

Entwicklung hochflexibler Aufbereitungstechniken zur Produktion neuartiger, funktionalisierter Deponieersatzbaustoffe (Boden 2)

Development of Highly Flexible Processing Technologies for the Production of Novel, Functionalised Landfill Replacement Materials (Boden 2)

Projektleiterin

Project leader:
Natalie Rangno

Projektbearbeiter

Person in-charge:
Natalie Rangno,
Stefanie Kath,
Lisa Behrendt

Fördermittelgeber

Co-funded by:
Sächsische Aufbau Bank
(SAB)

Projektpartner

Project partner:
Veolia Klärschlamm-
verwertung Deutschland
GmbH;
Fraunhofer IKTS Dresden;
TU Dresden, Institut
für Abfall- und Kreis-
laufwirtschaft;
Silberland Sondermaschinen
und Fördertechnik GmbH

Teilthema:

Einsatz abgetragener Pilzsubstrate aus Speisepilz-Produktion in neuartigen Deponieersatzbaustoffen

Partial topic:

Use of spent fungal substrates from edible mushroom production in novel landfill replacement materials

ZIELSTELLUNG

Um eine ökologisch verträgliche Abdeckung der ca. 15.000 ha stillgelegten Siedlungsabfalldeponien in Deutschland zu ermöglichen, wurde im Rahmen des Verbundprojektes die Entwicklung hochflexibler Aufbereitungstechniken zur Produktion neuartiger, funktionalisierter Deponieersatzbaustoffe angestrebt. Diese sollen auf Basis der Klärschlammprodukte, der abgetragenen Pilzsubstrate aus der Speisepilzproduktion (APS) sowie des Abraumförderbrückenmaterials aus dem Tagebau (AFB-Boden) entwickelt und hergestellt werden. Das wesentliche Teilziel des Verbundprojekts war der Einsatz von geeigneten APS in neuartigen Deponieersatzbaustoffen sowie deren biologische Charakterisierung.

OBJECTIVE

In order to enable an ecologically compatible coverage of the approx. 15,000 ha of closed down municipal waste landfills in Germany, the joint project aimed at the development of highly flexible treatment technologies for the production of novel, functionalised landfill replacement materials. These were to be developed and produced on the basis of sewage sludge products, spent fungal substrates (SFS) from edible mushroom production, and the overburden conveyor bridge material from open-cast mining (OMO soil). The joint project's main subgoal, which was dealt with at the IHD, was the use of suitable SFS in novel landfill replacement materials as well as their biological characterisation.

VORGEHENSWEISE

Von insgesamt zwölf APS wurden drei (Champignon, Kräuterseitling und Austernseitling) ausgewählt und zusammen mit den Materialien (Klärschlamm, Siebabfall, Strukturmaterial, Kompost) sowie dem AFB-Boden chemisch und physikalisch im IKTS ana-

APPROACH

Out of a total of twelve types of SFS, three mushroom species (button mushroom, king oyster and oyster mushroom) were selected and analysed chemically and physically at the IKTS together with different materials (sewage sludge, screen waste, structural material, compost) and OMO soil. The selected

