Markforged

Ratgeber für den 3D-Druck in der Fertigung

Mark3D
Print Stronger

Inhaltsverzeichnis

1 **Einführung** **03**

2 **Was ist additive Fertigung?** **03**

3 **Häufige Missverständnisse über 3D-Drucker** **03**

4 **Reden wir über Rendite** **05**

5 **Arten von 3D-Technologien** **06**

Thermoplaste 07

Photopolymere 08

Verbundwerkstoffe 09

Metalle 10

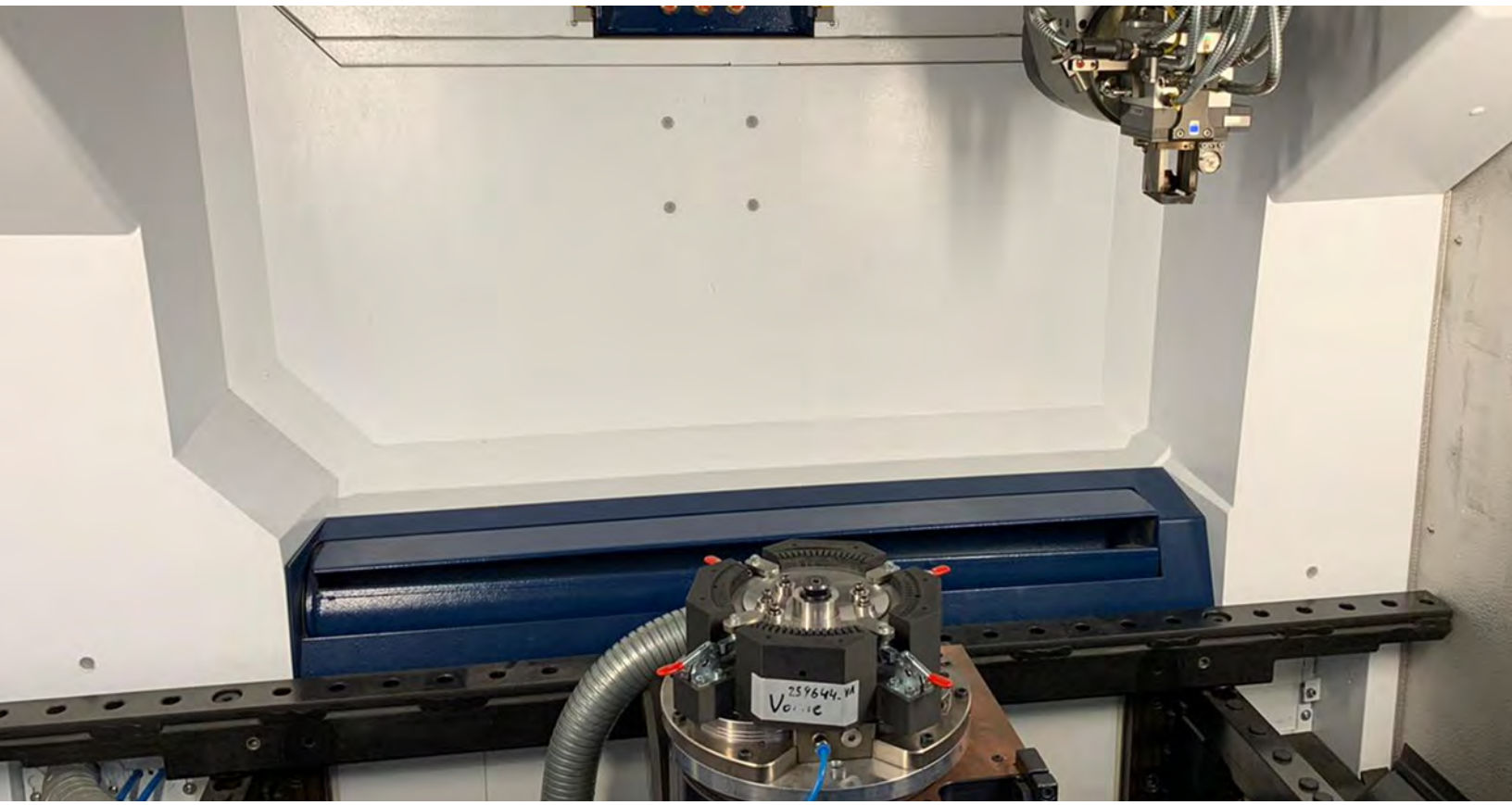
6 **So wählen Sie einen 3D-Drucker für Ihr Unternehmen aus** **12**

7 **3D-Druck für die Fertigung mit Markforged** **13**

Funktionale Prototypen 14

Werkzeuge und Vorrichtungen 16

Funktionsteile in Kleinserien 18



3D gedruckte Vorrichtung für eine Laserschweißanlage bei der Primetall GmbH

1 Einführung

Dieser **Ratgeber** dient als Informationsquelle für Ingenieure, die einen 3D-Drucker in ihren Fertigungsprozess integrieren möchten. Der Leitfaden konzentriert sich auf Drucker und Drucktechnologien, die sich am besten für Fertigungsanwendungen eignen. Es gibt mehrere Optionen für Drucker und Materialien, die die für die Produktionsumgebung erforderliche Festigkeit und chemische Beständigkeit aufweisen. Die Hauptanwendungsgebiete für 3D-Druckteile in der Fertigung sind Prototyping, Werkzeug- und Vorrichtungsbau sowie Kleinserienteile für den Endverbrauch.

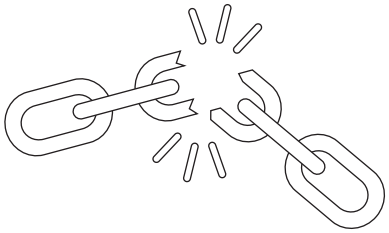
2 Was ist additive Fertigung?

Die additive Fertigung ist ein Prozess, bei dem eine Maschine aus einer CAD-Datei (Computer Aided Design) ein dreidimensionales Objekt herstellt. Im Vergleich dazu basieren subtraktive Herstellungsverfahren darauf, Material aus einem Rohteil zu entfernen. Der 3D-Druck ist eine Teilmenge der additiven Fertigung und ist nur eine der Möglichkeiten, mit denen Menschen und Unternehmen 3D-Objekte herstellen. Die traditionelle subtraktive Fertigung ist bekanntlich langsam, teuer und hat Konstruktionsgrenzen, während die additive Fertigung den Weg für schnelle und kostengünstige Prozesse ebnet.

3 Häufige Missverständnisse über 3D-Drucker

Obwohl es den 3D-Druck seit den 1980er Jahren gibt, wurde er oft falsch dargestellt - sowohl positiv als auch negativ. Leider sind 3D-Druckteile oft gleichbedeutend mit Figuren, Hobbyteilen und kosmetischen Prototypen. Dank der Innovationen in Technologie und Materialien gibt es jedoch noch so viel mehr, was Unternehmen mit einem Drucker erreichen können, der für die industrielle Produktion ausgelegt ist.

Einige Menschen scheuen vor neuen Technologien zurück, wenn sie falsch informiert sind, während andere sie kritisieren. Die folgende Klärung häufiger Missverständnisse über 3D-Drucker und ihre Materialien zeigt, wie diese Technologie die Industrie unterstützt und nicht behindert.



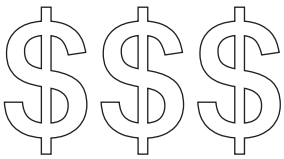
Mythos: 3D-Druckmaterialien aus Kunststoff sind zu schwach, um in einer Produktionsumgebung verwendet zu werden

Bevor 3D-Drucker für die Fertigung eingeführt wurden, druckten viele kostengünstige Maschinen Kunststoffe, die nicht für eine Produktionsumgebung geeignet waren. Die von ihnen hergestellten Teile waren nicht nur instabil, sondern auch nicht langlebig genug und nicht chemisch resistent.

In den letzten fünf Jahren haben 3D-Druckerhersteller Maschinen entwickelt, die in der Lage sind, robustere Materialien zu drucken. Die Ergänzung von Verbundwerkstoffen, wie beispielsweise Endlos-Kohlefaser, ermöglicht Kunden, Teile zu drucken, die sowohl chemisch beständig als auch langlebig sind, und wenn sie mit Endlos-Kohlefaser verstärkt werden, sind die Teile so stark wie 6061 Aluminium, ein häufig verwendetes Material in Fertigungsanwendungen, die für den 3D-Druck geeignet sind.

