



Jan Hendrik Martens, M.Sc.

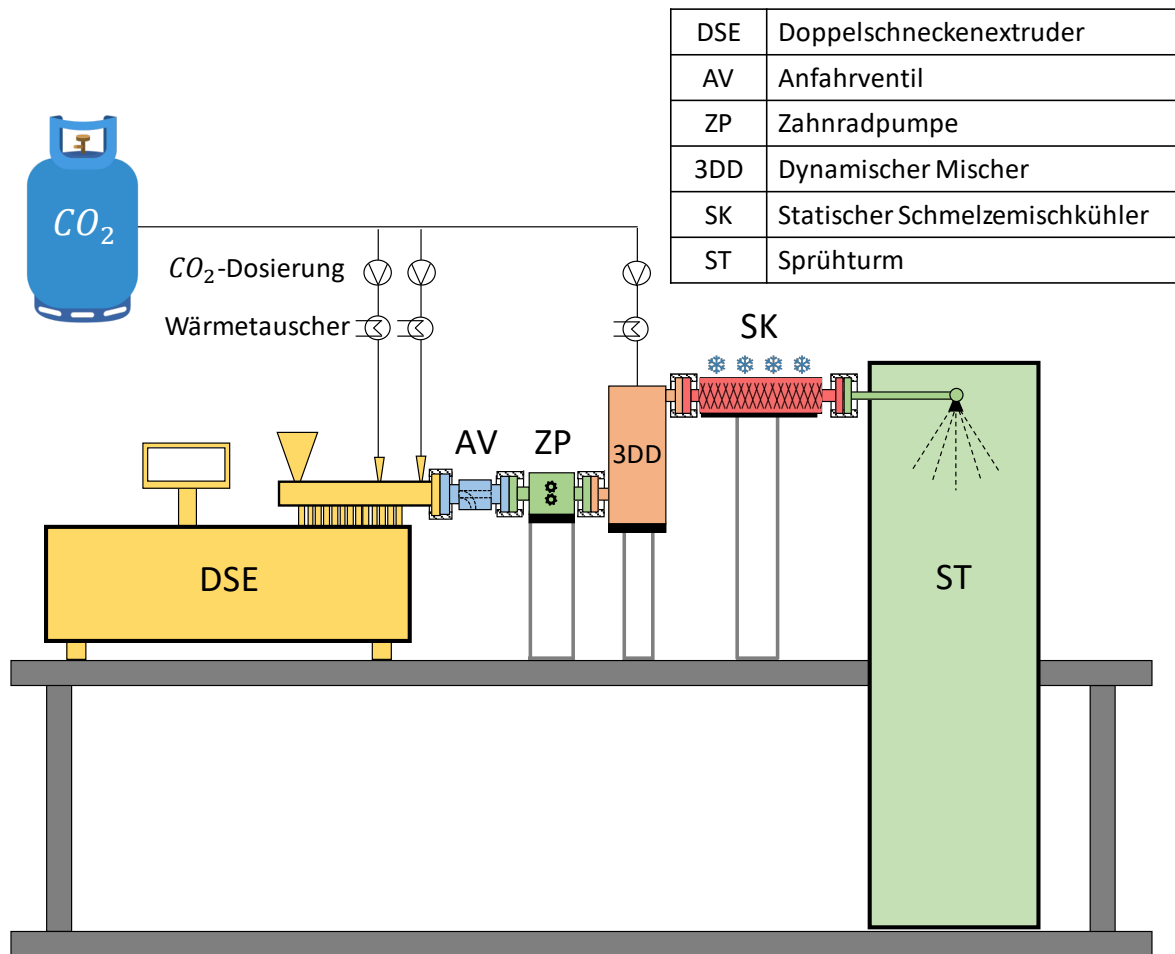
Entwicklung einer PGSS-Anlage zur Herstellung von Lasersinterpulver aus treibmittelversetzter Kunststoffschmelze

Eines der wichtigsten additiven Fertigungsverfahren für Kunststoffe ist das selektive Lasersintern (SLS). Dabei können komplexe Bauteilgeometrien direkt aus dem CAD-Modell ohne den Einsatz eines Werkzeugs gefertigt werden. Dadurch besteht die Möglichkeit, Bauteile wirtschaftlich in kleinen Stückzahlen zu produzieren, sodass der Trend vom Prototypenbau zur Fertigung industrieller Kleinserien geht.

Ein wesentlicher Faktor bei der Entscheidung für oder gegen den Einsatz des selektiven Lasersinterns stellt die Materialverfügbarkeit dar. An das Lasersinter-Pulver sind hohe Anforderungen bezüglich Größenverteilung, Form und Oberfläche gestellt. Daher konnten sich bislang nur wenige Materialien am Markt durchsetzen. Schätzungen zufolge bestehen rund 90 % aller lasergesinterten Bauteile aus Polyamid, wobei dieser Werkstoff nicht für jeden Anwendungsfall geeignet ist. In der additiven Fertigung besteht durchaus ein Bedarf für Hochleistungskunststoffe wie PPS, allerdings liegen diese aufgrund der Limitierungen im Herstellprozess bislang nicht als prozessfähiges Pulver vor.

