

## Selektives Lasersintern von porösen Entlüftungsstrukturen am Beispiel des Formenbaus



Siemann, E.

*Der industrielle Einsatz des Lasersinterns von Metallen richtet sich meist auf die Erzeugung sehr dichter Bauteile. Im Rahmen einer Kooperation mit der Firma Wilhelm Eisenhuth GmbH KG soll die Möglichkeit des gezielten Erzeugens von Porositäten untersucht und sie für die Problematik der Entlüftung eines Spritzgusswerkzeuges genutzt werden.*

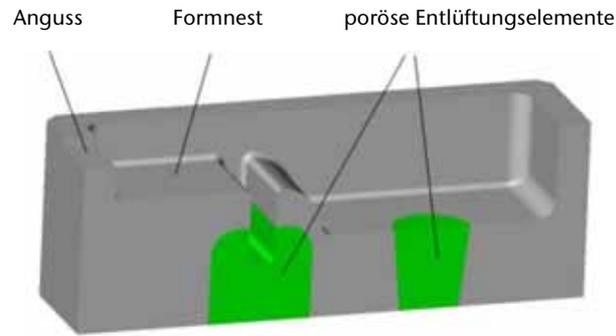
*In collaboration with Wilhelm Eisenhuth GmbH KG the Institute of Mechanical Engineering used the SLS technology to generate molds with defined porosities.*

### 1 Einleitung

Durch die hohen Qualitätsanforderungen und die ständig sinkenden Zykluszeiten in der Spritzgussfertigung, fällt der Formentlüftung ein immer höherer Stellenwert im Werkzeugbau zu. Denn ohne eine ausreichende Entlüftung treten häufig Fehler, wie z.B. eine unvollständige Formfüllungen, Dieseleffekte, Bindenähte oder Glanzunterschiede an Oberflächen der Bauteile auf.

Da konventionell die Vermeidung dieser Probleme teilweise einen relativ hohen technischen Aufwand bedarf, sollte durch Einsatz des Selektiven Laser Sinterns (SLS) eine ausreichende Entlüftung durch eine gezielte Beeinflussung der Dichte in einzelnen Bereichen der Werkzeugform (siehe **Bild 1**) erreicht werden.

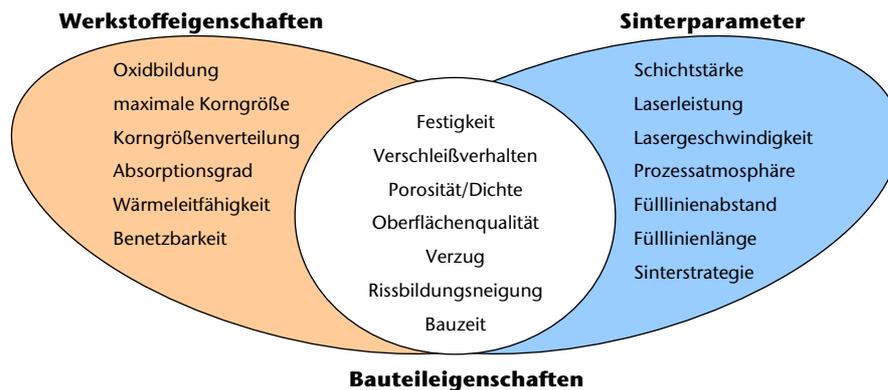
Gerade bei komplexen Geometrien der Formnester, die ein hohes Risiko des Lufteinschlusses bieten, stellt die Nutzung des SLS Verfahrens zur Generierung der Werkzeugformen mit integrierter Entlüftung ein Vorteil gegenüber der Fertigung durch spanende oder erodierende Bearbeitung dar.



**Bild 1:** Schematische CAD-Darstellung einer Form (geschnitten) mit eingesetzten porösen Entlüftungselementen (grün) /1/

## 2 Erzeugung der Porositäten

Das Ergebnis eines SLS-Bauprozess ist von vielen Faktoren abhängig. Im größten Maße ausschlaggebend für die Bauteilqualität und Dichte ist der in den Werkstoff eingebrachte Energieeintrag. Verantwortliche Parameter für diesen sind unter anderem Laserleistung, Scangeschwindigkeit, Fülllinienlänge und Fülllinienabstand (Hatchabstand). Innerhalb der vorgenommenen Versuche werden hinsichtlich einer Veränderung der Porosität der Bauteile nur die Sinterparameter variiert. Das **Bild 2** soll die Einflüsse auf den Bauprozess verdeutlichen.



**Bild 2:** Einflussfaktoren auf die Bauteileigenschaften

## 2.1 Vorgehensweise der Grundlagenversuche

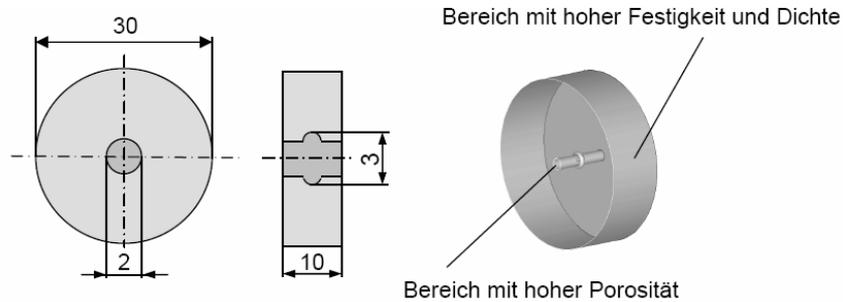
Ziel der Vorversuche ist es, mit Hilfe der Variation von Anlagenparametern und Belichtungsstrategien, Bereiche von definierter Porosität in Standard-Bauteile des selektiven Lasersinterns zu generieren. Diese sollen eine Durchströmbarkeit von Luft zulassen, aber ein Austreten einer Kunststoffschmelze verhindern. Um die Ergebnisse der unterschiedlichen Energieeinträge in die Proben zu dokumentieren und vergleichen zu können wurde folgender Ablaufplan (siehe **Bild 3**) festgelegt.