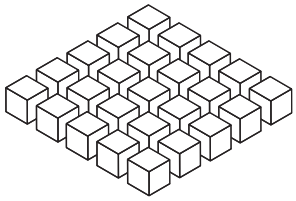
Mythos: 3D-Drucker sind schwer zu bedienen

3D-Drucker für Fertigungszwecke verfügen oft über eine nicht intuitive Software, die Expertenwissen erfordert, während die meisten 3D-Drucker auf Hobby-Niveau ohne Software gebaut werden. Daher erfordern diese Maschinen eine große Sachkenntnis - wie z. B. die Konstruktion eines Teils für den Prozess, wie man ein Teil ausrichtet und positioniert, welches Material verwendet wird - um ein brauchbares Teil zu erhalten. 3D-Druckerhersteller produzieren heute integrierte, speziell entwickelte Hardware, Software und Materialien, was zu einer vorhersehbaren Maschinenleistung führt. Das bedeutet, dass Ingenieure und Maschinisten mehr Zeit auf die Konstruktion hochwertiger Bauteile verwenden können und weniger Zeit damit verbringen den Drucker zu bedienen.



Mythos: 3D-Drucker, die für die Fertigung geeignete Teile drucken können, sind teuer.

Einige industriegerechte Drucker sind teuer, aber Sie können einen 3D-Drucker für Fertigungszwecke ab € 3.100 finden. Diejenigen, die über € 88.500 kosten, sind in der Regel großformatige Kunststoff- oder Metalldrucker, die häufig besondere Anforderungen an die Anlagen und die Sicherheitsausrüstung stellen.



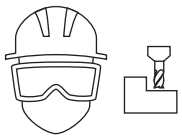
Mythos: 3D-Drucker werden die Großserienproduktion ersetzen

Während einige sagen, dass der 3D-Druck die Massenfertigung ersetzt, sind der Zeit- und Kostenaufwand für 3D-Druckteile bei hohen Stückzahlen oft weitaus höher als bei der traditionellen Fertigung. Die Produktion im Maßstab ist seit Jahrzehnten optimiert, so dass der 3D-Druck derzeit nicht schnell und kostengünstig genug ist, um Prozesse wie Spritzgießen oder Gießen zu ersetzen. Viele Unternehmen stellen jedoch fest, dass die Ergänzung ihrer Prozesskette durch 3D-Drucker die Zeit für die Herstellung komplexer Teile im eigenen Haus erheblich verkürzen kann.

3D-Drucker sind in der Lage, Teile schneller und kostengünstiger für kundenspezifische Kleinserienteile zu erstellen. Unternehmen können sich auf umsatzstarke Endverbrauchsteile konzentrieren, anstatt Zeit, Aufwand und Geld auf Teile mit geringem Volumen zu vergeuden, die möglicherweise keine Einnahmen für das Unternehmen generieren. Mit einem 3D-Drucker können Sie Designs schnell iterieren, ohne Ressourcen zu verschwenden, die auf Teile warten, die möglicherweise nicht den Qualitätsstandards entsprechen. Dies macht 3D-Drucker perfekt für Kleinserien, maßgeschneiderte Prototypen, Werkzeuge und Vorrichtungen, die oft komplex und schwer zu bearbeiten sind, aber für einen effizienten Produktionsprozess entscheidend sind.

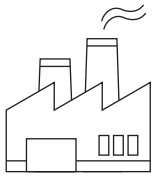
4 Reden wir über Rendite

Ein 3D-Drucker ist eine große Investition, der es an der institutionellen Reife mangelt, die beweisen könnte, dass er sich ebenso gut wie die traditionellen Investitionen in die Fertigung einfügt. Wenn Sie noch nie einen 3D-Drucker für Fertigungszwecke verwendet haben, haben Sie möglicherweise nicht die potenziellen ROI berechnet. Die Erweiterung um einen 3D-Drucker ist jedoch in der Lage, die Herstellungskosten für Teile wie Prototypen und Werkzeuge drastisch zu senken. Im Folgenden vergleichen wir den 3D-Druck mit der Bearbeitung durch eigene und externe Lieferanten, da es sich um die gängigsten Prozesse handelt.



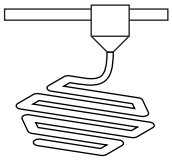
Bearbeitung im eigenen Haus

Die Bearbeitung eines Teils im eigenen Haus erfordert Geld für Ausrüstung, Material und die Zeit eines Mechanikers. Wenn Sie die Zeit Ihres Maschinisten auf € 62/Stunde schätzen und er fünf Stunden braucht, um das Einrichten, die Programmierung der Werkzeugwege (CAM) und die Bearbeitung des Teils durchzuführen, dann sind das € 310 Arbeitsaufwand für ein Teil. Auch die Materialkosten summieren sich, und Iterationen und Revisionen verursachen zusätzliche Kosten.



Versand an einen Drittanbieter

Der Versand eines Teils an Dritte ist eine einfache Möglichkeit, ein Teil herzustellen, ohne interne Fertigungsressourcen zu beanspruchen. Sie ist jedoch bei der Herstellung von Kleinserienteilen recht kostspielig. Wenn Sie ein zu fertigendes Teil versenden, müssen Sie warten, bis es hergestellt und versendet ist. Wenn Sie feststellen, dass Sie einige Iterationen durchführen müssen, müssen Sie für jede Iteration plus Versand bezahlen und können keine weiteren Änderungen vornehmen, bis Sie Ihr Teil erhalten.



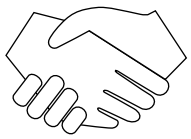
3D-Druck im Haus

Der 3D-Druck eines Teils im eigenen Haus beinhaltet einmalige Maschinenkosten und laufende Materialkosten. Ihre Monteure können jeden Druck über eine Cloud-basierte Software verwalten und sich auf die Erstellung wichtiger Teile konzentrieren, anstatt die Maschine während des Betriebs zu überwachen. Einige 3D-Drucker werden mit Software geliefert, die Ihnen sagt, wie viel das Teil, das Sie entwerfen, für den Druck kostet, d.h. Sie können den zweiten Teil Ihrer Kosten (die Materialkosten) durch Software überwachen.

Erarbeitung der Rendite

Verwenden Sie die folgende Tabelle, um die Anzahl der Teile zu ermitteln, die benötigt werden, damit sich ein 3D-Drucker rentiert. In diesem Beispiel verwenden wir den Drucker X7 Industrial Series von Markforged (61.000 €) als Benchmark-Drucker und drei verschiedene Teile (Greiferbacken, CMM-Vorrichtung, Schweißvorrichtung) für Benchmark-Teile. Nehmen Sie die Kosten Ihrer aktuellen Fertigungsmethode und ziehen Sie die Kosten des Druckers ab, um die Kosteneinsparungen pro Teil zu ermitteln. Nehmen Sie den Preis des Druckers und teilen Sie durch die Kosten der Einsparungen, um herauszufinden, wie viele Teile Sie drucken müssen, damit sich die Maschine rentiert. Wenn Sie beispielsweise die Ergebnisse in dieser Tabelle verwenden, müssen Sie nur 55 CMM-Objekte drucken, damit sich der X7 rentiert.

	Traditionell	3D-Druck	**Einsparungen**
Greiferbacken	290€	9€	**281€**
CMM-Vorrichtung	1590€	330€	**1260€**
Schweißvorrichtung	800€	10€	**790€**



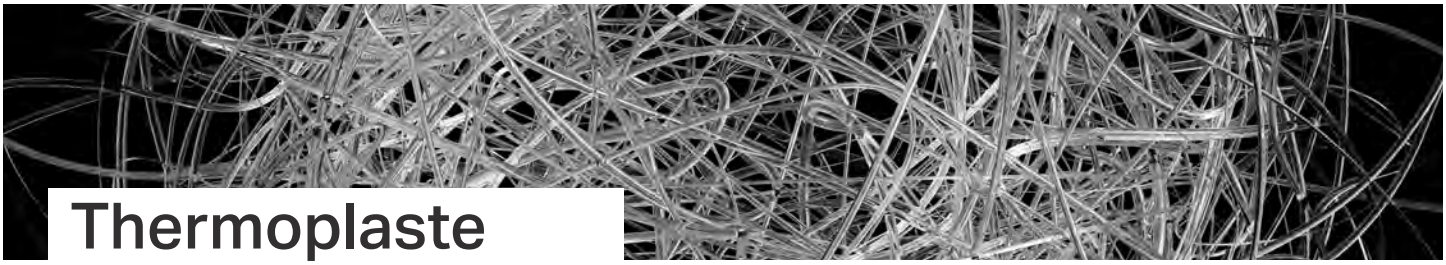
Auswirkungen auf das Geschäft

Die Geschäftsvorteile erstrecken sich weit über die Kosten- und Zeitersparnis bei der Teilefertigung hinaus. Hier sind einige Bereiche, in denen Hersteller von der Verwendung von 3D-Druckern profitiert haben:

