



1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Die Energieerzeugung aus Biogas wurde in Deutschland in den vergangenen Jahren stark ausgebaut. Verantwortlich hierfür waren die Novellen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) aus den Jahren 2004 und 2008. Mit hohen, vom Verbraucher getragenen Subventionen stieg die Stromerzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen und Gülle bis zum Jahr 2010 auf 14 Terawattstunden (TWh) an. Hinsichtlich der Substratzusammensetzungen gehen Schätzungen davon aus, dass auf die erzeugte Energie bezogen circa zehn Prozent aus Abfällen, zehn Prozent aus Wirtschaftsdünger und 80 Prozent aus nachwachsenden Rohstoffen stammen (Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, 2011). Die Flächennutzung zur Produktion von Energiepflanzen für die Biogasproduktion lag im Jahr 2010 bei 650.000 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche (LN) (Schultz, 2011). Damit wurden fünf Prozent der deutschen Ackerfläche für die Biogasproduktion genutzt, um einen Anteil von 2,1 Prozent des Stromverbrauchs in Deutschland zu erzeugen.

Die Verwertung von Abfällen in der Biogasproduktion spielt bisher nur eine untergeordnete Rolle. Dennoch ist sie ein interessantes Verfahren zum Beispiel zur Verwertung von Schlachtabfällen und Speiseresten im Zusammenspiel mit Gülle und Festmist aus der tierischen Produktion. Allerdings ist auch dieses Verfahren ebenso wie allgemein die derzeitige Technologie der anaeroben Vergärung in landwirtschaftlichen Biogasanlagen mit erheblicher Unkenntnis behaftet (Neumann, 2006). Übersäuerung von Gärbehältern und das frühzeitige Ausfallen von Blockheizkraftwerken sind nur zwei Beispiele für fehlende Kenntnisse der biologischen Prozesse und der zugehörigen Qualitätssicherung im Verfahrensablauf. Im Zusammenspiel mit den hygienisch schwierigen und in der Substratzusammensetzung uneinheitlichen Schlachtabfällen und Speiseresten haben solche Fehlfunktionen jedoch gravierende Auswirkungen auf die sogenannten Gärreste, die als organischer Dünger auf landwirtschaftlichen Nutzflächen in den Produktionskreislauf zurückgeführt werden. Nur ein kontrollierter, dokumentierter sowie technisch einwandfreier Verwertungsprozess kann eine ausreichende Grundlage für einen sicheren und nach den geltenden Rechtsnormen unbedenklich zu verwendenden Gärrest sein. Im Umkehrschluss



muss mit gravierenden umweltrelevanten Schäden und mit massiven Konsequenzen aus den Rechtsvorgaben gerechnet werden.

Bei technischen Entwicklungen und ökonomischen Soll-Planungen werden in der Regel hohe Leistungen unterstellt, wie z.B. ein Methananteil von 60 Prozent im Biogas, ein Wirkungsgrad von 42 Prozent und eine Laufzeit von 95 Prozent bei Blockheizkraftwerken (BHKW).

Bei solchen Leistungsangaben bleibt unberücksichtigt, dass durch mangelnde Präzision und daraus resultierende fehlerhafte Prozesssteuerung eine Vielzahl von Störungen im Biogasprozess auftreten. Technische Störungen an den Funktionseinheiten BHKW, am Feststoffeintrag, den Pumpen und Rührwerken, fehlende Kenntnisse zu den Gärsubstraten und eine unsachgemäße Handhabung der Fermenter führen zu erheblichen Abweichungen von den Soll-Werten oder gar zu Funktionsstörungen mit Totalausfällen der Gasproduktion und Energieerzeugung (KTBL, 2009). Blockheizkraftwerke an schlecht geplanten und unsachgemäß betriebenen Biogasanlagen erreichen nach Hoffstede (2006) üblicherweise nur 50 bis 60 Prozent der Auslastungsschwelle. Bereits geringfügige Abweichungen von den Soll-Werten, und umso mehr noch Stillstandszeiten in der Produktion, führen zu erheblichen ökonomischen Verlusten bei Biogasanlagen. Um optimale Lebensbedingungen für die Methanogenen und somit einen hohen Gasertrag zu schaffen, sind zulässige baulich-technische Verfahren verbunden mit einem qualitätsorientierten Prozessablauf erforderlich: eine wesentliche Voraussetzung für den ökonomisch effizienten und rechtssicheren Anlagenbetrieb.

1.2 Zielsetzung

Als Grundlage gilt der aktuelle Kenntnisstand zum Ablauf von biologischen Prozessen der anaeroben Vergärung sowie die gegenwärtige Rechtsetzung (Stand 31.07.2011). Auf dieser Basis werden zur Verwertung von Speiseresten und Schlachtabfällen Planungsvorgaben und Verfahrensanweisungen zum Betrieb einer Biogasanlage entwickelt. Die Verfahrensanweisungen werden hierzu in Form eines Qualitätsmanagement-Handbuchs (QM-Handbuch) auf Basis der Normreihe DIN ISO 9000 erstellt. Aufgrund dieser Planungsvorgaben wurde eine Projekt-Biogasanlage

gebaut und unter Praxisbedingungen betrieben. Eine betriebswirtschaftliche Analyse bezogen auf den Zeitraum von einem Jahr soll Informationen über die ökonomische Effizienz und Stabilität des Betriebs der Biogasanlage mit zugehöriger Abfallverwertung geben.

1.3 Vorgehensweise

Zunächst werden in Kapitel 2 die gesetzlichen Rahmenbedingungen für eine Biogasanlage zur Abfallverwertung ermittelt und dargestellt. Hierzu spielen die Grundlagen der Einspeisevergütung von elektrischer Energie wie auch die Anforderungen an den Umgang mit Bioabfällen eine wesentliche Rolle.

In Kapitel 3 werden in einer Literaturanalyse die mikrobiologischen Grundlagen des anaeroben Abbaus sowie die erforderlichen Prozessschritte und -parameter zum Betrieb einer Biogasanlage dargestellt. Auf den in Kapitel 2 und 3 erarbeiteten Grundlagen wird die Projekt-Biogasanlage zur Bioabfallverwertung von Speiseresten und Schlachtabfällen entwickelt und die zugehörigen baulich-technischen Elemente in Kapitel 4 beschrieben.

Zum Betrieb der Projekt-Biogasanlage werden in Kapitel 5 zunächst die theoretischen Grundlagen für die Erstellung eines Qualitätsmanagement-Handbuchs erarbeitet, um darauf aufbauend das Muster eines QM-Handbuchs zum Betrieb einer Biogasanlage zur Bioabfallverwertung zu entwickeln.

Nach dem einjährigen Betrieb der Projekt-Biogasanlage erfolgen in Kapitel 6 eine betriebswirtschaftliche Analyse mit der Methode der Kosten-Leistungsrechnung sowie eine Störfallanalyse.

Die abschließende Diskussion der Ergebnisse in Kapitel 7 beurteilt, ob die Projekt-Biogasanlage zur Abfallverwertung unter Anwendung eines Qualitätsmanagement-Handbuchs den eingangs gesetzten Anforderungen aus Rechtsetzung, Biologie und Ökonomie gerecht wird.