



# 3D-Druck von Montagevorrichtungen, Befestigungsteilen und anderen Produktionshilfsmitteln

**WIE SICH MIT MAßGESCHNEIDERTEN 3D-GEDRUCKTEN PRODUKTIONSWERKZEUGEN DEUTLICHE ZEIT- UND KOSTENEINSPARUNGEN REALISIEREN LASSEN.**

---

Von Joe Hiemenz, Stratasys, Inc.

Die grundsätzlichen Ziele der Fertigung – die Optimierung der Qualität, Verkürzung von Zykluszeiten und Senkung von Kosten – sind die Hauptgründe für die Vielzahl von Montagevorrichtungen. Dabei ist es unerheblich, ob der Betrieb vollautomatisch oder gänzlich manuell abläuft – Montagevorrichtungen und Befestigungsteile kommen während des gesamten Fertigungsprozesses zum Einsatz, um die Kosten zu senken und gleichzeitig die Produktion zu beschleunigen.

# 3D-Druck von Montagevorrichtungen, Befestigungs- teilen und anderen Produktionshilfsmitteln

**WIE SICH MIT MABGESCHNEIDERTEN 3D-GEDRUCKTEN PRODUKTIONSHILFSMITTELN  
DEUTLICHE ZEIT- UND KOSTENEINSPARUNGEN REALISIEREN LASSEN.**

Bezieht man neben den Montagewerkzeugen und -vorrichtungen auch alle Fertigungswerkzeuge, die als Produktionshilfsmittel dienen, mit ein, ist ihre Zahl noch größer. Dies fängt bei Ordnungsbehältern und Werkzeughaltern für 5S (eine organisatorische Methodik für den Arbeitsplatz) an und reicht hin bis zu Vorlagen, Schablonen und Lehren. Dazu zählen auch ausgeklügelte Roboter-Endeffektoren (Greifer) sowie Ablagen, Behälter und Sortierer für die Beförderung und den Transport. Unabhängig von der Bezeichnung, Art oder Anwendung lassen sich mit Fertigungswerkzeugen der Gewinn und die Effizienz bei gleichbleibender Qualität steigern. Auch wenn Produktionswerkzeuge weitverbreiteten Einsatz finden, schöpfen viele Fertigungsbetriebe deren Möglichkeiten nicht vollständig aus. Ihre Herstellung erfordert den Einsatz von Zeit, Arbeit und Geld.

Um begrenzte Ressourcen sinnvoll auszuschöpfen, gibt es jedoch eine Möglichkeit: den 3D-Druck. Das 3D-Druckverfahren ist einfach, automatisiert, schnell und kostengünstig. Damit können weitere Produktionswerkzeuge und Vorrichtungen eingesetzt und ihre Leistung nochmals optimiert werden.

## GRENZEN VERSCHIEBEN

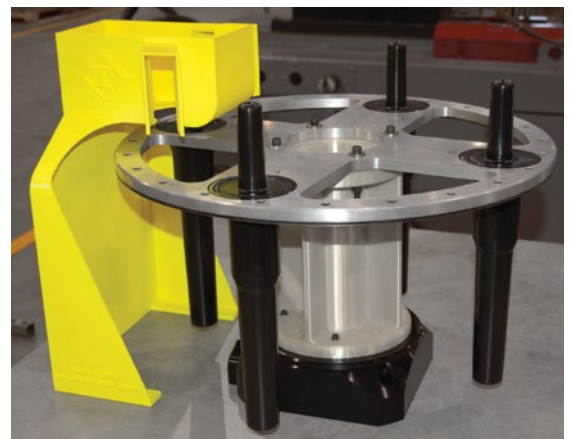
Die Herstellung von Fertigungswerkzeugen und Vorrichtungen durch 3D-Druck ermöglicht es Ihnen, die Kosten zu senken und die Auslieferung zu beschleunigen. Allein dieser Aspekt und die kurze Amortisationszeit der 3D-Drucksysteme

begründen bereits ihren Einsatz. Dabei wird jedoch die größere Wirkung im Allgemeinen übersehen. Dank des 3D-Drucks lässt sich die Anwendung eines neuen Werkzeugs viel leichter rechtfertigen, da es Sie in die Lage versetzt bis dato unerfüllten Anforderungen im gesamten Produktionsprozess zu entsprechen.