- **Designflexibilität** - Herstellung von Teilen, die sonst nicht traditionell hergestellt werden können
- **schnellere Markteinführung** - versenden Sie Produkte schneller, indem Sie Ihren 3D-Drucker rund um die Uhr betreiben
- **mehr Agilität** - mehr Flexibilität für kleine Änderungen und kürzere Durchlaufzeiten
- **weniger Maschinenstillstandszeiten** - kontinuierliche Innovation mit minimalen Ausfallzeiten

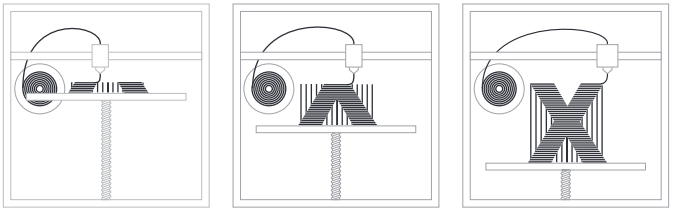
5 Arten von 3D-Technologien

Es gibt viele verschiedene Technologien zur Auswahl, und verschiedene Materialien, die diese Technologien anwenden. Im Folgenden finden Sie einen Leitfaden zu diesen Materialien und den damit verbundenen Technologien.



Thermoplaste

Thermoplaste sind eine der häufigsten Materialgruppen in der additiven Fertigung. Thermoplastische 3D-Druckverfahren umfassen das Erwärmen eines Kunststoffmaterials auf knapp unter der Schmelztemperatur, wo es halbformbar ist, um eine Form zu erzeugen. Thermoplaste sind zäh, aber schwach und verformen sich eher als dass sie unter unter Belastung brechen. Sie haben relativ niedrige Schmelzpunkte und eine geringe Chemikalien- und Abriebfestigkeit.



PROS

+ einfach
+ bezahlbar
+ Leichtbauteile

CONTRAS

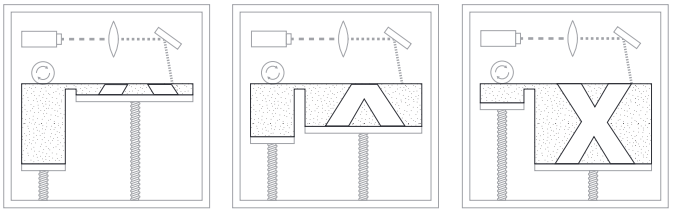
- schwache Teile
- Teile, die zum Verschleiß neigen

FFF

Fused Filament Fabrication (Herstellung von verschmolzenen Filamenten)

Beste Anwendungen: Low-Fidelity-Prototypen und -Modelle.

Wie es funktioniert: FFF ist die am weitesten verbreitete 3D-Drucktechnologie. Bei diesem Verfahren wird thermoplastisches Material erwärmt und durch eine Düse extrudiert. Während sich die Düse bewegt, legt sie einen Querschnitt des zu druckenden Modells ab. Dies wird Schicht für Schicht wiederholt, bis das Modell fertig ist. FFF-Teile sind in der Regel nicht vollständig dicht.



PROS

+ hochdetailliert
+ vielfältige Materialauswahl

CONTRAS

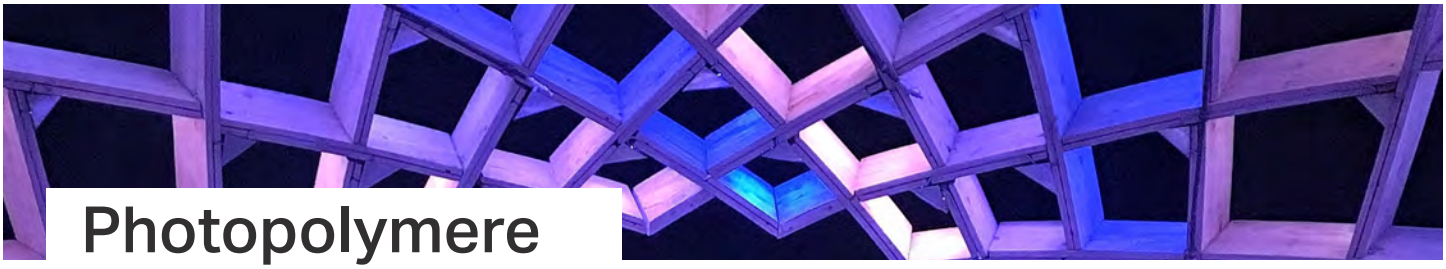
- preisintensiv
- Atemschutz erforderlich

SLS

Selektives Lasersintern

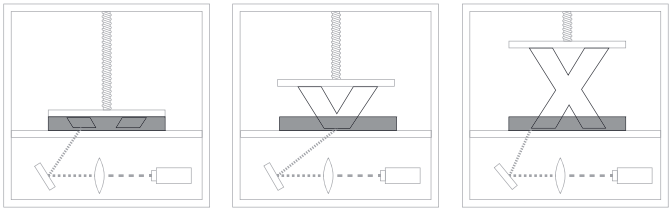
Beste Anwendungen: Hochpräzise Endverbrauchsteile.

Wie es funktioniert: SLS verwendet einen Laser, um pulverförmige Thermoplaste in eine beliebige Form zu sintern. Die Teile werden in einer Kammer aus Kunststoffpulver gedruckt. Für jede neue Schicht fegt eine Walze neues Pulver über die Kammer, und ein Laser sintert selektiv einen Querschnitt des Teils. Die Kammer bewegt sich dann nach unten, um Platz für die nächste Pulverschicht zu schaffen. Mit SLS können Sie unglaublich hochwertige Teile aus hochfesten Kunststoffen wie PEEK und ULTEM herstellen.



Photopolymere

Photopolymer-Materialien sind flüssige Polymere, die ihre Struktur verändern, wenn sie einer Lichtquelle ausgesetzt werden. Katalysiert mit UV-Strahlung verfestigen sich diese flüssigen Harze. Im Gegensatz zu Thermoplasten können Photopolymere nicht geschmolzen werden. Aufgrund der spezifischen Eigenschaften, die die Photopolymerisation ermöglichen, sind Harze oft spröde und nicht so langlebig wie Thermoplaste, da sie sich im Laufe der Zeit durch anhaltende UV-Belastung abbauen.



PROS

+ hochdetailliert
+ glatte Oberfläche
+ isotropisch

CONTRAS

- spröde Teile
- kleines Bauvolumen
- Chemieschutzausrüstung erforderlich

SLA

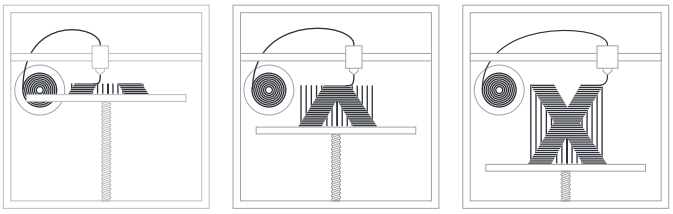
Stereolithographie

Beste Anwendungen: Hochpräzise Detailteile wie Formprototypen oder Modelle.

Wie es funktioniert: Der SLA-Prozess härtet Photopolymere selektiv mit einem UV-Laser aus. Der Laser härtet das Harz zu einer festen Schicht aus und wiederholt dann den Prozess Schicht für Schicht bis zur Fertigstellung. Da der chemische Bindungsprozess durch Photopolymerisation induziert wird, sind die Druckteile dicht und isotrop. SLA-3D-Drucker haben oft ein relativ kleines Bauvolumen, können aber durch die Präzision des Laserstrahls außergewöhnliche Details und Oberflächengüten erreichen.

Verbundwerkstoffe

Verbundwerkstoffe sind aufgrund ihrer Materialeigenschaften sehr hochwertig. Bekannte und weit verbreitete Verbundwerkstoffe wie kohlefaserverstärkte Harze liefern traditionell hohe Festigkeits-/Gewichtsverhältnisse für Branchen wie die Automobil- und Luftfahrtindustrie. Mit der jüngsten Innovation der 3D-druckbaren Verbundwerkstoffe können Teile so stabil gemacht werden, dass sie für den Einsatz in technischen Anwendungen geeignet sind, in denen die Materialeigenschaften gängiger Druckverfahren nicht ausreichen würden. Im 3D-Druck kann ein mit Endloskohlefaser verstärkter Thermoplast herkömmlich bearbeitete Aluminiumkomponenten effektiv ersetzen, da er die Festigkeit und Steifigkeit von Metall mit der Leichtigkeit der additiven Fertigung verbindet.



