



Optimierungsleitfaden Biogas

Erfahrungsbericht, Maßnahmenempfehlungen und Optimierungspotentiale für Biogasanlagen in Österreich

November 2008



Das Projekt wurde im Rahmen der Programmlinie „Energiesysteme der Zukunft“ einer Kooperation des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie mit der Forschungsförderungsgesellschaft durchgeführt.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur Nutzung des Leitfadens	5
Optimierungspotential	6
Methodik	7
Haftungsausschluss	8
1 Optimierungspotential bei der Projektierung / Planung	9
1.1 Auswahl des Standortes der Biogasanlage	9
1.2 Auswahl des Planers	12
1.3 Auswahl des Anlagentyps	15
1.4 Anlagendimensionierung	17
1.5 Rührtechnik	19
1.6 Pumpen / Pumpstation	22
1.7 Rohrleitungen	24
1.8 Absperrrichtungen	25
1.9 Gasfackel	27
1.10 Gasmotor-BHKW	29
1.11 Gasspeicherung	32
1.12 Betriebsgebäude	34
1.13 Wärmenutzung	36
1.14 Zugangsmöglichkeiten	37
1.15 Elektrischer und thermischer Eigenbedarf	39
1.16 Anlagensicherheit	41
1.17 Fermenter	45
1.18 Anlieferung und Lagerung der Substrate	48
1.19 Einbringung der Substrate in den Fermenter	50
1.20 Entschwefelung und Entfeuchtung	52
1.21 Füllstandskontrolle	55
1.22 Abfüllung, Lagerung und Ausbringung des Fermentationsrückstandes	56
1.23 Hygienisierung	57
1.24 Störstoff- / Sedimentaustrag	58
1.25 Wiegeeinrichtung	59
1.26 Hilfsstoffe / Hilfsmaterialien	60

2	Optimierungspotential während Bau- und Inbetriebnahme	61
2.1	Fermenter	61
2.2	Betonbau.....	63
2.3	Beheizung der Fermenter und Regelung der Prozesstemperatur.....	65
2.4	Rührtechnik	68
2.5	Anlagensvisualisierung und Betriebsdatenerfassung	69
2.6	Messtechnik.....	72
2.7	Fermenterisolierung	74
2.8	Rohrleitungen.....	75
2.9	Elektroinstallationen.....	77
2.10	Anlagensicherheit	80
2.11	Zusammenwirken der beteiligten Professionisten	83
2.12	Anfahrbetrieb.....	85
3	Optimierungspotential während des laufenden Anlagenbetriebes	87
3.1	Anlieferung und Lagerung der Substrate	87
3.2	Einbringung der Substrate in den Fermenter.....	92
3.3	Entschwefelung und Entfeuchtung.....	94
3.4	Luft- / Biofilter.....	96
3.5	Gasspeicherung	98
3.6	Rührtechnik	100
3.7	Pumpen / Pumpstation	101
3.8	Abfüllung, Lagerung und Ausbringung des Fermentationsrückstandes	102
3.9	Hygienisierung	104
3.10	Störstoff- / Sedimentaustrag.....	105
3.11	Wiegeeinrichtung	106
3.12	Hilfsstoffe / Hilfsmaterialien.....	107
3.13	Anlagensicherheit	109
3.14	Laufende Prozesskontrolle	111
3.15	Bedienungsaufwand für laufenden Betrieb.....	114
3.16	Homogenisierung.....	116
3.17	Verfügbarkeit der Anlage	117
3.18	Regulärer Anlagenbetrieb	119
3.19	Wartung der Anlage	122
3.20	Organisatorische Maßnahmen.....	124

Schlussfolgerungen und Empfehlungen	126
Impressum/ Autoren	130
Literatur	131

Vorwort zur Nutzung des Leitfadens

Der Optimierungsleitfaden richtet sich insbesondere an die Zielgruppen

- Biogasanlagenplaner
- Bauteillieferanten
- Projektentwickler für Biogasanlagen
- Biogasberater
- Forschungseinrichtungen
- Betreiber von Biogasanlagen

mit dem Ziel den ohnehin bereits hohen technologischen Standard von österreichischen Biogasanlagen weiter zu verbessern und von den Erfahrungen bereits realisierter Anlagen und Projekten zu lernen.

Es soll in diesem Zusammenhang jedoch klar darauf hingewiesen werden, dass der vorliegende Optimierungsleitfaden keinesfalls ein Ersatz für einschlägige Gesetze, Normen und Richtlinien sowie Sicherheitsvorschriften betreffend dem Bau und Betrieb von Biogasanlagen ist.

Im „**Optimierungsleitfaden Biogas**“ sind sämtliche Optimierungsmaßnahmen angeführt, die auf Basis von Erfahrungen bei der Planung, Errichtung und im laufenden Betrieb einer Biogasanlage erarbeitet wurden. Das Optimierungspotential von Biogasanlagen in Österreich resultiert aus zahlreicher Interviews und Workshops mit Anlagenbetreibern, Planern und Bauteillieferanten. Somit stellt der vorliegende Optimierungsleitfaden einen Erfahrungsbericht bezüglich der im Rahmen der Planung, Errichtung und im laufenden Betrieb von Biogasanlagen aufgetretenen Fehlern und den daraus ableitbaren Optimierungspotentialen dar. Dementsprechend dient dieser Leitfaden zur Sammlung und praxisnahen Vermittlung von Know-How der österreichischen Biogasbranche, ist aber keine vollständige Auflistung von Fehlern und Optimierungsmaßnahmen im Umfeld von Biogasanlagen. Es erfolgt hier bewusst keine Unterscheidung nach der Größe der Biogasanlage oder Art der eingesetzten Rohstoffmischungen (Energiepflanzen, biogene Reststoffe, etc.). Dem Leser des Optimierungsleitfadens obliegt die Entscheidung ob der angeführte Themenschwerpunkt für seinen individuellen Anwendungsfall relevant ist.

Der vorliegende Optimierungsleitfaden versteht sich darüber hinaus als ein Hilfsmittel, jedoch nicht als Ersatz, für die erforderlichen einschlägigen Ausbildungen um kompetent und fachgerecht Biogasanlagen planen, bauen und betreiben zu können.

Optimierungspotential

Zu Beginn jedes Themenbereiches wird das Optimierungspotential erörtert. Dabei wird dieses in Stufen von gering (1 Stern) über mittel (2 Sterne) bis hoch (3 Sterne) dargestellt, je nachdem wie hoch die Relevanz der Optimierungsmaßnahmen, auf die Planung, den Bau und den laufenden Betrieb einer Biogasanlage basierend auf dem derzeitigen Stand der Technik ist (aus Sicht der Autoren 2008).

Das Potential zur Verbesserung der Technologie bzw. der Maßnahmen für einen Bereich wird als **HOCH** eingestuft, wenn der angeführte Themenbereich für eine hohe Qualität der Biogasanlage und des Anlagenbetriebes besonders wichtig ist und Erfahrungen von bereits realisierten Anlagen zeigen, dass noch ein großes Verbesserungspotential vorhanden ist.

Das Optimierungspotential wird für einen Bereich als **MITTEL** eingestuft, wenn die Technologie in diesem Themenbereich grundsätzlich sehr gut entwickelt ist, Erfahrungen aus der Praxis jedoch zeigen, dass zwar noch großes Verbesserungspotential vorhanden ist, diese Verbesserungen aber nicht wesentlich zu einem besseren Biogasanlagenbetrieb beitragen.

Das Potential zur Verbesserung der Technologie bzw. der Maßnahmen wird für einen Bereich als **GERING** eingestuft, wenn der angeführte Themenbereich bereits sehr gut entwickelt ist oder mittelfristig nicht zu einer wesentlichen Verbesserung der Biogastechnologie beiträgt.

Danach erfolgt eine Detailbeschreibung der in der Praxis aufgetretenen Fehler und der Optimierungsmaßnahmen um diese Fehler zu vermeiden. Diese Maßnahmen beruhen insbesondere auf den Praxiserfahrungen der Praktiker und Experten.

Methodik

Nach einer kurzen Vorbereitungsphase wurden je ein Workshops mit Biogasanlagenbetreibern und ein Workshop mit Planern und Komponentenlieferanten durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Workshops wurden bei der Erstellung von Interview-Fragebögen sowie im vorliegenden Optimierungsleitfaden integriert. Weiters wurden auch Erkenntnisse aus bereits durchgeführten bzw. noch laufenden Projekten wie „Gütesiegel Ökogas“ (IFA Tulln), „Best Biogas Practise“ (PROFACTOR) und „Monitoring moderner Biogasanlagen samt verfahrenstechnischer Bilanzierung und Prozessbewertung als Basis für eine zukünftig verbesserte Anlagenplanung sowie eine optimierte Betriebsweise bestehender Anlagen“ (BIOS) bei der Erstellung des Fragebogens berücksichtigt.

Auf Basis der Workshopergebnisse und anhand des erstellten Fragebogens wurden anschließend Interviews mit ausgewählten Betreibern, Planern, Herstellern von Biogasanlagen und Komponentenlieferanten in Österreich (Steiermark, Salzburg, Burgenland, Oberösterreich und Niederösterreich) durchgeführt, um deren praktische Erfahrungen einfließen zu lassen.

Aus der Auswertung aller Gespräche, der Erfahrungen des Projektteams und der Bewertung der Ergebnisse entstand der vorliegende Optimierungsleitfaden. Darin sind auf Basis von in der Praxis aufgetretenen Fehlern mögliche Gegen- bzw. Optimierungsmaßnahmen zur zukünftigen Vermeidung dieser Fehler erarbeitet worden.

Nachdem Fehler und Optimierungsmaßnahmen verschieden großen Einfluss auf Planung, Bau und Betrieb einer Biogasanlage haben, wurde für jeden Themenbereich eine Bewertung des Optimierungspotentials durchgeführt. Die ausgewerteten Ergebnisse wurden im Rahmen eines weiteren Experten-Workshops mit in- und ausländischen Biogasexperten diskutiert und in den Optimierungsleitfaden eingearbeitet.

Insgesamt waren etwa **50 Praktiker und Biogasexperten** aus dem In- und Ausland in die Erstellung des Optimierungsleitfadens eingebunden.

Der Optimierungsleitfaden ist grundsätzlich in drei Hauptgruppen unterteilt, nämlich Planung und Projektierung, Bau- und Inbetriebnahme und den laufenden Anlagenbetrieb. Die einzelnen Themenbereiche sind den jeweiligen Hauptgruppen zugeordnet. Manche Themenbereiche sind für mehrere Hauptgruppen relevant und wurden den drei Hauptgruppen entsprechend zugeordnet.

Haftungsausschluss


Der vorliegende Optimierungsleitfaden ist kein Ersatz für einschlägige Gesetze, Normen und Richtlinien sowie Sicherheitsvorschriften betreffend dem Bau und Betrieb von Biogasanlagen.

Die Anwendung und Nutzung dieses Optimierungsleitfadens liegt ausschließlich im Verantwortungsbereich des Lesers. Haftungsansprüche gegen die Autoren, welche sich auf Schäden materieller oder ideeller Art beziehen, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung dieses Optimierungsleitfadens verursacht werden, sind grundsätzlich ausgeschlossen, sofern seitens der Autoren kein nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden vorliegt.

Die bereitgestellten Informationen in diesem Optimierungsleitfaden erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit und sind ohne Gewähr.

1 Optimierungspotential bei der Projektierung / Planung

1.1 Auswahl des Standortes der Biogasanlage

<p>Optimierungspotential</p> <p>Die geeignete Auswahl des Standortes hat sehr großen Einfluss sowohl auf die Wirtschaftlichkeit als auch auf den laufenden Anlagenbetrieb. Vor allem die den Bereiche Wärmenutzung, Zufahrtswege und geographische Lage (Entfernung zu Wohngebiet, Entfernung zu nächsten Tierhaltungsbetrieben, Entfernung zu Rohstoff- und Düngeflächen) sind gründlich zu überlegen. Es ist somit hohes Optimierungspotential gegeben und daher auch entsprechend Wert auf eine sinnvolle Standortwahl zu legen.</p>	 <p>hoch</p>
--	---

<p><u>Geografische Lage und Bodenqualität des Anlagenstandortes</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die geografische Lage und Bodenqualität des Grundstücks auf dem die Anlage errichtet werden soll, ist ungeeignet (z.B. starke Hanglage, schmales langes Grundstück, zu gering tragfähiger Boden, Hochwassereinfluss).</p> <p>Es erfolgt keine optische Integration der Biogasanlage in das umliegende Landschaftsbild.</p> <p>Der Standort befindet sich in einem Wasserschutz- und Schongebiet, bzw. es wird die Ausbringung des Fermentationsrückstands aufgrund vorhandener hoher Boden-/Wasserbelastungen erschwert oder untersagt.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Zur Sicherstellung der Wahl eines geeigneten Standorts einer Anlage sollte der Planer diesen in jedem Fall bewerten, da er in den meisten Fällen über eine entsprechende Erfahrung auf diesem Gebiet verfügt (siehe auch Abschnitt 1.2 Auswahl des Planers), wodurch später Überraschungen bei der Genehmigung und Errichtung, aber auch während des Betriebs vermieden werden können. Dabei empfiehlt sich ein möglichst flaches Grundstück mit rechteckiger Grundfläche, welches groß genug ist, um die Substratlagerung, die Fermenter und etwaige Peripherie sowie das Betriebsgebäude sinnvoll anordnen zu können. Um eine Erweiterung nicht von Anfang an auszuschließen, sollte eine entsprechende Möglichkeit bestehen, zusätzliche an die Anlage angrenzende Flächen nutzen zu können. Weiters ist auch die Region in der die Anlage errichtet werden soll von Relevanz (z.B. Boden- oder Wasserschutzgebiet), da diese eine Genehmigung mit vielen Auflagen nach sich ziehen können und den Betrieb der Anlage erschweren können.</p> <p>Um eine optisch verträgliche Integration der Biogasanlage in die Landschaft sicher zu stellen, sollten die standortrelevanten Gegebenheiten (z.B. Baumbewuchs, natürlicher Erdwall, etc.) genutzt werden um die Anlage bestmöglich in die umliegende Landschaft zu integrieren.</p>	

<p><u>Abstand der Anlage zu den nächsten Anrainern</u></p>	<p>Beschreibung Durch zu geringen Abstand zum nächsten Anrainer (Wohnsiedlung) ergeben sich Belästigungen der Anrainer auf Grund von Geruchsbelastung und/oder Lärmbelastung sowie durch den Transport der Substrate und des Fermentationsrückstands.</p>
<p>Maßnahmen Als wesentlicher Punkt sollte die Entfernung zum nächsten Anrainer berücksichtigt werden, um eventuell mögliche Geruchs- und Lärmbelästigungen zu vermeiden. Die Reaktion der Anrainer hängt grundsätzlich von deren Einstellung zum Thema Biogas, deren Wissen darüber und natürlich den klimatischen und geografischen Rahmenbedingungen ab. Um Konflikte zu vermeiden, sollte der Kontakt zu den Anrainern schon frühzeitig erfolgen. Dazu kann zur Unterstützung auch auf bereits vorhandene Kommunikationskonzepte zurückgegriffen werden (http://www.lea.at/de/download/Kommunikationsratgeber.pdf). Als gut geeignet können daher Standorte am Rand von Siedlungsgebieten (mit mindestens 300 m Entfernung) bezeichnet werden.</p>	

<p><u>Abstand der Anlage zum nächsten Tierhaltungsbetrieb</u></p>	<p>Beschreibung Durch unzureichende Entfernung der Biogasanlage zum nächsten Tierhaltungsbetrieb ergeben sich auf Grund der EU-Hygieneverordnung (TNP 1774/2002) beim Einsatz tierischer Nebenprodukte Probleme bei der Genehmigung der Anlage.</p>
<p>Maßnahmen Bei der Wahl des Anlagenstandorts sind auch die Abstände zu den nächstgelegenen Tierhaltungsbetrieben zu beachten. Beim Einsatz von Substraten die der EU-Hygieneverordnung unterliegen, sollte unbedingt ein ausreichender Schutzabstand zu Tierhaltungsbetrieben eingehalten werden. Eventuell nötige bauliche Maßnahmen sowie ausreichende Abstände sollten in Absprache mit dem Amtstierarzt festgelegt werden.</p>	


<p><u>Entfernung zu den Anbauflächen</u></p>	<p>Beschreibung Die Entfernung zu den Rohstoffflächen (Substrattransport und Fermentationsrückstandsabfuhr) ist zu groß worunter in weiterer Folge auch die Wirtschaftlichkeit der Anlage leidet.</p>
<p>Maßnahmen Die Entfernung der Anlage zu den Anbauflächen (landwirtschaftliche Anlagen) bzw. der Transportwege für Abfallanlagen sollte speziell berücksichtigt werden, da die Substrate zur Anlage hin bzw. der Fermentationsrückstand von der Anlage weg transportiert werden muss. Auch sollte die Verfügbarkeit entsprechender Flächen für den Anbau und die Ausbringung berücksichtigt werden. Kann der Fermentationsrückstand als Dünger verkauft werden, verändern sich auch die Rahmenbedingungen hinsichtlich der empfohlenen Entfernung der Rohstoffflächen, die für eine kostenlose Abgabe des Fermentationsrückstands (frei ab Anlage) bei < 10 km liegen sollte.</p>	

<u>Wärmeabnehmer</u>	<p>Beschreibung</p> <p>Der geplante Standort bietet keine oder nur geringe Möglichkeiten der Wärmenutzung (siehe auch Abschnitt 1.13 Wärmenutzung)</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Den wichtigsten Punkt hinsichtlich des Standortes stellt, bei der Nutzung des produzierten Biogases in einem Gasmotor (derzeit überwiegend eingesetztes Gasverwertungskonzept), eine entsprechende Wärmenutzung dar. Aus wirtschaftlicher Sicht kann für österreichische Anlagen eine Nutzung durch Fern- oder Prozesswärmeabnehmer (z.B. Trocknungsanlage) empfohlen werden. Klein-ORC-Anlagen zur Abwärmenutzung von BHKWs sind derzeit in Entwicklung, wobei bereits erste Demonstrationsanlagen (in Deutschland) in Betrieb gegangen sind. Solche ORC-Anlagen könnten für BHKWS ab einer Leistung von rund 500 kW_{el} (eventuell auch darunter) zur Abwärmenutzung eingesetzt werden, wobei jedoch die Situation hinsichtlich Ökostromeinspeisetarif für den mittels ORC produzierten Strom in Österreich unklar ist. Bei der Auswahl des Standortes der Biogasanlage sollte jedenfalls speziell auf mögliche Wärmeabnehmer Rücksicht genommen werden.</p>	

<u>Zufahrtsmöglichkeiten</u>	<p>Beschreibung</p> <p>Der geplante Standort verfügt nur über schlechte Zufahrtsmöglichkeiten, woraus sich für den Transport der Substrate und des Fermentationsrückstands Probleme ergeben (Straßenzustand, Straßenbreite, Wendemöglichkeit, Durchfahrt durch Siedlungen).</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Es sollte eine entsprechende Anbindung an das Straßennetz vorhanden sein, die neben der erforderlichen Straßenbreite einen guten Straßenzustand und eine Wendemöglichkeit (wenn nicht bei der Anlage vorhanden) auch für LKW oder Traktoren mit Anhängern (je nach Substrateinsatz) aufweist.</p>	

<u>Infrastruktur</u>	<p>Beschreibung</p> <p>Der geplante Standort verfügt nicht über die nötige Infrastruktur die für einen effizienten und reibungslosen Betrieb der Anlage erforderlich ist (Wasser-, Telefon- (ISDN), evt. Kanalanschluss, Straßenanbindung).</p> <p>Die Strom-Netzanbindung des geplanten Standortes ist nicht geeignet die Leistung der Anlage aufzunehmen.</p> <p>Für eine Erweiterung der Anlage sind keine zusätzlichen Grundstücksflächen vorhanden, und es fehlt die Infrastruktur (Netzanbindung elektrisch/thermisch/Gas), Substrate ...</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Neben vorhandener Infrastruktur wie Straßenanbindung, Wasser- und Telefonanschluss (ISDN), ist evtl. auch ein Kanalanschluss erforderlich (wenn der Anlagenbetrieb eine Betriebsstätte begründet). Weiters muss das Stromnetz, in welches eingespeist wird, auch über die entsprechend erforderlichen Kapazitäten verfügen (auf Erweiterungsmöglichkeiten achten – vertraglich absichern), um die eingespeiste Energiemenge aufnehmen zu können, ohne teure Umrüstungs- bzw. Erweiterungskosten in Kauf nehmen zu müssen.</p>	

1.2 Auswahl des Planers

<p>Optimierungspotential Die Wahl eines geeigneten Planers, welcher sich durch große Erfahrung, entsprechende Referenzprojekte und Geschick im Umgang mit den betroffenen Behörden auszeichnet, hat sehr großen Einfluss auf die Funktionsweise und Funktionssicherheit einer Anlage. Die Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass die Auswirkungen einer nicht optimalen Planung tagtäglich im laufenden Anlagenbetrieb zu spüren sind und nachträglich oft nicht mehr geändert werden können. In diesem Zusammenhang soll auch die Funktion des Planers als Kontrollorgan der Qualität, der Kosten und der terminlichen Abfolge der Ausführung (z.B. durch Generalunternehmer) angeführt werden, welche eine wichtige Aufgabe ist. Das Optimierungspotential bei der Auswahl des Planers wird als hoch eingestuft.</p>	 hoch
---	---

<p><u>Dokumentation</u></p>	<p>Beschreibung Keine oder eine nur unvollständige Dokumentation der durchgeführten Arbeiten (E-Technik, Rohrleitungsplan) und ausgeführten Anlagen verursachen hohe Kosten bei späteren Änderungen und Anlagenstillständen (Fehlersuche).</p>
<p>Maßnahmen Um Fehler im Störfall schneller beheben zu können, ist eine umfangreiche Dokumentation der einzelnen Gewerke / ausgeführten Anlagenteile (z.B. Rohrleitungsplan, E-Technik-Plan) erforderlich. Der genaue Umfang der Dokumentation sollte bereits im Zuge der Ausschreibung und Beauftragung klar definiert werden.</p>	

<p><u>Betreuung durch den Planer im Betrieb</u></p>	<p>Beschreibung Mangelnde Erfahrung und Wissen auf dem Gebiet der Biologie führen dazu, dass für den Planer die Betreuung nach der Abnahme der Anlage endet.</p>
<p>Maßnahmen In Bezug auf den laufenden Betrieb wäre eine Betreuung durch den Planer wünschenswert, die auch die Biologie und diesbezügliche Fragen einschließt, da gerade der Planer die Vorgänge in der Anlage verstehen sollte, um seine Planung und den nachfolgenden Betrieb optimieren zu können. Um eine weiterführende Begleitung (Anlagenmonitoring) zu erreichen, sollte diese bei Vertragsabschluss explizit vereinbart und definiert werden.</p>	


<u>Schnittstellen und Planungsumfang</u>	Beschreibung Durch mangelhafte Koordination entstehen Missverständnisse betreffend der Schnittstellen und des Planungsumfanges, wodurch einerseits erhöhte Kosten entstehen und andererseits der Zeitplan nicht eingehalten werden kann.
<u>Haftungsbereich</u>	Beschreibung Durch mangelhafte Abstimmung der Planung und Ausführung ist der Haftungsumfang der betroffenen Unternehmen unklar.
Maßnahmen Um mangelhafte Koordination, Probleme bei der Schnittstellendefinition, Abweichungen vom aufgestellten Zeitplan, eine unvollständige Dokumentation der Anlage sowie unklare Haftungsbereiche ausschließen zu können, empfiehlt sich für die Planung und Errichtung neben einer Ausschreibung der Anlage die Beauftragung eines kompetenten Planers, der neben einer fachlich fundierten Ausbildung auch über nachweisbare und nachvollziehbare Grundlagenkenntnisse verfügt. Die beste Lösung stellt ein erfahrener, kompetenter Planer dar, der das Gesamtprojekt koordiniert und für die klar definierten Schnittstellen zu den einzelnen Gewerken (samt Funktionsgarantien) sowie die Definition des Liefervertrags verantwortlich ist. Dies verursacht zwar zusätzliche Planungskosten, als ein in Eigenverantwortung koordiniertes Projekt, jedoch zeigt sich, wie viele der gut funktionierenden Anlagen beweisen, im Fall der Abstimmung der Komponenten und auch der Haftungsfragen, dass sich eine professionelle Planung über die Jahre gesehen günstiger erweist. Es soll damit aber nicht ausgeschlossen werden, dass bei entsprechendem Know-how und Engagement des Betreibers durch eigene Koordinationsleistung Probleme vermieden werden können. Einige Praxisbeispiele belegen diesen Umstand. In beiden Fällen sollten jedoch unbedingt Funktionsgarantien der Hersteller und Lieferanten eingefordert werden, um im Problemfall abgesichert zu sein. Der Biogasanlagenbetreiber sollte mehr Zeit für den eigenen Wissensaufbau und die Planerwahl verwenden. Gut geschulte Bauherren bzw. Betreiber fordern den Planer mehr, sodass gemeinsam mit dem Planer eine geeignete Lösung erarbeitet werden kann.	

<u>Wirtschaftlichkeitsberechnung</u>	Beschreibung Eine übertrieben positiv angenommene Entwicklung (z.B. Zinsen, Substratpreise) bzw. nicht berücksichtigte Parameter verfälschen die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Anlage. Anmerkung: die Wirtschaftlichkeitsberechnung ist keine klassische Planeraufgabe. Erstellt der Planer aber auch eine Wirtschaftlichkeitsberechnung ist dieser selbstverständlich auch für das Ergebnis der Berechnung verantwortlich.
Maßnahmen Um feststellen zu können, ob eine Wirtschaftlichkeitsrechnung praxisnah ist oder nicht, sollten sowohl die Eingabedaten als auch die Ergebnisse der Berechnung kritisch hinterfragt werden und gegebenenfalls eine dritte Meinung eingeholt werden (etwa bei Beratungsstellen wie der LEA Oststeiermark, ARGE Kompost & Biogas, Landwirtschaftskammern, NOEST Netzwerk Ökoenergie Steiermark etc.)	

<u>Problemlösungskapazität des Planers</u>	Beschreibung Der beauftragte Planer verfügt nicht über eine ausreichende Problemlösungskapazität auf Grund fehlender Erfahrung (keine ausreichenden Referenzen)
---	---

<p><u>Mangelnde Erfahrung, keine Referenzen</u></p>	<p>Beschreibung Aufgrund des Biogasbooms der letzten Jahre stieg auch die Anzahl der Planer, die die Planung von Biogasanlagen anbieten, ohne über derartige Erfahrung zu verfügen, wodurch grundlegende Planungsfehler passiert sind und nicht Substrat konforme Anlagensysteme, angeboten und realisiert wurden. Im Extremfall werden neue Technologien „ausprobiert“ und die Biogasanlage wird ohne Wissen des Betreibers zu einer „Versuchsanlage“.</p>
<p><u>Planerinteresse an Weiterentwicklung, Implementierung von technischen Neuentwicklungen</u></p>	<p>Beschreibung Planer hat personelle Kapazitätsprobleme (volle Auftragsbücher) und daher kein Interesse an eine Investition in Weiterentwicklung. Keine spezifische Auslegung auf das jeweilige Substrat bzw. deren Anforderungen an die Technologie durch den Planer; es erfolgt keine Implementierung von technischen Neuentwicklungen (keine spezifische Auslegung auf das jeweilige Substrat bzw. deren Anforderungen an die Technologie).</p>
<p><u>Detailplanung</u></p>	<p>Beschreibung Detailplanung wurde mangelhaft und nicht rechtzeitig erstellt.</p>
<p><u>Kenntnis über Gesetze und Regelungen</u></p>	<p>Beschreibung Aufgrund der unterschiedlichen gesetzlichen Regelung der Bundesländer hinsichtlich Genehmigung und der geringen Erfahrung des Planers entstehen unnötige Reibungsverluste zwischen Planer und Genehmigungsbehörde.</p>
<p>Maßnahmen Zusammenfassend kann für die geeignete Auswahl des Anlagenplaners festgehalten werden, dass dieser auf jeden Fall über die entsprechenden Fachkenntnisse (Verfahrenstechnik, Energietechnik, Maschinenbau, Biologie, usw.) auf dem Gebiet der Planung von Biogasanlagen verfügen sollte, wobei Referenzprojekte von Vorteil sind. Daneben sollte der Planer mit der rechtlichen Lage im jeweiligen Bundesland vertraut sein, was sich etwa durch bereits abgewickelte Genehmigungsverfahren und Behördenverhandlungen nachweisen lässt. Ein Planer sollte neben dem unbedingt erforderlichen Fachwissen auch entsprechende Kapazitäten zur Lösung von Problemen bei der Planung und Abwicklung von Projekten mitbringen. Dazu sollte der Planer über eine ausreichende Anzahl von Mitarbeiter verfügen (Personalverstärkung) und Referenzen bzgl. der Koordination und Abwicklung von größeren Projekten mitbringen. Um eine dem Stand der Technik entsprechende Biogasanlage zu errichten und diese auf das jeweilige Substrat und die allgemeinen Rahmenbedingungen anpassen zu können, sollte der Planer auch Referenzen im Forschungs- und Entwicklungsbereich aufweisen können bzw. über Zugang zu entsprechenden wissenschaftlichen Einrichtungen verfügen. Um eine fristgerechte Ausführung der Detailplanung sicherzustellen sollten Verträge, die entsprechende Fristen und eventuell auch Pönalen enthalten, mit dem Planer abgeschlossen werden. Generell sollte auf eine genaue und sorgfältige Planung Wert gelegt werden. Dies sollte höhere Priorität haben als eine möglichst frühe Inbetriebnahme der Anlage da sich Planungsfehler während der gesamten Nutzungsdauer der Biogasanlage negativ auf den Betrieb der Anlage auswirken. Wie bereits erwähnt, sollten Biogasanlagen immer an den jeweiligen Anwendungsfall, insbesondere den gegebenen Rahmenbedingungen und die eingesetzten Substrate angepasst werden. Der Bauherr bzw. der Betreiber sollte sicherstellen, dass der Planer über ausreichende Ressourcen (Personal und Infrastruktur) verfügt und auch Interesse daran hat, jedes Projekt individuell anzupassen und weiterzuentwickeln.</p>	

1.3 Auswahl des Anlagentyps

<p>Optimierungspotential Die richtige Auswahl des Anlagentyps beeinflusst die Wirtschaftlichkeit und den laufenden Betrieb sehr stark und sollte daher schon in der Planungsphase sorgfältig überlegt bzw. auf die geplanten Substrate abgestimmt werden. Nur auf diese Weise können hohe Effizienz bzw. Abbaugrade und somit gute Gasausbeuten erreicht werden, was sich in der Wirtschaftlichkeit der Anlage widerspiegelt. Die Auswahl des Anlagentyps ist eine grundlegende Entscheidung in der Planungsphase einer Biogasanlage und ist dementsprechend von großer Relevanz für den weiteren Erfolg einer Biogasanlage. Das Optimierungspotential wird als hoch eingestuft.</p>	 hoch
---	---

<u>Fermentertyp</u>	<p>Beschreibung Der Fermentertyp wurde nicht auf das Substrat abgestimmt, welches den Typ und die Größe vorgibt, wodurch die Fermentation nicht optimal funktioniert. Bei abfallverwertenden Anlagen treten Probleme durch unzureichende Aufbereitung auf. Bei NAWARO-Anlagen ist der Anlagentyp nicht auf den hohen Fasergehalt abgestimmt.</p>
<u>Fermentationsverfahren</u>	<p>Beschreibung Aus Kostengründen wird auf eine serielle Verschaltung von 2 Fermentern (Haupt- und Nachfermenter) verzichtet was in weiterer Folge zu einer Einschränkung des Fermentationsprozesses bzw. der Gasausbeute führt.</p>
<u>Fermentertemperatur</u>	<p>Beschreibung Die Fermentertemperatur ist für die eingesetzten Substrate ungeeignet.</p>
<u>TS-Gehalt im Fermenter</u>	<p>Beschreibung Der TS-Gehalt im Fermenter ist zu hoch, was je nach Viskosität der Substrate zu Problemen mit den Rührwerken (Ausfall bzw. Wirkungslosigkeit) führen kann.</p>
<u>Faulraumbelastung</u>	<p>Beschreibung Die Faulraumbelastung ist zu hoch, die Gärung wird gehemmt bzw. es wird nur ein schlechter Ausgärgrad erreicht.</p>
<p>Maßnahmen Die Auswahl des Fermentertyps ist eine sehr wichtige Entscheidung welche der Betreiber gemeinsam mit dem Planer der Biogasanlage zu treffen hat. Grundsätzlich stehen folgende Systeme zur Auswahl (Auszug): Unterscheidung nach Art der Durchmischung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • voll durchmischte Behälter (Rührkessel): Durchmischung mittels schnell oder langsam laufenden Rührwerken, hydraulische Durchmischung mittels Gas oder Flüssigkeit • Pfropfenströmung • Perkolatanlagen 	

Unterscheidung nach mikrobiologischen Gesichtspunkten:


- 1-stufig (Hydrolyse und Methangärung erfolgen simultan in einem Behälter)
- mehrstufig (mikrobiologischer Voraufschluss und nachfolgende Methangärung)

Zusätzlich sind thermische- oder mechanische Verfahren zur Substrataufbereitung möglich. Die Auswahl des Fermentertyps und dessen Größe bzw. des entsprechenden Verfahrens sollte unbedingt auf die eingesetzten Substrate abgestimmt werden, um einen optimierten Betrieb zu ermöglichen und gute Abbaugrade und Gasausbeuten erreichen zu können. Dabei sollte unbedingt auf eine geeignete Aufbereitung des Substrates und mögliche problematische Eigenschaften von Substraten wie z.B. ein hoher Faseranteil oder ein hoher Störstoffanteil geachtet werden. Weiters muss unbedingt auch auf eine entsprechende Verweilzeit und Raumbelastung geachtet werden, die in Abhängigkeit der eingebrachten Mengen und Zusammensetzung der Substrate den TS-Gehalt im Fermenter beeinflusst. Da Kennwerte stark von den Anlagensystemen und den Substraten abhängen, kann z.B. für Anlagen mit NAWARO's als Einsatzstoff ein günstiger Bereich von 50 – 90 Tagen für die Verweilzeit, eine Raumbelastung (bezogen auf das Volumen des entsprechenden Fermenters) von 2-4 (kg oTS/m³/d) sowie ein TS-Gehalt im Fermenter < 12% empfohlen werden. Die Verweilzeit bezieht sich auf die Summe der Flüssigkeitsvolumina der gasdicht ausgeführten Behälter. Die tatsächlichen Betriebsparameter müssen jedoch entsprechend des vorliegenden Anlagenkonzeptes und der eingesetzten Substraten für jede Biogasanlage individuell festgelegt werden. Um eine gute Gasausbeute und hohe Abbaugrade zu erreichen, kann erneut in Abhängigkeit der eingesetzten Substrate eine mehrstufige Anlage (z.B. mit Hydrolysestufe) von Vorteil sein, die eine bessere Einstellung des für die einzelnen Vergärungsstufen erforderlichen Milieus erlaubt. Dadurch kann der Abbaugrad in Abhängigkeit des Substrats verbessert werden.

<p><u>Verweilzeit</u></p>	<p>Beschreibung Die Verweilzeit wurde zu gering (d.h. ohne Biomasserückhaltung kleiner als 7 – 10 Tage) gewählt, wodurch nicht ausreichend Zeit für den mikrobiologischen Abbau des Substrates vorhanden ist. Weiters werden dadurch eventuell mehr Mikroorganismen aus dem Fermenter ausgetragen als nachgebildet werden. Die Folge sind eine geringe Gasausbeute, erhöhte Geruchsemissionen aus dem Endlager und ein wirtschaftlicher Verlust.</p>
<p>Maßnahmen Um für eine ausreichende Bildung von Mikroben im Fermenter zu sorgen, sollte bei Anlagen mit Verweilzeiten unter 20 Tagen ein entsprechender Biomasserückhalt bzw. Biomasserückführung vorgesehen werden.</p>	

<p><u>„Billig-Bauweise“</u></p>	<p>Beschreibung Hohe Wartungs- und Betriebsmittelkosten und kurze Standzeiten durch fehlende Anlagenausrüstung; schlechte Qualität von Anlagenkomponenten und nicht für den Anwendungsfall geeignete Materialien;</p>
<p>Maßnahmen Eine „Billigbauweise“ von Biogasanlagen bringt zwar eine Reduktion der Investitionskosten, kann aber zu erheblichen Problemen und dementsprechend deutlichen Mehrkosten beim Betrieb der Anlage führen. Einsparungsmaßnahmen sollten nicht auf Kosten der Qualität und Sicherheit der Anlage durchgeführt werden und deswegen vorher auf mögliche Auswirkungen auf den Anlagenbetrieb geprüft werden. „Billigangebote“ sollten hinsichtlich Mess- und Regeltechnik, Sicherheit, Wirkungsgrad und Verfügbarkeit kritisch hinterfragt werden.</p>	

1.4 Anlagendimensionierung


<p>Optimierungspotential</p> <p>Das Optimierungspotential für den Bereich der Unterdimensionierung von Anlagen bzw. Anlagenkomponenten wird als mittel eingestuft da diese relevante Auswirkungen auf den laufenden Anlagenbetrieb hat und nach der Realisierung der Anlage nicht mehr geändert werden kann. Eine Überdimensionierung der Anlage bzw. von Anlagenkomponenten hat nur geringfügige Auswirkungen auf den laufenden Anlagenbetrieb. Die Investitionskosten können sich dadurch aber erhöhen, wodurch die Wirtschaftlichkeit der Anlage verschlechtert wird. Somit sollte eine unnötige Überdimensionierung der Anlage vermieden werden.</p> <p>Durch die Beauftragung erfahrener Planer, welche bei Bedarf entsprechende Vorversuche durchführen, kann eine optimale Auslegung der Anlagengröße erreicht werden (siehe auch Abschnitt 1.2 Auswahl des Planers).</p>	 mittel
---	---

<p><u>Gasausbeute</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die Anlage wurde nicht auf die eingesetzten Substrate abgestimmt, die erzielbare Gasausbeute ist daher zu gering, um die geforderte Leistung zu erreichen.</p>
<p><u>Anordnung/Verschaltung der Anlagenkomponenten</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Durch die schlechte Anordnung und fehlende Abstimmung der Anlagenkomponenten kommt es zu Kurzschlussstrecken, wodurch die Verweilzeit des Substrates in der Anlage nicht eingehalten wird.</p> <p>Die Bauteilanordnung ergibt keinen sinnvollen Fluss (z.B. Entfernung Vorratslager – Einbringung, Situierung Vorratslager – Zufahrt) und die Bauteile werden ungünstig zueinander aufgestellt. Daraus resultierend entstehen teilw. zu lange Fahrwege auf der Anlage und große Leitungslängen.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Um eine zu geringe Gasausbeute zu vermeiden, werden schon im Vorfeld Gärversuche mit den geplanten Substraten empfohlen, um den Bereich der möglichen und der maximalen Gasausbeute erkennen zu können. Wird aufgrund einer zu geringen Faulraumbelastung eine zu geringe Gasausbeute erzielt, kann diese unter Berücksichtigung der ebenfalls in Abschnitt 1.3 angeführten Richtwerte erhöht werden, um die Gasproduktion zu steigern.</p> <p>Insbesondere bei der Anordnung der Hauptkomponenten einer Biogasanlage (z.B. Vorgrube, Fermenter, Substratlager, Substrateinbringung, Fermentationsrückstandslager usw.) soll auf ausreichende Zufahrtsmöglichkeiten und möglichst kurze Wege bei der Bewirtschaftung der Anlage sowie kurze Rohrleitungslängen geachtet werden.</p> <p>Zur Vermeidung von Kurzschlussstrecken im Fermenter ist eine geeignete Anordnung der Rührwerke, Überläufe und der Substrateinbringung vorzusehen, die, je nach Anlage, unterschiedlich ausfallen kann.</p> <p>Generell sollte während der Planung die technisch sinnvolle hydraulische Verschaltung der Anlagenkomponenten geprüft werden.</p>	

<u>Anlagengröße allgemein</u>	<p>Beschreibung</p> <p>Für die gewählte Anlagengröße müssen die Substrate über weite Entfernungen heran und der Fermentationsrückstand wieder weg transportiert werden.</p>
<u>Volumendimensionierung</u>	<p>Beschreibung</p> <p>Das Volumen eines oder mehrerer Behälter (Vorgrube, Fahrsilo, Fermenter, Endlager) wurde falsch dimensioniert, wobei sich zu geringe Volumina durch Problemen im Betrieb (Raumbelastung, Verweilzeit, Lagervolumen) und zu hohe Volumina in Form von erhöhten Investitionskosten auswirken.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Primär sollten bei der Auswahl der Anlagengröße die verfügbaren Substrate bzw. die vorhandenen Flächen für die Fermentationsrückstandsabfuhr berücksichtigt werden, da die Entfernung eine wesentliche Rolle hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit der Anlage spielt. Um die geplante Biogasanlage richtig dimensionieren zu können, sollten alle in Betracht kommenden Substrate hinsichtlich Zusammensetzung und Massenstrom berücksichtigt werden. Nicht nur um die für die Lagerung der Substrate und des Fermentationsrückstands erforderlichen Flächen bzw. Volumina bestimmen zu können, sondern auch, um die Fermenter hinsichtlich Raumbelastung, Verweilzeit und TS-Gehalt der erforderlichen Leistung anpassen zu können. Bei der Anlagendimensionierung sollten Reserven hinsichtlich Verweilzeit und Lagerkapazitäten berücksichtigt werden, eine zu starke Überdimensionierung wirkt sich aber wiederum negativ auf die Höhe der Investitionskosten aus.</p>	

<u>Rührwerkdimensionierung</u>	<p>Beschreibung</p> <p>Die Dimensionierung der Rührwerke wurde nicht auf die Volumendimensionierung der Fermenter abgestimmt.</p>
<u>Rohrleitungsdimensionierung</u>	<p>Beschreibung</p> <p>Zu lange Leitungen, zu geringe Querschnitte, zu kleine Bogenradien, zu hohe Anzahl an Bögen und die daraus resultierenden ungünstigen Strömungsverhältnisse führen zu Verstopfungen in den Rohrleitungen.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Die Dimensionierung von Rührwerken (siehe auch Abschnitt 2.4) und Rohrleitungen (siehe auch Abschnitt 2.8) sollten immer auf die eingesetzten Substrate, den Substratmengen sowie den erforderlichen Volumenströmen und Behältervolumina abgestimmt werden. Bei der Planung von Rohrleitungen sollte insbesondere auf eine ausreichende und an die Substrate angepasste Dimensionierung der Rohrleitungen und Rohrbögen geachtet werden. Die Rohrleitungen sind möglichst kurz und mit möglichst wenigen Umlenkungen (Bögen) zu gestalten.</p>	

1.5 Rührtechnik

<p>Optimierungspotential</p> <p>Die Rührtechnik ist mit verantwortlich für eine gut funktionierende Biogasproduktion. Dadurch ist in diesem Themenbereich ein noch hohes Optimierungspotential gegeben. Da diese je nach Anlagen- und Fermentertyp unterschiedlich zu wählen ist und auch stark von den eingesetzten Substraten beeinflusst wird, ist auf diesem Gebiet trotz mehrerer gut funktionierender Praxisbeispiele noch weitere Entwicklungsarbeit erforderlich, um hohe Standzeiten und eine optimierte Durchmischung im Fermenter zu erreichen. Die Optimierungsmaßnahmen betreffen unter anderem den Stromverbrauch, die Ausführung, Abdichtung und Zugänglichkeit sowie die Ausfallsicherheit.</p>	 hoch
--	---

<p><u>Auswahl des Rührwerkstyps, Rührwerksanordnung, Durchmischung, Wärmeübergang</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die getroffene Auswahl des Rührwerktyps bzw. die ungeeignete Anordnung der Rührwerke und schlechte Kombinationen aus Langsamläufern und Schnellläufere führen zu schlechter Durchmischung, welche wiederum den Gärprozess negativ beeinflusst. Neben schlechtem Wärmeübergang bilden sich auch Sink- bzw. Schwimmschichten und es kann nicht das gesamte Volumen des Fermenters für die Gärung genutzt werden.</p>
<p><u>Zugänglichkeit</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die Wartung bzw. die Reparatur bedingt ein vollständiges Entleeren des Fermenters. Dadurch entstehen lange Stillstandszeiten.</p> <p>Aufwendiger und komplizierter Rührwerksein- und Ausbau (v.a. bei Revisionsarbeiten).</p>
<p><u>Anordnung der Substrateinbringung</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Durch Einbringung der Substrate an einer Stelle des Fermenters an der keine oder nur schlechte Durchmischung erfolgt, entstehen Sink- und Schwimmschichten.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Die Durchmischung der Fermenter ist auf die eingesetzten Substrate, die Viskosität des Fermenterinhalt und die Fermentergeometrie anzupassen.</p> <p>Eingebrachtes Substrat ist so schnell wie möglich in die Fermenterflüssigkeit einzumischen, da Substratbestandteile zum Aufschwimmen (z.B. faserhaltiges Substrat) oder Sedimentieren (z.B. große Körner) neigen können. Die Rührwerkslaufzeiten sind daher auch auf die Dosierzeitpunkte auszurichten. Um einen guten Kompromiss aus ökonomischem Betrieb, guter Durchmischung und möglichst geringer Beeinträchtigung des Biogasbildungsprozesses (starke Scherkräfte beeinflussen die Lebensgemeinschaft der Bakterien) zu erreichen, sollte die minimal nötige Laufzeit der Rührwerke gewählt werden, bei der eine gute Durchmischung des Fermenterinhalt erfolgt.</p> <p>Für die Rührtechnik kann keine allgemein gültige Aussage getroffen werden, welche Rührwerke am besten geeignet sind, da diese Entscheidung vom Anlagentyp, der Fermentergröße, aber auch den eingesetzten Substraten (deren Korngröße) und der sich einstellenden Viskosität der Fermenterflüssigkeit abhängt.</p> <p>Die eingesetzte Rührtechnik sollte in jedem Fall eine gute Durchmischung von frischem und</p>	

ausgefaultem Substrat, eine gute Wärme- und Nährstoffverteilung, die Vermeidung bzw. gegebenenfalls die Zerstörung von Sink- und Schwimmschichten sowie ein gutes Ausgasen des entstehenden Biogases ermöglichen [1].

