

# Ontwerp en bouw van een extruder voor filament voor 3D-printtoepassingen

Gerome Reynders

Master IW Elektromechanica

Printhings 3D te Beringen: maakt gebruik van 3D-printtechnieken (Fused Deposition Modeling of **FDM**).

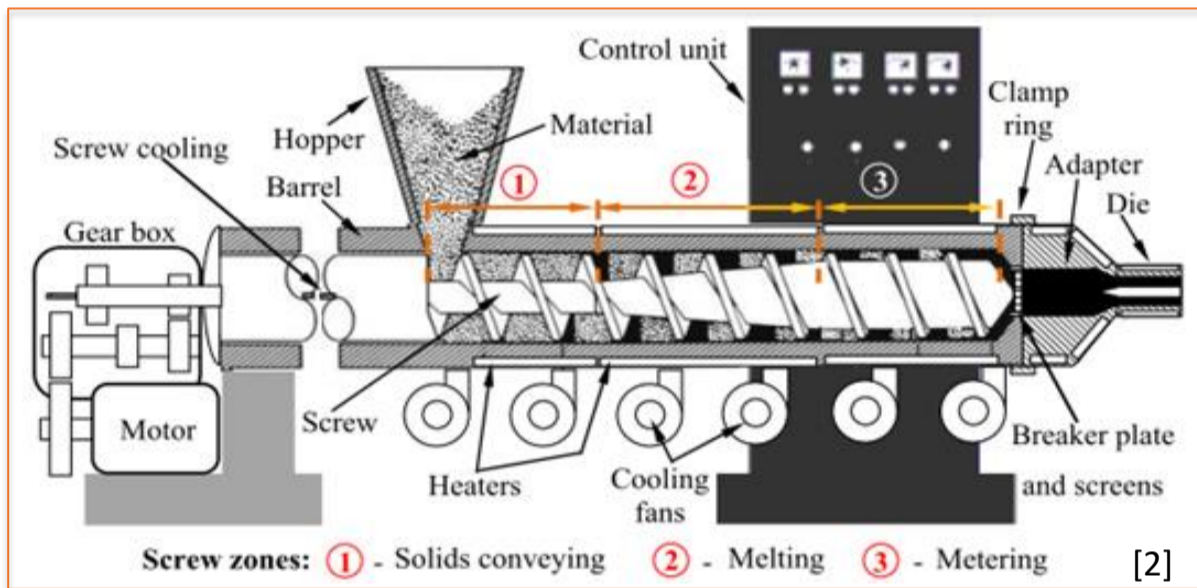
Kunststofdraad (=filament) wordt gebruikt als inktpatroon.

+ Kan **complexe geometrieën** creëren!

- Erg **traag**, enkel concurrentieel genoeg voor **beperkte seriegroottes**.