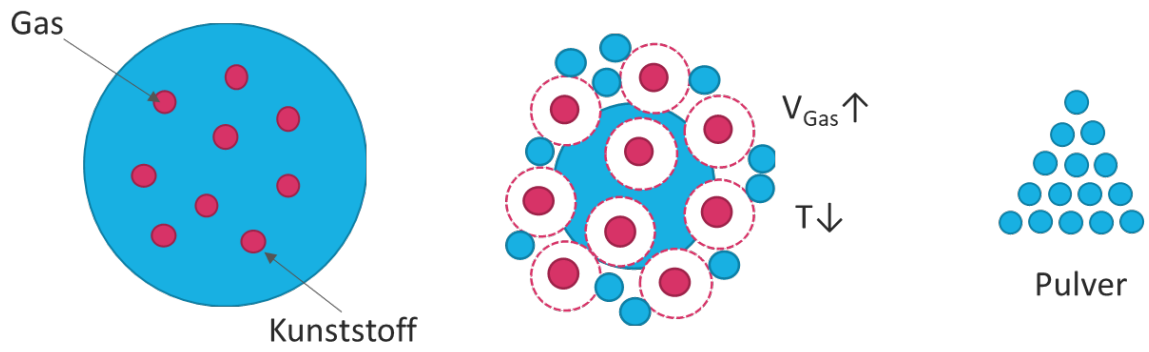
Die gängigsten Herstellverfahren von Lasersinter-Pulver sind das Ausfällen und das Mahlen. Beim Ausfällen aus einer Lösung wird das Polymer unter hohen Temperaturen und Druck in einem Lösemittel gelöst und anschließend kontrolliert gerührt und abgekühlt. Die dabei entstehenden Partikel sind ausreichend rund und rieselfähig. Jedoch besteht keine Möglichkeit, die Polymere mit angepasster Rezeptur oder Additivierung herzustellen, da der Kunststoff in der Lösung in seine Einzelkomponenten aufgeteilt wird. Für das Vermahlen sind die meisten Kunststoffe zwar geeignet, allerdings sind die dabei entstehenden Pulverpartikel so zerklüftet, dass aufwendige Nachfolgeeinrichtungen erforderlich sind, um die benötigte Rieselfähigkeit des Pulvers zu gewährleisten. Insgesamt fehlt es demnach an einem robusten, industriellen Verfahren, das es erlaubt, unterschiedliche Kunststoffe gezielt zu additivieren und anschließend in eine lasersinterfähige Pulverform zu überführen.

Das im Rahmen dieses Projekts erforschte Verfahren zur Herstellung von Lasersinter-Pulver ist das PGSS-Verfahren („Particle from Gas Saturated Solutions“). Dabei wird Kunststoff plastifiziert und mit einem überkritischen Fluid, wie CO₂, versetzt. Dadurch wird die Viskosität der Schmelze so weit heruntersetzt, dass das Kunststoff-Gas-Gemisch versprüht werden kann und bei der damit einhergehenden Entspannung zu Pulverpartikeln zerfällt. Die folgende Abbildung zeigt das geplante Anlagenschema:



Zu diesem Vorhaben ist ein Teil der IW-Halle der Universität Paderborn umgebaut worden. An der Außenwand des Gebäudes ist ein Fundament gegossen worden, auf das der CO_2 -Gastank platziert wird. Von hier aus wird das Gas in den überkritischen Zustand überführt und in den im Innenbereich stehenden Doppelschneckenextruder geleitet. Dieser steht zusammen mit Nachfolgeeinrichtungen auf einer Stahlempore, die im Laufe des vergangenen Jahres eingezogen wurde. Nach dem Extruder wird das Kunststoff-Gas-Gemisch durch eine Schmelzepumpe in einen dynamischen Mischer geleitet. Hier wird das Gemisch homogenisiert und mit weiterem überkritischen CO_2 beaufschlagt. Im anschließenden Schmelzekühler wird das Fluid erneut gemischt und auf Vorexpanionstemperatur gekühlt, bevor es durch eine Düse in den Sprühturm gesprüht werden kann.

Beim Versprühen der Dispersion nimmt das überkritische CO_2 wieder einen rein gasförmigen Zustand an, wodurch es expandiert und somit an Volumen zunimmt. Dadurch löst sich das Gas aus der Kunststoffphase heraus und zerreißt diese. Die dabei entstehenden Partikel formen sich während des Falls aufgrund der Oberflächenspannung des Polymers zu einer Kugel. Zur gleichen Zeit werden diese kugelförmigen Partikel durch den bei der Expansion eines Gases auftretenden Joule-Thomson-Effekt stark abgekühlt und verfestigt. So soll zuletzt ein Lasersinterpulver mit ideal kugelförmigen Kunststoffpartikeln und somit guter Rieselfähigkeit vorliegen.



Danksagung

Dieses Forschungsvorhaben wird aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) unterstützt und finanziert. Hiermit möchten wir uns für die Förderung bedanken.