Wenn Sie sich im Fertigungsbereich, in der Montage oder in der Qualitätskontrolle umschaun, wie viele neue Einsatzmöglichkeiten sehen Sie für Montagewerkzeuge und Vorrichtungen? Welchen Wert hätten diese? Könnten Sie damit beispielsweise:

- den Ausschuss und die Nachbearbeitung reduzieren?
- die unmittelbare Arbeitszeit verringern?
- den Prozessdurchsatz optimieren?
- die Prozesskontrolle und Reproduzierbarkeit verbessern?

Und im Hinblick auf den Reingewinn – wieviel mehr Gewinn würde das Unternehmen erzielen?



Laut der Qualitätskontrollmanagerin von Thogus ist es einfacher, schneller und kostengünstiger für das Unternehmen, seine FDM-Vorrichtungen selbst zu fertigen, als die Fertigung an eine externe mechanische Werkstatt auszulagern.

# 3D-Druck von Montagevorrichtungen, Befestigungs- teilen und anderen Produktionshilfsmitteln

**WIE SICH MIT MABGESCHNEIDERTEN 3D-GEDRUCKTEN PRODUKTIONSHILFSMITTELN  
DEUTLICHE ZEIT- UND KOSTENEINSPARUNGEN REALISIEREN LASSEN.**

Und noch viel wichtiger – warum kommen Fertigungswerkzeuge und Vorrichtungen bei diesen Vorgängen derzeit nicht zum Einsatz, wenn Sie doch von Wert sind? Vermutlich, weil sie sich nicht rechtfertigen ließen. Auch wenn diese Montagewerkzeuge und Vorrichtungen Vorteile bringen, haben sie sich bislang aufgrund des erforderlichen Aufwands nicht rentiert. Sie haben Zeit und Geld möglicherweise lieber anderweitig investiert.

Da Ihr Tag niemals genug Stunden hat oder Ihr Budget es möglicherweise nicht zulässt, alles zu tun, was Sie gerne täten, liegt der Schwerpunkt bei der Entscheidung, ein Fertigungswerkzeug zu bauen, auf:

- Prozessen, die ohne Montagewerkzeuge und Vorrichtungen nicht möglich sind.
- dem offensichtlichsten und dringendsten Bedarf.
- den größten Gefahren und wahrscheinlichsten Problemen.
- der schnellsten Implementierung und Erzielung von Ergebnissen.
- dem, was am einfachsten umzusetzen ist.

Die Entscheidung, wann und wo Montagevorrichtungen und Befestigungsteile eingesetzt werden, ist wie jede andere

Entscheidung, die wir täglich treffen. Wir werden dann tätig, wenn die Rentabilität der Investition erwiesen ist.

Da sich Ihre Investition mit dem 3D-Druck schnell amortisiert und Hindernisse, die einer großartigen Idee und Lösung im Weg stehen, überwiegend aus dem Weg geräumt werden, sind ihre Kosten leichter zu rechtfertigen. Der 3D-Druck von Produktionshilfsmitteln vereinfacht Prozesse, senkt Kosten und verkürzt die Durchlaufzeit.

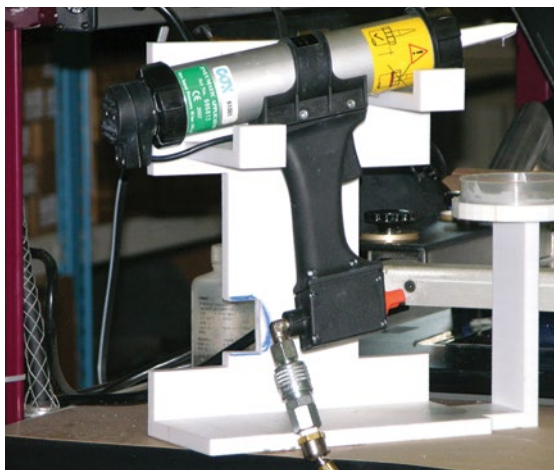
Kommt die FDM®-Technologie (Fused Deposition Modeling) als 3D-Druckverfahren zum Einsatz, besteht der Prozess aus lediglich drei Schritten: Erstellung der CAD-Datei, Fertigung des Werkzeugs und anschließende Nachbearbeitung. Im Gegensatz zu herkömmlichen Fertigungsverfahren erfordert die FDM-Technologie nur wenig Erfahrung und minimalen Arbeitsaufwand.

