

## Motivation

- **Problem:** Kunststoffrecyclingquote derzeit bei 15,6 %<sup>[1]</sup>
- globale Treibhausgasemissionen des Gebäudesektors: 38 %<sup>[2]</sup>
- **Idee:** stoffliches Recycling zur Herstellung von Baumaterialien
- **Produktreihe:** Dachziegel, Ziegelsteine, Dämmung, Pflanzkästen

### Vorteile Produktreihe

- + 90 % Verwertungsquote
- + Langlebigkeit & Beständigkeit
- + hoher Bedarf an Baumaterialien

### Vorteile Hausbegründung<sup>[3,4]</sup>

- + Reduzierung der Luftverschmutzung
- + Höhere Lebensqualität
- + Regenwasserrückhalt
- + Reduktion des Energieverbrauchs

## Die chemHOUSE – Produktreihe

### tiles

- ☞ Dachpfannen mit integrierter Begrünung
- ☞ **Prozess:** Direct Reactive Compounding Injection Moulding
- ☞ Energieeinsparung durch Kombination aus reaktivem Compoundieren und Spritzgießen<sup>[5-7]</sup>
- ☞ **Verkaufspreis:** 70 € pro m<sup>2</sup>



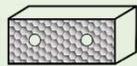
### insulation

- ☞ **Prozess:** Schaumstoffextrusion
- ☞ Einbau von PS erhöht Keimdichte → Steigerung der Dämmleistung<sup>[9]</sup>
- ☞ **Verkaufspreis:** 10 € pro m<sup>2</sup>



### blocks

- ☞ **Prozess:** Profilextrusionsverfahren
- ☞ Stabilität durch Wabenstruktur<sup>[8]</sup>
- ☞ Zwischen Wabenstruktur befinden sich zwei Hohlröhre zur Führung von Metallstangen
- ☞ **Verkaufspreis:** 2,5 € pro Stein

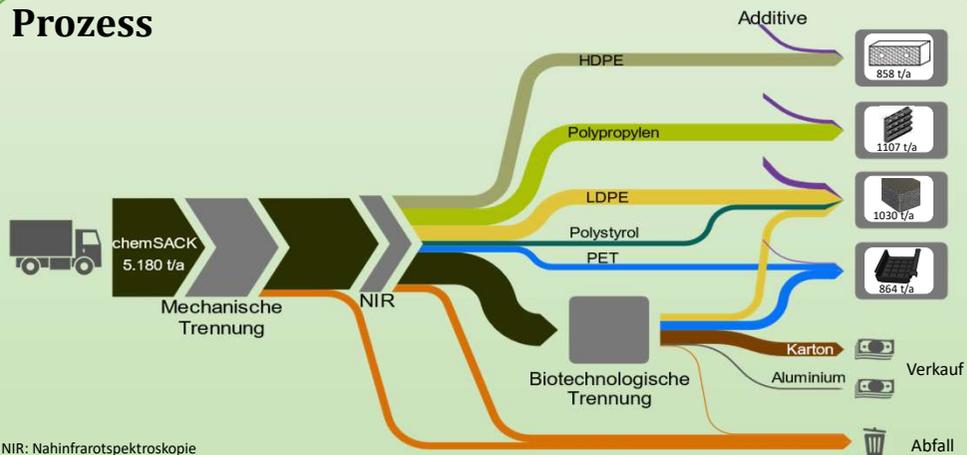


### planters

- ☞ modulare Pflanzkästen
- ☞ **Prozess:** Direct Compounding Injection Moulding
- ☞ **Verkaufspreis:** 50 € pro m<sup>2</sup>

