

SCIENTIFIC OPINION PAPER // JANUARY 2018

# 堆肥产品和沼渣的质量保证

德国经验

German Environment Agency

Umwelt  
Bundesamt

## 版本说明

### 出版方:

德国联邦环境署 Umweltbundesamt  
部门 III 2.4 废弃物技术、废弃物技术转移  
部门 I 1.2 国际可持续发展战略、政策和知识转移  
地址: Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
电话: +49 340-2103-0  
邮箱: buergerservice@uba.de  
网址: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

### 作者:

Marie Dollhofer (BiPRO GmbH), Elisabeth Zettl (BiPRO GmbH)

### 合作人:

Wolfgang Lausterer (Awiplan-PPD GmbH), Ulrich Hommel (Awiplan-PPD GmbH)  
Tim Hermann (Umweltbundesamt), Katharina Lenz (Umweltbundesamt)

代表德国联邦环境署 (Umweltbundesamt)

### 刊物链接 (pdf 格式):

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

### 图片来源:

BiPRO GmbH、PLANCO-TEC、Tim Hermann

截至 2017 年 7 月

本文件是“在保加利亚建立堆肥质量保证体系及机构的经验交流”项目的成果。该项目由德国联邦环境部的“中欧和东欧、高加索和中亚以及欧盟其他邻国环境保护咨询援助计划 (AAP)”资助, 由德国联邦环境署 (UBA) 监管。作者对本出版物的内容承担责任。

项目号: 74510

该中文译本由“中德环境伙伴关系项目”组织编译, 项目受德国联邦环境、自然保护和核安全部 (BMU) 和中国生态环境部 (MEE) 共同监督, 由德国国际合作机构 (GIZ) 负责实施。此外, 该译本由“中国城市生活垃圾领域国家适当减缓行动项目 (IWM NAMA)”组织审校, 项目受 NAMA 基金会 (由德国联邦环境部 (BMU)、英国商业、能源和工业战略部 (BEIS)、丹麦能源、公用事业和气候部 (EFKM) 及欧盟委员会 (EC) 共同成立) 委托, 由德国国际合作机构 (GIZ) 和中国城市环境卫生协会 (CAUES) 共同实施。

SCIENTIFIC OPINION PAPER // JANUARY 2018

# 堆肥产品和沼渣的质量保证

德国经验

目录

图 目 录..... 3

表 目 录..... 4

信息框目录..... 4

略缩词目录..... 5

**1 引言 ..... 7**

**2 生物废弃物的处理 ..... 8**

**3 欧盟废弃物和生物废弃物政策..... 10**

3.1 欧盟废弃物政策框架..... 10

3.2 欧盟生物废弃物法规..... 10

3.3 《欧盟生物废弃物法规》在欧盟成员国的执行情况 ..... 12

**4 德国的生物废弃物管理..... 14**

4.1 德国的生物废弃物法律框架 ..... 14

4.2 德国生物废弃物管理的发展和现状 ..... 15

**5 德国堆肥产品和沼渣的质量保证..... 18**

5.1 德国的质量保证体系 ..... 18

5.1.1 BGK — 德国的质量保证机构 ..... 18

5.1.2 RAL — 德国国家标准制定机构 ..... 20

5.2 德国质量保证流程..... 22

5.3 德国堆肥产品和沼渣质量要求 ..... 23

5.4 根据《BGK 方法手册》采样..... 26

**6 总结和展望 ..... 30**

**7 参考文献..... 32**

图目录

图 1：典型厌氧消化过程的物料流示意图 ..... 9

图 2：堆肥过程的三个阶段 ..... 9

图 3：生物废弃物相关的欧盟指令和法规 .....10

图 4：生物废弃物处理的层级管理规范.....12

图 5：欧盟成员国的混合生活废弃物的填埋比例 .....13

图 6：德国的生物废弃物法规 .....15

图 7：德国处理厂不同类型的可生物降解废物的比例 .....16

图 8：德国生物废弃物处理途径.....17

图 9：德国的质量保证体系 .....18

图 10：BGK 的组织结构 .....20

图 11：RAL 质量认证标志 .....21

图 12：由 BGK 实施的质量保证流程 .....23

图 13：采样流程 .....27

图 14：代表性堆肥产品样品的提取技术.....28

表目录

表 1: BGK 监管下的工厂每年需要进行的检测分析次数..... 22

表 2: “RAL-GZ 251”号质量标准规定的堆肥产品质量要求..... 24

表 3: 对采样机构和实验室的要求 ..... 27

表 4: 个体样品的大小和数量 ..... 28

信息框目录

信息框 1: 欧盟成员国的堆肥产品和/或沼渣质量保证体系和质量保证机构 ..... 7

信息框 2: 《欧盟废弃物框架指令》2008/98/EC 中生物废弃物的定义 ..... 8

信息框 3: 欧盟法规..... 11

信息框 4: 德国政策和法规..... 14

信息框 5: 关于德国废弃物分类收集的信息 ..... 17

信息框 6: 关于 BGK 的信息 ..... 20

信息框 7: 关于德国废弃物分类收集的信息 ..... 26

信息框 8: 采样信息..... 26

## 略缩词目录

|             |                                                                                                   |                     |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| BGK         | Federal Compost Quality Assurance Organisation of Germany                                         | 德国联邦堆肥产品质量保证机构      |
| BMUB        | Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety of Germany | 德国联邦环境、自然保护、建筑和核安全部 |
| Cd          | Cadmium                                                                                           | 镉                   |
| Cr          | Chromium                                                                                          | 铬                   |
| Cu          | Copper                                                                                            | 铜                   |
| DE BBodSchG | Germany's Federal Soil Protection Act                                                             | 《德国联邦土壤保护法》         |
| DE BBodSchV | Germany's Federal Soil Protection Ordinance                                                       | 《德国联邦土壤保护条例》        |
| DE BioAbfV  | Germany's Bio-Waste Ordinance                                                                     | 《德国生物废弃物条例》         |
| DE DüMV     | Germany's Fertiliser Ordinance                                                                    | 《德国肥料条例》            |
| DE DüngG    | Germany's Fertiliser Act                                                                          | 《德国肥料法案》            |
| DE KrWG     | Germany's Circular Economy Act                                                                    | 《德国循环经济法案》          |
| DE TierNebG | Germany's Animal By-Products Disposal Act                                                         | 《德国牲畜副产品处理方案》       |
| DE TierNebV | Germany's Animal By-Products Disposal Ordinance                                                   | 《德国牲畜副产品处理条例》       |
| DM          | Dry Matter                                                                                        | 干物质                 |
| ECN         | European Compost Network                                                                          | 欧洲堆肥网络协会            |
| ECN-QAS     | European Quality Assurance Scheme                                                                 | 《欧洲质量保证计划》          |
| EU          | European Union                                                                                    | 欧盟                  |
| EU LD       | European Landfill Directive                                                                       | 《欧盟废弃物填埋指令》         |
| EU WFD      | EU Waste Framework Directive                                                                      | 《欧盟废弃物框架指令》         |
| FM          | Fresh Matter                                                                                      | 鲜物质                 |
| Hg          | Mercury                                                                                           | 汞                   |
| LAGA        | Working Group of the Federal States on Waste                                                      | 联邦政府废弃物工作组          |
| MBT         | Mechanical Biological Treatment                                                                   | 机械生物处理              |
| MS          | Member States                                                                                     | 成员国                 |
| Ni          | Nickel                                                                                            | 镍                   |

|      |                                                                                                                         |              |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| PAYT | Pay-as-you-throw                                                                                                        | 废弃物按量收费      |
| Pb   | Lead                                                                                                                    | 铅            |
| QAO  | Quality Assurance organisation                                                                                          | 质量保证机构       |
| QAS  | Quality Assurance System                                                                                                | 质量保证体系       |
| RAL  | Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V. (German Institute for Quality Assurance and Certification) | 德国质量保证与认证研究院 |
| UBA  | Umweltbundesamt (German Environment Agency)                                                                             | 德国联邦环境署      |
| Zn   | Zinc                                                                                                                    | 锌            |

# 1 引言

为了提高资源的回收利用率，减少可降解废弃物<sup>1</sup>的填埋量，并根据欧盟法规实施废弃物的分级管理，欧盟成员国可以选择增加分类收集的生物废弃物（属于可降解废弃物中的一类）的堆肥和厌氧消化处理比例。为此，可以建立一个质量保证体系（QAS），该体系应包括一个控制堆肥产品和沼渣质量的机构（质量保证机构，QAO）。

在整个欧盟，一些国家已经成功运营了质量保证体系和/或质量保证机构（见信息框 1）。德国的质量保证体系自 1989 年以来成功运行，该体系由多种质量认证标志和一个质量保证机构构成。因此，德国不仅在建立并运营质量保证体系和质量保证机构方面获取了经验，而且在处理生物废弃物、生产堆肥产品和沼渣，以及产品采样和分析方面也积累了丰富的经验。

本手册旨在提供有关德国质量保证体系和质量保证机构的信息。本手册重点关注体系本身及德国保障堆肥产品和沼渣质量的流程，介绍堆肥产品和沼渣质量保障的重点，并提供更深入的信息及文件来源。此外，本手册还介绍了欧盟，特别是德国的生物废弃物相关法律框架以及生物废弃物处理现状。

本手册的内容是为了满足以下各方的信息需求：

- 国家、地区和地方各级负责设计和管理质量保证体系的政治决策者和管理部门；
- 堆肥和厌氧消化处理厂的（潜在）经营者；
- 欧盟内外关注这方面的其他专家或机构。

## 信息框 1：欧盟成员国的堆肥产品和/或沼渣质量保证体系和质量保证机构

**奥地利：** ARGE Kompost & Biogas Verband Österreich（ARGE 奥地利堆肥和沼气协会），  
<http://www.kompost-biogas.info/>（仅德语）

**奥地利：** KGVÖ Kompostgüteverband Österreich（奥地利堆肥质量协会），  
<http://www.kompost.at/index.php/component/content/article?id=61&itemid=2>（仅德语）

**比利时：** Vlaco 和质量保证体系，<http://www.compostnetwork.info/wordpress/wp-content/uploads/Presentation-of-Vlaco-and-the-QAS.pdf>，<http://www.vlaco.be/en>（英语）

**德国：** Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.（德国联邦堆肥产品质量保证机构）和 Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.（德国质量保证和认证机构），<https://www.kompost.de>（仅德语）

**爱尔兰：**《CQAS 441 国家堆肥产品质量保证计划》（CQAS 441 National Compost Quality Assurance Scheme），<http://certificationeurope.com/inspections/cqas-441-national-compost-quality-scheme/>（英语）

**荷兰：** Keur 堆肥（Keur compost），<http://keurcompost.nl/>（仅荷兰语）

**英国：** 可再生能源保障有限公司优质堆肥质量保证计划（Renewable Energy Assurance Limited's Certification Scheme for quality composts），<http://www.qualitycompost.org.uk/>（英语）

<sup>1</sup> “可生物降解废弃物”是指能够进行厌氧或好氧分解的废弃物，如食物和园林废弃物、纸张和纸板（关于废弃物填埋的第 1999/31/EC 号指令 Directive 1999/31/EC on the landfill of waste）。

