

MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH

klimaaktiv



OPTIMIERUNG
BESTEHENDER
BIOGASANLAGEN
EIN LEITFADEN



klimaaktiv ist die Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Seit 2004 deckt klimaaktiv mit den Themenschwerpunkten „Bauen und Sanieren“, „Energiesparen“, „Erneuerbare Energie“ und „Mobilität“ alle zentralen Technologiebereiche einer zukunftsfähigen Energienutzung ab.

klimaaktiv leistet mit der Entwicklung von Qualitätsstandards, der aktiven Beratung und Schulung, sowie breit gestreuter Informationsarbeit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. **klimaaktiv** dient dabei als Plattform für Initiativen von Unternehmen, Ländern und Gemeinden, Organisationen und Privatpersonen.

IMPRESSUM

MEDIENINHABER UND HERAUSGEBER

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND
WASSERWIRTSCHAFT
Stubenring 1, 1010 Wien

STRATEGISCHE GESAMTKOORDINATION KLIMAAKTIV

BMLFUW, Abteilung I/2 - Energie- und Wirtschaftspolitik:

Dr.ⁱⁿ Martina Schuster, Dr.ⁱⁿ Katharina Kowalski, Elisabeth Bargmann BA, DI Hannes Bader

VERFASSER

Programmmanagement **klimaaktiv** biogas

ARGE Kompost & Biogas: Franz Josefs Kai 1, 1010 Wien

E. buero@kompost-biogas.info

W. klimaaktiv.at/biogas

W. kompost-biogas.info

Autoren: Franz Kirchmeyr, Bernhard Stürmer mit dankenswerter Unterstützung folgender Firmen:

- AAT
- BIOG
- Energie AG
- GE Jenbacher
- Industrieconsult
- Hörmann Interstall
- MWM
- Pbeg
- Planergy

Sowie vielen Anregungen durch Betreiber von Biogasanlagen

Coverbild u weitere Fotos: Franz Kirchmeyr sowie angeführte Unternehmen
Stand: Dezember 2015

OPTIMIERUNGSMÖGLICHKEITEN BEI NAWARO-BIOGASANLAGEN

BESTEHENDE BIOGASANLAGEN ...

Die Funktion von Biogasanlagen stellt ein Zusammenspiel aus moderner Technik, Biologie, Chemie, Steuerungstechnik und dem Geschick des Betriebspersonals dar. Dieses faszinierende Wirken unterschiedlichster Themenbereiche mag einerseits als zu komplex wirken, ermöglicht aber auch die Weiterentwicklung der Technik durch Veränderung einzelner kleiner Bereiche. So können bestehende AnlagenbetreiberInnen aufgrund eigener Erfahrungen, durch den Erfahrungsaustausch mit KollegInnen und durch Adaptierungen der Technik kontinuierlich die Anlagenleistung steigern. Die nachfolgenden Empfehlungen stellen eine Zusammenschau vieler Möglichkeiten zur Optimierung des Anlagenbetriebes dar. Auch wenn eine Maßnahme alleine betrachtet oft nur ein geringfügiges Potenzial birgt, so ergeben sich doch vielfach durch Kombination mehrerer Maßnahmen ein sinnhaft zu hebendes Optimierungspotenzial. Wir hoffen dass interessante Anregungen dabei sind und manche auch bereits erfolgreich umgesetzt wurden bzw. der Input dazu sogar von LeserInnen direkt kam. Da in dieser Handreichung die Nassfermentation behandelt wird beziehen sich die Empfehlungen ausschließlich auf diese Technik.

Die Erarbeitung der angeführten Punkte erfolgte durch Unterstützung vieler engagierter PlanerInnen, HerstellerInnen als auch BetreiberInnen. Diesen gilt unser besonderer Dank. Wir haben uns bemüht, möglichst praxisgerechte und einfach umzusetzende Maßnahmen darzustellen. Die praktische Umsetzung und Prüfung auf Umsetzungsmöglichkeit in jeglicher Hinsicht (technisch, biologisch, rechtlich...) obliegt dem jeweiligen AnwenderIn und wird keine Haftung übernommen.

Beim Verfassen des Textes wurde Wert auf geschlechtliche Gleichberechtigung. Aufgrund der fachlichen Gegebenheit des Textes kann es aber vereinzelt auch nur die maskuline oder feminine Form gewählt worden sein. Dies impliziert keine Benachteiligung des jeweils anderen Geschlechts.

Auf den folgenden Seiten werden die einzelnen Bereiche näher beleuchtet und bewährte Maßnahmen aufgezeigt.

INHALT

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | ERNTE UND SUBSTRATLAGER | 5 |
| 2 | EINBRINGSYSTEM..... | 9 |
| 3 | FERMENTER (TECHNIK) | 12 |
| 3.1 | FERMENTERHEIZUNG | 14 |
| 3.2 | RÜHR- UND PUMPTECHNIK | 16 |
| 3.3 | ÜBER- UND UNTERDRUCKSICHERUNG, GASSPEICHERUNG | 19 |
| 4 | BHKW..... | 24 |
| 5 | ABGASSTROM / WÄRMETAUSCHER | 26 |
| 5.1 | WÄRMENUTZUNG..... | 29 |
| 6 | STEUERUNGSTECHNIK, MESSTECHNIK..... | 31 |
| 7 | BÜRO | 34 |
| 8 | GÄRPRODUKTLAGER, FASSFÜLLSTATION | 36 |
| 9 | EINSATZ VON ZUSATZSTOFFEN | 38 |
| 10 | BIOLOGIE, PROZESSSTÖRUNG UND BEHEBUNG | 39 |

1 ERNTE UND SUBSTRATLAGER

Im Substratlager werden silierfähige nachwachsende Rohstoffe (NAWARO) für die Biogasanlage so verlustarm wie möglich, zwischen Ernte und deren energetischen Nutzung in der Biogasanlage, gelagert. Dies kann bei silierfähigen Gütern durch die Milchsäuregärung sichergestellt werden. Milchsäurebakterien führen dabei zur möglichst raschen pH-Wert Absenkung, wodurch die biologische Aktivität in der Silage zum Erliegen kommt und ein weiterer Abbau der Biomasse vermieden wird. Einflüsse, die zu einem neuerlichen Anstieg des pH Wertes und in der Folge den Abbau biologischer Masse bewirken würden, sollten unbedingt vermieden werden.



Schnittlänge bei der Ernte von Energiepflanzen:

Die Schnittlänge des zu silierenden Gutes sollte bei der Ernte je nach Erntegut gewählt werden. So sollten Substrate die einen höheren Gehalt an Alkoholen enthalten wie z.B.: Hirse nicht zu kurz gehäckselt werden (ca 3 cm). Silomais welcher bei höheren Trockenmassegehalten geerntet wird, sollte wiederum direkt bei der Ernte so kurz als möglich gehäckselt werden (0,5 cm, ausgenommen bei feuchtem Erntegut).



Verdichtung des Siliergutes:

Die möglichst rasche pH Wert Absenkung bedingt eine Inaktivierung der biologischen Aktivität und dies wiederum bedingt einen Stop des weiteren Biomasseabbaus. Grundvoraussetzung für die rasche pH Wert Absenkung im Silo ist eine entsprechende Verdichtung des zu silierenden Gutes während der Einbringung. Das Walzgewicht der Walzfahrzeuge sollte ca. 1/3 des stündlich einzubringenden Siliergutes entsprechen. Die Nachverdichtung nach der letzten Einbringung von Siliergut in den Silo sollte mind. 2 Stunden betragen.



„Luftdichte“ Abdeckung des Silostockes:

Die direkt anschließende Abdeckung des Siliergutes ist unbedingt notwendig, um Luft- und Niederschlagseintritt zu vermeiden.

Luft eintritt würde zur ungewünschten Veratmung von Biomasse führen und Niederschlagseintritt zur pH Wert Anhebung und dadurch wiederum zu ungewünschter mikrobieller Tätigkeit und somit ebenso zum Abbau von Biomasse führen. Zudem führt letzterer zu unerwünschten Sickersaftaustritt.