**Bild 3:** Ablaufplan der Vorversuche /2/

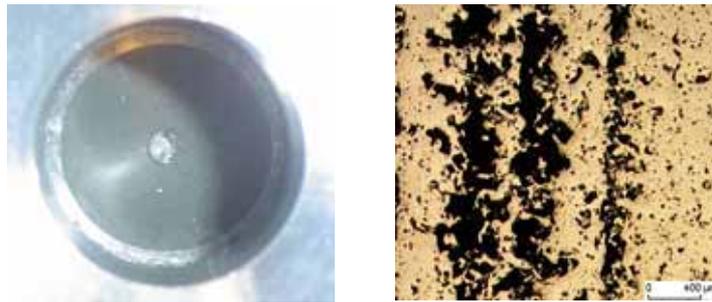
### 3 Ergebnisse der Grundlagenversuche

Es konnten mit unterschiedlichen Sinterparametern eine lokale Erhöhung der Porosität gezielt bewirkt werden. Unter anderem wurde hierbei eine Probengeometrie (siehe **Bild 4**) mit zwei Bereichen verwendet. Zum einen bestand diese Probe aus einem mit Standard-Parametern erzeugten Grundkörper und zum anderen aus Versuchs-Parametern erzeugten zweitem Bereich.



**Bild 4:** Probenaufbau /3/

Dabei zeigte die Variation der Lasergeschwindigkeit und des Fülllinienabstandes die besten Resultate. Abhängig vom Sintermaterial wurden lokale Porositätswerte von ca. sechs bis vierundzwanzig Prozent erreicht und Härtewerte zwischen ca. 170 HV und 226 HV. Schliffbilder (siehe **Bild 5**) bestätigten die Annahme eines gezielt ausgebildeten Porenkanals.



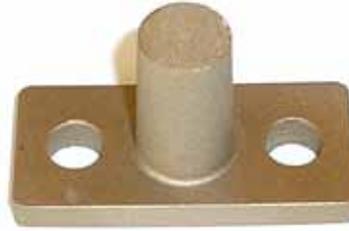
**Bild 5:** Durchlässigkeitsprüfung und Schliffbild /2/

#### 4 Erstellung von Sintereinsätzen und einer Versuchsforn

Ausgehend von den Ergebnissen der Grundlagenversuche wurden unterschiedliche Sinterstopfen (siehe **Bild 6**) und Sintereinsätze (siehe **Bild 7**) zum Einsetzen in eine Spritzgussform hergestellt.



**Bild 6:** Vollständig poröse Entlüftungstopfen /1/



**Bild 7:** Entlüftungselement mit lokaler Porosität /1/

Weiterhin konnte mit Hilfe der Firma Eisenhuth eine Versuchsforn (siehe **Bild 8**) eruiert werden. Auf Grund einer Moldflow Spritzguss-Simulation (siehe **Bild 9**) konnte eine komplexe Kavität konstruiert werden die, bei den eingesetzten Spritzgusswerkstoffen, eine schlechte Entlüftungseigenschaft aufweist.



**Bild 8:** Versuchsforn mit Einsätzen



**Bild 9:** MOLDFLOW Analyse /4/

Die Formhälften und Einsätze befinden sich zurzeit für eine Bemusterung bei der Firma Eisenhuth und erste Ergebnisse werden Ende des Jahres 2007 erwartet.

## 5 Zusammenfassung

Durch Variation der beim Bauprozess benutzten Sinterparameter ist es möglich, Entlüftungsstrukturen mit lokaler Porosität herzustellen. So können vollständig poröse Entlüftungsstrukturen oder Spritzgussformen generiert werden. Das SLS Verfahren kann hierbei seine Vorteile ausspielen und erlaubt dabei eine schnelle, preiswerte und präzise Fertigung einfacher und komplexer Geometrien.

Das vorgestellte Projekt wird gefördert vom Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE).



## 6 Steigerung der Qualität der Laser-Sinter-Anlage

Die im Institut für Maschinenwesen installierte EOS EOSINT M 250 ext. konnte Anfang des Jahres 2007 durch einen neuen CO<sub>2</sub>-Laser aufgewertet werden. Eine Steigerung der Sinterqualität der erzeugten Bauteile mit den Standard-Metallpulvern wie DirectMetal 20 und DirectSteel 20 kann so sichergestellt werden.

Im Bereich der Werkstoffforschung ermöglicht dies ein breiteres Spektrum an Denkbaren Materialien, wie zum Beispiel Keramiken und Hartmetalle.

## 7 Literatur- und Quellenverzeichnis

- /1/ Hickmann, Dr. T., Adamek, T. (Wilhelm Eisenhuth GmbH KG), Müller, Prof. Dr.-Ing. N., Trenke, Dr.-Ing. D. (Institut für Maschinenwesen der TU Clausthal); Der Stahlformenbauer, Ausgabe 05-2006, S. 14-16, Fachverlag Möller 2006
- /2/ Siemann, E.; Diplomarbeit: Untersuchung zur Porosität von Laser-Sinterwerkstoffen unter Verwendung gezielter Sinter-Strategien, Institut für Maschinenwesen, Clausthal-Zellerfeld 2007
- /3/ Trenke, D.; Dissertation: Selektives Lasersintern von porösen Entlüftungsstrukturen am Beispiel des Formenbaus, Papierflieger Clausthal-Zellerfeld 2006
- /4/ Xie, L., Institut für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik, TU Clausthal