## 2 生物废弃物的处理

生物废弃物属于可生物降解废弃物中的一类。欧盟委员会对生物废弃物的定义如下：

城市生物废弃物可分为两类：

- ▶ 厨余垃圾（家庭产生的厨余垃圾以及餐馆、零售场所等家用的商业废弃物）<sup>2</sup>以及
- ▶ 绿色废弃物（可生物降解的园林废弃物）【欧盟委员会，2008 年】。

生物废弃物的类型和成分，将影响最为有效的处理方式的选取。有效的处理意味着较低的环境影响，同时还需生产出优质产品【德国联邦环境署（UBA），2016c】。经有效处理而成为适用于农业或园艺的优质产品的先决条件是分类收集生物废弃物。

不同类型的生物废弃物可用不同的方法进行处理：

- ▶ 厌氧消化；
- ▶ 堆肥；
- ▶ 能量回收。

### 信息框 2：《欧盟废弃物框架指令》2008/98/EC 中生物废弃物的定义

“（.....）4. “生物废弃物”是指可生物降解的园林垃圾、来自家庭、餐馆、餐饮业和零售场所的厨余垃圾以及来自食品加工厂的类似废弃物；（.....）”【《欧盟废弃物框架指令》第 3 (4) 条】

### 厌氧消化

厌氧消化是指在厌氧条件下（隔绝氧气），通过微生物将生物废弃物转化为沼气以及液态和/或固态厌氧消化残余物的过程。操作流程为：先将原料切碎、加工（去除杂质、均质化等）并加入至封闭的容器中（参见图 1 中的第一步）。在微生物的作用下，进料将经历不同的厌氧消化阶段，直到产生甲烷（沼气）。热电联产厂通常会利用沼气的能量，即燃烧沼气产生的电能和热能。剩余的沼渣和/或沼液可用作肥料，沼渣也可用于堆肥。湿生物废弃物，例如厨余垃圾，是实现有效的厌氧消化最合适的原料【UBA，2016c；巴登符腾堡州环境、监测和自然保护机构（LUBW），无年份 a】。

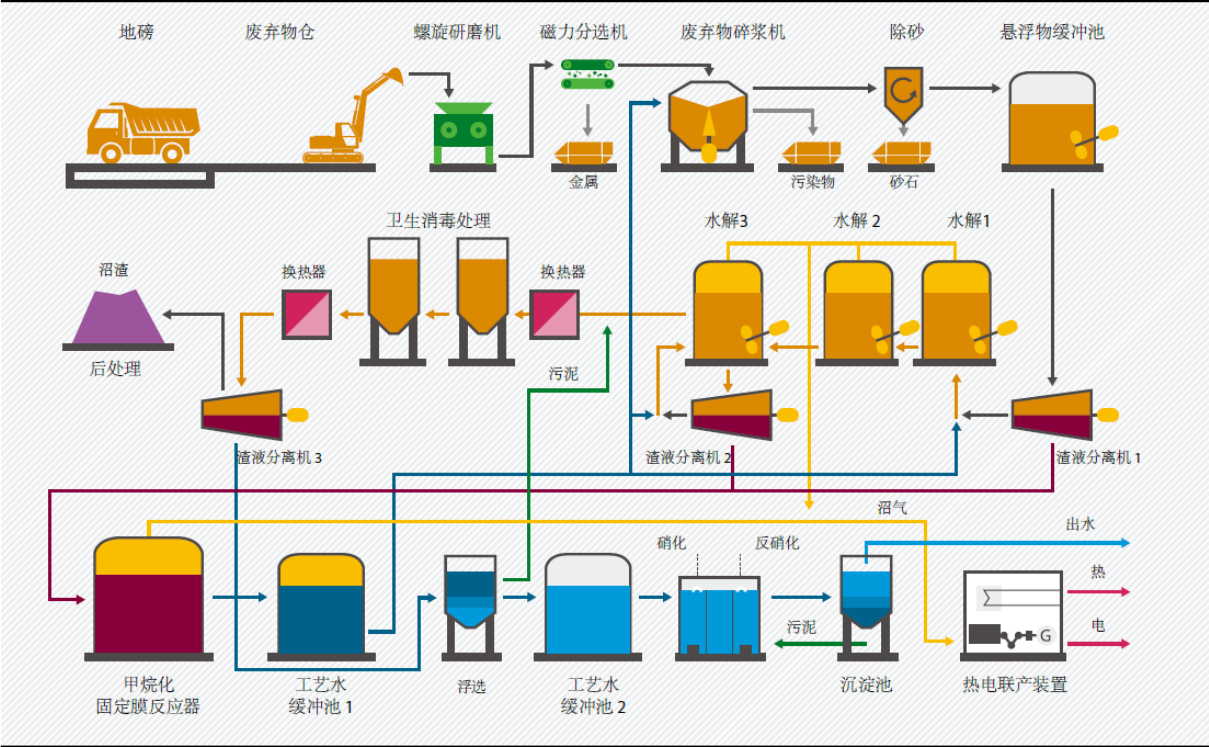
### 堆肥

堆肥是微生物在有氧条件下对生物废弃物进行生物降解的过程。残余物是一种营养丰富的堆肥产品，可以用作土壤改良剂和肥料。主要的堆肥过程可分为三个阶段：

- ▶ 降解阶段；
- ▶ 转化阶段；
- ▶ 腐熟阶段（见图 2）。

<sup>2</sup> 这种生物废弃物通常被收集在“生物废弃物箱”中。来自家庭的园林垃圾通常也收于其中生物废弃物中。因此，使得“家庭园林垃圾”被归类为“厨余垃圾”，而不是绿色废弃物——其通常不被分类至生物废物箱中。

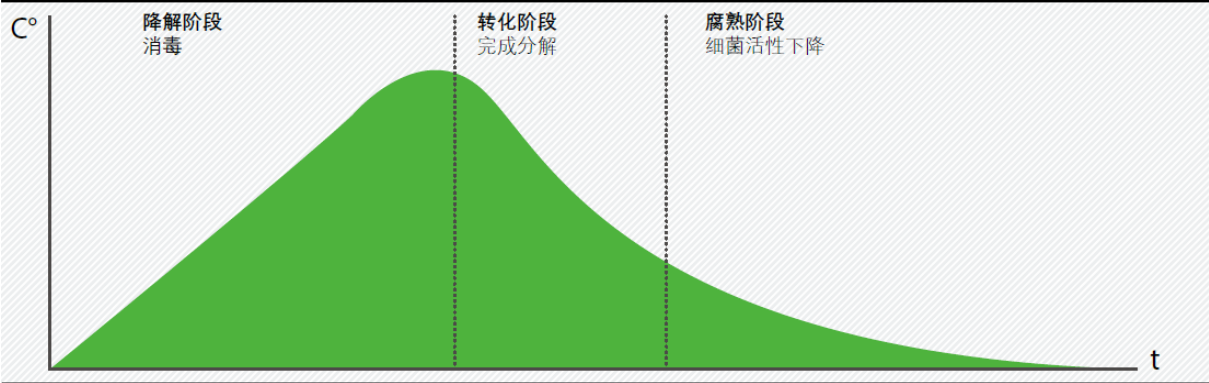
图 1：典型厌氧消化过程的物料流示意图



来源：Gonseil Entsorgung, 2016 年

首先，将原料切碎、均质化，并分几个步骤去除杂质。在降解阶段，生物废弃物在受控的氧气和水分供应下被分解。在此过程中，温度可达到 60-70℃，从而消除病原体和细菌。在转化阶段，分解过程在较低的温度下完成。在腐熟阶段，分解过程减慢，新鲜堆肥产品稳定化并转化为腐殖质（腐熟堆肥）。对于堆肥过程，木质素和纤维素植物是最佳的原料【UBA，2016c；LUBW，无年份 b】。

图 2：堆肥过程的三个阶段



来源：改编自 BGK, 2016 年

### 能量回收

第三种方案是焚烧，在焚烧过程中，能量回收是唯一的目的。只有高热值绿色废弃物中的木质部分适合这一处理方式，例如，它们可以作为燃烧生物废弃物的热电联产厂的燃料【UBA，2016c】。

### 3 欧盟废弃物和生物废弃物政策

#### 3.1 欧盟废弃物政策框架

随着 1975 年第一项废弃物框架指令（《欧盟废弃物框架指令》）的颁布，废弃物政策成为欧盟法规中首批环境相关的政策之一。如今，欧盟废弃物政策的宗旨不仅在于最大限度地减少废弃物和废弃物管理对健康和环境的威胁，还在于提高资源效率。欧盟在资源效率方面的努力反映在新版《循环经济计划》<sup>3</sup>中，该计划强调了废弃物作为二次原料的价值【欧盟委员会，2016c；德国联邦环境署，无年份】。

如今，欧盟废弃物法规包含了许多法规和指令，对成员国提出了实质性和详细的要求。这些要求涉及废弃物管理体系的通则，还涉及包括废弃物处置在内的整个管理标准以及具体的废物流。

图 3：生物废弃物相关的欧盟指令和法规



来源：BiPRO GmbHK，2016 年

#### 3.2 欧盟生物废弃物法规

生物废弃物是一种特殊的废物流。图 3 所示的欧盟指令和法规对生物废弃物管理及其处理尤为重要。

##### 《废弃物框架指令》

2008 年修订的《欧盟废弃物框架指令》第 4 条描述了废弃物各处置层级的不同措施。第 6 条定义了废弃物资源化标准。第 11 条确定了各类废弃物的重复使用和循环利用目标。第 22 条规定了生物废弃物管理的具体措施。成员国需推广生物废弃物的分类收集，以便根据各废弃物层级进行处理（见图 4），并使用由生物废弃物生产的环保材料【《欧盟废弃物框架指令》】。

##### 《废弃物填埋指令》

为确保成员国的生物废弃物管理符合废弃物层级标准，第 1999/31/EC 号《废弃物填埋指令》规定了可降解废弃物填埋的具体要求。在实施《欧盟废物填埋指令》的国家法律生效后的

<sup>3</sup> <http://www.europarl.europa.eu/EPRS/EPRS-Briefing-573936-Circular-economy-package-FINAL.pdf>

五年内，进行填埋的可生物降解城市废弃物必须减少到 1995 年产生总量（以重量计）的 75%，八年后减少到 50%，15 年后减少到 35%【《欧盟废弃物填埋指令》】。

### 《畜产制品法规》和《肥料法规》

第 1069/2009 号《畜产制品法规》（欧盟委员会）和第 2003/2003/EC 号《肥料法规》（欧盟委员会）规定了对原料以及使用堆肥产品或沼渣的具体要求。《畜产制品法规》特别规定了允许对哪些畜牧副产品进行堆肥或厌氧消化处理，然后应用于农业【《欧盟牲畜副产品法规》】。

另一方面，《肥料法规》规定了肥料的生产、成分和标识。为此，该法规包含对允许的原料、含量和养分功效的要求。此外，它也限制了不良成分的含量（《欧盟肥料法规》）。

为了在整个欧盟实现循环经济以及资源闭环，目前正在讨论新的法规，例如修订《欧盟肥料法规》，提倡使用有机肥、利用废弃物生产的肥料。修订后的《欧盟肥料法规》草案“包含有助于为所有肥料产品创造公平竞争环境的几个方面，同时确保安全和环保高标准”【欧盟委员会，2016b】。

