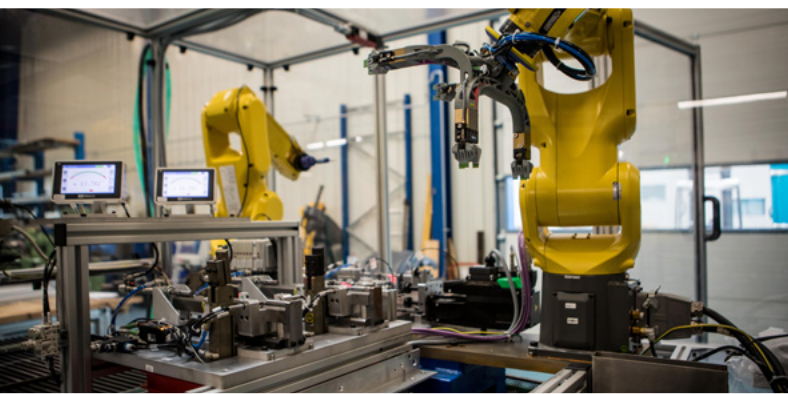




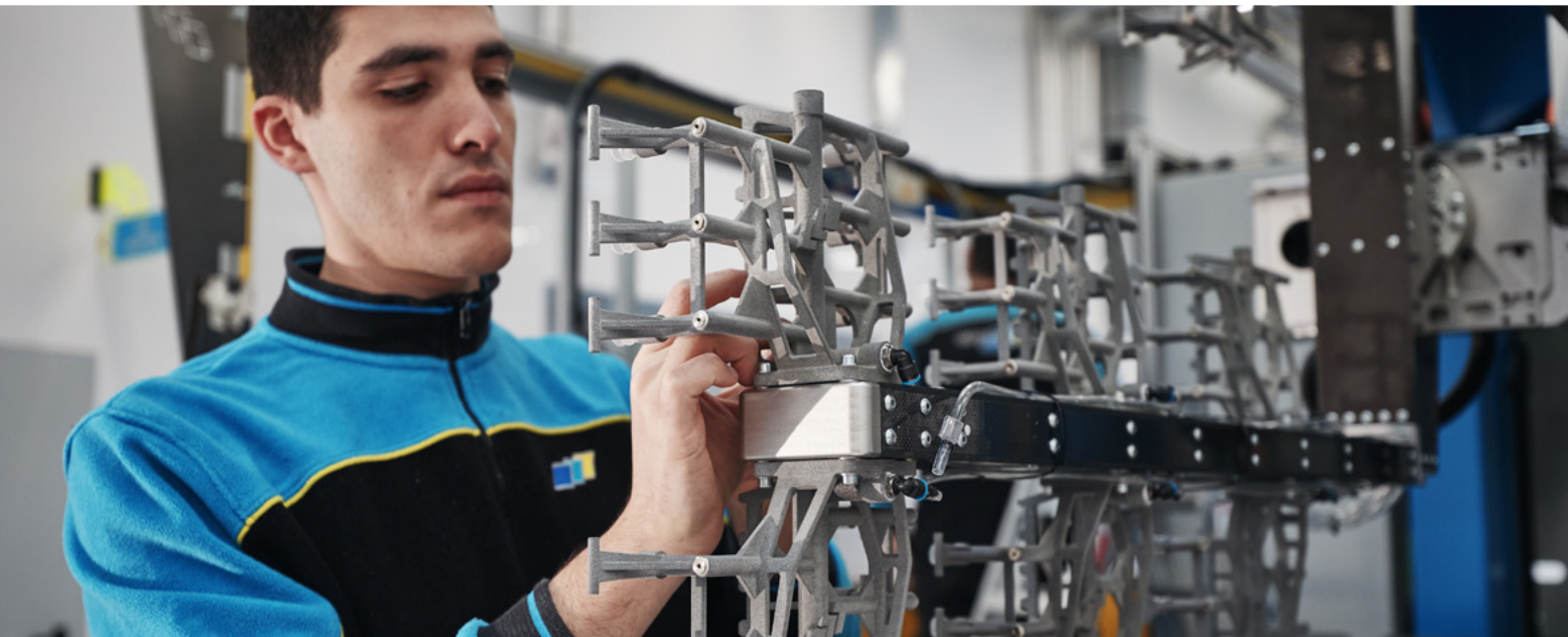
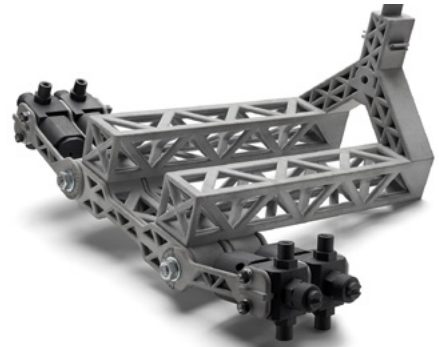
3D Printing &
Digital Manufacturing



