



沼气工程与技术

Biogas Engineering and Application

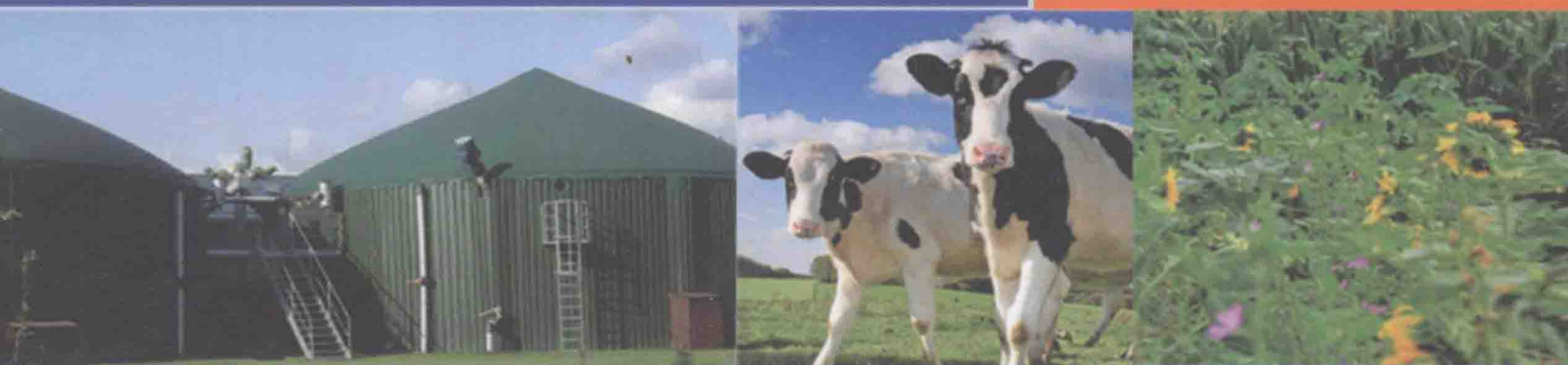
沼气指南——从生产到使用

Guide to Biogas – From Production to Use

第4卷
Volume 4

董仁杰 [奥]伯恩哈特·蓝宁阁 主编

Edited by: Prof. Dr. DONG Renjie
Prof. Dr. Bernhard Raninger



中国农业大学出版社
China Agricultural University Press

沼气工程与技术

Biogas Engineering and Application

沼气指南——从生产到使用
Guide to Biogas — From Production to Use

董仁杰 [奥]伯恩哈特·蓝宁阁 主编
Edited by: Prof. Dr. DONG Renjie
Prof. Dr. Bernhard Raninger

第4卷
Volume 4

中国农业大学出版社
· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

沼气工程与技术:第4卷/董仁杰,[奥]伯恩哈特·蓝宁阁主编. —北京:中国农业大学出版社,2013.5
ISBN 978-7-5655-0680-2

I. ①沼… II. ①董… ②伯… III. ①沼气工程-研究 IV. ①S216.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 064344 号

书 名 沼气工程与技术(第4卷)

作 者 董仁杰 [奥]伯恩哈特·蓝宁阁 主编

策划编辑 张秀环

责任编辑 张秀环

封面设计 季方 赵媛媛 郑川

责任校对 王晓凤 陈莹

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62818525,8625

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出版部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

E-mail cbsszs@cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2013年5月第1版 2013年5月第1次印刷

规 格 889×1194 16开本 30.75印张 930千字

定 价 185.00元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

中文翻译:李松

中文翻译校对:卢红雁,钱名字

英文校对:欧阳迈

Chinese translator: LI Song

Chinese translation proofreading: Dr. LU Hongyan; QIAN Mingyu

English text proofreading: Michael Oos

前 言

德国联邦食品、农业及消费者保护部(BMELV)下属的德国可再生能源处(FNR)发布的《沼气指南》是沼气领域的一本关键著作。这一领域的著名专家总结了德国在农业沼气方面的经验,从基础生物学、大规模沼气工程技术、运行经验到沼气处理及利用所有环节进行考虑,再加上法律框架条件、经济核算、沼渣沼液的利用以及项目执行管理等方面的经验,共同促成了德国沼气行业成功发展的案例。

GIZ(德国国际合作机构)支持德国联邦经济合作及发展部(BMZ)在发展中国家利用可再生能源。GIZ“能源领域技术合作项目”在“中德生物质利用优化项目”支持下,已经将《沼气指南》第五版翻译成英文。为了提高中国大中型沼气工程的技术标准和绩效管理,并促进沼气行业的可持续发展,“中德生物质利用优化项目”组织人员将《沼气指南》翻译成中文。

