

edition beton



Matthias M. Middel

# Planungshilfe Biogasanlagen aus Beton

VERLAG



BAU+TECHNIK

# **Planungshilfe Biogasanlagen aus Beton**

Planung, Bemessung, Ausführung

VLB-Meldung

Matthias Middel (Hrsg.) u. a.

**Planungshilfe Biogasanlagen aus Beton**

Planung, Bemessung, Ausführung

Düsseldorf: Verlag Bau+Technik GmbH, 2013

**ISBN 978-3-7640-0567-2**

© by Verlag Bau+Technik GmbH  
Gesamtproduktion: Verlag Bau+Technik GmbH,  
Postfach 12 01 10, 40601 Düsseldorf  
**[www.verlagbt.de](http://www.verlagbt.de)**

Druck: B.o.s.s Druck und Medien GmbH, 47574 Goch

# **Planungshilfe Biogasanlagen aus Beton**

Planung, Bemessung, Ausführung

Prof. Dr.-Ing. Matthias Middel (Hrsg.)  
Harald Feldmann  
Dipl.-Ing. (FH) Florian Pelzer  
Dr.-Ing. Thomas Richter  
Dipl.-Ing. Michael Stahl

Die Inhalte und Lösungsvorschläge in diesem Buch sind nach bestem Wissen zusammengestellt. Hinsichtlich der Anwendung der Inhalte kann vom Autor jedoch keine Gewähr übernommen werden. Das Buch ersetzt nicht die projektbezogene Planungsleistung. Sie entbindet nicht von der Pflicht zur Prüfung der Normvorgaben und ihrer Gültigkeit für den jeweiligen Anwendungsfall. Die Anwendung der Inhalte und Lösungsvorschläge berechtigt zu keinerlei Regressansprüchen gegenüber dem Autor.

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	7
<b>1 Planungshilfe Biogasanlagen aus Beton</b>	
Planung – Bemessung – Ausführung .....	9
1.1 Aus Biomasse wird Energie .....	9
1.2 Wasserrechtliche Rahmenbedingungen für Bau und Betrieb von Biogasanlagen .....	11
<b>2 Grundlagen der Planung von Biogasanlagen</b> .....	13
2.1 Ausgangswerte für Biogasanlagen in landwirtschaftlichen Betrieben .....	13
2.2 Bauformen und Bauarten .....	16
2.2.1 Bemessung des Fermentervolumens .....	17
2.3 Umweltrechtliche Planungsbedingungen .....	18
<b>3 Gründung und Leckageerkennung</b> .....	21
3.1 Gründung .....	21
3.2 Leckageerkennung .....	23
<b>4 Konstruktion der Behälter</b> .....	25
4.1 Wärmedämmung und Beheizung der Behälter .....	25
4.2 Rührwerkstechnik .....	31
4.3 Bühnenbau .....	31
4.4 Dächer und Decken .....	31
4.4.1 Abdeckungen aus Stahlbeton .....	32
4.4.2 Membranabdeckungen .....	33
4.5 Durchdringungen der Behälterwand .....	38
4.5.1 Eintrag des Substrats .....	38
4.5.2 Gasentnahmeleitung .....	39
4.5.3 Reinigungs- bzw. Inspektionsöffnungen .....	40
4.6 Abdichtungen .....	41
4.7 Hinweise zur Planung des Blockheizkraftwerks (BHKW) .....	43
<b>5 Einwirkungen auf Betonbauteile von Biogasanlagen</b> .....	45
5.1 Typische Einwirkungen .....	46
5.2 Geotechnische Sicherheitsnachweise .....	47
5.2.1 Grenzzustände der Tragfähigkeit .....	48
5.2.2 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit .....	50

5.3	Thermische Einwirkungen .....	50
5.4	Rissbreitenbegrenzung .....	52
5.5	Wände .....	53
5.5.1	Statische Einwirkungen .....	53
5.5.2	Beanspruchungen des Fermenters .....	54
5.5.3	Bemessung .....	56
5.6	Dächer .....	57
<b>6</b>	<b>Dauerhaftigkeit /Anforderungen an den Beton</b> .....	<b>59</b>
6.1	Fermenter und Nachgärbehälter .....	59
6.2	Eintragsbunker und Vorratsbehälter für Biomasse .....	65
<b>7</b>	<b>Behälter in Fertigteilbauweise</b> .....	<b>67</b>
7.1	Spannbeton-Behälterwände .....	67
7.2	Behälterdecken aus Betonfertigteilen .....	68
7.3	Einbauteile .....	69
7.4	Hohe Betonqualität .....	70
<b>8</b>	<b>Behälter in Ortbetonbauweise</b> .....	<b>71</b>
8.1	Schal- und Betonarbeiten der Wände .....	71
8.2	Aufbringen der Wärmedämmung .....	73
<b>9</b>	<b>Hinweise zu Inbetriebnahme und Betrieb</b> .....	<b>75</b>
<b>10</b>	<b>Checkliste</b> .....	<b>77</b>
<b>11</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>79</b>
11.1	Fachliteratur .....	79
11.2	Regelwerke .....	80
<b>12</b>	<b>Glossar</b> .....	<b>83</b>

## **Vorwort**

### **Sichere und wirtschaftliche Biogasanlagen**

In Deutschland existieren über 7.500 Biogasanlagen. Die meisten sind in der Hand von Landwirten. Biogas ist daher zu einem wichtigen Betriebszweig vieler landwirtschaftlicher Betriebe geworden und wirtschaftlich häufig ein interessanter Grundstofflieferant für die Nahrungsmittelproduktion. Ein Grund dafür ist sicher in der für Landwirte unbefriedigenden Preissituation für ihre Erzeugnisse beim Groß- und Einzelhandel zu finden.

