

弗劳恩霍夫IGB利用工业废水生产绿色氢气



弗劳恩霍夫（Fraunhofer）界面工程与生物技术研究所(IGB)在德国启动了一个示范生物精炼厂，在可持续能源生产方面取得了重大飞跃。该创新工厂位于巴登-符腾堡州莱茵费尔德的赢创工业基地，利用工业废水和残余材料生产绿色氢气和有机原料。该过程涉及两种相互关联的生物技术，标志着一种开创性方法。

上周六，2024年8月3日，环境国务秘书安德烈·鲍曼博士在莱茵费尔德(巴登)开设了SmartBioH2-BW示范工厂。作为弗劳恩霍夫界面工程和生物技术研究所IGB协调项目的一部分，该生物精炼厂在赢创的工业基地建造。它利用冲洗水和生产过程中产生的残余物质，通过两个耦合的生物技术过程生产“绿色”氢气和有机原料。测试运行现已在实际条件下开始。

废物和废水是一种迄今为止在世界范围内很少得到利用的资源。巴登-符腾堡州希望通过资助项目“生物经济——从废物和废水中提取原料的生物精炼厂——Bio-Ab-Cycling”来改变这种状况。自2021年10月以来，巴登-符腾堡州环境、气候和能源部一直在利用国家资金和欧洲区域发展基金(ERDF)的资金支持模块化生物精炼厂的建设，以测试如何利用可持续生物经济从废物和废水中回收高质量的原材料。

“我们迫切需要一场社会变革——从使用化石或稀缺资源转向使用生物基或可回收材料。”鲍曼博士说：“SmartBioH2-BW项目是这种前瞻性道路的典范。在这里，已经在小范围内单独工作的过程被合并并在示范和试点工厂进行测试。这是一个重要的中间阶段，以便这些过程可以在市政当局或工业的下一步中使用。通过使用这些生物精炼厂，我们最终不仅保护了气候和我们的资源，而且还加强了巴登-符腾堡州作为危机情况下的商业场所的弹性。”

该工厂已经在赢创位于莱茵费尔德的厂房内运行了几个星期。赢创工业股份有限公司（Evonik Industries AG）是全球最大的特种化学品制造商之一。赢创在巴登南部的工厂生产过氧化氢等产品，过氧化氢被用作消毒剂，例如酸奶杯。这和工厂的其他生产过程一样，都需要氢气，该公司几十年来一直在现场用天然气生产氢气。

“赢创在莱茵费尔登的工厂以推动我们行业的绿色转型为己任，”赢创工厂经理赫尔曼·贝克尔(Hermann Becker)表示。“通过联合研究项目和开创性的试点工厂，我们希望展示如何在循环经济的精神下实现这一目标——从漂洗水和残留材料中获得的清洁氢气对环境、化学工业和科学来说是一个三赢的局面。”



生物精炼厂的智能耦合生物技术

该生物精炼厂由位于斯图加特的弗劳恩霍夫界面工程和生物技术研究所以IGB设计、规划和建造。它由两个耦合的过程模块组成，通过生物技术生产氢，包括：紫色细菌的发酵暗光合作用和微藻的两阶段过程。

“通过智能地将这两个过程结合到一个联合生物炼制概念中，将有可能利用现场生产中产生的工业固体和液体废物流，这些废物以前必须进行昂贵的处理，并且没有作为原材料产出，以生产未来的能源氢和其他增值生物基产品，”弗劳恩霍夫IGB副主任兼该项目的协调员Schließmann说。

第一步是调查该地点废物流的确切组成，以及这些生物是否真的能处理它们。莱茵费尔登的液体废物流包括冲洗水，用于清洁生产设施。它们含有大量乙醇。“可以想象，漂洗水中含有对细菌和微藻具有毒性或抑制作用的其他物质，”Schließmann解释说。因此，首先在弗劳恩霍夫IGB的实验室条件下，用赢创的废物流分别测试了这些过程，然后扩大到更大的规模。