《沼气指南》为中国沼气领域的相关人员提供了一个极具价值的工具。不论是学生还是决策者,金融机构还是设计者,政策制定者还是运行人员,甚至能源和肥料用户,都能从本书中获得相关指导。

董仁杰 博士 教授
中国农业大学生物质能工程与低碳技术研究室
中国农业大学生物质工程中心常务副主任

伯恩哈特·蓝宁阁 博士 教授
中国石油大学新能源研究中心
德国 GIZ 中德生物质能优化利用项目主任

2013 年 4 月于北京

Preface

The German Agency for Renewable Resources (FNR) under the German Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV) has issued a ‘Guide to Biogas’, which can be considered as one of the key publications in this field. Leading experts have compiled the German experience in the agricultural biogas sector, considering the entire chain from microbiological fundamentals, via the industrial large scale technology of biogas production, the operation experiences, gas processing and utilization. Further the legal framework conditions, economics and the use of the digestate are elaborated, as well as project implementation management aspects, all making biogas development in Germany a success story.

The GIZ, Deutsche Gesellschaft für International Zusammenarbeit supports the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ) in applying renewable energies in developing and emerging countries. The GIZ Project ‘Technology Cooperation in the Energy Sector’ has, with the contribution of the Sino-German Biomass Utilization Project in Beijing translated the 5th edition of the ‘Guide to Biogas’ 2010 into English and the Biomass Project, in its efforts to improve the technical standard and the performance of medium-and large-scale biogas plants that produce energy from biomass and to make the biogas sector more sustainable in China, has arranged the Chinese version.

This ‘Guide to Biogas’ will be a highly valuable support tool for all stakeholders in the biogas sector in China, from students to decision makers, from financial institutions to designers, from policy makers to operators and to energy and fertilizer users.

The Chief Editors

Prof. Dr. Dong Renjie
China Agricultural University (CAU)
BioEnergy Engineering and Low Carbon
Technology Laboratory (BEELC)
Biomass Engineering Centre (BECAU)

Prof. Dr. phil.-habil. Bernhard Raninger
China University of Petroleum Beijing (CUPB)
New Energy Research Institute (NERI)

GIZ, Sino-German Biomass Utilization Project

Beijing, April 2013

德国国际合作机构(GIZ)“能源领域技术合作”项目,支持德国联邦经济合作发展部(BMZ)通过改进合作框架和提供方法及技术援助,从而促进发展中国家和新兴国家的可再生能源发展和能源效率的提高。

The Project “Technology Cooperation in the Energy Sector” of the Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) supports the Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ) to improve framework conditions, technical assistance and approaches for the deployment of renewable energies and energy efficiency in developing and emerging countries.

《沼气指南》英文版由以下 GIZ 项目联合资助:

- 能源领域技术合作
- 东非项目发展计划(PDP)
- 东南亚可再生能源支持计划
- 乌干达可再生能源推广计划
- 中德生物质利用优化项目

The English version of the "Leitfaden Biogas" was jointly financed by the following GIZ projects:

- Technology Cooperation in the Energy Sector
- Project Development Programme (PDP) East Africa
- ASEAN-Renewable Energy Support Programme
- Promotion of Renewable Energy and Energy Efficiency Programme (PREEEP), Uganda
- SINO-German Project for Optimization of Biomass Utilization

支持单位:

Supported by :



Implemented by:



On behalf of

BMZ



Federal Ministry
for Economic Cooperation
and Development

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit
Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn
Germany
T: +49 6196 79-4102
F: +49 6196 79-115
E: energy@giz.de
I: www.giz.de

支持单位：

Supported by:



Federal Ministry of
Food, Agriculture
and Consumer Protection

based on a decision of the Parliament
of the Federal Republic of Germany



项目持有人： **Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)**

Project holder: Internet: www.fnr.de

代表： **Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV)**

On behalf of: Internet: www.bmelv.de

原编辑支持： **Deutsches Biomasse Forschungs Zentrum (DBFZ)**

Editing support: Internet: www.dbfz.de

合作伙伴： **Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL)**

Partners: Internet: www.ktbl.de

Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI)

Internet: www.vti.bund.de/de/institute/ab/

Rechtsanwaltskanzlei Schnutenhaus & Kollegen

Internet: www.schnutenhaus-kollegen.de

封面图片版权： **Mark Paterson/FNR; Werner Kuhn/LWG; FNR/iStockphoto**

Copyright

(cover pictures):