PROS

+ Wärmeverformung
+ Genauigkeit
+ Festigkeit

CONTRAS

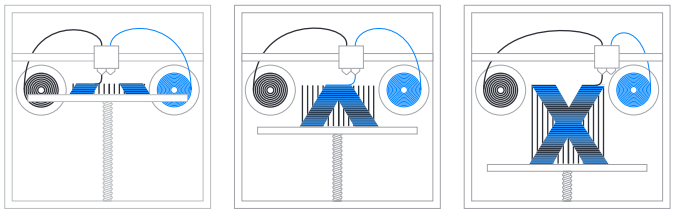
+ limitierte Materialauswahl
- Teile mit mittlerer Festigkeit

FFF

Fused Filament Fabrication (Herstellung von verschmolzenen Filamenten)

Beste Anwendungen: Funktionsprototypen, kundenspezifische Endverbraucherteile.

Wie es funktioniert: Verbundwerkstoffe FFF verwendet Materialien, die aus traditionellen Thermoplasten wie Nylon und PLA bestehen, die mit geschnittenen Fasern (meist Kohlefaser) vermischt sind. Während der FFF-Prozess unverändert bleibt, erhöhen die geschnittenen Fasern die Festigkeit, Steifigkeit und Oberflächengüte des Modells.



PROS

+ Metallfestigkeitsteile
+ anpassbare Faserführung

CONTRAS

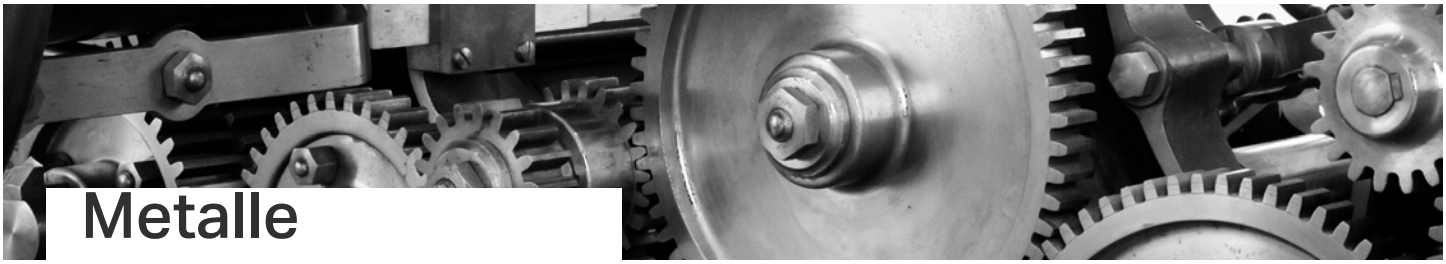
- Zwischenschichthaftung
- niedrigere Oberflächenhärte und Korrosionsbeständigkeit gegenüber Metall

CFF

Continuous Filament Fabrication (Kontinuierliche Filamentherstellung)

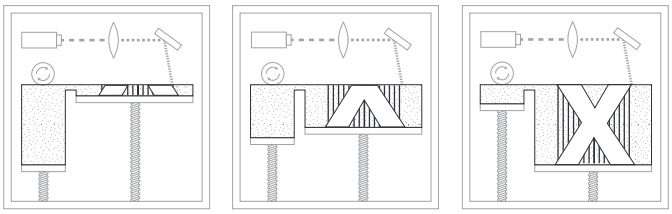
Beste Anwendungen: Funktionsprototypen, langlebige Teile, starke Endverbraucherteile, Werkzeuge und Vorrichtungen.

Wie es funktioniert: CFF ist eine kostengünstige Lösung, um Metallteile durch 3D-gedruckte Verbundteile zu ersetzen. Diese Drucker verwenden eine zweite Düse, um während des Druckens kontinuierliche Stränge von Verbundfasern (wie Kohlefaser, Glasfaser oder Kevlar®) in FFF-extrudierten Thermoplasten zu legen. Die Verstärkungsfasern bilden das Rückgrat des Druckteils, was zu hochstabilen, steifen Teilen führt.



Metalle

Metall-3D-Druck war bis vor kurzem durch Kosten, Komplexität und Materialbeschränkungen eingeschränkt. Metalle lassen sich nicht so einfach extrudieren wie Thermoplaste und benötigen hohe Wärme und Leistung, um einen formbaren Zustand zu erreichen. Um den Metall-3D-Druck zu realisieren, beginnen die meisten Lösungen mit dem Metall in Pulverform und verwenden verschiedene Erwärmungstechniken, um die Pulver miteinander zu verschmelzen. Viele Metalldruckverfahren beinhalten Nachbearbeitungsschritte zur vollständigen Verstärkung oder Veredelung der Druckteile.



PROS

+ starke Teile
+ kompliziertes Detail
+ hervorragende Oberfläche
+ vielfältige Materialauswahl

CONTRAS

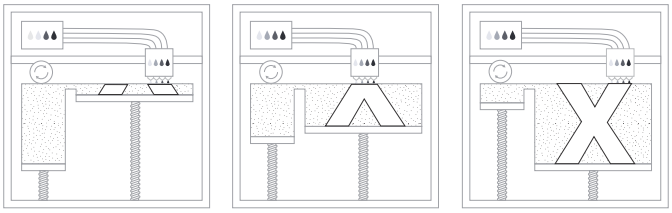
- preisintensiv
- Teilausfall
- umfangreiche Nachbearbeitungsschritte

SLM / DMLS

Selektives Laserschmelzen / Direktes Metall-Lasersintern

Beste Anwendungen: Hochpräzise Teile, die eine hohe Maßgenauigkeit erfordern.

Wie es funktioniert: SLM wird durch präzises Schmelzen von feinen Metallpulvern in einer Schutzgaskammer erreicht, um ein Metallteil aufzubauen. Schichten des Metallpulvers werden verteilt und dann selektiv mit einem Hochleistungslaser geschmolzen, um die Pulver miteinander zu verschmelzen. Hohe Wärmekonzentrationen in der Kammer können die Teile verformen oder verziehen, so dass der Prozess einige geometrische Einschränkungen aufweist. Das Verfahren kann jedoch für funktionale Metallteile eingesetzt werden, die zu teuer oder komplex zu bearbeiten wären (z. B. medizinische Implantate und gewichtsoptimierte Teile). Es gibt auch mehrere Nachbearbeitungen, um Halterungen zu entfernen und das Teil zu reinigen, so dass spezifische Anforderungen an die Anlage erforderlich sind



PROS

+ schnell
+ kosteneffektiv
+ viele Materialien verfügbar

CONTRAS

- Zerbrechliche Teile
- umfangreicher Nachbearbeitungsaufwand

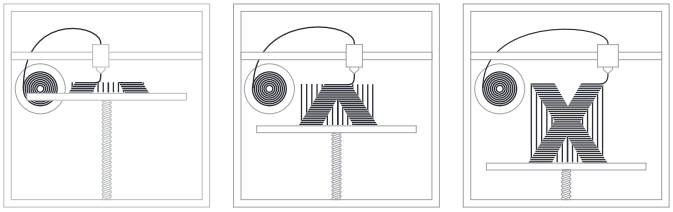
Binder Jetting

Binder Jetting

Beste Anwendungen: Komplexe Großteile wie Kühlsysteme, Gehäuse und Teile für die Luft- und Raumfahrt.

Wie es funktioniert: Binder Jetting ist ein Prozess, bei dem eine Pulverschicht auf einer Bauplattform aufgebraucht wird. Es wird ein flüssiges Bindemittel aufgetragen, das die Partikel miteinander verbindet. Der Druckkopf trägt abwechselnd das Material und das Bindemittel Schicht für Schicht auf. Binder Jetting benötigt keine Stützstrukturen, so dass das Bauvolumen mit mehreren Teilen gefüllt werden kann. Binder Jetting ist ein kostengünstiges und schnelles Verfahren und kann mit fast jedem Material arbeiten, das in Pulverform vorliegt. Nach dem Drucken muss das Teil gewaschen und in einem Ofen gesintert werden, um es zu einem vollständig dichten Metallteil zu machen.

NACHBEARBEITUNG



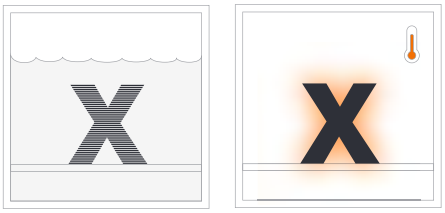
PROS

+ Ausführungen nach Maß
+ kosteneffektiv
+ vielfältige Materialauswahl

CONTRAS

- nicht absolut dicht
- kann keine kleinen, genauen Eigenschaften produzieren

NACHBEARBEITUNG



ADAM

Atomic Diffusion Additive Manufacturing

Beste Anwendungen: Metallwerkzeuge und komplexe Teile.

