

指南



堆肥指南

正确地自制堆肥—建议与技巧

德国联邦环境署

Umwelt 
Bundesamt

目录

前言	3
堆肥制作速览——优质肥的制作原则	4
////////////////////////////////////	
01 何时可以利用有机废弃物自制堆肥(法律层面)	6
哪些是必须单独收集的有机废弃物?	6
自行回收的必备条件	6
////////////////////////////////////	
02 为什么要堆肥?	8
养分循环与土壤质量	8
pH值与石灰含量	9
腐殖质、土壤生物和土壤肥力	9
////////////////////////////////////	
03 哪些物料可用于堆肥?	12
适合的物料	12
需要适当使用的物料	13
不宜使用的物料	13
////////////////////////////////////	
04 卫生	16
////////////////////////////////////	
05 正确的堆肥制作方法	18
堆肥过程(分解过程)的前提条件	18
物料粉碎	21
混合多种物料至关重要	21
有必要使用添加剂吗?	22
搭建堆肥堆	23
表层堆肥和覆盖	26
用树叶制作堆肥	27
////////////////////////////////////	
06 堆肥的使用	28
////////////////////////////////////	
术语表	30
拓展阅读	32



前言

《堆肥指南》由德国联邦环境署（UBA）于二十五年前首次出版。总发行量超过300万册，是UBA最成功的出版物之一。这个指南提供了很多技巧和建议，帮助人们在自家花园中，利用有机废弃物以正确且环保的方式制作堆肥。这本指南主要的受众群体为家庭和业余园丁，对于他们来说，自然资源的循环利用是花园管理中必不可少的一部分。

以节约资源、环境友好的方式实现物质循环是当今时代重要的环境保护需求，而物质循环包括并远超出有机废弃物的范畴。在德国，对有机废弃物进行资源化利用并非仅仅依赖于园艺爱好者的参与。绝大多数的有机废弃物会收集于有机废弃物垃圾桶中并送以集中发酵，最终用作农业和园艺等领域的肥料和土壤改良剂。德国的《循环经济法》、《有机废弃物条例》、《肥料条例》以及《施肥条例》规范了有机废弃物的集中处理和利用。然而，几乎没有一项规范专门针对家庭花园有机废弃物的利用。因此，本堆肥指南旨在回答这方面的问题。

在新版本中，我们希望在上一版《堆肥手册》的成功基础上，提供最新的信息和建议。

这本新版的《堆肥指南》不仅适用于具有环保意识的家庭和园艺爱好者，也会对地方决策者有所启发。在德国，必须单独收集有机废弃物的规定于2015年1月1日起生效，地方决策者们必须自行判断，如果住户用有机废弃物自制堆肥，是否可以免除单独收集其有机废弃物的义务。本指南第三章《哪些物料可用于制作堆肥？》中清楚地回答了这个问题：即使住户已经对有机废弃物进行了综合利用（即自制堆肥），单独收集也不能被完全取代，因为不是家庭产生的所有有机废弃物都适用于制作堆肥。

UBA（德国联邦环境署）并不认为家庭堆肥可以替代单独收集有机废弃物，而是将其作为在堆肥方法正确的前提下的一项有意义的补充方案。

错误的家庭堆肥操作可能会损害生态环境，特别是在温室气体排放、土壤过度施肥以及升高地下水脆弱性等方面，与大规模堆肥和厌氧消化过程造成的环境压力相当。

因此，要想以对环境无害方式自制堆肥，就必须遵循相应的实践原则。在新版本的堆肥指南中，UBA（德国联邦环境署）为所有环保意识强的有花园（或无花园）的公民提供了清晰的实践指导原则。

堆肥制作速览——优质肥的制作原则

1.

将堆肥堆置于裸露地表，所选位置需要阴凉且防风。不要将堆肥堆放在石头、混凝土或者沥青上，也不要堆放在坑里。堆肥堆需要以蠕虫和其他微生物能接触到的土壤作为基底。

2.

为所选区域的土地松土，铺上一层大约10-20厘米厚的粗粒物料，再铺上一层混合均匀的小颗粒物料，如树叶、厨余垃圾等。只需铺一层薄薄的草屑或者草屑与其他物料的混合物；另外，为防止其腐烂，应选取干燥或枯萎的草屑。

3.

制作堆肥的物料必须彻底切碎并充分混合；起始物料的种类越多越好。

4.

在新的堆肥堆中加入几铲普通的花园土或成品堆肥作为“接种物”，如有必要，还可加入堆肥蠕虫。洋葱皮、咖啡渣、茶包或茶叶是蠕虫的理想食物。

5.

微生物需要水分，所以堆肥需要保持湿润。

6.

不要过度浇灌堆肥物料，因为这样会导致空气不足，产生厌氧环境。厌氧环境下堆肥过程会终止，厌氧消化将取而代之。堆肥的物料应保持像拧干的海绵一样的潮湿程度。

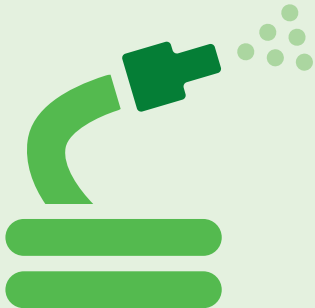
7.

肉类、骨头和熟食这类废弃物会吸引害虫，应丢进有机废弃物垃圾桶，不宜用于自行堆肥。

8.

要确保堆肥物料通风良好：

- ▶ 与粗粒物料充分混合，
- ▶ 堆肥箱要有足够多的通风孔
- ▶ 切勿使用四面封闭的容器。



9.

翻动堆肥堆能够使物料混合更充分并补充气体，从而加快腐熟过程。翻动过程中，可以筛出成品，并将未分解的部分放回堆中。

10.