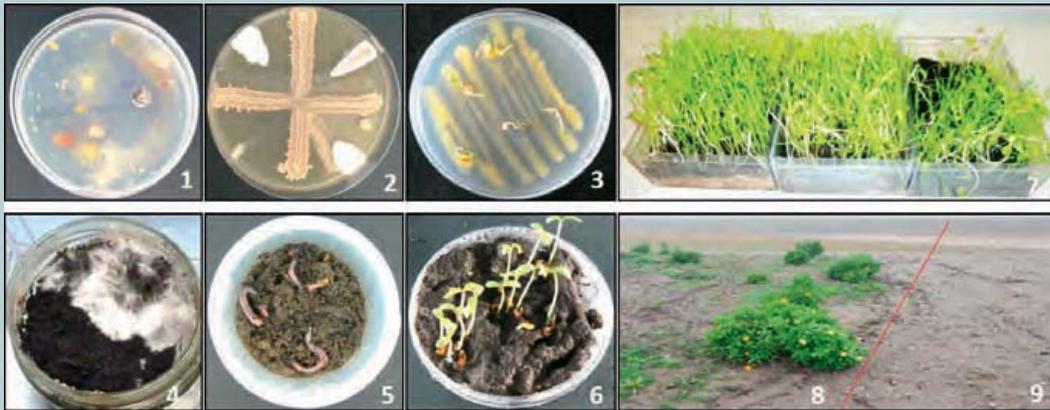


Abb. 1: Bewertung der Testproben durch Labor- und Freilandversuche (Mikrobiologische Untersuchungen zur Ermittlung der Keimbelastung (1), Antagonisten der Pilze (2) und Synergisten der Pflanzen (3); Biologische Bewertung zur Ermittlung des Wachstums der Pilze (4), Pflanzen (6 und 7) und der Vitalität von Regenwürmern (5); Freilandversuche mit neuartigen Deponieersatzbaustoffen (8) und AFB-Boden (9) auf Deponie Cröbern)

Fig. 1: Evaluation of the test samples in laboratory and field trial (Microbiological tests to determine the germ load (1), antagonists to fungi (2) and synergists to plants (3); Biological evaluation of fungus growth (4), plants (6 and 7) and the vitality of earthworms (5); Field trials with novel landfill replacement materials (8) and OMO soil (9) at the Cröbern landfill site)

lysiert. Die ausgewählten Proben und deren Gemische wurden an der TU Dresden kompostiert und im Anschluss biologisch im IHD charakterisiert. Hierzu wurde die Keimbelastung (Pilze und Bakterien) mikrobiologisch untersucht (Abb. 1). Die isolierten Keime wurden molekularagnostisch identifiziert und deren Auswirkung auf Pilze und Pflanzen untersucht (Abb. 2 und 3). Die biologische Bewertung erfolgte durch Wachstumsversuche (5 g bis 500 g) der Testproben mit Pilzen (Austernseitling und Kräuterseitling) und Pflanzen (Kresse und Gräser) im Vergleich zu zwei Anzuchterden (Referenzproben) sowie durch Vitalitätsversuche mit Regenwürmern (Abb. 4–7). Zur Verifizierung der IHD-Laborergebnisse wurden Wachstumsversuche mit Pappel-Stecklingen (50 l) an der TU Dresden durchgeführt. Für die Freilandversuche wurden die Vorzugsvarianten der Testproben (0,5 t bis 2 t) großtechnisch bei

samples and their mixtures were composted at the TU Dresden and subsequently biologically characterised in the IHD. For this purpose, the germ load (fungi and bacteria) was examined microbiologically (Fig. 1). The isolated germs were identified by molecular diagnostics and their effects on fungi and plants were investigated (Fig. 2 and 3). The biological evaluation was carried out by growth experiments (scale 5 g to 500 g) of the test samples with fungi (oyster and king oyster mushroom) and plants (cress and grasses) in comparison to two growing media (reference samples) as well as by vitality experiments with earthworms (Fig. 4 - 7). To verify the IHD laboratory results, growth experiments with poplar cuttings (50 l) were carried out at the TU Dresden. For the field trials, the preferred variants of the test samples (scale 0.5 t to 2.0 t) were provided on a large scale at Veolia with special preparation

Veolia mit speziell dazu von Silberland entwickelten Aufbereitungstechniken bereitgestellt. Schließlich wurden zehn verschiedene Gemische auf einer Testfläche der Deponie Cröbern im Sommer 2019 aufgetragen und durch Pflanzversuche (Samenmischung) bewertet.

ERGEBNISSE

Im Laufe der Projektbearbeitung wurden 77 Bodenproben und 12 APS mikrobiologisch und biologisch bewertet. Es wurde ermittelt, dass sich die Kompostproben (Klärschlamm und APS von Champignon) im Verhältnis 1:3, bzw. identisch 1:1 zu dem AFB-Boden, positiv auf das Wachstum der Referenzpflanzen auswirken und für die Regenwürmer nicht toxisch sind. Diese Gemische wurden als Basis für die Entwicklung der neuartigen Deponieersatzbaustoffe verwendet (Abb. 8). Der reine AFB-Boden konnte auf Grund seiner schlechten chemischen und bodenphysikalischen Eigenschaften nicht für Rekultivierungsschichten verwendet werden (Abb. 9). Die Beimischung des frischen APS vom Kräuterseitling verbessert die Kompostqualität hinsichtlich Wasserhaltekapazität, Nährstoffen sowie Mikroflora und ermöglicht somit ein höheres Pflanzenwachstum.