Wie es funktioniert: ADAM ist ein einzigartiges und kostengünstiges Metall-3D-Druckverfahren, das Konzepte aus dem FFF-3D-Druck und dem Metal Injection Molding (MIM) kombiniert. Metallpulver (üblich bei SLM-Verfahren) ist von einem Kunststoffbindemittel umgeben, das von einem Extruder Schicht für Schicht auf eine Druckplattform aufgebracht wird. Nachdem ein Teil gedruckt ist, muss es gewaschen und in einem Ofen gesintert werden, wobei das Bindemittel abgeschmolzen wird und die Metallpulver zu einem isotropen Metallteil verschmelzen können. ADAM ist auch nützlich für die Erstellung benutzerdefinierter Innengeometrien.

6

So wählen Sie einen 3D-Drucker für Ihr Unternehmen aus

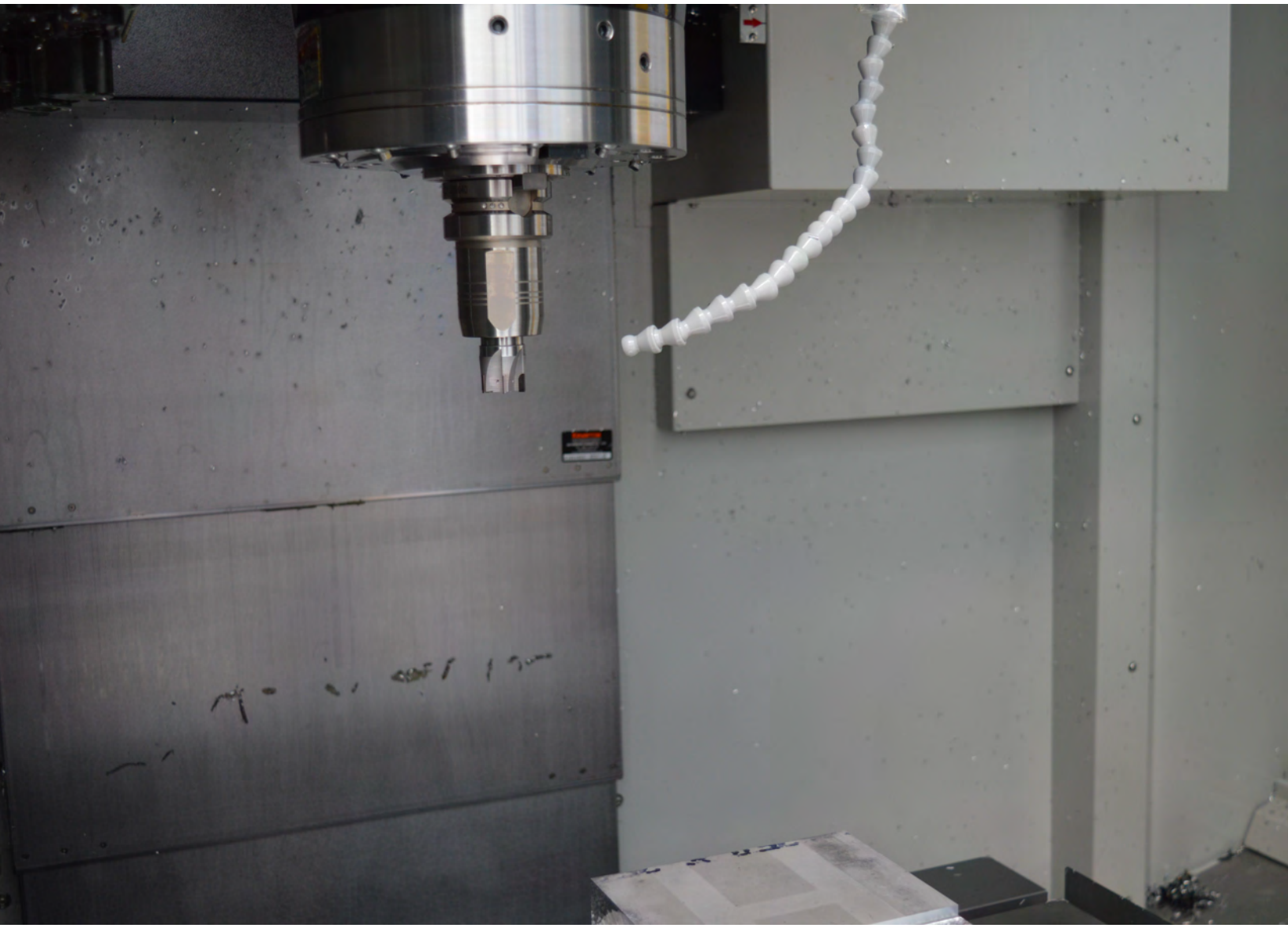
Wenn Sie sich für einen 3D-Drucker entscheiden, stellen Sie sich diese Fragen:

1. Was sind unsere größten Herausforderungen in der Fertigung?
    - Prototyping (Anzahl/Zeit der Iterationen, Lieferzeit/Kosten)
    - Werkzeugbau (Zeit/Kosten für das Werkzeug, kundenspezifische Bearbeitung)
    - Endverbrauchsteile (Kosten, Qualität, Lieferzeit)
2. Wie hoch sind meine aktuellen Kosten für das Outsourcing oder die Bearbeitung von Teilen im eigenen Haus?
3. Wie wichtig ist es, stabile Teile zu haben?
4. Müssen meine Teile hitze- oder chemikalienbeständig sein?
5. Habe ich besondere materielle Einschränkungen? (Thermoplast, Verbundwerkstoffe, Photopolymere, Metall)
6. Fehlen mir derzeit Termine, weil ich viel Zeit mit der Bearbeitung verbringe oder Teile auslagern muss?
7. Verliert das Unternehmen durch reduzierte Produktion Einnahmen?
8. Verlassen sich unsere Ingenieure zu sehr auf teure Anlagen für nicht umsatzfähige Teile?

Wenn Sie die Möglichkeit haben, mit verschiedenen 3D-Druckerherstellern zu sprechen, stellen Sie ihnen diese Fragen:

1. Was macht die Technologie dieses Unternehmens einzigartig?
2. Welche Anforderungen stellen die Anlagen für den Maschinenbetrieb (Gesundheit, Sicherheit, Strom und Lüftung)?
3. Ist es möglich, Muster zur Prüfung der Qualität zu verwenden?
4. Wie läuft der Prozess vom Design bis zum Teil in der Hand ab?
5. Welche konkreten Schritte sind erforderlich, um zu einem funktionsfähigen Teil zu gelangen, das für meine Fertigungshalle geeignet ist?
6. Wie stellt Ihr System eine hohe Druckqualität sicher?
7. Mit welchen Materialien kann ich auf jeder Maschine arbeiten und wie werden diese meine Anwendung unterstützen?
8. Wie sieht der Einrichtungsprozess einschließlich Schulung aus und wie schnell drucke ich?
9. Wer betreibt typischerweise Drucker im eigenen Haus und welche Art von Schulung / Expertise ist erforderlich?
10. Können Sie Software vorab testen?
11. Wird der Drucker mit einer eigenen Software geliefert?
12. Wie ist die Lernkurve für die Software?