Häufig lassen sich Montagewerkzeuge und Vorrichtungen mit einem Arbeitsaufwand von unter einer Viertelstunde fertigen. Aber vor allem ist für ihre Herstellung keine große Einarbeitung in den Prozessablauf und auch keine Vorerfahrung nötig. Alles in allem stellt die FDM-Technologie

## Fazit: Der 3D-Druck verschiebt Grenzen und ermöglicht Herstellern, mehr Produktionshilfsmittel mit optimierten Konstruktionen einzusetzen.

# 3D-Druck von Montagevorrichtungen, Befestigungs- teilen und anderen Produktionshilfsmitteln

**WIE SICH MIT MABGESCHNEIDERTEN 3D-GEDRUCKTEN PRODUKTIONSHILFSMITTELN  
DEUTLICHE ZEIT- UND KOSTENEINSPARUNGEN REALISIEREN LASSEN.**



Als Thermal Dynamics ein Angebot für maschinell bearbeitete Spannvorrichtungen über 12.000 \$ mit einer Lieferzeit von 7 Tagen erhielt, entschied sich das Unternehmen, sie mithilfe der FDM-Technologie selbst zu fertigen und dabei 10.000 \$ und mehrere Tage einzusparen.

## WIE UNTERSCHIEDET SICH FDM VON ANDEREN METHODEN?

UNTER- NEHMEN	FDM KOSTEN	FDM ZEIT	ALTERNATIVE VERFAHREN KOSTEN	ALTERNATIVE VERFAHREN ZEIT
Thogus	\$618	24 h	\$10,000	4 Wochen
	\$21	2 h	\$200	2 Wochen
Thermal Dynamics	\$618	24 h	\$10,000	4 Wochen
	\$21	2 h	\$200	2 Wochen
Joe Gibbs Racing	\$525	1 Tag	\$2,550	7 Tage
BMW	\$176	1,5 Tage	\$420	18 Tage

die ideale Möglichkeit dar, Produktionshilfsmittel eigenständig zu fertigen. Laut Natalie Williams, Qualitätsmanagerin bei Thogus Products, einem in der Spritzgussbranche tätigen Unternehmen, das sich auf die Kleinserienfertigung und hochentwickelte Materialien spezialisiert hat, „ist es viel einfacher, eine Vorrichtung zu entwickeln und selbst zu drucken, als sie zu entwerfen und von einer externen Werkstatt fertigen zu lassen.“

Für Thogus ist der 3D-Druck einfach und schnell.

„Für eine KMG-Vorrichtung mit 12 Kavitäten betrug die Bearbeitungszeit bei externer Vergabe 7 bis 10 Tage. Jetzt kann ich sie über Nacht fertigen“, so Williams. Hersteller, die zur Fertigung individueller Montagevorrichtungen FDM verwenden, erleben häufig eine Verkürzung der Durchlaufzeit um 40 bis 90 Prozent.

Dank der additiven Fertigung kann sich die Rentabilität durch die Kostenersparnis mit Montagevorrichtungen und Befestigungsteilen beträchtlich steigern. Üblicherweise realisieren Unternehmen im Vergleich zu Vorrichtungen, die extern maschinell bearbeitet oder gefertigt werden, Einsparungen von 70 bis 90 Prozent. Bei der 12er-Vorrichtung von Thogus lag die Einsparung bei 87 Prozent. „Die mechanische Werkstatt wollte dafür 1.500 \$ haben. Ich habe sie für unter 200 \$ Materialkosten gefertigt“, so Williams.



Das NASCAR-Team von Joe Gibbs Racing nutzt die FDM-Technologie zur Fertigung von Vorrichtungen, die teilweise über zwei Jahre im Einsatz sind und die Durchlaufzeit und Kosten durchschnittlich um 70 % gesenkt haben.

