

Überzeugende Ergebnisse mit generativ gefertigten („3D gedruckten“) Extrusionswerkzeugen

Vieles, was bei der Auslegung eines Extrusionswerkzeugs wünschenswert wäre, lässt sich mit den bekannten konventionellen Fertigungsverfahren nicht realisieren. Deshalb muss der Konstrukteur bei der Gestaltung eines Extrusionswerkzeugs genau darauf achten, dass sich das von ihm konzipierte Werkzeug letztendlich auch fertigen lässt. Mit Hilfe des selektiven Laserschmelzens [SLM-Verfahren] („3D Druck von metallischen Werkstoffen“) besitzt der Konstrukteur nun bei der Gestaltung von Extrusionswerkzeugen deutlich erweiterte Möglichkeiten.

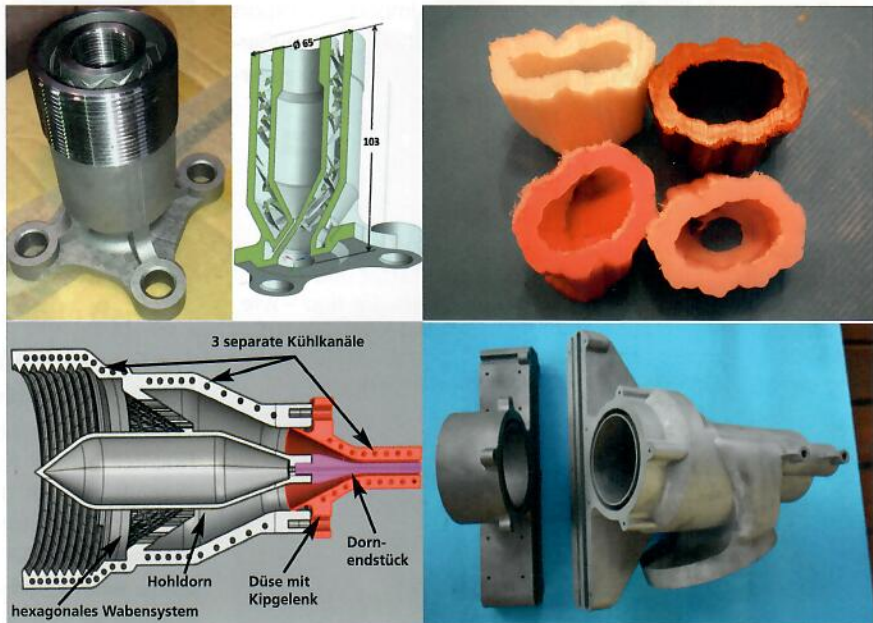


Bild 1: Extrusionswerkzeuge (oben links und unten), die unter Nutzung der erweiterten Fertigungsmöglichkeiten, die das SLM-Verfahren bietet, gestaltet wurden und Querschnittsmuster aus einem Farbwechselfersuch (oben rechts)

Dies insbesondere, wenn er weiß, dass die raue Oberfläche, die beim Laserschmelzen zwangsläufig entsteht, bei Extrusionswerkzeugen – entgegen der Ansicht der meisten Experten – nicht störend ist. Im Gegenteil, Untersuchungen an einem Extrusionswerkzeug am IKV in Aachen haben ergeben, dass durch die rauen Oberflächen der Fließkanäle, die im SLM-Verfahren erzeugt werden, das Spülverhalten um 25 Prozent verkürzt wird.

Auch bei eigenen Versuchen, die mit unterschiedlichen im SLM-Verfahren hergestellten Extrusionswerkzeugen durchgeführt wurden, bestätigte sich, dass die Rauheit der Fließkanaloberflächen völlig unkritisch ist. Es zeigte sich aber vor allem, dass derartige Extrusionswerkzeuge konventionellen Konstruktionen in vielen Belangen weit überlegen sind:

- Die Fertigungskosten liegen teilweise

erheblich unter denen eines konventionell gefertigten Werkzeugs.