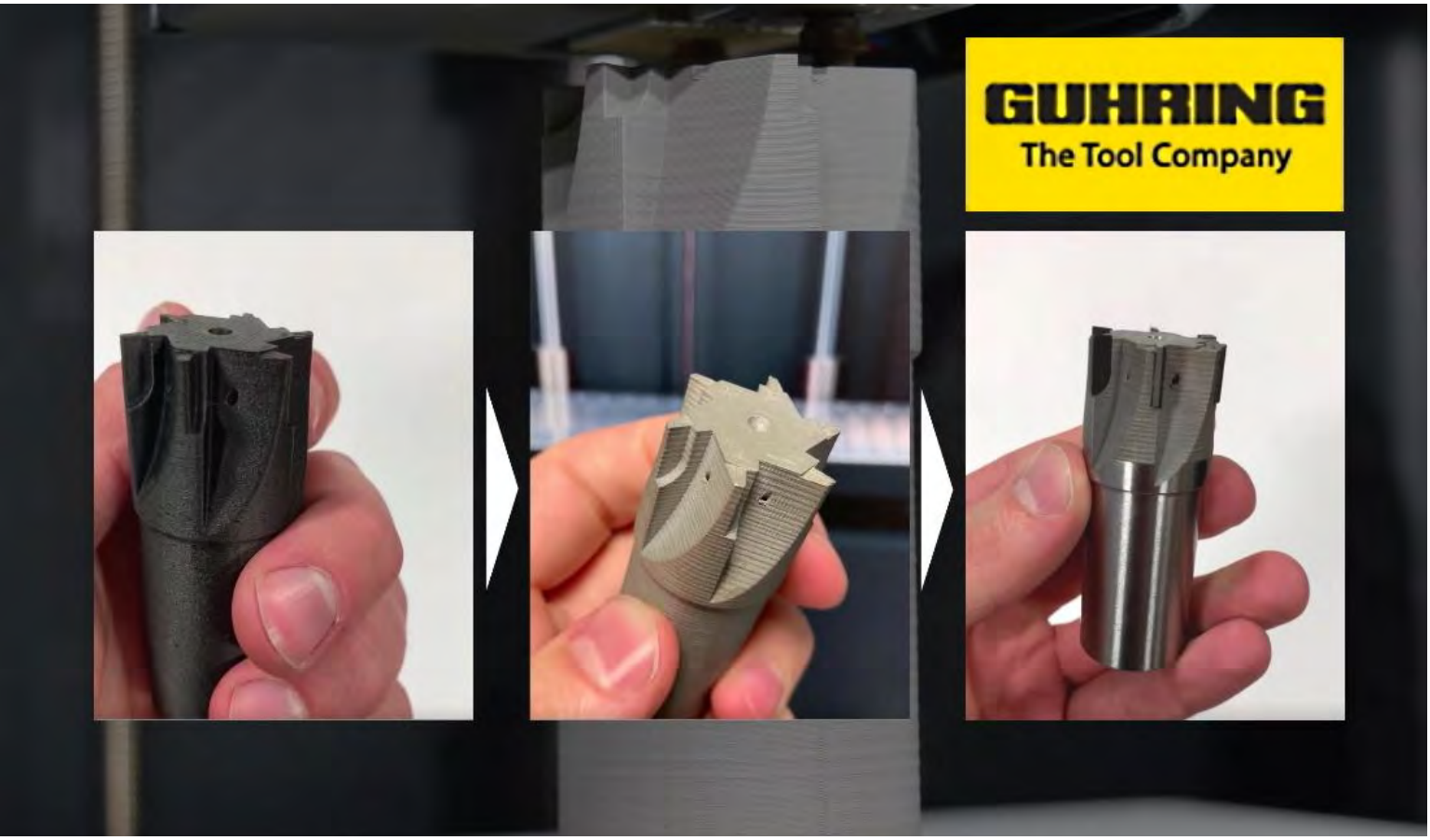
Sobald Sie die notwendigen Informationen haben, können Sie eine fundierte Entscheidung darüber treffen, welcher Drucker am besten für Sie geeignet ist.



Aus Metall 3D gedrucktes Schneidwerkzeug von Guhring UK im Einsatz.

7 3D-Druck für die Fertigung mit Markforged

Bei Markforged haben wir neue Materialien und Technologien eingeführt, die Unternehmen geholfen haben, ihre Prozesse zu verändern und bessere Ergebnisse zu erzielen. Hier sind einige der Möglichkeiten, wie unsere Kunden die Markforged-Technologie bei der Herstellung von Prototypen, Werkzeugen und Vorrichtungen sowie Endprodukten eingesetzt haben.



UNTERNEHMEN
Guhring UK

INDUSTRIE
Präzisionswerkzeugherstellung

DRUCKER
System des MarkforgedMetal X

MATERIAL
Werkzeugstahl H13

66%
ZEITEINSPARUNG IN DER HERSTELLUNG

75%
EINGESPART BEI KLEINSERIEN

60%
GEWICHTSEINSPARUNGEN

3D gedruckte Schneidwerkzeuge

“Als wir begannen, kleinere Mengen Spezialwerkzeuge an Kunden zu liefern, wurde dies zu einem Problem”, erklärt Alan Pearce, Leiter der PCD-Produktion bei Guhring UK.

Jedes Stück Spezialwerkzeug, das Gühring herstellt, muss zuerst vom Kunden genehmigt werden. Abhängig von der Größe und Komplexität des Bauteils kann es bis zu acht Wochen dauern, bis Spezialwerkzeuge im eigenen Haus entwickelt, getestet und hergestellt wurden. Die Arbeit am Werkzeug kann erst beginnen, wenn die Konstruktion genehmigt wurde. Kleinere Hersteller mit geringerem Volumen können die Kosten oder die Vorlaufzeit für Spezialwerkzeuge nicht rechtfertigen.

Dank der Markforged 3D-Drucker kann Gühring bereits zum ersten Termin beim Kunden, nur wenige Tage später, einen 3D gedruckten Prototypen aus Onyx vorstellen. Auf dieser Grundlage wird anschließend das finale Schneidwerkzeug auf dem Markforged Metal X 3D-Drucker mit dem Werkzeugstahl H13 gedruckt.

UNTERNEHMEN
Autometrix

INDUSTRIE
Textilausstattung

DRUCKER
Mark Two

MATERIAL
Onyx

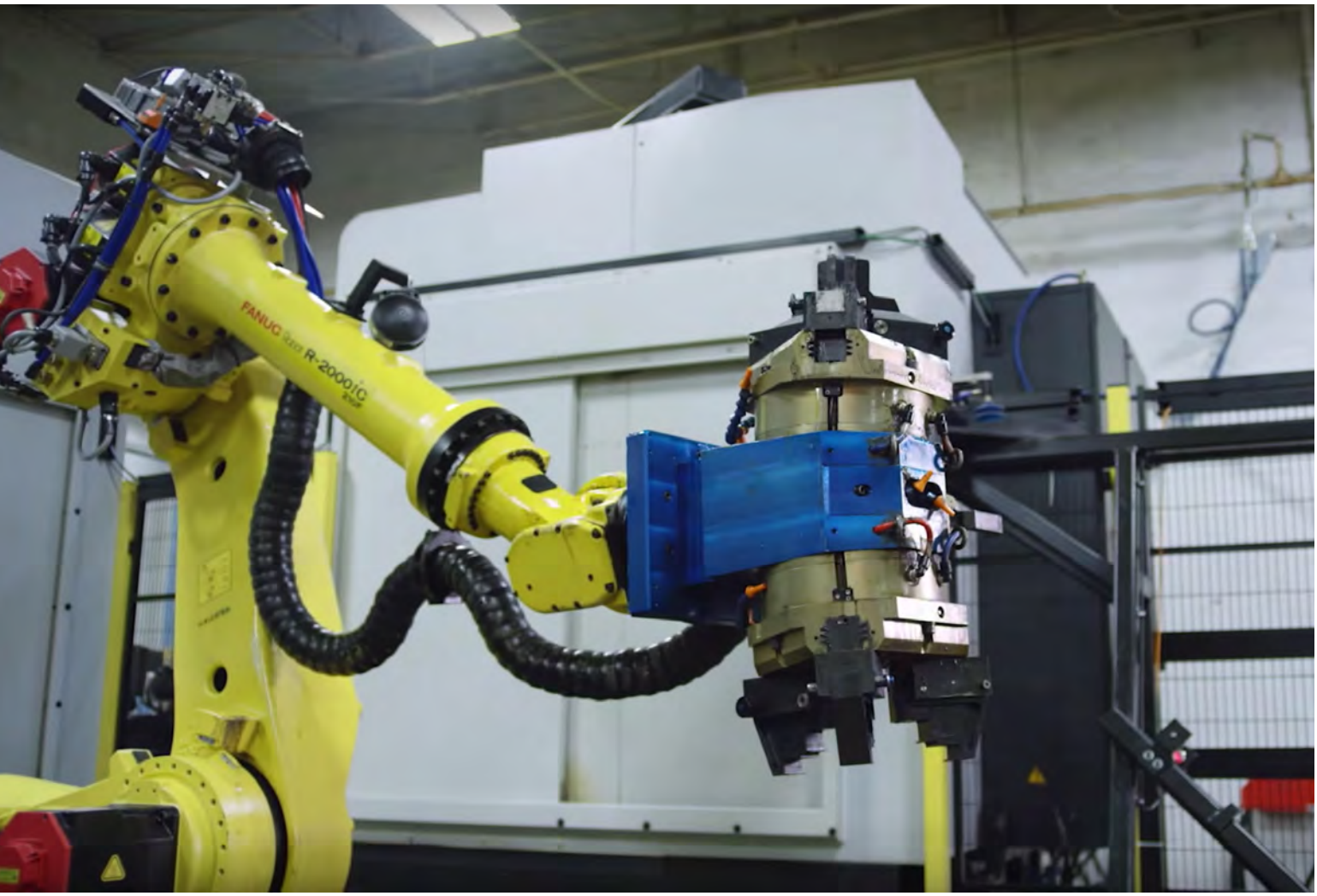
93%
BILLIGER

78%
SCHNELLER

Präzisionsschneider

Autometrix, ein Konstrukteur und Hersteller von Schnittanlagen, suchte nach neuen Wegen, um Teile für seine Maschinen zu prototypisieren. Das Unternehmen hatte zuvor Prototypen aus Aluminium gefertigt, was für Kleinserien von Sonderteilen unerschwinglich war. Die zusätzlichen Kosten kamen aus dem Bereich der Sonderwerkzeuge, die jedes Mal bearbeitet werden mussten, wenn ein neuer Prototyp benötigt wurde.