用木材、一层厚厚的树叶或类似的物料覆盖在成品堆肥上，以防止水分和氮的流失！如果堆肥堆没有充分通气，会产生难闻的气味。

厌氧环境下（缺乏空气），细菌会生成有气味的氨气和硫化氢，以及对气候有害的甲烷气体。相反，好氧活性堆肥堆没有难闻的气味，而闻起来像林地中新鲜的空气。

在有氧环境下，不仅分解的速度会更快，而且可以在很大程度上避免生成破坏气候的甲烷气体。



01

何时可以利用有机废弃物自制堆肥？ (法律层面)

《德国循环经济法》(KrWG)规定，公共废弃物管理部门应该单独收集有机废弃物。基于有机废弃物的定义，这一规定既涉及花园、公园以及景观维护废弃物，也涉及食品及厨余垃圾。

哪些是必须单独收集的有机废弃物？

原则上，私人住户所产生的所有花园及厨余垃圾都要交由公共废弃物管理部门处理。

KrWG(《德国循环经济法》)旨在促进循环经济，

! 保护自然资源，并确保在产生和管理废弃物的同时保护人类和环境的安全(§1 KrWG)。

其目标是尽可能高质量地利用这些不可避免产生的废弃物。

唯一的例外是花园所有者自制堆肥，并在自家土地上使用堆肥产品。因此，只有当住户产生的有机废弃物最终用于住户自己的花园时，这些有机废弃物才可免于单独收集。

自行回收的必备条件

鉴于全面单独收集有机废弃物规定的实施，大多数的公共废弃物管理部门已经在现有的关于剩余垃圾强制收集及利用的规定的规定的基础上，将有机废弃物单独收集纳入管理范围，并在废弃物管理规定中作了具体说明。如果打算申请豁免，例如想要在私人土地上“自行使用”有机废弃物，公共废弃物管理部门应要求相关住户提供证明，以保证其专业性和操作正确。UBA(德国联邦环境署)已经在了一项研究中提出了相关适用标准，详见第7页信息框。

家庭堆肥是否专业和正确，最终是自行堆肥的人员的责任。堆肥者必须能够确保全年期间堆肥的过程合理且环保。



有机废弃物垃圾桶（图左）和自制堆肥（图右）是完美的搭配。

申请豁免单独收集有机废弃物的适用标准

豁免申请表（公共废弃物管理部门起草）中申请豁免的条目至少应包括以下内容：

- ▶ 土地所有者
- ▶ 土地面积
- ▶ 花园区域
- ▶ 户型（单户/多户）
- ▶ 住户和居民数量
- ▶ 根据总平面图，证明每个居民的花园面积至少约为50平方米
- ▶ 土地、花园区域和堆肥方式（例如堆肥机）的照片文件，用于评估当地条件。

02 为什么要堆肥?



养分循环与土壤质量

依据德国的土壤分类标准，花园土壤被称为hortisol（园地土，源于拉丁语，hortus意为花园，sol意为土壤）。园

地土是一种经过长期高强度使用的土壤类型，其肥沃的、富含腐殖质的土层深度超过40cm。通常情况下，园地土中包含的有机物的重量占比超过4%。这种

对土壤生物有利的条件：

- ▶ 精心的土壤管理
- ▶ 良好的空气和水分比率
- ▶ 有利的pH值（6 - 7.5）
- ▶ 植被提供的树荫
- ▶ 有机物

富含腐殖质的土层是由长期的园艺使用和定期投入大量有机物质（如堆肥）培育而成的。频繁的灌溉和较长时间的荫蔽促成了园地土的形成。由于有机质含量高，园地土中含有大量的重要营养物质，其中不仅包括氮、磷、钾这样的主要营养物，还包括镁、钙以及硒和锰这些微量营养物。

真菌、细菌、藻类、蠕虫和昆虫等土壤生物的重要性也不可低估。土壤生物能够为土壤提供必要的营养，分解有机物质形成腐殖质，同时保证土壤充分通风；土壤生物在花园土壤中含量丰富。

只要园艺爱好者们遵守良好的实践规范，就可以为保持良好的土壤条件，进而为保护环境做出重要贡献。这样做也能够促进养分循环，提高土壤质量。

pH值与石灰含量

上述良好实践规范的一项重要内容，就是通过适当的方法保持土壤的特定pH值。pH值可以表明土壤是碱性、中性还是酸性的。石灰含量与pH值相关。

作物需要特定的土壤pH值以达到最佳生长状态。pH值也在很大程度上决定了土壤中生物的种类。石灰淋溶和环境变化（酸雨）所引起的pH值波动对土壤的生态平衡影响显著。

如果土壤酸性过强，养分会溶解得更快，植物也能更充分地吸收养分。但由于植物不能吸收过多的养分，一些营养物质会流失并且



使用pH试纸即可测量土壤的pH值

可能渗入地下水，会对环境造成不良影响，导致富营养化等现象的发生。

使用堆肥产品会加强土壤对于pH值波动的缓冲能力。此外，堆肥中的碱性物质也会确保土壤不会酸化。

腐殖质、土壤生物和土壤肥力

堆肥的目的是产生腐殖质，在营养循环的过程中为土壤保持养分，提高或保持土壤肥力。堆肥过程始于土壤生物分解有机质。土壤生物的活性以及有机质的分解速率取决于：

- ▶ 土壤内部及表层的温度
- ▶ 有机物料的湿度
- ▶ 含氧量
- ▶ pH值

经验法则：

生态系统越多样化，
就越稳定，越健康。

如果有机物质通过堆肥或植物的残余部分进入土壤，那么容易矿化的物质，如蛋白质和单糖，会首先被分解。在这个过程中，植物细胞中以盐类形式存在的或容易分解的矿物质就会被释放出来。分解过程的中间产物与丹宁酸、蜡状物或纤维素、木质素等持久性物质的分解速度较慢。有机物质碎片和新形成的中间产物结合在一起，会形成稳定的腐殖质层。这些腐殖质非常不易分解，保障了土壤的长期肥力。另外，一些矿物质（特别是

氮和硫）会永久地结合在中间产物中。在这个复杂的有机物质的转化过程中，粘土腐殖质的复合体会逐渐形成，它们为土壤提供了有利的物理条件（空气循环和土壤结构）。如果不经常添加新物料，分解和转化过程就会减慢，但不会完全停止：即使是堆肥成品撒在土壤上后也会缓慢地分解，并逐渐释放出其养分，矿物质、腐殖质以及养分一起也进入土壤中，矿物混合物也会成为土壤矿物体的一部分（例如沙子或淤泥）。

腐殖质 = 来源于死亡的有机物质的土壤成分。有机物质会在微生物的作用下，进行第一次分解。这一过程会产生各种气体、水分、营养物质、矿物质和能量（堆肥堆产生的热量），同时开始形成稳定的棕黑色腐殖质，并在缓慢以及恒定温度下增多。腐殖质与矿物质（粘土矿物）发生反应后，会形成粘土腐殖质复合体。

