

Bernd J. Kaltwasser  
Dipl.-Ing. für Bauwesen  
Dipl.-Tropeningenieur

# Biogas

Regenerative Energieerzeugung durch anaerobe  
Fermentation organischer Abfälle in Biogasanlagen

Bauverlag GmbH • Wiesbaden und Berlin

# Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	9
2.	Biomasse als Energieträger	12
2.1.	Kohlenstoffkreislauf	12
2.2.	Speicherung der Sonnenenergie in Pflanzen	13
2.3.	Fermentationsrohstoffe	14
3.	Darstellung der biochemischen Vorgänge bei der Erzeugung von Biogas	17
3.1.	Natürliches Vorkommen von Methanbakterien	17
3.2.	Lebensbedingungen der Methanbakterien	17
3.3.	Bakterienarten	18
3.4.	Aufbau der Bakterienkörper	18
3.5.	Vermehrung der Bakterien	19
3.6.	Die Stoffwechselfähigkeit der Bakterien	20
3.6.	Die Zersetzungsstufen bei der Methanfermentation	21
3.6.	Erste Faulstufe	21
3.6.	Hydrolyse	21
3.6. .2.	Säurebildung	22
3.6. .2.	Zweite Faulstufe	23
3.6. .3.	Symbiose der säurebildenden und der methanerzeugenden Bakterien	23
3.6.2.	Die chemischen Vorgänge bei der Methanfaulung	24
3.6.2.1.	Kohlenhydrate	25
3.6.2.2.	Organische Fette	26
3.6.2.3.	Eiweißstoffe	28
3.6.2.4.	Menge und Zusammensetzung des Faulgases bei völliger Zersetzung der Abbauprodukte	28
3.7.	Fermentationsprozeßbeeinflussende Faktoren	30
3.7.1.	Temperatur	31
3.7.2.	Feststoffgehalt	32
3.7.3.	Nahrungsmittelversorgung	33
3.7.3.1.	N/C-Verhältnis	34
3.7.3.2.	Organische Belastung	36
3.7.3.2.1.	Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration	36
3.7.3.2.2.	Beziehung zwischen organischer Belastung und Feststoffgehalt	38
3.7.3.3.	Kontaktmöglichkeit	42
3.7.3.3.1.	Impfung	42

3.7.3.3.1.1.	Impfschlammalter. . . . .	45
3.7.3.3.2.	Durchmischung . . . . .	47
4.	Hygienisierung . . . . .	49
5.	Endprodukte der mikrobiellen Fermentation . . . .	51
5.1	Biogas. . . . .	51
5.1.1.	Methangas. . . . .	51
5.1.1.1.	Methangehalt des Biogases. . . . .	51
5.1.2	Eigenschaften von Biogas. . . . .	52
5.1.3.	Biogasausbeute bei der Fermentation verschiedener organischer Substanzen. . . . .	53
5.1.4.	Verwendungsmöglichkeiten für Biogas. . . . .	56
5.2.	Faulschlamm . . . . .	57
5.2.1	Zusammensetzung des Faulschlammes. . . . .	57
5.2.1.1.	Nährstoffwirkung . . . . .	58
<u>5.2.1.1.1</u>	Ertragssteigerungen. . . . .	59
5.2.2	Bodenverbessernde Eigenschaften von Biodung . . . .	61
5.2.2.1.	Verfahren der Biodüngung. . . . .	61
<u>5.2.2.1.1</u>	Verwendung als Festmist . . . . .	62
<u>5.2.2.1.2</u>	Verwendung als Flüssigmist . . . . .	63
6.	Technik der Biogasanlagen. . . . .	64
6.	Verfahren der Biogaserzeugung. . . . .	64
6.1.1	Batch-Anlagen. . . . .	64
6.1.1.1.	Halbtrockenverfahren. . . . .	65
6.1.1.2.	Flüssigverfahren. . . . .	65
6.1.2	Kontinuierliche Anlagen. . . . .	66
6.1.3	Zweistufige Anlagen. . . . .	67
6.2.	Bauweise von Biogasanlagen. . . . .	69
6.2.1	Vertikale Biogasanlagen. . . . .	69
6.2.2	Horizontale Biogasanlagen. . . . .	70
6.2.3	Bag- oder Tube-Digester. . . . .	70
6.3.	Technische Gestaltung der Konstruktionselemente . . . .	71
6.3.1	Faulbehälter. . . . .	71
6.3.1.1.	Form und Größe der Faulbehälter. . . . .	72
6.3.1.2.	Baustoffe. . . . .	73
6.3.2	Gasspeicher. . . . .	74
6.3.2.1.	Naßspeicher. . . . .	75
6.3.2.2.	Trockenspeicher. . . . .	75
6.3.3	Einfüll- und Entnahmeeinrichtungen. . . . .	76
6.3.4	Mischeinrichtungen . . . . .	76
6.3.5	Heizung und Isolation. . . . .	77
6.3.5.1.	Isolation. . . . .	77
6.3.5.2.	Heizung . . . . .	78
6.4.	Bemessungsgrößen für Biogasanlagen. . . . .	80
6.4.1	Faulzeit . . . . .	81

7.	Zusammenfassung . . . . .	83
	Anhang	
	Verzeichnis der Abbildungen im Text . . . . .	88
	Verzeichnis der Tabellen im Text . . . . .	90
	Literaturverzeichnis. . . . .	91
	Stichwortverzeichnis. . . . .	92