Um Regenwassereintritt in die Silage zu vermeiden muss die Unterziehfolie über die Silage hinaus geführt werden (**bei Silos mit Seitenwänden über diese hinaus**).



Sicherung der Unterziehfolie gegen Wind und Wildtiere:

Durch Abdeckung der luftdichten Unterziehfolie mit einem Vlies (Kompostvlies) wird gewährleistet, dass die Abdeckung nicht verweht werden kann und die bisher notwendige Gewichtung mit Sandsäcken etc. nicht notwendig ist.

Werden mehrere Bahnen benötigt, so können diese dabei einfach mit Klettverschlussbahnen miteinander verbunden werden. Zum Aufdecken gibt es einen einfachen Aufrollmechanismus.



Ausführung des Silobodens:

Der Boden der Siloanlage ist grundsätzlich flüssigkeitsdicht auszuführen und muss den Lasten von Radlader, Silierfahrzeugen etc. standhalten. Vielfach wird dabei Dichtasphalt eingesetzt. Die oberste Schicht ist als eine Verschleißschicht anzusehen, welche ca. alle 10 Jahre neu aufgetragen werden muss. Besonderes Augenmerk ist dabei auf mögliche Wandanschlüsse zu richten.



Ausführung der Silowand:

Als kostengünstige Variante gilt die asphaltierte Silierplatte ohne Wände. Dadurch wird zwar im Verhältnis mehr Fläche benötigt, dafür ergeben sich Vorteile bei der Sicherstellung der Dichtheit zum Untergrund und bei den Investitionskosten. Demgegenüber steht eine dadurch bedingte relativ große Anschnittfläche. Um diese etwas einzuschränken, könnten entweder zur seitlichen Abgrenzung ein Silageschlauch „mitsiliert“ werden oder der Einsatz von mobilen Wänden, welche auf die Siloplatte aufgesetzt werden, empfohlen werden. Bei beiden Varianten kann die seitliche Abdichtung durch den Einsatz einer Unterziehfolie gewährleistet werden.



Ableitung von Sickersäften entlang der Silowand:

Durch Mitverlegung eines Drainageschlauches am Silolängsrand entlang der Silowand können auftretende Sickersäfte direkt nach vorne aus dem Silo ausgeleitet und am besten direkt in den Fermenter eingebracht werden.

Da diese Sickersäfte biologisch sehr aktiv sind sollte keine Zwischenlagerung mit Gülle etc. durchgeführt werden.



Sanierung von Silowänden:

Durch Säureangriff beschädigte Silowände können mit säurefester Betonspachtelmasse saniert werden. Die Vorbehandlung der Silowände, entsprechend der Herstellerangaben, muss dabei unbedingt höchstes Augenmerk gewidmet werden.



Kompakte Bauteilanordnung:

Um unnötige Wege und damit Arbeitszeit, Verschmutzung von Fahrwegen etc. vermeiden zu können, sollte das Silo in unmittelbarer Nähe zum Einbringsystem sein.



Entnahmegeräte für Fahrsiloanlagen:

Für die Entnahme aus dem Fahrsilo sind Radlader und größere Teleskoplader gut geeignet. Letztere haben sich aber nur bedingt zum Verdichten des Siliergutes während der Einsilierung bewährt.



Entnahmewerkzeuge:

Damit sich die Anschnittfläche nicht zu rasch erwärmt, sollten die Entnahmewerkzeuge nicht den Futterstock aufreißen und dadurch die Anschnittfläche lockern. Durch eine Lockerung der Anschnittfläche kann Luft in die Silage eintreten und es kommt wiederum den aeroben Abbau der Biomasse. Zudem können durch den Einsatz von Entnahmegeräten mit Schneidwerkzeugen die Belastungen auf das Entnahmegerät wesentlich vermindert werden und die Wartungskosten gesenkt werden.



Täglicher Vorschub und „glatte“ Anschnittfläche:

Die Erwärmung und damit verbundene Veratmung von Biomasse wird durch einen täglichen „Vorschub“ von rund 25 cm gesichert. Zudem verhindert die Entnahme durch nicht reißennde Arbeitswerkzeuge das Eindringen von Luft in den Silostock.



Getrennte Erfassung der Oberflächenwasser und Sickerwasser:

Die Möglichkeit der getrennten Erfassung der unbelasteten Oberflächenwässer und Sickersaft sollte angestrebt werden.

Folgende Maßnahmen unterstützen dies:

Der Sickersaftabfluss befindet sich im Verlauf des Gefälles noch vor dem Abfluss für unbehandeltes Oberflächenwasser.

Beim Zudecken des Silos wird die Abdeckung über den Sickersaftabfluss hinaus gezogen. Auftretende Sickersäfte können dadurch über den Sickersaftabfluss abgeleitet werden.

Auftretende Oberflächenwässer werden durch die Abdeckung über den Sickersaftabfluss hinaus in den dafür vorgesehenen Oberflächenwasserabfluss eingeleitet.

Wird beim Silieren zudem darauf geachtet dass die Abdeckung ein Gefälle in Gegenrichtung zur Anschnittfläche hat, dann werden auftretende Niederschläge nicht über die Anschnittfläche nach vorne abgeleitet, sondern können am „hinteren“ Ende des Silos ebenfalls als unbelastete Oberflächenwässer abgeleitet werden.



Ableitung von Oberflächenwasser:

Oberflächenwasser welches durch intensiven Kontakt mit Siliergut, Nährstoffe u organisches Material (Säuren...) aufgenommen hat, muss extra gesammelt und über die Biogasanlage verarbeitet werden. Dies bedingt einerseits eine Verdünnung im Fermenter und können die dadurch bedingten zusätzlichen Gärproduktmengen erheblich sein.

Getrennt erfasste und somit unbelastete Oberflächenwässer können hingegen in weiterer Folge über eigens dafür ausgestaltete Sickerbecken versickern etc. (nur bei jeweiliger Genehmigung).

2 EINBRINGSYSTEM

Im Einbringsystem wird der Rohstoff für bis zu einem Tag vorgelagert (etwaige Zusammenpackungen können je nach eingesetzter Technik aufgelöst werden) und in geringen Mengen in den Fermenter zu vorgegebenen Intervallen gefördert werden. Der Feststoffeintrag muss dabei langfaseriges Material gut befördern können.



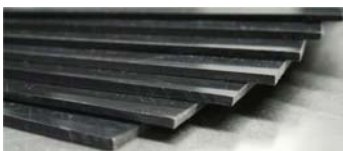
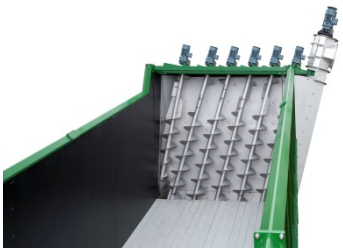
Vermeidung von Verunreinigungen:

Um Schmutz unterhalb der Einbringung zu vermeiden sollte diese, wenn möglich, einen „geschlossenen“ Boden aufweisen. Größere Mengen an Substratablagerungen am Boden führen unweigerlich zu Ungeziefer und bedeuten erhöhten Reinigungsaufwand und Geruchsbelästigung auf der Anlage.



Gurtenband- und Schubbodenförderer:

Gurtenbandförderer und Schubbodenförderer ermöglichen eine Einbringung der Substrate in den Fermenter bei sehr niedrigem Energiebedarf, geringer Geruchsemission durch Nichtmischung und geringster Verschmutzung unterhalb der Einbringtechnik.



Sanierung von Stahlwänden der Einbringtechnik:

Bei Einbringsystemen aus Schwarzstahl besteht durch die beinhaltete Säure in der Silage eine erhöhte Korrosion und dadurch eine raschere Abnutzung. Dies tritt vor allem bei Vorratsbehältern, welche das Substrat intensiv durchmischen, auf.