营养腐殖质 = 易于降解的有机物，是土壤中生物的食物来源。

永久性腐殖质 = 持久性有机物质，永久性腐殖质是堆肥过程结束时堆肥堆中的成品物质。

腐殖质每年都会消耗掉一部分，因而需要被替换补充。对于自然土壤，这一过程是通过落叶和地面上的草本植物在自然循环中完成的。对于耕作土壤，人们必须主动回收有机物质，通过例如堆肥、覆盖、表层堆肥、绿色肥料和选择正确的作物轮作等方式，完成腐殖质的替换和补充。

腐殖质的流失并不会立即表现为养分流失，而是逐渐体现为土壤结构的恶化。植物要达到最佳生长状态，需要高比例的腐殖质来储存降雨带来的水分，以确保植物和土壤生物能够有充足的水分供应。高腐殖质含量的土壤就等同于肥沃的土壤。

腐殖质的流失就相当于物种的流失。土壤中高腐殖质含量一定程度上保证了植物的健康。在腐殖质充足的土壤中，多种多样的土壤生物会释放能量，使土壤温度升高，对植物和土壤生物都有所裨益。新加入的营养物质会保存在植物的根部区域，不容易流失。腐殖质的缺失会导致土壤物理结构的恶化，导致一系列灾难性后果。土壤结构遭到了破坏，团粒结构形成过程停止，进而阻碍了空气流通和水分供应。水土流失和风蚀等环境威胁，也将进一步导致腐殖质的流失。

堆肥的生化效应:

- ▶ 通过添加有机物质形成腐殖质
- ▶ 通过添加的营养素产生施肥的效果
- ▶ 从堆肥缓慢释放养分
- ▶ 增加生物活性
- ▶ 提高土壤对养分的吸收
- ▶ 减少养分流失

堆肥的物理效应:

- ▶ 改善空气和水分平衡
- ▶ 加强土壤团聚体稳定性
- ▶ 土壤更易耕种
- ▶ 春季土壤更易升温



03

哪些物料可用于堆肥?

任何含有可降解碳的物质都可以用于制作堆肥。但并不是所有的物质都适合在家庭花园里自制堆肥。下文分别列出了适合以及不适合家庭堆肥的物料。

适合的物料

草屑

向堆肥堆中添加草屑时应注意，草会优先从土壤中吸收氮，也就是说当草地被充分施肥时，草中的氮含量也很高。草的细胞中也储存水分，与氮相结合后，草屑的热量会显著增加，由此产生的热量甚至会导致草堆自燃。由于草的结构脆弱，且氮含量高，会很容易腐烂并释放出难闻的气味。草的腐烂过程也会产生甲烷并释放到大气中，甲烷是一种可导致气候变暖的温室气体。为了避免这种分解过程，草屑只能在风干后，在堆肥堆上铺薄薄的一层，或者与其他结构丰富的材料混合使用：如树叶、树篱碎枝叶以及新鲜木屑等。

!

提示:

在收集和堆肥前先用
割草机切碎树叶!

树叶

树叶是花园中最重要的堆肥物料之一。有些种类的树叶会更难分解，例如：

- ▶ 橡树叶
- ▶ 栗树叶
- ▶ 杨树叶
- ▶ 桦树叶
- ▶ 梧桐树叶
- ▶ 山毛榉叶
- ▶ 核桃树叶，
- ▶ 云杉树叶，
- ▶ 金合欢树叶



以上这些种类的树叶（尤其是橡树叶）在分解的过程中会释放出导致堆肥酸化的单宁酸，因此添加石灰或粘土矿物（膨润土）会很有帮助。

容易制作堆肥的树叶：

- ▶ 梨果及核果树叶，
- ▶ 枫树叶，
- ▶ 椴树叶，
- ▶ 柳树叶，
- ▶ 白蜡树叶，
- ▶ 花椒树叶，

- ▶ 赤杨树叶，
- ▶ 普通榛树叶。

树木和树篱碎枝叶

这种物料可以用园艺修剪机或碎切机切割，再添加到堆肥堆中，以实现更好的通气。

厨余垃圾

- ▶ 果蔬垃圾
- ▶ 咖啡和茶叶滤纸
- ▶ 蛋壳

需要适量使用的物料

热带水果果皮

为了确保热带水果在运输过程中保持良好的形态，会使用杀菌物质（杀菌剂）对其进行处理。这些化学物质是可生物降解的，在少量的情况下不会干扰分解过程。因此，少量杀菌剂的存在对堆肥整体来说是没有影响的。

纸张和硬纸板

少量用于盛装厨余垃圾的报纸或厨房用纸很容易被分解，可用于堆肥。

原则上讲，纸张和硬纸板是可生物降解的，在堆肥过程中也会分解。然而，有些纸质材料通常含有不适合在土壤中使用成分和添加剂。使用废纸回收系统，可以更好地回收大量的纸制品，如报纸等印刷纸，以及包括鸡蛋盒和水果蔬菜托盘在内的硬纸板等。

小型动物垫料

出于卫生原因，只有小型食草动物的垫料才可用于堆肥，前提是这些垫料是植物性的（例如木材或稻草垫料）。所有可购买到的颗粒状垫料都是不可以用于堆肥的。除非这些垫料有可生物降解的特别说明，否则这些垫料都应放入黑色的剩余垃圾收集桶。

兔子、仓鼠、鸟类等动物的垫料可以用于堆肥，但是垫料和粪便应与其他堆肥物料充分混合。宠物的粪便可以添加到稻草和木质堆肥物料中，增加额外的氮供应。

出于卫生原因，狗和猫以及所有其他食肉动物的垫料和排泄物不应用于堆肥。

木灰

在制作堆肥的过程中，可加入少量天然木材燃烧所产生的木灰，以补充矿物成分。木灰应与其他物料充分混合。自制堆肥不应大量使用木灰，因为木灰中重金属的聚积也会导致堆肥中的重金属含量增加。

不宜使用的物料

- ▶ 植物病株部分（应放入有机废弃物垃圾桶）
- ▶ 入侵植物，如豚草、大猪草/防风草（应放入有机废弃物垃圾桶或甚至黑色的剩余垃圾箱中）；详见“制作堆肥（分解作用）的前提条件”
- ▶ 玻璃、金属、塑料以及复合材料