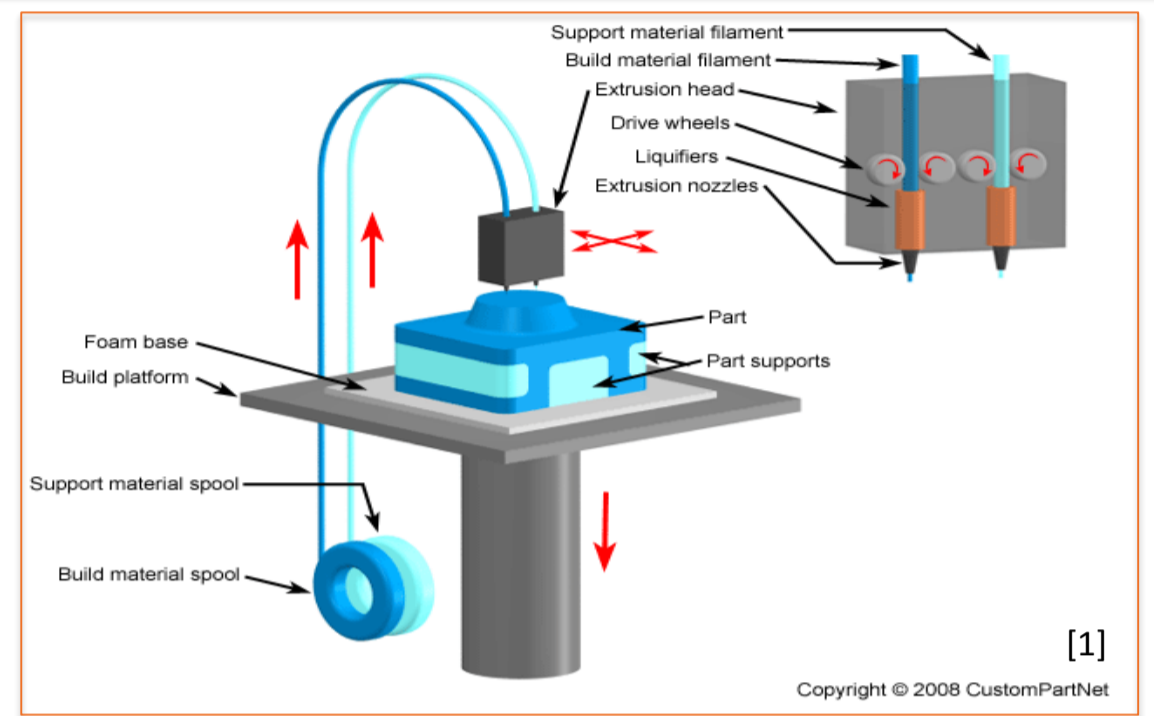
Idee: Materiaal van **misprints: hergebruiken** i.p.v. weg te gooien.

Hoe? Een **extruder** zet materiaal in korrel- of pelletvorm om in een nieuw filament.



Tests gebeuren met zelfgemaakt prototype. Het testmateriaal is polymelkzuur (PLA), zowel in de vorm van pellets (aangekocht materiaal) als materiaal van misprints.

Resultaat eerste test: **filamentdraad erg bros!**



Belangrijk: geproduceerde filament moet **gelijkwaardig** zijn aan gekochte filament:

- Dezelfde diameter (1,75 mm) en tolerantie op de diameter ( $\pm 0,05$  mm).
- Dezelfde mechanische eigenschappen: ductiliteit, treksterkte, breukrek...



PLA pearls

[3]

Brosheid van het filament verklaren? Literatuurstudie over PLA:

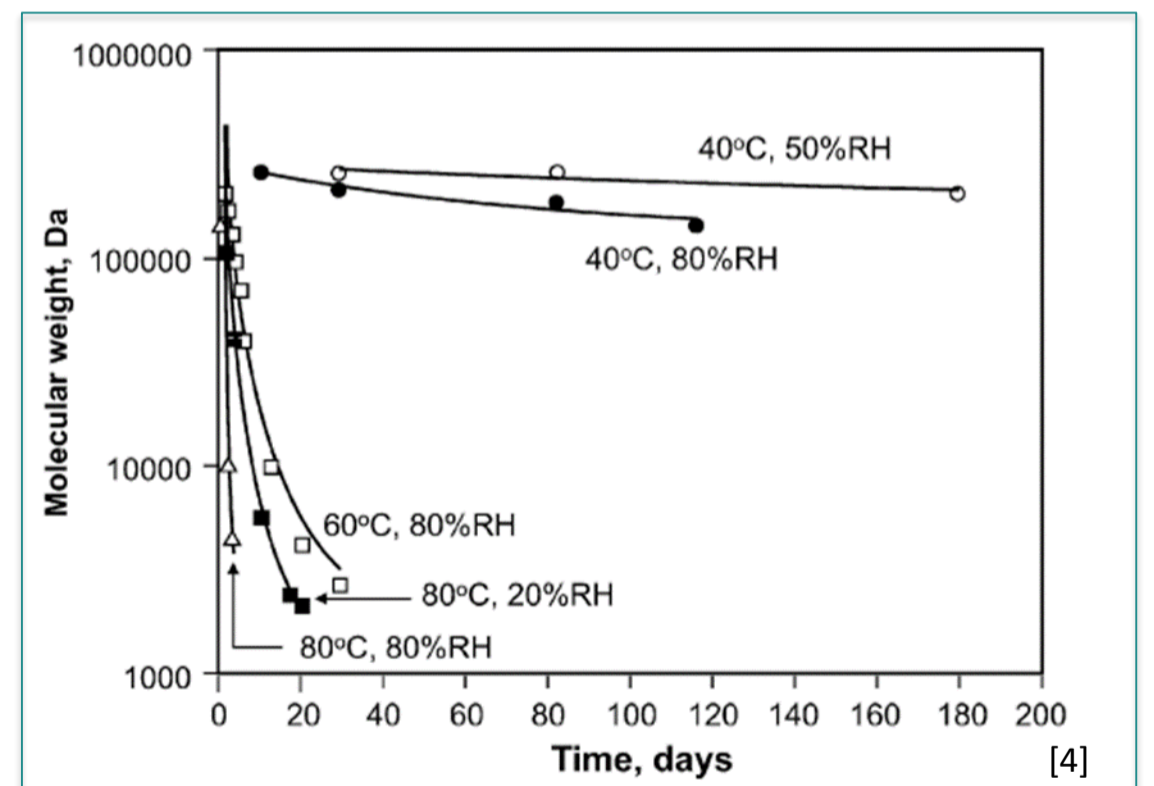
- Gemaakt van plantaardige grondstoffen zoals maïszetmeel, suikerriet...
- Basis PLA is bros, weekmakers toegevoegd om de taaheid te verhogen.
- PLA is **degradeerbaar**: bij  $T > T_g$  ( $\approx 55$  °C) vallen de polymeerketens langzaam uiteen!
  - + PLA kan dus gecomposteerd worden in grote installaties ( $T > T_g$ ) → **Duurzaam** product!
  - In **verwerkingsomstandigheden** (180 - 210 °C) treedt ook **degradatie** op!

**Degradatie**: vorming van kortere ketens betekent ook **verlies van elastische eigenschappen** → **bros worden**. Dit wordt versterkt door 3 factoren:

1. **Hoge temperatuur**
2. **Tijdsduur ( $T > T_g$ )**
3. **Aanwezigheid van vocht ( $H_2O$ )**

Aanpassingen voor de 2<sup>e</sup> test:

- De **verwerkingstemperatuur** wordt **verlaagd** van 220 °C tot 200 °C.
- De tijd waarin het PLA zich op hoge T bevindt wordt beperkt.
- Voor de extrusie wordt het materiaal **gedroogd** (op 80 °C gedurende 1 uur). [4]



Resultaat: - **Flexibiliteit** vergelijkbaar met gekocht filament  
 - Ook de **treksterkte** is equivalent (45 – 50 MPa)  
 → Mechanische eigenschappen zijn **gelijkwaardig**.

[1] [Online]. Available: <http://www.custompartnet.com/wu/fused-deposition-modeling> [December 2015]

[2] [Online]. Available: [http://isac.wdfiles.com/local--files/intelligent-control-of-single-screw-polymer-extruder/diagram\\_of\\_single\\_screw\\_extruder.png](http://isac.wdfiles.com/local--files/intelligent-control-of-single-screw-polymer-extruder/diagram_of_single_screw_extruder.png). [December 2015]

[3] [Online]. Available: <http://richrap.blogspot.be/2014/12/no-more-filament-quest-for-universal.html> [Mei 2016]

[4] D. Henton, P. Gruber, L. J. en J. Randall, „Polylactic acid technology,” *Natural fibers, biopolymers, and biocomposites*, 2005.

Promotoren / Copromotoren: Prof. Dr. Ir. Wim Deferme, Ing. Glen Vandevenne, Ing. Yannick Aerts