Um die Bildung von ungewünschten Schwimm- und Sinkschichten zu vermeiden, muss neben geeigneten Rührintervallen auch eine ausreichend große Strömungsgeschwindigkeit im Fermenter erreicht werden.

<p><u>Durchmischung durch Gaseindüsung</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Aufsteigende Gasblasen reichen, insbesondere bei Substraten die zur Bildung von Schwimmedecken neigen, nicht aus um diese zu zerstören. Die Durchmischung des Fermenters durch die während der Biogasbildung entstehenden Gasblasen bzw. durch das Eindüsen von Gas reicht im Allgemeinen nicht aus, um eine ausreichende Durchmischung und Vermeidung von Schwimmschichten sicherzustellen.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Die Durchmischung mittels Gaseindüsung sollte nur bei speziell dafür geeigneten Fermentertypen und Substratmischungen (z.B. mit nur sehr geringem Feststoffanteil) eingesetzt werden.</p>	

<p><u>Dimensionierung</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die eingesetzte Rührtechnik wurde falsch dimensioniert (zu geringe Leistung, zu kleiner Rührerwellendurchmesser, zu geringe Anzahl an Rührwerken) bzw. die Viskosität des Fermenterinhalt ist aufgrund geänderter Substrate, höherer TS-Gehalte oder höherer Korngröße des eingesetzten Materials geringer als in der Planung berücksichtigt.</p> <p>Zu lange dimensionierte Wellen führen zu Problemen beim Antrieb und in weiterer Folge zum Bruch der Welle.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Um die geforderten Aufgaben erfüllen zu können, sollte unbedingt auf eine richtige Dimensionierung geachtet werden, bzw. schon im Vorfeld über mögliche Änderungen beim Substrateinsatz diskutiert werden, um auf mögliche Änderungen des TS-Gehalts und der Korngröße vorbereitet zu sein. Ausreichende Leistung und eine auf den Einsatzbereich abgestimmte Materialwahl stellen geringen Wartungsaufwand und Anfälligkeit sicher. Deswegen sollten nur Rührwerke mit hoher Verschleißfestigkeit und langen Standzeiten eingesetzt werden. Dazu sollten vom Lieferanten entsprechende Garantien gefordert werden.</p>	

<p><u>Reparatur, Wartung, Materialauswahl, Materialverschleiß,</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die ausgewählten Rührwerke sind sehr reparaturanfällig, was auf hohen Materialverschleiß, falsche Materialwahl bzw. auf falsche Anordnung oder mangelhafte Montage zurückzuführen ist.</p> <p>Der Wartungsaufwand (z.B. für die Schmierung der Rührwerkslager) erhöht sich zusätzlich durch schlechte Zugänglichkeit.</p>
---	---

<p>Maßnahmen</p> <p>Es sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass alle Rührwerke sowie die Dichtungen, Lager und Antriebe leicht zugänglich sind und möglichst einfach (ohne Entleerung des Fermenters) ausgebaut werden können.</p> <p>Zur Vermeidung einer unzureichenden Schmierung der Rührwerkslager könnte eine „Zwangsschmierung“ vorgesehen werden.</p> <p>Rührwerke sind hochbelastete Anlagenteile und sollten dementsprechend regelmäßig und fachgerecht gewartet werden. Zusätzlich muss eine laufende Kontrolle der Schmierung und der Fermenterabdichtungen (entsprechend den Wartungsplänen) erfolgen.</p>


<p><u>Stromverbrauch, Spitzenlast</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Durch fehlenden Sanftanlauf verursachen die intervall-gesteuerten Rührwerke hohe Spitzenlast (Stromspitzen). Unterschiedliche Rührwerke die gegeneinander arbeiten führen zu einem erhöhten Strombedarf.</p> <p>Für den vorhandenen Substratmix ist die gewählte Rührwerktechnik nicht optimal geeignet. Dadurch entsteht ein vermehrter Rühraufwand und somit höherer Stromverbrauch.</p> <p>Anmerkung: Eine veränderte Stromaufnahme der Rührwerke stellt einen Hinweis auf Viskositätsänderungen im Fermenter dar.</p>
--	---

<p>Maßnahmen</p> <p>Wird das Rührwerk in Intervallen ein- und ausgeschaltet, so ist für den Anfahrbetrieb ein Sanftanlauf vorzusehen, um die Stromaufnahme beim Anfahren zu begrenzen. Um einen energieeffizienten Einsatz der Rührwerke zu ermöglichen, müssen diese auf die eingesetzte Substratmischung und dem TS-Gehalt im Fermenter abgestimmt werden. Beim Einsatz von mehreren Rührwerken müssen zusätzlich mögliche Wechselwirkungen berücksichtigt bzw. durch eine sinnvolle Anordnung der Rührwerke im Fermenter verhindert werden.</p>

<p><u>Ausfall des Rührwerks</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Durch den Ausfall bzw. Stillstand der Rührwerke durch einen Stromausfall im Netz oder zu hohe TS-Fahrweise entsteht im Fermenter eine Schwimmschicht. Dadurch kann das entstehende Biogas nicht mehr in den Gasraum bzw. das Gaslager entweichen. Dies führt zu einer Anhebung des Flüssigkeitsspiegels im Fermenter und in Folge zu einem Überdruck im Fermenter. Dadurch kann die Fermenterdecke abgehoben und der Fermenter zerstört werden.</p>
--	---

<p>Maßnahmen</p> <p>Durch den Stillstand der Rührwerke aufgrund von Netzausfällen können Schäden an der Anlage (siehe auch Abschnitt 1.16 Anlagensicherheit) entstehen. Um eine gesicherte Stromversorgung der Rührwerke zu ermöglichen, sollte ein Stromanschluss für ein Notstromaggregat vorgesehen werden. Durch eine Alarmmeldung kann anschließend die Anlage durch Anschluss eines Notstromaggregates in einem sicheren Betriebszustand übergeführt werden.</p> <p>Jedes Rührwerk ist für einen bestimmten TS-Gehalt ausgelegt. Bei beabsichtigter Änderung des TS-Gehalts im Fermenter muss die Eignung des Rührwerks hinterfragt werden bzw. mit dem Rührwerkshersteller Rücksprache gehalten werden.</p>

1.6 Pumpen / Pumpstation

<p>Optimierungspotential</p> <p>Pumpen und die Pumpstation sind eine zentrale Komponente einer Biogasanlage zur Förderung von Substraten, dem Fermenterinhalt und den Fermentationsrückständen und werden für verschiedenste Anwendungen im laufenden Betrieb (Befüllung, Entleerung, Spülen, Rezirkulieren) eingesetzt. Aufgrund der Vielzahl an Störungen und Problemen die im Zusammenhang mit Pumpen aufgetreten sind, kann für diesen Themenbereich das Optimierungspotential als hoch eingestuft werden. Insbesondere die Materialauswahl und die Auswahl der Pumpe sowie deren Ausführung bieten ein großes Potential an Verbesserungen. Weitere Optimierungen sind im Bereich der Betriebsführung (Pumpintervalle, regelmäßiges Spülen) möglich (siehe auch Abschnitt 3.7 Pumpen / Pumpstation).</p>	 hoch
---	---

<p><u>Pumpenauswahl/ Dimensionierung der Pumpe</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die ausgewählte Pumpe ist ungeeignet oder für die eingesetzten Substrate zu klein dimensioniert</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Bei der Auswahl der Pumpe ist neben einer ausreichenden Dimensionierung auch eine Abstimmung auf die eingesetzten Substrate notwendig, um z.B. Verstopfungen und Verzopfungen wie sie bei langfasrigen Stoffen wie Gras auftreten können, zu vermeiden. Hinsichtlich einer ausreichenden Leistungsdimensionierung sollte auch berücksichtigt werden, dass die Pumpe größere Sedimentteile fördern können muss. Dementsprechend ist gegebenenfalls auch ein Schneidwerk zu empfehlen. Um die Stromaufnahme begrenzen zu können und einen flexibleren Anlagenbetrieb zu ermöglichen, empfiehlt sich eine Drehzahlsteuerung der Pumpen. Generell müssen für die Auswahl, Dimensionierung und Aufstellung von Pumpen die üblichen Auslegungskriterien wie Förderhöhe, Förderstrom, Saughöhe/Zulaufhöhe sowie Temperatur und Eigenschaften des Fördermediums beachtet werden. Bei einer möglichen Gefahr von Trockenlauf der Pumpe sollte ein Trockenlaufschutz (Niveauüberwachung, Schwimmerschalter) integriert werden. Bei Zwangsverdrängerpumpen ist zusätzlich eine Unterdrucksicherung vorzusehen.</p>	

<p><u>Auffangbecken, Pumpensumpf</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die Ausführung bzw. Größe des Auffangbeckens ist mangelhaft. Es wurde kein Pumpensumpf vorgesehen.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Tropfwasser von Pumpendichtungen (z.B. Stopfbuchsenwasser) sollte in geeigneten Auffangbecken gesammelt und abgeführt werden, sodass Verunreinigungen vermieden werden. Am Aufstellungsort der zentralen Pumpstation empfiehlt es sich an geeigneter Stelle einen Pumpensumpf vorzusehen. Dadurch kann z.B. bei Wartungsarbeiten (Pumpenentleerung) und bei Leckagen der Pumpe das Betriebsgebäude schnell trockengelegt werden.</p>	


<p><u>Zugänglichkeit, Reinigungsmöglichkeiten</u></p>	<p>Beschreibung Die Pumpen sind für Wartungs- und Reinigungsarbeiten schlecht zugänglich; keine Absperrbarkeit; keine Drucklosschaltung vorhanden.</p>
<p>Maßnahmen Hinsichtlich Wartungs- und Reinigungsmöglichkeiten sollte speziell auf die Lage, die Tiefe des Pumpschachts bzw. auf gute Zugänglichkeit im Allgemeinen geachtet werden, um den Wartungsaufwand möglichst gering halten zu können. Zur Reinigung der Anlage und zum Lösen von Verstopfungen, sollten Wasser- oder Druckluftanschlüsse vorgesehen werden, um die Leitungen spülen zu können. Zusätzlich sollten die Pumpen in beiden Richtungen betrieben werden können.</p>	

<p><u>Ausfallsreserve</u></p>	<p>Beschreibung Es wurde keine Ausfallsreserve vorgesehen;</p>
<p>Maßnahmen Um Pumpenausfälle zu vermeiden, müssen Ersatzteile kurzfristig verfügbar sein. Verschleißteile sollten in ausreichendem Ausmaß an der Anlage verfügbar sein. Bei der Auswahl von Fabrikat und Typ der Pumpe sollte unbedingt auf kurze Service- und Ersatzteilverfügbarkeit geachtet werden, sodass eine hohe Verfügbarkeit bzw. kurze Reparaturzeiten erreicht werden können.</p>	

<p><u>Qualität, Kavitation, Verschleiß</u></p>	<p>Beschreibung Eine falsche Pumpenauswahl bzw. eine ungeeignete Qualität führen zu Kavitation und Verschleiß.</p>
<p>Maßnahmen Das am häufigsten aufgetretene Problem in Zusammenhang mit Pumpen ist eine schlechte bzw. falsche Materialqualität, die zu Verschleiß führt. Es sollte daher neben der geeigneten Materialwahl auch auf einfache Austauschmöglichkeit von Verschleißteilen geachtet werden. Bei der Auswahl der Pumpe muss die erforderliche Saughöhe und die Mediumstemperatur beachtet werden, um ein Kavitieren der Pumpe im Betrieb zu vermeiden. Die erforderliche Saughöhe kann auch durch eine geeignete Pumpenaufstellung reduziert werden.</p>	

<p><u>Schwingungsdämpfer</u></p>	<p>Beschreibung Keine oder nicht ausreichende Schwingungsdämpfung.</p>
<p><u>Fernbetätigte Pumpen</u></p>	<p>Beschreibung Probleme bei Service und Wartung der Pumpen durch fehlende Bedienmöglichkeiten.</p>
<p>Maßnahmen Pumpen sollten auf einem stabilen und geeigneten Fundament aufgestellt und mit Schwingungsdämpfern ausgerüstet werden. Für Pumpen und auch für Kompressoren ist eine manuelle Bedienmöglichkeit vor Ort vorzusehen, die im Falle von Service und Wartung als auch für andere Anwendungen (z.B. Probenahme) eingesetzt werden kann.</p>	


1.7 Rohrleitungen

<p>Optimierungspotential Bezüglich der Rohrleitungen in Biogasanlagen ist das Optimierungspotential hauptsächlich im Bereich der Dimensionierung, Rohrleitungsführung und Ausführung zu finden da für Biogasanlagen geeignete Rohrleitungstechnologien prinzipiell zur Verfügung stehen und Fehler oft auf Kosteneinsparungen zurückzuführen sind. Das Optimierungspotential wird aufgrund der beobachteten Häufigkeit der aufgetretenen Fehler als mittel eingestuft.</p>	 mittel
--	---

<p><u>Reinigungsmöglichkeiten, Zugänglichkeit</u></p>	<p>Beschreibung Es sind keine Reinigungsmöglichkeiten zur Spülung der Leitung vorgesehen worden.</p>
<p>Maßnahmen Um die Rohrleitung bei Verstopfungen reinigen zu können sollte einerseits die betreffende Pumpe in beide Richtungen betrieben werden können (siehe auch Abschnitt 3.7 Pumpen / Pumpstation) und andererseits entsprechende Anschlüsse für eine Drucklufteinblasung oder eine Wasserspülung vorgesehen werden.</p>	

<p><u>Rohrleitungsdimensionierung, Leitungsführung,</u></p>	<p>Beschreibung Zu kleine Rohrdimensionen bzw. die zu verwinkelte Leitungsführung (zu klein Radien bei Bögen) verursachen Verzapfungen und Verstopfungen. Bei hohen Fasergehalten wird die Suspension vor Biegungen verstärkt entwässert und neigt zu verstopfen. Verstopfungen z.B. durch Fremdstoffeintragung (Silofolien, Holz) und langfaserige Substrate; Verbindungsflansch unterdimensioniert; Durch Gasbildung in zu langen Rohrleitungen wird die Pumpleistung enorm eingeschränkt. Bei hohem TS-Gehalt des Substrates findet saugseitig eine fest/flüssig-Entmischung statt.</p>
<p>Maßnahmen Um Probleme großteils von vornherein verhindern zu können, sollten die Rohrleitungen in Abhängigkeit der Anlagengröße, des Durchsatzes und der eingesetzten Substrate großzügig dimensioniert werden. Zusätzlich sollte jedenfalls auf eine kurze und möglichst einfache Rohrleitungsführung geachtet werden. Für alle Leitungen sollten entsprechende Entlüftungs- und Entleerungsmöglichkeiten vorgesehen werden.</p>	

1.8 Absperreinrichtungen

<p>Optimierungspotential Aufgrund der relativ geringen Fehlerhäufigkeit und der Tatsache, dass Absperreinrichtungen in den meisten Fällen nachgerüstet werden können, wird das Optimierungspotential für diese Kategorie als gering eingeschätzt.</p>	 gering
---	---

<p><u>Anzahl</u></p>	<p>Beschreibung Es wurden zu wenige Absperreinrichtungen im Anlagenkonzept vorgesehen. In vielen Fällen wird die regelmäßige Kontrolle der unterirdisch verlegten Gulle führenden Leitungen vorgeschrieben. Diese Kontrolle kann nur durch Absperren und Abdrücken der Leitungen erfolgen. In diesem Fall sind ausreichend Absperrmöglichkeiten vorzusehen.</p>
<p>Maßnahmen Um im Störfall schnell den Fehler beheben bzw. einzelne Anlagenkomponenten ohne Betriebsunterbrechung warten zu können, sollte bereits in der Planungsphase eine entsprechende Anzahl an Absperreinrichtungen vorgesehen werden, da nachträglicher Einbau zwar möglich, aber kostenintensiver und meist mit einer Betriebsunterbrechung verbunden ist.</p>	


<p><u>Montageort, Einbaulage</u></p>	<p>Beschreibung Falscher Montageort; Fehlfunktionen aufgrund falscher Einbaulage;</p>
<p>Maßnahmen In der Planungsphase sollte der richtige Montageort und die entsprechende Einbaulage berücksichtigt werden, um nachträgliche Änderungen ausschließen zu können.</p>	

<p><u>Automatisierungsgrad</u></p>	<p>Beschreibung Zu geringer Automatisierungsgrad;</p>
<p>Maßnahmen Für den Betrieb der Anlage wichtige bzw. sicherheitsrelevante Absperrorgane sollten mit einem automatischen Antrieb ausgeführt und in die Steuerung und Regelung der Anlagen eingebunden werden.</p>	

<p><u>Schlechte Zugänglichkeit, Verletzungsgefahr</u></p>	<p>Beschreibung Die eingesetzte Absperreinrichtung ist schlecht zugänglich und kann nur aufwändig gewartet bzw. bedient werden. Verletzungsgefahr durch vorstehende Hebel.</p>
<p>Maßnahmen Um einen hohen Wartungs- und Bedienaufwand zu vermeiden, sollte bereits in der Planungsphase auf eine entsprechende Zugänglichkeit der Absperreinrichtungen geachtet werden. Um eine Verletzungsgefahr auszuschließen, sollten mechanische Absperrhebel demontiert und nur für Wartungsarbeiten wieder temporär montiert werden.</p>	

<p><u>Technologiewahl/ Mangelnde Qualität, Funktion</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die Qualität und Materialauswahl der eingesetzten Absperrreinrichtungen ist mangelhaft wodurch die Funktion beeinträchtigt wird und zu Korrosion, Undichtheiten und Verkantungen führt.</p> <p>Kugelhähne haben sich als nicht geeignet für das jeweilige Substrat herausgestellt.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Mangelnde Qualität kann durch hochwertige Produkte vermieden werden bzw. Probleme durch entsprechende Garantien minimiert werden. Es sollte auch auf die geeignete Materialwahl geachtet werden. Nichteisenmetalle sollten für Absperrreinrichtungen vermieden werden. Schieber aus der Gülletechnik sind weit geringeren Belastungen ausgesetzt als es beim Einsatz in Biogasanlagen (höherer TS-Anteil, fasrige Substrate, höhere Anzahl der Betätigungen etc.) und sind dementsprechend für den Einsatz in Biogasanlagen nur bedingt geeignet.</p> <p>Absperrreinrichtungen sowie generell alle Armaturen sollten fachgerecht und nur in der richtigen Einbaulage eingebaut werden.</p> <p>Händisch zu bedienende Absperrarmaturen (z.B. Kugelhähne), die nur selten gebraucht werden, sollten regelmäßig auf Funktion überprüft werden, damit sie nicht einrosten oder aufgrund Korrosion verklemmen.</p> <p>Zur Vermeidung frühzeitiger Verschleißerscheinungen sollten Speziialschieber an jenen Stellen die laufend bedient werden müssen eingesetzt werden.</p>	

1.9 Gasfackel

<p>Optimierungspotential Im Zusammenhang mit dem Einsatz einer Gasfackel als redundanten Verbraucher bei Ausfall des BHKW bestehen nur wenige Probleme. Es sollte aber beachtet werden, dass üblicherweise die Notfackel nicht für den Dauerbetrieb vorgesehen ist. Anstelle einer Gasfackel wird manchmal auch ein zweites BHKW oder bei entsprechender Wärmeabnahme ein Gasbrenner/Ofen (Wärmeabnahme muss gegeben sein, Auslegung auf max. Brennstoffwärmeleistung der Biogasanlage) eingesetzt, die das anfallende Gas nutzen können, anstatt mittels Gasfackel ungenutzt zu verbrennen. Aufgrund des Entwicklungsstandes der Technologie wird das Optimierungspotential als gering eingeschätzt.</p>	 gering
---	---


<p><u>Positionierung</u></p>	<p>Beschreibung Die Fackel wurde ungeeignet positioniert, die resultierende Ex-Zone führt zu langen Wegen innerhalb der Anlage</p>
<p>Maßnahmen Damit durch bodennahe Installation der Gasfackel nicht eine zusätzliche Ex-Zone entsteht, kann sie z.B. auf der Decke des Fermenters, des Betriebsgebäudes oder des BHKW-Containers platziert werden, muss jedoch weiterhin gut zugänglich sein.</p>	

<p><u>Potentialausgleich / Blitzschutz</u></p>	<p>Beschreibung Ein Potentialausgleich bzw. Blitzschutz wird bei der Planung der Gasfackel nicht berücksichtigt und muss später teilweise sehr kostenintensiv nachgerüstet werden.</p>
<p>Maßnahmen Eigene Blitzschutzmaßnahmen und ein Potentialausgleich sind für die Gasfackel bereits in der Planungsphase zu berücksichtigen.</p>	

<p><u>Dimensionierung</u></p>	<p>Beschreibung Die Kapazität der Fackel ist zu gering, das Druckniveau wurde falsch berücksichtigt.</p>
<p><u>Geruchsprobleme</u></p>	<p>Beschreibung Mangelhafte Absperrventile (Schnellschlussventile) in der Gasfackel können aufgrund der exponierten Lage zu Biogasentweichungen und damit zu Geruchsproblemen führen.</p>
<p>Maßnahmen Hinsichtlich Dimensionierung sollte auf eine ausreichende Kapazität geachtet und gegebenenfalls ein eigener Verdichter für die Fackel vorgesehen werden, um auch die Regelbarkeit der Fackel gewährleisten zu können. Weiters müssen die Absperrventile der Gasfackel so ausgeführt sein, dass diese dicht sind und keine Geruchsprobleme auftreten.</p>	

<p><u>Funktionssicherheit</u></p>	<p>Beschreibung Gasfackel funktioniert nicht autark; wenn selten gebraucht keine zuverlässige Funktion der Fackel; Für die Verrohrung zur Gasfackel wird eine entsprechende Entwässerung (Kondensat) und Begleitheizung vergessen. In den Wintermonaten kommt es dann oft zu Funktionsstörungen durch eingefrorene Gasventile.</p>
<p><u>Beim Anspringen der Gasfackel stirbt der Motor ab</u></p>	<p>Beschreibung Gasfackel benötigt Vordruck des Gasverdichters - sobald das Ventil zur Gasfackel geöffnet wird entweicht das verdichtete Gas über die Gasfackel.</p>
<p>Maßnahmen Gasfackeln und die gesamte Anlage müssen so ausgeführt werden, dass die Gasfackel im Bedarfsfall automatisch in Betrieb geht und autark funktioniert. Um die Funktion der Gasfackel sicherzustellen, muss diese bei Inbetriebnahme in verschiedenen Betriebszuständen getestet werden. Weiters muss die Gasfackel entsprechend dem Betriebshandbuch und Wartungsplan in regelmäßigen Abständen mittels manuellem Starten einer Funktionsprüfung unterzogen werden. Bei der richtigen Einbindung und Auslegung der Gasfackel in die Gesamtanlage müssen auch mögliche Wechselwirkungen mit dem Gasmotor wie z.B. ein rascher Druckabfall berücksichtigt werden. Moderne Gasfackeln werden in mehreren Leistungsstufen oder auch stufenlos regelbar angeboten. Einstufige „Selbstbaufackeln“ sind nicht mehr Stand der Technik. Begleitheizungen und eine Entwässerungsmöglichkeit für die Gasleitung hin zur Fackel kann ein Einfrieren im Winter verhindern.</p>	

1.10 Gasmotor-BHKW

<p>Optimierungspotential Obwohl die Technologie der Nutzung von Biogas in einem Gasmotor Stand der Technik ist, ist auf dem Gebiet der Motorentechnik immer noch Entwicklungspotential gegeben. Probleme werden primär durch zu geringe Erfahrung oder mangelnde Qualität verursacht. Obwohl viele Positivbeispiele die Leistungsfähigkeit und Verfügbarkeit von Biogas-BHKWs zeigen. Aufgrund der hohen Relevanz für die Wirtschaftlichkeit der Anlage, wird das Optimierungspotential für den Themenbereich Gasmotor- BHKW auf mittel eingestuft.</p>	 mittel
--	---

<p><u>Auswahl des Motortyps und Herstellers</u></p>	<p>Beschreibung Probleme im Betrieb, schlechter Wirkungsgrad, geringe Verfügbarkeiten, hohe Ersatzteilpreise, schlechtes Service und Probleme aufgrund mangelnder Kenntnis der Servicetechniker. Für den entsprechenden Anwendungsfall wurde eine falsche Motorentechnologie (Zündstrahlmotor, Ottomotor) ausgewählt.</p>
<p>Maßnahmen Als wichtigste Maßnahme zur Vermeidung von Problemen mit dem Gasmotor-BHKW kann die Auswahl eines Herstellers empfohlen werden, der über entsprechende Erfahrung und Referenzen auf dem Sektor Biogas verfügt. Weiters sollte man auf den erzielbaren elektrischen Wirkungsgrad, den Umfang der Garantien (z.B. Betrieb des Motors mit Biogas möglich) und die erforderlichen Serviceintervalle achten. Bzgl. Wartung und Service kann auch ein Wartungsvertrag mit Verfügbarkeitsgarantie eine sinnvolle Variante darstellen. Zusätzlich spielt auch die Lebensdauer des Motors bzw. das Intervall der Generalüberholung eine wichtige Rolle. Erfahrene Hersteller verfügen auch über entsprechendes Know-how und gut ausgebildetes Servicepersonal, wodurch eine hohe Verfügbarkeit der Anlagen gewährleistet werden kann. Weiters sollte auch das Angebot einer Service-Hotline, kurze Lieferzeiten und Schulungen der Betreiber für den richtigen Umgang mit dem Gasmotor berücksichtigt werden. Wichtig ist auch festzuhalten, dass die geforderten Service- und Ölwechselintervalle seitens des Betreibers eingehalten werden, um Schäden am Motor zu vermeiden. Die geeignete Motorentechnologie ist von Planer und Betreiber für den jeweiligen Anwendungsfall zu prüfen. Entscheidende Faktoren dabei sind unter anderem die BHKW-Leistung, der Wirkungsgrad die benötigte Gasqualität (Methangehalt, u.a.), die Investitionskosten und vor allem auch die Betriebskosten (Zündöl, Schmieröl, Wartung usw.). beachtet werden. Höhere Investitionskosten können eventuell leicht über geringere Betriebskosten und einem höheren Wirkungsgrad wettgemacht werden.</p>	

<p><u>Qualität des Motoröls</u></p>	<p>Beschreibung Die Materialwahl von BHKW- Komponenten (z.B Lagerschale der Kurbelwelle beinhaltet Kupfer welches sich in weiterer Folge auch im Schmieröl wieder findet) kann die Ölqualität beeinflussen. Durch zu lange Ölwechselintervalle kommt es zur Übersäuerung des Motoröls.</p>
--	---

<p><u>Ölreserve</u></p>	<p>Beschreibung Die zu geringe Ölreserve erfordert bei unvorhergesehenen Ölwechseln einen erhöhten Personal- und Organisationsaufwand.</p>
<p>Maßnahmen Durch die Einplanung regelmäßiger Schmierölanalysen kann die Ölqualität sichergestellt und weiters der geeignete Zeitpunkt für einen Ölwechsel festgestellt werden. Dies verhindert Probleme aufgrund schlechter Ölqualität und stellt sicher, dass das Öl nicht unnötig bzw. zu früh gewechselt wird. Um eine hohe Standzeit des Motoröles zu erreichen sollte eine ausreichende Entwässerung des Biogases sowie eine Vorwärmung des Gases vor dem Motor erfolgen. Eine gute Entschwefelung kann die Standzeit des Öles ebenfalls deutlich erhöhen. Auf der Anlage sollte immer ein ausreichender Ölvorrat für ungeplante Ölwechsel verfügbar sein.</p>	

<p><u>Wärmeisolierung der abgasführenden Rohrleitungen</u></p>	<p>Beschreibung Nicht vorhandene bzw. unzureichende Rohrleitungsisolierung.</p>
<p>Maßnahmen Für Abgasleitungen im BHKW-Raum ist eine Isolierung vorzusehen, sodass Wärmeverluste und dadurch bedingte Wirkungsgradverluste verhindert werden. Generell sind alle heißen Teile zu isolieren bzw. mit einem Berührungsschutz zu versehen sodass keine Unfallgefahr besteht. Die Isolierung sollte im jeweiligen Lieferumfang des Lieferanten enthalten sein.</p>	


<p><u>Überhitzung</u></p>	<p>Beschreibung Unzureichende Kühlung die zu thermischen Problemen und Abschaltung des BHKW führt.</p>
<p><u>Dimensionierung Nebenanlagen, Gasqualität</u></p>	<p>Beschreibung Nebenanlagen wurden nicht auf Biogas und die Betriebsbedingungen abgestimmt. Die Anforderungen bzgl. Gasqualität wurden nicht beachtet.</p>
<p>Maßnahmen Auch bei thermischen Problemen spielt die Erfahrung des Herstellers eine große Rolle, was die Auslegung der Kühler, der Regelung und der Grenzen der Belastbarkeit betrifft. Wird der Kühler nicht vom Hersteller mitgeliefert sollte eine gewisse Reserve hinsichtlich Leistung und Kühlfläche berücksichtigt werden, da es durch Verschmutzungen zu Einbußen der Kühlleistung kommen kann. Hinsichtlich Abgasabkühlung ist anzumerken, dass eine Temperatur < 180°C nur bei sehr geringen H₂S-Werten im Biogas und dann nur nach Absprache mit dem BHKW- Hersteller erfolgen sollte, um eine Beschädigung der Abgaskanäle durch Korrosion zu verhindern. Weitere Komponenten auf die besonderes Augenmerk gelegt werden sollte, sind die Gasregelstrecke hinsichtlich Material, Anordnung und Messeinrichtungsumfang sowie der Verdichter hinsichtlich der Auslegung auf Biogas (50% CH₄) und nicht Methan, sowie Betriebskubikmeter und nicht auf Normkubikmeter. Weiters ist die hydraulische Einbindung des Gasmotors und der Kühlung unter Berücksichtigung der Wärmenutzung (z.B. Frostschutz, Beständigkeit des Frostschutzmittels, Absicherung des Motors bei Ausfall der Wärmeabnehmer) zu berücksichtigen. Hinsichtlich Gasqualität ist unbedingt auf die Anforderungen des Herstellers zu achten, um Beschädigungen des Motors z.B. durch H₂S oder Siloxane zu vermeiden.</p>	

<p><u>Dimensionierung, Anordnung und Schalldämmung des BHKW-Raums</u></p>	<p>Beschreibung Der BHKW-Raum wurde zu klein dimensioniert (keine ausreichende Zugänglichkeit für z.B. Wartungsarbeiten); schlecht positioniert (schlechte Anbindung an Technikraum) bzw. nicht ausreichend Schall gedämmt.</p>
<p>Maßnahmen Die sinnvolle Anordnung des BHKW-Raumes ist neben der verfügbaren Fläche im Betriebsgebäude auch von der Positionierung des Gebäudes auf dem Grundstück abhängig. Dabei sollte auf eine gute Anbindung des BHKW-Raumes an die Technikzentrale geachtet werden. Weiters sollte eine entsprechend der Entfernung zur Warte ausgeführte Schalldämmung berücksichtigt werden, um von dort aus möglichst ungestört die Anlage betreiben zu können. Ist eine Erweiterung der Anlage angedacht, so sollte dies bereits dahingehend berücksichtigt werden, dass der BHKW Raum einfach zu erweitern ist bzw. bereits Platz für ein zweites BHKW besteht.</p>	

<p><u>Belüftung</u></p>	<p>Beschreibung Die Verbrennungsluft für den Gasmotor bzw. die Raumtemperatur des zugehörigen Technikraums ist aufgrund schlechter Belüftung zu hoch und führt zu Problemen, Wirkungsgradeinbußen bzw. Abschaltungen. Unterdimensionierte Belüftungsaggregate und Vereisung der Lufteinlassöffnung führen zu einer Verminderung der erforderlichen Verbrennungsluftmenge.</p>
<p>Maßnahmen Mangelhafte Belüftung kann nur durch sinnvolle Berücksichtigung in der Planung bzw. Ausführung vermieden werden. Da die erforderlichen Luftmengen für die Verbrennung sowie für die Abfuhr der Motor- und Generatorabwärme bekannt sind, kann über eine angepasste Luftwechselrate auch die notwendige Belüftung vom Planer errechnet bzw. abgeschätzt werden. Dazu sollten die erforderlichen Rahmenbedingungen vom BHKW-Hersteller vorgegeben werden. Besonders sollte aber darauf geachtet werden, die Ansaugung der Luft nicht südwestlich und nicht in der Nähe des Kühlers anzuordnen, um bereits erhöhte Eintrittstemperaturen zu vermeiden. Vorteilhaft ist die direkte Anströmung des Generators.</p>	

<p><u>CO / NOx</u></p>	<p>Beschreibung Entweder der NOx-Wert oder der CO-Wert ist aufgrund einer schlechten Motorregelung außerhalb der zulässigen Grenzwerte (z.B. schlecht programmierte Kennkurven).</p>
<p>Maßnahmen Bzgl. Emissionen sind von den Herstellern entsprechende Garantiewerte zu fordern. Dementsprechend sollten nach der Inbetriebnahme entsprechende Abnahmemessungen durchgeführt werden. Bei erhöhten Emissionen sollten insbesondere auf eine geeignete Regelung des Motors geachtet werden. Durch Oxikat und gute Gasreinigung (Kondensation) sind die Emissionsgrenzwerte einzuhalten.</p>	

1.11 Gasspeicherung


<p>Optimierungspotential Das Optimierungspotential für die Speicherung von Biogas wird als mittel eingeschätzt, da die Eigenschaften der am Markt befindlichen Materialien und Systeme großteils als gut eingestuft werden können (auf die Prüfcertifikate inkl. Garantiedauer achten). Fehler treten vor allem durch fehlerhaften Einbau ein. Weiters kann die Dichtheitskontrolle und die Wartung des Gasspeichers und der zugehörigen Komponenten im laufenden Anlagenbetrieb noch weiter verbessert werden.</p>	 mittel
---	---

<p><u>Wärmeverlust durch Gashaube</u></p>	<p>Beschreibung Der Wärmeverlust der Gashaube wurde unterschätzt.</p>
<p>Maßnahmen Durch eine entsprechende Berücksichtigung in der Planung (Fermenterheizung) kann dieser Fehler vermieden werden.</p>	

<p><u>Bersten des Gasspeichers</u></p>	<p>Beschreibung Eine nicht vorhandene Füllstandsanzeige oder nicht funktionierende Überfüllsicherung mit anschließendem Ausfall der Überdrucksicherung durch Anstieg der Schwimmschicht oder Schaumbildung im Fermenter wird die Gasspeichermembran überdehnt und führt zum Bersten der Membran.</p>
<p>Maßnahmen Durch regelmäßige Wartung der Füllstandsanzeige bzw. der Überfüllsicherung gemäß Wartungsplan kann der Fehler vermieden werden. Insbesondere bei langfasrigen Substraten oder Substraten die zu Schaumbildung neigen, müssen die Sicherheitseinrichtungen entsprechend positioniert werden. Bei Anzeichen von Schwimmschichten oder Schaumbildung im Fermenter ist insbesondere auf den Füllstand und die Druckverhältnisse im Fermenter/Gaslager zu achten. Falls notwendig sind entsprechende Gegenmaßnahmen wie z.B. Absenken des Füllstandes, Einsatz von Antischaummittel (Achtung auf BHKW Eignung) o.ä. zu treffen.</p>	

<u>Materialauswahl</u>	Beschreibung Das gewählte Material des Gasspeichers führt zu Gasverlusten aufgrund mangelnder Dichtheit bzw. zu starker Dehnung der Membran.
<u>Komponentenauswahl</u>	Beschreibung Die Komponenten entsprechen nicht den geforderten technischen Richtlinien (ÖWAV Regelblatt 30 ...).
<u>Dimensionierung, Statik</u>	Beschreibung Der Gasspeicher wurde hinsichtlich Windlast, Schneelast, Befestigung oder Statik falsch ausgelegt und beschädigt oder zerstört. Gasspeichermembranen können v.a. bei Starkwind aus der Verankerung gerissen werden. Einfachmembranen ohne Witterungsschutz reagieren sehr stark auf unterschiedliche Sonneneinstrahlung. Fehlende Kapazität beim Lufterhaltungssystem kann bei Doppelmembranspeichern zu Beschädigungen bei Starkwind führen. Eine mangelhaft statisch bemessene Unterkonstruktion führt zu Schäden der gasführenden Membrane z.B. im Fall eines Unterdruckes und bei hohen Schneelasten. Kissenpeicher scheuern an den Umhausungswänden und werden beschädigt.
<u>Speicherkapazität</u>	Beschreibung Der Gasspeicher wurde zu klein dimensioniert.
Maßnahmen Wie bei den meisten Komponenten zahlt sich auch für den Gasspeicher der Einsatz eines qualitativ hochwertigeren Materials aus, da hinsichtlich Standzeiten, Haltbarkeit und Dichtheit bessere Werte erzielt werden können (Prüfzertifikate verlangen). Bei Kissen Speichern sollte darauf geachtet werden, dass diese nicht an der Umhausungswand scheuern können (Aufhängung des Speichers, Auskleidung der Innenwand mit Vlies). Speziell bei Membrandächern sind entsprechende Schnee- und Windlasten in der Auslegung zu berücksichtigen. Hinsichtlich Wahl und Dimensionierung wird bei zeltförmigen Gasspeichern speziell auf die Beanspruchung der Befestigung hingewiesen. Bei tragluftgestützten Doppelmembransystemen muss das Lufterhaltungssystem ausreichend dimensioniert werden, sodass der für die Tragkonstruktion erforderliche Systemdruck (Starkwind, Schneelasten) aufrechterhalten werden kann. Bei Einfachmembranen ist darauf zu achten, dass diese sehr stark den Witterungseinflüssen und der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind. Die Dimensionierung hat auch eine geeignete Größe des Gasspeichers zu berücksichtigen, damit durch entsprechendes Speichervolumen ein möglichst automatisierter Betrieb erfolgt und kleinere Wartungsarbeiten des Motors ohne Abfackeln des Gases erfolgen können.	