Zur Verminderung der Korrosion in den Vorratsbehältern können diese innen mit Kunststoffbahnen ausgekleidet werden.





Werkstoffwahl bei Einbringschnecken:

Bei Einbringschnecken aus Schwarzstahl bedingt der auftretende Säureangriff entsprechenden Verschleiß und bedingt hohe Wartungskosten sowie Ausfallszeiten. Um dies zu vermindern, sollten Einbringschnecken in Edelstahl ausgeführt werden.



Einbringung von Gülle:

Falls auch Gülle eingebracht wird, sollte dies direkt unterhalb einer Feststoffeinbringung erfolgen (falls vorhanden). Dadurch werden möglicherweise nur schwer auflösende Feststoffe schneller in die Fermenterflüssigkeit eingebracht.



Einbringung mittels Flüssigeinbringung:

Flüssigeinbringungen eignen sich sehr gut bei Substraten die bereits flüssig bzw. pastös vorliegen. Sollen damit auch Festsubstrate eingebracht werden, muss berücksichtigt werden, dass der Flüssigkeitsstrom einer Flüssigeinbringung eine niedrige Viskosität voraussetzt (dünnflüssig). Beim Einsatz von faserigen Feststoffen wird daher ein relativ hoher Flüssigkeitsstrom für das Einbringen benötigt. In weiterer Folge wird dadurch der Trockenmasseanteil im Fermenter begrenzt.

Zur Vermeidung von Kurzschlussströmungen sollte die für die Flüssigeinbringung benötigte Flüssigkeit aus dem Hauptfermenter entnommen werden. Keinesfalls sollte die für den Pumpvorgang notwendige Flüssigkeit aus dem Endlager stammen da diese eine zu geringe Temperatur aufweist und bereits vergoren ist. Die niedrige Temperatur könnte im schlimmsten Fall zu einer Absenkung der Fermentertemperatur führen und dadurch die Biologie stören. Zumindest erfordert sie aber mehr Heizenergie für

den Fermenter. Zudem bedeutet die Rückführung von ausgegorenem Material einen geringeren Methanertrag pro m^3 Fermentervolumen weil dann ein geringerer Anteil an vergärbare Trockenmasse pro m^3 Faulraum zur Verfügung steht.

Ebenso sollte die notwendige Recyclatleitung keinesfalls unterirdisch geführt werden, weil dadurch der Recyclatstrom abgekühlt würde.

Besteht eine biologische Überlastung des Hauptfermenters kann das Recyclat auch aus dem Nachfermenter entnommen werden. Man verliert dadurch aber den Vorteil der verfahrenstechnisch seriellen Anordnung der Fermenter.



Voraufschluss faseriger Substrate:

Aufgrund des in Zukunft zu erwartenden vermehrten Einsatzes von langfaserigem Material welches bei der Einbringung noch zu zerkleinern ist, sollte die Feststoffeinbringung mit einer Nachzerkleinerungstechnik kombinierbar sein. Die dadurch zumindest teilweise „aufgeschlossene“ Biomasse zeigt geringere Viskosität (dünnflüssiger und geringere Neigung zur Entmischung) und schnellere Gasbildung. Diese Vorteile müssen beim praktischen Einsatz den dabei auftretenden Aufwand überwiegen.

3 FERMENTER (TECHNIK)

Im Fermenter erfolgt die Haupttätigkeit der Biogasanlage, der Abbau der organischen Substanz und damit die Bildung des Biogases. Die Größe und Bauart der Fermenter ist vor allem substratabhängig. In der Praxis haben sich vor allem folgende Fermenterbauarten für Anlagen zur Verarbeitung von nachwachsenden Rohstoffen (NAWARO's) etabliert:

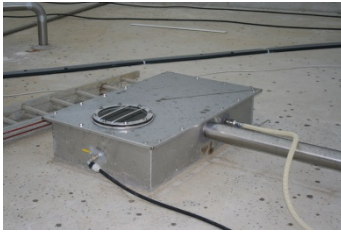
Unterscheidung hinsichtlich:

- Fermentergeometrie
 - o Rund, eckig
 - o liegend, stehend
- Durchmischung
 - o Pfpfenströmer, Rührkessel,
- Verfahrenstechnische Anordnung
 - o Parallel
 - 2 Hauptfermenter parallel betrieben, jeweils mit oder ohne Nachfermenter, Gärproduktlager
 - o Seriell:
 - Hauptfermenter, Nachfermenter, Gärproduktlager
 - Ringfermenter: aussen Hauptfermenter, innenliegender Nachfermenter, Gärproduktlager
- Biologische Anordnung
 - o einstufig
 - o mehrstufig (Vorversäuerung, Fermentation, Gärproduktlager)
- Bautechnische Ausführung:
 - o Beton, Stahl

Die Anlagen, welche in den Jahren 2002 bis 2007 gebaut wurden, sind üblicherweise mit großem Faulraumvolumen ausgestattet. So liegt die durchschnittliche Verweildauer in den Fermentern über 120 Tage. Obwohl schon einige Betreiber das vorhandene Faulraumvolumen für verhältnismäßig günstige Anlagenerweiterungen genutzt haben, liegt die biologische Leistungsfähigkeit der Fermenter teilweise noch wesentlich höher als derzeit genutzt. Zu beachten ist allerdings, dass durch Substratwechsel mitunter mehr Faulraum benötigt wird (Energiedichte, Abbaubarkeit und Viskosität der Substrate).

Bei den Fermentern ist auf eine regelmäßige (mind. 1x täglich) Kontrolle der Flüssigkeitsoberfläche zu achten (Gasbildung, Schaumbildung, Schwimmschichtbildung, Rührwerksfunktion). Dazu werden meist Sichtfenster eingebaut.

OPTIMIERUNGSMÖGLICHKEITEN BESTEHENDER NAWARO-BIOGASANLAGEN



Sichtkontrolle der biologischen Aktivität:

Die Sichtfenster, zur Kontrolle der biologischen Aktivität, in den Fermenter sollten wiederkehrend auf ihre Dichtheit kontrolliert werden (zumindest jährlich) und bei Bedarf die Dichtungen erneuert werden. Die Überprüfung erfolgt entweder mit Gasdetektionsgeräten (wiederkehrende Kalibrierung beachten), Seifenprays etc.



Überprüfung des Lufteintragsschlauches:

Der Lufteintragsschlauch für die Entschwefelung des Biogases ist wiederkehrend (zumindest jährlich) zu prüfen und gegebenenfalls zu erneuern.



Füllstandsüberwachung:

Zur Vermeidung von Überfüllung des Fermenters können Drucksensoren in den unteren Bereich der Fermenterwand oder in den Zuleitungen eingebaut werden. Diese können die Füllstandshöhe bei konstanten Bedingungen sehr gut wiedergeben. Drucksensoren können aber möglicherweise auftretende Schwimmdecken nicht genau genug erkennen. Wird Substrat eingesetzt welches auch zur Schwimmdeckenbildung neigt, sollte auch eine Erfassung von der Fermenterdecke mittels Laser erfolgen. Dadurch werden auch Schwimmdecken erkannt.



3.1 FERMENTERHEIZUNG



Vorlauftemperatur der Fermenterheizung:

Wenn möglich sollte danach getrachtet werden die Temperaturspreizung zwischen Heizungsvorlauf der Fermenterheizung und Temperatur des Fermenterinhalt es nicht zu hoch zu wählen (< 20 °K).

Insgesamt sollte die Vorlauftemperatur 70 °C nicht übersteigen da es ansonsten zu Anpackungen an den Wärmetauscherrohren und somit zur Minderung der Wärmeübertragung kommen kann.



Wahl der Heizmittelflüssigkeit:

Als Heizmittelflüssigkeit sollte entsprechend den Herstellerangaben des BHKW's nur vollentsalztes und enthärtetes Wasser eingesetzt werden. Die beizugebenden Zusatzstoffe sind meist Sauerstoffbindner als Korrosionsschutz etc. Damit die geforderte Qualität sichergestellt wird ist eine jährliche Überprüfung der Werte unbedingt erforderlich.