作者名录

姓名	研究所
Thomas Amon	University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna (BOKU)
Hartwig von Bredow	Schnutenhaus & Kollegen (law firm)
Jaqueline Daniel-Gromke	Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Helmut Döhler	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
Elmar Fischer	Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Erik Fischer	Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Jörg Friehe	Johann Heinrich von Thünen Institute (vTI)
Henrik Gattermann	Formerly: Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (IE)
Sven Grebe	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
Johan Grope	Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Stefan Hartmann	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
Peter Jäger	Formerly: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
Uwe Jung	Formerly: Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Martin Kaltschmitt	Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Ulrich Keymer	Bavarian State Research Centre for Agriculture (LfL)
Susanne Klages	Formerly: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
Jan Liebetrau	Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Anke Niebaum	Formerly: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
Jan Postel	Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Gerd Reinhold	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Ursula Roth	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
Alexander Schattauer	Formerly: Johann Heinrich von Thünen Institute (vTI)
Anne Scheuermann	Formerly: Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (IE)
Frank Scholwin	Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Andre Schreiber	Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Britt Schumacher	Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Markus Schwab	Formerly: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
Ralf Stephany	PARTA Buchstelle für Landwirtschaft und Gartenbau GmbH
Thomas Weidele	Formerly: Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (IE)
Peter Weiland	Johann Heinrich von Thünen Institute (vTI)
Marco Weithäuser	Formerly: Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Ronny Wilfert	Formerly: Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (IE)
Bernd Wirth	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
Sebastian Wulf	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)

研究所地址附后

List of contributors

Name	Institution
Thomas Amon	University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna (BOKU)
Hartwig von Bredow	Schnutenhaus & Kollegen (law firm)
Jaqueline Daniel-Gromke	Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Helmut Döhler	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
Elmar Fischer	Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Erik Fischer	Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Jörg Friehe	Johann Heinrich von Thünen Institute (vTI)
Henrik Gattermann	Formerly: Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (IE)
Sven Grebe	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
Johan Grope	Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Stefan Hartmann	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
Peter Jäger	Formerly: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
Uwe Jung	Formerly: Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Martin Kaltschmitt	Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Ulrich Keymer	Bavarian State Research Centre for Agriculture (LfL)
Susanne Klages	Formerly: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
Jan Liebetrau	Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Anke Niebaum	Formerly: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
Jan Postel	Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Gerd Reinhold	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Ursula Roth	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
Alexander Schattauer	Formerly: Johann Heinrich von Thünen Institute (vTI)
Anne Scheuermann	Formerly: Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (IE)
Frank Scholwin	Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Andre Schreiber	Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Britt Schumacher	Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Markus Schwab	Formerly: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
Ralf Stephany	PARTA Buchstelle für Landwirtschaft und Gartenbau GmbH
Thomas Weidele	Formerly: Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (IE)
Peter Weiland	Johann Heinrich von Thünen Institute (vTI)
Marco Weithäuser	Formerly: Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ)
Ronny Wilfert	Formerly: Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (IE)
Bernd Wirth	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
Sebastian Wulf	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)

The addresses of the institutions are given on page

目 录

图片目录	13
表格目录	21
作者名录	29
1 前言	3
M. KALTSCHMITT, F. SCHOLWIN	
1.1 目的	3
1.2 方法	3
1.3 内容	4
1.4 目标群体	4
1.5 范围定义	4
1.5.1 技术	4
1.5.2 底物	4
1.5.3 数据有效性	5
1.5.4 数据范围	5
2 厌氧发酵原理	6
J. FRIEHE, P. WEILAND, A. SCHATTAUER	
2.1 沼气的产生	6
2.2 反应器的环境条件	7
2.2.1 氧气	7
2.2.2 温度	8
2.2.3 pH	8
2.2.4 营养物供给	8
2.2.5 抑制物	9
2.3 运行参数	10
2.3.1 发酵罐的有机负荷和停留时间	10
2.3.2 容积产气率、单位产气率和降解率	12
2.3.3 混合	12
2.3.4 产沼潜力和产甲烷反应	12
2.4 参考文献	14
3 沼气生产技术	16
J. POSTEL, U. JUNG, EL. FISCHER, F. SCHOLWIN, T. WEIDELE, H. GATTERMANN, A. SCHATTAUER, P. WEILAND	
3.1 不同流程的特征与区别	16
3.1.1 发酵底物中的干物质含量	16
3.1.2 进料类型	17