1.12 Betriebsgebäude


<p>Optimierungspotential Für das Betriebsgebäude kann das Optimierungspotential als mittel angegeben werden, da neben vielen positiven Beispielen auch Probleme in Bezug auf Größe, Raumanordnung und Belüftung auftreten.</p>	 mittel
--	---

<p><u>Dimensionierung</u></p>	<p>Beschreibung Das Betriebsgebäude wurde zu klein dimensioniert, es fehlt Platz für die Lagerung von Betriebsmitteln. Pumpen und andere Bauteile können schlecht erreicht und damit nur mit hohem Aufwand gewartet und getauscht werden.</p>
<p><u>Materialauswahl</u></p>	<p>Beschreibung Bei Containerausführung bricht der Holzfußboden.</p>
<p>Maßnahmen Für eine Biogasanlage stellt sich schon am Beginn der Planung die Frage, ob besser ein Container (flexibler und in den Investitionskosten oft niedriger) oder ein Gebäude besser geeignet sind. Da sich z.B. bei Containerausführung des BHKW die Wartungskosten erhöhen, kann nicht allgemein davon ausgegangen werden, dass ein Container schlussendlich billiger ist. Auch bietet ein Gebäude wesentlich mehr Platz, eine bessere Zugänglichkeit und Stauraum für anlagenrelevante Geräte und Materialien. Dafür sollte aber auch bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden, was alles im Betriebsgebäude untergebracht werden soll bzw. mögliche Anlagenerweiterungen berücksichtigt werden. Bei der Verwendung von Containern ist insbesondere auf deren Ausführung und Qualität zu achten.</p>	

<p><u>Raumanordnung</u></p>	<p>Beschreibung Die Raumanordnung wurde ungünstig gewählt, lange Leitungslänge (Elektrotechnik) und Lärmbelastung sind die Folge.</p>
<p>Maßnahmen Besonders ist bei der Planung auf die Raumanordnung sowie die Größe und Höhe der Räume zu achten, damit etwa der Technikraum, in dem die Schaltschränke untergebracht sind, genug Platz bietet und nicht zu weit vom BHKW-Raum entfernt ist, um die Leitungslängen zu begrenzen. Die Warte hingegen, in der die täglichen Kontrollen und die Administration der Anlage durchgeführt werden, sollte möglichst gut vom BHKW-Raum getrennt sein, um die Lärmbelastung in Grenzen halten zu können. Alternativ bietet sich dazu auch eine entsprechende Schalldämmung an, die jedoch wieder mit Investitionskosten verbunden ist. Ein möglicher Gaseintritt in den BHKW Raum über die Installation ist durch Ausschäumen der Zuleitungen bzw. Durchführung der Zuleitungen durch einen Sandfang etc. zu vermeiden. Mögliche Öllager sollten in Ölwannen, welche die gelagerte Ölmenge fassen können bzw. in öldicht ausgeführten Räumen gelagert werden.</p>	

<u>Belüftung</u>	Beschreibung Die Motor- oder Technikraumbelüftung ist zu gering dimensioniert, hohe Temperaturen verursachen Ausfälle.
Maßnahmen Um auch bei hohen Außentemperaturen das erforderliche Temperaturniveau im BHKW- als auch im Technikraum sicherstellen zu können, muss auf eine ausreichende Dimensionierung der Be- und Entlüftung dieser beiden Räume im Speziellen geachtet werden. Gute Ergebnisse (niedrige Lufttemperaturen) können auch durch Einsatz von Erdkollektoren erreicht werden.	


1.13 Wärmenutzung

<p>Optimierungspotential</p> <p>Da die wenigsten der bestehenden Anlagen über eine annähernd vollständige Wärmenutzung verfügen, kann die Forcierung der Wärmenutzung als eine sehr wichtige Optimierungsmaßnahme bezeichnet werden um die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen zu verbessern. Durch das aktualisierte österreichische Ökostromgesetzes und der darin enthaltenen Einführung eines Effizienzkriteriums (Brennstoffnutzungsgrad > 60%) wurde dieses Faktum bereits berücksichtigt, sodass für zukünftige Anlagen eine Wärmenutzung unumgänglich ist. Dementsprechend ist das Optimierungspotential bezüglich der Wärmenutzung als hoch einzuschätzen.</p>	 hoch
--	---

<p><u>Nutzung der BHKW-Abwärme</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die vom Gasmotor-BHKW erzeugte thermische Energie kann nicht oder nur in sehr geringem Ausmaß genutzt werden.</p> <p>Die Entfernung der Biogasanlage zum Verbraucher ist zu groß, Anfall des Rohstoffs (v.a. bei NAWARO) und somit auch der Standort der Biogasanlage befindet weit entfernt von möglichen Wärmeabnehmern.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Da eine möglichst gute Wärmenutzung einen wichtigen Faktor hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit einer Biogasanlage darstellt, sollte besonders bei der Auswahl des Anlagenstandortes auf vorhandene Wärmeabnehmer (z.B. Fern- oder Prozesswärme, Holz-, Hackschnitzel-, Mais- oder Fermentationsrückstandstrocknung, Prozesskälteproduktion über Absorptionskältemaschinen) geachtet werden. Auf das Jahr bezogen sollten mindestens 60% der anfallenden Wärme genutzt werden können, da auch bei geringen Wärmepreisen die Wirtschaftlichkeit der Anlage verbessert werden kann [2, 3]. Als weitere Option kann die zukünftige Nutzung von Biogas als Treibstoff bzw. die Einspeisung in ein Gasnetz gesehen werden.</p>	

<p><u>Wartung der Wärmemengenzähler</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die Wärmemengenzähler funktionieren mangels sorgfältiger Wartung bzw. falschem Einbau nicht zuverlässig (keine regelmäßige Eichung durchgeführt).</p>
<p><u>Undichtheiten, Regelschwankungen</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Hinsichtlich Wärmeverteilung treten Undichtheiten oder starke Regelschwankungen auf, Lastkennlinien wurden außer Acht gelassen.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Als Probleme im Zusammenhang mit der Wärmenutzung konnten die schlechte Wartung eingesetzter Wärmemengenzähler sowie unterschätzte Probleme, die Wärmeverteilung betreffend, eruiert werden. Während sich Ersteres durch entsprechende Servicearbeiten beheben lässt, können starke Regelschwankungen und nicht berücksichtigte Lastkennlinien der Wärmeabnahme nur bedingt korrigiert werden (z.B. durch zusätzliche Abnehmer, Implementierung eines Pufferspeichers). Auch sollte auf eine korrekte Dimensionierung des Notkühlers für den Ausfall der Wärmeabnehmer geachtet werden, bzw. für die Abfuhr der Abgaswärme eine Bypassleitung vorgesehen werden.</p>	

1.14 Zugangsmöglichkeiten



<p>Optimierungspotential Hinsichtlich Zugangsmöglichkeiten kann das Optimierungspotential als mittel eingestuft werden, da die meisten Anlagen diesbezüglich gut geplant und ausgeführt wurden. Speziell hinsichtlich Schaugläsern und Inspektionsöffnungen ist aber teilweise noch Nachholbedarf gegeben.</p>	 mittel
--	---

<p><u>Schaugläser</u></p>	<p>Beschreibung Es wurden zu wenige oder gar keine Schaugläser zur visuellen Kontrolle vorgesehen. Die vorgesehen Schaugläser sind zu klein oder ungünstig angeordnet um eine visuelle Prüfung durchführen zu können. Oftmals fehlt eine sinnvolle Reinigungsmöglichkeit ebenso die notwendige Beleuchtung.</p>
<p><u>Inspektionsöffnungen</u></p>	<p>Beschreibung Für Wartung und zur Behebung von Störungen wurden keine oder zu wenige Inspektionsöffnungen vorgesehen.</p>
<p><u>Schachtdimensionierung</u></p>	<p>Beschreibung Die Revisionsschächte wurden zu schmal dimensioniert.</p>
<p><u>Undichtheiten</u></p>	<p>Beschreibung Servicetüren oder Revisionsschächte sind undicht, es kommt zu Wassereintritt.</p>
<p>Maßnahmen Wie in Abschnitt 2.5 Anlagensvisualisierung und Betriebsdatenerfassung und Abschnitt 2.6 Messtechnik angeführt ist eine weitgehende Automatisierung der Anlage zwar wünschenswert, eine visuelle Kontrolle ist aber in jedem Fall zumindest einmal täglich zu empfehlen. Zu diesem Zweck sollten zumindest in jedem Fermenter Schaugläser (Durchmesser 20-30 cm) inklusive der notwendigen Reinigungsmöglichkeiten (z.B. Spülung, Wischergummi...) und Beleuchtungen vorhanden sein, um den Gärprozess beobachten zu können. Gleiches gilt für Inspektionsöffnungen. Zumindest ein Mannloch sollte im Fermenter vorgesehen werden. Eine Wartungstüre stellt zwar eine bessere Bergemöglichkeit bei Unfällen dar, ist aber teuer. Hinsichtlich Zugangsmöglichkeiten sollte aber generell großzügiger dimensioniert werden, um eine problemlose Wartung zuzulassen. Die Fermenteröffnungen sollten so groß ausgeführt werden, dass der Fermenter auch mit einem Minibagger geräumt werden kann. Dabei sollte besonders auf die Dichtheit der Servicetüren geachtet werden, um Wassereintritt und dadurch bedingte Beschädigungen und Ausfälle zu vermeiden.</p>	

<p><u>Rutschgefahr bei Aufstiegshilfen</u></p>	<p>Beschreibung Als Aufstiegshilfe wurden Leitern gewählt, welche im Winter vereisen und dadurch eine Gefahrenquelle darstellen.</p>
<p>Maßnahme Zur Vermeidung von Unfällen sollten für Aufstiegshilfen besser Stiegen als Leitern eingesetzt werden, da Leitern an sich eine Gefahrenquelle darstellen, die bei Vereisung im Winter noch gefährlicher wird.</p>	

<u>Probenahme- möglichkeiten</u>	Beschreibung Im Fermenter wurde keine Möglichkeit vorgesehen, eine Probe des Inhalts ziehen zu können.
<u>Zugänglichkeit Wartungseinrichtungen</u>	Beschreibung Wartungseinrichtungen (z.B. Schmiernippel an Getriebemotoren der Substrateinbringung) sind nur schwer zugänglich.
Maßnahmen Fehler betreffend falsch angeschlagener Türen, fehlender Probenahmestutzen sowie schlecht zugänglicher Schmiernippel können einfach durch eine sorgfältige Planung bzw. Ausführung vermieden werden.	

1.15 Elektrischer und thermischer Eigenbedarf

<p>Optimierungspotential</p> <p>Wie eine aktuelle Studie zeigt [4], liegt der elektrische Eigenbedarf von 41 untersuchten Anlagen zwischen 5 und 13% der produzierten elektrischen Energie, allerdings erreichen nur wenige davon die untere Grenze des Bereichs. Da jeder Prozentpunkt die Wirtschaftlichkeit der Anlage verbessert, kann für den elektrischen Eigenbedarf das Optimierungspotential als hoch angesehen werden.</p>	 hoch
<p>Zur Minimierung des thermischen Eigenbedarfs bieten sich mehrere Lösungen wie z.B. verbesserte Isolierungen und Reduktion der Anzahl der Gashauben an. Nachdem die erforderliche Wärme durch das in den meisten Fällen vorhandene Gasmotor-BHKW produziert wird, und diese zumeist ohnehin nicht vollständig genutzt wird, ist das Optimierungspotential als gering anzusehen.</p> <p>Wird Biogas nicht in einem Gasmotor-BHKW genutzt (z.B. Biogasaufbereitung und Einspeisung, Nutzung als Kraftstoff) so gewinnt die Reduktion des thermischen Eigenbedarfes an Bedeutung, dieser über das produzierte Biogas abgedeckt werden muss und somit die Menge an Produktgas reduziert.</p>	 gering


<p><u>elektrischer Eigenbedarf und hohe elektr. Anschlussleistung</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Der elektrische Eigenbedarf der Anlage ist aufgrund schlecht gewählter Anlagenkomponenten (Rührwerke, Pumpen) und fehlender Optimierung des Anlagenbetriebes überdurchschnittlich hoch.</p> <p>Hoher Stromverbrauch durch Rezirkulation aus dem Nachgärer/Endlager bei güllefreier/güllearmer Vergärung, oder bei Einsatz energiearmer, rohfaserreicher Substrate.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Da der elektrische Eigenbedarf stark vom Anlagentyp, den eingesetzten Substraten und der Ausstattung hinsichtlich Pumpen, Rührwerken, Zerkleinerern und Einbringsystemen abhängt, welche neben der Kühleinrichtung des BHKW die wesentlichen Verbraucher einer Anlage darstellen, ist der elektrische Eigenbedarf von Anlage zu Anlage unterschiedlich, sollte jedoch im Bereich 5-9% der produzierten elektrischen Energie liegen. Bei Biogasanlagen, die biogene Abfälle einsetzen, können die Werte aufgrund der komplexeren Vorkette zur Aufbereitung des Substrats etwas höher liegen. Zur Reduktion des elektrischen Eigenbedarfs, sollte bereits in der Planung die Anzahl der Rührwerke sowie deren Laufzeiten und Leistungen entsprechend berücksichtigt werden bzw. ein Lastmanagement vorgesehen werden (z.B. SPS-gesteuert), um die Laufzeiten untereinander abstimmen zu können. Eine Reduktion der Kühlerlaufzeiten des BHKW-Kühlers kann primär durch eine vorhandene Wärmeabnahme erreicht werden.</p> <p>Falls eine Rezirkulation aus dem Fermentationsrückstandslager notwendig ist kann eine Gärrestseparation sinnvoll sein.</p> <p>Nach Möglichkeit sollten die Erntezeitpunkte der einzusetzenden Substrate so gewählt werden dass eine gute Lagerung (Silierung) als auch Vergärung möglich ist. Wird zu spät geerntet, steigen zwar teilweise noch die Trockenmasseerträge, es steigt aber auch der Rohfaseranteil und damit die schwerere Vergärbarkeit.</p>	

<u>Strom-Netzausfall</u>	Beschreibung Keine Absicherung gegen Strom-Netzausfall
Maßnahmen Zur Sicherung der elektrischen Notversorgung der Anlagensteuerung sollte eine unabhängige Spannungsversorgung (USV) vorgesehen werden. Durch eine Alarmmeldung kann anschließend die Anlage durch Anschluss eines Notstromaggregates in einem sicheren Betriebszustand übergeführt werden. Durch den Stillstand der Rührwerke aufgrund von Netzausfällen können Schäden an der Anlage (siehe auch Abschnitt 1.16 Anlagensicherheit) entstehen. Um eine gesicherte Stromversorgung wichtiger Anlagenteile wie z.B. der Rührwerke zu ermöglichen, sollte ein Stromanschluss für ein Notstromaggregat vorgesehen werden.	

<u>Selbsterwärmung</u>	Beschreibung Die eingesetzte Substratmischung führt zu starker und unkontrollierter Selbsterwärmung, die besonders in den Sommermonaten ein Problem darstellen kann (zusätzliche Kühlung ist erforderlich).
Maßnahmen Mehrfach konnte ein starker Selbsterwärmungseffekt bei Biogasanlagen festgestellt werden, der Untersuchungen zufolge auf die Substratmischung (Wärmeenthalpie des mikrobiellen Abbaus von Kohlenhydraten [5]) zurückzuführen ist. Je energiereicher der Substratmix ist, desto deutlicher ist der Effekt der Selbsterwärmung (siehe auch Abschnitt 2.3 Beheizung der Fermenter und Regelung der Prozesstemperatur). Teilweise bedingt eine zu geringe Entnahmemenge aus dem Fahrsilo bzw. eine suboptimale Silierung eine hohe Erwärmung des einzubringenden Substrates. Daher sollte bereits bei der Silierung auf höchste Qualität und bei der Entnahme auf die Mindestentnahme (mind. 30 cm Vorschub / Tag) sowie das Nichtauflockern der Anschnittfläche geachtet werden. Durch eine Verdünnung der Substratmischung mit Gülle oder Rezirkulation des Gärrestes kann die Selbsterwärmung beeinflusst werden. Dementsprechend sollten insbesondere beim Einsatz von energiereichen Substraten entsprechende Verdünnungs- und Rezirkulationsmöglichkeiten vorgesehen werden. Um in diesen Fällen in den Sommermonaten eine zu starke Erwärmung zu vermeiden, kann auch eine Kühlung des Fermenters über das Heizsystem vorgesehen werden. Dies ist jedoch in den meisten Fällen wirtschaftlich nicht sinnvoll.	

<u>thermische Verluste</u>	Beschreibung Die Anlage hat aufgrund hoher thermischer Verluste einen hohen Wärmebedarf.
Maßnahmen Hinsichtlich thermischer Verluste kann festgehalten werden, dass diese hauptsächlich durch entsprechende Ausführung (z.B. Membranspeicher auf dem Fermenter) und Anzahl der Gashauben (Gasspeicher nur auf einem Fermenter) auf den Fermentern sowie durch vollständige Isolierung der Fermenter (inkl. Boden und Decke) beeinflusst werden können. Zu dem ist zu beachten, dass die Biogasanlage keinesfalls einen Grundwasserkörper berühren sollte (=ungehemmter Wärmeabfluss). In jedem Fall sollte der auftretende Wärmeverlust aber bei der Auslegung der Beheizung des Fermenters berücksichtigt werden (siehe auch Abschnitt 2.3 Beheizung der Fermenter und Regelung der Prozesstemperatur). Für mesophile Anlagen liegt dieser üblicherweise, in Abhängigkeit der angeführten Einflussfaktoren, zwischen 20 und 25% der produzierten Wärme.	

1.16 Anlagensicherheit

<p>Optimierungspotential</p> <p>In Österreich gibt es gut ausgearbeitete Merkblätter und Richtlinien für den Bau und Betrieb von Biogasanlagen (siehe z.B. „Technische Grundlagen für die Beurteilung von Biogasanlagen, 2007“ [6], ÖVGW-Regelwerke). Das zentrale Ziel der erwähnten technischen Richtlinien ist die Sicherstellung der allgemeinen Anlagensicherheit inklusive Emissions – und Immissionsschutz.</p> <p>Die angeführten Maßnahmen zur Vermeidung einzelner in der Praxis aufgetretener Fehler beziehen sich großteils auf die „Technischen Grundlagen für die Beurteilung von Biogasanlagen, 2007“ [6].</p> <p>Alle Sicherheitseinrichtungen müssen entsprechende Zertifizierungen aufweisen und den neuesten Technologiestandards entsprechen. Sicherheitsrelevante Anlagenkomponenten sollten nur von Fachpersonal installiert und keinesfalls in Selbstbauweise errichtet werden. Es sind nur erprobte und für den jeweiligen Anwendungsfall geeignete Einrichtungen zu verwenden. Alle Sicherheitseinrichtungen sind vor Inbetriebnahme bzw. auch in verschiedenen Betriebszuständen zu testen und abzunehmen. Diese bedürfen weiters einer regelmäßigen fachgerechten Wartung und Überprüfung (z.B. Vermeidung von Verstopfungen, Frostschutz, Nachfüllen der Wasservorlage der Überdrucksicherung). Dies bedingt auch eine gute Zugänglichkeit der Sicherheitseinrichtung um Unfälle und Verletzungen bei den Wartungsarbeiten zu vermeiden.</p> <p>Zusammenfassend muss jedoch erwähnt werden, dass die Sicherheitsstandards von österreichischen Biogasanlagen nicht zuletzt durch die oben genannten Richtlinien als hoch einzustufen sind.</p> <p>Trotz der bereits sehr hohen Sicherheitsstandards von österreichischen Biogasanlagen gibt es immer noch großes Potential die Anlagensicherheit weiter zu verbessern. Dies betrifft insbesondere die Sensibilisierung und Schulung aller Beteiligten (Planer, Betreiber und ausführende Firmen) hinsichtlich der Anlagensicherheit. Aufgrund der Wichtigkeit des Themas kann das Optimierungspotential als hoch eingestuft werden.</p>	 <p>hoch</p>
--	---

<p><u>Schutzabstandes zwischen Gasspeicher und BHKW</u></p>	<p>Beschreibung Die erforderlichen Schutzabstände werden nicht eingehalten.</p>
<p><u>Notfackel</u></p>	<p>Beschreibung Fehlende bzw. falsch positionierte Notfackel</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Schon bei der Aufstellungsplanung der gesamten Anlage müssen entsprechende Schutzabstände (z.B. Gasspeicher – BHKW, Gasspeicher - Gasfackel) berücksichtigt werden. Wird eine Notfackel errichtet, muss auf die richtige Positionierung (Schutzabstände, Ex-Zonen) geachtet werden.</p>	

<p><u>Kennzeichnung von Gefahrenbereichen</u></p>	<p>Beschreibung Gefahrenbereiche (z.B. Ex-Zonen) sind nicht als solche gekennzeichnet bzw. werden im Betrieb nicht ausreichend berücksichtigt.</p>
<p><u>Beleuchtung</u></p>	<p>Beschreibung Keine ausreichende Beleuchtung für Wartungs- und Kontrollgänge vorhanden.</p>
<p><u>Bedienberechtigung</u></p>	<p>Beschreibung Bedienberechtigungen für unterschiedliche Personen des Betriebspersonals fehlen; üblicherweise erfolgt keine Differenzierung für unterschiedliche Kompetenzbereiche, dadurch kommt es zu vermeidbaren Bedienungsfehlern.</p>
<p><u>Be- und Entlüftungskonzepte (BHKW)</u></p>	<p>Beschreibung Die Be- und Entlüftungskonzepte sind nur unzureichend ausgeführt.</p>
<p>Maßnahmen Hinsichtlich Anlagensicherheit wird eine entsprechende Schulung des Betreibers und des Betriebspersonals der Biogasanlage (es sollen immer mindestens 2 Personen im Umgang mit der Anlage vertraut sein), die auch eine sicherheitsrelevante Ausbildung beinhaltet, empfohlen. Bedienberechtigungen müssen entsprechend der Aufgaben der einzelnen Personen des Betriebspersonals vergeben werden. Betriebsfremde Personen dürfen ohne spezifische Einweisung die Anlage nicht betreten und über keine Bedienberechtigung von Anlagenteilen verfügen. Generell sollte eine umfangreiche Beleuchtung und Kennzeichnung bzw. Absicherung von Gefahrenbereichen sowie der Ex-Schutzonen erfolgen. Dazu zählen unter anderem Warnschilder, Absturzsicherungen Absperrungen, Gasalarm und Not-Aus-Schalter aber auch die Belüftung z.B. eines Pumpenschachts und des BHKW-Raumes. Entsprechend den österreichischen Gesetzen und Richtlinien Fluchtwege zu Kennzeichnen und mit einer normgerechten Fluchtweg-Orientierungsbeleuchtung auszustatten. Durch die Verkettung unglücklicher Umstände können sonst harmlos wirkende Verhältnisse zur Bedrohung für Leib und Leben werden. Auch aus diesen Gründen ist eine entsprechende Schulung der Betreiber als wesentlich anzusehen.</p>	

<p><u>Auswahl und Ausführung der Aufstiegshilfen</u></p>	<p>Beschreibung Vereisungen führen zu Rutschgefahr, weshalb die gewählte Aufstiegshilfe bzw. die Ausführung wenig geeignet ist.</p>
<p>Maßnahmen Um die Verletzungsgefahr aufgrund vereister Aufstiegshilfen zu vermeiden, sollten statt Leitern, welche ein zusätzliches Risikopotential darstellen, Stiegen verwendet werden. Generell sind die Erfordernisse des Arbeitnehmerschutzes einzuhalten.</p>	

<u>Überfüllsicherung, Füllstandsüberwachung</u>	Beschreibung Die ausgewählte Überfüllsicherung/Füllstandsüberwachung funktioniert nicht bzw. nur mangelhaft.
<u>Über- / Unterdrucksicherung</u>	Beschreibung Über- / Unterdrucksicherung funktioniert nicht oder nur mangelhaft woraus Beschädigungen oder Ausfälle resultieren. Schäumendes und aufschwimmendes Material mit Fasern verschließt die Öffnungen zu den Sicherheitseinrichtungen und bringt damit in weiterer Folge den Fermenter/Gaslager zum Bersten. Im Fall eines zu großen Unterdrucks kann es zu Beschädigungen an der gasführenden Membrane kommen.
Maßnahmen Generell sind alle Sicherheitseinrichtungen und insbesondere auch Überfüllsicherungen / Füllstandsüberwachungen und die Über- / Unterdrucksicherung an die Anlagenbauweise und den jeweiligen Anwendungsfall anzupassen. Zusätzlich sind unbedingt die Eigenschaften des eingesetzten Substratgemisches (TS-Anteil, Faseranteil, Faserlänge, Neigung zu Schaumbildung usw.) zu beachten und die Sicherheitseinrichtungen optimal darauf abzustimmen. Um Probleme durch Schaumbildung und Schwimmschichten zu vermeiden, ist auf eine geeignete Anordnung der Gasleitung und der Sicherheitseinrichtungen im Fermenter zu achten. Die Gasleitung sollte dabei am höchst möglichen Punkt vom Fermenter weg führen. Die Über- / Unterdrucksicherung kann anstatt direkt am Fermenter auch entlang der Gasleitung angeordnet werden (es darf allerdings keine Absperreinrichtung zwischen Fermenter und Sicherheitseinrichtung sein). Dies verhindert allerdings nicht dass eine mögliche Schaumbildung über die Gasleitung zur Sicherheitseinrichtung gelangen kann. Wie auch für Gaswarngeräte muss der Einbau und die Funktion relevanter Sicherheitseinrichtungen (z.B. Über- und Unterdrucksicherung, Überfüllsicherung und Füllstandsüberwachung) vor der Inbetriebnahme überprüft werden.	


<u>Ausfall des Rührwerks</u>	Beschreibung Durch den Ausfall bzw. Stillstand der Rührwerke durch einen Stromausfall oder zu hohe TS-Fahrweise entsteht im Fermenter zur Bildung von Schwimmschichten. Diese Behindern das Entweichen des Biogases in den Gasraum bzw. das Gaslager wodurch es in weiterer Folge zu einer Anhebung des Flüssigkeitsspiegels und zu einem Überdruck im Fermenter kommt. Dadurch kann die Fermenterdecke abgehoben bzw. der Fermenter zerstört werden.
Maßnahmen Durch den Stillstand der Rührwerke aufgrund von Netzausfällen können Schäden an der Anlage (siehe auch Abschnitt 1.16 Anlagensicherheit) entstehen. Um eine gesicherte Stromversorgung der Rührwerke zu ermöglichen, sollte ein Stromanschluss für ein Notstromaggregat vorgesehen werden. Durch eine Alarmmeldung kann anschließend die Anlage durch Anschluss eines Notstromaggregates in einem sicheren Betriebszustand übergeführt werden. Jedes Rührwerk ist für einen bestimmten TS-Gehalt ausgelegt. Bei beabsichtigter Änderung des TS-Gehalts im Fermenter muss die Eignung des Rührwerks hinterfragt werden bzw. mit dem Rührwerkshersteller Rücksprache gehalten werden.	

<u>Hydrolysebehälter</u>	<p>Beschreibung Entweichen von brennbaren Gasen vor allem H₂ oder CH₄ aus offenen Hydrolysebehältern und mögliche Bildung eines explosiven Gemisches mit der Umgebungsluft.</p>
<p>Maßnahmen Das unbeabsichtigte Entweichen von Gas kann nur durch geschlossene Hydrolysebehälter und dem Anschluss des Behälters an das Gassystem gewährleistet werden. Die Dichtheit des Systems sollte vor der Inbetriebnahme mittels einer Dichtheitsprobe aller gasführenden Systeme überprüft werden.</p>	

<u>Ex-Zoneneinteilung</u>	<p>Beschreibung Ex-Schutz-Maßnahmen im Bereich der Vorgrube wurde nicht berücksichtigt. Die Dokumentation der Ex-Zoneneinteilung ist nicht vorhanden bzw. wurde nicht sorgfältig durchgeführt.</p>
<u>Ausführung elektrischer Betriebsmittel</u>	<p>Beschreibung Elektrische Betriebsmittel sind nicht entsprechend der erforderlichen Schutzkategorie ausgeführt, und die Überprüfung findet nicht statt.</p>
<p>Maßnahmen Ex-Schutz-Zonen müssen vom Planer und Betreiber nach den gesetzlichen Vorgaben (VEXAT) festgelegt werden und sind in Form eines Ex-Schutz-Dokumentes zu dokumentieren. Dieses kann z. B. entsprechend der Vorlagen auf http://www.auva.at bzw. http://www.lea.at erstellt werden. In Ex-Schutz-Zonen dürfen prinzipiell nur für die jeweilige Ex-Schutzzone geeignete Anlagenkomponenten eingesetzt werden, welche auch regelmäßig zu prüfen sind. Entsprechende Zertifizierungen sind von den Komponentenlieferanten vorzulegen bzw. sind von diesen zu verlangen. In die Planung des Ex-Schutzes müssen alle Anlagenteile einbezogen werden in denen sich explosionsfähige Gemische bilden können. Der Ex-Schutz muss lückenlos durchgeführt und bei verschiedenen Betriebszuständen betrachtet werden (Normalbetrieb, Anfahrbetrieb, Außerbetriebnahme, außerordentliche Betriebszustände wie z.B. Wartung und Instandsetzung).</p>	

<u>Anordnung der Gaswarngeräte</u>	<p>Beschreibung Das Gaswarngerät wurde ungeeignet platziert; falsche Auswahl der Gaswarnanlage.</p>
<u>Gas-Leckage, und Geruchsemission</u>	<p>Beschreibung Wind kann den Flüssigkeitsspiegel der unsachgemäß konstruiert oder montierten Überdrucksicherung verändern, dadurch entweicht Biogas und führt zu Geruchsemissionen.</p>
<p>Maßnahmen Gaswarneinrichtungen in Räumen oder Schächten müssen fachgerecht ausgeführt und richtig positioniert werden. Generell sind alle gasführenden Systeme nur von Fachleuten auszuführen, sodass der Austritt und die unkontrollierte Verbreitung von Biogas verhindert werden kann. Alle gasführenden Systeme sind vor der Inbetriebnahme auf Dichtheit zu prüfen.</p>	

1.17 Fermenter

<p>Optimierungspotential Der Fermenter stellt eine wichtige Hauptkomponente von Biogasanlagen dar. Dementsprechend können Fehler im Bezug auf den Fermenter deutliche Auswirkungen auf den Betrieb der Biogasanlage haben. Generell weisen die Fermenter von österreichischen Biogasanlagen einen hohen Qualitäts-Standard auf, der durch Optimierungsmaßnahmen wie z.B. durch die Schaffung besserer Zugangsmöglichkeiten, der Wahl geeigneter Materialien und einer qualitativ hochwertigen Verarbeitung weiter verbessert werden kann. Dementsprechend weist der Themenbereich Fermenter ein mittleres Optimierungspotential auf.</p>	 mittel
--	---

<p><u>Anordnung der Fermenter</u></p>	<p>Beschreibung Unterflur angeordnete Fermenter erfordern Schächte und sind schlechter zugänglich.</p>
<p><u>Zugänglichkeit</u></p>	<p>Beschreibung Es wurden keine oder zu wenige Zugangsmöglichkeiten geschaffen, um Fehler im Störfall schnell und unkompliziert beheben zu können. Schaugläser sind nicht zugänglich oder nicht vorhanden (siehe auch Abschnitt 1.14 Zugangsmöglichkeiten). Es sind keine Probenahmemöglichkeiten für den Fermenterinhalt vorgesehen (siehe auch Abschnitt 1.14 Zugangsmöglichkeiten).</p>
<p>Maßnahmen Um bei Störfällen (z.B. Rührwerksschaden) bzw. für Wartungsarbeiten den Fehler schnell beheben zu können, sollte im Zuge der Planung auf eine gute Zugänglichkeit geachtet werden, was sowohl Einbauten (Rührwerke, Anschlüsse Fermenterheizung), die Messtechnik und auch den Fermenter selbst betrifft. Dazu zählt auch, dass Überflur angeordnete Fermenter neben einer kostengünstigeren Errichtung auch besser zugänglich sind.</p>	


<p><u>Schaugläser</u></p>	<p>Beschreibung Die vorgesehen Schaugläser sind zu klein oder ungünstig angeordnet um eine visuelle Prüfung durchführen zu können. Oftmals fehlt eine sinnvolle Reinigungsmöglichkeit ebenso wie die notwendige Beleuchtung.</p>
<p>Maßnahmen Wie schon bereits in Abschnitt 2.5 Anlagenvisualisierung und Betriebsdatenerfassung angeführt ist eine weitgehende Automatisierung der Anlage zwar wünschenswert, eine visuelle Kontrolle ist aber in jedem Fall zumindest einmal täglich zu empfehlen. Zu diesem Zweck sollten zumindest in jedem Fermenter Schaugläser (Durchmesser 20-30 cm) inklusive der notwendigen Reinigungsmöglichkeiten (z.B. Spülung, Wischergummi) und Beleuchtungen vorhanden sein, um den Gärprozess beobachten zu können.</p>	

<p><u>Sinkschichtbildung/Störstoffe</u></p>	<p>Beschreibung Durch zu geringe Strömungsgeschwindigkeit im Fermenter können Sinkschichten entstehen (siehe Rührtechnik). Neben Sinkschichten können sich am Boden des Fermenters auch weitere unerwünschte Störstoffe (z.B. Metallteile, Steine) ansammeln, wodurch das Fermentervolumen verringert wird.</p>
<p>Maßnahmen Wenn Substrate mit einem erhöhten Risiko zur Sinkschichtenbildung bzw. mit einem hohen Störstoffanteil eingesetzt werden, sollte auf die Ausführung eines geeigneten Sinkschichtaustrags und zusätzlich auf eine ausreichende Strömungsgeschwindigkeit im Fermenter geachtet werden. Speziell beim Einsatz von schwer aufschließbaren Substraten sollte ein geeigneter Zellaufschluss z.B. durch Hydrolyse, Thermodruckhydrolyse, Zusatzstoffe etc. vorgesehen werden.</p>	

<p><u>Korrosion,</u> <u>Elektrochemische</u> <u>(galvanische) Korrosion</u> <u>Materialverschleiß</u></p>	<p>Beschreibung Durch die verschiedenen Werkstoffe der eingebaute Aggregate (Schnecken (bzw. Schneckengehäuse), Feststoffdosierern, Halterungen für Heizleitungen im Fermenter, usw.) kann galvanische Korrosion entstehen. Verzinkte Bauteile korrodieren bereits nach wenigen Monaten und führen zu einem überhöhten Zinkgehalt im Fermenter (Hemmung des Gärprozesses). Durch den Einsatz von ungeeigneten Materialien kommt es v.a. im Gasraum und im Bereich der Entschwefelung/Lufteindüsung zu Materialverschleiß und Korrosion.</p>
<p>Maßnahmen Entsprechend der Einsatzbedingungen im jeweiligen Anlagenbereich müssen geeignete Werkstoffe gewählt werden. Nicht korrosionsbeständige Stähle („schwarzer Stahl“), können z.B. im mit Flüssigkeit gefüllten Bereich des Fermenters eingesetzt werden. Erfolgt im Fermenter keine Entschwefelung mittels Luft so kann auch der Gasraum auch Schwarzstahl gefertigt werden. Ist allerdings im Fermenter eine derartige Entschwefelung geplant so sind im Übergangsbereich flüssig/gasförmig und im Gasraum korrosionsbeständige Materialien einzusetzen. Insbesondere bei Edelstählen ist jedoch von deutlich höheren Investitionskosten auszugehen. Verzinkte Bauteile sind in biogasberührten Anlagenteilen sowie in Bereichen wo es zu Abrieben (z.B.: Einbringung) kommt ungeeignet. Durch Korrosion und Verschleiß von verzinkten Bauteilen kann es zu einer hohen Zinkkonzentration im Fermenter und mitunter zu Hemmungsreaktionen kommen. Durch ungeeignete Werkstoffpaarungen und den ohnehin korrosiven Bedingungen im Fermenter kann es zu einer galvanischen Korrosion kommen, wodurch Bauteile in sehr kurzer Zeit vollständig korrodieren. Dementsprechend sind die eingesetzten Werkstoffe unter Berücksichtigung der elektrochemischen Spannungsreihe abzustimmen. Gegebenenfalls ist ein elektrochemischer Korrosionsschutz (Opferanode) vorzusehen. Bei Betonfermentern ist insbesondere auf eine geeignete Qualität, dem fachgerechten Einbau und der notwendigen Nachbehandlung des Betons besonders zu achten.</p>	

<u>Fermenterbauart/Materialauswahl</u>	Beschreibung Nachträgliche Änderungen (Messeinrichtungen, Rohrdurchführungen) an Behältern sind nur sehr aufwendig und kostspielig durchführbar.
Maßnahmen Durch eine fachgerechte Planung und Ausführung sollten nachträgliche Änderungen (z.B. zusätzliche Instrumentierungen, Rohrleitungsdurchführungen usw.) vermieden werden. Um spätere Probleme bei der Nachrüstung von Fermentern zu vermeiden, sollte bei der Bauart des Fermenters und den gewählten Materialien darauf geachtet werden, dass nachträgliche Änderungen möglich sind. Eventuell können vorab bereits Reserveöffnungen für Rohrleitungen oder Instrumentierungen vorgesehen werden.	

1.18 Anlieferung und Lagerung der Substrate


<p>Optimierungspotential</p> <p>Für die Anlieferung und Lagerung der Substrate beschränken sich die Probleme im Wesentlichen auf unzureichende Lagerkapazität, schlechte Positionierung und Auslegung des Fahrsilos, für die zwar gute Lösungen existieren, im allgemeinen aber noch hohes Optimierungspotential vorhanden ist.</p>	 <p>hoch</p>
--	---

<u>Lagerkapazität</u>	<p>Beschreibung</p> <p>Der Fahrsilo wurde zu klein dimensioniert um den Jahresbedarf der Anlage lagern zu können. Für einen Rohstoffwechsel bzw. einen zusätzlichen Rohstoffmix sind keine ausreichenden Lagerkapazitäten vorhanden.</p>
<u>Situierung, Wahl der Siloform</u>	<p>Beschreibung</p> <p>Die schlechte Positionierung des Fahrsilos verursacht lange Transportwege innerhalb der Anlage. Die unregelmäßige Siloausführung (z. B. trapezförmiger Grundriss) führt zu Problemen hinsichtlich Abdichtung und Abdeckung.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Eine zu geringe Lagerkapazität des Fahrsilos lässt sich nur durch entsprechende Auslegung in der Planungsphase vermeiden, bei der der korrekte TS-Gehalt und die erwartete Gasausbeute die erforderlichen Mengen an Substrat vorgeben. Bei der Aufstellungsplanung sollte auf eine geeignete Positionierung des Fahrsilos geachtet werden, welche einerseits möglichst Platz sparend erfolgen und andererseits kurze Wege innerhalb der Anlage ermöglichen sollte. Auch die Form des Silos spielt eine wichtige Rolle, da es etwa bei Silos mit trapezförmigem bzw. nicht rechteckigem Grundriss zu Problemen bei der Abdeckung bzw. Abdichtung der Silagefläche kommen kann [7].</p>	

<u>Statik der Silowände</u>	<p>Beschreibung</p> <p>Aufgrund falscher statischer Berechnungen müssen Außen- oder Trennwände saniert werden um den Belastungen Stand zu halten.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Falsche Berechnungen der Statik sowie die ungeeignete Wahl der Fahrsiloausführung (mit/ohne Wände) können durch eine sorgfältige Auswahl der beauftragten Professionisten (siehe auch Abschnitt 1.2 Auswahl des Planers) vermieden werden.</p>	

<u>Zufahrts- und Wendemöglichkeiten</u>	Beschreibung Die Zufahrt zur Anlage ist speziell während der Substratanlieferung schwierig (schlechte Anbindung an das Straßennetz, lange Wege bis zur Anlage, Zufahrt für Rohstofflieferung erfolgt durch Wohngebiet) und das Verkehrsaufkommen wurde unterschätzt. Im Bereich der Anlage besteht keine ausreichende oder nur schlechte Wendemöglichkeit.
Maßnahmen Wie bereits in Abschnitt 1.1 angeführt, ist die Wahl des Anlagenstandortes von grundlegender Bedeutung. Das betrifft auch die Anlieferung, für die speziell die Zufahrtsstraßen von Relevanz sind. Dabei sollte neben kurzen Anfahrtswegen und einem entsprechenden Zustand der betroffenen Straßen auch auf Wendemöglichkeiten geachtet werden, da die Phase der Ernte sich meist nur auf mehrere Tage bis Wochen konzentriert und daher ein entsprechendes Verkehrsaufkommen zu berücksichtigen ist. Aber auch für den laufenden Betrieb (Abholung und Ausbringung des Fermentationsrückstands) sind diese Faktoren von Relevanz.	