Biogas kann bedarfsgerecht Energie als Gas, Strom oder Wärme bereitstellen und wird als Ersatz für fossile Energie im Strommix der Zukunft eine Schlüsselrolle einnehmen. Der Ausbau über die EEG-Umlage finanzierten Erneuerbaren Energien sorgt jedoch aufgrund der damit verbundenen Steigerung der Stromkosten immer wieder für Diskussionen nach dem zumutbaren Anteil im Energiemix. In diesem Zusammenhang sind Ergebnisse einer Studie des Forums für Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft e.V. (FÖS) interessant. Danach beläuft sich die steuerfinanzierte Förderung von Kohle- und Atomstrom in 2012 auf umgerechnet 10,2 ct/kWh. Mögliche Kosten für Klima und Umwelt (z.B. Endlager für Atommüll) sind laut Studie in dieser „Konventionellen Umlage“ noch nicht einmal berücksichtigt. Im Ergebnis ist die fast das Doppelte der im Oktober 2012 beschlossenen Erhöhung der EEG-Umlage auf 5,3ct/kWh.

Genehmigung, Bau und Betrieb von Biogasanlagen ist zunehmend von Konflikten und Diskussionen mit dem Umfeld geprägt. Um diesen vorzubeugen sind fachlich fundierte Informationen zur Erstellung und zum Betrieb der Anlagen seitens der Betreiber notwendig. Insbesondere sollte dem Umfeld verdeutlicht werden, dass Sorgfalt beim Betrieb und Rücksicht bei Zu- und Ablieferungen eine hohe Priorität erfahren. Besonders auch Anlagenbauer sind gefordert höchste Qualifikationsansprüche bei Planung und Ausführung an das eingesetzte Material und die abgelieferte Arbeitsleitung zu stellen, um sichere Biogasanlagen zu gewährleisten.

Das vorliegende Buch liefert für die Planung, Bemessung und Ausführung von Biogasanlagen viele hilfreiche Anregungen und stellt relevante Normen und Richtlinien dar.

Dr. Eilert Balssen

Vorstandsmitglied und Sprecher Arbeitsausschuss Wirtschaft (AAW)  
in der Bauförderung Landwirtschaft (BFL) e.V.



# 1 Planungshilfe Biogasanlagen aus Beton

## Planung – Bemessung – Ausführung

Der Bau von Biogasanlagen zur Erzeugung umweltfreundlicher Energie hat in den letzten Jahren einen Boom erlebt. Allein im Jahr 2011 gingen ca. 1.300 Anlagen in Betrieb. Die installierte elektrische Gesamtleistung aller Biogasanlagen in Deutschland betrug Ende 2011 rund 2.900 Megawatt.

Der Betrieb dieser Anlagen stellt hohe Ansprüche an die Baukonstruktion. Gleichzeitig erwarten die Betreiber – Landwirte, Kommunen und Investoren – eine lange störungsfreie Lebensdauer ihrer Anlagen. Biogasanlagen in Ortbeton- und Betonfertigteile-Bauweise beweisen seit vielen Jahren, dass sie diesen Anforderungen gerecht werden, wenn sie sorgfältig geplant und ausgeführt werden.

Dieses Buch vermittelt als „Planungshilfe Biogasanlagen aus Beton“ Planern und Bauherren das hierfür erforderliche Fachwissen.

### 1.1 Aus Biomasse wird Energie

Das Grundprinzip der Biogaserzeugung beruht darauf, dass organische Stoffe wie Fette, Kohlenhydrate und Eiweiße von Bakterienkulturen anaerob in niedermolekulare Bausteine zersetzt werden (Fermentation), wobei das im Prozess entstehende energiereiche Gas Methan ( $\text{CH}_4$ ) aufgefangen und genutzt wird.

Hauptquelle für diese organischen Stoffe (Biomasse) war bisher in der Regel Gülle aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung und Tierproduktion. Zunehmend werden für die Biogaserzeugung aber auch speziell zu diesem Zweck angebaute nachwachsende

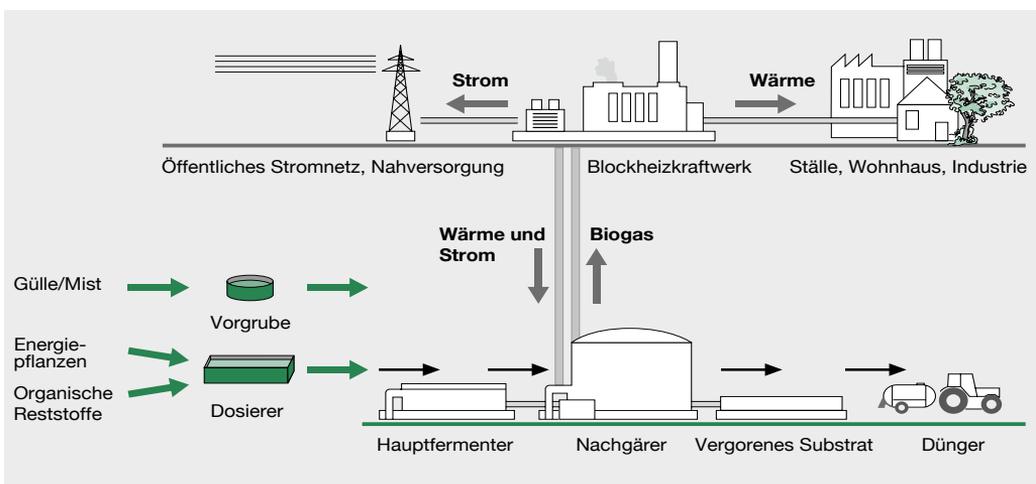


Bild 1.1: Grundprinzip der Biogaserzeugung