Institut für Materialprüfung,
Werkstoffkunde und Festigkeitslehre

MASTER-MODULPRÜFUNG
„Additive Fertigung“

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. S. Weihe

Datum: 15.02.2019	Bearbeitungszeit: 60 Minuten
Hilfsmittel: - keine	

Name:	**Matrikelnummer:**	**Unterschrift:**

VIEL ERFOLG!

Aufgabe 1: (3 Punkte)

In Abbildung 1 ist schematisch der Prozess des selektiven Laserschmelzens dargestellt. Tragen Sie in die Tabelle die korrekten Fachbegriffe für die dargestellten Bestandteile A – F ein:

A:	
B:	
C:	
D:	
E:	
F:	

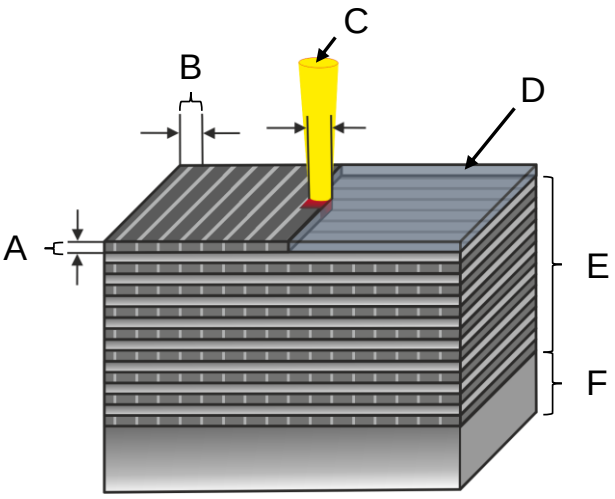


Abbildung 1: Schematische Prozessdarstellung

Aufgabe 2: (2 Punkte)

Nennen Sie 4 mögliche gesundheitliche Gefahren beim Laser-Strahlschmelzen von Metallpulvern für die Additive Fertigung.

Aufgabe 3: (2 Punkte)

Bei der Verwendung von Metallpulvern für die Additive Fertigung wird empfohlen, gegebenenfalls eine Trocknung des Pulvers vor der Verwendung durchzuführen. Begründet wird dies damit, dass der Feuchtigkeitsgehalt die Fließfähigkeit des Pulvers beeinflusst und den Eintrag von Wasserstoff im Werkstoff erhöht. Erklären Sie, weshalb diese beiden Effekte unerwünscht sind:

Wasserstoffeintrag:

Veränderte Fließfähigkeit:

Aufgabe 4: (3 Punkte)

Als Vorteil der pulverbasierten Additiven Fertigung wird häufig die konstruktive Freiheit gesehen. Dennoch unterliegen additiv gefertigte Bauteile auch konstruktiven Restriktionen, die prozessbedingt sind. Nennen Sie zwei dieser konstruktiven Restriktionen und erklären Sie deren Auftreten:

konstruktive Restriktion	Erklärung des Auftretens

Aufgabe 5: (2 Punkte)

In additiv hergestellten Bauteilen können fertigungsbedingt Eigenspannungen auftreten. Nennen Sie zwei Gründe, warum Eigenspannungen in der Regel unerwünscht sind.

Aufgabe 6: (2 Punkte)

Stützstrukturen haben bei der laseradditiven Fertigung zwei wichtige Aufgaben. Benennen und erklären Sie diese Aufgaben.

Aufgabe 7: (3 Punkte)

Sie schicken an drei verschiedene Betreiber von selektiven Laserschmelzanlagen dieselbe CAD-Datei einer Zugprobe und lassen sich jeweils 10 Proben aus dem Werkstoff AlSi10Mg herstellen. Anschließend führen Sie mit allen Proben eine Zugprüfung durch und stellen fest, dass die Festigkeitswerte der Proben insbesondere zwischen den verschiedenen Herstellern stark variieren.

Nennen und erläutern Sie 3 mögliche Gründe, warum die Festigkeitseigenschaften bei verschiedenen Herstellern variieren können.

Aufgabe 8: (3 Punkte)

Nennen Sie 3 Qualitätssicherungsmaßnahmen, die zur Sicherstellung einer gleichbleibenden Produktqualität bei der Additiven Fertigung beitragen können und erklären Sie jeweils kurz die Funktion dieser Methode.