- ▶ 油污及油漆残留物
- ▶ 建筑废弃物及砂浆
- ▶ 炉烧煤灰
- ▶ 排水沟淤泥
- ▶ 真空吸尘器袋
- ▶ 经过除草剂（复合产品）处理的草坪剪下的草屑
- ▶ 经处理的木材和刨花板
- ▶ 尿布

植物的病株部分

不管是在花园里还是在室内，植物一旦感染疾病或者遭受虫害，都不应用于自家花园的堆肥。虱子、蓟马、欧洲红螨或蛆虫等害虫只有在堆肥达到很高的温度时才会死亡。同样，像黄瓜和南瓜上的白粉病菌，莴苣或菠菜上的霜霉病菌，天竺葵上的锈病菌，或玫瑰上的黑斑病菌等，这些病菌及其孢子在家庭自制堆肥过程中也不会被充分灭活。

请勿用以下物料制作堆肥：

- ▶ 有根肿病的卷心菜
- ▶ 有枯萎病的番茄和马铃薯
- ▶ 带珊瑚斑病的枯枝
- ▶ 有火疫病的苹果树枝、梨树枝、构子属植物树枝、红白山楂树枝以及花楸树枝等，
- ▶ 有白腐病的球茎和块茎
- ▶ 生长期因枯萎病迅速死亡的植物，如紫菀、草莓和西红柿等
- ▶ 有枯萎病的覆盆子
- ▶ 病株和被感染的花园植物废弃物都应放入有机废弃物垃圾桶，或直接送到堆肥厂

关于厨余垃圾的提示：

非蔬菜厨余垃圾（肉类、香肠、鱼屑、骨头）不适合用于自制堆肥，因为自制堆肥过程通常无法保证在一定时期内达到所需的温度，以保证良好的堆肥卫生状况（流行病的卫生防控）。除此之外，出于卫生原因，所有煮熟的厨余垃圾都应丢弃（厨余垃圾桶中），以免吸引啮齿动物和害虫。

资料来源：<https://www.kompost.de/themen/selbst-kompostieren/kompostmaterial/>



04 卫生

有机废弃物和堆肥堆一般对人体健康无害，前提是我们要遵守基本原则：霉菌过敏者和免疫系统较弱的人应小心，也就是说，这类人群应该及时把厨房里的有机废弃物扔进有机废弃物垃圾桶里，不应在家里自制堆肥。对于健康的人来说，在自家花园里制作堆肥是安全的。

科学研究表明，使用堆肥可以抑制由土壤传播的植物病害（植物检疫效应），但反过来讲，人类和植物病原体以及杂草种子也可能由堆肥引入到土壤中。

将有机废弃物转化为有价值的腐殖质的过程中，寄生于植物或分解有机物的微生物是不可或缺的，它们通常对人类无害。

因此，确保在堆肥过程中消灭病原菌以及杂草种子，对人类和植物的健康至关重要。

卫生——与自制堆肥相比，堆肥厂的优势：

在大规模堆肥方面，《农业、造林和园艺用地生物废弃物利用条例》（BioAbfV）以及《职业健康及安全标准》中制定了传染病防控以及植物卫生的相关规定：对于有机废弃物堆肥厂来说，需要将温度保持在至少55℃并维持两周，以杀灭细菌和杂草种子。堆肥厂使用的工艺能够在短时间内达到这样的高温，而且能够有针对性地调控通风量和含水量，为分解提供最佳条件。在自制堆肥方面，目前没有相应的法律要求和技术选项。

→自制堆肥 = 自我负责！



监测堆肥系统中的温度可以确保消灭病原体和杂草种子。

堆肥过程中产生的热量对于消灭病原体和杂草种子尤其重要。长期保持足够高的温度，再加上适当的水分含量，就能够杀死病原体和杂草种子。

自制堆肥的过程中，很难达到分解所需的温度，也无法将所需温度维持足够长的时间，因为相对较小的堆肥堆会因其不利的表面积与体积比率而无法充分加热。因此，规模较小的堆肥堆并不

能有效杀灭许多人类、动物和植物的病原体，以及带有种子的杂草及其根茎。

因此，相应的植物及其植物部分应该以更合适的方法进行处理：归入有机废弃物垃圾桶。

正确的堆肥制作方法

制作堆肥的关键是为好氧微生物创造优良的生存条件，只有在这些微生物的帮助下，有机废弃物才有可能在被分解的同时不产生臭气。事实证明，虽然不必遵守公式，但遵循一定的基本原则是很有帮助的。

堆肥过程(分解过程)的前提条件

制作堆肥是一个生物过程。为了启动并加速堆肥的腐熟过程，就必须要制作堆肥的过程中，设法改善所涉及微生物的生存环境，因此我们有必要考虑这些微生物的特殊需要。以下因素尤为重要：

- ▶ 水
- ▶ 空气
- ▶ 热量
- ▶ 营养物质（起始物料）

所有的微生物活动都需要水。缺乏水分时，许多微生物就会进入休眠期，从而减缓分解过程。因此，在制作堆肥时，必须确保堆肥物料水分充足。如果长时间不下雨，且需要分解的花园废弃物量很大，那么需要为堆肥堆补充水分，确保其足够湿润。在制作堆肥的过程中，热量的产生会导致水分蒸发，因此活跃的堆肥堆可能需要重新补充水分。

但是，水分过多（浸泡）也会阻碍好氧生物的活动。过多的水分阻碍了通风和堆肥堆冷却，因此可能会导致厌氧消化的发生。所以，在非常潮湿的天气条件下，例如在雨天的时候，应该把堆肥堆遮盖起来。这一点在堆肥堆刚搭建好、堆肥尚未完成或堆肥容器尚未装满时尤为重要。



在搭建堆肥系统时，一定要添加足够的水。

水是所有生命的核心需求。

对于堆肥制作来说，水分和空气一样重要。



空气中含有好氧微生物呼吸所必需的氧气。如果堆肥物料通风不足，例如在封闭的容器或混凝土废料坑中，或者物料堆过于密集，又或者有水分积聚时，不需要氧气的厌氧微生物就会繁殖。这些情况会导致堆肥过程中止，厌氧消化开始，随之而来的是有害且令人不快的副作用，如释放臭气（硫化氢