Daten mit freundlicher Genehmigung von Bowman Additive Production

RICHTUNGSWEISEND FÜR DEN MASCHINEN- UND ANLAGENBAU:

3D-Druck optimiert Bau-
teile, Produktionslinien
und den Gewinn





Whitepaper | Maschinen- und Anlagenbau: Der Weg zum erfolgreichen 3D-Druckteil

Designfreiheit beim Konstruieren

Durch die Anforderungen des fertigungsgerechten Konstruierens waren die Konstrukteure im Maschinen- und Anlagenbau bislang bei der Realisierung ihrer kreativen Lösungen stark eingeschränkt. Kundenindividuelle Anpassungen waren so nur in begrenzter Form wirtschaftlich umsetzbar. Die Maschinen- und Anlagenhersteller wollen ihren Kunden aber einzigartige, speziell konfigurierte Lösungen zu niedrigen Kosten anbieten. Hierzu braucht es oftmals leichte und gleichzeitig leistungsstarke Bauteile, die dazu beitragen, Produktionslinien effizienter zu machen und Anlagenbetriebszeiten zu maximieren.

Warum sollten Sie den 3D-Druck für Maschinenteile in Betracht ziehen?

Mit dem 3D-Druck gelten die bisherigen Restriktionen in der Konstruktion nicht mehr. Die additive Fertigung eröffnet so eine Welt voller neuer Möglichkeiten für die Produktion von Komponenten für Maschinen und Produktionsanlagen – sowohl für **Original- als auch für Ersatzteile**. Die HP Multi Jet Fusion (MJF) -Technologie und die dazugehörigen HP Jet Fusion 3D-Drucker ermöglichen im Vergleich zu anderen 3D-Drucktechnologien bahnbrechende Kosten⁻¹, Geschwindigkeits⁻² und Qualitätsvorteile³.

Whitepaper | **Geschwindigkeit und Flexibilität**

Maschinen- und Anlagenbau:
Der Weg zum erfolgreichen
3D-Druckteil

Da kundenspezifische Original- und Ersatzteile mit der HP Multi Jet Fusion-Technologie im eigenen Haus gefertigt werden können, werden **Ausfallzeiten von Maschinen und Produktionsanlagen** sowie die damit verbundenen Kosten minimiert. Mit der HP Multi Jet Fusion-Technologie lassen sich so die Produktionszeiten im Vergleich zu konventionellen Produktionsmethoden von Wochen oder Tagen auf wenige Stunden reduzieren.

Durch **die bedarfsgerechte, parallele Vor-Ort-Produktion** mehrerer neuer Teiledesigns lässt sich zudem die Flexibilität der Produktionsanlage steigern. Die Umrüstung der Anlagen auf ein neues Bauteil kann mit einem gedruckten Bauteil schnell und einfach realisiert werden.

Darüber hinaus profitieren gerade die Hersteller von Maschinen und Produktionsanlagen von der Produktionsgeschwindigkeit der HP Multi Jet Fusion 3D-Drucker, um Anfragen von Kunden nach Originalersatzteilen zu erfüllen und innerhalb weniger Stunden zu liefern. Dies trägt auf Kundenseite zur **Senkung der Maschinenkosten** bei und senkt zusätzlich die Ausfallzeiten der Anlagen erheblich.

Maschinenhersteller punktet mit dem 3D-Druck

Welche Vorteile es bringt mit kundenindividuellen Bauteilen seine Produkte zu verbessern, das zeigt der italienische Hersteller von Maschinen für die Möbelfabrikation Biesse: Eine der Business Division von Biesse entwickelt und fertigt Umleimeranlagen, in denen die Kanten von Möbelbauplatten automatisch mit einem Umleimer versehen werden. Dabei kommen verschiedene Klebverfahren zum Einsatz – hier bietet Biesse neben dem üblichen Aufbügelverfahren auch das innovative Air Force-Verfahren an, bei dem heiße Druckluft genutzt wird, um den Umleimer zu verkleben. Das Maschinen-Portfolio reicht dabei von kleinen halbautomatischen Anlagen bis zu vollautomatischen Umleimermaschinen für Großserien, die sehr hohe Geschwindigkeiten erreichen.

