

Kälte – Wärme – Klima – Aktuell

Berichte aus den Fachbereichen Kälte, Wärme, Klima, Lüftung, Energie,
Regelung, Gebäudeautomation, Schallschutz

Band 31

Biogas

**Theoretische Grundlagen,
Bau und Betrieb von Anlagen**

von Max Maurer und Jean-Pierre Winkler



Verlag C. F. Müller Karlsruhe

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Einführung	1
1. Der Energiefluß in der Biosphäre	6
2. Einige biochemische Grundlagen	10
2.1 Die chemische Elementaranalyse	10
2.2 Wichtige organisch-chemische Verbindungsklassen	10
2.2.1 Kohlenwasserstoffe.	10
2.2.2 Alkohole	11
2.2.3 Säuren.	11
2.2.4 Aldehyde.	12
2.2.5 Fette und Öle (Lipide)	12
2.2.6 Verbindungen mit Aminogruppen.	13
2.2.3 Makromoleküle	14
2.3.1 Makromoleküle als Folge von Stoffwechsellleistungen	15
2.4 Die pflanzliche Zellwand.	16
2.4.1 Der geschichtete Aufbau.	16
2.4.2 Tüpfel	18
2.4.3 Verholzung	18
2.5 Die biochemische Übertragung von Energie und reduzierendem Wasserstoff in der Zelle.	19
2.5.1 Die enzymatische Katalyse	19
2.5.2 Die Energieübertragung in der Zelle mit dem ATP-System	19
2.5.3 Die Übertragung von reduzierendem Wasserstoff durch das NAD-System in der Zeile	21
2.5.4 Einige energieliefernde Reaktionen in der Zelle	24
3. Photosynthese	25
3.1 1. Reaktionssequenz	25
3.2 2. Reaktionssequenz	26
3.3 Zusammenfassung der beiden Lichtreaktionen	26
3.4 3. Reaktionssequenz	27
3.5 Bilanz der Dunkelreaktionen	27
3.6 Zusammenfassung der photosynthetischen Reaktionssequenz	28
3.7 Chloroplasten	29
4. Energiequellen, die die Photosynthese aufbaut	31
4.1 Holz	31
4.1.1 Pyrolyse	31

4.2	Pflanzen, Abfälle aus der Landwirtschaft, aus Haushalt und aus der Nahrungsmittelindustrie	32
4.2.1	Biogas aus Kläranlagen	32
4.2.2	Biogas aus landwirtschaftlichen Abfällen	33
4.2.3	Methan und Kohlendioxid aus Müll	36
5.	Methanogenese	38
5.1	Ökologie	38
5.2	Systematik	41
5.3	Übersicht über die gegenwärtig in Reinkulturen bearbeiteten Methanbakterien	44
5.4	Morphologie	45
5.5	Biochemische Vorstellungen über die Biosynthese von Methan	48
6.	Biogas im Vormagen von Wiederkäuern	53
7.	Verdauungswege beim Rind und beim Schwein	62
7.1	Zusammensetzung der Kot-Biomasse	64
7.2	Richtwerte für den Anfall und die Zusammensetzung von Flüssigmist (Kot-Harnmischung)	66
7.3	Richtwerte für die Biogaserzeugung aus Flüssigmist	67
8.	Der mehrstufige Abbau von Biomasse zu Biogas	68
8.1	Der 4stufige Abbau	68
8.1.1	Stufe 1	68
8.1.2	Stufe 2	68
8.1.3	Stufe 3	72
8.1.4	Stufe 4	72
8.2	Gaszusammensetzung und abgebaute Biomasse	73
8.2.1	Entschwefelung des Biogases	74
8.3	Hemmung der Biogas-Gärung durch „toxische Substanzen“	75
8.3.1	Detergentien, Desinfektionsmittel	76
8.3.2	Futterzusätze mit antimikrobieller Aktivität	76
9.	Energetische Aspekte des mehrstufigen Abbaus von Biomasse zu Biogas	77
9.1	Allgemeine energetische Grundsätze	77
9.2	Stufe 3	79
9.3	Stufe 4	80
9.4	Freisetzung von Energie beim Abbau von Biomasse	81
9.5	Laborstudie	81
10.	Erzeugung von Biogas – Zusammenfassung	89
10.1	Richtwerte pro Großvieheinheit	89
10.2	Vergärung von Biomasse unter Ausschluß von Luftsauerstoff (anaerob)	90