(H_2S) 、氨气 (NH_3) ），并产生破坏气候的气体，如甲烷 (CH_4) 和一氧化二氮 (N_2O) 。

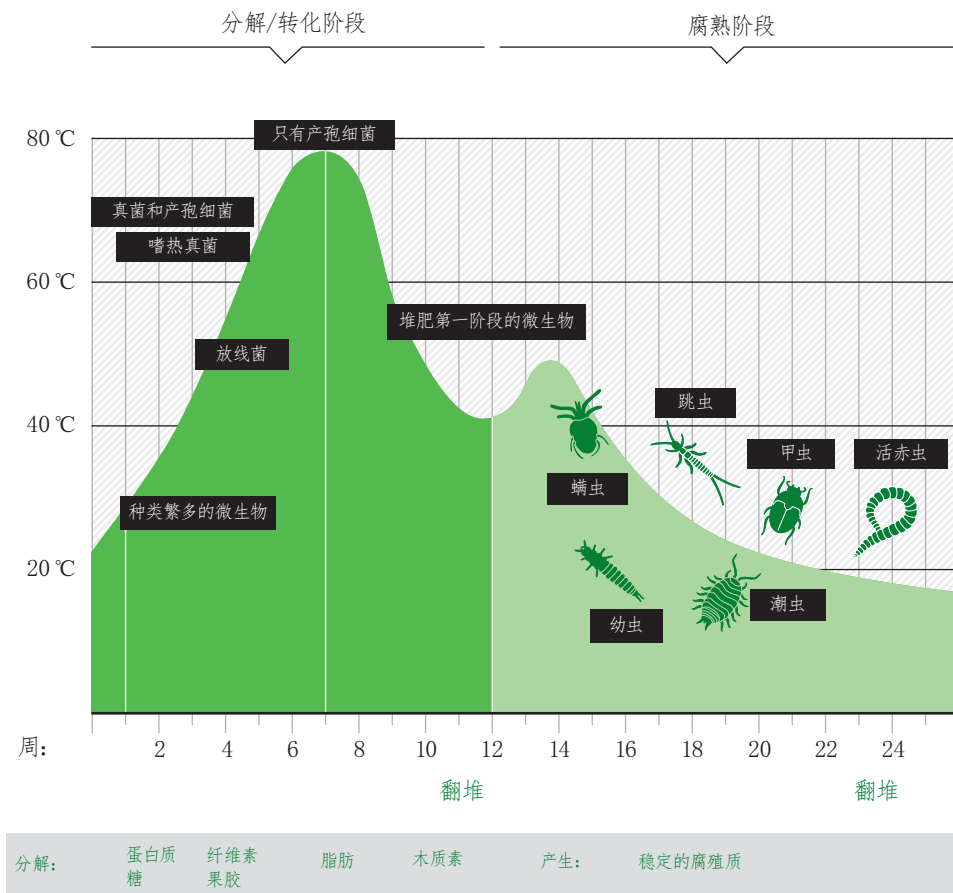
为了保证良好的空气流通，堆肥物料中应含有足够多的粗粒、结构良好的物料。此外，应该使用透气且排水功能好的容器。为了使空气进入堆肥堆，堆肥堆的宽度不应超过2 m，高度不应超过1.5 m。

翻堆不仅可以提高堆肥的透气性，而且可以更好地混合堆肥物料。

当保持最佳湿度和通气量时，微生物的表现处于最佳水平，这会体现在堆肥的剧烈升温。较高的温度也会加速分解过程。要消灭病原体和杂草种子，堆

图2

堆肥厂中的堆肥制作过程



资料来源: 作者根据 www.kompost.de/themen/selbst-kompostieren/prozess/ 自行绘制。

肥堆需要在较长时间内保持55-60℃的温度。与专业堆肥厂的堆肥制作过程相比，花园自制堆肥过程中通常达不到这样的温度，或者不能将这个温度保持所需的时间。因此，在自己的花园里自制堆肥的时候，不应加入植物的病株部分或有害植物的种子（如野草或入侵性植物），参见“卫生”一章。

物料粉碎

为了加速起始物料的分解，我们必须切碎特别坚硬和体积较大的有机废弃物。切碎的木质物料可用作结构材料来改善堆肥堆的透气性。切碎的木质物料配合柔软的植物物料能够使堆肥松散、透气。由于树枝不是在一年中的任何时候都有，所以可以收集一袋或多袋树枝物料，将其切碎并保存起来，适时与软质的植物物料（如草屑）配合使用。对于木质物料来说，如果可能的话，最好在其没有干枯的时候，用修枝剪把能处理的所有物料都切成大约5厘米长的碎片。如果用坚固的旧砧板或轻便的斧头，你可以轻松地完成这项工作，当然也可以使用花园粉碎机。

我们应该将较粗的茎切碎或劈开，比如向日葵或大丽花的茎，以方便微生物分解。

“入侵物种”问题

与大型堆肥厂不同，家庭堆肥不能保证消灭棘手的入侵物种的组织 and 种子。因此，这些物种有可能会进一步蔓延。

例如：

- ▶ 原产于北美地区的豚草，已经在欧洲大部分地区分布广泛，这种豚草会引起过敏反应和严重皮疹。
- ▶ 大猪草起源于高加索地区，大猪草中含有与阳光结合便具有光毒性的物质，若接触到了皮肤，会造成疼痛的肿块和水泡。

入侵物种 = 非本土植物物种

混合多种物料至关重要

有机废弃物的混合物越多样化，分解过程越好，最终堆肥的价值也就越高。既可以将堆肥堆一层一层地堆起来，也可以逐步把手头可用的物料混合到一起。唯一重要的是避免一次性向堆肥堆中大量添加同一种物料，比如，只添加树叶或草屑。

堆肥过程中最重要的是可降解物中的碳氮比（C/N比），碳是所有有机物质的基本组成部分，氮是植物及动物蛋白形成的必要元素。

最佳碳氮比应在25到35之间。一般来说，混合新鲜的植物物料和灌木物料制作堆肥时，就可以达到这个比例。

一年中或多或少持续产生的废弃物决定了堆肥堆的结构。花园及室内产生的所有可生物降解的东西几乎都可以用于制作堆肥，在不同种类的废弃物数量不足的情况下，可以通过混合其他物质来改善堆肥堆的结构。例如，堆肥筛过后留下的粗料（筛网过滤出的物料）或其他粉碎的物料都可以重新放入堆肥堆。