Je nach Anlage und Geometrie des Umleimerprofils werden dabei unterschiedliche Stützen, Kanäle und Leitschienen benötigt, die Biesse individuell anfertigt. Diese Hilfsmittel fertigt Biesse inzwischen auf HP Jet Fusion Druckern, was zu signifikant kürzeren Lieferzeiten führte.

Der Maschinenhersteller arbeitet schon seit den späten 90er Jahren mit 3D-Druckern, ursprünglich vor allem im Bereich der Prototypenfertigung in der Konstruktion. Die Bauteile aus der HP Jet Fusion 4200 Anlage haben sich allerdings als so robust erwiesen, dass immer mehr Kleinserienteile gedruckt anstatt in herkömmlichen Verfahren gefertigt werden konnten. Dabei ist das Teil oftmals schneller 3D-gedruckt als die Einrichtung der CNC-Fräsmaschine für die konventionelle Fertigung gedauert hätte. Teile unter 200 Gramm und in Losgrößen bis zu 100 Stück können bei Biesse im HP-Drucker zudem preiswerter als in der Spritzgussmaschine gefertigt werden.





Data courtesy of Addit-ion

Whitepaper | Maschinen- und Anlagenbau: Der Weg zum erfolgreichen 3D-Druckteil

Designfreiheit für leichte, individuelle Teile

Mit dem 3D-Druck können zudem komplexe Geometrien realisiert werden, die zuvor nicht möglich gewesen wären. Dank Gitterstrukturen oder optimierter Topologie bis hin zu biometrischen Strukturen lassen sich **leichtere Teile mit verbesserten Eigenschaften** herstellen.

Außerdem sind die 3D-Druckmaterialien **leichter als Stahl oder sogar Aluminium**. Mit HP Multi Jet Fusion lassen sich so Bauteile mit geringerem Gewicht herstellen, ohne dass sie an Robustheit einbüßen. Das liegt daran, dass die HP Multi Jet Fusion Komponenten fertigen kann, die in allen Richtungen nahezu die gleichen mechanischen Eigenschaften³ aufweisen.

HP setzt die HP Multi Jet Fusion auch in der eigenen Fertigung ein. Das Beispiel rechts zeigt ein Innenbauteil eines HP Großformat-2D-Druckers, das ursprünglich konventionell gefertigt wurde und das für das HP Multi Jet Fusion Verfahren umkonstruiert wurde. **Durch den 3D-Druck wurden die Kosten um 50%, das Gewicht um 93% sowie der CO₂-Fußabdruck um 95% reduziert⁴.**



Die für den 3D-Druck optimierten Konstruktionen tragen so dazu bei, die Leistung der Maschinen und Produktionsanlagen zu verbessern. Sie sorgen für eine höhere Energieeffizienz, höheren Durchsatz, eine längere Lebensdauer und geringere Wartungskosten. Zudem können mit dem 3D-Druck einzigartige, nicht standardisierte Teile mit komplexer Geometrie problemlos gefertigt werden. Im Gegensatz zu herkömmlichen Produktionsmethoden verursachen Anpassungen oder komplexe Geometrien mit der HP Multi Jet Fusion-Technologie **keinen zusätzlichen Zeit- oder Kostenaufwand**, auch nicht bei geringen Stückzahlen.

Whitepaper | Roboterarm aus dem 3D-Drucker

Maschinen- und Anlagenbau:
Der Weg zum erfolgreichen
3D-Druckteil

Gerade bei kundenindividuellen Anpassungen an das Produktportfolio spielt die Multi Jet Fusion Technologie ihre Vorteile voll aus. Die FICEP Steel Surface Systems (S3), ein weltweit agierendes Hightech-Maschinenbau-, Forschungs- und Entwicklungsunternehmen der FICEP-Gruppe, nutzt den 3D-Druck zum Beispiel, um ihre automatischen Lackieranlage noch effizienter zu gestalten.