Beachtenswertes beim Heizungswasser:

Bilden sich in den Heizungsrohren Schlammablagerungen und wird dadurch die Wärmeübertragung vermindert, so müssen diese gespült werden. Bei Leitungen mit geringen Querschnitten erfolgt dies am einfachsten mit Druckluft.

Gelangen methanogene Bakterien in Heizkreise die mit Frostschutz gefüllt sind so verarbeiten diese das darin befindliche Glykol und bilden daraus Säuren. Insgesamt führt dies zu einem niedrigeren Gefrierpunkt und erhöhter „Agressivität“ des Heiz/Kühlmediums, wodurch auch Heiz-/Kühlleitungen angegriffen werden. Ein Austausch des Heizungswasser ist unbedingt erforderlich.

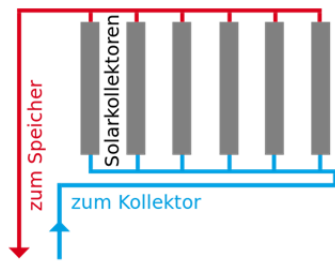


Wärmeübertragung direkt im Fermenter:

Vielfach wird das Heizsystem als innenliegendes Nirosta-Rohr an der Fermenterinnenwand geführt. Es ist darauf zu achten, dass alle Materialien die gleiche Qualität haben und die Verankerung an der Fermenterwand ohne Kontakt mit der Fermenterarmierung erfolgt da ansonsten Korrosionsschäden unvermeidlich sind (galvanische Trennung).



OPTIMIERUNGSMÖGLICHKEITEN BESTEHENDER NAWARO-BIOGASANLAGEN



Verlegung der Wärmetauscherrohre:

Werden mehrere Wärmetauscherrohre im Fermenter verlegt sollten diese nach dem Tichelmannsystem verlegt werden. Dadurch ergibt sich für das Heizmedium in jeder Leitung die gleiche Fließlänge im System und erzielt man gleiche Rücklauftemperaturen sowie gleiche Belastungen im Heizsystem.



Externer Wärmetauscher:

Manche Hersteller verwenden zur Fermenterheizung auch externe Wärmetauscher. Diese werden teilweise auch bei notwendiger Heizwärmeleistung nachgerüstet. Je nach System kann es sein dass während des Heizvorganges die Rührtechnik in Betrieb sein muss. Bei längeren Heizvorgängen bedingt dies mitunter längere Rührwerkszeiten als für die Durchmischung unbedingt erforderlich.



Thermophiler Betrieb:

Ist aus technischen und biologischen Gründen (Herstellergarantie bzgl. Beton, Stickstoffhemmung...) ein thermophiler Betrieb (50 – 55 °C) möglich, so erzielt man dadurch eine geringere Viskosität des Fermenterinhalt und lässt sich dadurch der Rühraufwand vermindern. Zusätzlich erfolgt der Abbau der organischen Masse schneller. Der Energieertrag je kg oTS bleibt gleich und durch die geringere Lösbarkeit des CO₂ in der Fermenterflüssigkeit sinkt der Methangehalt des Biogases geringfügig.



Möglichkeiten des nachträglichen Einbaus einer Zusatzheizung:

- Muss der Fermenterinnenraum aus anderen Gründen gewartet und somit entleert werden, kann dieser Zeitpunkt zum Einbau einer innenliegenden Heizung genutzt werden.
- Erfolgt keine Wartung des Fermenterinnenraumes und wird nur eine geringe Temperaturerhöhung benötigt, ist auch eine externe Heizung überlegenswert.

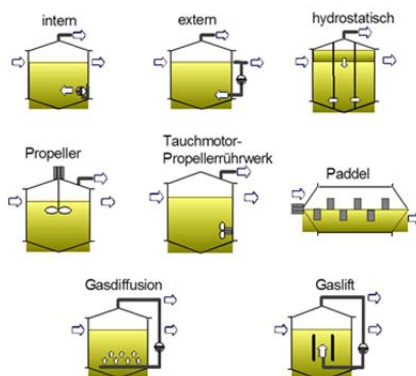
3.2 RÜHR- UND PUMPTECHNIK

Zur Durchmischung des Fermenterinhalt haben sich mechanische Rührwerke durchgesetzt. Je nach Technik und Substrateigenschaften gibt es auch noch Systeme die flüssig- oder gasdurchmischt sind.

Bei der Durchmischung mittels Rührwerken kann man grundlegend folgende Formen unterscheiden:

- Langsamläufer (ca. 25 U/min, Schubleistung bis 7.000 N, geringe Leistungsaufnahme, hohe Beanspruchung von Getriebe und Welle)
- Mittelschnellläufer (ca. 100 U/min)
- Schnellläufer (ca. 600 U/min, Schubleistung unter 2.500 N)

Je nach Fermenterform und Substratmix, haben diese Rührwerke unterschiedliche Vor- bzw. Nachteile. So sind bei hohen Grassilage- oder Mistanteilen eher Langsamläufer vorteilhaft, bei hohem Gülleeinsatz ein Schnellläufer. Tauchmotor-Propellerrührwerke eignen sich sehr gut in Behältern mit änderenden Füllständen (Nachfermenter, Gärproduktlager).



Unterteilung der Durchmischungsarten:

Die Durchmischung des Fermenterinhalt ist nötig zur Vermeidung von Sink- und Schwimmschichten. Unterschieden werden:

- Nach Anordnung
 - Innenliegend
 - Aussenliegend
 - hydrostatisch
- Geschwindigkeit
 - Langsamläufer
 - Mittelläufer
 - Schnellläufer
- Durchmischung mit Flüssigkeitsumwälzung
- Durchmischung mit Gaseinpressung



Vermeidung von Sinkschichten:

Besteht die Gefahr von Sinkschichten, so können diese am ehesten durch Umstellung der Rührzeiten vermieden werden (Dauerühren bei geringer Umdrehung/Leistung). Durch Vermeidung der Anlaufmomente entsteht zudem auch ein geringerer Verschleiß.

Falls es der Substrateinsatz und die Rührtechnik ermöglichen, könnte man zudem die Konsistenz des Fermenterinhalt erhöhen (Zugabe TS reicher Substrate). Die dadurch entstehende dickere Suspension neigt weniger zur Bildung von Sinkschichten.



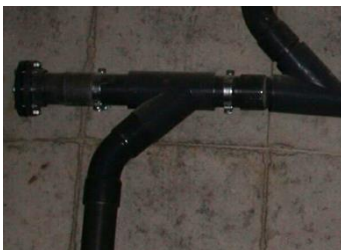
Optimierung der Rührzeiten:

Die Optimierung der Rührzeiten (Intervallbetrieb) kann annähernd wie folgt bestimmt werden:

im gerührten und durchmischten Betrieb die Rührwerke abstellen. Wartezeit, bis sich der Fermenterinhalt zu entmischen beginnt bzw. der Fermenterinhalt zum Stillstand kommt aufzeichnen. Damit erhält man den maximalen Intervall zwischen den Rührzeiten. Anschließend rühren bis sich der gesamte Fermenterinhalt bewegt und möglicherweise auftretende Schwimmschichten sicher eingearbeitet worden sind.



Da es innerhalb des Jahres immer wieder zu Substratumstellungen kommt, sind auch die Rührzeiten entsprechend der Viskosität etc. anzupassen.



Eignung der Substrateleitungen für höhere Temperaturen:

Bei der Umstellung von mesophilen Betrieb auf thermophilen Betrieb muss berücksichtigt werden, ob die Leitungen auch für thermophilen Betrieb geeignet sind.



Substrateleitungen mit biologisch aktivem Inhalt:

Da die Leitungen mit biologisch aktivem Fermenterinhalt gefüllt sind, dürfen Leitungen nicht auf beiden Seiten abgeschiebert werden.