#### 信息框 3：欧盟法规

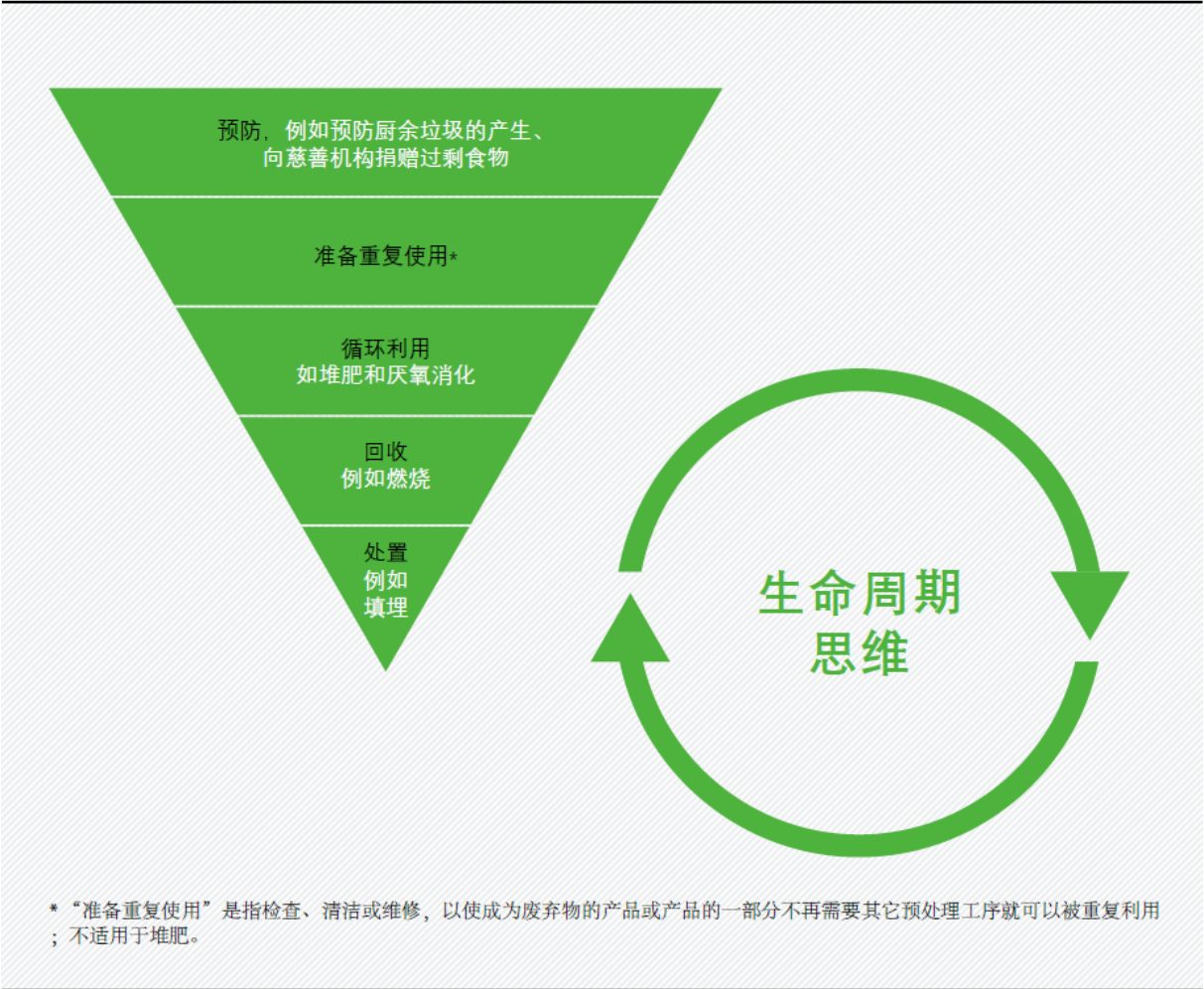
《废弃物框架指令》：<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:en:PDF>（英语）

《废弃物填埋指令》：<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:182:0001:0019:EN:PDF>（英语）

《畜产制品法规》：<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:300:0001:0033:EN:PDF>（英语）

《肥料法规》：<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:304:0001:0194:en:PDF>（英语）

图 4：生物废弃物处理的层级管理规范



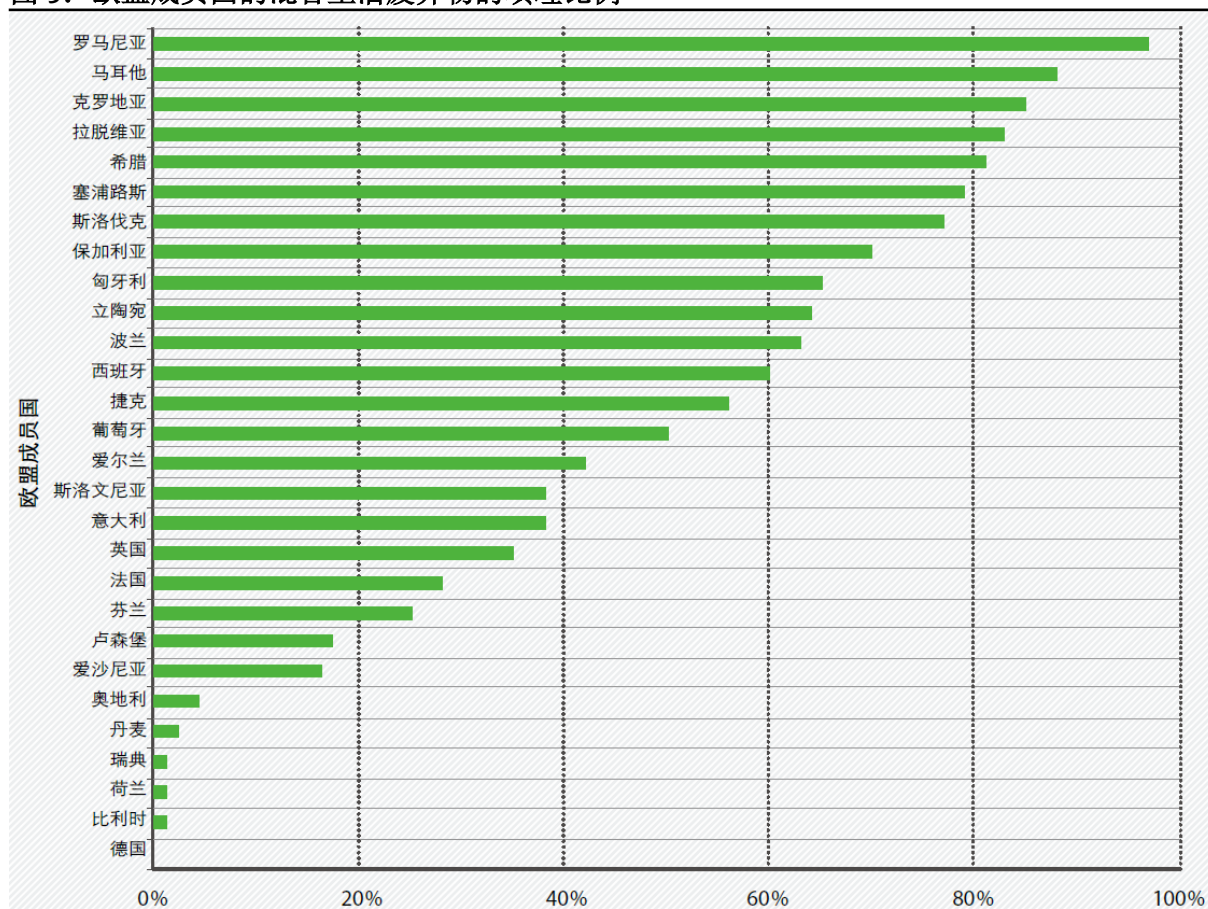
来源：BiPRO GmbH，2016 年

3.3 《欧盟生物废弃物法规》在欧盟成员国的执行情况

尽管目前的欧盟废弃物政策包含了许多对成员国提出实质性和详细要求的法律文件和几份关于如何达到这些要求的指导文件，但来自不同渠道的信息表明，各成员国的实施情况有巨大差异，特别是在城市废弃物管理方面。例如，《对欧盟 28 个首都废弃物分类收集计划的评估》表明，一些成员国已经建立了良好的城市废弃物管理体系，达到了较高的回收率。然而，多达 12 个成员国并未分类收集生物废弃物，这意味着在这些成员国中无法对生物废弃物实施五步废弃物管理分级【欧盟委员会，2015 年】。如图 5 所示，在许多成员国中，废弃物填埋仍然是处理含有生物废弃物的混合城市废弃物的首选方案。

这个事实尤为重要，因为 20 - 60%的城市固体垃圾废弃物中含有生物废弃物。在欧洲（欧盟 28 国、瑞士和挪威），每年从城市固体废弃物中回收生物废弃物的潜力为 9,000 万吨。欧洲目前每年仅回收利用了 3,000 万吨生物废弃物。因此，有 6,000 万吨生物废弃物包含的资源，例如营养物质，被浪费了【欧洲堆肥协会，2017 年】。

图 5：欧盟成员国的混合生活废弃物的填埋比例



来源：【欧盟统计局，2015 年】新闻公告《环境》，2015 年第 54 期，2015 年 3 月 26 日。

## 4 德国的生物废弃物管理

### 4.1 德国的生物废弃物法律框架

德国已将欧盟生物废弃物法规纳入国家法律和政策框架，并颁布了更多关于生物废弃物的法案和条例（见图 6）。

#### 《循环经济法案》

2012 年的《循环经济法案》贯彻了《欧盟废弃物框架指令》，促进了循环经济发展，以保护自然资源，并确保在产生和管理废弃物时保护人类健康和环境。《循环经济法》第 11 条首次规定，最迟从 2015 年 1 月 1 日起，全国必须分类收集生物废弃物。《循环经济法》第 12 条规定了堆肥产品和沼渣质量保证的基本框架条件【UBA, 2016a; 《循环经济法》】。

#### 《生物废弃物条例》

各种法律条例对《循环经济法》进行了补充和说明，例如于 2013 年修订的 1998 年版《生物废弃物条例》，针对施用在耕地、林地和园林用地的经处理（堆肥产品、沼渣）和未经处理的生物废弃物，同时涉及参与生物废弃物生产、收集、运输、处理和使用的的所有相关方。

#### 《肥料法案》和《肥料条例》

对于计划用作肥料、土壤改良剂、生长介质或植物添加剂的堆肥产品或沼渣，《肥料条例》（2012 年）作为《肥料法案》（2009 年）的实施条例，规定了各营养成分的最低含量或允许偏差，及重金属等污染物的限值【《肥料条例》】。

#### 《畜产制品处置法案》和《畜产制品处置条例》

《畜产制品处置条例》作为《畜产制品处置法案》的实施条例，规定了餐厨垃圾必须与家庭源生物废弃物分开收集、存放，以及在厌氧消化工厂处理这些废弃物时须遵守《畜产制品处理条例》的要求【《畜产制品处理条例》；《畜产制品处理法》】。

#### 《联邦土壤保护法案》和《联邦土壤保护条例》

《联邦土壤保护法案》和《联邦土壤保护条例》适用于景观和复垦用堆肥产品。《联邦土壤保护条例》规定了可用于特定景观的堆肥产品使用量，因为用量会涉及到例如污染物（多氯联苯、萘等）的特定限值【《联邦土壤保护法》；《联邦土壤保护条例》】。