“我们的分析表明，冲洗水中不仅含有乙醇，还含有其他醇类和合成产物的残留物。然而，这些并不影响紫色细菌或微藻的生长，”Schließmann说。

2024年7月，两个生物工艺模块被运送到莱茵费尔登的工厂并投入运行。现在流程单元耦合在一起，可以在实际条件下开始演示操作。

在生物炼制的第一阶段，使用了紫色细菌红螺旋菌(*Rhodospirillum rubrum*)，它可以在没有光线的情况下，利用一

种新的发酵方式——暗光合作用，从各种碳基质中生产氢气。在莱茵费尔登，紫色细菌利用冲洗水中的乙醇作为碳基质和能量来源。

为了确保足够的生长和氢的合成，必须调整发酵培养基的组成，正如斯图加特实验室已经证明的那样。然后，细菌不仅产生令人垂涎的氢，而且还产生其他可用的产品，例如类胡萝卜素，化妆品的脂溶性色素，或生物塑料聚羟基烷酸酯(PHA)，以及作为副产品的二氧化碳(CO₂)。“由于紫色细菌的产氢酶对氧气非常敏感，在发酵过程中精确控制氧气含量是一项挑战，” Fraunhofer IGB生物工艺开发负责人Susanne Zibek补充道。

微藻结合副产物CO₂

为了避免向大气中排放CO₂，在进一步的步骤中，CO₂被送入为此目的而连接的微藻工厂。这是因为光合作用生长的微藻需要二氧化碳来建立生物量或储存产品——就像绿色植物一样——而且只需要光和营养。

在SmartBioH₂示范工厂中，名为小球藻(*Chlorella sorokiniana*)的微藻在LED照明的紧凑型光生物反应器中培养。该反应器的特点是自动化程度高，在小面积内提供大量的体积。该过程的操作方式是微藻从产生的二氧化碳中产生淀粉作为可用产品。所需的营养物质来自莱茵费尔登的第二种废物流，这次是以固体形式存在的：氯化铵。

微藻在一定条件下也能产生氢气。它们利用光能将水分解成氢和氧。IGB藻类生物技术负责人Ulrike Schmid-Staiger博士解释说：“为了从技术上使用这个过程，产生的氧气必须不断地从系统中去除，因为它抑制了藻类细胞的产氢效率。为此目的开发的一种全新的光生物反应器将在几周内集成到生物精炼厂中，以进一步提高生物氢的总体产量。”



Fraunhofer

IGB

用于评估的过程模型

Fraunhofer制造工程和自动化研究所通过创建一个过程模型来参与该项目，该模型可以预测整个生物炼制概念中最重要的输入和输出。该模型也为生物炼制的生态和经济评价奠定了基础。Fraunhofer IPA的Edgar Gamero Fajardo说：“通过这种方式，可以确定改进的潜力，并且可以控制所使用技术的发展。”

“根据实际经验，我们可以确定一个工业规模的工厂在经济上是否可行。重要的是，我们计划实现高度自动化，以提高工厂的产量，” Schließmann说。但节省的处理和运输成本也有助于整体平衡。

“SmartBioH₂-BW-工业废水和残渣流通过多功能生物合成途径平台产出生物氢”项目由巴登-符腾堡州环境、气候和能源部于2021年10月至2024年10月资助，作为ERDF计划“生物经济-从废物和废水中提取原材料的生物炼制-Bio-Ab-Cycling”的一部分。

合作伙伴：弗劳恩霍夫界面工程和生物技术研究(协调)、弗劳恩霍夫制造工程和自动化研究所、(斯图加特大学，生物材料和生物分子系统研究所)斯图加特大学、生产能效研究所(联合合作伙伴)

(素材来自：弗劳恩霍夫IGB 全球氢能网、新能源网综合)

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/214086.html>