Vermeidung von Verstopfungen:

Eintragleitungen für flüssige Beschickungen sollten im Fermenter unter dem Niveau von Entnahmeleitungen liegen, damit hineingetragene Steine absinken.

Die Rührwerksanordnung sollte dabei keinesfalls den Flüssigkeitsstrom direkt zu Entnahme- und Zulaufleitungen steuern. Dadurch würden ebenfalls mitunter Materialien die zu Sinkschichten neigen in diese Leitungen eingetragen werden.

OPTIMIERUNGSMÖGLICHKEITEN BESTEHENDER NAWARO-BIOGASANLAGEN



Vor der Pumpe sollte ein Steinfangbehälter vorgeschaltet sein. Zulauf- und Ablaufseite sind dabei höhenversetzt anzuordnen.

Mit einem dazu angeordnetem Schieber können die Steine dann entnommen werden.



Bogenradien beachten:

Möglichst wenige Bögen je Leitung einsetzen und große Radien wählen. Keinesfalls Knie verwenden.

Querschnitte von Saugleitungen sollten größer dimensioniert sein als die Querschnitte der Druckleitungen.



Schutz der Pumpe vor Trockenlauf und Überdruck:

Auf der Unterdruckseite der Pumptechnik sollte ein Unterdrucksensor, zur Vermeidung von Trockenlauf, und auf der Überdruckseite der Pumptechnik, ein Überdrucksensor, zur Vermeidung vor Leitungsschäden, eingebaut werden.



Schieberwahl:

Grundsätzlich sollten nur Edelstahlplattenschieber eingesetzt werden. Herkömmliche Gölleschieber halten auf Dauer die auftretenden Belastungen in Biogasanlagen nicht stand.

Bei pneumatisch betriebenen Schiebern sollte die Druckluft entfeuchtet werden (Molsiebe auf Sikagelbasis in redundanten Betrieb betreiben).



Wartungsintervall:

Steigt bei Exzenter- und Drehkolbenpumpen für die benötigte Fördermenge die Laufzeit wesentlich an, ist dies ein Zeichen für verbrauchte Rotoren, Drehkolben, Statoren und der Verschleißeinlagen.

3.3 ÜBER- UND UNTERDRUCKSICHERUNG, GASSPEICHERUNG

Im Fermenter herrscht idR. ein Überdruck 3 - 5 mbar. Die Überdrucksicherung ist eine durch überhöhten Gasdruck ausgelöste Sicherheitseinrichtung, die den Biogasbehälter vor zerstörendem Überdruck bei Überfüllung oder einer anderen Störung schützt.

Um die Über- und Unterdrucksicherungen nicht unnötig zu beanspruchen, ist auf eine ausreichend große Dimensionierung der Gasstrecke zu achten. Zu kleine Querschnitte können Druckschwankungen nicht Richtung Biogasspeicher/BHKW ableiten und führen zum unnötigen Ansprechen der Drucksicherung.

Bei den Überdrucksicherungen ist laufend der Füllstand sowie die Funktion zu überprüfen (zB. Frost)



Biologische Entschwefelung des Biogases:

Bei der biologischen Entschwefelung im Fermenter muss darauf geachtet werden, dass die für die Bakterien notwendigen Aufwuchsflächen vorhanden sind und die Luft/Sauerstoffeinbringung nicht zu nahe der Biogasentnahmeleitung situiert wird. Ansonsten kommt es mitunter zur Schwefelablagerung in der Biogasleitung und somit zum Zuwachsen dieser.





Entschwefelung im externen Entschwefler:

Anstatt mit zudosierter Luft in den Gasraum des Fermenters wird bei Substraten mit hohen Schwefelanteilen vielfach ein externer Entschwefler eingesetzt. Das biologische Prinzip der Entschwefelung bleibt dabei gleich. Durch den kontrollierten Durchfluss des gebildeten Biogases durch den, mit Aufwuchskörpern gefüllten, Entschwefler erzielt man aber eine höhere Entschwefelungsleistung.

Mittlerweile wird zur biologischen Entschwefelung auch Reinsauerstoff eingesetzt. Dies deswegen, weil mittlerweile Reinsauerstoff und die dazu notwendigen Dosieranlagen sehr günstig sind.



Scheuerschutz und Vorsicht beim Einsatz von Zitrusfrüchten:

Bei in Räumen aufgehängten Gasspeichern sollte an der Wand ein Fließ angebracht werden. Dadurch kann die Gasspeichermembran nicht an der Betonwand scheuern.

Werden Zitrusfrüchte als Substrat eingesetzt ist zu beachten, dass diese Weichmacher abbauen. Gasspeichermembranen „altern“ dadurch schneller.

Falls Zitrusfrüchte eingesetzt werden sollte beim Gasspeicherhersteller die Überprüfung des Weichmacheranteiles und der Stabilität etc. des Gasspeichers angefragt werden.



Sichtkontrolle des Gasspeichers:

Der Gasspeicher sollte wiederkehrend einer Sichtkontrolle unterzogen werden. Da der Gasspeicherraum normalerweise nicht betretbar ist erfolgt die Überprüfung von eingehausten Gasspeichern am einfachsten mit Gasspürgeräten an den Entlüftungsöffnungen.



Füllstandserfassung des Gasspeichers:

Damit der Füllstand richtig erfasst werden kann sollte bei liegenden Gasspeichermembranen die Oberfläche mit Kunststoffstangen gleichmäßig beschwert werden. Dadurch erhält man auch mit wenigen Seilmessungen gute Messergebnisse.

Durch den Betrieb des Gasspeichers bei 40 – 70 % Gasspeicherfüllstand und begleitender Regelung der Fütterung können Gasertragsschwankungen sehr gut ausgeglichen werden.



Überprüfung des Füllstandes der Über-Unterdrucksicherung:

Der Füllstand der Über- Unterdrucksicherung ist täglich zu kontrollieren. Teilweise werden diese auch mit einer Füllstandsüberwachung ausgestattet

Auch bei automatisch nachfüllenden Über-Unterdrucksicherungen muss diese tägliche Kontrolle erfolgen.



Aussenliegende Über- Unterdrucksicherung:

Aussenliegende Über- Unterdrucksicherung sind mit Frostschutz zu füllen. Zu beachten ist, dass das sich bildende Kondenswasser den Gefrierpunkt der Frostschutzfüllung kontinuierlich anhebt. Eine wiederkehrende Prüfung des Frostschutzes ist in diesem Fall unumgänglich.



Anlagenerweiterungen:

Bei Anlagenerweiterungen ohne Erweiterung des Fermenters sollte geprüft werden, ob die Über- Unterdrucksicherung auch die erhöhte Leistung an Biogas sicher abführen kann.



Dichtungen wiederkehrend auf Dichtheit prüfen:

Bauteile im gasführenden Bereich welche mit Dichtungen ausgestattet sind sollten regelmäßig auf Dichtheit und Zustand geprüft werden. Dies erfolgt am zielführendsten mit Gasspürgeräten, Gaskameras oder Seifenspray.



Gasleitungen:

Zu klein dimensionierte Gasleitungen können mögliche Druckschwankungen z.B.: bei Gärproduktentnahme aus dem Endlager, nicht rasch genug ausgleichen. Die Gasleitungen sind grundsätzlich mit Gefälle zu einem Kondensatsammler zu verlegen um Gasdruckschwankungen zu verhindern. Sinnvollerweise sollte an diesem Tiefpunkt auch die Möglichkeit zum Öffnen und Spülen der Gasleitung vorgesehen werden. Die verlässliche und permanente Ableitung des Kondensats ist regelmäßig zu kontrollieren.



Gasmengenerfassung:

Sinnvoll ist es, einen Gaszähler zur Bestimmung der Gasmenge in die Gasstrecke zu integrieren.

Wesentlich ist, dass das Messgerät für Biogas und sowie die Messung bei Wasserdampfsättigung geeignet ist. Zudem müssen die Herstellerangaben hinsichtlich Mindestlänge der beruhigten Einlauf- und Auslaufstrecke eingehalten werden.