3.1.3	发酵相数和级数·····	17
3.2	工艺设计·····	17
3.2.1	底物管理·····	19
3.2.2	沼气生产·····	34
3.2.3	沼肥的储存·····	49
3.2.4	储存沼气·····	50
3.3	相关工程准则·····	53
3.4	参考文献·····	53
4	常见底物描述·····	55
	J. FRIEHE, P. WEILAND, A. SCHATTAUER	
4.1	农业底物·····	55
4.1.1	粪便·····	55
4.1.2	能源作物·····	56
4.2	来自农产品加工行业的底物·····	58
4.2.1	啤酒生产·····	58
4.2.2	酒精生产·····	58
4.2.3	生物柴油生产·····	59
4.2.4	土豆加工(淀粉生产)·····	59
4.2.5	制糖·····	59
4.2.6	水果加工·····	59
4.3	规定的纯植物副产品·····	59
4.4	纯植物副产品的数据资料和产气量·····	60
4.5	枝条和杂草修剪·····	62
4.6	景观管理·····	62
4.7	参考文献·····	62
4.8	附录·····	64
5	沼气工程运行·····	65
	J. LIEBETRAU, J. FRIEHE, P. WEILAND, A. SCHREIBER	
5.1	生物反应的监测参数·····	65
5.1.1	沼气产率·····	65
5.1.2	沼气成分·····	66
5.1.3	温度·····	66
5.1.4	进料量和进料位·····	66
5.1.5	底物特性·····	67
5.1.6	有机酸含量的确定·····	67
5.1.7	pH·····	69
5.1.8	微量元素的含量·····	69
5.1.9	氮、铵、氨·····	69
5.1.10	浮渣层·····	70
5.1.11	泡沫·····	71
5.1.12	工艺评估·····	71

5.2	沼气工程监测和自动化	71
5.2.1	总线传输	73
5.2.2	编写控制程序	73
5.2.3	可视化应用	73
5.2.4	数据采集	73
5.2.5	反馈工艺控制	74
5.3	启动和正常运行的工艺控制	75
5.3.1	正常运行	75
5.3.2	启动工艺	75
5.4	干扰管理	79
5.4.1	工艺干扰的原因	79
5.4.2	处理工艺干扰	80
5.4.3	处理技术故障和问题	81
5.5	运行可靠性	81
5.5.1	职业安全和设备安全	81
5.5.2	环境保护	83
5.6	沼气工程优化须知	84
5.6.1	技术优化	85
5.6.2	分析沼气工程整体效率(在能量流基础上使用底物)	85
5.6.3	经济优化	86
5.6.4	最小化环境影响	86
5.7	参考文献	86
6	沼气处理和利用	89
	M. WEITHÄUSER, F. SCHOLWIN, ER. FISCHER, J. GROPE, T. WEIDELE, H. GATTERMANN	
6.1	沼气提纯和加工	89
6.1.1	脱硫	89
6.1.2	干燥	93
6.1.3	去除二氧化碳	94
6.1.4	除氧	95
6.1.5	去除其他微量气体	95
6.1.6	并入天然气管网	96
6.2	沼气热电联产	96
6.2.1	带内燃发动机的小型热电联产机组	96
6.2.2	斯特灵发动机	103
6.2.3	微型燃气涡轮机	104
6.2.4	燃料电池	105
6.2.5	发电导向的热电联产机组的废热利用	106
6.3	气体注入管网	108
6.3.1	注入天然气管网	108
6.3.2	并入微型气网	108
6.4	机动车燃料	109

6.5	沼气热利用·····	109
6.6	参考文献·····	109
7	法律和行政框架 ·····	113
	H. VON BREDOW	
7.1	生物质发电的推广·····	113
7.2	并入电网·····	113
	7.2.1 并网 ·····	113
	7.2.2 入网管理 ·····	114
	7.2.3 电力入网和直接销售 ·····	115
7.3	《可再生能源法》规定的并网电价·····	115
	7.3.1 确定电价的基本原则 ·····	115
	7.3.2 发电设施及其入网日期的定义- 确定电价等级 ·····	116
	7.3.3 电价等级 ·····	118
7.4	沼气处理和入网·····	122
	7.4.1 电价补贴的要求 ·····	122
	7.4.2 从接入点输送到热电联产机组 ·····	122
	7.4.3 管网连接和使用的法律框架 ·····	123
7.5	热回收和供应·····	123
	7.5.1 法律框架 ·····	124
	7.5.2 供热 ·····	124
	7.5.3 热网 ·····	124
7.6	扩展阅读推荐·····	124
7.7	资源列表·····	125
8	经济效益 ·····	127
	S. HARTMANN, B. WIRTH, A. NIEBAUM, H. DÖHLER, U. KEYMER, G. REINHOLD	
8.1	模拟沼气工程介绍——假设和关键参数·····	127
	8.1.1 沼气工程装机容量 ·····	127
	8.1.2 底物 ·····	127
	8.1.3 生物和技术设计 ·····	129
	8.1.4 技术和工艺参数 ·····	130
	8.1.5 模拟沼气的投资估算 ·····	132
8.2	模拟沼气的盈利分析·····	133
	8.2.1 收入 ·····	133
	8.2.2 成本 ·····	134
	8.2.3 成本/收入分析·····	134
8.3	敏感性分析·····	137
8.4	不同热利用方式的盈利性·····	138
	8.4.1 干燥用热 ·····	139
	8.4.2 温室加温 ·····	141
	8.4.3 市政和地方供热 ·····	142
8.5	不同余热利用途径的定性分类·····	142