Als das Unternehmen begann, nach anderen Optionen zu suchen, um die hohen Kosten auszugleichen, fanden sie heraus, dass ein 3D-Drucker „in der Lage war, stärkere Teile in kürzerer Zeit für weitaus weniger Geld herzustellen als alles andere, was wir bis dahin gefunden hatten“, so Jonathan Palmer, Chief Technical Officer. Autometrix testet nun schnell neue Ideen durch den Druck von Prototypen, anstatt Drittanbieter für kostenintensive Einzelteile zu bezahlen.



UNTERNEHMEN
Dixon Valve

INDUSTRIE
Fertigung

DRUCKER
Mark Two

MATERIAL
Onyx + Kohlefaser

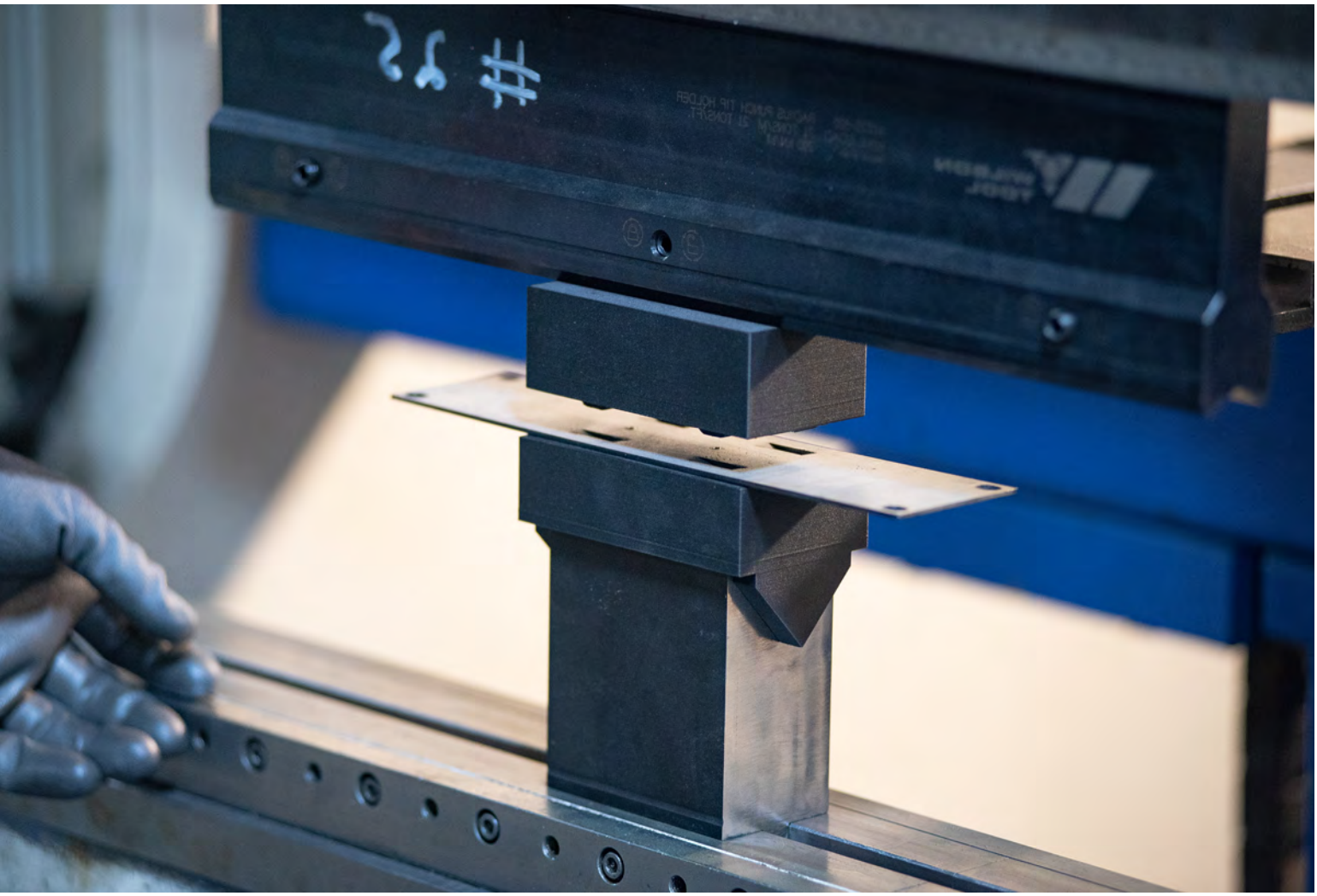
97%
BILLIGER

93%
SCHNELLER

Greiferbacken

Dixon Valve benötigte Greiferbacken, um Teile zwischen Bearbeitungszentren zu übertragen. Das Unternehmen stellte fest, dass sie teuer zu produzieren waren, und benötigte eine Woche für die Herstellung. Nach dem Kauf eines Mark Two konnten die Ingenieure einen Roboterarm in weniger als 24 Stunden umrüsten.

Systemingenieur J.R. Everett beschreibt die Markforged-Maschinen als „eine kritische Komponente in unserem Konstruktionsprozess, die die Art und Weise, wie wir arbeiten, wirklich so verändert, dass wir unsere Verfahren und Pläne tatsächlich angepasst haben." Mit der Markforged-Technologie produzierten die Ingenieure von Dixon Valve in Onyx langlebige, chemisch beständige Teile und machten es überflüssig, die meisten seiner Greifer auszulagern oder zu bearbeiten.