# 3D-Druck von Montagevorrichtungen, Befestigungs- teilen und anderen Produktionshilfsmitteln

**WIE SICH MIT MABGESCHNEIDERTEN 3D-GEDRUCKTEN PRODUKTIONSHILFSMITTELN  
DEUTLICHE ZEIT- UND KOSTENEINSPARUNGEN REALISIEREN LASSEN.**



Die Werkzeugfertigung wird dank des 3D-Drucks schneller und kostengünstiger, sodass mehr Montagevorrichtungen und sonstige Produktionshilfsmittel hergestellt werden können. Gleichzeitig lässt sich auch der Gewinn steigern. Mit 3D-Druck ist es auch möglich, die Leistung der Produktionshilfsmittel zu optimieren. Vor der additiven Fertigung wurden für den Auftrag akzeptable Konstruktionen eingesetzt. Aufgrund des Aufwands, sie neu zu gestalten und herzustellen, wurden nur solche überarbeitet, die unzureichend funktionierten. Auch wenn „gut genug“ bedeutete, dass der Vorgang ein paar Sekunden mehr Zeit in Anspruch nahm oder die Ausschussrate um einen geringen Prozentsatz höher lag, wären die zu erwartenden Einsparungen möglicherweise zu gering gewesen und hätten keine weitere Investition in das Produktionshilfsmittel gerechtfertigt. Mit dem 3D-Druck hat sich diese Denkweise verändert. Dank ihm können Sie mit geringen Kosten

Produktionshilfsmittel der neuesten Generation termingerecht bereitstellen und diese über Nacht in Betrieb nehmen. Die Neugestaltung einer Montagevorrichtung erfordert nur ein wenig Zeit und Initiative. Sie werden vielleicht beim Montagevorgang nur wenige Sekunden einsparen, doch diese Zeit summiert sich. Wenn Sie mit dieser Vorrichtung pro Tag und Arbeiter 500 Bauteile fertigen, bedeutet eine Zeiteinsparung von 2 Sekunden eine Reduzierung des direkten Arbeitsaufwands um 70 Stunden pro Person und Jahr! Und für dasselbe Bauteil würde eine Senkung der Ausschussrate um ein Prozent eine Einsparung von 1.250 Bauteilen pro Jahr bedeuten.

Fazit: Der 3D-Druck verschiebt Grenzen und ermöglicht Herstellern, mehr Produktionshilfsmittel mit optimierten Konstruktionen in Betrieb zu nehmen. Unter dem Strich macht Ihr Unternehmen damit mehr Gewinn.

# 3D-Druck von Montagevorrichtungen, Befestigungsteilen und anderen Produktionshilfsmitteln

**WIE SICH MIT MABGESCHNEIDERTEN 3D-GEDRUCKTEN PRODUKTIONSHILFSMITTELN DEUTLICHE ZEIT- UND KOSTENEINSPARUNGEN REALISIEREN LASSEN.**



Durch den Einsatz der additiven Fertigung zur Neugestaltung eines Greifers mit internen Vakuumkanälen konnte Digital Mechanics auf fünf externe Schläuche verzichten, die beim Betrieb des Greifers hinderlich waren.

## SO IMPLEMENTIEREN SIE 3D-DRUCK

Bevor Sie Ihr erstes 3D-CAD-Modell für ein Fortus® Produktionssystem entwerfen, sollten Sie die

Für einige kann Metall erforderlich sein. Bei anderen wurde Metall vielleicht nur verwendet, weil es für das Fräsen, Drehen, Biegen und die maschinelle Bearbeitung gut geeignet ist. In diesem Fall kann der 3D-Druck eine Option darstellen. Die große FDM-Materialauswahl bietet chemische Beständigkeit (gegen Petroleum und Lösungsmittel), Temperaturbeständigkeit (bis zu 200 °C) und stabile mechanische Eigenschaften.

Fertigungswerkzeuge aus Kunststoff können einige unerwartete Vorteile bieten. Beispielsweise verwendet Thogus mittels FDM hergestellte Roboterarmsätze, die Stöße absorbieren. Für den Fall, dass ein Roboterarm auf ein Hindernis prallt, bestehen gute Chancen, dass das FDM-Bauteil



Mithilfe der FDM-Technologie druckt BMW Montagevorrichtungen und Befestigungsteile, die mit der konventionellen Bearbeitung und Fertigung nicht möglich sind.