Aufgabe 9: (5,5 Punkte)

Skizzieren Sie die Fertigungskette zur Herstellung keramischer Bauteile. Welcher Prozessschritt kann durch Additive Fertigungsverfahren reduziert oder gar eliminiert werden und warum?

Aufgabe 10: (1 Punkt)

Hochgefüllte thermoplastische Kunststoffe für das FDC führen oft zur Versprödung des Filaments. Welchen Extrudertyp zur Formgebung müssen Sie verwenden, welcher ist ungeeignet?

Aufgabe 11: (2 Punkte)

Für das Binder Jetting Verfahren werden besonders aufbereitete Pulver benötigt, die Anforderungen an das Pulver sind zum Teil widersprüchlich. Nennen Sie je zwei Eigenschaften von Keramikschlickern oder -pulvern, welche es ermöglichen, die unten stehenden Anforderungen zu erfüllen:

Gute Fließfähigkeit des Pulvers durch…:

Hohe Grünkörperfestigkeit durch…:

Aufgabe 12: (2 Punkte)

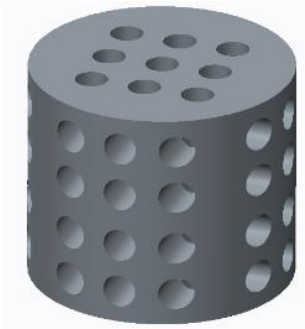
Erklären und skizzieren Sie kurz den Begriff „Treppenstufeneffekt“. Wodurch wird er verstärkt?

Aufgabe 13: (1 Punkt)

Ein Zugstab soll additiv gefertigt werden. Wie orientieren Sie den Zugstab im Bauraum (in welcher Ebene liegt die Längsachse) für maximale Festigkeit? Begründen Sie Ihre Entscheidung kurz:

Aufgabe 14: (1,5 Punkte)

Gegeben ist das CAD-Modell eines keramischen Bauteils, das mittels Binder Jetting gefertigt worden ist. Beschreiben Sie die notwendigen Post-Processing Schritte, d.h. die Tätigkeiten unmittelbar nach dem Druckvorgang:



Aufgabe 15: (2,5 Punkte)

Nennen Sie ein Additives Fertigungsverfahren, welches zu Keramikbauteilen mit hoher Oberflächengüte führt. Nennen Sie je zwei weitere Vor- und Nachteile des Verfahrens:

Aufgabe 16: (3,5 Punkte)

Die keramische Massenfertigung komplex geformter Bauteile, beispielsweise für Hüftgelenksimplantate, setzt einen mehrstufigen Formgebungsprozess voraus. Beschreiben Sie diesen kurz, ausgehend vom mischgemahlenen Pulver. Nennen Sie zwei Gründe, warum diese hochfesten Bauteile nicht (sinnvoll) mittels Binder Jetting Verfahren gefertigt werden können:

Aufgabe 17: (1 Punkt)

Standard-Messingdüsen verschleißen während des FDC rapide. Nennen Sie zwei marktübliche Düsenmodifikationen, die eine längere Standzeit der Düsen ermöglichen:

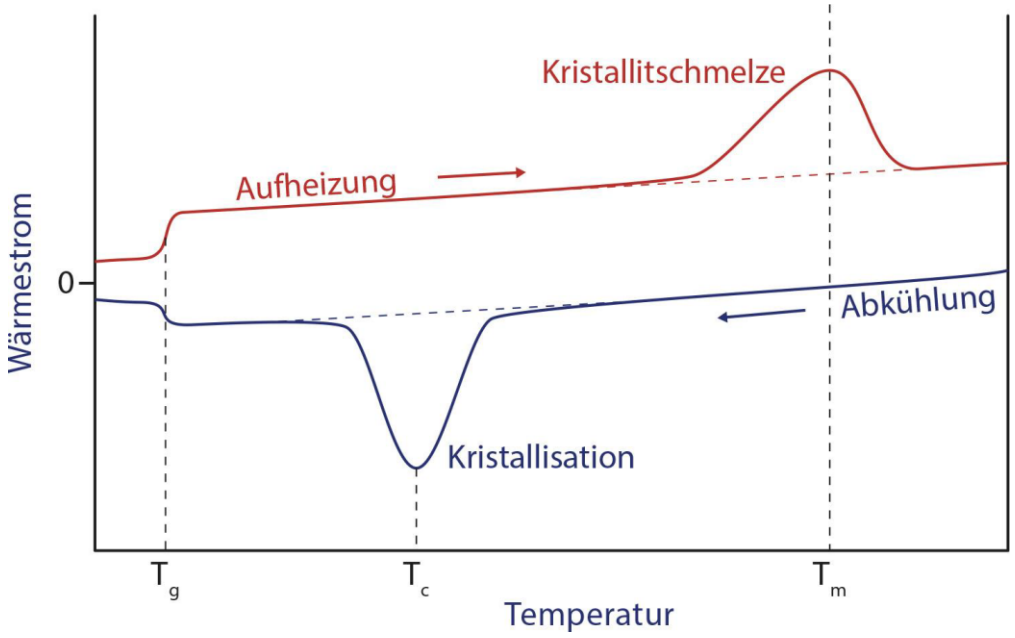
Aufgabe 18: (2 Punkte)