1.19 Einbringung der Substrate in den Fermenter


<p>Optimierungspotential</p> <p>Einbringeinrichtungen von Biogasanlagen sind hochbelastete Anlagenteile die einem hohen Verschleiß ausgesetzt sind.</p> <p>Bei der Auswahl der eingesetzten Technologien kann festgehalten werden, dass Geräte aus der landwirtschaftlichen Praxis nur bedingt für Biogasanlagen geeignet sind, da die erforderliche Einbringtechnik in der Biogastechnik wesentlich höheren Betriebszeiten ausgesetzt ist. Die Qualität bzw. die Materialwahl sowie die ausgeführten Material-/Wandstärken spielen daher eine entscheidende Rolle, egal ob Schnecken, Schubböden, Futtermischwägen oder Einspüleinrichtungen mit Pumpen eingesetzt werden.</p> <p>Gute Einbringtechnologien zeichnen sich durch hohe Standzeiten, einen wartungsarmen und störungsunempfindlichen Betrieb und die optimale Abstimmung auf die Fördermenge und den eingesetzten Substratmix aus. Dementsprechend ist gerade bei der Wahl der Anlagentechnologie sowie der eingesetzten Materialien noch hohes Optimierungspotential gegeben, um die Standzeiten und die Verfügbarkeit der Einbringvorrichtungen zu erhöhen und den erforderlichen Arbeitsaufwand zu reduzieren. Weitere Verbesserungsmöglichkeiten betreffen die Abstimmung der Steuerung auf wechselnde Substrate.</p>	 <p>hoch</p>
--	---

<p><u>Anordnung der Einbringung</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die Anordnung der Einbringvorrichtung ist ungeeignet (Totzonen, Ex-Zonen, Zugänglichkeit); Bei Abfallanlagen ist keine Umhausung vorhanden.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Die Anordnung der Einbringvorrichtung sollte so erfolgen, dass die Substrate nicht in Totzonen der Durchmischung im Fermenter zugeführt werden. Weiters sollte eine gute Zugänglichkeit und eine geeignete Positionierung hinsichtlich Explosionsschutz zonen gewährleistet werden.</p>	

<p><u>Frostgefahr</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die Einbringvorrichtung friert im Winter mangels Frostschutz bzw. kürzerer Einbringintervalle ein.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Bei einer Außenaufstellung sind die Einbringeinrichtungen frostsicher auszuführen, da insbesondere bei langen Einbringintervallen die Einbringvorrichtung oder Teile davon einfrieren können. Der Frostschutz kann im einfachsten Fall durch Isolierung der im Freien befindlichen Bauteile erfolgen.</p>	

<p><u>Dimensionierung der Einbringvorrichtung bzw. der Antriebstechnik</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die Einbringvorrichtung wurde zu klein dimensioniert, somit ist pro Tag mehrfaches Befüllen des Vorlagebehälters notwendig (hoher Bedienungsaufwand).</p> <p>Die Einbringvorrichtung wurde zu groß gewählt. Durch eine zu lange Aufenthaltsdauer des Substrates im Mischbehälter kommt zu unerwünschter Erwärmung und Energieverlust des Substrates.</p> <p>Die Antriebstechnik ist für die vorliegenden Belastungen zu gering dimensioniert (z.B. Getriebeverschleiß, Abrasion und Zerstörung des Schubbodens).</p>
<p><u>Wandstärke, Materialwahl</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die eingesetzten Materialien und/oder Wandstärken der Aggregate sind ungeeignet, aufgrund von hohem Verschleiß reduzieren sich die erwarteten Standzeiten stark.</p>
<p><u>Technologieauswahl</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Feststoffeinbringung funktioniert nicht zufrieden stellend (z.B. Einbringung von ungewünschtem Luftsauerstoff, schlechte Temperaturverteilung im Fermenter).</p> <p>Die für die Einbringung eingesetzten Technologien sind nur schlecht oder gar nicht für die verwendeten Substrate geeignet (z.B. Zerkleinerung langfasriger Stoffe funktioniert nicht zuverlässig, Verschleiß, Abrasion, zu langsam, hoher Energiebedarf, hohe Störanfälligkeit).</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Um die richtige Auswahl und Dimensionierung einer Einbringeinrichtung vornehmen zu können, müssen Art und Eigenschaften der Substrate (Korngröße, Faserlänge, Dichte usw.), die erforderliche Fördermenge sowie der gewünschte Automatisierungsgrad bekannt sein. Anhand dieser Rahmenbedingungen kann die Dimensionierung erfolgen wobei eine Reserve hinsichtlich wechselnder Substratzusammensetzung berücksichtigt werden sollte. Bei entsprechender Erfahrung des Planers kann davon ausgegangen werden, dass auch die Auslegung der Antriebstechnik und eventuell erforderlicher Zerkleinerungseinrichtungen in geeigneter Weise erfolgt. Speziell soll jedoch darauf hingewiesen werden, die Anzahl der Umlenkungen gering zu halten und Schneckenförderer am Kopf anzutreiben.</p> <p>Der Hersteller der Einbringvorrichtung sollte Energieverbrauch, Wartungsintervall und Standzeiten garantieren.</p> <p>Mit verstärktem Verschleiß und Korrosion (z.B. Reduktion der Wandstärke) an den erwähnten Bauteilen muss gerechnet werden. Es ist weiters immer zu berücksichtigen, ob die gewählte Einbringtechnik auch für die eingesetzten Substrate geeignet ist, um z.B. schlechten Substrataufschluss, zu stark gepresstes Material, Verstopfungen, Verzopfungen, Brückenbildung (siehe auch Abschnitt 3.1 Anlieferung und Lagerung der Substrate) sowie erhöhten Verschleiß und Abrasion zu vermeiden und einen möglichst störungsfreien Betrieb zu gewährleisten.</p>	

1.20 Entschwefelung und Entfeuchtung

<p>Optimierungspotential Prinzipiell stellt die Entschwefelung und Entfeuchtung des Gases bei modernen Anlagen kein Problem dar, sofern beides bei der Planung berücksichtigt wurde. Speziell für Anlagen welche nur nachwachsende Rohstoffe und Gülle verarbeiten reichen einfache Systeme aus um den gewünschten Erfolg zu erzielen. Aber auch für Abfallanlagen sind gut funktionierende Lösungen verfügbar. Das Optimierungspotential wird daher als gering eingestuft, obwohl hinsichtlich der richtigen Technologieauswahl und der Kostenreduktion bei externen Entschwefelungsanlagen noch Verbesserungsmöglichkeiten gegeben sind.</p>	 gering
--	---

<p><u>Ausführung, Betriebsicherheit der Entschwefelungsanlage</u></p>	<p>Beschreibung Unzureichend oder nicht funktionierende Technologie (Versuche mit "exotischen" Systemen (z. B. Stahlwolle)) bzw. die Ausführung ist mangelhaft, wodurch nur eine schlechte Entschwefelungsleistung erzielt wird (nicht rund um die Uhr verfügbar). Die nicht funktionierende Entschwefelung führt zu Materialverschleiß (Gasmessstrecke, Gasmotor, Abgasführung) und Geruchsproblemen bei hohen H₂S-Werten. Hohe H₂S- Werte verhindern den Einsatz von Oxidationskatalysatoren und damit zum Teil die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte für Motorabgase.</p>
<p>Maßnahmen Derzeit dem Stand der Technik entsprechende Entschwefelungstechnologien sind z.B. die biologischer Entschwefelung durch Lufterindüsung, die Zudosierung von Eisen-II-Chlorid oder verschiedene biologische oder chemische Entschwefelungen in externen Anlagen. Die biologische Entschwefelung mittels Lufterindüsung stellt die am weitesten verbreitete Entschwefelungstechnologie dar. Je nach Anforderung und H₂S-Gehalt im Rohgas weisen alle Technologien eine gute Reinigungsleistung auf. Die Auswahl einer geeigneten Entschwefelungsanlage sollte daher in Abhängigkeit der Substrate und des erwarteten H₂S-Gehalts getroffen werden, die dann entsprechend bereits vorhandener Erfahrungen umgesetzt wird (z.B. Dosiermenge, Aufwuchsflächen, Nährstoffversorgung). Technologien die noch keine entsprechenden Referenzen aufweisen, sollten nur im Rahmen von Forschungsprojekten bzw. als Demonstrationsanlage eingesetzt werden. Derartige Anlagen erreichen oft noch nicht die erforderliche Entschwefelungsleistung bzw. die notwendige Standzeiten um einen kontinuierlichen Anlagenbetrieb sicherzustellen. Hohe H₂S- Werte aufgrund einer unzureichenden Entschwefelung verhindern den Einsatz von Oxidationskatalysatoren und damit zum Teil die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte für Motorabgase.</p>	

<p><u>Ex-Schutz / Ex-Zonen</u></p>	<p>Beschreibung Für externe Entschwefelungsanlagen wurde kein Ex-Schutz berücksichtigt. Bei der Lufterindüsung entsteht im Gasraum des Fermenters durch die Einbringung von Luftsauerstoff eine zusätzliche Ex-Zone „0“. Diese zusätzliche Ex-Zone wird bei der Auswahl der Geräte oft vergessen.</p>
---	--

Maßnahmen

Bei der Auswahl der Entschwefelung sollte auch bedacht werden, dass für externe Entschwefelungsanlagen bzw. Geräte eventuell ein zusätzlicher Ex-Schutz erforderlich sein kann, welcher bei Bau und Betrieb der Anlage berücksichtigt werden muss.


<u>Entschwefelung, Einblaspunkt für Entschwefelung</u>	Beschreibung Luft wird an der falschen Stelle eingeblasen. Luft wird vor der Gasleitung zum Motor eingeblasen.
<u>Mangelhafte Entschwefelung durch Lufteindüsung (bei größeren Anlagen)</u>	Beschreibung Durch große Volumenströme (Entschwefelungsluft), zu geringe Verweilzeit und zu geringe Aufwuchsflächen (bei größeren Anlagen, > 1.000 kWel) ergibt die Lufteindüsung nur eine mangelhafte Entschwefelungsleistung.
<u>Luftmenge für Entschwefelung</u>	Beschreibung Die Luftpumpe ist zu klein dimensioniert um die erforderliche Luftmenge einblasen zu können.
Maßnahmen Durch eine zu große Menge an Entschwefelungsluft kommt es zu einer Verdünnung des Biogases, zur Bildung schwefeliger Säure und auch zu einer Hemmung der Methanbakterien. Die Menge an Entschwefelungsluft muss dementsprechend an die Erfordernisse der Entschwefelung angepasst werden. Die richtige Zudosierung der Luft bzw. des Sauerstoffs kontrolliert man dabei einerseits durch die Messung des Schwefelwasserstoffgehaltes nach der Entschwefelung und zur Vermeidung von Überdosierungen am besten durch eine nachgeschaltete Gasanalyse welche auch den Sauerstoffgehalt erfasst. Die Entschwefelungsluft muss dort eingeblasen werden, wo entsprechende Aufwuchsflächen vorhanden sind und genügend Verweilzeit des Biogases für die Entschwefelung vorhanden ist (z.B. im Gasspeicher). Insbesondere bei größeren Anlagen muss sichergestellt werden, dass die für die biologische Entschwefelung benötigten Aufwuchsflächen ausreichend groß dimensioniert sind. Bei größeren Anlagen ist auch die erforderliche Menge an Entschwefelungsluft entsprechend höher, wodurch eine richtige Verteilung der Entschwefelungsluft im Bereich der Aufwuchsflächen wichtig ist. Die Luftpumpe muss ausreichend dimensioniert werden, sodass im Bedarfsfall auch größere Luftmengen eingeblasen werden können. Zudem darf nicht vergessen werden, dass die Bakterien nicht vom Schwefel und der Luft alleine leben. Die Aufwuchsflächen müssen auch eine Nährstoffversorgung garantieren.	

<u>Aufwuchsflächen für die Mikrobiologie</u>	Beschreibung Für die an der Entschwefelung beteiligten Bakterien steht zur Besiedelung zu wenig Fläche und kein Nährstoffangebot zur Verfügung, wodurch die Abbauleistung reduziert wird.
<u>Regelung</u>	Beschreibung Die Regelung einer biologischen Entschwefelung mittels Lufteindüsung ist grundsätzlich ungenau und starr.
Maßnahmen Es ist zu berücksichtigen, dass die an der Abbaureaktion beteiligten Bakterien eine ausreichend große Fläche (z.B. Holzkonstruktion) zu Besiedelung benötigen, um eine entsprechende Reduktion des H ₂ S-Gehalts zu erreichen. Da die Abbauleistung stark von der Bakterienpopulation abhängt für deren Stoffwechsel zusätzlich Luft erforderlich ist, ist eine genaue Regelung mit schwankendem H ₂ S-Gehalt eher schwierig, da die Bakterien Zeit zum Wachstum und Vermehrung benötigen.	

<p><u>Wahl der Entfeuchtung, Dimensionierung</u></p>	<p>Beschreibung Die Ausführung bzw. Art der Entfeuchtung ist ungeeignet für die vorhandene Feuchte des Biogases. Die Entfeuchtung ist zu klein dimensioniert, es kann nicht ausreichend Wasser abgeschieden werden. Durch mangelhafte Ausführung kommt es in der Entfeuchtungsstrecke zu Setzungen und damit zur Wassersackbildung, was Druckschwankungen im System verursachen kann.</p>
<p><u>Kondensatrückführung</u></p>	<p>Beschreibung Es ist keine Rückführung des anfallenden Kondensats in den Fermenter oder das Endlager vorgesehen.</p>
<p><u>Korrosion</u></p>	<p>Beschreibung Durch zu geringe Entfeuchtungsleistung kommt es zu Korrosion in der Gasregelstrecke und im Verdichter.</p>
<p>Maßnahmen Hinsichtlich Entfeuchtung des Biogases reicht in den meisten Fällen eine unterirdisch geführte Gasleitung aus, in der das Gas abkühlt und dadurch das Wasser auskondensiert wird. Das anfallende Kondensat ist in den Fermenter oder das Endlager zurückzuführen. Für eine zuverlässige Kondensatabscheidung sollte eine ausreichende Leitungslänge (mindestens 50 m) und die sorgfältige Verlegung der Leitung zur Vermeidung von Setzungen und Wassersackbildungen berücksichtigt werden. Bei größeren Anlagen erfolgt die Kühlung vielfach auch durch Wasser/Gaskühler. Eine zu geringe Entfeuchtung kann zu Korrosion in der Gasregelstrecke, dem Verdichter und dem Gasmotor führen. Daher muss die Entfeuchtung vor dem Verdichter erfolgen, da sonst ein Kondensatanfall im Verdichter zu erwarten ist. Das Biogas muss nach der Entfeuchtung und Verdichtung über den Taupunkt erwärmt werden, um das Auskondensieren von Wasser im Gasmotor zu verhindern.</p>	

<p><u>Frostschäden</u></p>	<p>Beschreibung Frostschäden durch Luftfeuchtigkeit im Bereich der der Lufteindüsung; Frostschäden bei externer Entschwefelungsanlage (z.B. externe biologische Entschwefelung) durch Spülwasser, Nährstofflösung und Kondensat; Frostschäden in der Gasleitung und im Bereich der Entfeuchtung des Biogases durch den hohen Wassergehalt im Biogas bzw. dem anfallenden Kondensat;</p>
<p>Maßnahmen Die Lufteindüsung und externe Entschwefelungsanlagen sowie die Gasleitungen und die Biogas-Entfeuchtung sind frostgefährdet. Dementsprechend sind diese Anlagen frostsicher auszuführen bzw. ist ein Frostschutz vorzusehen (Isolierungen, Beheizung, Verlegetiefe bei Gasleitungen, frostsichere Schächte für Kondensatableitung).</p>	


1.21 Füllstandskontrolle

<p>Optimierungspotential Die meisten Biogasanlagen verfügen über eine ausreichende Füllstandskontrolle, da durch eine fehlende Füllstandsüberwachung erhebliche Schäden an der Anlage auftreten können. Das Optimierungspotential wird als eher gering eingeschätzt, obwohl manchmal ungeeignete Messsysteme eingesetzt werden.</p>	 gering
--	---

<p><u>Ausführung / Funktionsweise</u></p>	<p>Beschreibung Es werden ungeeignete oder "exotische" Systeme eingesetzt, bzw. die Ausführung ist mangelhaft. Durch eine unzureichend funktionierende Füllstandskontrolle wird die Gasspeichermembran durch Gärsubstrat überdehnt und platzt.</p>
<p>Maßnahmen Um schwerwiegende Probleme und Beschädigungen zu vermeiden, sollten sowohl für die Fermenter als auch den Gasspeicher Füllstandskontrollen vorgesehen werden, wobei auf bereits bekannte und weit verbreitete Systeme zurückgegriffen werden sollte. Nur ein geeignetes Messsystem (Radarmessung berücksichtigt z.B. keine Schwimmdecken) und der korrekte Einbau bzw. die geprüfte Funktionsweise können Probleme durch Überfüllung verhindern. Die Kombination aus unterschiedlichen Messsystemen kann zum Erfolg führen (z.B. Kombination aus Drucksensoren, Radarmessungen und Schaumwarnung). Als positives Vorzeigebeispiel kann die Druckmessung im Gasspeicher (z.B. Druckmessdose) angeführt werden, die auch eine genaue Regelung der Gasproduktion zulässt.</p>	

<p><u>Füllstandsmessung</u></p>	<p>Beschreibung Es wurde keine Füllstandsmessung vorgesehen (Fermenter oder Gasspeicher).</p>
<p>Maßnahmen Speziell bei kleinen Anlagen wird oft auf eine Füllstandsmessung des Fermenters verzichtet, was jedoch selbst bei Anlagen mit Naturüberlauf nur bei redundanter Ausführung empfohlen werden kann.</p>	


1.22 Abfüllung, Lagerung und Ausbringung des Fermentationsrückstandes

<p>Optimierungspotential</p> <p>Fermentationsrückstände sind ein wertvoller Dünger der zumeist einer entsprechenden Nutzung auf landwirtschaftlichen Flächen zugeführt wird. Es stehen bewährte Technologien für die Lagerung, den Transport und die Ausbringung der Fermentationsrückstände zur Verfügung. Trotzdem wird der Themenbereich Fermentationsrückstände in Zukunft von hoher Relevanz sein, um eine effiziente und damit wirtschaftliche Nutzung der Fermentationsrückstände bei gleichzeitiger Minimierung von Emissionen (Abdeckung Endlager) zu ermöglichen [8].</p> <p>Aus diesem Grund wird das Optimierungspotential für diesen Themenbereich als hoch eingeschätzt.</p>	 <p>hoch</p>
---	---

<p>Ausführung</p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die Ausführung der Fermentationsrückstandsabfüllung ist mangelhaft bzw. schlecht durchdacht (Verschmutzungen und Geruchsbelastung sind die Folge).</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Um eine saubere und einfache Fermentationsrückstandsabfüllung (z.B. Fassfüllstation) zu gewährleisten, sollte neben einer einfachen Bedienbarkeit und dem entsprechenden Druckniveau, welche zur Vermeidung von Verschmutzungen beitragen, auch ein Auffangbehälter, Becken oder Schacht vorhanden sein, um ausgeflossenen Fermentationsrückstand wieder ins Endlager rückführen zu können. Es empfiehlt sich auch ein Wasseranschluss, um Reste wegspülen und eine saubere Anlage gewährleisten zu können. Nach der Verwendung der Fassfüllstation bzw. vor dem Abkuppeln des Füllschlauches sollten die Leitungen der Fassfüllstation entleert und/oder gespült und der Leitungsinhalt in das Endlager zurückgeführt werden.</p>	


<p>Kosten</p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die Ausbringung des Fermentationsrückstandes auf landwirtschaftliche Flächen verursacht durch den Transportaufwand, abhängig von der Transportstrecke, mehr oder wenig hohe Kosten.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Um hohe Transportkosten zu vermeiden, ist eine Verwertung des Fermentationsrückstandes im Nahbereich der Biogasanlage anzustreben. Dies sollte bereits bei der Standortsuche der Anlage berücksichtigt werden (siehe Abschnitt 1.1 Auswahl des Standortes der Biogasanlage).</p>	

1.23 Hygienisierung

<p>Optimierungspotential Verbesserungsmöglichkeiten an Hygienisierungseinrichtungen betreffen v.a. den Wärmebedarf und das Wärmeübertragungssystem (Anbackungen am Wärmetauscher). Das Optimierungspotential von Hygienisierungseinrichtungen bei Biogasanlagen wird als gering eingeschätzt.</p>	 gering
---	---

<p><u>Anbackungen am Wärmetauscher</u></p>	<p>Beschreibung Durch ungeeignete Wärmetauscherauslegung kommt es zu Anbackungen des Materials an den Wärmetauscherflächen, wodurch sich der Wärmeübergang verschlechtert.</p>
<p><u>Wärmebedarf</u></p>	<p>Beschreibung Der erforderliche Wärmebedarf für die Hygienisierung wurde unterschätzt.</p>
<p>Maßnahmen Zu Vermeidung von Anbackungen empfiehlt sich eine geeignete Dimensionierung des Wärmtauschers, damit nicht zu hohe Vorlauftemperaturen benötigt werden. In diesem Zusammenhang, wie auch hinsichtlich des erforderlichen Wärmbedarfs, muss auf jeden Fall berücksichtigt werden, welche Substrate vorliegen, da diese unterschiedliche Behandlungen erfordern (Material der Kategorie 2: Dampfdrucksterilisation: ≥ 20 min, $\geq 133^\circ\text{C}$ und ≥ 3 bar, Material der Kategorie 3: Pasteurisation: ≥ 60 min, $\geq 70^\circ\text{C}$ und ≤ 12 mm) [9, 10]. Die Auslegung der Wärmetauscher sollte ausreichend große Reserven beinhalten, sodass die geforderten Temperaturen gesichert eingehalten werden können. Im Wärmenutzungskonzept der Biogasanlage sollte der erforderliche Wärmebedarf für die Hygienisierung in ausreichender Form berücksichtigt werden.</p>	


1.24 Störstoff- / Sedimentaustrag

<p>Optimierungspotential Da nur wenige Substrate eine Störstoff- bzw. Sedimentaustragung erfordern bzw. die Technologien im Fall einer notwendigen Austragung verfügbar sind, kann das Optimierungspotential der Kategorie als gering eingeschätzt werden.</p>	 gering
--	---

<p><u>Ausführung,</u> <u>Technologieauswahl,</u> <u>Materialverschleiß</u></p>	<p>Beschreibung Die gewählte Technologie der Austragung ist für den betreffenden Anlagentyp bzw. die eingesetzten Substrate und die damit auszutragenden Störstoffe nicht geeignet bzw. mangelhaft ausgeführt worden.</p>
<p>Maßnahmen Prinzipiell sollte bereits bei der Ernte bzw. Substratbeschaffung auf eine Vermeidung von Störstoffen im Substrat geachtet werden, um die Störstoffe erst gar nicht in den Fermenter zu transportieren. Lässt sich der Eintrag von Störstoffen oder Sedimenten nicht ausschließen, sollte eine geeignete Technologie eingesetzt werden, die automatisch in regelmäßigen Abständen das Sediment abzieht. Beispielsweise sollte beim Einsatz von Hühnertrockenkot (HTK) mit einem sehr hohen Sandanteil ein funktionierender Sedimentaustrag vorhanden sein. Bei einem Schubboden sollte darauf geachtet werden, dass dieser durch ständig laufenden Austrag einem erhöhten Verschleiß unterliegt, wodurch die Störanfälligkeit erhöht wird. Eine alternative Lösung zum Störstoffaustrag stellen sowohl das in Schwebe halten der Störstoffe (soweit dies bei den vorliegenden Rührintervallen und der Dichte der Störstoffe möglich ist) oder die Absaugung mittels Pumpwagen dar.</p>	


<p><u>Zugänglichkeit</u></p>	<p>Beschreibung Der Sedimentaustrag ist schlecht zugänglich.</p>
<p>Maßnahmen Für die regelmäßige Wartung, aber auch zu Reinigungs- bzw. Reparaturzwecken, sollte die Austragung bzw. der entsprechende Antrieb (z.B. Schneckenförderer) gut zugänglich sein.</p>	

1.25 Wiegeeinrichtung

<p>Optimierungspotential Die in Biogasanlagen eingesetzten Wiegeeinrichtungen entsprechen dem Stand der Technik und sind vielfach bewährt. Wiegeeinrichtungen funktionieren in der Regel zuverlässig, dementsprechend ist das Optimierungspotential gering.</p>	 gering
---	---

<p><u>Wiegeeinrichtung</u></p>	<p>Beschreibung Bei der Planung wurde keine Wiegeeinrichtung vorgesehen. Deshalb kann der Zu- und Abtransport von Rohstoff oder Gärrest nur geschätzt werden. Außerdem kann keine sorgfältige Dokumentation der Massenströme durchgeführt werden.</p>
<p><u>Zeit- / Personalaufwand</u></p>	<p>Beschreibung Da die Funktionsweise für die Selbstwiegeeinrichtung den Substratlieferanten im Normalfall nicht oder nur wenig bekannt ist, erfordert der Wiegevorgang viel Zeit und zusätzlichen Personalaufwand.</p>
<p>Maßnahmen Für die Substratanlieferung und Annahme und die Fermentationsrückstandsabgabe wird die Installation einer stationären Wiegeeinrichtung empfohlen, da über diese die Daten einfach aufgezeichnet und dokumentiert werden können. Dadurch kann der administrative Aufwand reduziert werden. Da die Lieferanten die Waage nicht selbst bedienen müssen, kann eine Fehlbedienung nahezu ausgeschlossen werden kann. Die Wiegeeinrichtung sollte bereits im Rahmen der Aufstellungsplanung und der Verkehrsplanung berücksichtigt werden.</p>	


1.26 Hilfsstoffe / Hilfsmaterialien

<p>Optimierungspotential Hinsichtlich der beim Betrieb von Biogasanlagen eingesetzten, unter dem Begriff Hilfsstoffe und Hilfsmaterialien zusammengefassten Materialien kann das Optimierungspotential als mittel eingestuft werden.</p>	 mittel
--	---

<p><u>Reinigungsmöglichkeiten</u></p>	<p>Beschreibung Es wurde kein Wasser- oder Druckluftanschluss vorgesehen bzw. der vorhandene Anschluss wurde zu klein dimensioniert.</p>
<p><u>Lagermöglichkeiten</u></p>	<p>Beschreibung Es wurden keine Lagerungsmöglichkeiten vorgesehen (z.B. für Folien, Motoröl, Schmierstoffe).</p>
<p>Maßnahmen Um einen sauberen Betrieb der Anlage gewährleisten und Verstopfungen der Rohrleitungen beseitigen zu können, sollte neben einer ausreichenden Anzahl an Wasseranschlüssen (auf ausreichende Dimension achten) eventuell in bestimmten Bereichen auch ein Druckluftanschluss vorgesehen werden (siehe auch Abschnitt 3.8 Abfüllung, Lagerung und Ausbringung des Fermentationsrückstandes und Abschnitt 2.8 Rohrleitungen). Weiters sollen ausreichende und geeignete Lagerungsmöglichkeiten für die unterschiedlichen Hilfsstoffe (Folien, Schmierstoffe, Chemikalien etc.) bereits bei der Planung berücksichtigt und dementsprechend errichtet werden. Eine ausreichende Ölreserve für ungeplante Ölwechsel sollte immer an der Anlage verfügbar sein.</p>	

2 Optimierungspotential während Bau- und Inbetriebnahme


2.1 Fermenter

<p>Optimierungspotential Der Fermenter stellt eine wichtige Hauptkomponente von Biogasanlagen dar. Dementsprechend können Fehler im Bezug auf den Fermenter deutliche Auswirkungen auf den Betrieb der Biogasanlage haben. Generell weisen die Fermenter von österreichischen Biogasanlagen einen hohen Standard auf, der durch Optimierungsmaßnahmen wie z.B. durch die Schaffung besserer Zugangsmöglichkeiten, der Wahl geeigneter Materialien und einer qualitativ hochwertigen Verarbeitung weiter verbessert werden kann. Dementsprechend weist der Themenbereich Fermenter ein mittleres Optimierungspotential auf.</p>	 mittel
--	---

<p><u>Bodenbeschaffenheit, Setzungen</u></p>	<p>Beschreibung Die Bodenbeschaffenheit wurde nicht geprüft, wodurch es zu Absenkungen und Setzungen der Fermenter kommen kann. Behälter schwimmt während der Bauphase durch Starkregen auf. Durch Schäden am Behälter, kommt es zur Verzögerung des Baufortschrittes.</p>
<p><u>Dichtheitsprobe</u></p>	<p>Beschreibung Vor Inbetriebnahme wurde keine Dichtheitsprobe durchgeführt.</p>
<p><u>Drainagesystem</u></p>	<p>Beschreibung Drainagesystem nicht vorhanden bzw. unzureichend ausgeführt.</p>
<p>Maßnahmen Um Absenkungen und Setzungen der Fermenter, Endlager sowie von Substratlager und Gebäuden zu vermeiden, ist in jedem Fall vor Baubeginn ein Bodengutachten einzuholen, da es sich bei den Fermentern neben dem Gasmotor um die wesentlichen Komponenten der Anlage handelt, für die eine Sanierung bzw. ein Austausch sehr hohe Kosten verursachen. Ähnlich ist die Situation hinsichtlich Undichtheiten der Fermenter und des Endlagers. Aus diesem Grund muss auch hier vor Inbetriebnahme eine Dichtheitsprobe durchgeführt werden, bei der gleichzeitig die Steuerung der Anlage überprüft werden kann (Pumpen, Rührwerke). Derartige Dichtheitsproben, Prüfzeugnisse etc. sollten im Zuge der Errichtung bzw. Abnahme der Anlagenteile standardmäßig erfolgen. Bei Dichtheitsprüfungen mit großen Wassermengen sollte die Verwertung oder Entsorgung selbiger in Betracht gezogen werden – eine Verunreinigung mit Gülle oder Fermentationsendprodukt kann ein Wasserrechtsproblem oder hohe Ausbringkosten verursachen. Bei Feststellung eines Wärmeverlustes im Fermenter durch den Grundwasserkörper sollte der Fermenter bzw. die Isolierung saniert und der Grundwasserkörper lokal abgesenkt werden.</p>	

<u>Temperaturreisse, thermische Spannungen</u>	Beschreibung Durch sehr hohe/tiefe Temperaturen bei der Errichtung bzw. durch im Beton verlegte Heizleitungen werden thermische Spannungen verursacht.
Maßnahmen Um Temperaturreisse durch zu raschen Temperaturwechsel zu vermeiden, sollte neben einer entsprechenden Isolierung bereits bei der Errichtung darauf geachtet werden, dass die Behälter (Betonbehälter) nicht bei extrem hohen oder tiefen Temperaturen gefertigt werden und eine fachgerechte Nachbehandlung des Betons erfolgt. Thermische Spannungen die durch im Beton verlegte Heizleitungen hervorgerufen werden können, müssen durch die Bewehrung aufgenommen werden können. Darauf muss bei der Konstruktion der Heizleitungen und der Bewehrung sowie der Dimensionierung der Bewehrung Rücksicht genommen werden. Die Temperaturänderung sollte sowohl aus biologischer Sichtweise als auch zum Schutz des Betons nicht mehr als 1 °Celsius je Tag betragen.	

2.2 Betonbau

<p>Optimierungspotential Fermenter, Endlager, Substratlager und andere Anlageteile werden sehr häufig in Betonbauweise errichtet. Trotz der vielseitigen Einsatzmöglichkeiten und bewährten Technologien im Betonbau, ist insbesondere durch die hohen Anforderungen und fehlenden Langzeiterfahrungen im Bereich von Biogasanlagen eine Optimierung des Betonbaus möglich. Aufgrund der hohen Relevanz hinsichtlich der Auswirkungen auf den Anlagenbetrieb und der schwierigen Fehlerbehebung ist für den Betonbau noch ein hohes Optimierungspotential vorhanden. Dieses erstreckt sich von besseren Betonqualitäten, Nachbehandlung, bis hin zu obligatorischen Beschichtungen um Schäden im laufenden Betrieb zu vermeiden.</p>	 hoch
---	---

<u>Rissbildung, Undichtheiten</u>	<p>Beschreibung Durch Planungs- oder Ausführungsfehler (z.B. mangelnde Betonqualität, unzureichende Nachbehandlung) entstehen Undichtheiten und Risse. Mangelhafte Bewehrungen sowie fehlende Dichtungsbänder führen zu Undichtheiten im Behälter und Rissen.</p>
<u>Materialauswahl, Materialverschleiß Korrosion</u>	<p>Beschreibung Aufgrund mangelnder Säurebeständigkeit oder Verarbeitungsfehler (schlechter Einbau, fehlende Nachbehandlung) kommt es zu Materialverschleiß (z.B. Übergangsbereich Gasraum/Flüssigkeit, Fahrsilo).</p>
<u>Dimensionierung des Betonbaus</u>	<p>Beschreibung Die Dimensionierung des Betonbaus erfolgt aus Kostengründen am unteren Limit, dadurch werden die statischen Anforderungen an den Betonbau nicht erfüllt und es entstehen Risse und Undichtheiten. Fertigbauteile (z.B. Silowände) wurde falsch dimensioniert und halten die erforderlichen statischen Anforderungen nicht Stand.</p>
<u>große Geometrieabweichungen</u>	<p>Beschreibung Aufgrund mangelhafter Verarbeitung bei der Schalung der Fermenter kommt es zu groben Abweichungen bei der Geometrie der Fermenter. Die gefertigten Dächer und Speicher müssen vor Ort nachgearbeitet, oder neu gefertigt werden.</p>
<u>Gasdichtheit</u>	<p>Beschreibung Der Anschlussbereich des Fermenters zwischen Wand und Decke ist nicht gasdicht. Die bei der Schalung entstehenden scharfen Kanten wurden nicht entfernt – resultierend daraus kommt es zu Beschädigungen der Membranen und Folien, und zu Undichtheiten.</p>
<p>Maßnahmen Viele, der in Verbindung mit dem Betonbau aufgetreten und dokumentierten Fehler, können auf eine ungeeignete Betonqualität bzw. Ausführungsfehler zurückgeführt werden. Daher</p>	

sollte als wesentliche Maßnahme nicht bei der erforderlichen Betonqualität gespart und säurebeständiges Material eingesetzt werden. Daneben sollte im Rahmen der Durchführung der Bauaufsicht auf die entsprechende Ausführung der Arbeiten geachtet werden (z.B. Einbau der Bewehrungen, Einbau der Dichtungsbänder, fachgerechter Einbau und Verdichtung des Betons, fachgerechte Nachbehandlung ...). Zusätzlich sollte bereits während des Schalungsbaus auf eine ausreichende Maßgenauigkeit geachtet werden (Bauaufsicht durch Planer und Betreiber). Die Abmessungen und die Geometrie der Betonbauten müssen mit den Plänen bzw. mit anderen Bauteilen (Gaslager, Dachkonstruktion) übereinstimmen.

Zur Vermeidung von Korrosionsproblemen (z.B. durch Säureangriff) kann im Übergangsbereich Flüssigkeit/Gasraum im Fermenter beispielsweise eine Polyesterbeschichtung (an den mit Gas in Kontakt stehenden Bauteilen) aufgetragen werden. Zur Erhöhung der Dichtheit des Fahrsilos empfiehlt sich neben der angesprochenen säurebeständigen Betonqualität auch eine zweilagige Dichtasphaltschicht für die Bodenflächen.

Um Risse und andere Probleme durch Setzungen zu vermeiden, ist vor Baubeginn ein Bodengutachten eingeholt werden (siehe auch Abschnitt 2.1 Fermenter).


Generell müssen für alle Betonbauten ausreichende Wandstärken und Bewehrungen vorgesehen werden, um die statischen Anforderungen zu erfüllen. Der Betonbau ist vom jeweiligen Bauplaner fachgerecht zu dimensionieren. Die richtige statische Auslegung sollte vom Bauplaner/Statiker dokumentiert und nachgewiesen werden.

Insbesondere im Übergangsbereich zwischen Wand und Decke von Fermentern ist auf eine geeignete Abdichtung bzw. eine fachgerechte Ausführung der Abdichtung zu achten, sodass Undichtheiten vermieden werden.

<u>Innen liegende Isolierungen</u>	Beschreibung Innen aufgeklebte Isolierplatten fallen herunter und schwimmen im Fermenter bis sie durch ein Rührwerk mitgerissen werden.
Maßnahmen Innen liegende Fermenterisolierungen sollten möglichst vermieden werden. Ist eine Innenisolierung erforderlich, so muss diese fachgerecht und stabil montiert und vor einem möglichen Herunterfallen gesichert werden.	

<u>Temperaturrisse, thermische Spannungen</u>	Beschreibung Durch sehr hohe/tiefe Temperaturen bei der Errichtung bzw. im Beton verlegte Heizleitungen werden thermische Spannungen verursacht, weshalb diese für thermophilen Betrieb ungeeignet sind.
<u>Beständigkeit bei thermophiler Betriebsweise</u>	Beschreibung Aufgrund der höheren Temperaturen bei thermophilem Betrieb ist der Materialverschleiß noch höher.
Maßnahmen Werden im Beton verlegte Heizleitungen eingesetzt, muss dies über entsprechende Auslegung der Bewehrungen berücksichtigt werden, um thermische Spannungen ausgleichen zu können. Um auch im thermophilen Temperaturbereich eine entsprechende Beständigkeit zu erreichen, sollte dies mit dem jeweiligen Lieferanten frühzeitig abgeklärt werden. Als Alternative können z.B. für thermophile Systeme auch externe Wärmetauscher eingesetzt werden. Zur Absicherung bei Haftungsfragen sollten generell Rückstellproben zum Gütenachweis des Betons erstellt werden. Vielfach ist das zu rasche Aufheizen der Auslöser für Schäden am Betonbau. Dementsprechend sollte z.B. durch eine geeignete Steuerung der Fermenterheizung darauf geachtet werden, dass die Temperaturänderung v.a. beim An-Abfahrbetrieb nicht mehr als 1°C pro Tag beträgt.	

