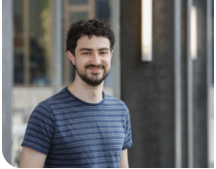


# Material- und Anlagenentwicklung für die Verbisschutzfertigung

## Entwicklung bodenabbaubarer Materialmischungen Demonstrationsanlage zur skalierten Herstellung

### Diplomand



Fabio Hadorn

**Ziel der Arbeit:** Ein Verbisschutz schützt junge Bäume vor Wildverbiss und ermöglicht eine planbare Wiederbewaldung. Schutzhüllen werden in Grossmengen eingesetzt. Dadurch besteht das Risiko, dass sie nach der Nutzung im Wald verbleiben. Der Industriepartner enoMis hat einen patentierten Verbisschutz entwickelt, der in Zusammenarbeit mit dem IWK optimiert wird. Biologisch abbaubare Kunststoffe sind dabei eine attraktive Lösung. Die Voraussetzung ist, dass der Abbau unter realen Bedingungen zuverlässig erfolgt und die Strukturfestigkeit über die geforderte Lebensdauer erhalten bleibt. Das Ziel dieser Masterarbeit ist die Entwicklung eines Konzepts zur skalierten Herstellung von Verbisschutz auf Basis der genannten Polymerwerkstoffe.

**Vorgehen:** Im ersten Teil wird die Materialentwicklung bearbeitet. Dazu gehören Zertifizierungsvorgaben, Recherche, Beschaffung und die Formulierung von Biopolymer-Compounds mit natürlichen Füllsystemen. Es werden kleinere Strukturen hergestellt, um das Abbauverhalten in einem Feldversuch zu untersuchen. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse erfolgen verbesserte Compoundierungen in drei Ansätzen. Insgesamt werden 22 Materialmischungen hergestellt.

Im zweiten Teil wird die SEAM-Anlage (Screw Extrusion Additive Manufacturing) weiterentwickelt. Sie besteht aus einem Sechssachsroboter und einem Granulatextruder, die über einen Heizschlauch verbunden sind. Als geeignete Lösung wird ein Förderbandsystem mit taktbarer Steuerung konzipiert und umgesetzt. Dadurch werden die gedruckten Strukturen zeitlich vom Druckbereich entkoppelt. Nach dem Abkühlen lassen sich die Strukturen ohne manuelles Eingreifen über die Förderkante ablösen. Für die forstwirtschaftliche Anwendung wird zudem ein grösseres Format gefordert, weshalb die Struktur von V1 (1.0 m x 0.5 m) auf V2 (1.1 m x 0.8 m) angepasst wird.

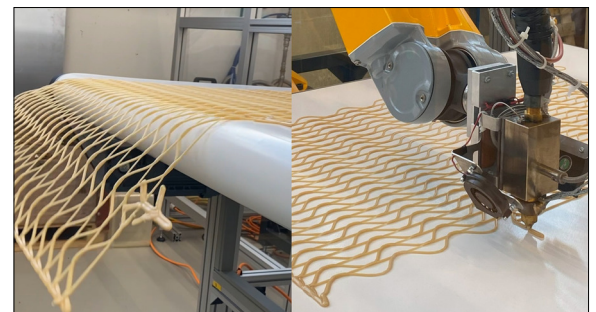
Die Themenfelder werden durch die in Teil 1 entwickelten Materialien sowie das in Teil 2 erarbeitete Förderband zusammengeführt. Dabei werden insbesondere Prozessfenster bezüglich Temperaturführung, Materialdurchsatz und Nivellierung der Bandebene zum Roboter bestimmt. Während der Masterarbeit werden Strukturen im Kleinformat (ca. 80 Stück) sowie im Grossformat (ca. 130 Stück) hergestellt. Die Bauteile werden in anwendungsnahen Versuchen geprüft. Dabei werden die Umformbarkeit, die Bauteilfestigkeit und das Bruchverhalten untersucht. Die Auswahl und Einordnung der Materialmischungen erfolgt ergänzend anhand von MFR-Messungen. Es werden Bewertungen hinsichtlich der Verarbeitung an der SEAM-Anlage, der Compoundierung und des Abbauverhaltens durchgeführt.

**Ergebnis:** Die Arbeit liefert ein abgestimmtes Material, Prozess und Anlagenkonzept. Im Rahmen der Materialentwicklung werden biologisch abbaubare Mischungen für den Verbisschutz untersucht und die leistungsfähigsten Varianten ermittelt. Durch die implementierte Förderbandsteuerung an der SEAM-Anlage wird zudem eine Fertigung im Kleinserienmassstab ermöglicht. Aufgrund der Breite des Themenfelds werden darüber hinaus Ansatzpunkte für weitere Optimierungen und Entwicklungen aufgezeigt. Neue Material- und Anlagenkonzepte werden erfolgreich getestet.

**SEAM) Förderbandentwicklung für die Verbisschutzfertigung.  
Erstelltes Material: V2-4-3-C, 13.11.25, IWK.  
Eigene Darstellung**



**l) Ablösen der Struktur über die Förderkante, r) Druckbereich.  
Erstelltes Material: V2-4-3-C, 13.11.25, IWK.  
Eigene Darstellung**



**Hergestellter Verbisschutz. Erstellte Materialvarianten von l) nach r) V2-0-1, V2-0-3, V2-0-2, V2-0-4, 04.12.25, IWK.  
Eigene Darstellung**



**Referent**  
Prof. Daniel  
Schwendemann

**Korreferent**  
Frank Mack, Coperion  
GmbH, Stuttgart

**Themengebiet**  
Mechanical  
Engineering

**Projektpartner**  
enoMis, Pfullendorf, DE