#### 信息框 4：德国政策和法规

德国《循环经济法案》：<https://www.gesetze-im-internet.de/krwg/KrWG.pdf>（英语）

德国《生物废弃物条例》：<http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bioabfv/gesamt.pdf>（德语），[http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Abfallwirtschaft/bioabfv\\_engl\\_bf.pdf](http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Abfallwirtschaft/bioabfv_engl_bf.pdf)（英语）

德国《肥料法案》：[https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/d\\_ngg/gesamt.pdf](https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/d_ngg/gesamt.pdf)（仅德语）

德国《肥料条例》：[https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/d\\_mv\\_2012/gesamt.pdf](https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/d_mv_2012/gesamt.pdf)（仅德语）

德国《畜产制品处置法案》：<https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/tiernebg/gesamt.pdf>（仅德语）

德国《畜产制品处置条例》：<https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/tiernebv/gesamt.pdf>（仅德语）

德国《联邦土壤保护法案》：<https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbodschg/gesamt.pdf>（仅德语）

德国《联邦土壤保护条例》：<http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbodschv/gesamt.pdf>（仅德语）

图 6：德国的生物废弃物法规



来源：BiPRO GmbH, 2016 年

## 4.2 德国生物废弃物管理的发展和现状

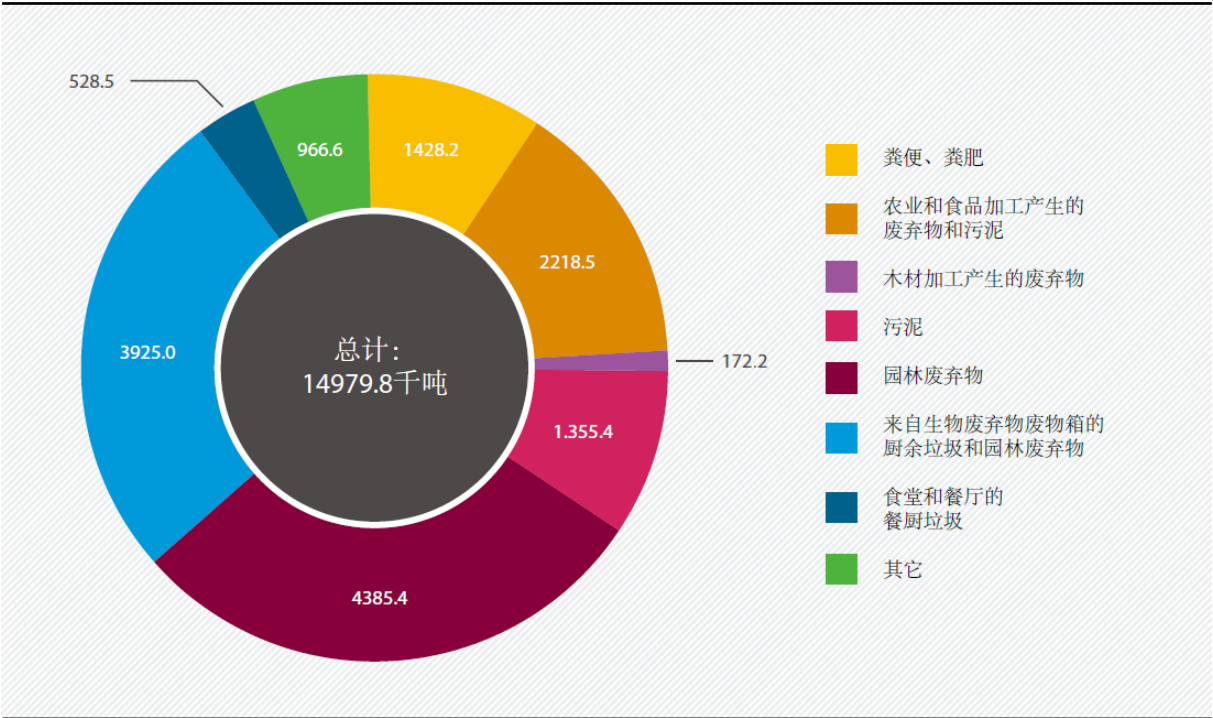
大约 25 年前，德国的几个城市开始自愿分类收集生物废弃物。直到今天，许多项目、措施和法规已经建立了完善的收集体系，从而实现了生物废弃物的有效利用。

1982 年，德国黑森州维岑豪森市开始了第一个单独收集生物废弃物于“生物废物箱”中的试点项目，为之后在全德国范围的许多项目奠定了基础【Fricke 等，2003 年】。当时，德国法规尚未要求分类收集生物废弃物。1986 年，《德国废弃物法案》首次对分类收集废弃物作出规定。

每个城市都可自主决定是否在家庭层面分类收集生物废弃物。因此，当时在整个德国，并不强制要求在家庭层面分类收集生物废弃物。然而，许多城市自愿采用了分类收集生物废弃物

的方式。因此，在接下来的几年里（至 1989 年），德国修建了多达 100 个堆肥厂来处理收集生物废弃物。

图 7：德国处理厂不同类型的可生物降解废物的比例



来源：德国联邦环境署（UBA），2016h

由于将堆肥作为产品的保留态度，堆肥厂经营者于 1989 年成立了质量保证机构——BGK。禁止填埋含有有机成分废弃物<sup>4</sup>的禁令、《生物废弃物条例》的出台和根据《循环经济法案》自 2015 年开始实施的对生物废弃物进行的强制分类收集，不仅进一步强化了生物废弃物的分类收集，也提高了堆肥产品及沼渣的生产量。【BGK，2016a；UBA，2016a；2016b】。

根据《欧盟废弃物框架指令》的定义，在德国，生物废弃物包括厨余垃圾<sup>5</sup>以及园林废弃物。园林废弃物由堆肥厂或回收站的特殊废弃物系统收集。另一方面，家庭、公司、餐馆、食堂和（超级）市场产生的餐厨垃圾单独收集，放入街头回收系统（上门回收）的生物废物箱中。德国不同城市的收费方式各有不同，其中大多数采用废弃物按量收费（PAYT）系统，在该系统中，公民支付的有关分类收集生物废弃物的费用低于混合废弃物支付的费用【UBA，2016b】。

如今，约 46 %（估算）的德国家庭将食物和厨余垃圾收集在生物废物箱中，其余 54 %（估算）的家庭没有分类收集途径，或者不愿分类收集厨余垃圾（UBA，2016a）。尽管如此，每年分类收集、处理和使用的生物废弃物达到了约 1,500 万吨（人均 184 公斤）（见图 7）。其中的厨余垃圾有 26 %（人均 47.8 公斤）来自家庭（生物废弃物废物桶），3 %（人均 5.5 公斤）来自食堂和餐馆。因此，厨余垃圾占全部生物废弃物的 29 %，达到了人均 53.3 公斤（UBA，2016b）。

<sup>4</sup> 本废弃物填埋禁令是由德国《废弃物存放法规》（[http://ka4-umwelt.de/uploads/media/AbfallablagerungsVO\\_AbfAbIV.pdf](http://ka4-umwelt.de/uploads/media/AbfallablagerungsVO_AbfAbIV.pdf)，仅德语，并非专门针对生物废弃物）于 2001 年提出的，并从 2005 年起实施。

<sup>5</sup> 包括“家庭园林废弃物”，见第 2 章。

分类收集的生物废弃物可用于循环堆肥或厌氧消化，如果是木质园林废弃物，则用于能量回收（见图 8），而混合城市废弃物中的生物废弃物在垃圾焚烧厂被焚烧时，则意味着宝贵的营养物质和资源的流失。2014 年，德国有 884 个堆肥厂和 1,386 个厌氧消化处理厂在运营，生产了 396 万吨堆肥产品和 390 万吨沼渣（这其中包括可再生原料厌氧消化处理厂）

【BMUB，2016 年】。

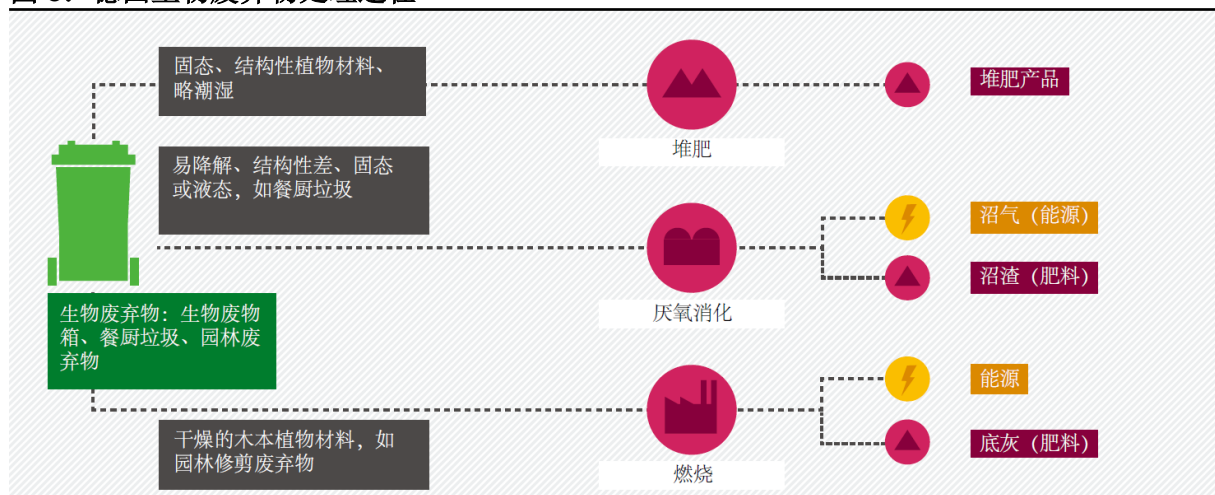
#### 信息框 5：关于德国废弃物分类收集的信息

关于德国废弃物分类收集的情况说明：<http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/Final%20national%20factsheets.zip>（英语）

生物废弃物分类收集的强制实施：

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/summary\\_texte\\_84\\_2014.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/summary_texte_84_2014.pdf)（英语）