Materialien und Maßtoleranz berücksichtigen. Dass sich der 3D-Druck ideal für viele Produktionshilfsmittel eignet, bedeutet nicht, dass er sich für alle eignet. Bei den Materialien sollten Sie vor allem überlegen, ob Kunststoff ausreicht. Traditionell wurden Montagevorrichtungen und Befestigungsteile bisher aus Metall gefertigt.

den Arm vor Schäden bewahrt und somit teure Reparaturen und Ausfallzeiten vermieden werden. Ein weiteres Beispiel ist der Automobilhersteller BMW, der tragbare Werkzeuge aus Kunststoff verwendet, da diese leichter und einfacher zu handhaben sind und die Arbeiter nicht so schnell ermüden.

Wenn Sie sich dafür entscheiden, den 3D-Druck bei einigen neuen Produktionshilfsmitteln zu testen, wählen Sie für die Formgenauigkeit Werkzeuge aus, die größere Toleranzen als 0,127 mm erfordern. Geringere Toleranzen sind zwar möglich, aber Sie sollten in der Regel bei diesem Wert bleiben, wenn Sie den Prozess einfach halten wollen.

## KONSTRUKTION

Ihr aktueller Bestand an Montagevorrichtungen und Befestigungsteilen wurde vor dem Hintergrund der Möglichkeiten und Beschränkungen der herkömmlichen Fertigungsverfahren konstruiert. Die Konstruktionen wurden von den Regeln der Herstellbarkeit (Design for Manufacturability/DFM) diktiert, so konnten Sie diese zweckmäßig mit möglichst geringen Kosten und vertretbaren Durchlaufzeiten gestalten. Diese Regeln gelten für den 3D-Druck nicht. Sie haben keinerlei Einfluss auf Zeit, Kosten, Qualität, Leistung oder Funktionalität. In einigen Fällen kann das Festhalten an alten DFM-Regeln sogar den gegenteiligen Effekt haben. Schmeißen Sie also die alten Regeln über Bord, und beginnen Sie mit einer komplett neuen, sauberen und innovativen Konstruktion.

Dank dem additiven Aspekt des Verfahrens verfügen Sie über beispiellosen Gestaltungsspielraum. Was zuvor unmöglich umzusetzen schien, ist nun realistisch und sinnvoll. Fertigungswerkzeuge und Vorrichtungen können ohne zusätzlichen Zeit- und Kostenaufwand eine komplexe freie Form mit vielen Eigenschaften haben. Tatsächlich kann eine zusätzliche



Mithilfe der FDM-Technologie druckt BMW Montagewerkzeuge und Vorrichtungen, die mit der konventionellen Bearbeitung und Fertigung nicht möglich sind. Dank des 3D-Drucks ist es möglich, diese handlicher und funktionaler zu gestalten.

Komplexität sogar zu einer Verringerung des Zeit- und Kostenaufwands führen. Beispielsweise senken Hohlräume, Öffnungen und Kanäle den Materialverbrauch, die Bauzeit und die Gesamtfertigungszeit.

Um den 3D-Druck optimal zu nutzen, lassen Sie die geplante Funktion und Leistung des Werkzeugs die Konstruktion bestimmen. Machen Sie es so wie beispielsweise Digital Mechanics AB und BMW. Digital Mechanics nutzte die Gestaltungsfreiheit für seinen Vakuum-Robotergreifer aus. Der konventionell gefertigte Greifer verfügte über externe Schläuche, die außerhalb des Greifers verliefen. Mit der additiven Fertigung erhielt jeder Greiffinger einen internen Vakuumkanal, der die Schläuche überflüssig machte.

