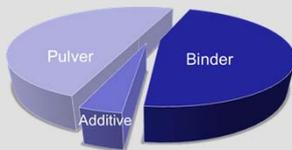


## Motivation

Rapid Prototyping mit den finalen Materialien und einer Detaillierung unterhalb 100 µm ist nach wie vor eine Herausforderung. Durch die Weiterentwicklung der 3D-Drucker mittels FDM (Fused Deposition Modelling) besteht ein Verfahren mit großem Potential. Um dieses Potential voll auszuschöpfen, werden Materialien und eine Prozesskette entwickelt, welche auf die Verarbeitung von Keramiken und Metallen mittels dem FDM-Verfahren optimiert sind.

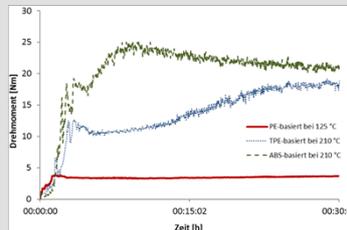
## Formmasseherstellung

Die Formmassen bestehen zur Hälfte des Volumens aus mikroskaligem Keramik- bzw. Metallpulver. Die andere Hälfte unterteilt sich in thermoplastische Polymere als Binder und Additive.



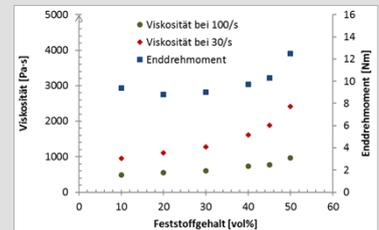
Zusammensetzung der Formmasse bei einem Füllgrad von 50 vol%

In einem Messkneteter werden die Edukte bei erhöhter Temperatur vermischt und dabei der Drehmomentverlauf aufgenommen.



Knetkurven für Formmassen mit 60 vol% 17-4PH Pulver in verschiedenen Bindersystemen

In einem Kapillarrheometer werden die scherraten- und temperaturabhängigen Fließeigenschaften der Formmassen charakterisiert.



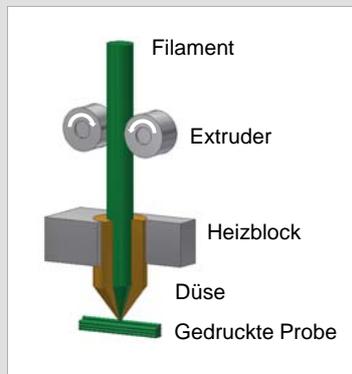
Enddrehmoment (210 °C) sowie Viskositäten (240 °C) für steigende Anteile Aluminiumoxid in ABS

## Filamentherstellung

Mit Hilfe eines Extruders werden aus der Formmasse Filamente hergestellt. Sie müssen homogen, gerade und der Durchmesser in einer Toleranz von ± 50 µm liegen.



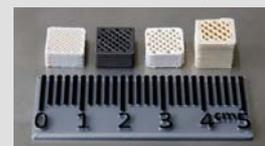
Filamente verschiedener Zusammensetzungen



Schemazeichnung FDM-Druck

## Freiformgebung mittels FDM

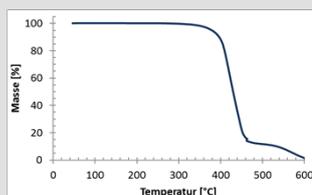
Im FDM-Verfahren werden thermoplastische Kunststoffe als Strang (Filament) dem Heizblock zugeführt. Dort wird es geschmolzen und unterhalb der Düse gezielt abgelegt, wo Schicht für Schicht das Bauteil aufgebaut wird.



Gedruckte Teststrukturen mit verschiedenen Materialien

## Thermische Nachbehandlung

Vor dem Sintern zum dichten Keramik- oder Metallbauteil müssen die organischen Komponenten, hier das Bindermaterial, thermisch entfernt werden. Mittels Thermogravimetrie wird der temperaturabhängige Masseverlust einer Probe bestimmt, woraus das Temperaturprofil des Entbinderungsprogrammes abgeleitet werden kann.



Thermogravimetrie eines ABS-Binders



Gedruckte und gesinterte Zugprobe 40 vol% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in ABS