图 8：德国生物废弃物处理途径



来源：改编自德国联邦环境署（UBA），2016b

## 5 德国堆肥产品和沼渣的质量保证

为了生产适合市场的堆肥产品和沼渣，保证产品的高质量，遵守相关标准和法规至关重要。

### 5.1 德国的质量保证体系

德国于 1989 年开始发展质量保证体系，成立了德国的质量保证机构——BGK。今天，德国的质量保证体系中包含了两个机构，负责特定事项：

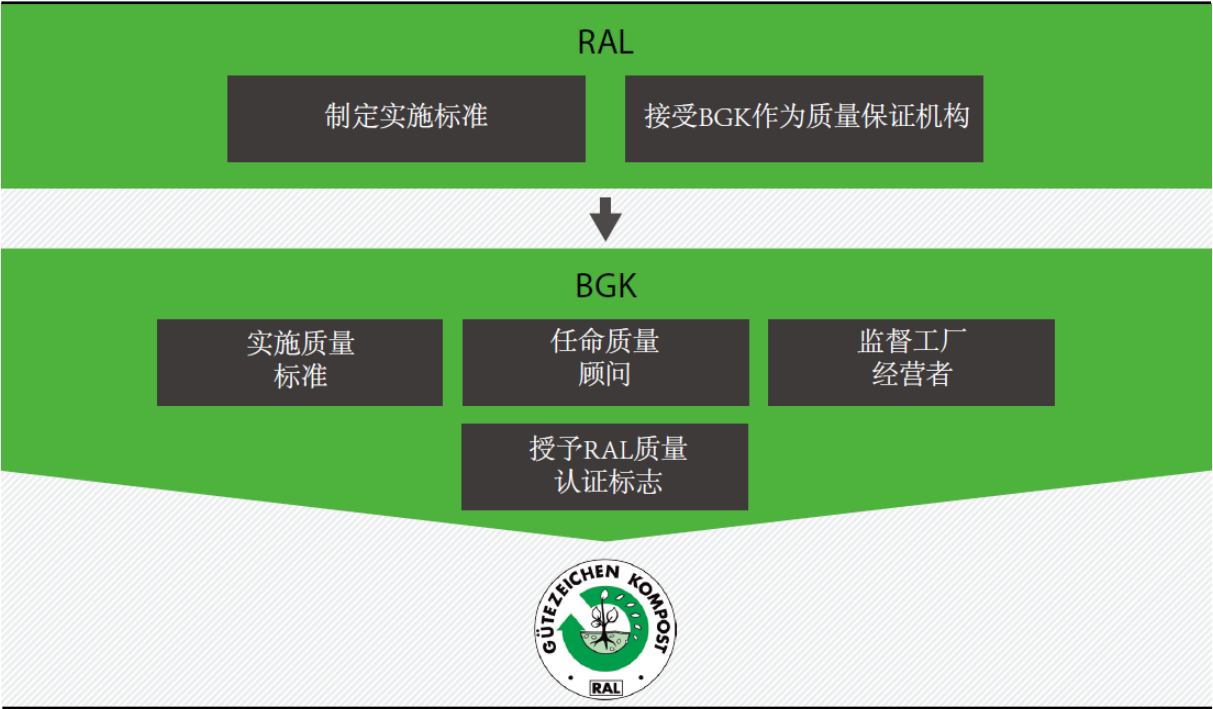
- ▶ 德国质量保证与认证研究院（RAL）
- ▶ BGK。

图 9 说明了 RAL 和 BGK 的分级和责任范围。

#### 5.1.1 BGK — 德国的质量保证机构

当德国开始分类收集生物废弃物时（见第 4.2 章），堆肥厂经营者在判定生产的堆肥质量以及产品具体市场价值方面面临着挑战。此外，他们还面临着提高产品适销性的挑战。这促成了根据特定要求来确定具体堆肥产品质量标准的想法，这些标准应当可以受到工厂经营者以及消费者的信赖。

图 9：德国的质量保证体系



来源：改编自 BGK，2016a

1989 年，堆肥厂经营者提出在德国成立 BGK ——堆肥产品质量保证机构，后来也成为了沼渣质量保证机构，目的是使其会员——堆肥厂和厌氧消化处理厂的堆肥产品和沼渣都达到均等的质量。BGK 成立时，德国大约有 100 家堆肥厂，在随后的几年里，其数量大幅增加。产品达到 BGK 制定的质量标准即表示其质量得到认可【BGK，2017c】。堆肥产品和沼渣的质量标准由 RAL 确定（见第 5.1.2 章），BGK 负责实施这些标准，包括授予 RAL 认证标志。

BGK 加入了欧盟四大质量保证机构之一的欧洲堆肥协会（ECN），这些机构被授予 ECN-QAS 国家质量保证机构合格认证标志<sup>6</sup>。

BGK 是一个独立的自治机构，即经注册的协会，其组织结构如下：

- ▶ 组织部门；
- ▶ 运营部门；
- ▶ 会员（见图 10）。

### BGK 的组织单位

BGK 委员会由一名主席、数名代表和八名会员组成。委员会由 BGK 会员每两年在会员会议上选举产生。联邦质量委员会（“Bundesgüteausschuss”）由研发、检测、咨询以及堆肥产品和沼渣应用相关机构的独立代表组成（BGK, 2016a; BGK, 2017b）。BGK 办事处位于科隆，由常务董事管理。

BGK 组织单位的主要职能是监测堆肥和厌氧消化处理厂在生物废弃物处理过程及其产品是否符合质量标准。这些标准适用于堆肥产品和沼渣，可根据 RAL 质量标准得到认证和标识（见第 5.1.2 章）。监测还包含一系列其他任务，包括认证采样机构和检测实验室、任命质量顾问、评估工厂、授予认证以及促进知识交流【BGK, 2016a】。

### BGK 的运营单位

运营单位由经认可的采样机构、经认可的实验室和指定质量顾问组成。质量顾问负责支持工厂经营者实施质量标准 and 自我监测体系，以满足质量标准，达到较高的工艺水平和产品质量。因此，质量顾问会定期开展评估。

### BGK 会员

BGK 的会员包括地区质量保证协会、质量保证部门（“Spartengütergemeinschaften”）和直接成员，如工厂经营者。BGK 通过五个地区质量保证协会<sup>7</sup>和三个质量保证部门开展工作，为会员工厂经营者和预备会员提供本地支持。各协会和部门指定质量顾问对工厂进行检查和考察。这些质量顾问由 BGK 联邦质量委员会批准。BGK、地区质量保证协会和质量保证部门的资金来源于会员会费。

自 1998 年通过《生物废弃物条例》以来，BGK 的会员资格对堆肥和厌氧消化处理厂经营者更具吸引力，因为该条例赋予了会员公司特权。加入 BGK 的优势包括：

<sup>6</sup> 更多关于欧洲堆肥协会及其质量保证标志的信息可参见 <http://www.compostnetwork.info/>（英语）。

<sup>7</sup> 这些地区质量保证机构业务仅涉及德国部分地区，参见 [https://www.kompost.de/fileadmin/docs/shop/Regionen-UEberblick-bunt-2014\\_11.pdf](https://www.kompost.de/fileadmin/docs/shop/Regionen-UEberblick-bunt-2014_11.pdf)（仅德语）。

图 10: BGK 的组织结构



来源：来自 BGK，2016a

- ▶ 得到可能改善工厂经营的建议，从而提高产品的数量和质量；
- ▶ 获得有关法律法规的信息和指导。随着法律越来越复杂和深奥，这点也越来越重要；
- ▶ 如果产品将用于农业，获得采用简化的文件记录手序的许可<sup>8</sup>；
- ▶ 确保工厂按照《生物废弃物条例》的要求经营<sup>9</sup>。
- ▶ 产品可获得市场优势，得到客户的广泛认可【BGK，2017a】。

#### 信息框 6: 关于 BGK 的信息

BGK 概况: <http://www.compostnetwork.info/wordpress/wp-content/uploads/Presentation-BGK-2014-03-12.pdf> (英语)

BGK 主页: <https://www.kompost.de> (仅德语)

### 5.1.2 RAL — 德国国家标准制定机构

自 1925 年以来，RAL 一直是德国的标准制定机构。它确定了标准的要求，特定的产品类别必须满足这些要求才能获得 RAL 质量认证标志，该认证标志在德国和其他国家的生产商和专家中得到广泛认可。这些标准包括质量和检测要求，RAL 是若干行业质量保证联盟组织的代表，也是一个独立的自治机构，即一个经注册的协会。

关于堆肥产品和沼渣，RAL 将 BGK 的质量标准改进发展为自己的质量标准，并为其创建了认证标志。1991 年，RAL 制定了堆肥产品质量标准；2000 年，制定了沼渣质量标准；2003 年，制定了污泥和污泥堆肥产品（包括经堆肥处理的污泥混合物）的质量标准。此外，来自木材焚化灰的肥料也可以获得 RAL 质量标志认证【BGK，2010；2016a】。

<sup>8</sup> 如果产品计划用于农业，必须及时签发发货单并发送给管理部门，包括准确的批号、分析结果、实验结果、客户签名等信息。作为 BGK 会员的工厂经营者，可以采用一个简化的程序，其中唯一需要的信息是，向谁提供了多少堆肥产品或沼渣。

<sup>9</sup> BGK 内部采用比《德国生物废弃物条例》更加严格的实验检测和年度检测系统，并确保工厂符合此框架内的标准。

图 11: RAL 质量认证标志\*



来源: BGK



如今，RAL 的质量标准成为了德国堆肥产品和沼渣质量保证体系的核心。BGK 的主页上可查阅这些标准，BGK 作为质量保证机构，负责实施这些质量标准。工厂经营者、加工企业（如底料生产企业）、消费者、农民协会以及检测方都参与了质量标准制定过程的讨论。

采用 RAL 质量标准是为了提高工艺和产品质量的质量认证标志，保证产品质量的标准同质化，从而提高其市场销售量。关于堆肥产品和沼渣，优质产品认证标志还可提高法律部门、农民、基质生产企业和食品加工业对它们的认可。

2014 年，德国有 489 家堆肥厂和 126 家厌氧消化处理厂根据 RAL 质量标准生产堆肥产品和沼渣。同年，BGK 会员的堆肥厂处理了约 670 万吨生物废弃物，生产了 335 万吨经认证的堆肥产品。厌氧消化处理厂处理了约 400 万吨原材料【BGK，2015 年】。

5.2 德国质量保证流程

为了从 BGK 的质量保证中获益，工厂经营者必须采用规定的程序。首先，工厂经营者必须提交加入 BGK 或相关地区质量保证机构或质量保证部门的申请，并签署遵守 RAL 质量和检测要求以及 BGK 法规的承诺。质量保证流程由 BGK 任命的质量顾问实施（见第 5.1.1 章），如图 12 所示：