Bei BMW konnte den Fließbandarbeitern dank der Gestaltungsfreiheit ein Werkzeug an die Hand gegeben werden, das unter, hinter und in den hinteren Teil der Stoßstange reicht. Dabei konnten sich die Ingenieure ausschließlich auf die Funktion

# 3D-Druck von Montagevorrichtungen, Befestigungsteilen und anderen Produktionshilfsmitteln

**WIE SICH MIT MABGESCHNEIDERTEN 3D-GEDRUCKTEN PRODUKTIONSHILFSMITTELN DEUTLICHE ZEIT- UND KOSTENEINSPARUNGEN REALISIEREN LASSEN.**



Das ergonomische und leichtere Handwerkzeug von BMW verringerte die Ermüdung der Arbeiter.

konzentrieren. Ergebnis: ein natürlich geformtes und optimal für die Stoßstange geeignetes Werkzeug.

Die Gestaltungsfreiheit kann zudem zu einer verbesserten Ergonomie von Produktionshilfsmitteln beitragen. Das Gewicht, die Symmetrie und Lage des Produktionshilfsmittels wirken sich unmittelbar auf die Arbeit des Technikers, die Prozessdurchlaufzeit, Verfügbarkeit und Lagerfähigkeit aus. Um eine optimale Ergonomie zu erreichen, planen Sie diese einfach mit ein. BMW gestaltete beispielsweise eine Vorrichtung zur Plakettenausrichtung neu, um die Symmetrie zu verbessern und das Gewicht zu senken. Dies verringerte die Belastung der Arbeiter und die zur Plakettenbefestigung benötigte Zeit.

Eine einfache Möglichkeit, die Gestaltungsfreiheit optimal zu nutzen, besteht darin, Baugruppen zu einem einzelnen Bauteil zusammenzuführen. Häufig bestehen Montagevorrichtungen und

Befestigungsteile aus vielen Einzelteilen. Dies wird mit der additiven Fertigung überflüssig. Bei der Neugestaltung eines bestehenden Produktionshilfsmittels beginnen Sie mit einer Konstruktion, bei der so viele Komponenten wie möglich zu einem Teil zusammengeführt werden. Gestalten Sie ein neues Produktionshilfsmittel, entwerfen Sie es in einem Stück. Verwenden Sie mehrere Bauteile nur dann, wenn es für die Funktionalität von Vorteil ist.

Das Zusammenführen von mehreren Teilen zu einem einzigen Bauteil bietet viele Vorteile:

- Toleranzen stellen keine Herausforderung mehr dar.  
Das Einhalten geringer Toleranzen ist kostspielig. Werden zwei Passteile zu einem einzigen zusammengefasst, entfallen die jeweiligen Kosten und die Bedenken hinsichtlich der Toleranzen.
- Die Montagezeit entfällt.  
Montageteile – das liegt auf der Hand – müssen zusammengebaut werden. Dies nimmt insbesondere bei einmalig genutzten Artikeln wie Montagevorrichtungen Zeit in Anspruch und eine perfekte Passgenauigkeit ist dabei nicht garantiert.
- Dokumentation und Aufwand werden minimiert.  
Das Ganze ist aus der Kosten- und Zeitperspektive geringer als die Summe der Einzelteile. Die Vereinigung der Teile zu einem Bauteil senkt die Kosten für Tätigkeiten wie Planung, Dokumentation, Angebotserstellung, Bestellung und Bestandsverwaltung.

## MANAGEMENT

Betrachten Sie Ihre Montagevorrichtungen, Befestigungsteile und sonstige Produktionshilfsmittel nicht länger als Vermögenswerte.



# 3D-Druck von Montagevorrichtungen, Befestigungsteilen und anderen Produktionshilfsmitteln

**WIE SICH MIT MABGESCHNEIDERTEN 3D-GEDRUCKTEN PRODUKTIONSHILFSMITTELN DEUTLICHE ZEIT- UND KOSTENEINSPARUNGEN REALISIEREN LASSEN.**

Betrachten Sie sie stattdessen als Einweg-Aufwendungen. Produktionshilfsmittel werden üblicherweise als Vermögenswerte zwischen den Einsätzen gelagert (inventarisiert). Sie verbleiben im Inventar, bis die Produktlinie eingestellt wird oder sie irreparabel verschlissen sind. Wegen des hohen Zeit- und Kostenaufwands, der zur Herstellung mittels konventioneller Methoden betrieben wird, sind sie zu wertvoll, um sie als entbehrlichen Artikel auszurangieren.