8.6 参考文献	144
9 农场经济规划	145
G. REINHOLD, S. HARTMANN, A. NIEBAUM, R. STEPHANY, P. JÄGER, M. SCHWAB	
9.1 农场优化——未来前景和优化方法	147
9.1.1 选择合适的沼气工程厂址	147
9.1.2 沼气工程对作物轮种的影响	147
9.1.3 对土地和人工的需求	148
9.1.4 技术中的时间因素	153
9.2 参考文献	153
10 沼肥的质量和利用	154
H. DÖHLER, S. WULF, S. GREBE, U. ROTH, S. KLAGES, T. AMON	
10.1 沼肥属性	154
10.1.1 属性、营养成分和其他有价值的成分	154
10.1.2 污染物	155
10.1.3 卫生性能	155
10.2 沼肥的储存	156
10.2.1 氨排放	156
10.2.2 气候有关的排放	156
10.3 沼肥农田施用	159
10.3.1 氮的可用性和营养效果	159
10.3.2 施肥后减少氨损失的措施	159
10.4 沼肥处理	161
10.4.1 处理技术	162
10.4.2 沼渣和沼液的利用	164
10.4.3 沼肥处理工艺的比较	164
10.5 参考文献	165
11 项目实施	168
ER. FISCHER, F. SCHOLWIN, A. NIEBAUM, A. SCHATTAUER	
11.1 概念系统化和项目大纲	168
11.2 可行性研究	169
11.2.1 底物的可用性	170
11.2.2 选址	171
11.2.3 物流	172
11.2.4 技术选择	173
11.2.5 沼气利用	173
11.2.6 评估和决策	173
11.3 参考文献	174

12 沼气作为可再生能源在德国的重要地位.....	176
M. KALTSCHMITT, F. SCHOLWIN, J. DANIEL-GROMKE, B. SCHUMACHER, A. SCHEUERMANN, R. WILFERT	
12.1 沼气生产作为开发生物质的一种方式.....	176
12.2 沼气生产和利用对生态和可持续发展的作用.....	176
12.3 德国沼气生产和使用的现状.....	178
12.3.1 沼气工程数量及发电装机容量.....	178
12.3.2 沼气用途和趋势.....	179
12.3.3 底物.....	180
12.4 潜能.....	181
12.4.1 基础能源的技术潜力.....	181
12.4.2 最终能源技术潜能.....	182
12.5 展望.....	182
12.6 参考文献.....	183
术语表.....	184
缩写语列表	187
研究所地址.....	190

Contents

List of figures	17
List of tables	25
List of contributors	30
1 Purpose of the Guide	195
M. KALTSCHMITT, F. SCHOLWIN	
1.1 Objective	195
1.2 Approach	196
1.3 Contents	196
1.4 Target groups	197
1.5 Definition of scope	197
1.5.1 Technology	197
1.5.2 Substrates	198
1.5.3 Currency of data	198
1.5.4 Scope of data	198
2 Fundamentals of anaerobic digestion	199
J. FRIEHE, P. WEILAND, A. SCHATTAUER	
2.1 Generation of biogas	199
2.2 Environmental conditions in the reactor	201
2.2.1 Oxygen	201
2.2.2 Temperature	202
2.2.3 pH value	203
2.2.4 Nutrient supply	203
2.2.5 Inhibitors	205
2.3 Operating parameters	206
2.3.1 Organic loading rate and retention time of the digester	206
2.3.2 Productivity, yield and degree of degradation	208
2.3.3 Mixing	208
2.3.4 Gas generation potential and methanogenic activity	209
2.4 References	211
3 Plant technology for biogas recovery	213
J. POSTEL, U. JUNG, EL. FISCHER, F. SCHOLWIN, T. WEIDELE, H. GATTERMANN, A. SCHATTAUER, P. WEILAND	
3.1 Features of and distinctions between various procedural variants	213
3.1.1 Dry matter content of the substrate for digestion	214
3.1.2 Type of feed	214