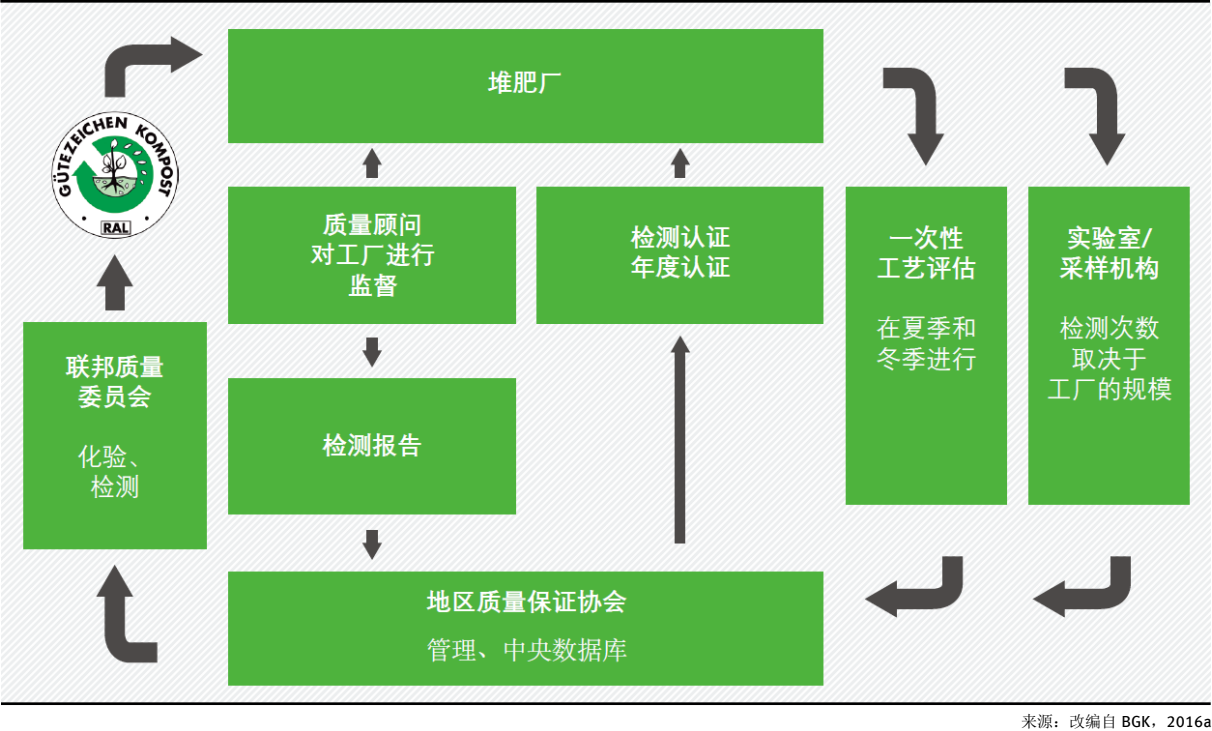
- 1. 初次现场考察：在现场考察期间，质量顾问对工厂进行简单评估，并检查工厂是否符合质量和检测要求。
- 2. 一次性工艺评估：在顺利进行初次现场考察之后，进行一次性工艺评估，核查工厂的处理工艺是否适合生物废弃物的卫生要求。评估必须按照《生物废弃物条例》的规定进行，夏季和冬季各开展一次。评估内容包括温度测量、工艺评估和堆肥产品检测分析。所需堆肥样品由经认证的采样机构采集，并由经认证的实验室进行检测分析。
- 3. 认证：将检测结果提交给 BGK 联邦质量委员会。如果所有要求都符合 RAL 质量标准，BGK 联邦质量委员会将授予厂商 RAL 质量认证标志。
- 4. 监测：获得质量认证标志后，开启监测流程。需要工厂的后续评估检查报告和产品取样结果。在最初的三年里，或者在达到正常运行之前，需每年对工厂进行一次考察和监测。之后，每两年对工厂进行一次监测。每年的检测分析次数取决于输送到工厂的原料数量（每 2,000 吨检测分析一次，以每年处理的吨数为准）（见表 1）。
- 5. 终止：如果不符合要求，BGK 可以撤销工厂认证【BGK，2016c；BGK，2017c】。

表 1：BGK 监管下的工厂每年需要进行的检测分析次数

| 每个工厂每年的原料量          | 每年检测次数                       |
|---------------------|------------------------------|
| 最多处理 8,000 吨材料      | ► 检测 4 次                     |
| 最多处理 24,000 吨及以上的材料 | ► 最多检测分析 12 次（如免除进一步检测分析的义务） |

来源：改编自 BGK，2016c；BGK，2017c。

图 12：由 BGK 实施的质量保证流程



来源：改编自 BGK，2016a

### 质量保证流程的成本

质量保证流程产生的成本可分为四大类。下文所述的这些成本参考了德国的框架条件<sup>10</sup>。

1. 一次性工艺评估的成本为 8,500 欧元，包括示踪剂制备、夏季取样、冬季取样、检测分析和出具报告的费用。
2. 如果工厂的产能为每年 10,000 吨，并且采集五个样品，那么采样机构每年的费用约为 1,050 欧元。
3. 根据 RAL 的要求，对一个混合样品进行完整检测分析的成本为 300 欧元，即五个样品每年需要 1,500 欧元。
4. BGK 直接向成员收取的费用包括基本费用 710 欧元，即 BGK 的内部成本（包括质量顾问），以及堆肥或厌氧消化处理厂每吨原料 0.085 欧元的可变费用【BGK，2016b】。

在德国，质量保证流程的成本，包括 BGK 收缴的费用，都包含在废弃物处理成本中；而废弃物处理成本由废弃物处置费承担。堆肥产品和沼渣的质量保证可以提高产品的适销性，并且可以提高使养分和有机物回到土壤的可能性。根据具体情况，还可以增加产品的收入。

### 5.3 德国堆肥产品和沼渣质量要求

目前，质量标准特别要求申报以下方面：

- 植物养分；

<sup>10</sup> 请注意，这些数额参考了德国的价格水平，因此不一定与其他国家的价格水平相当。

- ▶ 根据《肥料条例》（见第 4 章）对堆肥产品进行申报；
- ▶ 确定肥料和腐殖质价值；
- ▶ 物理参数（体积密度、干物质干物质含量、腐熟度等）；
- ▶ 生物参数（沙门氏菌、气味等）；以及
- ▶ 重金属含量。

申报堆肥产品或沼渣的属性，可为农民和园林设计师正确使用产品提供指导。

为了根据 RAL 质量标准进行认证，堆肥产品或沼渣必须满足特定的质量要求。包括五个主要方面：

- ▶ 无害化；
- ▶ 有效性；
- ▶ 产品外观；
- ▶ 可靠性；
- ▶ 适销性。

无害化

由于堆肥产品或沼渣主要用作肥料和土壤改良剂，必须保证其无害。为此，相应的 RAL 质量标准明确了具体的质量要求。堆肥产品（腐熟、新鲜、基质）、沼渣沼液（液态、固态）、来自可再生原料的沼渣沼液（液态、固态）和污泥产生的堆肥产品有不同的要求。例如，对腐熟堆肥产品的要求和限值见表 2。

表 2：“RAL-GZ 251”号质量标准规定的堆肥产品质量要求

| 质量特性   | 质量要求                                                                                                                                                                                                 |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 卫生     | <ul style="list-style-type: none"><li>▶ 对分解过程的流行病卫生消毒有效性进行验证测试（符合性测试/“Konformitätsprüfung”）。</li><li>▶ 符合时间和温度要求（过程控制）。</li><li>▶ 不含能发芽的种子和发芽中的植物部分（“不含”指&lt; 2 株/升堆肥产品）。</li><li>▶ 排除沙门氏菌</li></ul> |
| 杂质（限值） | <ul style="list-style-type: none"><li>▶ 最高 0.5%（按重量计，可选干物质比例），不合适杂质材料&gt; 2 mm 直径</li><li>▶ 杂质的总表面积&lt; 25 cm2/升鲜物质（在杂质质量超过 0.1%干物质质量干物质的情况下）</li><li>▶ 大于 10 毫米的石子：最高占干物质质量的 5%干物质</li></ul>        |
| 植物耐受性  | <ul style="list-style-type: none"><li>▶ 植物与所规定应用领域的相容性</li><li>▶ 不含植物毒性物质，不固氮</li></ul>                                                                                                              |
| 腐熟度    | <ul style="list-style-type: none"><li>▶ 四级或五级*</li></ul>                                                                                                                                             |
| 含水量    | <ul style="list-style-type: none"><li>▶ 散装材料最高 45%</li><li>▶ 袋装材料最高 35%</li><li>▶ 根据《BGK 方法手册》附件 4，烧失量超过 40%的堆肥产品允许有更高的含水量。</li></ul>                                                                |

| 质量特性                | 质量要求                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 有机物                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 烧失量至少为干物质质量的 15%干物质</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 重金属含量（限值）（毫克/公斤干物质） | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 镉：1.5；铬：100；铜：100；汞：1.0</li> <li>▶ 镍：50；铅：150；锌：400；</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                          |
| 申报                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 产品类型（腐熟堆肥产品）</li> <li>▶ 生产商名称</li> <li>▶ 体积密度（体积重量）</li> <li>▶ 干物质含量</li> <li>▶ pH 值</li> <li>▶ 盐含量</li> <li>▶ 植物养分（总量）（N、P2O5、K2O、MgO、CaO）</li> <li>▶ 植物养分（可溶）（N、P2O5、K2O）</li> <li>▶ 微量元素（根据肥料法规）</li> <li>▶ 有机物</li> <li>▶ 碱性有效物质（CaO）</li> <li>▶ 净重或净体积</li> <li>▶ 正确使用说明</li> </ul> |

来源：改编自 BGK，2016a

\*腐熟度表示堆肥产品在检测条件下的自热能力。第四阶段和第五阶段的平均温度< 30-40°C（2002 年版《BGK 方法手册》，[https://www.kompostde/fleadmin/docs/shop/Grundlagen\\_GS/Methods\\_Book\\_2002.pdf](https://www.kompostde/fleadmin/docs/shop/Grundlagen_GS/Methods_Book_2002.pdf)，英语）。

### 有效性

氮、磷、钾和石灰等养分的含量，以及腐殖质的价值是在对堆肥产品和沼渣进行检测的过程中确定的。农民在计算土地施肥量时必须考虑养分的含量。

根据养分含量，堆肥产品的肥料价值可以根据矿物肥料来计算。如果使用堆肥产品，农民可以减少矿物肥料的用量，从而节省资金。使用堆肥产品的另一个积极效果是通过腐殖质中的碳元素来改善或保持土壤肥力和土壤中的水分。

### 外观

分类收集生物废弃物使得其生产的堆肥产品，与利用混合废弃物生产的堆肥产品相比，不仅物理外观不同，而且其污染物和杂质含量也不同。然而，即使是在分类收集的生物废弃物中，也总会有投错的废弃物，进而进入成品中。对此应该采取一系列措施来减少杂质，特别是玻璃和塑料。RAL 质量标准对杂质的要求比《生物废弃物条例》的要求严格得多，这是有利因素，因为含有杂质的堆肥产品会给终端用户留下不好的印象，而且从长远来看也不利于销售。因此，生产外观好看的堆肥产品和沼渣是堆肥和厌氧消化处理厂的一项基本任务。

### 可靠性

根据 RAL 质量标准对堆肥和厌氧消化工艺的生物废弃物原料及其产品进行持续评估，保证了经认证产品的卫生安全 and 质量。基本上，经认证的堆肥产品和沼渣质量水平一致，污染物含量远低于规定限值。因此，客户可以信任产品质量的稳定性。

### 适销性

只有具有较低污染可能性、营养成分适当、外观好、质量可靠的堆肥产品和沼渣才更容易销售。BGK 为确保工厂经营者遵守这些标准提供支持（见第 5.1.1 章）【BGK，2017c；2016 年】。

### 信息框 7：关于德国废弃物分类收集的信息

RAL 质量保证：<https://www.kompost.de/guetesicherung/>（仅德语）

德国堆肥产品质量要求和质量保证：<http://www.compostnetwork.info/wordpress/wp-content/uploads/Presentation-BGK-2014-03-12.pdf>（英语）

德国沼渣质量要求和质量保证：[http://www.kompost.de/uploads/media/Quality\\_Requirements\\_of\\_digestion\\_residuals\\_in\\_Germany\\_text\\_01.pdf](http://www.kompost.de/uploads/media/Quality_Requirements_of_digestion_residuals_in_Germany_text_01.pdf)（英语）

## 5.4 根据《BGK 方法手册》采样

对堆肥产品或沼渣样品进行检测，以便核实其是否符合质量要求。正确采样对于获得有意义的检测分析结果至关重要。BGK《有机肥、土壤改良剂和基质检测分析方法说明书》<sup>11</sup>（《BGK 方法手册》）中介绍了由 BGK 进行的质量保证流程中的检测实施情况。《BGK 方法手册》的基本原则包括：

- ▶ 德国联邦各州废弃物工作组指南（Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, LAGA）：《固体废弃物和填埋材料采样规则》（见信息框 8）和
- ▶ 《生物废弃物条例》附件 3 的要求【AGROLAB, 2017 年】。

