

## Dokumentation der Fortschreibung der Kapitel „1 bis 1.8 Grundlagen und Technik“ im Biogashandbuch Bayern

### 1. Fassung vom Dezember 2007

### 2. Fassung vom April 2021

#### Inhaltliche Fortschreibung der Fassung vom Dezember 2007:

Generell wurde der Begriff Reaktor durch Fermenter ersetzt

Generell wurden die Begriffe Gärrest bzw. Gärprodukt durch Gärrückstand ersetzt

1. **Kap. 1.1:** Historischer Abriss wurde aktualisiert. Abb1 und Abb2 wurden angepasst, ebenso die Texte der Abb.
2. **Kap. 1.2:** Grundlagen des Biogasverfahrens wurde z.T. umformuliert und z.T. gestrichen.
  - 1.3 Grundlagen der Biogasentstehung „Methan wird in der Atmosphäre nur sehr langsam abgebaut“ wurde gestrichen.
3. **Kap. 1.3.1:** Der zweite Absatz „Der Prozess der Biogasentstehung“ wurde gelöscht.

Abbildung 2: Flussschema des Biogasbildungsprozesses wurde eingefügt und der Text ergänzt.
4. **Kap. 1.3.1.1 Hydrolyse:** „aus den Gruppen der Kohlenhydrate, der Proteine und der Fette“ und „Durch diesen enzymatischen Prozess“ ... wurde hinzugefügt.

Tab1“Stoffumsetzungen in der hydrolytischen Phase und Beispiele beteiligter Mikroorganismen“ wurde eingefügt, Text aktualisiert.
5. **Kap.1.3.1.2 Acidogenese:** Text zu Tab. 2 wurde aktualisiert.
6. **Kap.1.3.1.3 Acetogenese:** Text zu Tab. 2 wurde korrigiert.
7. **Kap.1.3.1.4 Methanogenese:** Text „Die Methanbildung basiert zu 70%...“ wurde gelöscht und durch „Die methanbildenden Archaeen sind strikt anaerob...“ ersetzt. Tab4 Autor Hartmann wurde gelöscht.
8. **Kap. 1.3.1.5** wurde in „Weitere Prozesse und Prozessbedingungen“ umbenannt und neu gefasst. Tab5 wurde z.T. umbenannt, Text wurde angepasst. Abb5 und Abb6: Text wurde gelöscht und umbenannt in Abb.3: „Relative Biogasmenge in Abhängigkeit von Temperatur und Verweilzeit“. Text wurde angepasst.
9. **Kap. 1.3.2 Prozessprodukt „Biogas“ „Ausgangssubstrate“** wurden durch „Ausgangsmaterial“ ersetzt.

In Tab6 wurde Autor Hartmann gelöscht, der Text aktualisiert. Abb7: „zugeführtes Substrat“ wurde durch „zugeführte organische Trockenmasse“ ersetzt. Abb8 Autor wurde ersetzt, Text angepasst.
10. **Kap. 1.4** Der Begriff „Substrate“ wurde durch den Begriff „Einsatzstoffe“ durchgängig ersetzt, der Text wurde ergänzt durch: grundsätzlich sind alle neuen Einsatzstoffe mit der Behörde abzustimmen.
11. **Kap.1.4.1** wurde durch „Landwirtschaftliche Biogasanlagen“ ergänzt.
12. **Kap.1.4.1.1 Flüssigmist (Gülle) Tabelle** wurde ersetzt, ebenso der Text.
13. **Kap.1.4.1.2 Tabelle** wurde ersetzt, ebenso der Text.
14. **Kap.1.4.1.3 (Koppelprodukte)Tabelle** wurde hinzugefügt. Tabelle wurde ersetzt, ebenso der Text.
15. **Kap.1.4.1.3 Tabelle** wurde ersetzt, ebenso der Text.
16. **Kap.1.4.1.4.1 Text** „Silomais nimmt bei Biogasanlagen...“ wurde hinzugefügt.
17. **Kap.1.4.1.4.2 Text** wurde z.T. umformuliert, z.T. gelöscht, Tabellen wurden entfernt.
18. **Kap.1.4.1.4.3 „Grassilage“** wurde hinzugefügt, Abb11 ergänzt. „Für eine nachhaltige Biogaserzeugung aus Energiepflanzen...“ wurde gelöscht.
19. **Kap.1.4.2** wurde korrigiert, Tab13 gelöscht.
20. **Kap.1.4.3 Landschaftspflegematerial** wurde hinzugefügt.
21. **Kap.1.4.3 Text** wurde korrigiert
22. **Kap.1.4.4.1 Text** wurde korrigiert, Tab14 gelöscht.
23. **Kap.1.4.4.2 Text** wurde korrigiert, Tab15 gelöscht.
24. **Kap.1.4.5 erster Absatz** „Innerhalb Bayerns...“entfällt.
25. **Kap.1.4.5.1 Text** wurde korrigiert, Tab16 gelöscht.
26. **Kap.1.4.5.2 Text** wurde korrigiert, Tab17 gelöscht.
27. **Kap.1.4.5.3 Text** wurde korrigiert, Tab18 gelöscht.
28. **Kap.1.4.6 Text** wurde korrigiert, Tab19 gelöscht.