So geschehen etwa bei der daVINCI Automatic Paint Line die Baustahl grundiert und lackiert. Bei der Entwicklung dieser automatischen Lackieranlage sah sich FICEP S3 mit diversen Einschränkungen konfrontiert. Denn in einigen Fällen waren die in der Automatic Paint Line verwendeten Teile für eine konventionelle Bearbeitung zu komplex oder die Bauteile aus Metall waren schlichtweg zu schwer. Der Spritzguss brachte aufgrund der Bauteilkomplexität und der geforderten Festigkeit ebenfalls keine optimalen Ergebnisse. Zudem mussten bei jeder Bauteiländerung wieder neue Formen hergestellt werden. Weiterhin mussten die Teile beständig gegen die in einer industriellen Umgebung üblichen Chemikalien und Temperaturschwankungen sein.

Dank der HP Multi Jet Fusion-Technologie war FICEP S3 zum Beispiel in der Lage, das Design eines Roboterarms der Automatic Paint Line nachhaltig zu verbessern. Das Team hat die Geometrie dieses Teils vollständig optimiert und seine Größe von 1,5 m auf 30 cm reduziert. Dadurch verkürzten sich die Beschleunigungs- und Abbremszeiten, was die Effizienz der Linie insgesamt verbessert hat.

Insgesamt hat FICEP S3 in der Automatic Paint Line mehr als 40 % der Teile mit Optimierungsbedarf identifiziert, darunter Riemenscheiben, Achsen und Baugruppen. Die entsprechenden Teile wurde daraufhin neu konstruiert und für die Fertigung mit der HP Multi Jet Fusion Technologie optimiert.

Darüber hinaus kann FICEP S3 jetzt mit der HP Multi Jet Fusion Lösung schnell und kostengünstig Ersatzteile herstellen und muss so keinen großen Lagerbestand mehr vorhalten.



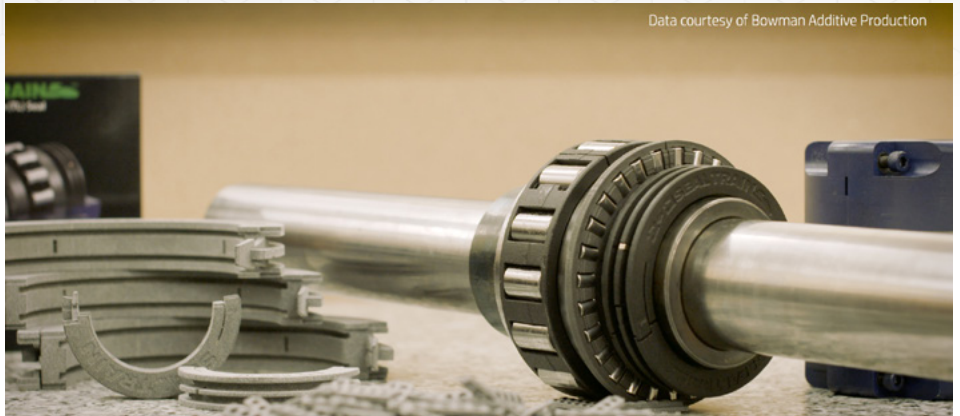
Minimale Lager- und Transportkosten

Der 3D-Druck kann dazu beitragen, die Lager- und Transportkosten im Vergleich zu traditionellen Produktionsmethoden zu reduzieren, da die exakt geforderten Bauteilstückzahlen kosteneffizient und schnell produziert werden können und das dann, wenn sie gebraucht werden.

Die minimierten Ausfallzeiten als Folge der reduzierten Vorlaufzeit für die Ersatzteilbeschaffung können so zusätzlich zu erheblichen Kosteneinsparungen führen. Betreiber von Maschinen und Produktionsanlagen können zudem durch die Eigenproduktion von Originalersatzteilen ihre Reparatur- und Wartungskosten reduzieren.

Durch die konstruktive Anpassung an den 3D-Druck und die damit mögliche Funktionsintegration und Topologie-Optimierung kann zudem häufig Material eingespart werden, was zu weiteren Kosteneinsparungen führt.

Verglichen mit anderen 3D-Drucktechnologien, lassen sich mit HP Multi Jet Fusion hochwertige Teile zu den niedrigsten Kosten herstellen¹, dank der HP 3D High Reusability Verbrauchsmaterialien, die eine Wiederverwendbarkeit von bis zu 80 % des überschüssigen Pulvers bieten.⁵



Whitepaper | Maschinen- und Anlagenbau: Der Weg zum erfolgreichen 3D-Druckteil

Kunststoff anstelle von Metall

In der Praxis finden sich zahlreiche faszinierende Beispiele, in denen Firmen die spezifischen Eigenschaften der Teile aus dem Multi Jet Fusion Verfahren nutzen, um bestehende Produkte zu verbessern, Innovationen auf den Markt zu bringen oder auch, um ihre Kunden schneller und effizienter beliefern zu können.