- Bei der Herstellung wird deutlich weniger Material und somit auch weniger Energie benötigt.
- Lasergeschmolzene Werkzeuge sind kompakter und wiegen teilweise nur noch ein Bruchteil eines vergleichbaren konventionellen Werkzeugs.
- Ein Werkzeug kann je nach Größe innerhalb weniger Tage gefertigt werden.
- Mehrere Werkzeuge können gleichzeitig parallel in einer Anlage gefertigt werden.
- Es gibt viel weniger Einzelteile, womit der Reinigungs- und Wartungsaufwand erheblich reduziert ist.
- Die Gefahr von Betriebsstörungen (zum Beispiel Leckagen) ist auf Grund der Möglichkeit Trennebenen zu vermeiden, deren Abdichtung kritisch ist, reduziert.

- Werkzeuge können viel schneller unter deutlich geringerem Einsatz von Energie aufgeheizt werden.
- Werkzeuge können beim Abschalten einer Anlage innerhalb extrem kurzer Zeiten abgekühlt werden.
- Über spezielle Einbauten im Fließkanal kann die Schmelze im Werkzeug intensiv gemischt (homogenisiert) werden.
- Es lassen sich Verweilzeiten und insbesondere auch das Verweilzeitspektrum der Schmelze im Werkzeug signifikant verringern.
- Die Spülvorgänge bei Farb- und Materialwechsel können erheblich beschleunigt werden.

So werden die in der Regel relativ einfachen Stegdornhalterlösungen bei Rundwerkzeugen, die inzwischen auf Grund des negativen Einflusses der Stegdornhalter in vielen Anwendungen durch

kompliziertere Konstruktionen verdrängt worden sind, voraussichtlich eine Renaissance erfahren. Wird nämlich der Dorn an speziell gestalteten Mischerstegen befestigt, dann entstehen keine konkreten Bindenähte mehr. Auch erzeugen die gleichmäßig im Fließkanal verteilten Mischerstege keine Druckunterschiede über dem Umfang des Fließkanals mehr. Im Gegenteil, erstmalig kann mittels der in den Fließkanal integrierten Mischelemente die Homogenität der Schmelze beim Durchströmen eines Extrusionswerkzeugs verbessert werden. **Bild 1** zeigt oben links einen vorteilhaften für das Extrusionsblasformen konzipierten einstückigen Mischerstegdornhalterkopf, der als ein kompaktes Bauteil nur generativ hergestellt werden kann. Bei Farbwechselfersuchen konnte ein HDPE, das mit Masterbatch intensiv eingefärbt war, mit dem gleichen nicht eingefärbten Material innerhalb von nur 15 Minuten komplett herausgespült werden. Die Tatsache, dass Querschnittproben, die zu unterschiedlichen Zeiten des Farbwechselfersuchs entnommen worden waren (**Bild 1** oben rechts), eine über der gesamten Dicke homogene Farbe besitzen, beweist, dass die Schmelze in dem speziellen Kopf intensiv vermischt wurde. In dem **Bild 1** unten links ist ein neuartiger Rohrkopf abgebildet, der speziell konzipiert wurde, um ein PA-Rohr herzustellen. Der Kopf besteht aus dem einteiligen Grundgehäuse sowie einem austauschbaren Dornendstück und einer dazu passenden Düse. Die Düse besitzt ein integriertes Kippgelenk, mit dem, gegenüber der sonst bei Rundköpfen üblichen Schiebelösung, ein viel präziseres und vor allem reproduzierbares Zentrieren möglich ist. Der konventionell gefertigte, aus vielen Einzelteilen bestehende Kopf wiegt ohne Heizungen 52 kg. Der komplette lasergeschmolzene Kopf hingegen wiegt nur noch 1,8 kg. Er lässt sich somit