Entfeuchtung des Biogases:

Das gebildete Biogas ist immer wasserdampfgesättigt (100 % relative Feuchte). Durch Kühlung wird der Taupunkt unterschritten und Wasser abgeschieden. Das Biogas liegt dann wiederum wasserdampfgesättigt vor, allerdings bei niedrigerer Temperatur und mit geringerem absolutem Wassergehalt. Durch Nacherwärmung (meistens genügt dazu die Verdichtungswärme des Gasverdichters) muss anschließend die relative Feuchte gesenkt werden. Diese sollten beim BHKW Eintritt bei max. 80 % relativer Feuchte liegen.



Zu beachten ist dabei, dass bei Teillastbetrieb und wesentlich überdimensionierten Verdichtern die notwendige Nacherwärmung, alleine durch den Verdichter, nicht unbedingt sichergestellt ist.

OPTIMIERUNGSMÖGLICHKEITEN BESTEHENDER NAWARO-BIOGASANLAGEN

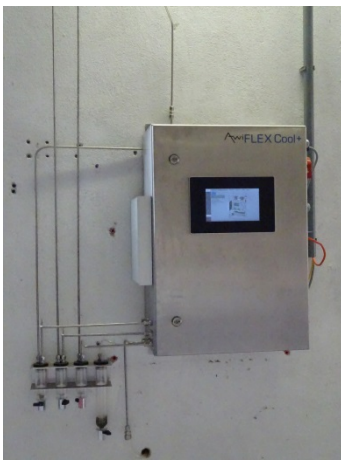


Feinfilter:

Durch eine Biogasfeinreinigung können die Wartungskosten deutlich verringert werden (statt 2.000 Bh auf ~4.000 Bh), allerdings verursacht diese auch gewisse Betriebskosten.

Zu beachten ist, dass das zu reinigende Biogas beim Durchtritt durch den Aktivkohlefilter nicht den Taupunkt unterschreiten darf. Es sind unbedingt die Herstellerangaben zu beachten.

Am besten beim Hersteller ein Angebot einholen und dann die Gesamtkosten/Nutzensituation vergleichen.



Überprüfung der Gasqualität:

Die Brenngasqualität ist gemäß den Herstellervorschriften vom BHKW-Lieferanten regelmäßig zu überprüfen und zu dokumentieren, speziell in Hinblick auf Verunreinigungen im Brenngas wie durch Schwefel /H₂S und Siloxane. Speziell wenn die Biogaaanlage durch verschiedene oder wechselnde Substrate betrieben wird, ist die Kontrolle der Gasqualität mit besonderer Achtsamkeit durchzuführen.

4 BHKW



Aufstellungsbedingungen für das BHKW beachten:

Ab einer Ansauglufttemper von $> 25^{\circ}$ Celsius tritt eine Verringerung des Wirkungsgrades ein und ab einer Temperatur von 30°C mitunter auch eine Leistungsreduzierung. Daher unbedingt auf die Aufstellungs- und Betriebsbedingungen achten. Eine kontrollierte und ausreichend dimensionierte Maschinenraumlüftung verringert die damit verursachten Probleme und die Anzahl an Not-Ausschaltungen aufgrund zu hoher Temperatur im BHKW-Raum.

Die Luft sollte hauptsächlich zum Verbrennungsluftfilter, Generator und den elektronischen Komponenten am BHKW (Klopfsensoren, Zündspannungsüberwacher...) strömen.

Zu beachten ist zudem, dass es bei sehr niedrigen Aussentemperaturen durch die Luftanströmung zu keinen Kondensatbildungen bei unterschiedlichen Einbauten (Gasleitung, Gemischkühler...) kommt. Die Ansaugluft am Verbrennungsluftfilter sollte nicht unter $+ 10^{\circ}\text{C}$ sein.



Wartungsintervall:

Dem Wartungs-Intervall kommt bei der Motoren- und Anlagentechnik eine sehr hohe Bedeutung zu. Mit jeder Betriebsstunde sinkt der Wirkungsgrad des BHKWs. Durch ordentliche und regelmäßige Wartungen wird das Wirkungsgrad-Niveau auf ein konstantes Niveau gehalten.

In jedem Falle ist es auch sinnvoll, beim Hersteller nach Modernisierungen und eventuellen Umrüstungen nachzufragen (wie z.B. bei Zündkerzen, Zündanlagen, Gasmischer, Gemischkühler, Zylinderköpfe, Kolben usw.), welche höhere Wirkungsgrade oder längere Bauteilstandzeiten erwarten lassen.

Bei älteren Anlagen kann anstatt der Hauptrevision auch ein Motortausch sinnvoll sein, da es in den letzten Jahren zu einem deutlichen Wirkungsgrad-Anstieg bei den BHKWs gekommen ist. Dazu unbedingt vorher diese Daten mit dem Hersteller abstimmen.



Motorölwechsel:

Motorschmieröl: die Verwendung des Motorschmieröls, die Ölwechsel und Ölanalysen sind mit besonderer Sorgfalt entsprechend den Herstellervorschriften bzw. mit Abstimmung des Herstellers durchzuführen und zu dokumentieren.



Kühlmittelflüssigkeit wiederkehrend überprüfen:

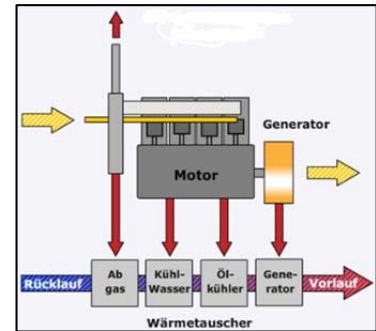
Die Kühlmittelflüssigkeit des BHKW unterliegt, wider der allgemeinen Meinung, einem „Verschleiß“. Sowohl die Erstbefüllung als auch bei etwaig notwendige Nachfüllungen sind unbedingt Kühlmittelflüssigkeiten entsprechend der Herstellervorschrift zu verwenden.

Beziehen kann man dies meistens bei kalorischen Kraftwerken mit Wärmeauskoppelung bzw. Installateuren.

5 ABGASSTROM / WÄRMETAUSCHER

Zur Nutzung der bei der Stromproduktion anfallenden Wärme ist es notwendig, eine Auskopplung über Wärmetauscher vorzusehen. In einem mit Verbrennungsmotor betriebenen BHKW fällt die Wärme auf unterschiedlichen Temperaturniveaus an.

- Kühlung Generator
- Kühlwasser des Motors (mind. 70°C, meist Plattenwärmetauscher)
- Schmierölkühler
- Abgaswärme (Temp. des Abgases ca. 500°C, Rohrbündelwärmetauscher)
- Gemischkühler



Die Rohre sollten zur leichteren Nachverfolgbarkeit gekennzeichnet und farblich unterschieden werden (blau = kalt, Rücklauf; warm = heiß, Vorlauf). Auf eine lückenlose Dämmung auf Rohrleitungen und auf Armaturen ist achten.

Es empfiehlt sich die Installation eines Gaskessels, um einen eventuellen Wärmeengpass kompensieren oder eine Wärmeversorgung bei BHKW-Ausfall aufrecht halten zu können und sich eine Gasfackel zu ersparen.





Notkühler:

Im Freien aufgestellte Tischkühler (Gemischkühlung / Notkühlung) sind regelmäßig auf äußerliche Verschmutzungen (Staub, Laub) zu kontrollieren und zu reinigen. Verunreinigungen bedingen eine wesentliche Leistungsminderung und können auch zur Drosselung der BHKW Leistung führen.

Der Kühlmittelkreis der Notkühleranlage muss mit Frostschutz gefüllt sein und als eigener Kreis ausgeführt sein. Die Kühlwasserqualität ist gleich der Qualität des Heizungswassers mind. einmal jährlich zu kontrollieren. Frostschutzmittel unterliegen einem Verbrauch. Unterschiedliche Frostschutzmittelarten dürfen nicht gemischt werden. Bei entsprechender Pflege und Wartung können Leistungsverluste der Wärmetauscher und andere Folgeschäden vermieden werden.