2.3 Beheizung der Fermenter und Regelung der Prozesstemperatur

<p>Optimierungspotential</p> <p>Die Fermentertemperatur hat einen starken Einfluss auf die Biologie im Fermenter und dadurch auch auf Abbauraten und Gasausbeuten. Die Fermentertemperatur ist somit ein wesentlicher Betriebsparameter von Biogasanlagen. Die Fermenterbeheizung erfolgt auf Grund der Erfahrungen der Experten grundsätzlich mit zumeist bewährter und entsprechend der Rahmenbedingungen (z.B. Anlagentyp, Substrateinflüsse) geeigneter Technik.</p> <p>Hinsichtlich der Heizungsdimensionierung (Berücksichtigung von Verlusten, Heizleistung) und der Ausführung (z.B. Befestigung) sind noch Optimierungen möglich. Weitere Verbesserungen betreffen die Regelung und die Berücksichtigung möglicher Selbsterwärmungseffekte. Dementsprechend ist das Optimierungspotential bezüglich Fermenterbeheizung als mittel einzustufen.</p>	 mittel
--	---


<p><u>Wahl der Ausführung der Heizung</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die gewählte Art der Beheizung (intern, extern, Fußbodenheizung, Wandheizung, im Beton verlegte Leitungen) funktioniert schlecht oder ist schlecht ausgeführt worden (z.B. mangelhafte Materialqualität).</p> <p>Es werden keine diffusionsdichten Heizleitungen eingesetzt.</p>
<p><u>Dehnungsrisse bei Heizungsleitungen</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Durch eine starre Verlegung der Heizleitungen entstehen Dehnungsrisse.</p>
<p><u>Auslegung für mesophilen und/oder thermophilen Betrieb</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Heizungsauslegung nicht geeignet um mesophile und thermophile Betriebsweise zu ermöglichen.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Je nach Anlagentyp bieten sich entweder Wand- oder Fußbodenheizung, eine innen liegende Heizung, eine externe Heizung oder eine im Rührwerk integrierte Heizung an. Dabei sollte beachtet werden, dass durch Sinkschichten oder Ablagerungen der Wärmeübergang vermindert werden kann, bzw. nicht der gesamte Inhalt mit der Heizung erreicht werden kann. Es sollte daher immer unter Berücksichtigung der eingesetzten Substrate und des vorliegenden Anlagensystems ein sinnvolles Heizsystem ausgewählt werden, da jedes System Vor- und Nachteile hat (z.B. externer Wärmetauscher: gute Zugänglichkeit, gute Wärmeübertragung, zusätzliche Investitions- und Betriebskosten). Für langfasrige Substrate eignet sich etwa eine im Beton verlegte Heizung da sich auf im Fermenter verlegten Heizschlangen Ablagerungen bilden können, die den Wärmeübergang beeinträchtigen. Für thermophile Systeme bieten sich externe Wärmetauscher an, für kleine Korngrößen der Substrate im Fermenter innen liegende Rohrschlangen.</p> <p>Neben der geeigneten Wahl des Heizsystems sollte auch eine Berechnung der Wärmeverluste der Behälter erfolgen, da die Abstrahlung der Gashaube oft unterschätzt und so die Heizung zu klein dimensioniert wird, was eine geringere Fermentertemperatur bewirkt. Der Fermenter sollte jedenfalls ausreichend thermisch isoliert werden.</p>	

<p><u>Temperaturregelung / Heizungsdimensionierung</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die Fermentertemperatur kann nicht stabil gehalten werden (schlechte Regelung, zu wenig Heizleistung, zu geringe Aufheizgeschwindigkeit, unterschätzter thermischer Energiebedarf, zu hohe thermische Verluste).</p> <p>Verschlammen einzelner Heizkreise;</p> <p>Fußbodenheizung mit starkem Sinkschichtbelag und Anpackungen an den Heizleitungen führen zu einem unzureichenden und schwer regelbaren Wärmeübertrag.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Zu gering dimensionierte Heizleitungen können zu geringe Aufheizgeschwindigkeiten verursachen, wodurch der Gärprozess beeinträchtigt wird. Eine geeignete Auslegung der Heizleitungen wirkt dem entgegen. Um einen guten Abbau zu erreichen empfiehlt sich die Beheizung aller am Gärprozess beteiligten Fermenter auf die gewünschte Prozesstemperatur. Weitere Einflussfaktoren können aber auch eine schlechte Regelmöglichkeit, ein zu geringer Wärmeübergang oder die mehrfach aufgetretene Selbsterwärmung bei Anlagen sein.</p> <p>Bei Verschammung der Heizleitungen sind diese in entsprechenden Abständen zu spülen (Wartungsaufwand bzw. entsprechende Vorkehrungen gegen Verschammung einsetzen).</p> <p>Das Heizsystem sollte nur mit aufbereitetem Wasser (Entsalzen, Entgasen) betrieben werden, um Ablagerungen und Verkalkungen im Heizsystem sowie Korrosion zu vermeiden. Dazu können zusätzlich auch entsprechende Konditionierungsmittel (Korrosionsinhibitoren, Härte- und Sauerstoffbinder) eingesetzt werden. Zusätzlich sollte darauf geachtet werden, dass mögliche Wärmenutzungen, welche nicht zur Biogasanlage gehören, durch eine Systemtrennung (Wärmetauscher) getrennt werden sollten.</p>	

<p><u>Selbsterwärmung</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Durch Selbsterwärmung z.B. bei reinen NAWARO-Anlagen hat sich ein thermophiler Betrieb (ca. 50°C) eingestellt, da keine ausreichende Kühlmöglichkeit vorhanden ist (Fermentertemperatur kann nicht gehalten werden).</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Die Selbsterwärmung beruht maßgeblich auf dem exothermen Abbauprozess der org. Substrate. Umso energiereicher der Substratmix desto deutlicher die Effekte der Erwärmung. D.h. Anlagen mit einem hohen Wasseranteil im Substratmix z.B. Einsatz von Gülle, Zuckerrüben, Gras erwärmen sich eher weniger als Anlagen mit ausschließlich Körnermais, Getreide, Silomais, oder ähnlichem. Natürlich spielen die Außentemperatur, die Fermentergröße und -isolierung auch eine Rolle.</p> <p>Als optimale Betriebstemperatur kann, bei Anlagen mit Selbsterwärmung am ehesten die Temperatur angesehen werden, die sich als höchste Temperatur im Sommer von selbst einstellt. Diese wird dann das ganze Jahr über gehalten, da Temperaturschwankungen grundsätzlich ungünstig sind. Eine Kühlung ist jedoch oft sehr aufwendig und lohnt sich nur bei Anlagen mit sehr proteinreichen Substraten (Ammoniaktoxizität). Die Temperatursteigerungsrate im Fermenter sollte allerdings grundsätzlich gedrosselt werden, z.B. mittels Rezirkulation aus dem Endlager um Schädigungen der mikrobiellen Population zu verhindern. Die negativen Auswirkungen der Temperatursteigerung durch Selbsterwärmung können durch die Rezirkulation von Endlager-/Nachgärematerial in den Hauptfermenter deutlich verringert werden.</p> <p>Die genauen Zusammenhänge der Selbsterwärmung sind Thema wissenschaftlicher Untersuchungen, bislang aber noch nicht vollständig geklärt.</p>	



<p><u>Anpackungen an den Heizungsleitungen</u></p>	<p>Beschreibung Aufputz verlegte Rohrleitungen verkleben mit Substrat und führen zu einem unzureichenden und schwer regelbaren Wärmeübertrag. Durch den über lange Zeit täglichen Einsatz von Brandkalk zur „Stabilisierung“ im Fermenter wurde das Löslichkeitsprodukt von Karbonat langfristig überschritten und führt zu Kalkverkrustungen an den Heizungsrohren.</p>
<p><u>Befestigung der Heizungsleitungen</u></p>	<p>Beschreibung Das im Fermenter innen liegende Heizsystem wurde schlecht montiert (durch den hohen TS-Gehalt und die Strömung im Fermenter wurde die Heizung aus der Verankerung gelöst und beschädigt) bzw. wurde ein nicht geeignetes Rohrmaterial gewählt und im laufenden Betrieb beschädigt oder abgerissen.</p>
<p><u>Leitungsdurchführung</u></p>	<p>Beschreibung Die Durchführungen der Heizleitungen sind undicht.</p>
<p>Maßnahmen Hilfsmittel wie Brandkalk sollten nur gezielt und mit begleitenden Analysen eingesetzt werden, um mögliche Nebenreaktionen wie Ausfällung von Kalk und Kalkablagerungen zu vermeiden. Innenliegende Heizsysteme müssen im Fermenter fachgerecht und stabil verankert werden. Trotz langsamer Strömungsgeschwindigkeiten sind die Belastungen der Rohrleitungen aufgrund der Strömung und des TS-Anteils nicht zu vernachlässigen. Eine andere Möglichkeit der Beheizung sind im Beton verlegte Leitungen, sofern der Anlagentyp das zulässt. Um thermische Spannungen im Beton zu vermeiden dürfen keine raschen Temperaturänderungen v.a. beim An- und Abfahrbetrieb erfolgen. Dementsprechend sollte durch die Steuerung der Fermenterheizung Temperaturänderungen größer als 1°C pro Tag vermieden werden. (siehe auch Abschnitt 2.2 Betonbau). Auch sollte auf die sorgfältige Abdichtung der Durchführungen der Heizleitungen geachtet werden.</p>	

2.4 Rührtechnik

<p>Optimierungspotential Gerade bei der für eine gut funktionierende Biogasproduktion unerlässlichen Rührtechnik ist noch hohes Optimierungspotential gegeben. Da diese je nach Anlagen- und Fermentertyp unterschiedlich zu wählen ist und auch stark von den eingesetzten Substraten beeinflusst wird, ist auch auf diesem Gebiet trotz mehrerer gut funktionierender Praxisbeispiele noch weitere Entwicklungsarbeit erforderlich, um hohe Standzeiten und eine optimierte Durchmischung im Fermenter zu erreichen. Die Optimierungsmaßnahmen betreffen unter anderem den Stromverbrauch, die Ausführung, Abdichtung und Zugänglichkeit sowie die Ausfallsicherheit.</p>	 hoch
---	---

<u>Rührwerksabdichtung</u>	<p>Beschreibung Die Abdichtung zwischen Rührwelle und Wand/Decke ist mangelhaft ausgeführt und führt zu Geruchsemissionen.</p>
<p>Maßnahmen Hinsichtlich Rührwerksabdichtung verhindern die sorgfältige Ausführung und die geeignete Auswahl der Dichtungsmaterialien Undichtheiten und Geruchsemissionen im Betrieb. Die Durchführung der Arbeiten ist seitens des Planers und des Betreibers während des Baus und der Inbetriebnahme zu überwachen, die Dichtheit sollte eventuell überprüft werden. Es muss jedoch gesagt werden, dass die Abdichtung zwischen Rührwerkswelle und Wand/Decke bei fast allen Biogasanlagen technisch schwierig ist und dementsprechend zu Fehlern führen kann.</p>	

2.5 Anlagenvisualisierung und Betriebsdatenerfassung

<p>Optimierungspotential</p> <p>Für die Bewertung des Optimierungspotentials hinsichtlich der eingesetzten Anlagenvisualisierung muss zwischen Anlagen im Leistungsbereich $< 500 \text{ kW}_{el}$ und darüber unterscheiden werden. Während die Systeme bei Anlagen mit einer Leistung $\geq 500 \text{ kW}_{el}$ prinzipiell sehr umfangreich sind und auch gut funktionieren, ist bei Anlagen mit sinkender elektrischer Leistung, bedingt durch die Anschaffungskosten solcher Systeme, eine Reduktion des Umfangs und damit auch der Funktionstüchtigkeit der Systeme bis hin zum Betrieb ohne Visualisierung festzustellen. Deshalb ist für den Bereich $< 500 \text{ kW}_{el}$ das Optimierungspotential als hoch einzustufen. Aufgrund des bereits hohen Standards von Visualisierungssystemen für größere Anlagen ($\geq 500 \text{ kW}$) weisen diese Systeme nur mehr geringes Optimierungspotential auf.</p>	 <p>hoch ($< 500 \text{ kW}_{el}$)</p>  <p>gering ($\geq 500 \text{ kW}_{el}$)</p>
---	---

<p><u>Umfang der Steuerung, Visualisierung</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Über die Visualisierung kann nicht auf alle Komponenten zugegriffen werden, wodurch keine optimale Regelung möglich ist. Kleinere Anlagen verfügen teilweise über keine bzw. nur wenig umfangreiche Systeme.</p>
<p><u>Übersichtlichkeit, Benutzfreundlichkeit</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die Steuerung bzw. Visualisierung ist sehr unübersichtlich programmiert, wichtige Anzeigen und Zugriffsmöglichkeiten können nur kompliziert bedient werden und die Benutzfreundlichkeit lässt zu wünschen über.</p>
<p><u>Änderungen der Programmierung, Quellcode</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Ausgefallene Systeme lassen sich nur schwer abändern. Bei einem Wechsel des Anbieters sind aufgrund des fehlenden Quellcodes Änderungen nur schwer oder kostspielig durchführbar bzw. fehlen die Ersatzteile die für eine Erweiterung notwendig wären.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Um einen möglichst hohen Automatisierungsgrad und auch eine Fernwartung ermöglichen zu können, sollte die Visualisierung mit der Regelung aller wesentlichen Anlagenkomponenten verknüpft sein. Derartige Systeme sind zwar in der Anschaffung teuer, rechnen sich aber durch die Zeit, die bei der täglichen Betreuung der Anlage eingespart werden kann bzw. über die Optimierung und Automatisierung der Prozesse. Speziell bei kleineren Anlagen wird aus Kostengründen oft nur eine wenig umfangreiche oder gar keine Visualisierung eingesetzt. Für Anlagen mit einer Leistung über 100 kW_{el} wird aber ein umfassendes System empfohlen. Eine gute Visualisierung stellt die relevanten Parameter übersichtlich dar und ermöglicht eine einfache und benutzerfreundliche Eingabe zur Regelung der Anlage. Dafür sollte auf Systeme bekannter und renommierter Hersteller</p>	

zurückgegriffen bzw. auf hohe Qualität der Datenerfassung und Datenverarbeitung, der Dokumentation sowie deren Visualisierung geachtet werden (evt. durch Vergleich mit anderen Anlagen). In die Steuerung sollte eine verlässliche Alarmierung bei Störfällen (Alarmierung/Störmeldung auf Bereitschaftshandy) sowie die Benachrichtigung bei fälligen Serviceintervallen von Hauptaggregaten einbezogen werden. Störmeldungen und Alarme müssen entsprechend den Alarm- und Notfallplänen ausgegeben werden (siehe auch Abschnitt 3.20 Organisatorische Maßnahmen).

Es soll aber noch angeführt werden, dass auch noch so umfangreiche Systeme nie den Rundgang auf der Anlage und die Überprüfung z.B. bei Schaugläsern ersetzen können und dies auch nicht sollten.


<u>Datenanzeige</u>	<p>Beschreibung Keine Umrechnung auf Normbedingungen beim Biogas; Falsche bzw. falsch platzierte Messeinrichtung beim Füllstand des Gasspeichers und bei Drucksensoren für die Füllstandsanzeige des Fermenters (geben nur bedingt Auskunft über Schwimmdecken); Signalimpulse der Sensoren sind nicht richtig eingestellt; Falsch zugeordnete Sensoren;</p>
<p>Maßnahmen Es empfiehlt sich nach der Inbetriebnahme der Steuerung die angezeigten Daten mit den Messwerten oder Schaltzuständen vor Ort abzugleichen. Generell sollten nur geeignete Messeinrichtungen (Referenzen und Erfahrungen prüfen) eingesetzt werden, wobei diese auch richtig positioniert werden müssen. Während der Inbetriebnahme sollte die Zuordnung der Messeinrichtungen zu den entsprechenden Anzeigen der Visualisierung geprüft werden.</p>	

<u>Fehleralarmierung</u>	<p>Beschreibung Falsche Reihenfolge der Fehleralarmierung.</p>
<p>Maßnahmen Im Rahmen des Alarmmanagements sollte überlegt werden, welche Meldungen nur eine Information darstellen (z.B. Beginn des Mischvorgangs) und welche Alarme vor Ort quitiert werden müssen (z.B. Gasalarm).</p>	

<u>Schnittstellen bei der Programmierung</u>	<p>Beschreibung Bei der Programmierung kommt es oft zu Verständigungs- und Schnittstellenproblemen. Sicherheitsverschaltungen werden nur selten benötigt und werden daher kaum im praktischen Betrieb auffallen und können nur schwer kontrolliert werden. Oft sind SPS Sicherheitsverschaltungen nur im Automatikbetrieb aktiv, beim Handbetrieb sind diese zumeist deaktiviert.</p>
<p>Maßnahmen Schnittstellen von einzelnen Gewerken für die Regelung und Steuerung der Anlage sind durch den Planer zu koordinieren und mit dem jeweiligen Lieferanten abzustimmen. Sämtliche Signale für die Regelung und Visualisierung sind eindeutig zu definieren (Signalart, Größe, Einheit usw.) und sollten in Form von Signallisten erfasst und dokumentiert werden. Sämtliche Funktionen der Visualisierung, insbesondere auch sicherheitsrelevante Funktionen sind vor und während der Inbetriebnahme zu prüfen. Sicherheitsfunktionen müssen auch bei Handbetrieb der Anlage aktiv sein.</p>	

<u>Dokumentation und Datenexportierbarkeit, Umrechnung</u>	Beschreibung Die Dokumentation der aufgezeichneten Daten ist unvollständig oder kann aufgrund des vorliegenden Datenformats nicht oder nur umständlich weiter genutzt (exportiert) werden. Programmierfehler führen zu falschen Umrechnungen der gemessenen Daten. Trends wichtiger Parameter werden nicht oder nur unzureichend dokumentiert.
Maßnahmen Ein wichtiger Punkt auf den bei der Auswahl der Software für Steuerung und Visualisierung geachtet werden sollte, ist auf jeden Fall das Datenformat, in dem die Daten für eine Weiterverarbeitung (Dokumentation) zur Verfügung stehen. Dieses sollte mit üblichen Anwenderprogrammen weiter genutzt werden können bzw. einfach konvertierbar sein. Besonders im Fall von Störungen aber auch zur Aus- und Bewertung des Anlagenbetriebs ist eine lückenlose Aufzeichnung möglichst vieler Betriebsdaten von Vorteil.	

2.6 Messtechnik


<p>Optimierungspotential</p> <p>Der Großteil der Anlagen in Österreich verfügt über keinen ausreichenden Umfang im Bereich der Messtechnik. Hier wird jedoch darauf verwiesen, dass v.a. bei kleinen Biogasanlagen (< 250 kW el.) eine umfassende Messtechnik mit hohen Kosten verbunden ist. Fehlende Messtechnik wird bei kleinen Anlagen üblicherweise durch einen erhöhten Personaleinsatz kompensiert.</p> <p>Bei der Messgenauigkeit, Kalibrierung und korrekter Messung sind noch Verbesserungen möglich. Dementsprechend wird dem Themenbereich Messtechnik ein mittleres Optimierungspotential zugeordnet.</p>	 mittel
---	---

<p><u>Umfang der Messtechnik</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Bei der Messtechnikausrüstung der Anlage wurde gespart, bzw. zu wenig Messtechnik eingeplant.</p> <p>Wichtige Parameter (z.B. pH-Wert, Füllstände, Gasdruck, Gasqualität, Gasmenge, Eigenenergiebedarf, Substratmenge....) werden nicht gemessen oder es wird eine nicht geeignete Technik zur Messung eingesetzt.</p>
<p><u>Messgenauigkeit</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die eingesetzten Messinstrumente weisen eine geringe Messgenauigkeit auf und werden nicht kalibriert. Teilweise werden zu wenig Parameter erfasst um eine richtige Messung zu gewährleisten (z.B. wird Gasmengenmessung – Gastemperatur, Feuchte und Druck – nicht berücksichtigt). Teilweise werden für den jeweiligen Anwendungsfall ungeeignet Messgeräte verwendet.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Um einen funktionssicheren und weitgehend automatisierten Betrieb gewährleisten zu können, sollte neben sämtlichen Füllständen (z.B. Substratmischbehälter, Vorgrube, Fermenter, Endlager, Gasspeicher), den Schaltzuständen der einzelnen Aggregate und Absperrrichtungen auch besonderer Wert auf den Fermenter (pH-Wert, Temperatur) und die Gasmessung (Normvolumen, Druck, Feuchte, Temperatur, Gasinhaltsstoffe CH₄, H₂S, evt. O₂) gelegt werden. Dabei sollte neben der erforderlichen Messgenauigkeit auch auf die Qualität der eingesetzten Messinstrumente geachtet werden, wobei tendenziell hoch qualitative Geräte auch eine hohe Messgenauigkeit aufweisen. Die Eignung der Geräte für den jeweiligen Einsatzbereich sollten garantiert werden. Um diese auch im Betrieb nutzen zu können, ist aber eine entsprechende Wartung und regelmäßige Kalibrierung erforderlich. Auch das Messprinzip spielt eine große Rolle, da qualitativ hochwertigere Geräte den Einfluss von Druck, Temperatur und teilweise auch der Feuchte berücksichtigen. Es ist darauf zu achten, dass Milieubedingungen das Messergebnis nicht beeinflussen.</p>	

<p><u>Einbau, Standzeit der Messfühler, Messprinzip</u></p>	<p>Beschreibung Das Messgerät funktioniert aufgrund von mangelhaftem Einbau nicht oder nicht richtig (z.B. falsche Drehrichtung, Durchflussrichtung, falsche Montage). Der Messfühler bzw. das Messprinzip ist nicht für den Einsatz in Biogasanlagen geeignet. Dadurch weist die Messeinrichtung nur eine geringe Verfügbarkeit auf und liefert teilweise falsche Messwerte.</p>
<p><u>Integration in das Prozessleitsystem PLS</u></p>	<p>Beschreibung Eine Verwertung der gemessenen Daten im PLS der Anlage ist mangels Schnittstellen nicht möglich.</p>
<p>Maßnahmen Weitere Fehlerquellen wie die falsche Montage oder geringe Verfügbarkeit der eingesetzten Messfühler können durch den Einsatz qualitativ hochwertiger Messausrüstung zwar nicht gänzlich ausgeschlossen, aber reduziert werden. Wenn möglich sollte der gemessene Parameter direkt für die Regelung weiterverarbeitet werden, oder zumindest über die Visualisierung dargestellt werden können. Zudem sollten die erhobenen Werte auch automatisch von der Regelung in die Dokumentation mit aufgenommen werden.</p>	


<p><u>Zugänglichkeit</u></p>	<p>Beschreibung Der Messfühler oder das Messgerät sind schlecht zugänglich und können nur umständlich gewartet oder getauscht werden.</p>
<p><u>Wartung der pH-Elektroden</u></p>	<p>Beschreibung Fix eingebaute pH-Elektroden werden nicht gewartet und kalibriert.</p>
<p><u>Wärmemengenzähler</u></p>	<p>Beschreibung Viele Anlagen verfügen über keine Wärmemengenzähler.</p>
<p>Maßnahmen Die schlechte Zugänglichkeit und aufwendige Wartung der Messgeräte kann durch eine sinnvolle Anordnung der Messfühler weitgehend vermieden werden. Darauf ist schon während der Planung aber auch insbesondere während des Anlagenbaus zu achten. Die von erfahrenen Planern vorgeschlagene messtechnische Ausrüstung sollte für Biogasanlagen ausreichend sein, muss aber seitens des Anlagenbetreibers kritisch hinterfragt werden. Dabei sollte im Hinblick auf eine mögliche Wärmenutzung nicht auf entsprechende Wärmemengenzähler vergessen werden. Anmerkung: Externe Messgeräte (z.B. pH- Meter) können oft einfacher und besser gewartet werden und stellen manchmal eine kostengünstige Alternative zu eingebauten Messgeräten dar. Die Verlässlichkeit der Daten von eingebauten Messgeräten ist immer nur so gut, wie die Messgeräte auch gewartet und kalibriert werden.</p>	

2.7 Fermenterisolierung

<p>Optimierungspotential Die Fermenterisolierung von österreichischen Biogasanlagen entspricht zumeist dem Stand der Technik. Das noch vorhandene Optimierungspotential ist gering und bezieht sich hauptsächlich auf eine lückenlose Ausführung und möglichen Wechselwirkungen mit der Entschwefelung (Kältebrücken).</p>	 gering
--	---

<p><u>Ausführung</u></p>	<p>Beschreibung Die Isolierung wurde schlecht ausgeführt bzw. falsch dimensioniert. Unzureichende Dimensionierung (< 80 mm), Einstiegsöffnungen nicht isoliert, falsche Materialwahl; Überlaufleitungen (Substratleitungen) inkl. Absperreinrichtung nicht wärmegeklämt.</p>
<p><u>Einschränkung der Entschwefelungsleistung durch fehlende Isolierung</u></p>	<p>Beschreibung Bei Betondecken kann die Entschwefelungsleistung im Winter zurückgehen, da die H₂S-oxidierenden Mikroorganismen sehr temperaturempfindlich sind. D.h. im Winter findet an den nicht isolierten Bereichen (Decke, Serviceschächte, usw.) keine biologische Entschwefelung statt.</p>
<p><u>Schwächung der Betonhülle</u></p>	<p>Beschreibung Bohrungen für Befestigungssysteme schwächen die Betonhülle.</p>
<p>Maßnahme Da die Isolierung der Fermenter neben einer Reduktion der Wärmeverluste auch einen Schutz vor Wasser- und Feuchtigkeitseintritt von Außen darstellt, sollte besonderes Augenmerk auf die richtige Montage gelegt werden, um eine Beschädigungen des Fermenters durch die Montage zu vermeiden. Bei Betonfermentern kann die Isolierung z.B. bereits in der Schalung eingelegt werden, um eine Schwächung der Betonhülle durch spätere Verankerungsbohrungen zu vermeiden. Ansonsten müssen die Bohrungen für die Befestigung der Isolierung bei der Dimensionierung des Betonbaus berücksichtigt werden (Abstimmung mit Bauplanung!). Speziell Übergangsstellen (Rohreinführungen, Einstiegsöffnungen, Übergang Wand/Decke) sollten entsprechend gut verarbeitet und fach- bzw. normgerecht ausgeführt werden. Um auch einen Schutz gegen Nager zu bieten, sollte der gesamte Fermenter mit einer nagerfesten Ummantelung ausgeführt werden.</p>	

2.8 Rohrleitungen


<p>Optimierungspotential</p> <p>Die erforderlichen Technologien für den Rohrleitungsbau stehen grundsätzlich zur Verfügung. Dementsprechend sollte sich der Rohrleitungsbau nach industriellen bzw. dem Stand der Technik üblichen Standards richten.</p> <p>Um diese Standards zu erreichen, ist insbesondere auf eine sorgfältige Verlegung und Ausführung der Rohrleitungen, Verbindungen und der Durchführungen zu achten, um Fehler zu vermeiden und die Anlagenverfügbarkeit zu erhöhen.</p> <p>Das Optimierungspotential ist aufgrund der in der Praxis aufgetretenen Probleme als mittel einzustufen.</p>	 mittel
--	---

<p><u>Ausführung, Materialwahl, Haltbarkeit und Dichtheit der Schieber</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Rohrleitungen (Substrat und Gas) werden durch mangelhafte Ausführung beschädigt.</p> <p>Die gewählte Verbindungstechnik bzw. die Ausführung und das eingesetzte Material führen zu Problemen im Betrieb (Undichtheiten, Risse, geringe Standzeiten von Schiebern).</p> <p>Durch Setzungen von unterirdischen Rohrleitungen bilden sich Wassersäcke.</p>
<p><u>Rohrleitung-Fermenteranschlussplatte</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Fermenteranschlussplatte falsch montiert (Rohrleitungsstutzen zu kurz ausgelegt und Position der Platte falsch gewählt und dadurch Schieber falsch montiert).</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Durch die kontinuierliche Betriebsweise von Biogasanlagen sind auch die erforderlichen Rohrleitungen kontinuierlich beansprucht und sollten dementsprechend fachgerecht ausgeführt werden und dem Industrie-Standard entsprechen. Die Rohrleitungsplanung sollte durch einen geeigneten Planer erfolgen, der die Erfordernisse von Biogasanlagen entsprechend berücksichtigt. Um im Störfall schnell Abhilfe schaffen zu können, sollte ein entsprechender Rohrleitungsplan (auch für erdverlegte Leitungen) vorliegen.</p> <p>Bei erdverlegten Rohrleitungen sind Setzungen und Hohlräume zu vermeiden, da dies zu Quetschungen und Rissen führen kann. Besonders bei problematischeren Substraten (z.B. langfasrige Substrate) sollten einfache Zugangs- und Reinigungsmöglichkeiten z.B. durch eine Überflurverlegung der Substrateleitungen berücksichtigt werden. Überflurleitungen müssen gegen Beschädigung von außen und Frost geschützt werden.</p> <p>Für die Gasleitung sollte unbedingt ein entsprechendes Gefälle und eine gute Entwässerung der Leitung vorgesehen werden. Generell sollte auf eine sorgfältige Ausführung bei der Verlegung und bei den Rohrdurchführungen geachtet werden, um Setzungen und Wassersackbildungen in der Gasleitung zu vermeiden.</p> <p>Hinsichtlich der richtigen Auswahl des Rohrleitungsmaterials und der Verbindungstechnik kann festgehalten werden, dass derzeit sowohl Kunststoffrohre als auch Stahlrohre eingesetzt werden. Bei Kunststoffrohren sollte darauf geachtet werden, dass die Verbindungen nicht gesteckt oder geklebt, sondern geschweißt werden. Weiters ist bei der Materialwahl neben der Druckbeanspruchung auch die jeweilige Temperaturbeanspruchung zu berücksichtigen. Unsachgemäße Behandlung der Kunststoffrohre kann zu Haarrissen führen, die erst nach Jahren merkbare Schäden verursachen können. Um Undichtheiten und Leckagen frühzeitig auszuschließen, sollte vor der Inbetriebnahme unbedingt eine Druck- und Dichtheitsprobe durchgeführt werden.</p>	

Der Durchführungen (Fermenteranschlussplatte) der Substratleitungen in den Fermenter müssen geeignet positioniert (Abstimmung mit Rührwerken und Fermentereinbauten, Zugänglichkeit) und gasdicht ausgeführt werden.

In Abhängigkeit des zu verwendenden Substrates (und daraus resultierenden rheologischen Verhaltens der Fermentationsflüssigkeit) sind die Rohrleitungsdurchmesser sowie Winkel von Bögen auszulegen.

2.9 Elektroinstallationen

<p>Optimierungspotential Entsprechend der österreichischen Normen und Gesetze sowie auf Basis europäischer Standards weisen Elektroinstallationen generell einen hohen Standard auf. Verbesserungen sind im Bereich der Ausführung möglich. Dabei sollten insbesondere die spezielle Anforderungen von Biogasanlagen (robuste und Korrosionsbeständige Ausführung, Abdichtungen, Nagerschutz) sowie die Einhaltung von einheitlichen Ausführungs-Standards berücksichtigt werden. Dementsprechend weist der Themenbereich Elektroinstallationen ein mittleres Optimierungspotential auf.</p>	 mittel
---	---

<p><u>Kabelrohre, Kabelkanäle</u></p>	<p>Beschreibung Eine Gas-Leckage im Entwässerungsschacht leitet Biogas über die Kabelrohre bzw. Kabel- und Rohrkanäle in den Schaltschrank.</p>
<p>Maßnahmen Um ein entsprechendes unkontrolliertes Verbreiten von Biogas über Kabelrohre bzw. Kabel- und Rohrkanäle zu vermeiden, müssen diese an geeigneten Stellen (Hauseinführungen, Schächten) zuverlässig abgedichtet oder ausgeschäumt werden. Kabelführungen können auch durch Sand-Betten unterbrochen werden. Außerdem sollten die Installationen nur von erfahrenen Unternehmen und geschultem Personal durchgeführt werden.</p>	

<p><u>Kabeldurchführung</u></p>	<p>Beschreibung Ein nicht abgedichteter Kabelkanal dient als Verbindungsweg für Nager, die Folge sind angefressene Kabel und Kurzschlüsse.</p>
<p>Maßnahmen Zur Vermeidung von angenagten Kabel und Kurzschlüssen sollten einerseits Rohrleitungen anstatt Kabelkanälen verwendet werden und andererseits Durchführungen und Verlegerohrleitungen ausgeschäumt bzw. abgedichtet werden. Überschubrohre und Schächte sollte vermieden werden, um Nagern keine Verbindungswege zu schaffen.</p>	

<p><u>Wassereintritt</u></p>	<p>Beschreibung Grundwasser – und Kondensatwasser dringen in sensible Anlagenteile (z.B. Touch Screen Felder) ein, E-Schrank steht im Wasser.</p>
<p>Maßnahmen Die Aufstellung von Schaltschränken und elektrotechnischen Anlagen sollte nur in geeigneten Räumlichkeiten erfolgen. Diese sind insbesondere vor Wassereintritt und Kondenswasserbildung zu sichern, sowie ausreichend zu klimatisieren. Bei einer Außenaufstellung dürfen nur entsprechend abgedichtete Schaltschränke verwendet werden. Je nach Aufstellungsort ist entsprechen der in Österreich geltenden NORM eine ausreichende IP-Schutzart des Schaltschranks und elektrischer Betriebsmittel vorzusehen.</p>	

<u>Wartungsmöglichkeit</u>	Beschreibung Bei Rührwerkstausch muss auch die Verkabelung erneuert werden.
Maßnahmen Bei der Planung und insbesondere auch bei der Installation der Verkabelungen ist generell darauf zu achten, dass diese die Wartungsarbeiten von Anlagenkomponenten nicht behindern. Mechanische Wartungsarbeiten sollten unabhängig von der Verkabelung bzw. der elektrotechnischen Installation (ohne diese zu demontieren) durchgeführt werden können. Kabeleinführungen und Abdichtungen sollten im Rahmen von Wartungsarbeiten geprüft und falls erforderlich erneuert werden. Es kann jedoch erforderlich sein, dass durch den Tausch von Anlagenkomponenten (z.B. neues Rührwerk mit höherer Leistung) die bestehende Verkabelung nicht mehr ausreichend ist, und dementsprechend erneuert werden muss. Bei explosionsgeschützten Ausführungen muss die Verkabelung bei Wartungsarbeiten speziell beachtet und eventuell eine Erneuerung der Zuleitungen vorgesehen werden.	


<u>Elektroplan</u>	Beschreibung Der Elektroplan wurde nicht aktualisiert oder nicht erstellt.
Maßnahmen Auf Grund der Genehmigungsvorschriften in Österreich ist die Vorlage eines Elektroplanes obligatorisch und muss dementsprechend der Genehmigungsbehörde im Zuge der Baugenehmigung vorgelegt werden. Hinsichtlich sorgfältiger Ausführung der Elektroinstallation samt Elektroplan und korrekter Verlegung der Kabel im Erdreich ist auf eine renommierte und erfahrene Firma Wert zu legen. Dabei sollte auch auf die üblicherweise durchgeführte Trennung von Strom und PLS (Prozessleitsystem) sowie eine entsprechende Kennzeichnung geachtet werden. Im Zuge der Bauausführung aufgetretene Änderungen müssen in den Elektroplänen laufend bzw. spätestens nach Abschluss der Arbeiten ergänzt werden. Nachträgliche Änderungen im Zuge von Umbauten oder Anlagenerweiterungen sind ebenfalls in die Planunterlagen aufzunehmen.	

<u>Potentialausgleich</u>	Beschreibung Kontaktkorrosion hervorgerufen durch Ausgleichsströme an Bauteilen; Funkenentstehung durch verschiedene metallische Bauteile.
Maßnahmen Der Potentialausgleich für Anlagenkomponenten bzw. die Gesamtanlage muss mit geeigneten Materialien und fachgerecht ausgeführt werden. Dementsprechend sind die erforderlichen Arbeiten von Fachfirmen im Rahmen der Elektroinstallationen durchzuführen. Die Vermeidung von Zündfunken kann durch einen entsprechenden internen Potentialausgleich (elektrische Verbindung aller metallischen Gegenstände) erfolgen.	

<u>Ausführung</u>	Beschreibung Die vom Planungsunternehmen festgelegten Leitungen wurden nicht verwendet, was zu Beschädigungen der Kabel und der angeschlossenen Geräte führte.
<u>Korrosion</u>	Beschreibung Durch falsche Materialwahl und schlechte Abdichtung kommt es zu Korrosion (z.B. Kupferverbindungen im Schaltschrank, falsche Verdrahtung).
<u>Kabelwarnbänder</u>	Beschreibung Endverlegte Kabel wurden ohne Warnbänder verlegt.
Maßnahmen Um Probleme im Betrieb aber auch einen Austausch der verlegten Kabel zu vermeiden, sollten die vom E-Technik-Planer bzw. von Herstellern empfohlenen Kabel (Querschnitt, Ausführung z.B. UV-beständig, für Erdverlegung geeignet) verwendet werden. Die Planung und Ausführung der Elektroinstallationen sollte nur von Unternehmen mit Erfahrung (und entsprechenden Referenzen) durchgeführt werden. Aufgrund der Anforderungen (Einsatzbedingungen, Betriebszeiten, Leistungen) sollte die elektrotechnische Ausstattung von Biogasanlagen einen einheitlichen und hohen Ausführungs-Standard aufweisen. Kabel dürfen nur fachgerecht und mit entsprechenden Kabelwarnbändern verlegt werden.	

<u>Not-Aus-Schalter</u>	Beschreibung Falscher Montageort; nicht Witterungsgeschützt ausgeführt und führt zu Korrosion;
Maßnahmen Not-Aus-Schalter sollten generell in ausreichender Anzahl und an geeigneten und leicht zugänglichen Stellen vorgesehen werden (z.B. Haupteingang, Warte, BHKW-Raum, Substrateinbringung). Die Montage muss von Fachpersonal witterungs- bzw. korrosionsgeschützt erfolgen.	

2.10 Anlagensicherheit

<p>Optimierungspotential</p> <p>In Österreich gibt es gut ausgearbeitete Merkblätter und Richtlinien für den Bau und Betrieb von Biogasanlagen (siehe z.B. „Technische Grundlagen für die Beurteilung von Biogasanlagen, 2007“ [11], ÖVGW-Regelwerke). Das zentrale Ziel der erwähnten technischen Richtlinien ist die Sicherstellung der allgemeinen Anlagensicherheit inklusive Emissions – und Immissionsschutz.</p> <p>Die angeführten Maßnahmen zur Vermeidung einzelner in der Praxis aufgetretener Fehler sind mit den „Technischen Grundlagen für die Beurteilung von Biogasanlagen, 2007“ [6] abgestimmt.</p> <p>Alle Sicherheitseinrichtungen müssen entsprechende Zertifizierungen aufweisen und den neuesten Technologiestandards entsprechen. Sicherheitsrelevante Anlagenkomponenten sollten nur von Fachpersonal installiert und keinesfalls in Selbstbauweise errichtet werden. Es sind nur erprobte und für den jeweiligen Anwendungsfall geeignete Einrichtungen zu verwenden. Alle Sicherheitseinrichtungen sind vor Inbetriebnahme bzw. auch in verschiedenen Betriebszuständen zu testen und abzunehmen. Diese bedürfen weiters einer regelmäßigen fachgerechten Wartung und Überprüfung (z.B. Vermeidung von Verstopfungen, Frostschutz, Nachfüllen der Wasservorlage der Überdrucksicherung). Dies bedingt auch eine gute Zugänglichkeit der Sicherheitseinrichtung um Unfälle und Verletzungen bei den Wartungsarbeiten zu vermeiden.</p> <p>Zusammenfassend muss jedoch erwähnt werden, dass die Sicherheitsstandards von österreichischen Biogasanlagen nicht zuletzt durch die oben genannten Richtlinien als hoch einzustufen sind.</p> <p>Trotz der bereits sehr hohen Sicherheitsstandards von österreichischen Biogasanlagen gibt es immer noch großes Potential die Anlagensicherheit weiter zu verbessern. Dies betrifft insbesondere die Sensibilisierung und Schulung aller Beteiligten (Planer, Betreiber und ausführende Firmen) hinsichtlich der Anlagensicherheit. Aufgrund der Wichtigkeit des Themas kann das Optimierungspotential als hoch eingestuft werden.</p>	 <p>hoch</p>
---	--

<u>Unbefugtes Betreten</u>	Beschreibung Unbefugte Personen betreten die Anlage (Ablagerung von Müll, Spaziergänger, Fototouristen).
Maßnahmen Die Anlage ist vor dem Zutritt betriebsfremder und unbefugter Personen abzusichern.	


<u>Rückbrandsicherung</u>	Beschreibung Es wurde keine Rückbrandsicherung installiert bzw. die Ausführung ist mangelhaft. Rückschlagklappen bei Luftleitung fehlen.
Maßnahmen Der Einbau und die Funktion relevanter Sicherheitseinrichtungen (z.B. Rückbrandsicherung in der Gaszufuhr des BHKW und der Fackel, Über- und Unterdrucksicherung, Überfüllsicherung und Füllstandsüberwachung) muss vor Inbetriebnahme überprüft werden.	

<u>Kennzeichnung von Gefahrenbereichen</u>	Beschreibung Gefahrenbereiche sind nicht als solche gekennzeichnet bzw. werden im Betrieb nicht ausreichend berücksichtigt.
<u>Beleuchtung</u>	Beschreibung Keine ausreichende Beleuchtung (v.a. für Wartungs- und Kontrollgänge).
<u>Be- und Entlüftungskonzepte (BHKW)</u>	Beschreibung Die Be- und Entlüftungskonzepte sind nur unzureichend ausgeführt.
Maßnahmen Generell hat eine umfangreiche Kennzeichnung bzw. Absicherung von Gefahrenbereichen sowie der Ex-Schutzzonen zu erfolgen. Dazu zählen unter anderem Warnschilder, Absturzsicherungen Absperrungen, Gasalarm und Not-Aus-Schalter aber auch die Belüftung z.B. eines Pumpenschachts und des BHKW. Aus diesen Gründen ist auch eine entsprechende Schulung der Betreiber als wesentlich anzusehen. Neben einer ausreichenden Beleuchtung von Geh- und Fahrwegen sollte auch eine umfassende Beleuchtung der Betriebsräume und der Anlagen im Außenbereich vorgesehen werden. Dabei sollten auch Stiegen und Leitern und z.B. zugängliche Bereiche auf der Fementerdecke berücksichtigt werden.	

<u>Anordnung der Gaswarngeräte</u>	Beschreibung Das Gaswarngerät wurde ungeeignet platziert. Falsche Auswahl der Gaswarnanlage.
<u>Ausführung elektrischer Betriebsmittel</u>	Beschreibung Elektrische Betriebsmittel sind nicht entsprechend der erforderlichen Schutzkategorie ausgeführt, und die Überprüfung findet nicht statt.
<u>Ex-Schutz-Maßnahmen im Bereich der Vorgrube</u>	Beschreibung Ex-Schutz-Maßnahmen im Bereich der Vorgrube wurde nicht berücksichtigt.
<u>Leerrohre, Kabel, Rohrleitungskanäle, Schächte</u>	Beschreibung Gas-Luftgemisch breitet sich unkontrolliert (z.B. über Verrohrungen, Kanäle) aus.
Maßnahmen In Ex-Schutz-Zonen dürfen prinzipiell nur für die jeweilige Ex-Schutzzone geeignete Anlagenkomponenten eingesetzt werden, welche auch regelmäßig zu prüfen sind. In die Planung des Ex-Schutzes müssen alle Anlagenteile einbezogen werden in denen sich explosionsfähige Gemische bilden können. Gaswarneinrichtungen in Räumen oder Schächten müssen fachgerecht ausgeführt werden. Generell sind alle gasführenden Systeme nur von Fachleuten auszuführen. Alle gasführenden Systeme sind vor der Inbetriebnahme auf Dichtheit zu prüfen. Der Ex-Schutz muss lückenlos durchgeführt und bei verschiedenen Betriebszuständen betrachtet werden (Normalbetrieb, Anfahrbetrieb, Außerbetriebnahme, außerordentliche Betriebszustände wie z.B. Wartung und Instandsetzung). Kabelrohre (Leerverrohrungen) sowie Kabel- und Rohrdurchführungen sind entsprechend abzudichten, sodass im Fall eines Gasaustrittes, die unkontrollierte Verbreitung von Biogas verhindert werden kann. Kabel können z.B. an geeigneter Stelle durch ein Sandbett geführt werden (Kabelrohre unterbrechen!), um eine Abdichtung zu gewährleisten und zusätzlich die Übertragung von Kriechströmen zu verhindern.	

<u>Einsatzpläne</u>	Beschreibung Einsatzpläne fehlen oder werden nicht mit der örtlichen Feuerwehr bzw. der zuständigen Behörde erstellt und abgestimmt.
Maßnahmen Bereits in der Planungs- und Genehmigungsphase müssen mit der jeweils zuständigen Feuerwehr oder der zuständigen Behörde entsprechende Einsatzpläne erarbeitet werden.	

