Inhaltsverzeichnis

Seite

Inhaltsverzeichnis I
Tabellen und Abbildungsverzeichnis V
Abkürzungsverzeichnis VIII

1 Einleitung und Problemstellung 1

2 Stand des Wissens 7
2.1 Hof- und Gemeinschaftsanlagen 9
2.2 Genehmigungsrecht 10
2.3 Umweltaspekt 10
2.4 Investitionen in Biogasanlagen 12

3 Material und Methode 15
3.1 Auswahl der Untersuchungsbetriebe 15
3.2 Methode zum Vergleich der Investitionssumme 16
3.3 Kosten-Leistungs-Rechnung 23
3.3.1 Kostenrechnungssysteme 25
3.3.2 Auswahl des anzuwendenden Kostenrechnungssystems 27
3.4 Ermittlung des Arbeitszeitbedarfs 35

4 Begriffsdefinition und Rechtsetzung 37
4.1 Begriffsdefinition 37
4.2 Rechtsetzung 39
4.2.1 Genehmigungsrecht 40
4.2.1.1 Baugesetzbuch 41
4.2.1.2 Wasserhaushaltsgesetz 42
4.2.1.3 Genehmigung nach Bundes-Immissionsschutzgesetz 43
4.2.1.4 Genehmigung nach Landesbauordnung 53

4.2.1.5 Entwicklung im Genehmigungsrecht 53
4.2.2 Abfallrecht 55
4.2.2.1 Überwachungsbedürftige Abfälle 58
4.2.2.2 European Waste Cataloque 59
4.2.2.3 TA Siedlungsabfall 59
4.2.2.4 Bioabfallverordnung 60
4.2.3 Energierecht 63
4.2.3.1 Europäisches Energierecht 63
4.2.3.2 Energiewirtschaftsgesetz 65
4.2.3.3 Erneuerbare-Energien-Gesetz 66
4.2.3.4 Energiesteuer-Gesetze 68
4.2.4 Düngemittelrecht 69
4.2.5 Gewerberechtliche Vorschriften 69
4.2.6 Planung eines Block-Heiz-Kraftwerkes 74

5 Prinzipieller Ablauf der anaeroben Schlammfaulung 75
5.1 Syntropher Abbauprozess 75
5.2 Anaerobe Verwertung im Pansen 83

6 Baulich-technische Bestandteile einer Biogasanlage 86
6.1 Substrate – Ausgangsmaterial und Lagerung 86
6.2 Hygienisierung 89
6.2.1 Unterbrechung der Infektionskette 89
6.2.2 Hygienisierungsverfahren 90
6.3 Gaserzeugung 93
6.3.1 Betriebssysteme der Gaserzeugung 93
6.3.2 Prozesssteuerung 96
6.3.3 Anlagentechnik 104
6.3.3.1 Pumpen 104
6.3.3.2 Fermenter 105

6.3.3.3 Heizeinrichtungen ... 106
6.3.3.4 Mischeinrichtungen ... 107
6.3.3.5 Gasspeicher ... 108
6.4 Eigenschaften und Reinigung von Biogas ... 108
6.4.1 Chemisch-physikalische Eigenschaften von Biogas ... 108
6.4.2 Reinigung von Biogas ... 110
6.5 Gasverwertung ... 112
6.5.1 Thermische Gasverwertung ... 112
6.5.2 Motorische Kraft-Wärme-Kopplung ... 112
6.5.2.1 Brennstoffzellen ... 114
6.5.2.2 Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung ... 117
6.5.3 Treibstoff ... 118

7 Beschreibung und Auswertung der Untersuchungsbetriebe 120
7.1 Untersuchungsbetrieb I „Hofanlage“ ... 120
7.1.1 Betriebsbeschreibung der Hofanlage ... 120
7.1.2 Prozessparameter der Hofanlage ... 122
7.1.3 Energieerzeugung der Hofanlage ... 123
7.1.4 Ermittlung der Investitionssumme der Hofanlage ... 125
7.1.5 Arbeitszeitstudie in der Hofanlage ... 127
7.1.6 Kosten-Leistungs-Rechnung der Hofanlage ... 128
7.1.6.1 Leistungen der Hofanlage ... 128
7.1.6.2 Kosten der Hofanlage ... 130
7.1.6.3 Kosten-Leistungs-Differenz der Hofanlage ... 132
7.2 Untersuchungsbetrieb II „Gemeinschaftsanlage“ ... 134
7.2.1 Betriebsbeschreibung ... 134
7.2.1.1 Flüssigmist- und Kosubstratannahme ... 135
7.2.1.2 Hygienisierung ... 136
7.2.1.3 Fermenter und Endlager ... 137
7.2.1.4 Gaserfassung und -reinigung ... 137
7.2.1.5 Blockheizkraftwerke ... 138

7.2.2 Prozessparameter der Gemeinschaftsanlage 140
7.2.3 Energieerzeugung der Gemeinschaftsanlage 142
7.2.4 Sekundärrohstoffdünger 143
7.2.5 Investitionssumme der Gemeinschaftsanlage 145
7.2.6 Kosten für Flüssigmist-Transport 148
7.2.7 Kosten-Leistungs-Rechnung der Gemeinschaftsanlage 149
7.2.7.1 Leistungen der Gemeinschaftsanlage 150
7.2.7.2 Kosten der Gemeinschaftsanlage 151
7.2.7.2.1 Arbeitserledigungskosten 151
7.2.7.2.2 Kosten für Baukonstruktion und technische Anlagen 152
7.2.7.2.3 Flächenkosten 153
7.2.7.2.4 Sonstige Kosten 154
7.2.7.3 Kosten-Leistungs-Differenz der Gemeinschaftsanlage 154
7.3 Vergleich der Investitionssummen der Untersuchungsbetriebe ... 156
7.4 Vergleich der Kosten-Leistungs-Rechnungen beider Untersuchungsbetriebe 158

8 Diskussion 160
8.1 Entwicklungen in der Rechtsetzung 160
8.2 Entwicklung der Anlagentechnik 161
8.3 Rentabilität der Biogaserzeugung aus Wirtschaftsdünger 162
8.4 Abfälle zur Verwertung in landwirtschaftlichen Biogasanlagen 164

9 Zusammenfassung 166

Literaturverzeichnis i
Quellenverzeichnis viii
Anhang xiv