应避免使用泥炭。泥炭倾向于锁住水分，因此当堆肥堆变得太干时，剩余的水分就会被保存在泥炭中，而不是供堆体中小生物使用。此外，应该记住的是，开采泥炭会对湿地造成威胁，所以出于生态原因，应该避免使用泥炭。

有必要使用添加剂吗？

如果堆肥物料是厨余垃圾和花园垃圾的混合物，则无需添加任何添加剂。

堆肥的成功与否取决于所用的物料是否丰富多样，即物料要注意粗细搭配、软硬兼具。

为了让分解的最佳状态在几天内开始并保持到堆肥成熟，可以在堆肥物料中加入几铲成品堆肥、筛出的物料或花园土壤。成品堆肥或花园土壤中所含的小生物及微生物可以作为新堆肥的“接种剂”，这样我们便不需要再购买所谓的“益生菌”。

在正确制作堆肥的情况下，即在混合了多种多样且结构丰富的有机废弃物时，也不需要添加商业堆肥添加剂，如堆肥起动机、加速剂、石灰、石粉、膨润土和化肥等。这是因为添加剂通常不能保证堆肥的成功，也不能修复堆肥制作过程中出现的严重错误。

搭建堆肥堆

堆肥堆

在花园里，不是所有的任何位置都适合制作堆肥。如果可能的话，堆肥堆应该搭在花园的阴凉处，以防止堆肥堆脱水。

极端的天气条件会阻碍堆肥，因此堆肥堆所在的位置应由树篱、豆角架或墙式植物包围起来，以防止其被强风破坏。

堆肥什么时候能够制作完成?

- ▶ 新鲜堆肥(=未成熟堆肥)在大约3-4个月内可制作完成。成品可以用作土壤的覆盖层以改良土壤。它主要含有一些大颗粒物质,也含有一些腐殖质和许多小的有机体,可以使贫瘠的花园土壤恢复活力。
- ▶ 成熟堆肥(=腐殖质肥料)若在一年中较温暖的半年制作,则需要大约4-6个月,否则在启动堆肥过程后最多需要6至12个月即可完成。
- ▶ 均匀细碎的结构和潮湿森林土壤般的气味表明堆肥已制作完成,可供使用。一般在6到12个月后堆肥就可以达到这样的状态,具体时间长短取决于堆肥过程的顺利程度。
- ▶ 堆肥的储存期不应超过一年,因为一旦有机物被过度分解,会影响腐殖质的积累。

评估堆肥成熟度和植物兼容性的水芹试验:

- ▶ 将少量堆肥与花园土壤混合放在一个小容器中,并用水润湿。
- ▶ 将水芹种子撒在混合物上,用保鲜膜覆盖,并将容器放在没有阳光直射的明亮位置,以便种子发芽。
- ▶ 如果种子在大约一周后发芽,并且幼苗生长迅速,没有出现褐色或黄色的变色情况,则说明堆肥已成熟,并与植物相容。
- ▶ 如果幼苗生长迟缓或小叶变色,则说明堆肥还是不够成熟,不应用作盆栽土,而只能用作土壤覆盖层或用于土壤改良。

该位置必须进出方便,且需要有足够的移动空间来进行翻堆等工作。堆肥堆不应该搭建在不透水的地面上。

石头和混凝土的地面会阻碍蠕虫和其他有益生物进入堆内。水会积聚在堆底部,导致腐烂。在地面上铺上一

层金属丝网就可以防止啮齿动物的侵扰。

堆肥堆的高度不应超过1.5米,底部宽度不应超过2米。堆的长度取决于可用的空间以及用于堆肥的物料。



堆肥蠕虫——堆肥堆中非常有用的帮手

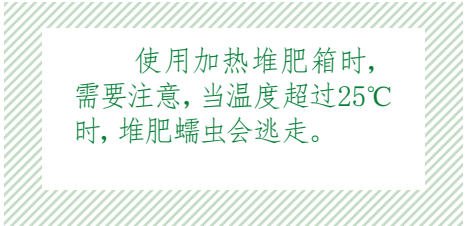
堆肥的合理制作方法及效果

- ▶ 多种有机废弃物—通过混合多种基底物料改善微生物的营养。
- ▶ 处理的废弃物量要足够大—利于自热以及改善卫生条件。
- ▶ 切碎灌木和修剪下来的树枝—通过增加微生物的接触表面积缩短分解时间。
- ▶ 定期松动和翻堆—使各种物料充分混合，以改善通风并减少缺氧区域。
- ▶ 绿色废弃物作为结构材料—粗粒物料可产生空隙并改善通风。
- ▶ 遮盖堆肥堆—防止雨水带来过多水分，降低堆肥堆下土壤过度施肥的风险。

首先，把粗粒物料松散地堆积到大约20厘米的高度，切碎的树杆和树篱碎块、树枝、多年生植物的茎和花都是很合适的物料，这为堆肥堆提供了排水功能，多余的水分会流走，同时保障空气流通；其次，铺上花园和厨房里产生的有机废弃物；再随处撒上一些成品堆肥或土壤，在主要物料上加盖很薄的一层；应偶尔给物料少量浇水，以免堆肥堆过于干燥。

按照以上所述的方式叠加物料，直到1.5m高。堆肥堆的顶部并不是像山峰一样凸起的，而是平坦的。

堆肥堆上应覆盖一层由草屑、芦苇垫、树叶或稻草组成的保护层；为了加速分解过程，可以在大约3个月后翻堆；如果堆肥堆过于湿润，就应该早点翻堆。



使用加热堆肥箱时，
需要注意，当温度超过25°C
时，堆肥蠕虫会逃走。

堆肥箱

在小花园里，有时很难找到一个合适的地方来搭建堆肥堆。最简单的解决办法就是把木桩打入地里，然后把木板贴在两边。重要的是要注意，根据木板的宽度而定，木板之间要留出1-3厘米的空间，以确保足够的空气供应。