2.11 Zusammenwirken der beteiligten Professionisten

<p>Optimierungspotential</p> <p>Die Zusammenarbeit der einzelnen Professionisten bei der Errichtung von Biogasanlagen ist von großer Bedeutung. Neben einer fachgerechten und sorgfältigen Ausführung der Arbeit ist eine gute Zusammenarbeit eine Grundvoraussetzung für eine qualitativ hochwertige Biogasanlage. Dementsprechend kann speziell die Koordination bei der Errichtung von Anlagen, die Kontrolle der Ausführungen und die Einhaltung der Zeitpläne, aber auch der Umgang mit den Sicherheitsvorschriften noch stark verbessert werden. Dies setzt eine gute Planung und eine entsprechende Vertragsgestaltung mit den einzelnen Professionisten voraus.</p> <p>Aufgrund der hohen Relevanz dieses Themenbereiches ist das Optimierungspotential hoch.</p>	 hoch
--	---


<p><u>Bauaufsicht,</u> <u>Baustellenkoordinator,</u> <u>Verantwortungsbereich,</u> <u>Schnittstellen</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Mangels Bauaufsicht wurden Arbeiten teilweise nicht ordnungsgemäß oder zu spät durchgeführt.</p> <p>Fehlende Koordination und schlechte oder keine Abstimmung der Schnittstellen verursacht Terminkollisionen, nicht kalkulierte Zusatzkosten und Missverständnisse bei der Ausführung.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Als wesentlicher Faktor hinsichtlich der Zusammenarbeit der am Bau der Anlage beteiligten Professionisten kann ein Koordinator, der den Überblick über die Arbeiten und den Zeitplan hat, aber auch die Lieferscheine und die Arbeiten täglich kontrolliert, empfohlen werden. Da die Kontrolle der Einhaltung des Zeitplans und der Ausführung der Arbeiten viel Zeit in Anspruch nimmt, sollte der Bauherr diese Tätigkeiten nur durchführen, wenn er nicht andere Aufgaben im Rahmen der Errichtung übernommen hat. Als gute Lösung kann ein kompetenter Planer empfohlen werden, der die einzelnen Gewerke, Arbeiten und Schnittstellen definiert, abstimmt und koordiniert bzw. die Qualität der Ausführung periodisch begutachtet und prüft. Dieser kann als Kontakt- und Koordinationsorgan agieren, egal ob die Anlage von einem Generalunternehmer oder durch Zukauf der einzelnen Komponenten errichtet wird und ist dann für die Schnittstellen- und Qualitätsanforderungen bzw. Garantien zuständig. Weiters ist ein erfahrener Planer auch hinsichtlich Vergabe der Gewerke, der Definition von Qualitätsanforderungen (z.B. Gasmotor) und der Ausführungskontrolle sehr wichtig. Durch eine entsprechende Koordination der beteiligten Firmen können Missverständnis verhindert bzw. durch Abstimmung der Schnittstellen zusätzliche Kosten vermieden werden, die durch unklare Abgrenzung des Lieferumfangs auftreten können. In diesem Zusammenhang ist auch die Vollständigkeit und Qualität der Ausführungen sowie der Montagefortschritt im Vergleich zum Terminplan zu kontrollieren. Eine korrekte Durchführung der Arbeiten sollte durch Auswahl erfahrener Lieferanten und Hersteller gewährleistet werden, die vorzugsweise schon Referenzen bezüglich Biogasanlagen aufweisen sollten.</p>	

<p><u>Sicherheitsanweisungen</u></p>	<p>Beschreibung Die Anlage wird in Betrieb genommen, obwohl einige Arbeiten noch nicht abgeschlossen sind, was zu zusätzlichen Gefahren führt.</p>
<p>Maßnahmen Um während der Errichtung bzw. der Inbetriebnahme Unfälle zu vermeiden, sollten alle am Bau beteiligten Firmen bereits im Vorfeld auf die Risiken und Gefahren bezüglich der Bildung von Biogas hingewiesen werden. Beispielsweise kann durch die Sammlung von Gärsäften im Fermenter (oft erfolgt die Silierung von Substraten bereits während der Bauphase) bereits Biogas entstehen. Der Betreiber sollte an entsprechenden Schulungen teilnehmen, um einen sicheren Umgang mit Biogas zu gewährleisten, indem mögliche Sicherheitsrisiken aufgezeigt und die Betreiber entsprechend sensibilisiert werden (siehe auch Abschnitt 2.12 Anfahrbetrieb).</p>	

<p><u>Haftungsumfang</u></p>	<p>Beschreibung Aufgrund fehlender oder mangelhafter Schnittstellendefinition kommt zu Unklarheiten bezüglich des Haftungsumfangs.</p>
<p>Maßnahmen Eine klare Definition des Lieferumfanges und der Schnittstellen der einzelnen Gewerke ermöglicht es auch den Haftungsumfang der einzelnen Lieferanten festzulegen (siehe auch Abschnitt 1.2 Auswahl des Planers).</p>	

<p><u>Montagefortschritt, Sauberkeit, Zuverlässigkeit, Know-how, Erfahrung</u></p>	<p>Beschreibung Fehlende Erfahrung auf dem Gebiet des Biogasanlagenbaus bzw. geringe Sorgfalt bei der Ausführung der Arbeiten beeinträchtigen den Bau und die Qualität der Anlage. Mangelnde Zuverlässigkeit der Lieferanten und langsamer Montagefortschritt führen zu Terminkollisionen.</p>
<p>Maßnahmen Die Auswahl geeigneter Unternehmen (Erfahrung, Referenzen) für den Bau von Biogasanlagen hat eine große Auswirkung auf die Qualität der Bauausführung. Zusätzlich sollte durch eine umfangreiche Bauaufsicht seitens des Planers und Betreibers die Sorgfalt und fachgerechte Ausführung der Montagearbeiten sichergestellt werden. Mithilfe des Planers bzw. der Bauaufsicht sollte die Zusammenarbeit und die Terminkoordination der einzelnen Professionisten koordiniert werden. Die Verträge mit den einzelnen Professionisten sollten neben einer klaren Definition des Lieferumfanges und der Schnittstellen auch klare Vereinbarungen bezüglich Infrastruktur und Hilfsmaterialien (Gestellung von Baucontainer, Hebezeuge usw.) und der Müllentsorgung beinhalten. Auf der Baustelle sind generell einschlägige Gesetze und Bauvorschriften wie z.B.: Arbeitnehmerschutz und Brandschutz einzuhalten. Diese enthalten auch entsprechende Hinweise auf die Einhaltung von Sauberkeit und Ordnung auf der Baustelle.</p>	

2.12 Anfahrbetrieb

<p>Optimierungspotential</p> <p>Der Anfahrvorgang einer Biogasanlage ist ein sehr wichtiger aber auch komplexer Vorgang dem besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte, um Störungen der biologischen Vorgänge zu verhindern. Die Inbetriebnahme der Anlage soll aus wirtschaftlichen Gründen möglichst schnell erfolgen. Ein überhastetes Anfahren (z.B. vor Fertigstellung der Anlage) kann jedoch unvorteilhaft sein und den Anfahrvorgang deutlich verlängern. Die Gasbildung während der Inbetriebnahme sollte keinesfalls unterschätzt und dementsprechend alle notwendigen Sicherheitsvorschriften eingehalten werden.</p> <p>Aus diesen Gründen wird das Optimierungspotential für den Themenbereich Anfahrbetrieb als hoch eingestuft.</p>	 hoch
--	---

<p><u>Anfahrphase, Professionalität der Durchführung</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die Anfahrphase dauert zu lange (mehrere Monate), da nur ein schlechter oder gar kein Beschickungsplan vorliegt bzw. aufgrund mangelnder Erfahrung und/oder Professionalität eine Hemmung des Prozesses aufgetreten ist.</p> <p>Das Erreichen eines stabilen Betriebes der Anlage (Stabilisierung der Biologie, Beseitigung von „Kinderkrankheiten“) bei Volllast des BHKWs kann bis zu einem Jahr in Anspruch nehmen. Antibiotika, ungünstige Substratmischungen oder ungeeigneter Impfschlamm führen bei dem scheinbar einfach zu bewerkstelligenden Prozess zu verlängerten Anfahrphasen oder Problemen im nachfolgenden Betrieb, wodurch hohe Kosten durch fehlende Produktivität entstehen.</p> <p>Berater verfügen über keine ausreichende Erfahrung.</p>
<p><u>Gasproduktion</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Aufgrund fehlender oder mangelhafter Prozesskontrolle im Anfahrbetrieb wird nur eine geringe Gasbildung erreicht.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Allgemein lässt sich zusammenfassen, dass Impfschlamm aus bereits in Betrieb befindlichen Biogasanlagen und Rindergülle für den Anfahrprozess gut geeignet sind. Substratwechsel während des Hochfahrbetriebes sollten möglichst vermieden werden.</p> <p>Für den Hochfahrbetrieb sollte begleitend eine geeignete Prozesskontrolle (siehe auch 3.14 Laufende Prozesskontrolle) durchgeführt werden.</p> <p>Zur Unterstützung der Betreiber beim Hochfahren der Anlage werden vom IFA Tulln (www.ifa-tulln.ac.at) Anfahrpläne individuell errechnet.</p> <p>Der Erfahrungswertschatz des IFA-Tulln bezüglich Hochfahrbetrieb von Biogasanlagen kann durch einen gezielten Info-Transfer zu einer umfassenden Wissensgenerierung der Biogasbranche führen.</p> <p>Um möglichst kurze Anfahrphasen zu erreichen sollte die mikrobiologische Inbetriebnahme gut geplant und nicht überstürzt erfolgen. Ein erfahrener Planer oder Biogas-Berater sollte einbezogen werden.</p>	

<u>Sicherheitsvorschriften</u>	Beschreibung Während der Anfahrphase werden Sicherheitsvorschriften nicht eingehalten, da die Biogasproduktion unterschätzt wird.
Maßnahmen Ein wichtiger Punkt, der im Zusammenhang mit der Anfahrphase dokumentiert werden konnte, ist die Einhaltung der Sicherheitsvorschriften. Bereits geringe Mengen von Gärsäften aus der Silierung oder Gülle reichen aus, um Biogas zu bilden. Die Gasbildung kann bereits einsetzen obwohl der Fermenter noch nicht vollständig geschlossen ist (vgl. Biogasbildung in Güllegruben!). Dementsprechend können schon zu Beginn der Inbetriebnahme explosionsfähige Gemische entstehen. Sobald gärfähige Abwässer oder Substrate im Fermenter sind, müssen die Sicherheitsvorschriften bezüglich Explosions- und Brandschutz und des Arbeitnehmerschutzes besonders genau eingehalten werden.	


<u>Problemmanagement</u>	Beschreibung Rasches reagieren durch nicht ausgebildetes/geschultes Bedienpersonal ist nicht sichergestellt.
Maßnahmen In der Phase der mikrobiologischen Inbetriebnahme ist oftmals ein rasches Reagieren gefordert, das aber durch unerfahrenes und ungeschultes Betriebspersonal nicht erfolgen kann. Dementsprechend sollte das Anfahren durch den Anlagenhersteller, den Planer oder einem Biogasberater unterstützt werden.	

<u>Analysendauer</u>	Beschreibung Zu lange Analysendauer (Mikrobiologie und Motoröl) durch beauftragtes Labor.
Maßnahmen Insbesondere während dem Hochfahren sind regelmäßige und rasche Analysen (siehe auch 3.14 Laufende Prozesskontrolle) erforderlich, um mögliche Überlastungen und Hemmungen der Biologie frühzeitig zu erkennen. Dazu muss jedoch von den ausführenden Labors eine schnellstmögliche Durchführung der Analysen sichergestellt werden. Dies sollte vor der Beauftragung der Labors entsprechend abgestimmt werden. Anstatt von Labors kann auch vor Ort ein kleines Labor zur Bestimmung der wichtigsten Parameter eingerichtet werden.	

<u>Alarmmeldungen</u>	Beschreibung Falsch eingestellte Alarmschwellen führen zu einer Vielzahl an Fehlalarmen.
Maßnahmen Im Rahmen der Inbetriebnahme kann es insbesondere durch falsch eingestellte Alarmschwellen vermehrt zu Fehlalarmen kommen. Trotzdem sollte jeder Alarm ernst genommen und entsprechend beantwortet werden. Gerade während der Inbetriebnahme sollte vom Betreiber mit einem erhöhten Betreuungsaufwand gerechnet werden. Bei Abschluss der Inbetriebnahme sollten die entsprechenden Alarmschwellen jedenfalls richtig eingestellt sein, sodass Fehlalarme bestmöglich vermieden werden können.	

3 Optimierungspotential während des laufenden Anlagenbetriebes

3.1 Anlieferung und Lagerung der Substrate

<p>Optimierungspotential</p> <p>Durch den hohen Volumendurchsatz von Biogasanlagen ergeben sich hohe Anforderungen an die Substratlogistik und die Substratlagerung weswegen schon bei der Aufstellungsplanung und der Positionierung der Lagerflächen wert auf kurze Fahrwege aber auch ausreichende Zufahrts- und Wendemöglichkeiten geachtet werden sollte.</p> <p>Die TS- bzw. die Energieverluste des Substrates während der Lagerung werden häufig unterschätzt. Während der Lagerung können jedoch erhebliche Verluste auftreten die durch eine fachgerechte Silierung und Abdeckung des Substratlagers deutlich reduziert werden können [12].</p> <p>Obwohl bei österreichischen Biogasanlagen praktisch alle Substratlagerstätten abgedeckt sind, können eine verbesserte Siliertechnik sowie eine sorgfältige Bewirtschaftung der Lager die Energieverluste deutlich reduzieren. Hinsichtlich der hohen wirtschaftlichen Relevanz und möglicher negativer Auswirkungen einer schlechten Silierung weist dieser Themenbereich ein hohes Optimierungspotential auf.</p>	 hoch
--	---

<p><u>Eingangskontrolle</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die Eingangskontrolle wird nicht oder unzureichend durchgeführt.</p> <p>Für den Zukauf von Substrat wurde ein ungünstiger Abrechnungsmodus z.B. auf Basis Frischmasse anstatt auf Basis Trockensubstanz gewählt.</p> <p>Die Bestimmung der Trockensubstanz (TS) ist ungenau und fehlerhaft.</p>
<p><u>langfasrige Substrate, Verunreinigungen</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die Qualität der gelieferten Substrate ist nicht in Ordnung (z.B. Gras ist zu langfasrig) und Verunreinigungen wie Erde werden mit in die Anlage eingebracht.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Die Anlieferung und Verrechnung von Substraten zumindest auf Basis einer TS-Bestimmung erfolgen. Besser noch ist die Durchführung einer Weender Analyse + Basergaberechnung [13]. Bei der Anlieferung sollte nicht nur auf die Menge und den TS-Gehalt der Substrate geachtet werden, auch langfasriges Material oder Verunreinigungen wie z.B. Eintrag von Erde durch zu geringe Schnitttiefe sollten vermieden werden. Dies kann zu Problemen im Gärprozess oder zu Verzopfungen (z.B. Grasanlagen) führen, weshalb etwa Gras besser gehäckselt als geschnitten werden sollte. Auch der Einbau eines Mazerators vor der Einbringung in den Fermenter kann dabei Abhilfe schaffen, ist aber wieder mit zusätzlichen Investitions- und Betriebskosten verbunden. Zusätzlich sollte bei der Anlieferung die allgemeine Qualität des Substrates beurteilt werden bzw. auch die Herkunft hinterfragt werden. Durch die Schulung des Betreiberpersonales können Fehler bei der Probenahme und Anlyse vermieden werden.</p>	

<p><u>Einbringung von Sandsäcken</u></p>	<p>Beschreibung Bei der Abdeckung des Fahrsilos werden Sandsäcke zum Beschweren eingesetzt, die unabsichtlich in die Anlage eingebracht werden und Verstopfungen verursachen.</p>
<p>Maßnahmen Das unabsichtliche Einbringen von Sandsäcken (die zum Beschweren der Folie eingesetzt werden) und Verstopfungen in der Anlage verursachen können, ist durch saubere und konzentrierte Arbeitsweise zu verhindern. Dementsprechend sind alle Sandsäcke im Bereich der Anschnittflächen gewissenhaft zu entfernen. Durch spezielle Abdecktechniken wie z.B. die „Wickelsystem“ welche ohne Sandsäcke und andere Fremdmaterialien auskommt, kann dies ebenfalls verhindert werden.</p>	

<p><u>Geruch</u></p>	<p>Beschreibung Das zum Silieren eingebrachte Material (v.a. relevant bei Energiepflanzen) ist zu feucht. Durch den erhöhten Anfall von Gärsäften und weil das Lager während dem Silieren noch nicht abgedeckt ist, kommt es zu Geruchsemissionen. Bei der Anlieferung (Abkippen) von hydrolysiertem oder siliertem Material entstehen Geruchsemissionen.</p>
<p>Maßnahmen Wird das Substrat zu feucht eingebracht oder kommt es bei noch nicht abgedeckter Silagefläche zu Niederschlägen, ist mit erhöhten Mengen an Gär- und Sickersäften zu rechnen. Diese müssen in jedem Fall gesammelt und in den Fermenter eingebracht werden, können aber auch zu einer erhöhten Geruchsbelastung führen, wenn sich Lacken bilden oder offene Gerinne zum Sammeln der Säfte eingesetzt werden. Dementsprechend ist beim Silieren auf den Wassergehalt des Materials und auch auf die Witterungsbedingungen zu achten. Die Einlagerung der Substrate bzw. die Abdeckung von Silagen sollte möglichst rasch erfolgen. Nachdem Geruchsemissionen beim Abkippen von hydrolysiertem Material nur schwer zu vermeiden sind, sollte abhängig von der Anrainersituation und der Häufigkeit der Anlieferung von derartigem Material ein Abladen in einem geschlossenen Gebäude angedacht werden.</p>	

<p><u>Verdichtung</u></p>	<p>Beschreibung Während der Phase der Substrateinbringung in den Fahrsilo kommt es beim Verdichten zu Unterbrechungen, wodurch die eingebrachte Biomasse bereits aerob abgebaut wird und sich dabei erhitzt. Es kommt zu erhöhten Energie-Verlusten.</p>
<p>Maßnahmen Während der Substrateinbringung spielt der zeitliche Ablauf eine wichtige Rolle. Längere Unterbrechungen, die eine schlechte Verdichtung des Materials zur Folge haben können, sollten daher durch zügiges Arbeiten vermieden werden. Bei Fahrsilos muss die Verdichtung der Silage mit Geräten erfolgen deren Gewicht zumindest 1/3 der stündlichen Anlieferungstonnage entspricht. Weiters sollte auf eine penible Sauberkeit auf der Anlage geachtet werden, welche auch als Präventionsmaßnahme zur Vermeidung von Schädlingsbefall dient [14]. Die beste Verdichtung wird in Silos mit schrägen Wänden erreicht.</p>	

<p><u>Siloplatte</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Bei der Silierung mit sehr hohen Schütthöhen (auf Siloplatten) können die schrägen Bereiche des Silohaufens im oberen Bereich nur sehr schlecht verdichtet werden. D.h. je höher der Silostock ist, umso mehr Energieverluste entstehen.</p> <p>Zusätzlich verursachen hohe Silohaufen auch sehr große Anschnittflächen (siehe Kapitel 1.18). Die Silage auf der Siloplatte kann nach dem Anschnitt nicht mehr so gut abgedeckt werden wie im Fahrsilo. Dadurch ergeben sich größere Anschnittflächen bzw. nicht abgedeckte Silage und eventuell erhöhte Geruchsemissionen.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Die Verwendung von Siloplatten anstatt von Fahrsilos ermöglicht eine flexiblere Entnahme von Substraten da ein Zugang von allen Seiten möglich ist. Dies kann bei der Verwendung von unterschiedlichen Substraten von Vorteil sein. Es muss jedoch darauf geachtet werden, dass die Anschnittflächen trotzdem so klein wie möglich gehalten werden bzw. eine ausreichende Entnahmemenge (Vorschub rund 10 cm pro Tag) sichergestellt wird um das Verderben der Silage im Anschnittbereich und Geruchsemissionen zu vermeiden. Generell lässt sich die Silage auf Siloplatten nach dem Anschnitt nicht mehr so gut abdecken wie in einem Fahrsilo. Dadurch entstehen größere Anschnittflächen bzw. nicht abgedeckte Silage. Dies lässt sich bei Silageplatten nur schwer verhindern. Dementsprechend sollte der Standort von Silageplatten so gewählt werden, dass mögliche geringfügige Geruchsemissionen toleriert werden können.</p> <p>Um eine möglichst gute Verdichtung zu erreichen, können anstatt hoher Silohaufen flachere Silos und oben ebene Haufen bzw. Mieten empfohlen werden.</p>	


<p><u>Sammelgrube für Silosickersaft, Trennung von Silosickersaft und Oberflächenwasser</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die im Silagelager anfallenden Silosickersäfte können aufgrund fehlender oder zu kleiner Sammelgruben nicht ordnungsgemäß aufgefangen und gesammelt werden.</p> <p>Es erfolgt keine Unterscheidung zwischen Silosickersaft und Oberflächenwasser.</p> <p>Rund um die Siloplatte zur Sickersaftsammlung sind keine Rinnen oder Rigole vorgesehen.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>In jedem Fall müssen, die organisch hoch belasteten Gär- und Sickersäfte gesammelt und der Gärung zugeführt werden. Auf diese Weise kann eine Belastung der Umwelt vermieden und die in den Säften enthaltene Energie genutzt werden, für die der Betreiber bereits bei der Substratanlieferung bezahlt hat. Um nicht zu große Volumina der Sammelbehälter zu erhalten, sollte unbedingt eine Trennung der Oberflächen- von der Sickerwasser erfolgen. Dazu sind verschiedene Maßnahmen geeignet wie z.B. Ableitung des Oberflächenwassers weg von der Anschnittfläche durch schräge Fahrsilos, getrennte Sammelsysteme oder umschaltbare Ablaufventile. Die geeignete Maßnahme, ist auf den jeweiligen Anwendungsfall spezifisch festzulegen. Dabei ist wesentlich, dass das Oberflächenwasser nicht über die Anschnittfläche des Fahrsilos läuft und so organisch belastet wird, sondern getrennt gesammelt wird, damit eine Versickerung ohne Behandlung möglich ist.</p>	

<p><u>TS-Verluste (Energieverluste), Schimmel- und Pilzbefall, Abschwemmung von Silage, Schädlingsbefall</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die Dimensionierung und Ausrichtung der Anschnittfläche und eine ungenügende Substratabdeckung führen zu erhöhten TS-Verlusten.</p> <p>Durch Undichtheiten kommt es zu Schimmel- und Pilzbefall.</p> <p>Durch falsche Silierung (zu nass oder zu trocken) und durch zu geringe tägliche Entnahmemengen kann die Silage verderben.</p>
<p><u>Nacherwärmung im Silo</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Bei der Lagerung von Substraten kommt es zur Nacherwärmung und somit zu Energieverlusten im Substrat während der Lagerung.</p>
<p><u>Geruchsbelastung</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Durch Undichtheiten der Silageabdeckung oder fehlender Abdeckungen der Silage kommt es zu Abschwemmung von Silage. Daraus entstehen vermehrt Silosickerwässer und eine erhöhte Geruchsbelastung.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Um die TS-Verluste und die Geruchsbelastung gering zu halten, sollte die Anschnittfläche möglichst klein sein, da der Kontakt zu Luft das Bakterien- und Pilzwachstum und somit den TS-Abbau beschleunigt.</p> <p>Durch Undichtheiten bei der Abdeckung kann es auch zu Schimmel- und Pilzbefall kommen, weshalb die Abdichtung des Silos besonders sorgfältig durchgeführt werden sollte und auch eine Abschwemmung von Silage verhindert werden kann. Für die Abdeckung werden in der Regel verschiedenste Arten von Folien verwendet. Dabei ist jedoch zu beachten, dass ein eventueller Luftzutritt zur Silage hohe Energieverluste (und damit höhere Substratkosten) sowie erhöhte Geruchsbelästigungen verursachen können. Ein auf die Erhöhung der aeroben Stabilität entworfenes Silierhilfsmittel verhindert somit die Nacherwärmung bzw. Energieverluste im Substrat.</p> <p>Generelle Sauberkeit auf der Anlage verringert auftretende Geruchsbelastungen. Deshalb sollte das Betriebsgelände und speziell das Substratlager (Siloplatte, Fahrsilo) mit Kehrmaschinen und/oder Wasser gereinigt werden. Dementsprechend sollten ausreichend dimensionierte Wasseranschlüsse für die Reinigung vorgesehen werden. Ein Ungezieferbekämpfungsplan bzw. eine saubere Anlage verringern Probleme mit Nagern.</p>	

<p><u>Fahrsilo Abdeckung</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die Abdeckung des Fahrsilos erfolgt mit sogenannten „Alternativen“ zur Folienabdeckung wie z.B. Getreideaufwuchs oder abgepresstem Fermentationsrückständen. Dadurch entstehen TS- und Energieverluste in der Silage.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Die luftdichte Abdeckung von Silostöcken mit Folie ist Stand der Technik. Alternative, den Luftzutritt nicht so gut verhindernde Abdeckkonzepte müssen mit einem erheblichen Energieverlust rechnen [14, 15, 16, 17, 18].</p>	

<u>Materialqualität und Ausführung des Fahrsilos</u>	Beschreibung Durch falsche oder schlechte Materialqualität bzw. Ausführung des Fahrsilos (z.B. fehlende Dichtungsbänder bei den Anschlussflächen im Bereich Wand-Boden) kommt es zu Materialabtrag, Korrosion, Säureangriffen und Undichtheiten der Siloplatte. Silowände verhindern eine flexible Einbring- und Entnahmelogistik bei der Nutzung mehrerer unterschiedlicher Substrate, da kein Zugang von allen Seiten möglich ist. Dabei ist zu beachten, dass ein Luftzutritt zur Silage zu aeroben Vorgängen und damit zu Energieverlusten führen kann.
Maßnahmen Der Beton im Bereich der Fahrsilos ist neben der statischen Belastung auch einem ständigen Säureangriff ausgesetzt. Deswegen sollte, wie in Abschnitt 2.2 Betonbau beschrieben, die gewählte Betonqualität eine hohe Säurebeständigkeit aufweisen. Weiters ist auch auf eine entsprechende Ausführung hinsichtlich Abdichtung zu achten und die Dichtheit der Bodenplatte zu überprüfen, da dies kritische Bereiche des Fahrsilos darstellen.	

3.2 Einbringung der Substrate in den Fermenter


<p>Optimierungspotential Einbringeinrichtungen von Biogasanlagen sind hochbelastete Anlagenteile die einem hohen Verschleiß ausgesetzt sind. Gute Einbringtechnologien zeichnen sich durch hohe Standzeiten, einen wartungsarmen und störungsunempfindlichen Betrieb und die optimale Abstimmung auf die Fördermenge und den eingesetzten Substratmix aus. Dementsprechend ist gerade bei der Wahl der Anlagentechnologie sowie der eingesetzten Materialien noch hohes Optimierungspotential gegeben, um die Standzeiten und die Verfügbarkeit der Einbringvorrichtungen zu erhöhen und den erforderlichen Arbeitsaufwand zu reduzieren. Weitere Verbesserungsmöglichkeiten betreffen die Abstimmung der Steuerung auf wechselnde Substrate.</p>	 hoch
---	---

<p><u>Verstopfungen, Brückenbildung</u></p>	<p>Beschreibung Einbringung von langfasrigen Substraten (zu lange Häcksellängen) oder hoher TS-Anteil in der Vorgrube führen zu Verstopfung/Verzopfung der Pumpen. Zerkleinerungseinrichtung funktioniert nicht zuverlässig.</p>
<p><u>falsche Einbringmengen</u></p>	<p>Beschreibung Keine Verwiegung; falsche Justierung der Wiegeeinrichtung; Die Eigenschaften unterschiedliche Substrate (Spez. Gewicht, Rieselverhalten...) werden bei zeitgesteuerten Systemen nicht berücksichtigt. Verstaubung des Sensors bei Quickmix oder ähnlichen sensorgesteuerten Systemen oder wechselnde Substrate führen z.T. zu sehr starken Fütterungsschwankungen.</p>
<p>Maßnahmen Im laufenden Anlagenbetrieb sollten nur die für die ausgewählte Einbringvorrichtung geeigneten Substrate eingesetzt werden. Insbesondere bei Substratwechseln sollte auf mögliche Auswirkungen auf das Einbringsystem geachtet werden. Insbesondere langfasrige Substrate eignen sich nicht für eine Einbringung über die Vorgrube und die Pumstation. Zu hohe TS-Anteile in der Vorgrube sollten ebenfalls vermieden werden. Brückenbildungen im Vorlagebunker können durch Abfräseinrichtungen vermieden werden. Zum Zweck der Anlagenautomatisierung sind Wiegeeinrichtungen in Verbindung mit zeit- oder sensorgesteuerte Systemen zu empfehlen. Um eine fehlerfreie Funktion dieser Systeme zu gewährleisten, ist eine regelmäßige Kalibrierung zu achten. Sensoren sollten im laufenden Betrieb regelmäßig gereinigt werden, um deren Funktion sicherzustellen. Beim Einsatz unterschiedlicher Substraten bzw. Substratwechseln sind insbesondere die unterschiedlichen Eigenschaften dieser Substrate zu beachten. Dementsprechend kann es notwendig sein, die Zeitsteuerung bzw. die Sensoren auf die Substrate anzupassen.</p>	

<p><u>Mengenmessung</u></p>	<p>Beschreibung Die Mengenmessung bei Anlieferung und Fermenterbeschickung erfolgt nicht getrennt.</p>
<p>Maßnahmen Die Mengenmessung sollte für die Anlieferung mittels Achs- oder Brückenwaage und für die Beschickung mittels Wiegezellen, aber in jedem Fall getrennt erfolgen.</p>	

<u>Fremdkörper</u>	Beschreibung Durch Unachtsamkeiten kommt es zu unbeabsichtigter Einbringung von Fremdkörpern (Steine, Holz, sperrige Abfälle, ...)
Maßnahmen Bei der Einbringung mit Traktor, Teleskoplader oder Radlader sollte bei der Entnahme aus dem Fahrsilo darauf geachtet werden keinen Fremdstoffe wie z.B. Sandsäcke oder Holz mit einzubringen.	

3.3 Entschwefelung und Entfeuchtung


<p>Optimierungspotential Prinzipiell stellt die Entschwefelung und Entfeuchtung des Gases bei modernen Anlagen kein Problem dar, sofern beides bei der Planung berücksichtigt wurde. Speziell für kleine Anlagen reichen relativ einfache Lösungen aus, um den gewünschten Erfolg zu erzielen. Aber auch für Abfallanlagen und industrielle Biogasanlagen sind gut funktionierende Lösungen verfügbar. Das Optimierungspotential wird als mittel eingestuft. Hinsichtlich der richtigen Technologieauswahl und der Kostenreduktion bei externen Entschwefelungsanlagen sind noch Verbesserungsmöglichkeiten gegeben.</p>	 mittel
--	---

<p><u>Gasqualität</u></p>	<p>Beschreibung Die zur Entschwefelung eingesetzte Lufterdüsung führt zu einer Verdünnung des Gases, wodurch der Energiegehalt je Nm³ sinkt. Die Entschwefelung liefert keine zufriedenstellenden Ergebnisse (zu hohe H₂S-Gehalte).</p>
<p>Maßnahmen Bei der biologischen Entschwefelung im Fermenterkopf muss berücksichtigt werden, dass Luft in den Fermenterkopfraum eingebracht wird und Stickstoff sowie überschüssiger Sauerstoff nach der Entschwefelung im Biogas verbleiben. Bei einer weiterführenden Aufbereitung des Biogases zu Erdgas- oder Treibstoffqualität kann dies zu einer unerwünschten Verdünnung des Biogases führen, da Stickstoff nur schwer von Methan getrennt werden kann.</p>	

<p><u>Korrosion im Übergangsbereich Gasraum/Flüssigkeit</u></p>	<p>Beschreibung Im Übergangsbereich zwischen Gasraum und Flüssigkeit kommt es zu Korrosionserscheinungen aufgrund der Entschwefelungsreaktionen.</p>
<p>Maßnahmen Für den Einsatz der biologischen Entschwefelung mittels Lufterdüsung in den Fermenterkopf ist zu beachten, dass die Reaktionsprodukte (Schwefelsäure) Korrosion und Materialverschleiß im Übergangsbereich zwischen Gasraum und Flüssigkeit verursachen. Durch spezielle Beschichtungen (z.B. Polyesterbeschichtung) an allen mit Gas in Kontakt stehenden Bauteilen kann eine Korrosion durch Säureangriff reduziert werden (siehe auch Abschnitt 2.2 Betonbau).</p>	

<p><u>Entsorgung der Reststoffe, Hilfsstoffe / Hilfsmittelkosten</u></p>	<p>Beschreibung Bei externer Entschwefelung mittels Eisenpellets oder Aktivkohle müssen diese ev. entsorgt werden, wodurch zusätzliche Kosten entstehen. Gleiches gilt für Hilfsmittel die für die Entschwefelung angeschafft werden müssen.</p>
<p><u>Selbstentzündung</u></p>	<p>Beschreibung Beim Einsatz von Eisenpellets besteht bei der Regeneration die Gefahr der Selbstentzündung.</p>
<p>Maßnahmen Externe Entschwefelungsanlagen können zumeist eine bessere Abscheideeffizienz als biologische Entschwefelungssysteme (z.B. Luftindüsung) erreichen. Dazu sind aber Hilfsstoffe erforderlich und die anfallenden Reststoffe sind zu entsorgen. Dadurch erhöhen sich die Betriebskosten der Entschwefelung. Weiters ist aufgrund der Technologie z.B. bei externen biologischen Entschwefelungsanlagen mitunter eine Gaswarneinrichtung zum Schutz vor Explosionen erforderlich. Dementsprechend, ist je nach Erfordernis bzw. benötigter Entschwefelungsleistung die geeignete Entschwefelungstechnologie auszuwählen. Dabei sollten neben der benötigten Entschwefelungsleistung insbesondere auch die Betriebskosten der Entschwefelung berücksichtigt werden. Die Gefahr der Selbstentzündung beim Einsatz von Eisenpellets während der Regenerationsphase ist eine Prozess bedingte Gegebenheit. Dementsprechend müssen die Betreiber einer derartigen Anlage entsprechend sensibilisiert und auf die Gefahr der Selbstentzündung hingewiesen werden.</p>	

3.4 Luft- / Biofilter

<p>Optimierungspotential Biofilter entsprechen dem Stand der Technik, entsprechend wird das Optimierungspotential als gering eingeschätzt. Mögliche Verbesserungspotentiale betreffen hauptsächlich eine verbesserte Betriebsführung der Anlagen entsprechend den Vorgaben des Herstellers.</p>	 gering
---	---

<p><u>Fehlfunktion (erhöhte Geruchsbelastung)</u></p>	<p>Beschreibung Fehlfunktionen aufgrund inaktiver oder abgestorbener Biologie; Überlastung oder Austrocknung des Filtermaterials führen zu Geruchsbelastungen. Ausfall aufgrund mangelnder Wartung (Feuchte, Temperatur); Das Filtersystem ist unterdimensioniert was zu einer erhöhten Schadstoffbelastung und diskontinuierliche Geruchsemissionen (Bildung von Geruchswolken) führt.</p>
--	--

<p><u>Zugänglichkeit</u></p>	<p>Beschreibung Der Biofilter verfügt über keine oder schlechte Reinigungsmöglichkeiten, wodurch die Wartung erschwert wird.</p>
-------------------------------------	--

<p>Maßnahmen Um eine Fehlfunktion des Biofilters zu vermeiden sollte dieser entsprechend den Vorgaben des Herstellers mit Nährstoffen, Wasser und Luft versorgt und bei Bedarf beheizt werden. Weiters können Änderungen der Zusammensetzung der Abluft dazu führen, dass aufgrund der erforderlichen Anpassung der Bakterien an die geänderten Rahmenbedingungen erhöhte Geruchsbelastungen auftreten. Auch ist zu berücksichtigen, dass das Filtermaterial in regelmäßigen Abständen erneuert bzw. getauscht werden muss. Dazu sollte eine entsprechende Zugangsmöglichkeit vorhanden sein, die es auch erlaubt Reinigungs- und Wartungsarbeiten durchzuführen. Beim Einsatz von Speise- oder Schlachtabfällen, ist mit höheren Geruchsbelastungen zu rechnen. Eine gute Abluftsammlung aus Anlieferung, Vorgrube und Verarbeitung ist Bedingung für die Minimierung von Geruchsstörungen. Prinzipiell ist zu prüfen ob Biofilter für die Behandlung der entsprechenden Abluft geeignet sind (hydrophobe Verbindungen wie Thiomethan etc. können durch Biofilter nicht reduziert werden) Es kann zusätzlich festgehalten werden, dass einer der Haupteinflussfaktoren die Betriebsweise und Sauberkeit der Anlage sind.</p>	
--	--


<p><u>Redundante Funktionsweise</u></p>	<p>Beschreibung Die Anlage verfügt über keine Redundanz für belastete Abluft.</p>
--	---

<p><u>Dimensionierung</u></p>	<p>Beschreibung Eine zu große Annahmehalle erfordert aufgrund der notwendigen Luftwechselrate hohe Investitions- und Betriebskosten.</p>
--------------------------------------	--

<p>Maßnahmen Diese Probleme können durch entsprechende Berücksichtigung in der Planungsphase vermieden werden.</p>	
--	--

<u>Erfahrung/Technisierung</u>	Beschreibung Fehlende Erfahrung bzw. zu geringe Automatisierung verhindert einfaches Erkennen einer Störung.
Maßnahmen Durch eine fachgerechte Einschulung des Betriebspersonals sowie durch eine entsprechende Technisierung der Abluft- und Biofilteranlage können Störungen besser erkannt bzw. verhindert werden.	


3.5 Gasspeicherung

<p>Optimierungspotential Das Optimierungspotential für die Speicherung von Biogas wird als mittel eingeschätzt, da die Eigenschaften der am Markt befindlichen Materialien und Systeme zwar bereits einen hohen Standard aufweisen, jedoch noch zusätzliches Entwicklungspotential hinsichtlich Dichtheit und Beständigkeit bieten. Weiters kann die Dichtheitskontrolle und die Wartung des Gasspeichers und der zugehörigen Komponenten im laufenden Anlagenbetrieb noch weiter verbessert werden.</p>	 mittel
--	---

<u>Wartung</u>	<p>Beschreibung Im Zuge der Wartungsarbeiten werden keine Dichtheitsprüfungen durchgeführt.</p>
<u>Geruchsbelastung</u>	<p>Beschreibung Geruchsemission durch zu hohe Permeabilität der inneren Speichermembran: Bei fehlender Durchspülung des Traglufttraums kann es zur Anhäufung an Geruchsstoffen kommen.</p>
<p>Maßnahmen Ein hohes Potential für Geruchsemissionen birgt der Bereich der Klemmung und der Überdruck- und Unterdrucksicherung. Aus diesem Grund ist die Klemmung in regelmäßigen Abständen abzuseifen und so auf Dichtheit zu kontrollieren (siehe auch Abschnitt 2.10 Anlagensicherheit). Generell ist der Einsatz eines qualitativ hochwertigeren Materials hinsichtlich Standzeiten, Haltbarkeit und Dichtheit zu bevorzugen. Um erhöhte Konzentrationen von Geruchsstoffen im Zwischenmembranraum zu vermeiden, kann dieser mit Luft gespült bzw. belüftet werden. Es ist jedoch zu beachten, dass eine Zwangsbelüftung des Traglufttraumes nur dann Sinn macht, wenn die Abluft entsprechend gereinigt werden kann. Ohne Abluftreinigung können durch die Belüftung ebenfalls Geruchsemissionen entstehen.</p>	


<u>Scheuerstellen</u>	Beschreibung Gasspeicher scheuert leak, da zu groß dimensioniert wurde und dadurch an der Wand reibt.
<u>Leckagen</u>	Beschreibung Rissbildung nach Stürmen oder durch zu hoch eingestellte Rührwerke. Im Fall einer nicht funktionierenden Unterdrucksicherung wird die Folie, bzw. Membrane durch die Unterkonstruktion zum Rührwerk geführt und beschädigt. Durch ungeeignete Klemmung bzw. durch fehlende Kontrolle des Sitzes und der Dichtheit kann es zum Loslösen der Membrane vom Fermenter und so zum Gasaustritt kommen.
Maßnahmen Die Gashaube sollte regelmäßig hinsichtlich Beschädigungen und möglicher Leckagen untersucht werden. Dies sollte insbesondere auch nach Stürmen und Wintermonaten mit hoher Schneelast erfolgen. Die Positionierung und Einstellung der Rührwerke sollte vor der Inbetriebnahme geprüft werden, sodass diese keine Schäden an der Gashaube hervorrufen können. Bei Klemmschlauchschielen (U-Profil zur Befestigung der Gashaube) sollte darauf geachtet werden, dass das U-Profil nach außen hin offen ist (und nicht nach oben hin) um eine höhere Stabilität zu erreichen.	