### 信息框 8：采样信息

《有机肥、土壤改良剂和基质检测分析方法手册》（2006 年），编辑：BGK。ISBN 978-3939790006。无在线版本（仅德语）

《堆肥产品检测分析方法手册》（2002 年）：[https://www.kompost.de/fileadmin/docs/shop/Grundlagen\\_GS/Methods\\_Book\\_2002.pdf](https://www.kompost.de/fileadmin/docs/shop/Grundlagen_GS/Methods_Book_2002.pdf)（英语）

《废弃物分类、采样和检测分析》：  
[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/waste\\_classification\\_sampling\\_analysis.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/waste_classification_sampling_analysis.pdf)（英语）

《固体废弃物和填埋材料采样规则》：[https://www.umwelt-online.de/recht/abfall/laga/pn98\\_ges.htm](https://www.umwelt-online.de/recht/abfall/laga/pn98_ges.htm)（仅德语）

根据《BGK 方法手册》，样品必须能代表整个批次的堆肥产品或沼渣。同一批次指在相同条件下和相同时间段内生产的产品。必须区分三种样品：

- ▶ 个体样品，批次中任一位置的一小部分；
- ▶ 总体样品，同一批次中所有个体样品的总量；
- ▶ 实验室样品，总体样品中的一小部分，用于进行实验室和卫生检测所需的量。

<sup>11</sup> 网上不提供 2006 年的最新版，但有 2002 年版：

[https://www.kompost.de/fileadmin/docs/shop/Grundlagen\\_GS/Methods\\_Book\\_2002.pdf](https://www.kompost.de/fileadmin/docs/shop/Grundlagen_GS/Methods_Book_2002.pdf)（英语）。



在选择采样机构和实验室进行检测分析时，需要考虑许多准则，见表 3。

采样过程可分为五步【INFU mbH, 2016 年】：

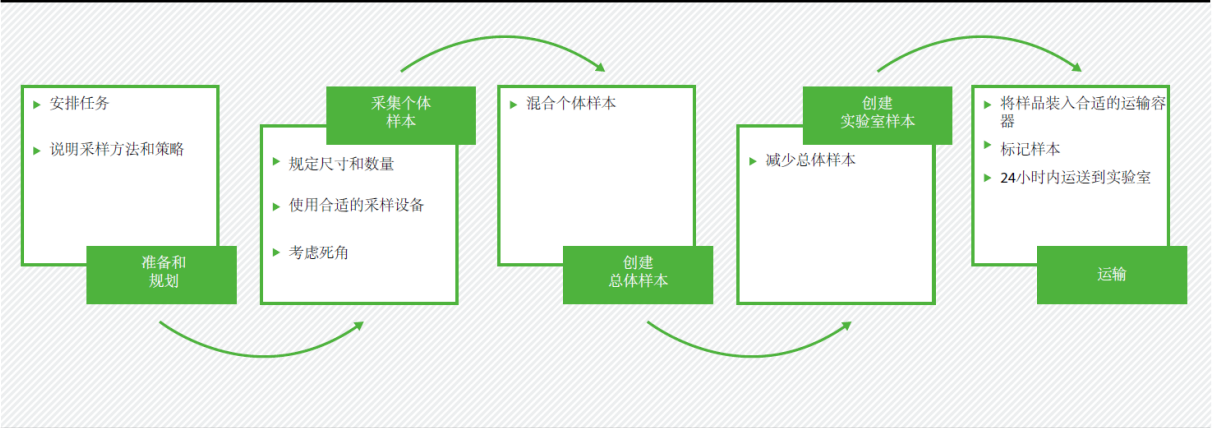
1. 准备和计划；
2. 采集个体样品；
3. 创建总体样品；
4. 创建实验室样品；
5. 运输。

表 3：对采样机构和实验室的要求

| 采样机构                                              | 实验室                    |
|---------------------------------------------------|------------------------|
| 经 BGK 认证                                          | 经 BGK 认证               |
| 独立的                                               | 建立了质量管理体系（如 ISO 17025） |
| 每三年参加一次常规培训课程                                     | 对所有检测方法都有经验            |
| 具有相关标准的实践经验（EN 12579: 2000; EN ISO 5667-13: 2011） | 定期参与轮流检测，检测结果合格        |
|                                                   | 提供标准化的结果报告             |

来源：改编自 INFU mbH 2016b; 2016c。

图 13：采样流程



来源：改编自 INFU mbH, 2016a



首先，必须安排堆肥厂或厌氧消化处理厂的采样任务。在采样之前，必须确定采样的类型以及采样的方法和策略。需要确认的问题有：

- ▶ 采样的目的是什么（内部/外部质量控制）？
- ▶ 有哪些相关的采样方法（EN ISO 标准/《BGK 方法手册》）？
- ▶ 哪些产品应该采样（中间产品/原料）？
- ▶ 应在什么时候采样（存放、移动、包装材料）？

采集个体样品

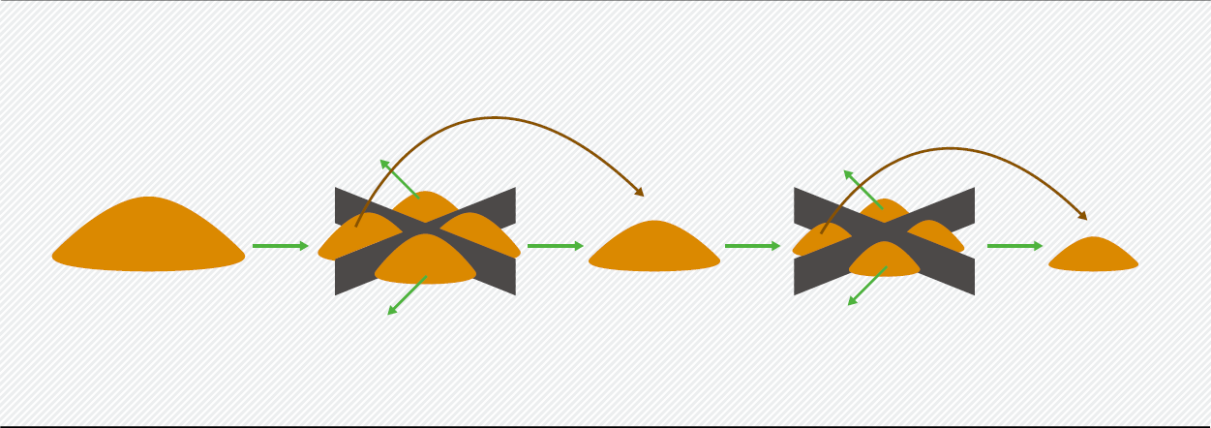
个体样品必须均匀分散在整个批次中，并且大小相同。样品的大小和数量取决于材料和批次规模。

表 4：个体样品的大小和数量

| 固态材料                      |               |
|---------------------------|---------------|
| 测量尺寸，如果颗粒尺寸< 20 毫米        | 每个个体样品至少 2 升  |
| 测量颗粒尺寸，如果其> 20 毫米         | 每个个体样品至少 3 升  |
| 规定个体样品数量，如果批次体积< 500 m3   | 取 20 个个体样品    |
| 规定个体样品数量，如果批次体积< 1,000 m3 | 取 40 个个体样品    |
| 液态材料                      |               |
| 每个个体样品的尺寸                 | 每个个体样品至少取 1 升 |
| 规定个体样品数量，如果批次体积< 1,000 m3 | 至少取 12 个个体样品  |
| 规定个体样品数量，如果批次体积< 3,000 m3 | 至少取 20 个个体样品  |
| 规定个体样品数量，如果批次体积< 5,000 m3 | 至少 30 个个体样品   |

来源：改编自 INFU mbH 2016b； 2016c。

图 14：代表性堆肥产品样品的提取技术



来源：德国联邦环境署（UBA），2015 年

适合的采样设备的选择取决于与材料性状的一致性。对固态材料进行采样时，可使用轮式装载机、金属铲/锄头、器皿、螺杆式钻孔机以及方形橡胶或塑料板，但对于液态材料，需要一个收集和混合个体样品的容器、一个提取样品的泵、一只取样勺和用于最终样品的可密闭的包装容器。采样时，需要考虑死角的体积。这些死角都位于通向采样口的管道上，材料不会连续地从这里流出。因此，在采样前必须充分冲洗死角【INFU mbH，2016a】。

制作实验室样品

所有的个体样品需摊开在橡胶或塑料板上进行混合。总体样品被分成四个相同的正方形，选择两个对角方向的正方形来制作新样品。重复这一过程，直到剩下适量的实验室样品（至少 20 升）【INFU mbH，2016a】。

## 运输

最后一步是将实验室样品装入适合运输的容器。该容器应贴上标签，写明以下内容：

- ▶ 样品批次的来源；
- ▶ 采样日期；
- ▶ 采样机构的名称。

样品应在 **24** 小时内送到实验室，同时样品要保持冷却状态。最后，每次采样后，必须彻底清洁所有采样设备【INFU mbH, 2016a】。

## 6 总结和展望

### 德国生物废弃物管理及堆肥产品和沼渣质量保证体系

在德国，20 世纪 80 年代中期就已经开始自愿分类收集生物废弃物并生产堆肥产品。然而，堆肥产品的接受度很低。为了提高堆肥产品的质量，提高其接受度，并最终提高其适销性，堆肥厂经营者于 1989 年成立了独立于国家的质量保证机构——BGK。在接下来的几年里，德国相关法规逐步引入了生物废弃物管理。自 2015 年以来，法律要求分类收集生物废弃物，并已在许多城市顺利实施。因此，通过堆肥或厌氧消化对生物废弃物进行有效回收得以实现。

如今，BGK 是负责对经认证堆肥或厌氧消化处理厂生产的堆肥产品和沼渣提供质量保证的机构。认证要求由标准制定机构——RAL 确定，由 BGK 实施，并授予合格产品（堆肥产品和沼渣）相应的 RAL 质量认证标志。除此之外，BGK 还向其会员提供咨询、公共关系和推进研发的服务。

为了根据要求审查堆肥产品和沼渣的质量，BGK 认证并批准了独立的采样机构和实验室。因此，BGK 为采样机构和实验室建立了认证程序。

希望获得 RAL 认证标志的工厂经营者必须通过 BGK 实施的质量保证流程。其中包括由 BGK 采样机构在现场考察期间采样，随后由经认证的实验室对样品进行检测分析。目的是由经营者向 BGK 的质量顾问证明，经营者能够确保工厂运行期间良好的自我监管。一旦生产过程、中间产品和最终产品以及工厂本身达到了所有 RAL 的要求，工厂生产的堆肥产品和沼渣即可获得 RAL 认证标志。

### 实施质量保证体系的一般步骤

在准备引入质量保证体系，并考量德国质量保证体系及质量保证机构的哪些特性和经验符合本国体系设计和建立的要求时，建议首先关注质量保证体系的职能，再考虑组织层面的结构。

可能的职能范围包括：

- ▶ 制定堆肥产品和沼渣的质量标准，至少满足相关法案和条例的要求，以提高堆肥产品和沼渣作为新产品的接受度；
  - ▶ 定期监测
    - ▶ 工厂的堆肥或厌氧消化工艺；
    - ▶ 工厂生产的堆肥产品或沼渣。
- 从而评估是否符合要求的质量标准，包括：
- ▶ 堆肥产品或沼渣的定期采样；
  - ▶ 根据各自的要求定期检测分析堆肥产品或沼渣样品；
- ▶ （适当的情况下）设计一个质量认证标志，清楚展示产品的质量（因此，授予认证标志的流程被纳入质量保证流程）；
- ▶ 监测整个质量保证流程，如果需要，授予质量认证标志；
- ▶ 培训和认证独立的采样机构和实验室；