29. **Kap.1.4.6.1** „Bei einzelbetrieblichen Biogasanlagen...“ und „über das Verhalten der Schadstoffe...“ wurde entfernt.
30. **Kap.1.5** Der Begriff Kofermentationsanlage wurde ersetzt durch landwirtschaftliche BGA mit Gülle- und NawaRo-Beschickung. Der Text zu Abb.12 wurde hinzugefügt und Abb.20 wurde gelöscht.
31. **Kap. 1.5.1** Der Begriff „Substrate“ wurde durch den Begriff „Einsatzstoffe“ durchgängig ersetzt, im Text wurde die EG-Nr. aktualisiert.
32. **Kap. 1.5.2** Text wurde ergänzt durch „lignocellulosereiche Einsatzstoffe“.
33. **Kap. 1.5.2.1** Text wurde korrigiert.
34. **Kap. 1.5.2.2** Text wurde ergänzt durch „Steigerung der Methanausbeute“ und eine Auflistung der Aufbereitungsverfahren.
35. **Kap. 1.5.2.3** „In einer Umfrage...“ wurde gelöscht. Abb.21 wurde entfernt.
36. **Kap. 1.5.3** Text wurde umformuliert. Abb.24 wurde gelöscht, ebenso der Text zu Abb.24.
37. **Kap. 1.5.3.1** Abb.25 und Abb.26 wurden entfernt. Im Text wurde „zwei-bzw. mehrphasige Anlagen“ gelöscht.
38. **Kap. 1.5.3.1.1** Überschrift wurde durch (Hauptgär- und Nachgärbehälter) ergänzt. Der Text wurde angepasst. Abb.27 wurde durch Abb.15 ersetzt, der Text zu Abb.15 eingefügt.
39. **Kap. 1.5.3.1.2** In der Überschrift wurde „Pfpfenstromreaktoren“ durch „(Vorbehandlung und Hauptgärbehälter)“ ersetzt. Abb.28 wurde durch Abb.16 ersetzt, der Text angepasst.
40. **Kap. 1.5.3.1.3.1** Abbildungen wurden umbenannt. Abb.29 in Abb.17. Abb.30 in Abb.18. Abb.31 in Abb.19. Der Text wurde korrigiert.
41. **Kap. 1.5.3.2** Text „Substrateintrag“ wurde eingefügt. „Fördersysteme und Einbringtechnik“ wurde gestrichen.
42. **Kap. 1.5.3.3** Überschrift wurde durch „flüssigen Wirtschaftsdünger“ ergänzt, der Text wurde angepasst.
43. **Kap. 1.5.3.4** aus der Überschrift wurde „Anlagen mit“ gestrichen, der Text wurde angepasst. Abb.32 wurde in Abb.20 umbenannt.
44. **Kap. 1.5.3.5** Das ursprüngliche Kapitel wurde komplett gelöscht (Einspülschächte sind nicht mehr Stand der Technik). Im jetzigen Kapitel wurde Absatz1 stark eingekürzt. Abb.33 und Text wurden gelöscht.