3.6 Rührtechnik

<p>Optimierungspotential Gerade bei der für eine gut funktionierende Biogasproduktion unerlässlichen Rührtechnik ist noch hohes Optimierungspotential gegeben. Die Rührtechnik ist auf die einzusetzenden Substrate der entsprechenden Biogasanlage abzustimmen. Dadurch können hohe Standzeiten und eine optimierte Durchmischung im Fermenter erreicht werden. Die Optimierungsmaßnahmen betreffen unter anderem den Stromverbrauch, die Ausführung, Abdichtung und Zugänglichkeit sowie die Ausfallsicherheit.</p>	 hoch
---	---


<p><u>Rührwerksabdichtung</u></p>	<p>Beschreibung Die Wasservorlage in der Labyrinthdichtung ist verdampft wodurch Gas aus dem Fermenter austritt und zu Geruchsemissionen führt.</p>
<p>Maßnahmen Rührwerke sind hochbelastete Anlagenteile und sollten dementsprechend regelmäßig fachgerecht gewartet werden. Zusätzlich muss eine laufende Kontrolle der Schmierung und der Fermenterabdichtungen (entsprechend den Wartungsplänen) erfolgen. Dementsprechend ist insbesondere bei Labyrinthdichtungen auch die Wasservorlage zu prüfen und aufzufüllen, damit die Funktion der Dichtung gewährleistet ist.</p>	

3.7 Pumpen / Pumpstation

<p>Optimierungspotential</p> <p>Pumpen und die Pumpstation sind eine zentrale Komponente einer Biogasanlage hinsichtlich der Förderung von Substraten, dem Fermenterinhalt und den Fermentationsrückständen und werden für verschiedenste Anwendungen im laufenden Betrieb (Befüllung, Entleerung, Spülen, Rezirkulieren) eingesetzt. Ein Großteil der späteren Probleme wird bereits in der Planungsphase vorgegeben. Deshalb ist beim laufenden Betrieb der Biogasanlage in diesem Bereich nur noch ein geringes Optimierungspotential gegeben. Optimierungen sind im Bereich der Betriebsführung (Pumpintervalle, regelmäßiges Spülen) möglich.</p>	 gering
---	---

<p><u>Trockenlauf, Gasbildung in den Leitungen, Frostschaden</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Durch ungeeignete Anordnung oder zu kurze Pumpintervalle kommt es zu Trockenlauf.</p> <p>Durch Gasbildung in den Rohrleitungen sinkt die Förderleistung oder es kommt zu Trockenlauf.</p> <p>Durch fehlenden Frostschutz friert die Pumpe ein.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Schon bei der Auswahl der Pumpe ist auf die benötigte Saughöhe bzw. die vorhandene Zulaufhöhe zu achten um Trockenlauf und Kavitation der Pumpe zu vermeiden (siehe auch Abschnitt 1.6 Pumpen / Pumpstation). Im laufenden Anlagenbetrieb sollten die Pumpintervalle in Abhängigkeit der Verfügbarkeit zu pumpenden Fördermediums (z.B. Gülle aus der Vorgrube) gewählt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Intervalle nicht zu kurz werden.</p> <p>Zusätzlich könnte z.B. mittels Niveauüberwachung oder Schwimmerschalter für eine ausreichende Flüssigkeitsvorlage auf der Saugseite der Pumpe (z.B. Vorgrube) geachtet werden. Um sicher zu gehen, können die Signale der Niveauüberwachung oder des Schwimmerschalters in die Pumpenregelung (Trockenlaufschutz) eingebunden werden.</p> <p>Bei entsprechend langen Aufenthaltszeiten von z.B. Gülle, Substrat aus dem Fermenter oder Fermentationsrückständen in den Rohrleitungen kann auch dort die Biogasbildung einsetzen. Dementsprechend sollten substratführende Rohrleitungen durch regelmäßige Pumpintervalle gespült werden. Dadurch kann auch ein Einfrieren der Rohrleitungen und der Pumpe verhindert werden.</p> <p>Im Fall eines Anlagenstillstandes empfiehlt es sich die Rohrleitungen und die Pumpe mit Wasser zu spülen und zu entleeren um die Gasbildung und ein mögliches Einfrieren zu verhindern.</p>	

3.8 Abfüllung, Lagerung und Ausbringung des Fermentationsrückstandes


<p>Optimierungspotential</p> <p>Fermentationsrückstände sind ein wertvoller Dünger der einer entsprechenden Nutzung auf landwirtschaftlichen Flächen zugeführt werden soll. Es stehen bewährte Technologien für die Lagerung, den Transport und die Ausbringung der Fermentationsrückstände zur Verfügung. Trotzdem wird der Themenbereich Fermentationsrückstand in Zukunft von hoher Relevanz sein, um eine effiziente und damit wirtschaftliche Nutzung der Fermentationsrückstände bei gleichzeitiger Vermeidung von Emissionen (Abdeckung Endlager) zu ermöglichen.</p> <p>Aus diesem Grund wird das Optimierungspotential für diesen Themenbereich als hoch eingeschätzt.</p>	 hoch
--	---

<p><u>Geruchsemissionen des Endlagers</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Durch schlechten Ausgärgrad treten erhöhte Geruchsemissionen und Methanverluste im Endlager auf.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Um Geruchs- und Treibhausgasemissionen aus dem Endlager auszuschließen sollte unbedingt auf einen möglichst hohen Ausgärgrad Wert gelegt werden.</p> <p>Das Restgaspotential einer Anlage ist unter anderem von der Gesamtverweilzeit abhängig. In einstufigen Anlagen kann es bis 15 % [19] in 2- und mehrstufigen Anlagen zwischen 3 und 10 % betragen. Zwar helfen künstliche Schwimmdecken z.B. aus Stroh die Geruchsbelastung zu verringern, je nach TS-Gehalt des Fermentationsrückstands wird aber meist immer noch Methan produziert welches einerseits ungenutzt bleibt und andererseits hohes Treibhausgaspotential aufweist.</p>	

<p><u>Unterdruck</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Wird aus dem Fermenter Substrat in dem Maß entnommen, dass weder das sich im Speicher befindende Gas noch die Unterdrucksicherung für den nötigen Druckausgleich sorgen kann. Dadurch kann es zu Beschädigungen der gasführenden Membrane kommen.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Im Fall der Substratentnahme aus dem Fermenter oder einem überdachten Endlager kann ein Unterdruck entstehen. Dementsprechend ist sicherzustellen, dass während der Entnahme von größeren Flüssigkeitsmengen ein ausreichender Druckausgleich über das sich im Gasspeicher befindliche Biogas oder im Notfall über die Unterdrucksicherung erfolgen kann. Die Pumpleistungen bzw. Ablaufmengen sind auf die Vermeidung von Unterdrücken anzupassen. Dazu sollten während der Entnahme die Druckverhältnisse im jeweiligen Behälter bzw. die Funktion der Unterdrucksicherung überprüft werden.</p>	


<u>Nährstoffbilanz</u>	Beschreibung Nährstoffbilanz nicht vorhanden.
<u>Ausbringungstechnik</u>	Beschreibung Die eingesetzte Ausbringungstechnik ist für den Einsatz von Fermentationsrückstand ungeeignet.
Maßnahmen Nicht direkt mit der Abfüllung und Lagerung des Fermentationsrückstands in Zusammenhang steht die Ausbringung, die aber für die betroffenen Flächen und Pflanzen von großer Relevanz ist und daher auch hier angeführt werden soll. Um Ammoniak- und Geruchsemissionen (und damit Nährstoffverluste) zu vermeiden, ist die Ausbringung des Fermentationsrückstands so bodennah wie möglich zu bewerkstelligen (wenn möglich Schleppschauch, Bodeninjektion). Für die optimale Fermentationsrückstandsausbringung sollte auf Basis von Fermentationsrückstandsanalysen entsprechende Nährstoffbilanzen (siehe: Der sachgerecht Einsatz von Biogasgülle und Gärrückständen im Acker und Grünland, Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, 2. Auflage, www.ages.at).erstellt werden.	

3.9 Hygienisierung

<p>Optimierungspotential Biogasanlagen die Substrate wie z.B. Schlachtabfälle, Speisereste oder andere Substrate für die eine Hygienisierung einsetzen, verfügen üblicherweise über ein entsprechendes Entlüftungs- und Abluftreinigungssystem um Geruchsemissionen zu vermeiden. Das Optimierungspotential wird in diesem Zusammenhang als gering eingestuft.</p>	 gering
--	---


<p><u>Geruchsemissionen</u></p>	<p>Beschreibung Die Expansionsluft bzw. die verdrängte Luft bei der Befüllung wird nicht oder unvollständig gesammelt und gereinigt.</p>
<p>Maßnahmen Insbesondere bei diskontinuierlichen Hygienisierungsanlagen können beim Befüllen und beim Entleeren Geruchsemissionen entstehen. Um diese zu vermeiden sollte die Expansionsluft bzw. Verdrängungsluft bei der Befüllung gesammelt werden und einer adäquaten Abluftreinigung zugeführt werden (z.B. Wäscher, Biofilter). <i>Anmerkung: Aus rechtlicher Sicht ist eine Pasteurisation sowohl am Anfang der Verarbeitungskette als auch am Ende möglich. Aus hygienischen Überlegungen ist eine Hygienisierung am Anfang vorzuziehen (obwohl dies verfahrens- und betriebstechnisch schwieriger zu handhaben ist).</i></p>	

3.10 Störstoff- / Sedimentaustrag

<p>Optimierungspotential Da nur wenige Substrate eine Störstoff- bzw. Sedimentaustragung erfordern und die Technologien im Fall einer notwendigen Austragung verfügbar sind, kann das Optimierungspotential als gering eingestuft werden.</p>	 gering
--	---

<p><u>Geruchsemissionen</u></p>	<p>Beschreibung Geruchsemissionen bei der Lagerung des ausgetragenen Materials.</p>
<p>Maßnahmen Das ausgetragene Material muss geruchsdicht gelagert oder sofort weiterverarbeitet werden, um Geruchsemissionen zu vermeiden.</p>	

3.11 Wiegeeinrichtung


<p>Optimierungspotential Das Optimierungspotential bezüglich Wiegeeinrichtungen kann aufgrund des Stands der Technik der verfügbaren Technologien als gering eingestuft werden.</p>	 gering
---	---

<p><u>Funktion, Messungenauigkeiten</u></p>	<p>Beschreibung Die erforderliche Kalibrierung findet nicht statt, dadurch ist die Funktion nicht sichergestellt. Die Mengenerfassung im Feststoffdosierer wird durch die Vibrationen während der Dosierung/Durchmischung gestört und führt zu kontinuierlichen Fehlmessungen und Fehldosierungen.</p>
<p>Maßnahmen Wiegeeinrichtungen sollten regelmäßig mit Hilfe von Referenzgewichten kalibriert werden, um die Funktion sicherzustellen (siehe auch Abschnitt 3.2 Einbringung der Substrate in den Fermenter). Die Differenz des Gewichtes im Feststoffdosierer vor und nach der Dosierung (entspricht der zudosierten Menge) muss im Betriebstagebuch gespeichert werden. Um eine fehlerfreie Funktion der Wiegeeinrichtung sicherzustellen, sollte die Wiegeeinrichtung von Antriebsaggregaten entkoppelt werden, sodass die Übertragung von Schwingungen und Vibrationen verhindert wird.</p>	

<p><u>Druckdosensystem</u></p>	<p>Beschreibung Druckdosen der Wiegeeinrichtung sind undicht.</p>
<p>Maßnahmen Druckdosen müssen regelmäßig auf ihre Dichtheit geprüft werden, um eine fehlerfreie Funktion zu gewährleisten.</p>	

<p><u>Wiegekörper wird aus der Verankerung gehoben</u></p>	<p>Beschreibung Mangels Anprallschutz wird der Wiegekörper durch Fahrzeuge (LKW, Traktor) aus der Verankerung gehoben.</p>
<p>Maßnahmen Um Beschädigungen des Wiegekörpers zu vermeiden, sollte ein Anprallschutz angebracht werden bzw. der Wiegekörper mit Führungsschienen gesichert werden.</p>	

3.12 Hilfsstoffe / Hilfsmaterialien

<p>Optimierungspotential Hinsichtlich der beim Betrieb von Biogasanlagen eingesetzten, unter dem Begriff Hilfsstoffe und Hilfsmaterialien zusammengefassten Materialien kann das Optimierungspotential als mittel eingestuft werden. Die Erforschung spezieller Motorölfiltersysteme und deren Praxistauglichkeit könnte eine enorme Kosteneinsparung erzielen. Mögliche Steigerungen der Gasausbeute hängen von der bereits erreichten Abbaueffizienz der Anlage ab und können somit deutlich schwanken. Es wird derzeit wissenschaftlich intensiv untersucht, welche Additive eine Verbesserung bringen könnten und wann sie eingesetzt werden sollen.</p>	 mittel
---	---


<p><u>Motoröl</u></p>	<p>Beschreibung Das Motoröl des Gasmotors verursacht hohe Kosten.</p>
<p>Maßnahmen Um hinsichtlich Motorölpreis eine Reduktion zu erreichen, könnte einerseits ein Gemeinschafts Kauf mehrerer Anlagen erfolgen, sofern dies aufgrund der Entfernung der Anlagen sinnvoll ist, oder andererseits unter Berücksichtigung der Preisschwankungen ein Vorrat an Motoröl angelegt werden. Dazu ist eine entsprechende Lagermöglichkeit erforderlich, die bei der Planung des Betriebsgebäudes berücksichtigt werden sollte. Diese kann auch für andere Materialien genutzt werden kann (siehe auch Abschnitt 1.12 Betriebsgebäude). Die Auswahl des Motoröles sollte in Abstimmung bzw. entsprechend der Vorgaben des BHKW-Herstellers erfolgen, um Probleme im Betrieb und hinsichtlich Garantien zu vermeiden. Der Einsatz spezieller Filtersysteme kann die Standzeit des Motoröls wesentlich erhöhen. Derzeit fehlen jedoch ausreichend wissenschaftlich fundierte Aussagen über deren Praxistauglichkeit. Speziell das Problem der Versäuerung des Motoröls ist nicht geklärt.</p>	

<p><u>Additive zur Unterstützung der Fermentation</u></p>	<p>Beschreibung Es ist wissenschaftlich noch nicht ausreichend untersucht, was tatsächlich benötigt wird und wann welche Hilfsstoffe eingesetzt werden sollen.</p>
<p>Maßnahmen Ob der Einsatz von Fermentationshilfsstoffen (Additiven) erforderlich ist, hängt stark von der jeweiligen Anlage, den eingesetzten Substraten und den vorherrschenden Gärbedingungen ab. Additive können eventuell die Konsistenz des Fementerinhaltes verbessern und die Rührbarkeit erhöhen. Das Verhältnis zwischen Kosten und Nutzen ist für jede Anlage gesondert zu bewerten, weshalb keine generelle Empfehlung für oder gegen Fermentationshilfsstoffe abgegeben werden kann.</p>	

<u>Zudosierung von Kalk in den Fermenter</u>	Beschreibung Regelmäßige Zudosierung von Kalk in größeren Mengen kann zu Verkrustungen bzw. Kalkausfällungen (Löslichkeitsprodukt von Karbonat wird überschritten) an Heizungsrohren führen und dessen Wärmeübertragung einschränken.
Maßnahmen Als Alternative zum Einsatz von Kalk kann auch die Zugabe von Spurenelementen Abhilfe schaffen. Die stabilisierende und effizienzsteigernde Wirkung von Spurenelementen auf den Fermentationsprozess, im Fall eines Mangels, ist wissenschaftlich bewiesen (mehrere Publikationen Preissler/Lemmer Uni Hohenheim zu güllefreier Vergärung; Rosenwinkel, Uni Hannover; und mehrere aktuelle Projekte diverser Institute [20, 21]). Die Notwendigkeit des Einsatzes von Spurenelementen ist davon abhängig, ob ein Mangel vorhanden ist und ob eine erhöhte Raumbelastung gefahren wird. Jedenfalls sollte in diesem Zusammenhang auch die Nährstoffzusammensetzung überprüft werden.	

<u>Spurenelementmangel</u>	Beschreibung Durch unzureichende Versorgung der Mikroorganismen mit Nährstoffen und Spurenelementen treten Prozessstörungen auf.
Maßnahmen Bei der Wahl der Substrate sollte auf eine geeignete Mischung bzw. Zusammensetzung des Substrates (C-N-P-Verhältnis) geachtet werden, sodass neben dem erforderlichen Energieinhalt (TS- und dem oTS-Gehalt) auch die erforderlichen Nährstoffe bereitgestellt werden können. Dies wurde in diversen wissenschaftlichen Studien wie auch bei umfassenden Anlagenmonitoring gezeigt [2, 22]. Die stabilisierende und effizienzsteigernde Wirkung von Spurenelement-Supplementen auf den Fermentationsprozess, im Fall eines Mangels, ist wissenschaftlich bewiesen (mehrere Publikationen Preissler/Lemmer Uni Hohenheim zu güllefreier Vergärung; Rosenwinkel, Uni Hannover; und mehrere aktuelle Projekte diverser Institute [20, 21]). Die Notwendigkeit des Einsatzes von Spurenelement-Supplementen ist vom Substrat bzw. Substratmix (und deren Spurenelementgehalt) abhängig. Jedenfalls sollte bei schwer in den Griff zu bekommenden mikrobiologischen Prozessproblemen in diesem Zusammenhang auch die Nährstoffzusammensetzung der Substrate überprüft, und bei Bedarf entsprechende Präparate zugesetzt werden.	


3.13 Anlagensicherheit

<p>Optimierungspotential</p> <p>In Österreich gibt es gut ausgearbeitete Merkblätter und Richtlinien für den Bau und Betrieb von Biogasanlagen (siehe z.B. „Technische Grundlagen für die Beurteilung von Biogasanlagen, 2007“ [11], ÖVGW-Regelwerke). Das zentrale Ziel der erwähnten technischen Richtlinien ist die Sicherstellung der allgemeinen Anlagensicherheit inklusive Emissions – und Immissionsschutz.</p> <p>Die angeführten Maßnahmen zur Vermeidung einzelner in der Praxis aufgetretener Fehler sind mit den „Technischen Grundlagen für die Beurteilung von Biogasanlagen, 2007“ [6] abgestimmt.</p> <p>Alle Sicherheitseinrichtungen müssen entsprechende Zertifizierungen aufweisen und den neuesten Technologiestandards entsprechen. Sicherheitsrelevante Anlagenkomponenten sollten nur von Fachpersonal installiert und keinesfalls in Selbstbauweise errichtet werden. Es sind nur erprobte und für den jeweiligen Anwendungsfall geeignete Einrichtungen zu verwenden. Alle Sicherheitseinrichtungen sind vor Inbetriebnahme bzw. auch in verschiedenen Betriebszuständen zu testen und abzunehmen. Diese bedürfen weiters einer regelmäßigen fachgerechten Wartung und Überprüfung (z.B. Vermeidung von Verstopfungen, Frostschutz, Nachfüllen der Wasservorlage der Überdrucksicherung). Dies bedingt auch eine gute Zugänglichkeit der Sicherheitseinrichtung um Unfälle und Verletzungen bei den Wartungsarbeiten zu vermeiden.</p> <p>Zusammenfassend muss jedoch erwähnt werden, dass die Sicherheitsstandards von österreichischen Biogasanlagen nicht zuletzt durch die oben genannten Richtlinien als hoch einzustufen sind.</p> <p>Trotz der bereits sehr hohen Sicherheitsstandards von österreichischen Biogasanlagen gibt es immer noch großes Potential die Anlagensicherheit weiter zu verbessern. Dies betrifft insbesondere die Sensibilisierung und Schulung aller Beteiligten (Planer, Betreiber und ausführende Firmen) hinsichtlich der Anlagensicherheit. Aufgrund der Wichtigkeit des Themas kann das Optimierungspotential als hoch eingestuft werden.</p>	 <p>hoch</p>
---	---

<p><u>Gas-Leckage, und Geruchsemission</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Wind kann den Flüssigkeitsspiegel der unsachgemäß konstruiert oder montierten Überdrucksicherung verändern, dadurch entweicht Biogas und führt zu Geruchsemissionen.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Generell sind alle gasführenden Systeme nur von Fachleuten auszuführen, sodass der Austritt und die unkontrollierte Verbreitung von Biogas verhindert werden. Die Über- / Unterdrucksicherung ist so auszuführen das witterungsbedingte Einflüsse (Wind, Regen, Schnee, Frost) bestmöglich vermieden werden. Sollte es im laufenden Betrieb z.B. aufgrund von Wind zu gelegentlichen Leckagen kommen, so ist die Ausführung und Positionierung der Drucksicherung zu prüfen und gegebenenfalls eine andere Ausführung zu wählen.</p>	

<p><u>Überfüllsicherung / Füllstandsüberwachung</u></p>	<p>Beschreibung Überfüllsicherung bzw. Füllstandsüberwachung funktioniert aufgrund von Wartungsfehlern nicht.</p>
<p><u>Über- / Unterdrucksicherung</u></p>	<p>Beschreibung Die Über- / Unterdrucksicherung funktioniert aufgrund von Wartungsfehlern nicht oder nur mangelhaft woraus Beschädigungen oder Ausfälle resultieren. Über- / Unterdrucksicherung friert aufgrund fehlender Frostschutzflüssigkeit ein. Kondenswasserbildung bei Über- / Unterdrucksicherung führt zu Einfrieren. Schäumendes und aufschwimmendes Material mit Fasern verschließt die Öffnungen zu den Sicherheitseinrichtungen und bringt damit in weiterer Folge den Fermenter/Gaslager zum Bersten. Die Reihenfolge in der die Schutzeinrichtungen ansprechen sollen (Steuerung) ist nicht richtig eingestellt. Im Fall eines zu großen Unterdrucks kann es zu Beschädigungen an der gasführenden Membrane kommen.</p>
<p>Maßnahmen Überfüllsicherungen, Füllstandsüberwachungen und Über- / Unterdrucksicherungen sind sicherheitsrelevante Anlagenkomponenten und sind daher neben einer regelmäßigen und fachgerechten Wartung einer laufenden Funktionsprüfung zu unterziehen. Die Wartung muss streng nach den Vorgaben der Hersteller erfolgen. Bei Über- / Unterdrucksicherungen müssen insbesondere die laufende Kontrolle und Auffüllung der Wasservorlage und die Zugabe von Frostschutzmitteln bei nicht frostsicherer Aufstellung berücksichtigt werden. Die Bildung von Schwimmschichten und die Schaumbildung sollte hinsichtlich eines stabilen Anlagenbetriebes ohnehin verhindert werden. Sollten derartige Effekte auftreten ist zu beachten, dass dies Auswirkungen auf die Funktion der Über- / Unterdrucksicherung hat. Dementsprechend ist in diesem Fall unverzüglich die Funktion der Sicherheitseinrichtungen zu prüfen bzw. sind geeignete Maßnahmen zur Verhinderung eines Überdruckes im Fermenter (Absenken des Flüssigkeitsspiegels, Antischaummittel, Zerstörung von Schwimmschichten) zu treffen (siehe auch Abschnitt 1.11 Gasspeicherung). Achtung: siliziumhaltige Antischaummittel können zu Siliziumoxid-Ablagerungen im BHKW führen. Über- / Unterdrucksicherungen sollten so positioniert werden, dass ein Verschmutzen und ein Verstopfen verhindert wird. Um sicherzugehen, sollten Über- / Unterdrucksicherungen im Rahmen der regelmäßigen Überprüfung gereinigt bzw. gespült werden.</p>	

3.14 Laufende Prozesskontrolle

<p>Optimierungspotential</p> <p>Ein kontinuierlicher und stabiler Betrieb von Biogasanlagen ist von höchster Relevanz für einen sicheren und wirtschaftlichen Anlagenbetrieb. Trotz des steigenden Know-Hows der Betreiber von österreichischen Biogasanlagen und der zunehmenden Ausbildung des Betriebspersonals, wird das Optimierungspotential aufgrund der Wichtigkeit des Themenbereiches als hoch eingestuft. Dies betrifft die Aus- und Weiterbildung des Betriebspersonals inklusive einer weiteren Sensibilisierung hinsichtlich Anlagensicherheit und Prozesskontrolle. Dies umfasst auch eine kontinuierliche Auswertung und Evaluierung von Betriebsdaten und Analyseergebnissen.</p>	 <p>hoch</p>
---	---

<p><u>Umfang der Prozesskontrollen, finanzielle Rückstellung für Betreuung der Anlage</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Der Umfang der durchgeführten Prozesskontrollen ist zu gering um eine stabile, kontinuierliche Gasbildung sicherzustellen.</p> <p>Für erforderliche Analysen wurde kein oder zu wenig Budget berücksichtigt.</p>
<p><u>Analysendauer</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Zu lange Analysendauer durch beauftragtes Labor.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Wie auch bei vielen die Biogasanlage betreffenden Komponenten sollte bei der Prozesskontrolle nicht gespart werden. Im Speziellen sollte neben einer Messung der Gasqualität bzw. Temperatur- und pH-Wert-Messung unbedingt in regelmäßigen Abständen eine Kontrolle der Fettsäuren erfolgen. Besonders bei einer Umstellung der Substrate sollte die Häufigkeit der Analysen erhöht werden, um Veränderungen schnell erkennen und gegebenenfalls Maßnahmen ergreifen zu können. Dazu müssen von den ausführenden Labors entsprechend kurze Analysendauern gefordert werden, da die Ergebnisse ansonsten im laufenden Anlagenbetrieb nicht berücksichtigt werden können. Anstatt von Labors kann auch vor Ort ein kleines Labor zur Bestimmung der wichtigsten Parameter eingerichtet werden.</p>	

<p><u>Temperaturregelung, Temperaturschwankungen, Selbsterwärmung</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Eine unzureichend dimensionierte Heizung oder verringerter Wärmeübergang (z.B. durch Sinkschichtenbildung) bei Fußbodenheizung führen zu schlechter Regelungsmöglichkeit und großen Temperaturschwankungen.</p> <p>Mögliche Selbsterwärmungseffekte wurden nicht berücksichtigt.</p>
<p><u>Anbackungen an Wärmetauscherrohren</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Zu hohe Temperaturunterschiede (z.B. hohe Vorlauftemperatur) führen zu Anbackungen an Wärmetauscherrohren.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Um eine gute Regelung der Fermentertemperatur sicherzustellen, sollte die Fermenterheizung hinsichtlich einer ausreichenden Aufheizgeschwindigkeit nicht zu klein dimensioniert werden (siehe auch Abschnitt 2.3 Beheizung der Fermenter und Regelung der</p>	

Prozesstemperatur). Weiters sollten Ablagerungen am Boden bzw. im Bereich der Heizungsrohre vermieden werden. Es empfiehlt sich aufgrund möglicher Ablagerungen und Anbackungen an den Heizungsrohren eine entsprechende Reserve bei der Auslegung der Heizflächen zu berücksichtigen. Anbackungen an Wärmetauscherrohren können auch durch eine Absenkung der Vorlauftemperatur des Heizkreislaufes reduziert werden.

Es sollte schon bei der Planung der Fermenterheizung eine niedrige Vorlauftemperatur und entsprechend große Wärmetauscherflächen berücksichtigt werden.


Je nach Energieinhalt und Zusammensetzung des Substrates (z.B. Maismonovergärung) ist eine mögliche Selbsterwärmung zu berücksichtigen und einzuplanen (siehe auch Abschnitt 2.3 Beheizung der Fermenter und Regelung der Prozesstemperatur).

<u>Schwimmdecken</u>	Beschreibung Im Fermenter entstehen Schwimmdecken, die das tatsächliche verfügbare Fermentervolumen reduzieren und den Gärprozess beeinträchtigen.
<u>Sinkschichten</u>	Beschreibung Durch Sand, Steine oder Schwerstoffe bilden sich Sinkschichten die das Volumen reduzieren oder am Boden verhärtete Ablagerungen bilden (Entleerung des Behälters erforderlich).
<u>Schaumbildung</u>	Beschreibung Durch zu hohe Fettzufuhr kann Schaum entstehen (keine Sichtkontrolle der Einbringung möglich).
Maßnahmen Über die Zusammensetzung der Substratmischung und die Intervalle der Einbringung bzw. der Mischintervalle und -intensitäten kann eine Bildung von Schwimmdecken, Sinkschichten und Schaum beeinflusst werden. In diesem Zusammenhang soll auch nochmals auf die korrekte Anordnung und Auswahl der Rührwerke hingewiesen werden, die primär zur Vermeidung dieser Effekte eingesetzt werden (siehe auch Abschnitt 2.4 Rührtechnik). In Abhängigkeit der eingesetzten Substrate kann auch eine vorgelagerte Störstoffabtrennung oder ein Grundschlammabzug von Vorteil sein.	

<u>Erfahrung des Betriebspersonals</u>	Beschreibung Wenig Erfahrung des Betriebspersonal/Betreiber.
<u>Betriebshandbuch</u>	Beschreibung Das Betriebshandbuch reicht nicht aus bzw. ist nicht verständlich genug, um dem Betreiber die erforderliche Prozesskontrolle zu erläutern.
Maßnahmen Im Fall von unklaren oder unvollständigen Betriebshandbüchern besteht die Möglichkeit von zusätzlichen Schulungen bzw. die Wahl eines geeigneten Planers, um den Betreiber besser auf den Betrieb der Anlage vorzubereiten. Gute Betriebshandbücher sind oft nur bei Projektierung durch einen Generalunternehmer verfügbar, da nur dieser den Überblick über die gesamte Anlage und deren Komponenten bzw. das nötige Know-how für den Betrieb einer Anlage hat. Generell sollte seitens des Betreibers eine übersichtliche und verständliche Dokumentationen der einzelnen Anlagenkomponenten und ein Betriebshandbuch eingefordert werden. Dies sollte bereits bei der Auftragsvergabe und den entsprechenden Verträgen definiert werden. Als weitere Möglichkeit bieten sich dazu auch Beratungsstellen und Schulungen für Betreiber an, die frühzeitig kontaktiert bzw. durchgeführt werden sollten, um potentielle Betriebsstörungen erkennen zu können.	

<u>Visualisierung</u>	Beschreibung keine Visualisierung kritischer Parameter vorhanden.
<u>Durchflussmessung</u>	Beschreibung Die Durchflussmessung (Gasvolumenstrom) misst ungenau, da keine Kalibrierung durchgeführt wurde.
Maßnahmen Wichtige Betriebsparameter bzw. Kenndaten sollten unbedingt mit der Anlagenvisualisierung erfasst und aufgezeichnet werden. Über Trendanzeigen können oft mögliche Prozessstörungen bereits frühzeitig erkannt werden (z.B. Entwicklung der Fermentertemperatur / Selbsterwärmung). Analysenergebnisse sollten ebenfalls erfasst und als Trends ausgewertet werden, um z.B. das Verhalten hinsichtlich pH-Wert und Fettsäureanteil bewerten und die zukünftige Entwicklung bzw. Langzeiteffekte frühzeitig zu erkennen (siehe auch 2.5 Anlagenvisualisierung und Betriebsdatenerfassung).	

3.15 Bedienungsaufwand für laufenden Betrieb

<p>Optimierungspotential</p> <p>Eine Vielzahl an Anlagen zeigt, dass der tägliche Bedienungsaufwand durch geeignete Kombination von Komponenten und eine entsprechende Automatisierung gering gehalten werden kann. Dabei ist auch eindeutig zu erkennen, dass der Personalaufwand bei Abfallanlagen bzw. generell bei kleineren Anlagen höher liegt.</p> <p>Hinsichtlich des Bedienungsaufwandes besteht mittleres Optimierungspotential insbesondere betreffend zusätzlicher Automatisierung und Anlagensteuerung. Die Optimierung des Bedienungsaufwandes sollte auf keinen Fall zu Lasten der erforderlichen Wartung und Prozesskontrolle (Anlagensicherheit!) erfolgen.</p>	 mittel
---	---


<p><u>Automatisierungsgrad, Fernbedienung bzw. Störungsmeldung</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Ein zu geringer Automatisierungsgrad erfordert einen hohen Personalaufwand, da einige Anlagenkomponenten händisch bedient werden müssen. Aus demselben Grund ist eine Fernbedienung der Anlage bzw. keine automatische Störungsmeldung möglich.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Um einen hohen Automatisierungsgrad der Anlage zu erreichen, der aus wirtschaftlicher aber auch aus sicherheitstechnischer Sicht Vorteile bringt und eine Fernwartung durch den Planer oder Betreiber zulässt, müssen die eingesetzten Komponenten dafür geeignet und gut auf die verwendeten Substrate abgestimmt sein. Als wesentliche Anlagenbestandteile seien diesbezüglich der Gasmotor, die Einbringeinrichtung, die Rührwerke, Schieber und Pumpen genannt. Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch die Größe des Gaslagers, die einen entsprechenden Puffer gewährleisten sollte, um die schwankende Gasproduktion ausgleichen zu können (siehe auch Abschnitt 1.11 Gasspeicherung).</p> <p>Es sollte im laufenden Betrieb berücksichtigt werden, dass für nicht automatisierte Anlagenteile auch keine Störmeldung über die zentrale Anlagensteuerung möglich ist und dementsprechend höhere Personalpräsenz vor Ort erforderlich ist.</p> <p>Neben der hohen Relevanz von Service und Wartungsarbeiten sei nochmals darauf hingewiesen, dass eine Sichtkontrolle selbst bei einer hoch automatisierten Anlage durch Nichts ersetzt werden kann und daher zumindest einmal täglich durchgeführt werden sollte.</p>	

<p><u>Steuerung</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Eine unausgereifte Steuerung erfordert trotz hohem Automatisierungsgrad einen erhöhten Personalaufwand.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Der hohe Automatisierungsgrad einer Anlage kann nur in Verbindung mit einer geeigneten und vollständig automatisierten Steuerung der Anlage genutzt werden, und den Bedienungsaufwand der Anlage reduzieren. Diese sollte jedenfalls flexibel an die jeweiligen Rahmenbedingungen (z.B. Substratmischung) angepasst werden können. Die Steuerung sollte so gestaltet sein, dass die einzelnen Anlagenkomponenten auch über einen manuellen Betrieb angesteuert werden können (z.B. Anfahrbetrieb, Wartung/Service).</p>	

<p><u>Wartungsplan</u></p>	<p>Beschreibung Der Wartungsplan wird nicht eingehalten, wodurch zwar kurzfristig den Bedienungsaufwand der Anlage reduziert wird, langfristig aber aufgrund von Problemen sogar bis zum mehrwöchigen Anlagenstillstand (z.B. durch Entleeren des Fermenters, Defekt des Gasmotors, ...) führen kann.</p>
<p>Maßnahmen Die Wartung der Anlage ist von hoher Wichtigkeit für einen langfristig funktionierenden Anlagenbetrieb. Dementsprechend sollte die Wartung zumindest entsprechend den jeweiligen Wartungsplänen bzw. entsprechend der Einschulung der Komponentenlieferanten erfolgen und nicht aufgrund von Sparmaßnahmen vernachlässigt werden. Außerdem sollten die empfohlenen Wartungsintervalle der Komponenten eingehalten werden, um Garantie- bzw. Gewährleistungsansprüche nicht zu verlieren. Eine gute Wartung bringt langfristig einen wirtschaftlichen Vorteil, da Betriebsausfälle bzw. ungeplante Abschaltungen zumeist viel höhere Kosten (Verdienstentgang!) verursachen als durch eine reduzierte Wartung eingespart werden können. Für besonders wichtige und komplexe Anlagenbestandteile wie z.B. das BHKW, empfiehlt es sich zu prüfen ob der Abschluss eines Wartungsvertrags um eine hohe Verfügbarkeit und eine lange Lebensdauer sicherzustellen (siehe auch Abschnitt 3.19 Wartung der Anlage) günstiger ist.</p>	

<p><u>Bedienungsaufwand in der Praxis - Zeitaufwand im Winter</u></p>	<p>Beschreibung Der Bedienungsaufwand ist in der Praxis oft höher als vom Planer angegeben bzw. in Wirtschaftlichkeitsrechnungen berücksichtigt. Fahrflächen und Substratlager müssen vom Schnee befreit werden, was zu einem ungeplanten erhöhten Zeitaufwand führt.</p>
<p>Maßnahmen Der Bedienungsaufwand wird von Planer im Vergleich zum Praxisbetrieb hinsichtlich Personalplanung und Wirtschaftlichkeitsrechnung oft nicht ausreichend berücksichtigt. Generell sollte von erfahrenen Beratern oder Planern eine seriöse Wirtschaftlichkeitsrechnung erstellt und diese vom Bauherren geprüft und hinterfragt werden. Zum Bedienungsaufwand müssen auch allgemeine Arbeiten wie Anlagenreinigung, Schneeräumung, Rasenmähen, sowie der Verwaltungsaufwand berücksichtigt werden. Der erforderliche Arbeitsaufwand sollte in der Planungsphase mit erfahrenen Anlagenbetreibern diskutiert werden.</p>	


3.16 Homogenisierung

<p>Optimierungspotential Die große Zahl an gut funktionierenden Biogasanlagen zeigt, dass die Homogenisierung zumeist entsprechend berücksichtigt wird. Dementsprechend besteht nur noch ein geringes Optimierungspotential für den Themenbereich der Homogenisierung.</p>	 gering
---	---

<p><u>Mischung der Substrate</u></p>	<p>Beschreibung Es ist keine Durchmischung der eingesetzten festen Substrate vorgesehen.</p>
<p>Maßnahmen Um für die Bakterien eine gute Mischung an Nährstoffen und Substrat bereit zu stellen, sollte beim Einsatz verschiedener fester Substrate eine entsprechende Durchmischung berücksichtigt werden, um eine optimierte Gasproduktion zu ermöglichen. Ob diese schon beim Siliervorgang oder erst vor der Einbringung durch einen Mischer erfolgt, hängt einerseits vom Ernte- oder Lieferzeitpunkt der Substrate und andererseits von der Handhabung und den Substraten selbst ab. Auch eine Hydrolysevorstufe zum Aufschluss und zur besseren Zugänglichkeit für die Bakterien ist denkbar, sollte aber unbedingt auf die Substrate abgestimmt bzw. hinsichtlich Kosten und Nutzen hinterfragt werden, da eine Hydrolyse nicht für jedes Substrat geeignet bzw. erforderlich ist.</p>	

<p><u>Rührzeiten</u></p>	<p>Beschreibung Die Rührzeiten wurden zu kurz gewählt, wodurch keine ausreichende Durchmischung und nur geringe Abbaugrade erreicht werden.</p>
<p>Maßnahmen Die geeignete Auslegung der Rührtechnik und der entsprechenden Rührintervalle und Rührzeiten wurde bereits in Abschnitt 2.4 Rührtechnik behandelt. Das Optimum liegt dabei zwischen möglichst geringer Beeinträchtigung der Bakterien und möglichst guter Durchmischung des Fermenterinhalt mit dem frischen Substrat.</p>	

3.17 Verfügbarkeit der Anlage

<p>Optimierungspotential</p> <p>Allgemein kann festgehalten werden, dass die Verfügbarkeit bei größeren Anlagen aufgrund der besseren Anlagenausrüstung und dem höherem Budget für Wartung- und Instandhaltung besser ist als bei kleinen Anlagen (Economy of Scale). Dieser Umstand kann nur durch regulative Vorgaben (z.B. Ökostromgesetz) ausgeglichen werden. Das Ziel der möglichst hohen Verfügbarkeit bleibt aber für alle Anlagengrößen gleich und bietet auch noch entsprechende Entwicklungsmöglichkeiten, weshalb das Optimierungspotential als hoch eingestuft wird.</p>	 hoch
--	---

<p><u>Mikrobiologische Prozessprobleme</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Aufgrund zu geringer Erfahrung und Know-how des Betreibers, unzureichender Betreiberausbildung bzw. durch Rohstoffumstellung oder Wechsel zwischen altem und frischem Silo, Überfütterungen und ungeeigneten Substratmischungen kommt es zu mikrobiologischen Prozessstörungen.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Die Ausbildung, das Wissen und die Erfahrung des Betreibers haben einen wesentlichen Einfluss auf die Verfügbarkeit einer Anlage. Je genauer ein Betreiber über die biologischen Vorgänge Bescheid weiß und seine Anlage kennt, umso vorsichtiger wird er Substrat- oder Silowechsel vornehmen, damit sich die Bakterien langsam an die Änderungen anpassen können.</p> <p>Selbst bei gleichen Substraten können aufgrund von Art und Dauer der Lagerung deutliche Unterschiede auftreten. Auch die Mischung der Substrate spielt eine wichtige Rolle, so sollte neben einem geeigneten TS-Gehalt auch das C/N-Verhältnis sowie die Verfügbarkeit von Nährstoffen und Spurenelementen beachtet werden, um optimale Milieubedingungen für die Bakterien zu schaffen. Zur Kontrolle der Biologie sollte daher neben einer kontinuierlichen Messung der Temperatur und des pH-Werts auch eine regelmäßige Fettsäureanalyse (freie wasserdampfliche Fettsäuren/ kurzkettige Carbonsäuren) erfolgen. Diese sind ein guter Indikator für den Zustand der Biologie und ermöglichen oft eine frühzeitige Erkennung möglicher Überlastungen oder Hemmungen die bei Nichtbeachtung zu einem Systemabsturz führen können.</p>	


<p><u>Endlagerdimensionierung</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Das Endlager verfügt nicht über eine ausreichende Kapazität zur Lagerung des Fementationsrückstands über 180 Tage.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Die Fermentationsrückstandverwertung bzw. Fermentationsrückstandlagerung ist ein limitierender Faktor für jede Biogasanlage. Wird der Fermentationsrückstand als Dünger für landwirtschaftlich genutzte Flächen verwendet, so müssen die entsprechenden Düngerrichtlinien berücksichtigt werden. Dementsprechend ist ein ausreichend großes Endlager vorzusehen, um den Fermentationsrückstand während des Ausbringungsverbotes von rund 180 Tagen lagern zu können. Dabei sollte eine entsprechende Lagerreserve berücksichtigt werden, um auch bei einem möglichen Substratwechsel einen kontinuierlichen Betrieb sicherstellen zu können (siehe auch: Der sachgerecht Einsatz von Biogasgülle und Gärrückständen im Acker und Grünland, Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, 2. Auflage, www.ages.at).</p>	

<u>Motor-Verfügbarkeit</u>	Beschreibung Durch unzureichende Wartung reduziert sich die Verfügbarkeit des BHKWs.
<u>Feststoffeinbringung</u>	Beschreibung Feststoffeinbringung geht häufig kaputt, hoher Verschleiß.
<u>Wartung</u>	Beschreibung Durch Einsparungen, mangelnde Erfahrung oder Unachtsamkeit werden Wartungspläne nicht eingehalten.
Maßnahmen Schon bei der Anlagenplanung bzw. der Auswahl von Anlagenkomponenten sollte auf den Wartungsaufwand und die Lebensdauer dieser Komponenten geachtet werden. Entsprechenden Angaben bzw. Garantien der Hersteller sollten eingefordert werden. Insbesondere Anlagenteile aus der landwirtschaftlichen Praxis (z.B. Einbringeinrichtungen) bzw. der Gülletechnik halten den deutlich höheren Anforderungen beim Einsatz in Biogasanlagen oft nicht Stand. Wartungspläne und Wartungsintervalle sollten für alle Anlagenkomponenten eingehalten werden, um Schäden zu vermeiden und eine hohe Verfügbarkeit und Standzeit sicherzustellen. Dies betrifft insbesondere Anlagekomponenten wie z.B. BHKW, Einbringung, Rührwerke, Pumpen und Sicherheitseinrichtungen. Einsparungen an der falschen Stelle können zu hohen Ausfallkosten führen, die keine Überschreitung der Serviceintervalle rechtfertigen. Oft empfiehlt es sich gerade für den Gasmotor einen Wartungsvertrag abzuschließen obwohl dieser einen großen Kostenfaktor darstellt. Ob es von Vorteil ist einen Wartungsvertrag mit dem Hersteller abzuschließen oder die Wartung selbst oder durch Fremdfirmen durchzuführen, sollte jedoch für jede Anlage separat beurteilt und entschieden werden.	