- ▶ 开发适当的定价和融资体系。

只有在评估现有的组织结构，以及在特定框架条件下需要采用的新结构时，才能决定哪些组织可以履行哪些职能。

无论何种情况，为了实现有效的生物废弃物处理和后续使用，都应考虑以下步骤：

- ▶ 实施和执行有关废弃物分类收集和生物废弃物处理的条例；
- ▶ 加快修建足够的堆肥和厌氧消化处理厂；
- ▶ 达到足够的采样和样品检测分析能力；
- ▶ 适当情况下，推广有质量保证的堆肥产品和沼渣，以进一步开发和提高这些产品的市场价值。

根据德国的经验，具有高质量标准和可靠监测的质量保证体系可以提高堆肥产品和沼渣的质量，由此可以提高它们的适销性。事实证明，可靠的体系是增加堆肥和厌氧消化处理的一个很好的辅助工具，因此减少了可生物降解废弃物的填埋量，并增加了资源回收量。

## 7 参考文献

AGROLAB Labor GmbH（2017 年）：Eleonore Marciniszyn 提供的信息。2017 年 3 月

德国联邦环境部（BMUB）（2016 年）：生物废弃物——统计数据。参见以下网址：

<http://www.bmub.bund.de/themen/wasser-abfall-boden/abfallwirtschaft/statistiken/bioabfaelle/>.2017 年 2 月 21 日获取。

BGK（2010 年）：《德国的堆肥工艺和质量保证》。Stefanie Siebert 及 Maria Thelen-Jüngling 的报告。参见以下网址：[http://www.kompost.de/uploads/media/Compost\\_Course\\_gesamt\\_01.pdf](http://www.kompost.de/uploads/media/Compost_Course_gesamt_01.pdf).2017 年 2 月 8 日获取。

BGK（2015 年）：H&K aktuell 04/2015, 第 5-7 页，Maria Thelen-Jüngling (BGK)。参见以下网址：[https://www.kompost.de/fileadmin/news\\_import/Verwertung\\_auf\\_hohem\\_Niveau\\_HUK\\_4\\_2015.pdf](https://www.kompost.de/fileadmin/news_import/Verwertung_auf_hohem_Niveau_HUK_4_2015.pdf).2017 年 3 月 22 日获取。

BGK（2016a）：《质量保证机构在德国的设立和注册、结构和责任》。2016 年 11 月 2 日，Wolfgang Lausterer 与 Ulrich Hommel 的报告。

BGK（2016b）：《经认证的实验室与其他机构的监管关系》。2016 年 11 月 2 日，Wolfgang Lausterer 与 Ulrich Hommel 的报告。

BGK（2016c）：《与经认证实验室和其他机构的合同关系》。2016 年 11 月 2 日，Wolfgang Lausterer 与 Ulrich Hommel 的报告。

BGK（2017a）：堆肥产品的质量保证。参见以下网址：<https://www.kompost.de/guetesicherung/guetesicherung-kompost/>.2017 年 2 月 22 日获取。

BGK（2017b）：我们是谁。参见以下网址：<https://www.kompost.de/de/ueber-uns/wer-wir-sind/>.2017 年 3 月 6 日获取。

BGK（2017c）：Wolfgang Lausterer 的书面咨询。06.03.2017.

BGK（2017d）：堆肥产品的质量要求。参见以下网址：[https://www.kompost.de/fileadmin/user\\_upload/Dateien/Guetesicherung/Dokumente\\_Kompost/Dok.\\_251-006-2\\_Qualitaetskrit.\\_K.pdf](https://www.kompost.de/fileadmin/user_upload/Dateien/Guetesicherung/Dokumente_Kompost/Dok._251-006-2_Qualitaetskrit._K.pdf).2017 年 6 月 19 日获取。

《BGK 方法说明书》（2002 年）：《堆肥检测方法手册》。参见以下网址：[https://www.kompost.de/fileadmin/docs/shop/Grundlagen\\_GS/Methods\\_Book\\_2002.pdf](https://www.kompost.de/fileadmin/docs/shop/Grundlagen_GS/Methods_Book_2002.pdf). 2017 年 6 月 19 日获取。

BiPRO GmbH（2016 年）：《生物废弃物和堆肥政策框架》。2016 年 11 月 2 日，Zettl, Elisabeth 的报告。

普罗夫迪夫能源局（2016 年）：《保加利亚堆肥产品采样和检测的技术和经验》。2016 年 11 月 2 日，Piscova, Elka 的报告。

欧盟委员会（2015 年）：《欧盟 28 个首都的废弃物分类收集计划评估》。作者：BiPRO GmbH Munich。

欧盟委员会（2016a）：《可生物降解废弃物》。参见以下网址：  
<http://ec.europa.eu/environment/waste/compost/>。2017 年 2 月 20 日获取。

欧盟委员会（2016b）：《循环经济：鼓励使用有机肥和利用废弃物生产的肥料的新法规》。参见以下网址：[http://europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-16-826\\_de.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-16-826_de.htm)。2017 年 2 月 20 日获取。

欧盟委员会（2016c）：《到 2020 年的环境行动计划》。参见以下网址：<http://ec.europa.eu/environment/action-programme/>。2017 年 2 月 21 日获取。

Ganser Entsorgung（2016 年）：生物废弃物厌氧消化设施的工艺介绍。参见以下网址：  
<http://www.ganser-gruppe.de/entsorgung-muenchen/bioabfallvergaerungsanlage/verfahren.html>。2017 年 3 月 21 日获取。

INFU mbH（2016a）：《对堆肥产品和沼渣采样的实际操作》。2016 年 11 月 3 日，Eleonore Marcinzyn 的报告。

INFU mbH（2016b）：《实验室验收程序和要求》。2016 年 11 月 3 日，Eleonore Marcinzyn 的报告。

INFU mbH（2016c）：《采样机构的验收程序和要求》。2016 年 11 月 3 日，Eleonore Marcinzyn 的报告。

INFU mbH（2016d）：《产品质量和检测标准》。2016 年 11 月 3 日，Eleonore Marcinzyn 的报告。

Fricke, K.; Kosak, G.; Meier-Ploeger, A.; Turk, T.; Wallmann, R.M Vogtmann, H.（2003 年）：生物废弃物的分类收集与施用——2003 年盘点。收录在 Fricke 等(2003): 生物废弃物分类收集的未来。维岑豪森生物废弃物垃圾桶 20 周年，第 64 页。

巴登-符腾堡州环境、测量和自然保护研究所（无年份 a）：生物废弃物和园林垃圾的厌氧消化。参见以下网址：<http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/209620/>。2017 年 2 月 28 日获取。

巴登-符腾堡州环境、测量和自然保护研究所（无年份 b）：生物废弃物和园林垃圾的堆肥。参见以下网址：<http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/209540/>。2017 年 2 月 28 日获取。

UBA（德国联邦环境署）（无年份）：欧盟公布废弃物框架原则。参见以下网址：<http://fuer-mensch-und-umwelt.de/1975/europaische-gemeinschaft-erlasst-abfallrahmenrichtlinie-2/>。2017 年 2 月 27 日获取。

UBA（德国联邦环境署）（2015 年）：《废弃物分类采样和检测》。德绍-罗斯劳，德国。参见以下网址：<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/waste-classification-sampling-analysis>。2017 年 2 月 21 日获取。

UBA（德国联邦环境署）（2016a）：《有机废弃物的处理》。参见以下网址：<https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/waste-resources/waste-disposal/organic-waste-treatment>。2017 年 2 月 28 日获取。

UBA（德国联邦环境署）（2016b）：《德国生物废弃物条例的法律框架》。2016 年 11 月 2 日，Hermann, Tim 的报告。

UBA（德国联邦环境署）（2016c）：Bioabfälle。参见以下网址：<https://www.umweltbundesamt.de/daten/abfall-kreislaufwirtschaft/entsorgung-verwertung-ausgewaehlter-abfallarten/bioabfaelle#textpart-1>。2017 年 2 月 28 日获取。

#### 引用的法律、指令和法规：

《德国联邦土壤保护法案》（1998 年）：用于防止土壤有害改变、补救污染地段。参见以下网址：<https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbodschg/gesamt.pdf>（仅德语）。2017 年 3 月 6 日获取。

《德国联邦土壤保护条例》（1999 年）：联邦土壤保护和受污染土壤治理。参见以下网址：<http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bbodschv/gesamt.pdf>（仅德语）。2017 年 3 月 6 日获取。

《德国生物废弃物条例》（1998 年）：耕地、林地和园林施用生物废弃物条例。参见以下网址：<https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bioabfv/gesamt.pdf>（仅德语）。2017 年 3 月 6 日获取。

《德国肥料法案》（2009 年）：肥料法。参见以下网址：[https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/d\\_ngg/gesamt.pdf](https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/d_ngg/gesamt.pdf)（仅德语）。2017 年 3 月 6 日获取。

《德国肥料条例》（2012 年）：肥料、土壤改良剂、生长基质、植物营养剂的市场营销。参见以下网址：[http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/zentrale\\_analytik/dateien/d\\_\\_ngemittelverordnung.pdf](http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/zentrale_analytik/dateien/d__ngemittelverordnung.pdf)（仅德国）。2017 年 3 月 6 日获取。

《德国循环经济法案》（2012 年）：促进循环经济和废弃物无害化管理发展。参见以下网址：<https://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/krwg/gesamt.pdf>（仅德语）。2017 年 3 月 6 日获取。

《德国畜产制品处理法案》（2004 年）：畜产制品处理法。参见以下网址：<http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/tiernebg/gesamt.pdf>（仅德语）。2017 年 3 月 6 日获取。

《德国畜产制品处理条例》（2006 年）：《德国畜产制品处理法》的实施条例。参见以下网址：

<http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/tiernebv/gesamt.pdf>（仅德语）。2017 年 3 月 6 日获取。

《欧盟废弃物框架指令》：欧洲议会和理事会 2008 年 11 月 19 日关于废弃物和废除某些指令的第

2008/98/EC 号指令。参见以下网址：<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:en:PDF>（英语）。2017 年 9 月 22 日获取。

《欧盟废弃物填埋指令》：欧盟理事会 1999 年 4 月 26 日关于废弃物填埋的第 1999/31/EC 号指令。

参见以下网址：<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:182:0001:0019:EN:PDF>（英语）。2017 年 9 月 22 日获取。

《欧盟畜产制品法规》：欧洲议会和理事会 2009 年 10 月 21 日第 1069/2009 号法规（欧盟委员会），规定了关于畜产制品和非人类消费的衍生产品的卫生规则，并废除了第 1774/2002 号法规（《畜产制品法规》）。参见以下网址：<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:300:0001:0033:EN:PDF>（英语）。2017 年 9 月 22 日获取。

《欧盟肥料法规》：2003 年 10 月 13 日欧洲议会和理事会关于肥料的第 2003/2003 号法规（欧盟委员会）。参见以下网址：<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003R2003&from=EN>（英语）。2017 年 2 月 27 日获取。



下载本手册（英文版）  
链接: [bit.ly/2dowYYI](https://bit.ly/2dowYYI)

[www.facebook.com/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)  
[www.twitter.com/umweltbundesamt](https://www.twitter.com/umweltbundesamt)