一个物美价廉的解决方案就是使用木板制成的堆肥箱，每家五金店都有售卖。您可以去买两到三个，这样可以：

- ▶ 更好地混合物料
- ▶ 储存单批物料或粗结构物料
- ▶ 更好地翻堆（从一个堆肥箱转移到另一个）

带有超大空隙的板条架箱和由金属丝网制成的容器往往会使堆肥材料过于干燥，因此不建议使用。

替代板条箱堆肥的是塑料箱堆肥。塑料箱的上面和侧面是封闭的，并像其他堆肥箱一样向地面开放。

用塑料箱制作堆肥和在露天情况下制作堆肥的原则是一样的。必须更加认真的调节含水量和空气供给，因为基本封闭的设计有可能导致物料腐败；为



为了避免腐败的发生，我们需要在装入物料的过程中混入一些粗粒物料。

还有一种选择是热堆肥机，也叫“快速”堆肥机。基于不同的类型和构造，这些设备具有保温和精准的通风功能。保温层可以防止分解所产生的热量过快地释放到外部区域。这种堆肥机可提供更高的堆肥温度，即使在冬季也能保证分解作用持续进行，加快了堆肥的制作速度。但是，到目前为止，堆肥器类型对加速堆肥处理时间的影响还没有得到明确的证实。

表层堆肥和覆盖

一种特殊的有机废弃物利用方式就是表层堆肥和覆盖。

植物枯枝或枯叶并不需要运送到堆肥堆，而是直接就地均匀的疏散开来。当涉及到更大的土地面积时，这样做非常节省劳动力，因为不需要重新使用成品堆肥。用于表层堆肥的物料会被翻耕到土壤下面，而用于覆盖的物料仍然留在土

壤表面。对于栽培密集的花园来讲，与表层堆肥相比，有机物料的覆盖更加容易，而表层堆肥则建议在安置新花园之前进行。

很多有机废弃物都可以用于表层堆肥，比如树叶、多年生植物的修剪碎片、草屑、蔬菜残余、没有种子的野生草本植物以及稻草。物料的种类越多，堆肥层的营养就越丰富。多年生木本植物的修剪碎片只能在切的很细碎的情况下使用，因为3-5厘米高的堆肥层不会像堆肥堆那样升温，因此分解速度较慢。

在覆盖层中，微生物和蠕虫得以繁衍生息，它们是将植物物料转化为腐殖质的必须要素，进而使土壤变得肥沃。土壤中的微生物越多，覆盖层分解得越快，进而为植物提供矿物质。

这种永久性地表覆盖物可以保护土壤，类似于混合针叶林，不受风、大雨淋溶和阳光下脱水的影响。在覆盖层下，土壤可以保持潮湿而松弛。



用树叶制作堆肥

如果你的花园里有阔叶树，并且有足够的空间，你应该在秋天用树叶制作堆肥：

以三角形堆的样式铺设一个大约6立方米的落叶堆，底部长4-5米，宽2米。层层铺设，每层高20厘米，中间最高点高度为1.5米。微生物需要氮来进行繁殖，也就是说需要氮来形成独特的蛋白质，而树叶中的氮含量很少。

因此，每一层树叶中都应加入含氮的添加物，比如加入新鲜的草屑（洒薄薄的一层）或角屑（少量，树叶仍应可见）。在堆肥堆的两侧铺上花园里的泥土，这样风就不会把树叶吹走。4-5天后，堆内生成的热量达到约50℃的峰值。在接下来的几周内，温度会下降到25℃。由于大量的碳（C）以二氧化碳（CO₂）的形式释放到空气中，或者与水一起参与分解过程，所以堆体会收缩变小。此时，应把一半堆肥

放在另一半上，以保护其余堆体不受霜冻。堆肥堆的温度会再次上升到35℃左右，然后会保持在15℃左右，直到三月份。堆中的细菌分解作用会持续到堆肥制作完成。

覆盖除了使土壤变得肥沃，恢复土壤活力外，还有一个重要的作用：保护土壤的最上层。

06

堆肥的使用

花园中所有植物的基床和绿地几乎都可以使用堆肥。因为堆肥内含有石灰成分，所以不适合用于喜酸沼泽性植物，如杜鹃花。堆肥不应像通常那样只施用于蔬菜地，还应适量施用于多年生植物、夏季花卉、果树、观赏植物以及草坪上。如果施用堆肥的范围是整个花园区域，就可以避免堆肥的过量施用，从而在很大程度上避免花园土壤中的营养积聚（过度施肥）。如果面积很大的草坪不包括在堆肥的施用范围内，那么在其他区域过度施肥的可能性就会更大。

堆肥只能在植物生长的季节施用，也就是春季和夏季。在主要的生长阶段，植物可以吸收相对较多的养分，因此可以最大程度利用堆肥。不建议在其他季节使用堆肥，因为植物在生长季节以外几乎无法吸收营养。由此一来，营养物质可能会被淋溶并转移到地下水中。

堆肥只应用于表层土壤，最表层的土壤中含有足够的氧气，以促进堆肥所含有有机物的进一步有氧分解。土壤深层含氧量显著降低。在土壤深层使用堆肥，有机物可能会在缺氧的情况下分解，产生对植物有害的物质。

堆肥中的营养物质

堆肥所含的营养物质水平低于商业肥料，但经常使用堆肥可以为蔬菜和观赏花园提供同水平的养分供应。与传统复合肥料相比，堆肥中的主要营养元素氮（N）、磷（P）和钾（K）的比例基本相当，氮磷钾的比例接近1.5:1:1；而菜园复合肥的氮、钾含量相对磷含量较高（如矿物基复合肥的氮磷钾比例为3:1:4）。

这就意味着，通过施用堆肥可以为花园提供大量的营养物质，但如果想要保证百分之百的养分供应，也可以补充氮肥和钾肥。因此，养分含量是决定每年应向花园施用多少堆肥的限制因素。

表格：不同作物的堆肥建议使用量

表 1

不同作物的堆肥建议使用量

作物		堆肥使用量
蔬菜（每株植物）	高营养标准	大约 3L/m ²
	中营养标准	大约 2L/m ²
	低营养标准	大约 1L/m ²
木本植物（每年）		大约 1L/m ²
多年生植物（每年）	旺盛生长	大约 2L/m ²
	慢速生长	大约 1L/m ²
草地		大约 2L/m ²