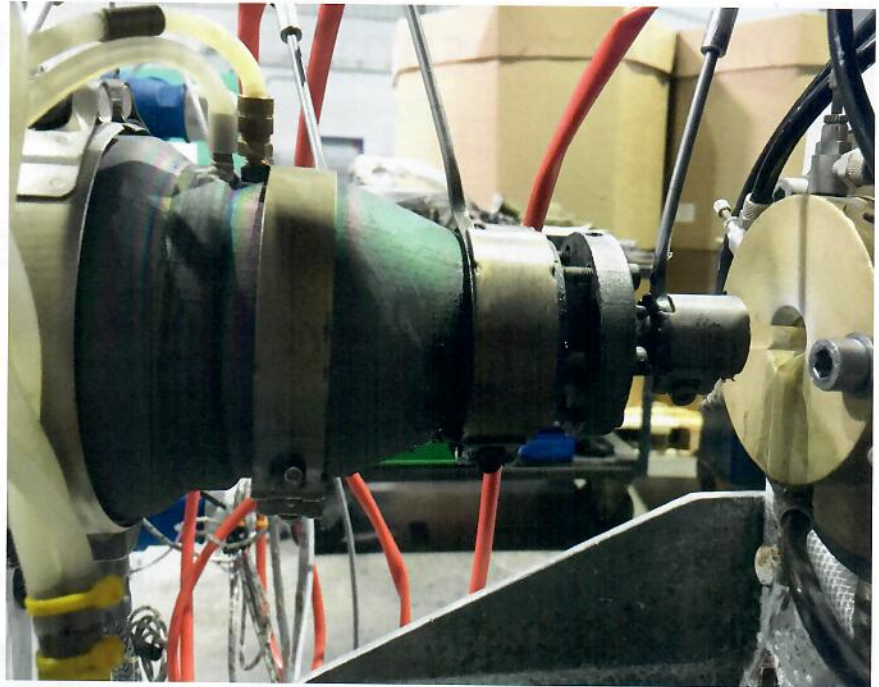


Bild 2: In Betrieb befindliches im SLM-Verfahren hergestelltes Rohrwerkzeug, das nur noch 1,8 kg (ohne Heizungen) wiegt und bei dem der Dorn an einem feinmaschigen hexagonalen Wabensystem befestigt ist

viel schneller aufheizen und benötigt dafür natürlich auch viel weniger Energie. Er kann aber auch auf Grund der in die Wände integrierten Kühlkanäle innerhalb von fünf Minuten mittels Druckluft wieder abgekühlt werden, um ein Zersetzen der Schmelze im Kopf zu verhindern. **Bild 2** zeigt den Kopf inklusive der Heizungen in Betrieb.

Weiterhin ist im **Bild 1** unten links ein Sonderwerkzeug zu sehen, mit dem gleichzeitig ein Rohr mit einem Kunststoff ummantelt und ein coextrudiertes Schmelzeband (Breite 300 mm, Gesamtdicke 10 mm, Dicke der coextrudierten Schicht 1 mm) ausgetragen wird. Auch dieses komplexe Werkzeug besteht nur aus zwei kompakten Teilen, dem Grundkörper mit einem sehr komplexen Fließkanalsystem und dem Düsenvorsatz, der auswechselbar gestaltet ist, um durch

Austausch des Vorsatzes Rohre mit unterschiedlichen Durchmessern ummanteln zu können. Die Schmelze für die Rohrummantelung und die für das Schmelzeband wird dem Werkzeug über eine zentrale Einspeiseöffnung zugeführt und im Werkzeug aufgeteilt. Zusätzlich besitzt das Werkzeug noch zwei Drosseln, mit denen jeweils der Massestrom für das Rohr und der für die Platte stufenlos von 0 bis 100 Prozent verstellt werden kann. Die Schmelze für die Coextrusionsschicht wird dem Werkzeug über eine gesonderte Öffnung zugeführt.

Dr.-Ing. Heinz Groß
Kunststoff-Verfahrenstechnik
Ringstr. 137, 64380 Roßdorf, Germany
www.gross-k.de



150 mm Extruder mit Seitenbeschickung
Optional: Wasserring-Granullierung, etc.

Extruders & Extrusion facilities

in stock · functionally tested · operational

Visit our homepage with many used machines for the plastic extrusion business:

30 mm extruder, 28 l/d, 7,5 kW AC-motor available from stock

Filament extrusion lines (3d printing) available from stock

www.pmh-extruder.com

pmh.gmbh@t-online.de



Plastic-Maschinen-Handelsges. mbH

Broichhausener Str. 4 · D-53773 Hennef

Tel. +49-2244-83041 · +49-(0)173 150 4512