Die Lagerspezialisten von Bowman aus Großbritannien nutzen einen HP Jet Fusion-Drucker, um Dichtungen und Lagerkäfige für ihre Rollenlager zu fertigen. Bowman ist ein Spezialist für Gleit- und Rollenlager, der neben Standardgrößen auch kundenspezifische Speziallösungen liefert, beispielsweise teilbare Rollenlager, die zum Einsatz kommen, wenn eine axiale Montage des Lagers nicht möglich ist.

Diese Bauteile wurden bisher aus Aluminium, Stahl oder Bronze gefertigt, was je nach Einsatzzweck Nachteile hatte. So wurden die seitlichen Lagerdichtungen für die teilbaren Rollenlager früher aus Aluminium gefertigt. Die Aluminiumdichtungen waren schwer zu montieren und beschädigten in vielen Fällen das umgebende Stahlgehäuse. Die Rollenkäfige aus Metall hatten generell den Nachteil, dass sie zu Vibrationen neigen, was nicht nur Lärm erzeugt, sondern auch die Lebensdauer des Lagers verringert. Zudem waren früher konstruktive Kompromisse notwendig, denn die eigentlich notwendige optimale Geometrie ließ sich mit herkömmlichen Fertigungsmethoden nicht herstellen.

Bowman experimentierte deshalb schon früh mit additiv gefertigten Bauteilen aus einem SLS-Drucker. Diese Bauteile waren allerdings nicht steif genug und zeigten zudem inhomogene Materialeigenschaften. Bowman testete daraufhin Bauteile aus einem HP Jet Fusion 3D-Drucker. Es zeigte sich, dass mit Hilfe des Materials PA11 und der HP Multi Jet Fusion Technologie praxistaugliche Lagerringe und Dichtungen hergestellt werden können. Zudem konnten die Bowman-Konstrukteure mit der HP Multi Jet Fusion Technologie eine neue, inzwischen zum Patent angemeldete Technologie umsetzen, die eine Neugestaltung des gesamten Lagers ermöglichte.

Zudem erleichtert die Verschleißfestigkeit des PA11 Materials die Montage der Lager und macht die Produktion kostengünstiger. Weiterhin bietet das Material exzellente Gleiteigenschaften, was sich ebenfalls sehr positiv auswirkt. Durch das neue Material und das verbesserte Design erhöhte sich die maximale Last der Lager um 30 bis 50 Prozent und die Lebensdauer um das Drei- bis Fünffache. Die HP Jet Fusion Drucker sind so effizient, dass die Zahl der gefertigten Komponenten nun um das fünf- bis siebenfache höher liegt als früher. Der Kunde erhält so sein Lager in einer Woche, früher musste er 12 bis 14 Wochen warten.

HP Multi Jet Fusion-Verfahren: Detailliert und gleichzeitig schnell

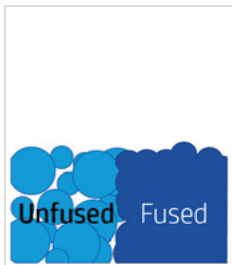
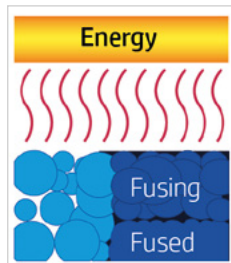
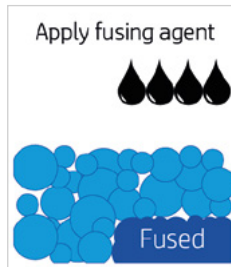
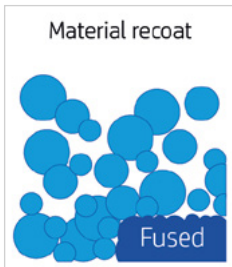
Das Multi Jet Fusion Verfahren nutzt einen Druckkopf, der über das gesamte Pulverbett reicht. Dieser sprüht zwei Flüssigkeiten in ein Bett aus Polyamid-Kunststoffpulver. Eine der Flüssigkeiten begünstigt die Wärmeaufnahme der Pulverkörner (Fusing Agent), die andere bewirkt genau das Gegenteil (Detailing Agent). Im Druckkopf sind starke Lampen installiert, die die Schicht aufheizen und die mit dem Fusing Agent besprühten Bereiche verschmelzen. Schließlich wird eine neue Pulverschicht auf das Druckbett aufgetragen und der Vorgang wiederholt sich.