<u>Ersatzteilbeschaffung</u>	Beschreibung Ersatzteilbeschaffung zu zeitaufwendig
Maßnahmen Verschleißteile und oft gebrauchte Ersatzteile sollten direkt vor Ort gelagert werden. Nach Möglichkeit sollten regionale Lieferanten bevorzugt werden, die im Bedarfsfall rasch Ersatzteile liefern können. Insbesondere beim BHKW sollte bereits bei der Motorauswahl auch auf die Ersatzteilbeschaffung und vorhandene regionale Servicepartner geachtet werden. Generell sollte eine Ersatz- und Verschleißteilliste mit den genauen Typenbezeichnungen geführt werden, um im Bedarfsfall rasch handeln zu können.	

<u>Substrat-Verfügbarkeit</u>	Beschreibung Die für die kontinuierliche Gasproduktion erforderlichen Rohstoffmengen stehen nicht immer zur Verfügung, die eingesetzten Rohstoffe (v.a relevant bei biogenen Abfällen) schwanken in ihrer Qualität stark und führen zu einer diskontinuierlichen Gasproduktion.
Maßnahmen Schon bei der Auswahl der Anlagengröße sollte die tatsächliche Substratverfügbarkeit in der Region berücksichtigt werden. Diese sollte dabei nicht zu optimistisch angesetzt werden, da die Substratverfügbarkeit z.B. durch Ernteauffälle, Preisänderungen, der Errichtung von anderen Biogasanlagen u.v.a. beeinflusst werden kann.	

3.18 Regulärer Anlagenbetrieb

<p>Optimierungspotential</p> <p>Der reguläre Anlagenbetrieb hängt wesentlich von der Qualität der Planung und dem Bau der Biogasanlage ab. Fehler während der Planung und Bauphase können im regulären Anlagenbetrieb oft nicht kompensiert werden. Abgesehen davon sind Verbesserungen im Bereich der optimalen Ausnutzung der Anlage, der Prozesskontrolle sowie der Betriebsorganisation und der Kostenkontrolle möglich.</p> <p>Der Themenbereich betreffend dem regulären Anlagenbetrieb hat primär wirtschaftliche und sicherheitstechnische Relevanz. Dementsprechend ist das Optimierungspotential als hoch einzustufen.</p>	 <p>hoch</p>
---	---

<u>Anlagenkomponenten</u>	<p>Beschreibung</p> <p>Auswahl, Qualität oder Ausführung ziehen einen Ausfall oder eine Beeinträchtigung einzelner Anlagenkomponenten bzw. der gesamten Biogasproduktion nach sich.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Um einen Ausfall einzelner Anlagenkomponenten oder gar der gesamten Biogasproduktion zu vermeiden, sollte, ein Reihe von wichtigen Punkten beachtet werden, die unter anderem die Auswahl eines erfahrenen Planers, einer geeigneten Größe, Qualität und Ausführung der Anlage, geeigneter Substrate, regelmäßige Wartung und eine umfassende Schulung des Betreibers beinhalten. Mögliche Optimierungsmaßnahmen für die genannten Punkte bzw. für einzelne Anlagenkomponenten sind in diesem Optimierungsleitfaden enthalten.</p>	

<u>Fütterungsplan</u>	<p>Beschreibung</p> <p>Es erfolgt keine regelmäßige Fütterung bzw. Wartungsarbeiten, wie die BHKW-Revision, sind nicht berücksichtigt.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Eine kontinuierliche Gasproduktion erfordert auch eine geregelte Substratzufuhr, die speziell bei geplanten Wartungsarbeiten (Rührwerke, Motor) bereits im Vorfeld entsprechend reduziert, um möglichst mit dem Gasspeicher die Wartung überbrücken zu können. Die Fütterung sollte nach Möglichkeit nicht vollständig eingestellt werden, damit es zu keinen unerwarteten Einbrüchen der Gasproduktion nach dem Wartungsstillstand bzw. zu Störungen der Biologie kommt. Auch sollte der Zeitpunkt einer Umstellung der Substrate oder der Wechsel des Silos nicht mit einem geplanten Wartungstermin zusammenfallen.</p>	

<u>Sauberkeit der Anlage</u>	<p>Beschreibung</p> <p>Die mangelnde Sauberkeit der Anlage führt zu Geruchsbelästigung und Problemen durch Nager.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Wie auch in Abschnitt 3.1 Anlieferung und Lagerung der Substrate, Abschnitt 3.7 Pumpen / Pumpstation und Abschnitt 3.8 Abfüllung, Lagerung und Ausbringung des Fermentationsrückstandes beschrieben, sollte zur Vermeidung von Problemen hinsichtlich Geruch und Nagern auf Sauberkeit der Anlage geachtet werden.</p>	

<p><u>Hemmung der Biologie, Versäuerung</u></p>	<p>Beschreibung Durch ungeeignete Substratmischungen kommt es zu Hemmeinflüssen auf die Mikroorganismen und entsprechender Versäuerung oder Prozessstillstand. Aufgrund mangelhafter Prozesskontrolle können Probleme nicht frühzeitig erkannt werden.</p>
<p>Maßnahmen Einsparungen am falschen Platz, nämlich bei der Prozesskontrolle, welche sowohl kontinuierlich mittels diverser Parameter (z.B. Temperatur), als auch diskontinuierlich (Fettsäureanalyse, pH-Wert) erfolgen sollte, können im schlechtesten Fall zu erhöhten Kosten und/oder einem Ausfall der Gasproduktion durch Versäuerung des Fermenters führen. Eine entsprechende Berücksichtigung des erforderlichen Budgets bereits in der Planung hilft derartige Probleme zu vermeiden. Für eine optimale Prozesskontrolle und Anlagenregelung sollte die Anlage mit einer ausreichenden Messtechnik (z.B. pH-Wert-Messung, Temperaturen, Gaszusammensetzung usw.) ausgestattet sein (siehe auch Abschnitt 2.6 Messtechnik). Die vorhandene Messtechnik sollte auch entsprechend genutzt werden.</p>	


<p><u>Einschätzung des Gasertrags</u></p>	<p>Beschreibung Der Gasertrag wurde unterschätzt, wodurch zu viel Substrat eingebracht wird bzw. die Anlage zu groß dimensioniert wurde. Aufgrund zu geringer Verweilzeiten nur schlechte Abbaugrade erreicht werden.</p>
<p>Maßnahmen Hinsichtlich der Fehleinschätzung des Gasertrags, welche als Fehler der Planung zuzuordnen ist, kann für den laufenden Betrieb festgehalten werden, dass nur eine Überschätzung des Gasertrags problematisch (schwieriger zu handhaben) ist, da für die geforderte Gasmenge die Raumbelastung erhöht bzw. die Verweilzeit reduziert werden muss, was hinsichtlich Prozesskontrolle einen größeren Aufwand bedeutet bzw. das biologische System dadurch instabiler werden kann. Es werden daher schon im Vorfeld Gärversuche zur Bestimmung der zu erwartenden Gasausbeuten empfohlen, da selbst bei gleichen Sorten von Energiepflanzen (z.B. Mais) der Gasertrag in Abhängigkeit mehrerer Faktoren (z.B. Bodenbeschaffenheit, Erntezeitpunkt, Klimaverhältnisse) beträchtlich schwanken kann. Bei Änderungen von Raumbelastung und Verweilzeit sollten mögliche Auswirkungen wie z.B. ein Verschlechterung des Abbaugrades berücksichtigt werden.</p>	

<p><u>Reservebetreiber</u></p>	<p>Beschreibung Der Betreiber hat keine Person, die bei seinem Ausfall die Anlage führen kann.</p>
<p>Maßnahmen Für jede Biogasanlage sollte es einen „Reservebetreiber“ geben, der im Bedarfsfall (Urlaub, Krankheit, Schulung) die Anlagenführung übernehmen kann. Dieser muss entsprechend eingeschult und mit dem laufenden Anlagenbetrieb vertraut sein. Hier soll auch nochmals darauf hingewiesen werden, dass eine umfassende und fachgerechte Ausbildung des Betriebspersonales von Biogasanlagen sehr wichtig ist.</p>	

<u>Preisentwicklung</u>	Beschreibung Es wurde die Preisentwicklung der eingesetzten Substrate nicht berücksichtigt oder falsch eingeschätzt.
<u>Rohstoffverfügbarkeit</u>	Beschreibung Schwankende Rohstoffverfügbarkeit.
<u>Kostenkontrolle</u>	Beschreibung Mangelhafte Dokumentation und dadurch keine Kontrolle über die allgemeinen Kosten der Biogasanlage.
Maßnahmen Um auch einen wirtschaftlichen Betrieb von Biogasanlagen gewährleisten zu können, sollte in jedem Fall bereits in der Planung die Preisentwicklung der Substrate berücksichtigt werden, bzw. durch möglichst langfristige Verträge die Versorgung sichergestellt werden. Zusätzlich ist eine laufende Aufzeichnung sämtlicher Kosten für die Biogasanlage und eine dementsprechende Kostenkontrolle unbedingt erforderlich. Insbesondere die Kosten und der Verbrauch sämtlicher eingesetzter Substrate, der Betriebsmittel (Strom, Wasser, Additive usw.), Wartungs- und Instandhaltungskosten, Personal und allgemeine Kosten (Steuern, Versicherungen usw.) und natürlich die Kapitalkosten müssen berücksichtigt werden.	

<u>Verweilzeiten</u>	Beschreibung Durch eine zu großzügige Dimensionierung entstehen unnötige lange Verweilzeiten im Fermenter. Die Effizienz der Anlage ist vermindert.
<u>Faulraumbelastung</u>	Beschreibung Die Fermenter sind bezogen auf die zu verarbeitende Substratmenge (bzw. zu produzierende Gasmenge) überdimensioniert.
Maßnahmen Überdimensionierte Fermenter können einerseits durch die lange Verweilzeit einen hohen Ausgärgrad und in der Regel auch hohe Prozessstabilitäten garantieren, ein erhöhter Aufwand für die Durchmischung (und möglicherweise daraus resultierende Probleme mit der Mischgüte, Sink- und Schwimmschichten), Heizung, etc., stehen dem jedoch gegenüber. Ohne größere Umbaumaßnahmen könnte nach Maßgabe der Möglichkeiten die Kapazität und Produktivität der Biogasanlage durch zusätzlichen Substrat-Input deutlich verbessert werden. Dabei muss aber eine entsprechende Nutzung der Mehrproduktion an Biogas bzw. der Mehrproduktion an Strom und Wärme möglich sein. Dahingehend sind neben der Leistung des Gasmotors und Generators insbesondere auch die mögliche elektrische Einspeiseleistung und die rechtlichen Rahmenbedingungen (Ökostromgesetz) zu prüfen.	

3.19 *Wartung der Anlage*

<p>Optimierungspotential</p> <p>Die Wartung einer Biogasanlage stellt ein sehr wichtiges Thema dar und hat große Auswirkungen auf die Verfügbarkeit der Anlage und die Standzeit der einzelnen Anlagenkomponenten. Weiters ist eine regelmäßige und fachgerechte Wartung unumgänglich um die Funktion der Sicherheitseinrichtungen bzw. die Anlagensicherheit zu gewährleisten.</p> <p>Die Kosten eines Ausfalls der Biogas- bzw. der Stromproduktion sowie mögliche Folgekosten (Reparaturen, Austausch von Komponenten) können bei weitem höher als die Wartungskosten für den laufenden Betrieb sein. Dementsprechend sollte ein ausreichendes Budget für Wartungsarbeiten vorgesehen und die Wartungen in jedem Fall durchgeführt werden. Einsparungen bei den Wartungsarbeiten wirken sich langfristig gesehen zumeist negativ auf den wirtschaftlichen Erfolg einer Biogasanlage aus. Für den Gasmotor als wichtige Komponente der Anlage kann ein Wartungsvertrag eine entsprechende Sicherheit bezüglich Wartung und Verfügbarkeit geben.</p> <p>Trotz vieler vorbildlich geführter Biogasanlagen bei denen regelmäßig umfangreiche Wartungsarbeiten durchgeführt werden, ist das Optimierungspotential für diesen Themenbereich aufgrund der hohen Relevanz für den laufenden Betrieb sowie die Anlagensicherheit und den wirtschaftlichen Erfolg als hoch einzustufen.</p>	 <p>hoch</p>
---	---

<p><u>Wartungsintervalle / Wartungsarbeiten</u></p>	<p>Beschreibung</p> <p>Die Wartungsintervalle wurden nicht eingehalten, wodurch es zu negativen Auswirkungen auf den Anlagenbetrieb kommt (Maschinenbruch, Ausfall einzelner Anlagenkomponenten, Absturz der Biologie).</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Prinzipiell kann festgehalten werden, dass die Wartung einer der wichtigsten der beim Betrieb einer Anlage zu beachtenden Punkte ist. Davon betroffen ist nicht nur der Gasmotor, der aufgrund der Kosten für Investition und Wartung besonders hervorsticht und daher auch die diesbezüglich wichtigste Komponente darstellt, sondern die gesamte Peripherie der Anlage vom Rührwerk über Pumpen und Sicherheitseinrichtungen bis hin zur Abgasführung. Dazu zählen unter anderem Ölkontrollen und Ölwechsel (z.B. Getriebe der Rührwerke, Gasmotor), die regelmäßige Schmierung der Anlagenkomponenten (Schmierstellenliste), das Nachfüllen von Wasservorlagen und Frostschutzmitteln (Über- / Unterdrucksicherung, Labyrinthdichtungen), Sichtkontrolle des Zustands der Anlagenkomponenten, Wartung und Kalibrierung der Messtechnik, sowie die zugehörige Dokumentation der durchgeführten Arbeiten für den späteren Nachweis im Störfall. Auch sollten Originalersatzteile und vom Hersteller empfohlene Schmier- und Reinigungsmittel eingesetzt werden, um die in entsprechenden Wartungsintervallen geforderten Arbeiten so durchführen zu können, dass bei Problemen die Garantie oder Gewährleistung aufrecht bleibt, bzw. Kulanzlösungen in Aussicht gestellt werden können.</p>	


<u>Zeitlicher Aufwand für Wartung</u>	Beschreibung Der zeitliche Aufwand für regelmäßig durchzuführende Wartungsarbeiten wird unterschätzt.
Maßnahmen Wartungsarbeiten müssen auch bei den personellen Ressourcen bzw. beim Zeitaufwand für die Biogasanlage berücksichtigt werden. Mögliche Hilfestellungen bei der Zeiteinteilung können Wartungspläne mit einer Auflistung der erforderlichen Wartungsarbeiten und dem jeweiligen Wartungsintervall sein.	

<u>Unvollständige / unklare Betriebsanleitung bzw. Wartungsplan</u>	Beschreibung Die Betriebsanleitung gibt nicht klar vor wie hoch die Standzeiten der einzelnen Anlagenkomponenten sind bzw. welche Wartungen in welchen Intervallen durchzuführen sind.
Maßnahmen Eine entsprechende Wartung ist natürlich nur möglich wenn die Anforderungen der Hersteller klar vorgegeben sind und der Betreiber diese auch kennt. Vom Betreiber ist darauf zu achten, dass ein durchgängiges Betriebshandbuch und ein Wartungsplan für die Anlage vorliegen. Um diese beiden Dokumente in kompakter Form vorliegen zu haben, sollte entweder ein Generalunternehmer mit der Planung und Errichtung der Anlage beauftragt werden, der auch einen guten Überblick über die Funktionsweise samt Wartungsplan geben kann, oder es sollte vor Inbetriebnahme eine Zusammenfassung der Unterlagen aus den Beschreibungen der einzelnen Komponenten vom Betreiber erfolgen.	

<u>Zugänglichkeit</u>	Beschreibung Fehlende bzw. aufwendige Zugänglichkeit für regelmäßige Wartungsarbeiten
Maßnahmen Um eine fachgerechte Wartung zu ermöglichen, muss für eine leichte Zugänglichkeit und auch Austauschbarkeit von allen relevanten Anlagenteilen gesorgt werden. Dies muss insbesondere bereits bei der Planung und Auswahl von Anlagenkomponenten berücksichtigt werden. Es sollte aber auch im laufenden Betrieb darauf geachtet werden, dass Anlagenkomponenten nicht verstellt oder verbaut werden, sodass diese jederzeit gut zugänglich sind.	

<u>Austauschbarkeit wichtiger Anlagenteile</u>	Beschreibung Austauschbarkeit wichtiger Anlagenbauteile nicht gegeben (z.B. Schieber, Pumpen)
Maßnahmen Es empfiehlt sich, möglichst einheitliche Standards (z.B. bei Armaturen, Messtechnik) zu verwenden, sodass einzelne Anlagenkomponenten im Notfall untereinander ausgetauscht werden können. Dies erleichtert weiters die Wartung und Ersatzteilbeschaffung.	

3.20 Organisatorische Maßnahmen

<p>Optimierungspotential</p> <p>Durch einen relativ geringen Aufwand an organisatorischen Maßnahmen können oft schon große Verbesserungen erzielt werden. Dazu soll auch die Wichtigkeit des Erfahrungs- und Wissensaustausches von Anlagenbetreibern, Planern und Wissenschaftlern hervorgehoben werden, um das vorhandene Wissen einer breiten Basis zur Verfügung zu stellen und bestmöglich zu nutzen.</p> <p>Organisatorische Maßnahmen sind für den laufenden Anlagenbetrieb, die Anlagensicherheit und für den Schutz von Mitarbeiter aber auch den umliegenden Anrainer erforderlich. Zusätzlich können durch geeignete Maßnahmen Störfälle bzw. Anlagenausfälle verhindert bzw. durch entsprechende Gefahrenabwehrpläne der Schaden begrenzt werden. Zusätzlich ermöglicht eine gute innerbetriebliche Organisation einen effizienten Betrieb der Biogasanlage sowie eine gute Kostenkontrolle. Dementsprechend verfügt der Themenbereich organisatorische Maßnahmen über ein hohes Optimierungspotential.</p>	 <p>hoch</p>
--	---

<p><u>Betriebliche Alarm- und Gefahrenabwehrpläne</u></p>	<p>Beschreibung Kein rasches Eingreifen bei Störfällen aufgrund fehlender Alarm- und Gefahrenabwehrplänen.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>Um auf mögliche sicherheitsrelevante Störfälle (z.B.: Gasaustritt, Überdruck, Brand) bestmöglich vorbereitet zu sein bzw. diese schon vorab zu vermeiden, sollten entsprechende betriebliche Alarm- und Gefahrenabwehrpläne für verschiedene Störfallszenarien erarbeitet werden. Diese sollten in Abstimmung mit Anlagenherstellern und Planern erstellt, sowie durch die Erfahrungen mit dem laufenden Betrieb der Anlage ergänzt werden. Nur wenn man entsprechend auf mögliche Störfälle vorbereitet ist, kann ein rasches und vor allem richtiges Reagieren gewährleistet werden.</p>	

<p><u>Alarmmeldungen</u></p>	<p>Beschreibung SMS-Alarmierung funktioniert gelegentlich zeitlich stark verspätet.</p>
<p>Maßnahmen</p> <p>SMS-Benachrichtigungen werden über das Mobilfunknetz versendet wodurch es bei Netzüberlastungen oder Empfangsproblemen zu Schwierigkeiten bzw. Verzögerungen bei der Übermittlung kommen kann. Für das Notrufsystem der Biogasanlage sollte deshalb wenn möglich ein Festnetzanschluss (ISDN-Anschluss) vorgesehen werden. Ist dies nicht möglich, muss vor der Installation des Notrufsystemes der Empfang am Anlagenstandort geprüft werden. Die Positionierung der Notruf-Sendeanlage und die Auswahl des Mobilfunkbetreibers muss so gewählt werden, dass ein bestmöglicher Empfang sichergestellt ist.</p> <p>Die Notrufanlage sollte so konfiguriert sein, dass die Alarmmeldung an mehrere Handys versendet werden kann und die Alarmmeldung quittiert werden muss. Wird die Alarmmeldung nicht innerhalb einer bestimmten Zeit quittiert (kein Empfang, Akku leer usw.), so ergeht automatisch eine Alarmmeldung an ein anderes Handy bzw. eine andere Person. Dementsprechend sollten mindestens 2 Personen über ein Bereitschaftshandy verfügen und eine entsprechende Reihenfolge definiert werden. Die Erreichbarkeit und Bereitschaft des Betreibers/Betriebspersonals sollte laufend abgestimmt werden (Nacht, Wochenende, Urlaub).</p>	

<u>Flucht- und Rettungspläne</u>	Beschreibung Flucht- und Rettungspläne nicht mit Einsatzkräften abgestimmt; Flucht- und Rettungspläne nicht vor Ort verfügbar; Fluchtwege nicht gekennzeichnet;
Maßnahmen Jede Anlage sollte über Flucht- und Rettungspläne verfügen. Diese sind unbedingt entsprechend einschlägiger Vorschriften und Richtlinien zu erstellen und mit Einsatzkräften bzw. dem Arbeitnehmerschutz abzustimmen. Flucht- und Rettungspläne sollten allgemein zugänglich und gut ersichtlich ausgehängt werden. Fluchtwege sind entsprechend einschlägiger Vorschriften und Richtlinien zu gestalten und entsprechend zu beschildern und zu beleuchten (siehe z.B.: http://www.arbeitsinspektion.gv.at).	

<u>Betriebsorganisation</u>	Beschreibung Unzureichenden Arbeitsplanung und Aufgabenverteilung; erforderliche Kontrollen und Wartungsarbeiten nicht definiert; Fehlende Kostenkontrolle;
Maßnahmen Für einen optimalen Betrieb der Anlage ist eine umfassende und regelmäßige Wartung der Anlage erforderlich (siehe Abschnitt 3.19 Wartung der Anlage). Dazu sollten jedenfalls entsprechende Wartungspläne erarbeitet werden. Es sollte generell eine Arbeitsplanung erfolgen, wobei darin regelmäßige Kontrollgänge sowie Wartungs- und Reinigungsarbeiten, Dokumentation von Betriebsdaten und Betriebsmittelverbräuchen definiert werden sollten. Die jeweiligen Aufgaben sollten dem Betriebspersonal klar zugewiesen und bereits erledigte Arbeiten in den Arbeitsplänen gekennzeichnet werden.	

<u>Schulungsmaßnahmen</u>	Beschreibung Unzureichende Ausbildung des Betriebspersonales bzw. des Anlagenbetreibers.
Maßnahmen Eine fachgerechte Schulung (z.B. Betreiberschulungen gemäß ÖWAV-Regelblatt 516 „Ausbildung für das Betriebspersonal von Biogasanlagen“, siehe http://www.lea.at/) des Bedienpersonals trägt wesentlich zu einer Erhöhung der Verfügbarkeit und Sicherheit der Anlage bei und hilft durch den optimalen Betrieb der Anlage Kosten zu sparen. Sowohl das Betriebspersonal als auch der Anlagenbetreiber sollte eine entsprechende Schulung vorweisen können.	

<u>Sicherheitsmanagement</u>	Beschreibung Kein oder unzureichendes innerbetriebliches Sicherheitsmanagement, fehlende Sensibilisierung des Personals; fehlende Schutzmaßnahmen.
Maßnahmen Jeder Betrieb und insbesondere auch Biogasanlagen sollten über ein internes Sicherheitsmanagement verfügen. Dementsprechend sollten die Belange des Arbeitnehmerschutzes (siehe http://www.arbeitsinspektion.gv.at und http://www.auva.at) unbedingt eingehalten werden und die dazu erforderlichen Schutzmaßnahmen (Arbeitskleidung, Helm, Gehörschutz, Schutzbrillen usw.) vorhanden sein. Mitarbeiter sollten hinsichtlich des Arbeitsschutzes und der Unfallverhütung laufend sensibilisiert und auch geschult werden.	

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Als Ergebnis der Auswertung der Daten, die im Rahmen mehrerer Workshops und persönlicher Interviews erfasst werden konnten, kann festgehalten werden, dass hinsichtlich der dokumentierten Fehler und Probleme 44% der angeführten Themenbereiche ein hohes Optimierungspotential aufweisen, während jeweils 28% ein geringes bzw. mittleres Potential für Verbesserungen aufweisen, wobei die Relevanz eines Fehlers von Anlage zu Anlage unterschiedlich groß sein kann, weshalb auch die Häufigkeit der aufgetretenen Fehler mit in die Bewertung eingeflossen ist. Besondere Aufmerksamkeit sollte daher den Bereichen mit **hohem Optimierungspotential** gewidmet werden.

Das Potential zur Verbesserung der Technologie bzw. der Maßnahmen für folgende Bereiche wird als **HOCH** eingestuft, da die angeführten Themenbereiche für eine hohe Qualität der Biogasanlage und des Anlagenbetriebes besonders wichtig sind und Erfahrungen von bereits realisierten Anlagen zeigen, dass noch ein großes Verbesserungspotential vorhanden ist.

- Auswahl des Standortes der Biogasanlage
- Auswahl des Planers
- Auswahl des Anlagentyps
- Rührtechnik
- Pumpen / Pumpstation (gilt für Projektierung / Planung!)
- Wärmenutzung
- elektrischer Eigenbedarf
- Anlagensicherheit
- Anlieferung und Lagerung der Substrate
- Einbringung der Substrate in den Fermenter
- Abfüllung, Lagerung und Ausbringung des Fermentationsrückstands
- Betonbau
- Anlagensvisualisierung bei Anlagengrößen $< 500 \text{ kW}_{\text{el}}$
- Zusammenwirken der beteiligten Professionisten
- Anfahrbetrieb
- Laufende Prozesskontrolle
- Verfügbarkeit der Anlage
- regulärer Anlagenbetrieb
- Wartung der Anlage
- organisatorische Maßnahmen

Das Optimierungspotential wird für die folgenden Bereiche als **MITTEL** eingestuft, da die Technologie in diesen Themenbereichen grundsätzlich sehr gut entwickelt ist, Erfahrungen aus der Praxis jedoch zeigen, dass zwar noch großes Verbesserungspotential vorhanden ist, diese Verbesserungen aber nicht wesentlich zu einem besseren Biogasanlagenbetrieb beitragen.

- Anlagendimensionierung
- Rohrleitungen
- Gasmotor-BHKW
- Gasspeicherung
- Betriebsgebäude
- Zugangsmöglichkeiten
- Fermenter
- Hilfsstoffe / Hilfsmaterialien
- Beheizung der Fermenter und Regelung der Prozesstemperatur
- Messtechnik
- Elektroinstallation
- Bedienungsaufwand für den laufenden Betrieb

Das Potential zur Verbesserung der Technologie bzw. der Maßnahmen wird für folgende Bereiche als **GERING** eingestuft, da die angeführten Themenbereiche bereits sehr gut entwickelt sind oder mittelfristig nicht zu einer wesentlichen Verbesserung der Biogastechnologie beitragen.

- Absperreinrichtungen
- Gasfackel
- thermischer Eigenbedarf
- Entschwefelung und Entfeuchtung
- Füllstandskontrolle
- Hygienisierung
- Störstoff- / Sedimentaustrag
- Wiegeeinrichtung
- Anlagenvisualisierung bei Anlagengrößen $\geq 500 \text{ kW}_{el}$
- Fermenterisolierung
- Luftfilter / Biofilter
- Pumpen / Pumpstation (gilt für laufenden Betrieb!)
- Homogenisierung

Als **wesentliche Maßnahmen zur Optimierung** von Anlagen und zur Vermeidung vieler Fehler können die nachfolgenden Maßnahmen genannt werden.

Eine der wichtigsten Entscheidungen ist jene hinsichtlich der **Auswahl eines geeigneten Standorts**. Dabei sollte unter anderem neben einer ausreichenden Größe und einer günstigen Form und Lage des Grundstücks (nicht zu lang, keine Hanglage) auf die Entfernung zu den nächsten Anrainern, gute Anbindung an das Straßennetz, die vorhandene Infrastruktur und als wesentlicher Punkt auf eine mögliche Wärmenutzung geachtet werden.

Betreffend die **Auswahl eines Planers** sollte ein erfahrener kompetenter Planer die Schnittstellen und einzelnen Gewerke nach Abstimmung der Komponenten auf die eingesetzten Substrate definieren, die Koordination und Kontrolle der Arbeiten und Ausführungen durchführen, bzw. als Ansprechpartner für alle Beteiligten auch die Kosten und die terminliche Abfolge der Ausführung (z.B. durch Generalunternehmer) überwachen.

Besonderes Augenmerk ist auch auf die **eingesetzten Materialien** zu richten, da die aus der landwirtschaftlichen Praxis bekannten Materialien und Wandstärken der Komponenten sowie die Maschinen selbst nur bedingt bis gar nicht für den Einsatz in Biogasanlagen geeignet sind. Speziell hinsichtlich Fahrsilo, Fermenter, Rührwerke, Pumpen und Rohrleitungen sollte eine säurebeständige Ausführung eingesetzt werden, um hohe Standzeiten zu erreichen und Beschädigungen durch Korrosion zu vermeiden.

Bezüglich der **Produktion von Biogas** und der damit verbundenen **Prozesskontrolle** des mikrobiellen Abbaus der Substrate werden eine kontinuierliche bzw. regelmäßige Kontrolle diverser Parameter wie Temperatur, pH-Wert, TS-Gehalt, C/N-Verhältnis des Einsatzes aber auch Fettsäureanalysen zur Vermeidung von Versäuerung und Abstürzen des Fermenters empfohlen. Weiters ist seitens des Betreibers die Kenntnis der Einflüsse auf die Biologie der Anlage von grundlegender Bedeutung, um früh Probleme erkennen und Maßnahmen ergreifen zu können.

Einen weiteren wichtigen Punkt stellt die **Wartung der Biogasanlage** dar. Oft wird in diesem Zusammenhang nur der Gasmotor genannt, der zwar die wichtigste, weil teuerste Komponente, darstellt, es ist aber auch für alle anderen Anlagenteile (Rührwerke, Pumpen, Einbringeinrichtung, Sicherheitseinrichtungen, Schieber, Messtechnik, usw.) unbedingt eine Wartung und Kontrolle entsprechend den Herstellerangaben durchzuführen. Auf diese Weise können Ausfälle die meist die gesamte Biogasproduktion betreffen vermieden werden. Auch kostet ein Ausfall der Gas- bzw. Stromproduktion (durch Einbußen betreffend die Stromeinspeisung, Reparaturkosten und zusätzlichen Personalaufwand) meist mehr als die regelmäßige Wartung der Komponenten, mit der auch Garantien und Haftungsansprüche verbunden sind.

Im Zusammenhang mit Wartung soll auch ein bereits in der Planung relevanter Punkt angeführt werden, die Berücksichtigung einer entsprechenden **Zugänglichkeit zu den Anlagenkomponenten** für Wartungs- oder Reparaturzwecke. Dazu zählen neben ausreichenden Platzverhältnissen die einfache Möglichkeit des Ausbaus und der Wartung (z.B. Schmieren von Lagern) von Komponenten und die Probenahme des betroffenen Mediums (z.B. Gasregelstrecke, Fermenter).

Betreffend die **Sicherheit von Biogasanlagen** sollte unbedingt eine umfangreiche Erläuterung der Gefahren für alle an der Errichtung der Anlage beteiligten Personen erfolgen, um Unfälle und Beschädigungen der Anlage zu vermeiden. Speziell für den Betreiber ist eine besonders detaillierte Schulung erforderlich, damit die Gefahren im laufenden Betrieb nicht unterschätzt werden und kein sorgloser Umgang mit Biogas erfolgt. Dabei ist neben der Explosionsgefahr auch auf Gefahren hinsichtlich Erstickung, Absturz und Verletzungen durch rotierende Teile und heiße Anlagenkomponenten hinzuweisen.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass die **meisten identifizierten Probleme** bestehender Anlagen **aus Planungsfehlern unerfahrener Unternehmen, mangelnder Berücksichtigung der Aggressivität der Gärsäfte bzw. des Fermenterinhalt sowie einer unzureichenden Ausbildung, Betreuung und/oder Wartung durch den Betreiber resultieren**. Auch die **Sauberkeit der Anlage** ist oft bereits ein Indiz dafür, ob eine Anlage gut oder schlecht läuft.

Es wird daher empfohlen die Ergebnisse dieses Projekts in den Entscheidungsprozess vor Errichtung einer Biogasanlagen einfließen zu lassen, um die am häufigsten aufgetretenen Fehler von vorn herein auszuschließen.

Impressum/ Autoren

PROJEKTLEITUNG

LOKALE ENERGIEAGENTUR

Ing. Karl Puchas
Auersbach 130, 8330 Feldbach
Tel.: 03152-8575-500
e-mail: office@lea.at
homepage: www.lea.at

PROJEKTTEAM

BIOS Bioenergiesysteme

DI Harald Schrammel / DI Dr. Jörg Pfeifer
Inffeldgasse 21b, 8010 Graz
e-mail: office@bios-bioenergy.at
homepage: www.bios-bioenergy.at

ARGE Kompost & Biogas

Ing. Franz Kirchmeyr
Landstrasse 11, 4020 Linz
e-mail: buero@kompost-biogas.info
homepage: www.kompost-biogas.info

IFA Tulln

DI Roland Kirchmayr
Konrad Lorenz Strasse 20, 3430 Tulln
e-mail: elke.marian@boku.ac.at
homepage: www.ifa-tulln.ac.at

Literatur

- 1 FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. (FNR), 2004: Handreichung Biogasgewinnung und –nutzung, ISBN 3-00-014333-5, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Hrsg.) Leipzig, Deutschland
- 2 OBERNBERGER I., PFEIFER J., 2006: Monitoring moderner Biogasanlagen samt verfahrenstechnischer Bilanzierung und Prozessbewertung als Basis für eine zukünftige verbesserte Anlagenplanung sowie eine optimierte Betriebsweise, Endbericht zum gleichnamigen Forschungsprojekt des Zukunftsfonds Steiermark, BIOS BIOENERGIESYSTEME GmbH (Hrsg.), Graz, Austria
- 3 PFEIFER J., KROTSCHKE C., OBERNBERGER I., 2006: Wirtschaftliche und ökologische Bewertung der Erzeugung und Nutzung von Biogas in einer landwirtschaftlichen Biogasanlage, Österreichische Ingenieur- und Architektenzeitschrift ÖIAZ, Heft 10-12, Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.), Wien, Österreich
- 4 LAABER M., 2007: Telefonische Auskunft zum Projekt Aufbau eines Bewertungssystems für Biogasanlagen – "Gütesiegel Ökogas"
- 5 LINDORFER H., BRAUN R., 2007: Optimierte Vergärung von Energiepflanzen und landwirtschaftlicher Reststoffe in Biogasanlagen, Dissertation, Universität für Bodenkultur, Institut für Umweltbiotechnologie, Tulln, Österreich
- 6 Technische Grundlagen für die Beurteilung von Biogasanlagen, 2007: Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, <http://www.bmwa.gv.at>
- 7 NUSSBAUM H.: Optimale Gestaltung und Dimensionierung von Fahrhilfen, Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf, Deutschland
- 8 HÖLKER U., 2008: Steigende Substratpreise – Wann rechnet sich ein Nachgärer?, Publikationsreihe: Daten- und Modellbasierte Praxisempfehlungen auf www.biogaswissen.de, Troisdorf, Deutschland
- 9 DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT UND DER RAT DER EUROPÄISCHEN UNION, 2002: Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 des europäischen Parlaments und des Rates vom 3. Oktober 2002 mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, L273/1, <http://eur-lex.europa.eu/de/index.htm> [27.10.2005]
- 10 KIRCHMAYR R., SCHERZER R., BAGGESEN D.L., BRAUN R., WELLINGER A., 2003: Tierische Nebenprodukte und Biogasgewinnung, <http://gpool.lfrz.at/gpoolexport/media/file/tnpboschuere221203.pdf> [21.03.2004]
- 11 Technische Grundlagen für die Beurteilung von Biogasanlagen, 2007: Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, <http://www.bmwa.gv.at>

-
- 12 THAYSEN J., 2007: Für die Silagebereitung sind vier Grundvoraussetzungen erforderlich, Landpost 28. April 2007, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Deutschland
 - 13 BASERGA U., 1998: FAT Bericht Nr. 512, Landwirtschaftliche Co-Vergärung-Biogasanlagen, Eidgenössische Forschungsanstalt f. Agrarwirtschaft u. Landtechnik (FAT), Tänikon, Schweiz
 - 14 THAYSEN J., 2007: Tipps für Siloprofis und solche, die es noch werden wollen, Landpost 8. September 2007, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Deutschland
 - 15 Folienlose Abdeckung wirkt sich auf die Silagequalität und Gasbeute aus, Deutsches Maiskomitee e.V., Bonn, Deutschland
 - 16 NUßBAUM H. 2007: Biogassilage ohne Folie – lohnt das?, top agrar 9/2007, Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf, Deutschland
 - 17 RICHTER W., ZIMMERMANN N., RAUCH P., SPIEKERS H., LIPOVSKY J., BAUER J., 2007: Controlling am Silo – weniger Verlust und bessere Tiergesundheit, Mais 2/2007, LfL Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft Poing-Grub und TUM Lehrstuhl für Tierhygiene Freising-Weihenstephan, Deutschland
 - 18 STEINHÖFEL O., WEBER U., 2006: Untersuchung zur kombinierten Aufbereitung und Silierung von Feuchtkornmais in Folienschläuchen, Deutsches Maiskomitee e.V. und Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Alsfeld, Deutschland
 - 19 VOGTHERR J., OECHSNER H., 2008: Endlager gasdicht verschließen, Biogas Journal 1/08, Universität Hohenheim, Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinen- und Bauwesen, Stuttgart, Deutschland
 - 20 PREIßLER D., LEMMER A., OECHSNER H., JUNGBLUTH T., 2007: Güllefreie Vergärung von Maissilage, Landtechnik 3/2007, Universität Hohenheim, Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinen- und Bauwesen, Stuttgart, Deutschland
 - 21 PREIßLER D., LEMMER A., OECHSNER H., 2008: Enzyme und Koenzyme – Bedeutung der Spurenelemente für den Biogasprozess, BWagrar 23/2008, Universität Hohenheim, Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinen- und Bauwesen, Stuttgart, Deutschland
 - 22 PFEIFER J., OBERNBERGER I., 2006: Detaillierte Stoff- und Energiebilanzierung der Erzeugung und Nutzung von Biogas in einer landwirtschaftlichen Biogasanlage sowie deren verfahrenstechnische Bewertung, Österreichische Ingenieur- und Architektenzeitschrift ÖIAZ, Heft 10-12, Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.), Wien, Österreich

Der vorliegende Optimierungsleitfaden und das aufgezeigte Optimierungspotential ist unter Mitwirkung der nachfolgenden Institutionen und Personen erstellt worden:

AAT GmbH & Co, Egon Arnold

AGRAR- STROM GmbH, Alfons Humer

ARGE KOMPOST & BIOGAS, Ing. Franz Kirchmeyr

ATRES engineering biogas, DI Gunther Pesta

AWITE Bioenergie GmbH, Dr.-Ing. Martin Grepmeier

BIOGEST ENERGIE- UND WASSERTECHNIK GmbH, DI Martin Schlerka

BIOS Bioenergiesysteme GmbH, DI Dr. Jörg Pfeifer

BIOS Bioenergiesysteme GmbH, DI Harald Schrammel

BEB BIOENERGIE AG, Mag. Herbert Dabberger

BEB BIOENERGIE AG, Ing. Ernst Pawlik

BIOENERGIE SCHWARZMAYR, Johannes Schwarzmayr

BIOGAS BRUCK, Ludwig Perger

Biogasanlage Markgrafneusiedl, Stefan Lengl

Biogasanlage Paier, Franz Paier

Biogasanlage Park Alpe Adria, Ing. Klaus Pobaschnig

Biogasanlage St. Margarethen am Moos, Friedrich Schwarz

Biogasanlage Strem, Siegfried Legath

Biogasanlage Utzenaich, Josef Höckner

ENBASYS GmbH, DI Dr. Stefan Kromus

ENBASYS GmbH, DI Dr. Markus Grasmug

ENERGIEINSTITUT, Franz Schweitzer

ENERGIE- UND UMWELTTECHNIK, Franz Führer

ENERIGE STEIERMARK STGW DI Norbert Machan

ENERIGE STEIERMARK STGW DI Dr. Jörg Pfeifer

ENERIGE STEIERMARK STGW DI Veit Ruprecht

ENSERV Energieservice GmbH & Co KG, Ing. Helmut Ortner

ENVICARE ENGINEERING GmbH, DI Dr. Bernhard Mayr

GE Jenbacher, MMag. Ing. Gerhard Klammer

GE Jenbacher, Ing. Stefan Volgger

Graskraft Salzburg, DI Peter Stiegler

IFA- TULLN, DI Alberto Corcoba

IFA- TULLN, DI Roland Kirchmayr

ING. GERHARD AGRINZ GMBH, DI Thomas Bruggraber

KURT TAUSCHMANN BIOGASANLAGEN GmbH, Ing. Kurt Tauschmann

LANDWIRTSCHAFTSKAMMER Steiermark, DI Josef Plank

LENGEL GmbH, Stefan Lengel

LOKALE ENERGIE AGENTUR OSTSTEIERMARK, Ing. Karl Puchas

ROHKRAFT GmbH, Ing. Karl Pfiel

ROSENTALER BIOKRAFTWERK GmbH & Co KEG, Johann Luttenberger

SATTLER AG, DI Robert Dietl

SATTLER AG, DI DI (FH) Alexander Wunderer

SCHAUMANN Bioenergy, Dr. Harald Lindorfer

TBB Consulting, DI Harald Bala

TECHNISCHES BÜRO, Ing. Leo Riebenbauer

TECON Textile GmbH, DI Christian Maßwohl

THÖNI GmbH, Harald Stary

GASTECHNIK HIMMEL GmbH, Ing. Heinz Himmel

Auersbach, im November 2008