Dieses Konzept bringt jedoch viele indirekte Kosten mit sich. Zum einen sind da die Kosten für die Regalfläche (Lagerkosten) und die Bestandsverwaltung, zum anderen die Kosten, die anfallen, wenn Produktionshilfsmittel bei Bedarf ausfindig gemacht werden müssen. Für sporadisch genutzte Hilfsmittel können diese Kosten ganz erheblich sein. Mit der additiven Fertigung ist dies anders. Häufig ist es aufwendiger, Produktionshilfsmittel in den Bestand aufzunehmen als sie neu zu fertigen. Daher verfolgen Unternehmen einen als Digital Warehousing (digitale Lagerhaltung) bezeichneten Managementansatz, bei dem nur die digitalen Dateien im Bestand geführt werden. Es scheint vielleicht undenkbar, ein Produktionshilfsmittel in gutem Zustand auszurangieren, doch bei denen, die nur selten genutzt werden, spart dieser Ansatz Kosten und Arbeitsaufwand.

Fertigen Sie eine Montagevorrichtung einfach

nach Bedarf. Sobald sie ihren Dienst verrichtet hat, geben Sie sie zusammen mit dem Ausschussmaterial in die Wiederverwertung. Zwischen den Einsätzen lagern Sie ihre CAD-Konstruktion digital ein. Die praktische Seite dieses Print-on-Demand-Ansatzes (Druck auf Abruf) zeigt sich auch dann, wenn ein defektes Produktionshilfsmittel ersetzt werden muss oder Duplikate für eine Produktionssteigerung benötigt werden, um eine nicht vorhergesehene Nachfragerhöhung zu befriedigen.

## FAZIT

Der 3D-Druck kann zu großen Veränderungen führen und Gewinne maximieren, da beim Fertigungsprozess Zeit und Kosten gespart werden. Wer altbewährte Konstruktionsgrundsätze gerne beibehalten möchte, kann die üblichen Fertigungsprozesse durch den 3D-Druck ersetzen. So oder so, die Einsparungen in der Produktion und bei der Herstellung von Produktionshilfsmitteln werden beträchtlich sein.

Verfügen Sie über eine CAD-Zeichnung und Zugang zu einem 3D-Drucksystem, können Sie Produktionshilfsmittel mit einem Arbeitsaufwand von unter einer Viertelstunde herstellen. Wenn Sie diese simple Umsetzung mit den üblichen Zeit- und Kostensenkungen von 40 bis 90 Prozent kombinieren, wird deutlich, warum der 3D-Druck Unternehmen dazu anspornt, mehr Produktionshilfsmittel herzustellen als je zuvor.

info@stratasys.com

STRATASYS.COM

---

#### HEADQUARTERS

7665 Commerce Way, Eden Prairie, MN 55344  
+1 888 480 3548 (gebührenfrei innerhalb der USA)  
+1 952 937 3000 (international)  
+1 952 937 0070 (Fax)

2 Holtzman St., Science Park, PO Box 2496  
Rehovot 76124, Israel  
+972 74 745-4000  
+972 74 745-5000 (Fax)

Stratasys GmbH  
Airport Boulevard B 120  
77836 Rheinmünster, Deutschland  
+49 7229 7772-0  
+49 7229 7772-990 (Fax)  
emea@stratasys.com

**stratasys**

THE 3D PRINTING SOLUTIONS COMPANY

Zertifiziert nach ISO 9001:2008

© 2015 Stratasys. Alle Rechte vorbehalten. Stratasys, das Stratasys Logo, Digital Materials, PolyJet, Vero, Tango, Objet, Connex, FDM, FDM Technology, Fortus, Dimension und uPrint sind Marken oder eingetragene Marken von Stratasys Ltd. und/oder seinen Tochtergesellschaften oder Vertragspartnern und können in bestimmten Gerichtsbarkeiten eingetragen sein. Alle anderen Marken sind das Eigentum der jeweiligen Inhaber, und Stratasys haftet nicht für die Auswahl, Leistung oder Nutzung dieser nicht von Stratasys bereitgestellten Drittprodukte. Bei technischen Produktdaten sind Änderungen vorbehalten. WP\_FDM\_3DPrintingJigsFixtures\_EN\_1015