Keine zu niedrige Abtemperatur:

Um Korrosionsprobleme im Abgaswärmetauscher zu vermeiden, sollte die Abgasabkühlung 180°C nicht unterschreiten. Damit ist ein Betrieb oberhalb des Taupunktes gewährleistet - aufgrund der möglichen Korrosivität des Kondenswassers ist dies von hoher Relevanz. Auftretendes Kondenswassers muss zudem kontrolliert abgeleitet werden.

Steigt die Abgastemperatur nach dem Abgaswärmetauscher um ca. 20 – 30 °C an so ist der Abgaswärmetauscher zu warten.





Erhöhung der Abwärmenutzung:

Besteht die Möglichkeit, die Wärmenutzung zu steigern, kann allein durch Überprüfung der Abstimmung der Wärmeauskoppelungskomponenten (Wärmetauscher, Pumpen, Regelventile...) durch Heizungstechniker und Planer ein gewisses Wärmepotential erschlossen werden.



Dezentrale BHKW's:

Dezentrale BHKWs, die bei Wärmesenken stehen sind in Hinblick auf einen möglichst hohen Gesamtwirkungsgrad vorteilhaft. Allerdings ist hier mit durchschnittlich 15 bis 20% höheren Investitionskosten zu rechnen – insbesondere für die Errichtung einer Gasleitung vom Gasspeicher zum BHKW.



5.1 WÄRMENUTZUNG

Die Wärmenutzung rückt mehr und mehr in das Blickfeld der Betreiber. Zu beachten ist dabei aber der Ertragsunterschied zwischen Strom und Wärme und der vielfach sehr hohe Zeitaufwand für die Betreuung und „Marktbelebung“. Eine überwiegende Wärmeabnahme an Wärmenetze ist nur erzielbar wenn die Leistung des Wärmenetzes das mind. 5 fache der freien Abwärmeleistung der Biogasanlage beträgt. In den Sommermonaten wird daher, auch bei sonstiger Belieferung an Wärmenetze, vielfach versucht unterschiedlichste Produkte zu trocknen.



Containertrocknung:

Aufgrund der geringen Investitionskosten werden gerne Anhänger oder Container mit einem Gitterrost in Form eines Doppelbodens ausgestattet. Die Lufterdüsung erfolgt dann unter dem eingebauten Gitterrost. Der Container wird dann abgestellt und mit einem flexiblen Rohr, durch das die warme Luft in den Zwischenraum gedrückt wird, verbunden.



Trocknungsboxen für Getreide, Hackgut etc.:

Bei fix installierten Trocknungsanlagen haben sich vor allem Trocknungsboxen durchgesetzt. Diese sind mit einem befahrbaren Gitterrost ausgestattet.



Gärprodukttrocknung:

Soll auch das Gärprodukt getrocknet werden, werden großteils Durchsatztrockner eingesetzt. Damit dabei der Stickstoff nicht durch den Abluftstrom mitausgetragen wird, ist der Abluftstrom nachzubehandeln.

Damit derartige Anlagen wirtschaftlich betrieben werden können, bedarf es allerdings sehr hoher Anstrengungen bei der Vermarktung.

OPTIMIERUNGSMÖGLICHKEITEN BESTEHENDER NAWARO-BIOGASANLAGEN



Glashausbeheizung:

Die Wärmelieferung und teilweise auch Lieferung von „reinem“ CO₂, aus der Biogasaufbereitung, ermöglichen die Gemüseproduktion etc. in Glashäusern.



Wärmelieferung an Wärmenetze:

Die Wärmelieferung an bereits bestehende Wärmenetze stellt nach wie vor die beliebteste Möglichkeit der Abgabe von Wärme dar. Da es sich einerseits um Niedertemperaturwärme und andererseits um keine garantierte Lieferung handelt sind die dabei erzielbaren Erlöse verhältnismäßig niedrig.

6 STEUERUNGSTECHNIK, MESSTECHNIK



Möglichkeit zur Rührintervalleinstellung

Im durchmischen Betrieb des Fermenterinhalt die Rührwerke abschalten und warten bis der Fermenterinhalt nahezu zum Stillstand kommt. Bevor der Stillstand des Fermenterinhalt eintritt und bevor die Entmischung bzw. ein Füllstandsanstieg eintritt, erzielt man die max. Zeitspanne des Intervalls.

Die Zeitdauer nach Wiederinbetriebnahme der Rührwerke bis zum Zeitpunkt zu dem der Fermenterinhalt sich wieder vollkommen in Bewegung befindet ergibt die Mindestrührzeit.

Hinweis: der Verschleiß der Getriebe und Antriebseinheit ist bei Intervallbetrieb höher als bei Dauerbetrieb.

Bei Substratänderungen sollten unbedingt auch die Rührzeiten wiederum an das Substrat angepasst werden. Tägliche Sichtkontrollen sind unumgänglich.



Kurzfristige Gasaustreibung aus dem Fermenterinhalt:

Biogas „lagert“ sich, bei feststoffreichen Substraten, teilweise während der Rührintervalle an den Feststoffen des Fermenterinhalt an. Hat man kurzfristig einen Gasmangel kann dieser mitunter durch die Rührwerksinbetriebnahme überbrückt werden.

In weiterer Folge muss dann die Fütterung an den Gasbedarf angepasst werden (und umgekehrt).

Substratmanagementsystem:

Zur Abschätzung der möglichen Biogasbildung sollte von den eingesetzten Substraten unbedingt Trockenmassebestimmungen durchgeführt werden. Daraus lässt sich mittels Gasertragstabellen der erzielbare Gasertrag ermitteln und die Einbringmenge vorwählen.

Bei Substraten mit sehr unterschiedlichen oTS Gehalten (Grassilage) oder noch nicht bekannten Substraten sollten teilweise auch oTS Bestimmungen durchgeführt werden.



Einfache Methoden zur Trockenmassebestimmung:

- Trocknungswaage:
- Lüftungskanal der BHKW Abwärme
- Warmluftstrom
- Trocknungsschränke

Die Ermittlung der Trockenmasse erfolgt durch mehrmaliges wiegen bis das gemessene Gewicht konstant bleibt.



Probeentnahme des Fermenterinhalt:

- Fermenterproben sollten zur reinen Sichtkontrolle der Konsistenz wöchentlich entnommen werden (Temperatur, pH Wert, Redox Potenzial). Tendenzen können dann aus der wiederkehrenden Messung abgelesen werden.
- Zusätzlich sollte eine Fermenterprobe und Untersuchung der Fettsäuren nach jedem größeren Substratwechsel durchgeführt werden. Damit aus der Untersuchung eine Aussagekraft abgeleitet werden kann, müssten die Fettsäuregehalte allerdings wiederkehrend ermittelt werden (Referenzwert sollte dabei bei Normalbetrieb untersucht werden).



Überwachung der Fermentertemperatur:

Temperaturschwankungen über 1 °K pro Tag im Fermenter sind unbedingt zu vermeiden. Falls die Temperaturüberwachung nicht redundant ausgeführt ist, sollte der Temperaturfühler mehrmals jährlich überprüft werden. Am einfachsten erfolgt die Kontrolle des Temperatursensors durch Eintauchen in Eiswasser.



Gasanalyse:

Wird im Gasraum des Fermentern, Nachfermenters nicht mittels Lufteindüsung entschwefelt kann mittels Messung des Wasserstoffgehaltes des produzierten Biogases und des Methangehaltes die biologische Stabilität sehr gut beurteilt werden.

Ein ansteigender Wasserstoffgehalt zeigt am unmittelbarsten eine biologische Störung an.