Die Keimbelastung der Testproben und der neuartigen Deponieersatzbaustoffe lag innerhalb der zulässigen Werte von 10^5 bis 10^8 koloniebildenden Einheiten pro Gramm (KBE/g) für natürliche Böden. Eine erhöhte Keimbelastung bis 10^9 KBE/g wurde in frischem APS von Champignons festgestellt. In kompostierten im Vergleich zu nicht kompostierten Proben wurden weniger un-

techniques developed by Silberland. Finally, ten different mixtures were applied to a test area at the Cröbern landfill site in the summer of 2019 and evaluated by planting trials (seed mixture).

RESULTS

In the course of the project, 77 soil samples and 12 SFS and their mixtures were microbiologically and biologically evaluated. It was determined that the compost samples (sewage sludge and SFS of button mushroom) in a ratio of 1:3, or identically 1:1 to the OMO soil, have a positive effect on the growth of the reference plants and are not toxic for earthworms. These mixtures were used as a basis for the development of the novel landfill replacement materials (Fig. 8). The pure OMO soil could not be used for recultivation layers due to its poor chemical and soil physical properties (Fig. 9). The addition of fresh SFS from the king oyster mushroom improves the compost quality in terms of water holding capacity, nutrients and microflora, thus enabling higher plant growth.

The germ load of the test samples and the novel landfill replacement materials was within the permissible values of 105 to 108 colony-forming units per gram (CFU/g) for natural soil. An increased germ load of up to 109 CFU/g was found in fresh SFS from the button mushroom. In composted samples compared to non-composted samples less different species, especially fungi, were found. 358 strains (303 bacteria and 52 fungi) were isolated. Frequently occurring isolates were bacteria from the genera *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Microbacterium* and others, and fungi from the genera *Trichoderma*,

terschiedliche Arten, insbesondere Pilze, nachgewiesen. Es wurden 358 einzelne Keime (303 Bakterien und 52 Pilze) isoliert. Häufig vorkommende Isolate waren Bakterien aus den Gattungen *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Microbacterium* u. a. und Pilze aus den Gattungen *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Mucor* u. a. Diese sind im Boden beim Abbau der pflanzlichen Reste beteiligt und versorgen somit indirekt die Pflanzen mit Nährstoffen. Die identifizierten Bakterien und Pilze entsprechen den recherchierten Mikroorganismen für natürliche Böden. Es wurden keine pflanzenpathogenen Krankheitserreger (*Phytophthora sp.*, *Pythium sp.*, *Erwinia amylovora* und *Agrobacterium tumefaciens*) isoliert. Aktuell erfolgt noch die Bewertung der einzelnen Ergebnisse der Untersuchungen.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Im Rahmen des Verbundprojektes wurden neuartige Deponieersatzbaustoffe für Rekultivierungsschichten auf Basis von Abraummaterial aus dem Tagebau (als Grundmatrix), Klärschlammkomposten und abgetragenen Pilzsubstraten (APS von Kräuterseitling- und Champignonproduktion) entwickelt und im Freilandversuch erfolgreich getestet.

Der hohe Anteil an Nährstoffen in neuartigen Deponieersatzbaustoffen führt zur Ansiedlung von Bodenorganismen (Bakterien, Mykorrhiza-Pilze, Insekten, Würmer u. a.) und zu einem verbesserten Pflanzenwachstum, wodurch die Biodiversität und Bodenfauna der stillgelegten Siedlungsabfalldeponie verbessert werden könnten.

Aspergillus, *Mucor* and others. The bacteria and fungi identified correspond to the microorganisms researched for natural soils. No plant pathogens (e.g. *Phytophthora sp.*, *Pythium sp.*, *Erwinia amylovora* and *Agrobacterium tumefaciens*) were isolated. Currently the evaluation of the individual results of the investigations is still in progress.

SUMMARY AND OUTLOOK

Within the framework of the joint project, novel landfill replacement materials for recultivation layers were developed and successfully tested in field trials. The materials are based on open-cast mining overburden (as a basic matrix), sewage sludge composts and spent mushroom substrates from king oyster and button mushroom production.

The high content of nutrients in novel landfill replacement materials leads to the colonisation of soil organisms (bacteria, mycorrhiza fungi, insects, worms, etc.) and to improved plant growth, which could improve the biodiversity and soil fauna of the disused municipal waste landfill.