Gegeben ist die Einteilung der Fertigungsverfahren nach DIN 8580. Geben Sie zwei Hauptgruppen an, unter welche die Additive Fertigung fällt und nennen Sie jeweils ein Beispielverfahren.

Schaffen der Form	**Ändern der Form**				**Ändern der Stoffeigen-schaften**
Zusammenhalt schaffen	**Zusammenhalt beibehalten**	**Zusammenhalt vermindern**	**Zusammenhalt vermehren**		
Hauptgruppe 1	**Hauptgruppe 2**	**Hauptgruppe 3**	**Hauptgruppe 4**	**Hauptgruppe 5**	**Hauptgruppe 6**
Urformen	Umformen	Trennen	Fügen	Beschichten	Stoffeigen-schaftändern

Aufgabe 19: (2 Punkte)

Zeichnen Sie das Zielfenster der Bauraumtemperatur beim SLS-Verfahren in die vorliegende DSC-Kurve ein. Begründen Sie ihre Entscheidung.



Aufgabe 20: (1 Punkt)

Geben Sie jeweils ein Hauptmerkmal für das Strangablegeverfahren und die Stereolithographie hinsichtlich der Materialauswahl an.

Aufgabe 21: (2 Punkte)

Nennen Sie vier Einsatzgebiete in denen es sinnvoll ist, Additive Fertigung von Kunststoffbauteilen einzusetzen.

Aufgabe 22: (2 Punkte)

Erklären Sie den Unterschied zwischen Schwindung und Schrumpf.

Aufgabe 23: (3 Punkte)

Beschreiben Sie, wie die Auswahl des Verarbeitungsprozesses/-verfahrens zur Herstellung eines Kunststoffbauteils von der Produktionsmenge beeinflusst wird. Gehen Sie hierbei auf drei unterschiedliche Produktionsmengen (qualitativ) ein und nennen ein für die Produktionsmenge idealen Verarbeitungsprozess. Eines der beschriebenen Verfahren soll ein Additives Fertigungsverfahren sein.

Aufgabe 24: (2 Punkte)

Nennen Sie ein Bauteil, das mit einem konventionellen Kunststoffverarbeitungsverfahren nicht, oder nur sehr schwer, gefertigt werden kann. Warum kann es mit Additiven Fertigungsverfahren gefertigt werden? Geben Sie ein hierfür geeignetes Verfahren an?

Aufgabe 25: (1 Punkt)

Kann nicht aufgeschmolzenes Kunststoffpulver aus dem Druckprozess (Pulverkuchen, der im Anschluss vom eigentlichen Bauteil getrennt wird) bedenkenlos wiederverwendet werden? Begründen Sie ihre Aussage.

Aufgabe 26: (1 Punkt)

Weshalb kann bei dem Continous Liquid Interface Production (CLIP^{TM}) Verfahren ein kontinuierlicher Prozessablauf stattfinden?

Aufgabe 27: (1 Punkt)

Nennen Sie zwei Unterschiede zwischen einem Monomer und einem Polymer.

Aufgabe 28: (3 Punkte)

Skizzieren Sie die Zugfestigkeit eines amorphen und eines teilkristallinen Thermoplasten und markieren sie den jeweiligen Einsatztemperaturbereich der beiden Thermoplaste.