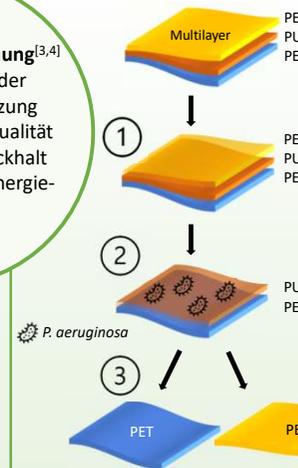


## Prozess



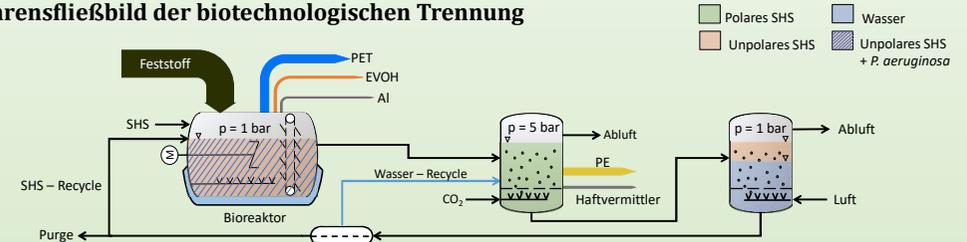
NIR: Nahinfrarotspektroskopie

## Biotechnologische Trennung



1. Lösen von PE im Switchable Hydrophilicity Solvent (SHS)<sup>[10]</sup>
  - Verwendung von N,N-Dibutylaminoethanol (DBAE) als SHS
  - Änderung der Polarität des SHS durch Zugabe von CO<sub>2</sub>
  - Lösen von PE-Feststoffpartikel und PE-Copolymer-Haftvermittler (PE-HV) im unpolaren SHS; PET, Ethylvinyl-Alkohol (EVOH) und Aluminium lösen sich nicht
2. Mikrobielle Verstoffwechslung von PU<sup>[11]</sup>
  - Biodegradation von Polyurethan (PU) über *Pseudomonas aeruginosa*-Stämme zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O
  - *Metabolic Engineering*: Steigerung der Genexpression und Einbau neuer Enzymgene in den Mikroorganismus
3. Gewinnung von PE und PET<sup>[10]</sup>
  - Abtrennung von unlöslichem PET, EVOH und Aluminium nach Abbau von PU im Bioreaktor
  - Zugabe von CO<sub>2</sub> und Wasser sowie Druckerhöhung → Ausflocken von PE und PE-HV durch Polarisierung von DBAE
  - Austreiben von CO<sub>2</sub>: SHS wieder in unpolaren Zustand und wird recycelt

## Verfahrensfließbild der biotechnologischen Trennung



## Fazit

- ✓ Pro Haus können bis zu 67 % CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden
- ✓ Jährliche Einsparung von 4.200 t CO<sub>2</sub>-eq.
- ✓ Wirtschaftlicher Prozess mit einem jährlichen Gewinn von 2,64 Mio. € → Amortisationszeit 5 Jahre
- ✓ Integration biotechnologischer Trennung in bestehende Recycling-Anlage möglich



[1] HEINRICH BÖLL STIFTUNG, BUND, PlastikAtlas 2019, 2020

[2] UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMM, 2020 Global Status Report for Buildings and Construction, Nairobi, 2020

[3] PÉREZ, G. et al., Renewable and Sustainable Energy Reviews 39 (2014), Nr. 3, S. 139–165

[4] VIJAYARAGHAVAN, K., Renewable and Sustainable Energy Reviews 57 (2016), S. 740–752

[5] HEIM, H.-P.; HABER, H., Specialized Molding Techniques, Elsevier, 2002

[6] POLYKUM E.V., POLYKUM Innovationstag "Direktcompoundierung".

[7] KRAUSS-MAFFEI KUNSTSTOFFTECHNIK: Injection Molding Compounder IMC. 2007

[8] DEPNER, A., Veröffentlichungsnr. DE102016003219A

[9] PARK, C. B. et al., Cellular Polymers 25 (2006), Nr. 1, S. 1–18

[10] MÜMLADZE, T. et al., Green Chemistry 16 (2014), Nr. 3, S. 1187–1197

[11] UTOMO, R. et al., ACS Sustainable Chemistry & Engineering 8 (2020), Nr. 47, S. 17466–17474