschüssen und Restflächen im Betrieb - Gute Integration im Betrieb (Fruchtfolge, Standort, etc) - Wärme wegen geringer Überschüsse meist direkt im Betrieb verwertbar 	<ul style="list-style-type: none"> - hohe Wärmeüberschüsse, die effizient genutzt werden können - Veredlung der eigenen Fläche - Integration in die Fruchtfolge - Wertschöpfung in der Regel bei der Landwirtschaft 	<ul style="list-style-type: none"> - Biogasaufbereitung und Einspeisung in das Erdgasnetz möglich
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> - hohe spezifische Investitionskosten - Wärmenutzung erschwert, da weniger Überschusswärme vorhanden und viele Wärme-konzepte nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> - mit steigender Größe Gefahr der Flächenkonkurrenz - Standort häufig der Landwirtschaft und nicht dem Wärme-abnehmer zugeordnet 	<ul style="list-style-type: none"> - hoher Flächenbedarf, dadurch steigende Transportentfernungen und Flächenkonkurrenz - bei Verstromung sind für Wärmenutzung große Abnehmer erforderlich

IV. Anhang

Abkürzungen:

AwSV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
BHKW	Blockheizkraftwerk
EEG	Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Kurz: Erneuerbare-Energien-Gesetz)
FFH	Flora-Fauna-Habitat
FM	Frischmasse
GPS	Ganzpflanzensilage
KW	Kilowatt
KWK	Kraft-Wärmekopplung
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
MW	Megawatt
NawaRo	Nachwachsende Rohstoffe
oTS	organische Trockensubstanz
SZF	Sommerzwischenfrucht
TM	Trockenmasse
TRwS 792	Technische Regel wassergefährdender Stoffe für Anlagen zum Lagern und Abfüllen von Jauche, Gülle und Silagesickersäften
TRwS 793	Technische Regel wassergefährdender Stoffe für Biogasanlagen
TS	Trockensubstanz
WZF	Winterzwischenfrucht

Literatur:

Nachhaltigkeitsstrategie Baden-Württemberg Forum für nachhaltige Biogaserzeugung

- Projektabschlussbericht
- Arbeitsgruppe 1 Empfehlungen für einen nachhaltigen Anbau von Biogassubstraten
- Arbeitsgruppe 2 Erarbeitung einer Entscheidungshilfe für die Auswahl von Co-Substraten
- Arbeitsgruppe 3 Erarbeitung von Nachhaltigkeitskriterien für die Erzeugung von Biogas
- Beitrag zu Arbeitsgruppe 3 Teil Klimaschutz/Treibhausgasemissionen (Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung Universität Stuttgart)

http://www.nachhaltigkeitsstrategie.de/informieren/Projekte_2007-2011/Fachforum_Biogas

JGS-Merkblatt: Merkblatt Gülle-Festmist-Jauche-Silagesickersaft-Gärreste
Gewässerschutz (JGS-Anlagen) 2008

Mobilisierung von Effizienzreserven aus Biogasanlagen in Baden-Württemberg

- Ergebnisse aus einer Umfrage für das Betriebsjahr 2009 - Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung Universität Stuttgart

<http://bioenergieforschungsplattform-bw.de/pb/,Lde/1133462>

Biogasanlagen in Baden-Württemberg Stand der Technik, wirtschaftliche Aspekte, Klimarelevanz und Optimierungspotenziale - Ergebnisse aus einer Umfrage für das Betriebsjahr 2012 (Biogasanlagenmonitoring)

<http://www.bioenergieforschungsplattform-bw.de/pb/,Lde/1133462>

Leitfaden für die Gesamtbetriebliche Biodiversitätsberatung (LEL, LUBW Stand Oktober 2012) <http://www.lel->

[bw.de/pb/site/lel/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/recht/pdf/1/12_10_11_Beratungsleitfaden_internet_klein.pdf](http://www.lel-bw.de/pb/site/lel/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/recht/pdf/1/12_10_11_Beratungsleitfaden_internet_klein.pdf)

Energiepflanzen für Biogasanlagen Baden-Württemberg (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe 2013)

auch: <http://biogas.fnr.de/biogas-gewinnung/gaersubstrate/>

Nützliche Adressen:

Staatliche Biogasberatung:

Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg
Dr. Manfred Dederer
Seehöferstraße 50
97944 Boxberg-Windischbuch

Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg Aulendorf
Jörg Messner
Atzenberger Weg 99
88326 Aulendorf

Internetadressen:

Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg
www.mlr.baden-wuerttemberg.de

Infodienst Landwirtschaft – Ernährung – Ländlicher Raum
www.landwirtschaft-bw.de

Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg Aulendorf
www.lazbw.de

LTZ Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg
www.ltz-augustenberg.de

Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume
www.lel-bw.de

Impressum:

Titel

"Nachhaltige Biogaserzeugung in Baden-Württemberg"

Leitfaden

Ein Nachhaltigkeitsprojekt des Landes Baden-Württemberg zur Weiterentwicklung der Biogaserzeugung

Organisation und Umsetzung Nachhaltigkeitsprojekt

„Forum für nachhaltige Biogaserzeugung in Baden-Württemberg“

- Ministerialdirigent Joachim Hauck, Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, Baden-Württemberg (MLR), Projektvorsitzender
- Otto Körner, Fachverband Biogas Baden-Württemberg e.V., Stuttgart, stellvertretender Projektvorsitzender
- Dr. Helga Pfeleiderer, Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, Koordination
- Dr. Andre Baumann, Naturschutzbund Deutschland, Landesverband Baden-Württemberg (NABU), Leiter Arbeitsgruppe 1
- Wolfgang Burger, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM), Leiter Arbeitsgruppe 2
- Dr. Manfred Dederer, Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg, Leiter Arbeitsgruppe 3

Text- und Fachbeiträge

Ernst Berg, Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg

Gerhard Bronner, Landesnaturschutzverband

Markus Köhler, Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume

Jörg Messner, Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg Aulendorf

Konrad Raab, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Michael Schulz, Landesbauernverband

Maria Stenull, Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft u. Rationelle Energieanwendung und weitere Teilnehmer

Bildquellen

Titelseite oben Manfred Dederer, übrige Bioenergieforschungsplattform

Herausgeber

Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg

Postfach 103444, 70029 Stuttgart; Internet: www.mlr.baden-wuerttemberg.de

Stand März 2014