Die Multi Jet Fusion erzeugt extrem saubere Kanten. HP generiert mit seinem Verfahren von Beginn an sehr saubere Oberflächen und sehr feine Details. Die erreichbare Auflösung in der XY-Ebene beträgt 1.200 dpi, die typische Schichtdicke 0,08 Millimeter. Zudem lassen sich mit diesem Verfahren auch Farbtinten versprühen, die farbige Ausdrücke ermöglichen.

Ein weiterer Vorteil ist die sehr starke Bindung zwischen den Pulverkörnern, aber auch zwischen den Schichten. Dies verhindert das anisotrope Verhalten, wie es viele 3D-Druckteile zeigen. Anisotrope Teile verhalten sich wie Holz, in Schichtrichtung sind sie sehr belastbar, aber sie reißen gerne entlang der Schichtgrenzen und ertragen daher quer zur Schichtung geringere Kräfte. Zudem sind die Teile im Gegensatz zu den meisten anderen 3D-Druckteilen zu 100 Prozent wasserdicht.

Das HP Multi Jet Fusion Verfahren bietet auch einen Geschwindigkeitsvorteil, jede Sekunde trägt der Druckkopf 300 Millionen Tropfen Flüssigkeit mit einer Genauigkeit von 21 µm auf. Das ermöglicht einen Aufbau von bis zu drei Zentimetern pro Stunde, wohingegen Lasersintern lediglich einen Zentimeter pro Stunde erreicht. Diese hohe Geschwindigkeit macht das Drucken in sehr kleinen Schichtdicken wirtschaftlich, während bei anderen Verfahren oft größere Schichten gewählt werden, um die Druckzeit nicht allzu lang werden zu lassen.

Durch ihre Robustheit und Detailtreue eignen sich die Bauteile aus den HP Jet Fusion Druckern sowohl als Prototypen als auch für den realen Einsatz. Wie bei allen additiven Verfahren gilt: „Komplexität kostet nichts“, es lassen sich beliebige komplexe Geometrien ebenso einfach erstellen wie einfache Formen. Das bedeutet, dass sich oft mehrere Funktionen in einem Bauteil verbinden lassen. Das isotrope Verhalten der HP-Druckteile unterstützt das, weil sich die Teile in allen Richtungen gleichmäßig belasten lassen. Die Ausrichtung der Schichten ist deshalb weniger relevant als bei anderen 3D-Druckern.



Whitepaper | Maschinen- und Anlagenbau: Der Weg zum erfolgreichen 3D-Druckteil

Materialien: Offene Politik sorgt für steigende Vielfalt

Aktuell ist die Palette an Materialien für die HP Multi Jet Fusion-Drucker noch relativ übersichtlich, allerdings arbeitet eine ganze Reihe namhafter Materiallieferanten, darunter BASF, Evonik, Henkel oder auch Arkema in Partnerschaften mit HP an weiteren Materialien. Mit einem Materialentwicklungs-Kit und einem eigenen Labor, in dem Materialien und Anwendungen getestet werden können, sorgt HP dafür, dass die Partnermaterialien einen störungsfreien Prozess und qualitativ hochwertige Ergebnisse liefern.

Mit HP 3D High Reusability PA11 hat HP ein Material im Angebot, das robust, aber auch verformbar ist. HP 3D PA12 ist steifer; noch mehr Festigkeit bietet HP 3D PA12 GB, das mit Glasperlen (Glass Beads, GB) angereichert ist. Alle drei Materialien lassen sich in den Druckern der Serien Jet Fusion 5200 und 4200 verarbeiten. Das in den Jet Fusion 500 nutzbare Material CB PA12 ermöglicht weiße und farbige Ausdrücke. Evonik hat das erste zertifizierte Partnermaterial für die Serie 4200 auf den Markt gebracht. Das PA12-basierte Vestosint 3D Z2773 ist ein günstiges thermoplastisches Material für die Herstellung von stark belastbaren Teilen. Mit dem Estone 3D TPU von Lubrizol steht für die HP Jet Fusion 4200 ein elastisches Material zur Verfügung. Neu ist das Ultrasint TPU01 von BASF, aus dem sich in der Serie 5200 elastische Funktionsteile erstellen lassen.