45. **Kap. 1.5.3.2.4** Abb.35 und Text wurden gelöscht.
46. **Kap. 1.5.3.2.5** Abb.26 und Text wurden gelöscht.
47. **Kap. 1.5.3.2.6** Text, Abb.21 und Abb.22 wurden eingefügt.
48. **Kap. 1.5.4** Abb.39 wurde gelöscht. UV- geschützt wurde zur frostfreie Verlegung von Kunststoffrohren hinzugefügt.
49. **Kap. 1.5.5.2** Text wurde umgeschrieben. Abb.41 und Abb.42 entfernt.
50. **Kap. 1.5.6** Abb.43 wurde durch Abb.23 ersetzt, der Text wurde angepasst.
51. **Kap. 1.5.7** Abb.44 wurde durch Abb.24 ersetzt, der Text wurde angepasst.
52. **Kap. 1.5.8** wurde umgeschrieben.
53. **Kap. 1.5.9** Abb.42 bis Abb.52 wurden gelöscht. Der Text wurde angepasst.
54. **Kap. 1.5.10** Tab.8 wurde gemäß neuer EEG-Vorgaben aktualisiert. Der Text vor und nach der Tabelle wurde angepasst.
55. **Kap. 1.5.10.1** „automatisierte Dokumentation“ wurde eingefügt, der Text wurde aktualisiert. Tab.22 wurde umbenannt in Tab.9 „Messung von Einsatzstoffmengen“ und aktualisiert. Der Text wurde angepasst.
56. **Kap. 1.5.10.2** Tabelle wurde umformatiert
57. **Kap. 1.5.10.3** „Für Anlagen, die der 44 BlmschV unterliegen ist die H<sub>2</sub>S-Überwachung obligatorisch.“ Wurde eingefügt.
58. **Kap. 1.5.10.5** Der letzte Satz „Wärmemengenzähler...“ wurde gestrichen. Kap.1.5.3.9.6 „Zündölverbrauch“ wurde entfernt.
59. **Kap. 1.5.10.6** Kap.1.5.9.7 „Stromproduktion und Stromverbrauch“ wurde aktualisiert. „Hausstromzähler für Eigenverbrauch bei Überschusseinspeisung“ wurde ersetzt durch: „Bei einer Überschusseinspeisung ist der Eigenverbrauch durch einen geeichten Stromzähler zu erfassen, da für Verbrauchsmengen, die über 30 MWh/a hinausgehen eine EEG-Umlage zu entrichten ist.“
60. **Kap. 1.6** „Gasführende Systeme“ ist als neues Kapitel dazu gekommen.
61. **Kap. 1.6** Abb.53 wurde entfernt.
62. **Kap. 1.6.1** „interner Gastransport“ wurde eingefügt. Der Text wurde umgeschrieben. Abb.54 wurde in Abb.25 umbenannt.