10.3	Der Gärbehälter oder Faulraum	90
10.4	Temperatur	91
10.5	Säuregehalt, Ammoniakgehalt, pH-Wert.	92
10.6	Durchmischung, Rührwerk, Schwimmschicht	92
10.7	Gasreinigung, Gaslagerung.	93
10.8	Sicherheit	93
10.9	Inbetriebnahme einer Biogasanlage	94
11.	Bau einer Biogas-Anlage	95
11.1	Art und Menge des Viehbestandes.	95
11.2	Bauart des Stalles und System der Mistentfernung	95
11.2.1	Faltschieberentmistung.	95
11.2.2	Kriechentmistung	95
11.2.3	Schwemmentmistung.	95
11.2.4	Fixentmistung	95
11.3	Dimensionierung des Gärraumes.	97
11.4	Zwischendeponie der ausgegorenen Masse	99
11.5	Wahl des Heizsystems.	99
11.5.1	Aufheizung durch Wärmetauscher.	100
11.5.2	Wand-Bodenbeheizung des Gärraumes	100
11.5.3	Aufbau einer Kleinstbiogasanlage ohne Heizung	104
11.5.4	Aufbau einer Biogasanlage mit Wand- und Bodenbeheizung	104
11.6	Verwendungsart des hergestellten Gases.	104
11.7	Heizungssysteme und Warmwasserversorgung	107
11.7.1	Einzelofenheizung	107
11.7.2	Kachelofenheizung	107
11.7.3	Zentralheizung	108
11.7.4	Warmwasserheizung (WWH).	108
11.7.5	Warmwasserheizung bis max. 110 °C.	109
11.7.6	Wärmeluftheizung.	109
11.7.7	Strahlungsheizung	111
11.7.8	Flächenstrahlungsheizung	111
11.7.9	Strahlplattenheizung	112
11.7.10	Infrarotstrahler	112
11.7.11	Warmwasserversorgungsanlagen	113
11.8	Verbrennung von Gas.	113
11.8.1	Primärenergiebedarf.	115
11.9	Regelgeräte	116
11.9.1	Gasdruckregler	116
11.9.1.1	Beispiel 1: Gasdruckregler (Maxitrol)	116
11.9.1.2	Beispiel 2: Gasdruckregler (Kromschroder).	118
11.9.2	Gasdruckwächter.	118
11.9.2.1	Gasdruckwächter für Gas und Luft von 3 bis 1500 mm WS (0,3 bis 150 mbar) (Kromschroder).	119
11.9.3	Hydromagnetventile.	121

11.9.3.1	Hydromagnetventil (Gastechnik)	121
11.9.3.2	Hydromagnetventil	123
11.9.4	Austausch und Wartung von Ventilen	125
11.10	Gasbrenner.	125
11.10.1	Atmosphärische Gasbrenner	125
11.10.2	Gas-Gebläsebrenner	126
11.10.3	Gas/Öl-Zweistoffbrenner.	128
11.10.3.1	Gas-Gebläsebrenner	128
11.10.4	Flammüberwachung.	129
12.	Praktische Hinweise	131
12.1	Überprüfung der elektrischen Anlage.	131
12.2	Entlüften der Gasleitungen	131
12.3	Inbetriebnahme.	132
12.4	Voreinstellung der Instrumente	132
13.	Systeme die die Energieform mehrmals nutzen	133
13.1	Total-Energie-Anlagen	133
13.2	Wärmepumpen	135
14.	Verminderung der Wärmeverluste	136
14.1	Bei Neubauten	136
14.2	Bei Altbauten	136
14.3	Kennwerte der Gebäudeisolation	136
14.3.1	Der k -Wert (Wärmedurchgangskoeffizient)	136
14.3.2	Der Q_h/V -Wert	136
14.4	Baustoffe verschiedener Stärken mit gleichen Wärmeverlusten	138
14.4.1	Wirtschaftlichkeit	138
14.5	Der Wärmeleistungsbedarf Q_h	138
14.5.1	Grundsätzlich	138
14.6	Mechanische Entlüftung, Wohnungsbau	139
14.6.1	Außenlufttemperaturen und Raumtemperaturen	139
14.6.2	Brauch-Warmwassererwärmung, Zentralversorgung.	140
15.	Literaturverzeichnis	141