资料来源：Bodenpflege, Düngung, Kompostierung aid-Heft 1375/2002

除了用堆肥施肥外，为植物添加额外的肥料以补充养分也是有用的，但是应该区别对待。对于大多数植物来说，堆肥可以满足植物对磷的需求，因此建议补充钾肥或氮肥。

是否对堆肥进行筛分取决于使用目的。想要使用粗粒结构的有机物改良土壤时，就不需要筛分。但用于草坪或花坛时，建议筛分堆肥，物料最好小于10-15 毫米。



术语表

有机废弃物

指个体家庭产生的食物残渣、厨余及花园废弃物，以及市政设施产生的公园及景观维护废弃物。

KrWG（《德国联邦循环经济法》）中的定义：

根据KrWG（《德国联邦循环经济法》）第3章第7段，有机废弃物是指可生物降解的植物、动物或真菌物料，包括：

1. 花园及公园废弃物
2. 景观维护废弃物
3. 来自家庭、餐厅及餐饮服务场所和零售企业的食物残渣及厨余，以及来自食品加工公司的类似废弃物
4. 其它来源的废弃物，依种类、品质或材料特性，与以上所指物料相似的废弃物

分解程度

分解程度是衡量堆肥成熟度的指标。成熟度由在实验室规定条件下堆肥的自热能力决定。

成熟度I：
生堆肥（温度 $>60^{\circ}\text{C}$ ）

成熟度II：
新鲜堆肥（温度 $50-60^{\circ}\text{C}$ ）

成熟度III：
新鲜堆肥（温度 $40-50^{\circ}\text{C}$ ）

成熟度IV：
成品堆肥（温度 $30-40^{\circ}\text{C}$ ）

成熟度V：
成品堆肥（温度 $<30^{\circ}\text{C}$ ）

资料来源：http://www.backhus.com/7-0-Glossar-Kompostierung.html?slice_id=334&search=

örE（公共废弃物管理部门）

公共废弃物管理部门（öffentlich rechtlicher Entsorgungsträger）通常为市政府所有，是由市政府承包的一家私人废弃物管理公司，或者是由多个市政府合办的专门的废弃物处理协会。

生物质残留物

土壤有机质可分为：

- ▶ 生物质（活性生物体）
- ▶ 腐殖质，也就是经微生物分解转化的有机质

腐殖质本身可以分为：

- ▶ 生物质残留物（=非腐殖质），其组织结构在宏观上仍然可以识别
- ▶ 腐殖质，其中的组织结构在宏观上已无法辨认

腐殖质又可细分为：

- ▶ 富里酸
- ▶ 腐植酸
- ▶ 不溶性腐殖质

资料来源：https://de.wikipedia.org/wiki/Organische_Bodensubstanz

C/N比

指土壤中碳（C）和氮（N）的重量或质量比，这两种元素都是腐殖质中的有机物质，被微生物矿物化（矿化作用），即转化为无机化合物，因此氮就可被植物吸收。C/N比小（氮含量高）的土壤营养丰富且肥沃（黑色土壤中C/N比约为10:1，含有大量腐殖质；黑钙土）；高C/N比（比如在高地沼泽，C/N约为50:1）的特点是生物活性低，植被含氮量低。耕作土壤的C/N比应小于25:1，否则栖息于土壤的生物会减少其矿化作用或将氮用于自身细胞的生长繁殖。

资料来源：<http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/c-n-verhaeltnis/14591>

拓展阅读

Peter Fischer, Martin Jauch (1999):

Leitfaden für die Kompostierung im Garten, Staatliche Forschungsanstalt für Gartenbau Weißenstephan, Förderung Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Weißenstephan

Michael Kern (2013):

Biotonne versus Eigenkompostierung – Stand und Perspektiven, Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin

Ulrich Wiegel (2014):

Eigenkompostierung von Hausgartenabfällen, Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin

Michael Kern / Tjardo Willhaus (2012):

Anforderungen an die Eigenkompostierung häuslicher Bioabfälle einschließlich Speiseabfälle auf dem eigenen Grundstück, Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH, Witzenhausen

Seminar Fachberatung II – Objekte des Natur- und Umweltschutzes:

Schriftenreihe des Bundesverbandes Deutscher Gartenfreunde e. V., Berlin (BDG), 2012

Martin Jauch:

Die Kompostierung im Garten – vom Abfall zum Dünger, Bundesverband deutscher Gartenfreunde e. V. – grüne Schriftenreihe 223, Booklet / 2012

Eigenkompostierung, Biotonne, oder beides?:

Amt für Bodenschutz und Abfallwirtschaft, Landkreis Oldenburg, Wildeshausen

Peter Krause, Rüdiger Oetjen-Dehne, Iswing Dehne, Dietrich Dehnen, Heide Erchinger (2015):

Verpflichtende Umsetzung der Getrenntsammlung von Bioabfällen, Texte | 84 / 2014, Umweltbundesamt

Ein Leitfaden zur Eigenkompostierung organischer Abfälle aus Haushalten im Landkreis Bernkastel-Wittlich:

Kreisverwaltung Bernkastel-Wittlich, Fachbereich Betrieb Abfallwirtschaft im Landkreis Bernkastel-Wittlich, Edition 2002

版本说明

出版方:

德国联邦环境署 Umweltbundesamt
部门 III2.4 废弃物技术, 废弃物技术转移
信箱: 14 06
地址: 06844 Dessau-Roßlau
电话: +49 340-2103-0
邮箱: buergerservice@uba.de
网站: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

作者:

Ralf Menzel, Barbara Friedrich, Tim Hermann, Ling He, Dr. Katrin Scholz, Dr. Regine Szewzyk

编辑:

Ralf Menzel, Tim Hermann, Ling He, Volker Weiss

排版:

英文版: Studio GOOD, Berlin
Atelier Hauer + Dörfler, Berlin

中文版:

德国联邦环境署国际合作部门 赵丽智

PDF下载:

www.umweltbundesamt.de/publikationen

图片来源:

封面、第2、8/9、11、12、15、18、26/27页:

www.shutterstock.com

第17页: www.fotolia.com

第19页: Ralf Menzel

其它图片: 德国联邦环境署部门III2.4

Tim Hermann

最新版本:

2015年12月

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(LWMNAMA)”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。



下载本手册：<http://bit.ly/2dowYYI>

 www.facebook.com/umweltbundesamt.de

 www.twitter.com/umweltbundesamt