63. **Kap. 1.6.2** „Gasaufbereitung“ wurde eingefügt.
64. **Kap. 1.6.2.1** „Trocknung“ wurde eingefügt.
65. **Kap. 1.6.2.1.1** „Kondensation“ wurde eingefügt.
66. **Kap. 1.6.2.1.2** „Adsorption“ wurde eingefügt.
67. **Kap. 1.6.2.1.3** „Absorption“ wurde eingefügt.
68. **Kap. 1.6.2.2** wurde korrigiert. Kap. 1.5.4.3 „Bildung von Schwefelwasserstoff“ wurde gestrichen. „Biologische Entschwefelung“ und Abb.26 wurden eingefügt. Kap.1.5.4.4 „Verfahren zur Entschwefelung von Biogas“ und Abb.55 wurden gelöscht.
69. **Kap. 1.6.2.2.1** Abb.56 wurde durch Abb.27 ersetzt, der Text wurde umgeschrieben.
70. **Kap. 1.6.2.2.1** „Chemische Verfahren“ wurde eingefügt.
71. **Kap. 1.6.2.3** „CH<sub>4</sub> Anreicherung“ wurde hinzugefügt. Tab.11 „Aufbereitungsverfahren zur Anreicherung von Methan“ wurde eingefügt.
72. **Kap. 1.6.3** Erster Absatz und Tab.24 wurden gestrichen. Text „Der Gasspeicher...“ wurde eingefügt, Tab.12 wurde korrigiert. Der letzte Satz im ersten Absatz unter Tab. 12 wurde ergänzt um: ..... Anforderungen sind in den DWA Merkblättern M 375 und 377 ausführlich beschrieben. Kap. 1.5.4.5.1 „Gasspeicherausführungen“ wurde durch „Interne Gasspeicher“ ersetzt. Zweiter Absatz „Tragluftdach“ und Abb.28 wurden eingefügt. Dritter Absatz „Folienhaube“ wurde eingefügt, Abb.57 wurde umbenannt in Abb.29. Viertes Absatz „Foliendach“ wurde eingefügt, Abb.58 wurde umbenannt in Abb.30. Fünftes Absatz „Externer Foliengasspeicher“ wurde umgeschrieben, Abb.59 gelöscht.
73. **Kap. 1.7** „Gasnutzung“ ist als neues Kapitel dazu gekommen.
74. **Kap. 1.7** Text wurde korrigiert, Abb.60 wurde gestrichen.
75. **Kap. 1.7.1** Text wurde aktualisiert.
76. **Kap. 1.7.1.1** Der erste Satz „BHKW Motorbauarten...“ wurde gestrichen, der Text wurde aktualisiert. Tab.25 wurde gelöscht. Abb.61 und Text wurden gelöscht. Abb.62 wurde gelöscht, der Text wurde umgeschrieben. Tab.13 wurde eingefügt. Tab.26 wurde gelöscht, Abb.63 wurde durch Abb.31 ersetzt. Erster, zweiter und dritter Absatz „Verlauf der Emissionsraten“ wurden hinzugefügt. Erster Satz nach Tab. 31 wurde ergänzt um .....sowie ggf. Kohlenwasserstoffe.....
77. **Kap. 1.7.1.2** Text „Stirlingmotor“ wurde aktualisiert. Tab.64 wurde entfernt.
78. **Kap. 1.7.1.3** Text „Brennstoffzelle“ wurde aktualisiert. Der Text „Funktionsprinzip“ wurde umgeschrieben. Abb.65 wurde gelöscht. Tab. 27 „Brennstoffzellentypen“ wurde gelöscht.
79. **Kap. 1.7.1.4** Abb.66 „Funktionsprinzip einer Mikrogasturbine“ wurde entfernt. Der Text und Tab.28 wurden gelöscht.
80. **Kap. 1.7.2** „Wärmenutzung“ erster, zweiter und dritter Absatz wurden eingefügt. Text „Wärmetauscher...“ wurde gestrichen.
81. **Kap. 1.7.2.1** Überschrift „Eine alternative Verwendung...“ wurde ersetzt durch „Die Nutzung von Biogasabwärme...“. Der Text wurde angepasst.
82. **Kap. 1.7.2.2** Im Text wurden „Kräuter“ hinzugefügt.
83. **Kap. 1.7.2.3** Text „Speicherung“ wurde stark eingekürzt und aktualisiert.
84. **Kap. 1.7.2.4** Text „Kälteerzeugung“ wurde korrigiert. Abb.67 wurde gelöscht, ebenso der Text zur Abb. Kap. 1.5.5.2.4 „OCR Prozess“ wurde gelöscht, ebenso Abb.68.
85. **Kap. 1.7.2.5** wurde umbenannt in „CRC und ORC Technologie“. Der Text wurde ergänzt.
86. **Kap. 1.7.3** Der Text wurde aktualisiert. Tab.29 und Tab.30 wurden gelöscht. Kap.1.5.6 „Gärrestverwertung“ wurde entfernt.
87. **Kap. 1.7.4** Überschrift wurde umbenannt in „Gasentsorgung“. Der Text wurde ergänzt.
88. **Kap. 1.8** „Gärrückstandslagerung“ ist als neues Kapitel dazu gekommen.
89. **Kap. 1.8** „Gärrestlagerung“ wurde aktualisiert. Der vierte Absatz „neben meteorologischen Faktoren“ wurde gelöscht. Tab.31 „Lagerbehälterabdeckungen“ wurde gelöscht. Ebenso wurden Kap. 1.5.6.2 „Ausbringverfahren“ und Tab.32 entfernt.
90. Das Literaturverzeichnis wurde aktualisiert.