

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Grundlagen der Biogas-Technik	8
1.1 Biogas gestern und heute	8
1.2 Für wen kommt eine Biogasanlage in Frage?	16
2 Der Biogas - Prozeß	17
2.1 Entstehung des Biogases	17
2.2 Günstige Lebensbedingungen für die Bakterien	22
2.3 Substrate und ihr Einfluss auf den Abbauprozess	32
2.3 Prozeßoptimierung	24
2.4 Prozessbeschreibende Parameter	36
2.5 Prozesskontrolle und -steuerung	37
2.6 Zusammensetzung und Qualität von Biogas	39
3 Substrate	41
3.1 Eignung und Auswahl von Substraten	41
3.2 Art und Zusammensetzung der Substrate	42
Wirtschaftsdünger	45
Nachwachsende Rohstoffe	47
Organische Reststoffe	55
Technische Anforderungen der organ. Reststoffe	59
3.3 Gefahrenpotenzial der Substrate	60
3.4 Herstellung von Substratmischungen nach dem TS-Gehalt	60
3.5 Der Nährstoffkreislauf im Biogas-System	61
3.6 Fermenterraumbelegung und Lagerraumbedarf	62
3.7 Eignung der Substrate aus wirtschaftlicher Sicht	63
3.8 Cofermentation - Konzepte der Reststoffverwertung	64
3.9 Substratwahl und Rechtsvorschriften	67
4 Anlagentechnik	70
4.1 Verfahrensmerkmale	70
4.1.1 Feststoff-Verfahren	72
4.1.2 Flüssig-Verfahren	74
4.2 Fermenterbauarten	77

4.3	Baumaterialien und Bautechnik für Faulbehälter	79
4.3.1	Die Behälterhülle	79
4.3.2	Wärmedämmung	83
4.3.3	Außenverkleidung und Witterungsschutz	86
4.3.4	Folienhauben und Folienabdeckungen	86
4.3.5	Anstriche, Beschichtungen, Dichtungsmaterialien	90
4.4	Substrateinbringung in Fermenter u. Lagerbeälter	91
4.4.1	Vorgrube Vorlagebehälter	91
4.4.2	Indirekte Zugabe in den Fermenter	93
4.4.3	Direkte Zugabe	94
4.4.4	Lagerbehälter	96
4.5	Rohrleitungen, Pumpen, Armaturen	96
4.5.1	Rohrleitungen	96
4.5.2	Pumpen	96
4.5.3	Armaturen	98
4.6	Rühreinrichtungen	99
4.6.1	Mechanische Rührwerke	100
4.6.2	Hydraulische Rührwerke	105
4.7	Heizeinrichtungen u. Prozeßwärmebereitstellung ...	107
4.7.1	Externe Wärmetauscher	107
4.7.2	Interne Wärmetauscher	107
4.7.3	Bestimmung der Heizleistung und Wärmetauscherfläche	109
4.8	Kontroll-, Meß- und Steuerungseinrichtungen	110
4.8.1	Prozessüberwachung	110
4.8.2	Anlagenüberwachung	112
4.8.3	Steuerungs- und Überwachungseinrichtungen	114
4.9	Schwerstoffaustrag	116
5	Gasspeicherung, -aufbereitung und -verwertung	119
5.1	Gasspeicherung	119
5.1.1	Niederdruck-Speicher	120
5.1.2	Mitteldruch- und Hochdruck-Speicher	121
5.2	Gasaufbereitung und -behandlung	122
5.3	Gasverwertung	126
5.3.1	Eigenschaften von Biogas	126
5.3.2	Nutzung von Biogas	127

5.4	Stromerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung	132
5.4.1	Motoren für den Biogasbetrieb	132
5.4.2	Generatoren für die Kraft-Wärme-Kopplung	136
5.4.3	Maßnahmen zur Netzanbindung	137
5.4.4	Abwärmenutzung	137
5.4.5	Zukunftsvision Stirling-Motor	139
5.4.6	Direkte Stromerzeugung in der Brennstoffzelle	140
5.4.7	Mikrogasturbine	141
6	Sicherheitstechnik und Inbetriebnahme	142
6.1	Sicherheitstechnik	142
6.2	Inbetriebnahme	147
7	Genehmigung von Biogasanlagen	148
8	Stromvergütung und Netzanschluss	152
9	Anlagenplanung, Kosten und Wirtschaftlichkeit	154
9.1	Checkliste beim Bau von Biogasanlagen	154
9.2	Anlagenkonzeption	156
9.3	Anlagendimensionierung	159
9.3.1	Fermentergröße	159
9.3.2	Ermittlung der Gasproduktion	161
9.3.3	Ermittlung des Prozessenergiebedarfs	161
9.3.4	Gasspeichervolumen	164
9.4	Hinweise zur Ausschreibung und Auftragsvergabe an Firmen	164
9.5	Bautechnische Planung	165
9.6	Kosten und Nutzen der Biogaserzeugung	168
9.7	Beispielrechnungen zur Ermittlung des Nutzens der Biogaserzeugung	176
10	Umwelteffekte der Biogaserzeugung	180
	Bewertung der Umwelteffekte	183
11	Hygienisierungswirkung von Biogasanlagen	184
11.1	Anforderungen an die Hygienewirkung	185
11.2	Einflussfaktoren auf die Hygienisierungsleistung	186
11.3	Reduktion von pathogenen Krankheitserregern	186
11.4	Reduktion von Unkrautsamen	188
11.5	Hygienisierungsleistung von Biogasanlagen	189

11.6	Hygienisierungspflichtige Substrate	189
12	Blick über den Zaun	149
12.1	Afrika, Asien und Lateinamerika	191
12.2	USA	193
12.3	Osteuropa	193
12.4	Entwicklung in Westeuropa	194
12.5	Biogas in Österreich von <i>Walter Graf</i>	196
12.6	Biogas in der Schweiz von <i>Arthur Wellinger</i>	199
12.7	Biogas in Italien von <i>Karl Heinz Stocker</i>	203
13	Typische Beispiele realisierter Anlagen	206
13.1	Biogasanlage auf dem Betrieb Fischer	206
13.2	Biogasanlage Wolfring von Carl Graf zu Eltz	207
13.3	Biogasanlage Püggen	210
13.4	Biogasanlage Bothmann und Greve	213
13.5	Biogasanlage Hehlen - Beispiel einer Großanlage ...	215
13.6	Biogasanlage Engert	217
13.7	Kirchhorster Biogasanlage	220
13.8	Biogasanlage der Witte Bioenergie GmbH & Co	221
14	Anhang	224
14.1	Empfohlene Ausbringzeiten und Ammoniummengen für Gärreste	224
14.2	Faustzahlen	225
14.3	Verzeichnis der Abkürzungen	225
15	Anschriften	227
16	Literaturverzeichnis	230
17	Autoren	234
18	Stichwortverzeichnis	235