HP Jet Fusion 3D Drucker: Drei Familien für unterschiedliche Anforderungen

HP bietet drei Familien mit unterschiedlicher Ausrichtung an, in denen sich Druckermodelle für die unterschiedlichen Ansprüche der Kunden finden. Von der kleinen Anlage zur Erstellung bunter Prototypen bis zum Produktionssystem für Serienfertiger und Dienstleister reicht das Spektrum.

Die kleinste Baureihe Jet Fusion 500 umfasst zwei Geräte: Jet Fusion 540 und 580. Die 500-Serie bietet ein effektives Bauvolumen von 332 x 190 x 248 mm. Die Jet Fusion 540 arbeitet mit vier Agents und druckt schwarz-weiß, während die 580 mit acht Agents vollfarbig drucken kann. Die Drucker arbeiten mit dem Material CB PA 12, das einerseits farbige Teile ermöglicht und andererseits robust genug ist, um Prototypen herzustellen. Die typischen Produktionsgrößen liegen bei bis zu 100 Teile pro Woche.

Die Jet Fusion 4200 positioniert HP im Grenzbereich zwischen Prototypen- und Serienfertigung. Die praktisch baugleichen Geräte HP Jet Fusion 4200 und Jet Fusion 4210 sind für 300 bis 699 und 700 bis 1.000 Teile pro Woche ausgelegt und besitzen einen Bauraum von 380 x 284 x 380 mm. Ein kompletter Druck dauert hier je nach Druckmodus zwischen 11,5 und 16,5 Stunden. Das Gesamtsystem umfasst neben dem eigentlichen Drucker noch eine Processing Station, in der die Bauteile und das überflüssige Pulver aus dem Bauraum entnommen werden und neues Pulver eingefüllt wird. Dazu ist der Bauraum in eine aus dem Drucker entnehmbare, fahrbare Build Unit integriert.

Noch höheren Durchsatz erreichen die Drucker der Jet Fusion 5200-Serie. Der Jet Fusion 5200 ist für 300 bis 699 Teile pro Woche ausgelegt, die Jet Fusion 5210 für 700 bis 1.500 Bauteile pro Woche. Ein kompletter Druck dauert hier ebenfalls je nach Einstellung zwischen 11,5 (5210) beziehungsweise 16,5 (5200) Stunden oder 9,5 beziehungsweise 11,5 Stunden. Auch bei diesen Geräten gehört die Processing Unit zum Funktionsumfang. Hinzu kommen hier noch sogenannte Natural Cooling Units, in denen fertige Drucke außerhalb der Building Unit auskühlen können.





Whitepaper | Mehrwert auf einen Blick

Maschinen- und Anlagenbau:
Der Weg zum erfolgreichen
3D-Druckteil

HP hat mit seiner Multi Jet Fusion Technologie und den innovativen Druckanlagen die additive Technologie auf ein neues Level gehoben. Waren früher die gedruckten Teile oft nur für Prototypen oder als Anschauungsobjekt geeignet, hat es HP geschafft, sehr effiziente Anlagen zu entwickeln, die robuste Bauteile effizient herstellen können.

Die externen Bauräume und Kühleinheiten ermöglichen einen 3D-Druck auf industriellem Niveau. Die innovative Software ermöglicht eine effiziente Arbeitsvorbereitung und Fertigungssteuerung. So gelingt der additiven Fertigung die Transformation von einer Fertigungstechnologie für Prototypen zur etablierten Serienfertigung.

Weitere Informationen zur HP Multi Jet Fusion Technologie:

hp.com/go/3DPrint

Setzen Sie sich mit einem Experten für HP 3D-Druck in Verbindung oder melden Sie sich an, um regelmäßig die neuesten Informationen über HP Jet Fusion 3D-Druck zu erhalten:

hp.com/go/3Dcontactus



3D Printing & Digital Manufacturing

- ¹ Laut interner Tests und öffentlicher Daten sind die durchschnittlichen Druckkosten pro Stück der HP Jet Fusion 3D 4210 Drucklösung um 65% niedriger als bei vergleichbaren FDM- und SLS-Druckerlösungen, die mit einem Preis von 100.000 USD bis 300.000 USD auf dem Markt erhältlich sind (Stand: April 2016), und um 50% niedriger als bei vergleichbaren SLS-Druckerlösungen mit einem Preis von 300.000 USD bis 450.000 USD. Die Kostenanalyse basiert auf: dem vom Hersteller empfohlenen Preis für eine Standardlösung sowie dem Verbrauchsmaterialpreis und den Wartungskosten. Kostenkriterien: Drucken von 1,4 vollen Bauräumen mit Bauteilen mit einer Größe von 30 cm³ und einer Packungsdichte von 10% pro Tag über 5 Tage pro Woche für den Zeitraum von 1 Jahr im schnellen Druckmodus mit HP 3D High Reusability PA 12 und der vom Hersteller empfohlenen Pulverwiederverwendungsrate.
- ² Auf Grundlage interner Tests und Simulation ist die HP Jet Fusion 3D-Drucklösung bis zu zehnmal schneller als FDM- und SLS-Druckerlösungen, die zu einem Preis von 100.000 USD bis 300.000 USD seit April 2016 auf dem Markt erhältlich sind. Testvariablen für die HP Jet Fusion 4210/4200 Drucklösung: Stückzahl: Ein vollständig mit Bauteilen gefüllter Bauraum aus dem HP Jet Fusion 3D-Drucker mit einer Packungsdichte von 20% gegenüber der gleichen Stückzahl der oben genannten Konkurrenzgeräte; Stückgröße: 30 cm³; Layer thickness: 0.08 mm/0.003 inches.
- ³ Basierend auf dem einzigartigen HP Multi-Agent Druckprozess. Außergewöhnliche Maßgenauigkeit und hohe Detailauflösung innerhalb der Toleranzgrenze. Basierend auf einer Maßgenauigkeit von $\pm 0,2$ mm für XY bei Hohlkörpern unter 100 mm und $\pm 0,2\%$ bei Hohlkörpern über 100 mm. Messung wurde mit HP 3D High Reusability PA 12-Material nach dem Sandstrahlen durchgeführt. Weitere Informationen über Materialspezifikationen finden Sie unter hp.com/go/3Dmaterials. Basierend auf den folgenden mechanischen Eigenschaften: Zugfestigkeit bei 48 MPa (XYZ), Modul 1700-1800 MPa (XYZ). ASTM-Standardtests mit HP 3D High Reusability PA 12-Material. Weitere Informationen über Materialspezifikationen finden Sie unter hp.com/go/3Dmaterials.
- ⁴ Kostenreduzierung berechnet auf Basis von: Maschinell bearbeitetes Aluminiumteil = 22 USD; mit HP MJF gedrucktes Teil = 11 USD Gewichtsreduzierung berechnet auf Basis von: Maschinell bearbeitetes Aluminiumteil = 355 g; mit HP MJF gedrucktes Teil = 23 g CO₂-Reduzierung berechnet auf Basis von: CO₂-Fußabdruck maschinell bearbeitetes Aluminiumteil: 19,7 kg CO₂ eq CO₂-Fußabdruck mit HP MJF gedrucktes Teil: 0,97 kg CO₂ eq.
- ⁵ Die branchenführende Wiederverwendbarkeit von überschüssigem Pulver, basierend auf der Verwendung von HP 3D High Reusability PA 12 bei empfohlenen Packungsdichten und im Vergleich zur Technologie des selektiven Lasersinterns (SLS), bietet eine ausgezeichnete Wiederverwendbarkeit ohne Einbußen bei der mechanischen Leistung. Getestet gemäß ASTM D638, ASTM D256, ASTM D790 und ASTM D648 und unter Verwendung eines 3D-Scanners zur Sicherstellung der Maßgenauigkeit. Überwachung der Tests durch statistische Prozesskontrolle. Liter (l) bezieht sich auf die Materialbehältergröße und nicht auf das tatsächliche Materialvolumen. Messung des Materials erfolgt in Kilogramm.
- ⁶ Kosteneinsparung nach Angaben von Sigmadesign: Pro CNC-Bearbeitung hergestelltes Teil = 90 USD HP MJF = 28,75 USD

© Copyright 2018–2021 HP Development Company, L.P.

Die Garantien für HP Produkte und Services werden ausschließlich in der entsprechenden, zum Produkt oder Service gehörigen Garantieerklärung beschrieben. Die hier enthaltenen Informationen stellen keine zusätzliche Garantie dar. HP haftet nicht für hierin enthaltene technische oder redaktionelle Fehler oder Auslassungen.