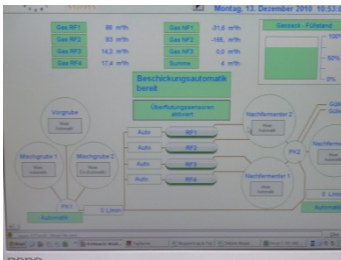


Messung der Stromaufnahme der größeren Verbraucher (Pumpen, Rührwerke, Einbringtechnik):

- a) Pumpen:
geringere Stromaufnahme bedeutet Verschleiß der Rotoren/Statoren, Kolben etc.
höhere Stromaufnahme bedeutet höhere Viskosität
- b) Rührwerke:
Geringere Stromaufnahme kann auf Rührwerksbruch, Kurzschlussströme oder niedrigere Viskosität hinweisen.
Höhere Stromaufnahme deutet auf hohe Viskosität hin und höheren TS Gehalt.
- c) Einbringtechnik:
Um Störungen zu vermeiden und Verschleiß zu reduzieren sollte die Einbringtechnik lastgesteuert betrieben werden.

Durch Festlegung von anlagenspezifischen unteren und oberen Grenzwerten mit Warnmeldung können Folgeschäden vermindert werden.

Höhere Fermentertemperatur bedeutet bei gleichem TS Gehalt des Substrates niedrigere Viskosität.



Dokumentation der maßgeblichen Kennwerte:

- a) Handschriftlich:
Sicherheitstechnische Checks sind handschriftlich zu erfassen. Zusätzlich sollten auch die erfolgsbestimmenden Anlagenkennwerte ebenso handschriftlich erfasst werden.
- b) Automatisiert:
vor allem die erfolgsbestimmenden Anlagenkennwerte (inkl. Minimum- und Maximalwerte) sollten von der Steuerung erfasst und aufgezeichnet werden (Substrateinsatz (FS und abgeleitet energiebezogen, produziertes Gas, produzierter Strom, Stromeigenverbrauch, Temperaturen...)

Für spezifische Auswertungen sollten diese zudem auch automatisiert ausgelesen werden können.

Ausgabe von Wartungsintervallen:

Die Steuerung sollte die Möglichkeit bieten für einzelne Anlagenteile Wartungsintervalle, Überprüfungen etc. auszuwerfen.

7 BÜRO



Schulungen:

Laufende Schulungen und Weiterbildungen für Betreiber sollten eine Selbstverständlichkeit sein. Auch Planer und Errichter sollten hier inkludiert werden.



Gemeinsamer Erfahrungsaustausch:

Ein moderierter Erfahrungsaustausch ermöglicht den teilnehmenden Betrieben eine günstige Möglichkeit zur Optimierung und Fehlervermeidung. Anlagenbesichtigungen ermöglichen direkt vor Ort Betriebsabläufe etc. zu optimieren.



Kennzeichnung:

Die Biogasanlage stellt eine komplexe Anlage dar. Damit während des Betriebes mögliche Fehlerursachen schneller erfasst werden können sollten Leitungen, Fließrichtungen etc. unbedingt beschriftet werden.

Organisation wiederkehrender Tätigkeiten:

Durch die Zusammenlegung wiederkehrender Tätigkeiten zu bestimmten gemeinsam durchzuführenden Tätigkeiten kann sowohl die Arbeitszeit optimiert als auch Fehler vermieden werden.

Vorausschauende Planung größerer Wartungsaufgaben:

Bedingen einzelne Anlagenteile eine größere Wartung (z.B.: BHKW) sollten auch weitere Anlagenteile hinsichtlich Wartungsnotwendigkeiten überprüft und wenn möglich terminlich zusammengelegt werden.

Vorausschauende Ersatzteilbeschaffung:

Wiederkehrend benötigte Ersatzteile sollten entweder direkt auf der Anlage bevorratet oder zumindest innerhalb einer Betreibergruppe vorrätig sein.

Systematik des Ablagesystems:

Zur schnellen Auffindung von bauteilspezifischen Unterlagen ist unbedingt ein systematisch angelegtes Ablagesystem erforderlich.

Kontenplan:

Um Betriebsoptimierungen tatsächlich durchführen zu können bedarf es eines detaillierten Kontenplanes mit eigener Zuordnung aller Rechnungen und der eigenen Auswertungsmöglichkeit. Daraus können sinnvollerweise Zielpläne, Liquiditätspläne etc. erstellt werden.

8 GÄRPRODUKTLAGER, FASSFÜLLSTATION



Druckleitung der Fassfüllstation:

Die Druckleitung der Fassfüllstation sollte nicht über den allgemeinen Pumpverteiler geführt werden da durch die Anzahl der Bögen wesentliche Druckverluste und somit Leistungsminderung eintritt.



Befüllung des Ausbringfasses von unten:

Wird die Befüllung des Ausbringfasses direkt aus dem Gärproduktlager „von unten“ durchgeführt, so sollte die Ankoppelungsstelle mit einem Doppelschieber und dazwischenliegender Abrisssicherung ausgestattet sein. Zwischen den beiden Schiebern sollte sich die Sollbruchstelle und die Entleerungsmöglichkeit der Saugleitung befinden.



Befüllung des Ausbringfasses mittels Saugrüssel:

Bewährt haben sich auch Ansaugstationen bei denen die Befüllung des Ausbringfasses bzw. Transportfasses mit einem Saugrüssel erfolgt.



OPTIMIERUNGSMÖGLICHKEITEN BESTEHENDER NAWARO-BIOGASANLAGEN



Dombefüllung des Ausbringfasses:

Die Zubringerleitung sollte neigbar sein und so gestaltet sein dass ein „Nachtropfen“ möglichst vermieden wird.



Einsatz eines Separators:

Die Beschickung des Separators sollte mit einer Pumpe beschickt werden die der benötigten Leistung entspricht.

9 EINSATZ VON ZUSATZSTOFFEN

Einsatz von Zusatzstoffen:

Der Einsatz von Zusatzstoffen sollte unbedingt von einer unabhängigen Beratung und Fermenteranalysen etc. begleitet werden.

Einsatz von Spurenelementen:

Ein Absinken der Gasbildung bei gleichbleibender Fütterung könnte auf einen Mangel an Spurenelementen beruhen. Es sollten nur Mischungen eingesetzt werden deren Inhaltsstoffe bekanntgegeben werden. Zudem kann bei bestimmten Ausgangssubstraten der Einsatz von Spurenelementen generell sinnvoll sein.

Einsatz von Enzymen:

Bei Auftreten von Schwimmdecken aufgrund rohfaserreicher Substrate kann der Einsatz von Enzymen Abhilfe schaffen.

Entschäumung:

Sollte es wider Erwarten zur Schaumbildung kommen so kann teilweise der Einsatz von Pflanzenölen helfen.

Einsatz von Schwefelbindnern:

Da stark saure Eisenlösungen Korrosionsschäden verursachen können ist deren Einbringung besonders zu beachten.

10 BIOLOGIE, PROZESSSTÖRUNG UND BEHEBUNG



Tägliche Sichtkontrolle:

Mit der täglichen Sichtkontrolle lassen sich optisch die biologische Aktivität und die Durchmischung sehr gut überprüfen



Wiederkehrende Analysen:

Aufgrund der biologischen Vielfalt hat jede Biogasanlage „spezifische biologische“ Parameter wie z.B.: Fettsäuremuster. Durch wiederkehrende Analysen können daraus Rückschlüsse auf Optimierungsmöglichkeiten bzw. aufkommende Störungen geschlossen werden.

Substratwechsel:

Rasche Substratwechsel führen oftmals zu biologischen Störungen und sollten daher vermieden werden.

Hemmstoffeintrag vermeiden:

Die Biologie der Biogasanlage reagiert auf eingetragene Hemmstoffe ebenso empfindlich wie jedwede andere Lebewesen. Der Eintrag von Hemmstoffen (Antibiotika etc.) sollte daher unbedingt vermieden werden. Vielfach führt geringfügiger Eintrag zur „schleichenden“ Leistungsminderung der Biologie und wird daher nicht erkannt.