UNTERNEHMEN
Centerline

INDUSTRIE
Fertigung

DRUCKER
Mark Two

MATERIAL
Onyx

86%
BILLIGER

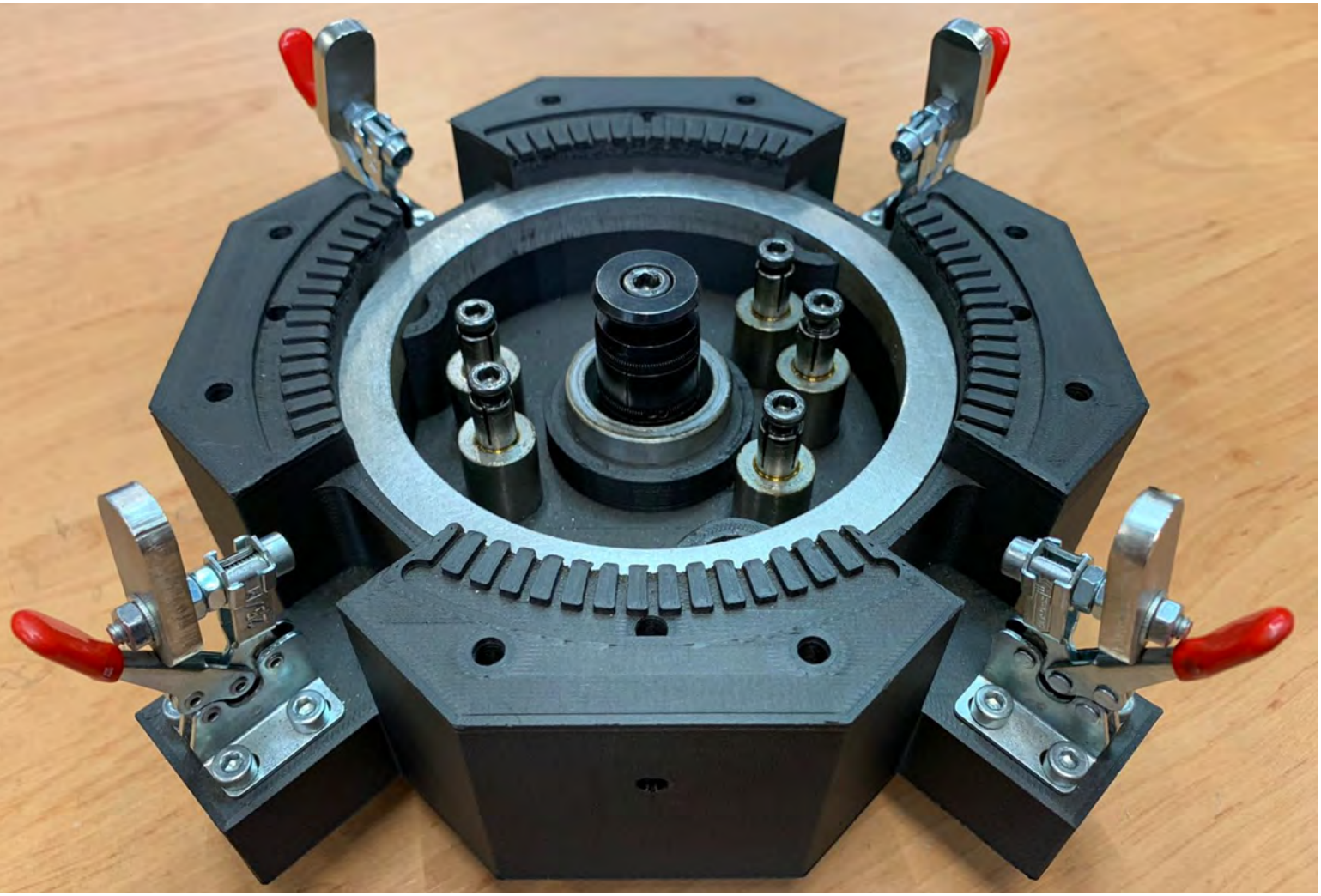
88%
SCHNELLER

Abkantpressenstanze

Centerline Engineered Solutions (CES) ist ein Auftragsentwicklungs- und Fertigungsunternehmen in Greenwood, South Carolina. Das Unternehmen musste potenzielle Aufträge ablehnen, weil das Budget des Kunden die für die Herstellung der Teile erforderlichen Werkzeug- und Vorrichtungskosten nicht decken konnte, und kämpfte darum, Werkzeuglösungen für Kleinserienteile zu finden.

Ein Kunde wandte sich an CES und forderte ein durchbohrtes und geformtes 14-Gauge-Edelstahlstück. Ein Laserschneider erzeugt vier formbare Bereiche, und dann lanciert eine Abkantpresse mit einem kundenspezifischen Stempel und einer Matrize die Bereiche nach außen. Phil Vickery, CEO und Gründer von CES, druckte 3D den Pressenstanzstempel und hielt ihn in der Mitte an, um 14-Gauge-Stahleinsätze in das Druckteil einzusetzen. Dies führte zu einem verstärkten 3D-Druckteil, das in der Lage war, Merkmale der Matrize zu bilden.

3D gedruckte Vorrichtungen für
eine Laserschweißanlage



UNTERNEHMEN
Primetall GmbH

INDUSTRIE
Blechbarbeitung

DRUCKER
X7

MATERIAL
Onyx +
Carbonfaser

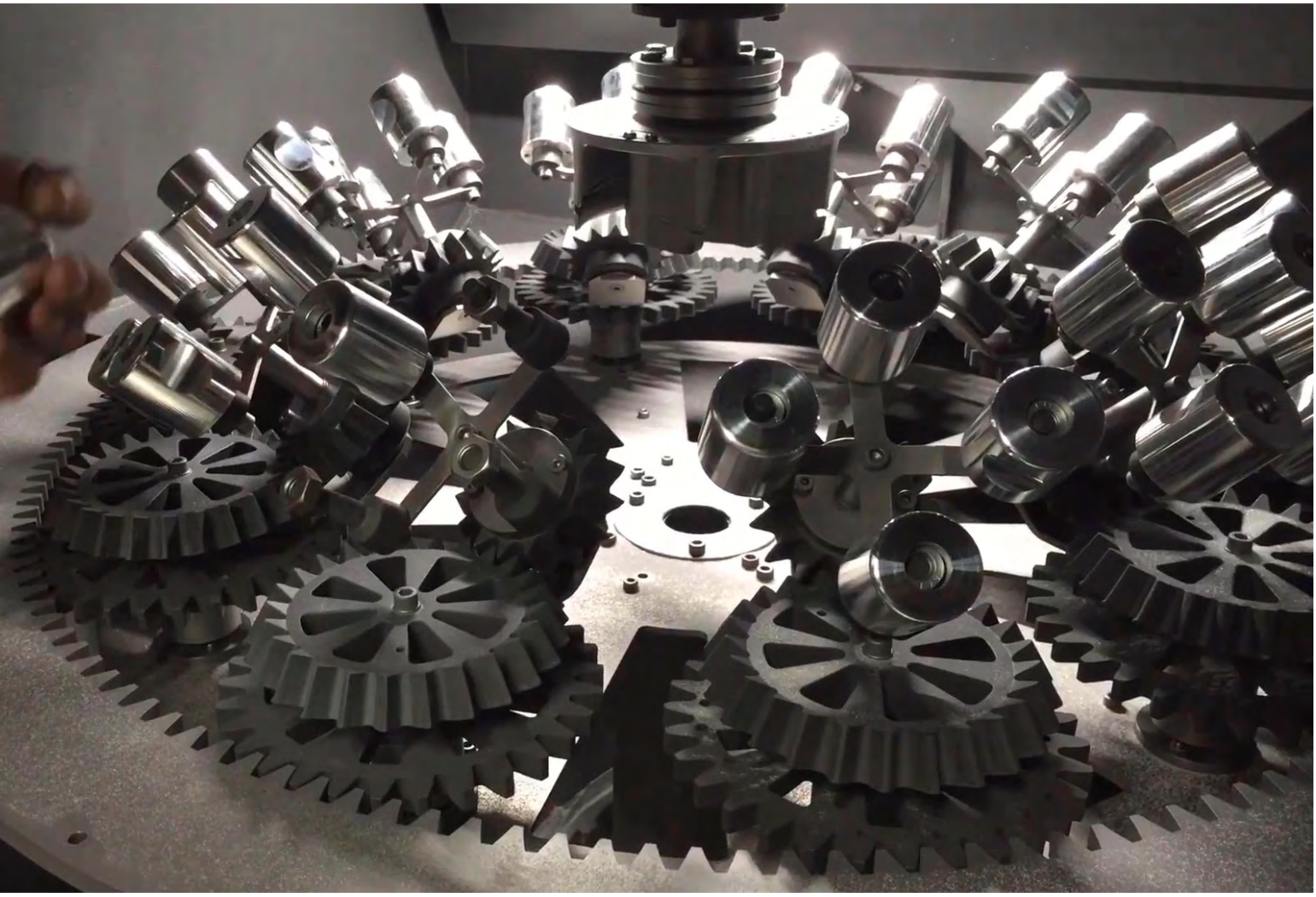
1000€
PRO VORRICHTUNG EINGESPART

60%
GEWICHTSEINSPARUNGEN

Vorrichtungen

Primetall benötigt für einige Bauteile individuelle Vorrichtungen, um diese auf eine Laserschweißmaschine zu spannen. Diese Vorrichtungen wurden bisher aus Aluminium gefertigt und waren sehr schwer und teuer in der Herstellung.

Im Zuge einiger Überlegungen wurde diese Vorrichtung mit der additiven Fertigung, mit einem Markforged 3D-Drucker, optimiert. Die Vorrichtung wurde im inneren mit einer Carbon-Endlosfaser verstärkt. Außerdem konnte ein Nullpunkt-Spannsystem angebracht und Kanäle im inneren der Vorrichtung integriert werden. Nun kann Formiergas überall dorthin geleitet werden wo es benötigt wird – mit nur einem Gas-Anschluss! Es wurde praktisch “um die Ecke gebohrt”. Das ist Fertigung neu definiert.



UNTERNEHMEN
BMF GmbH

INDUSTRIE
Maschinen- und Anlagenbau

DRUCKER
Mark Two

MATERIAL
Onyx

60%
GEWICHTSREDUZIERUNGEN

Zahnräder

“Die Bauteile aus dem Basismaterial Onyx haben sich selbst unter extremer Belastung als sehr verschleißfest und bruchsicher bewährt. Somit können diese auch im Sandstrahl-Bereich ohne Bedenken eingesetzt werden. Im Vergleich zu gefrästen Bauteilen konnte eine Gewichtsreduktion von über 60% erzielt werden. Der zeitliche Vorlauf für die Fertigung beträgt jetzt nur noch wenige Stunden.” – Marc Krause von der BMF GmbH

Die von der BMF GmbH aus Chemnitz, eigens entwickelte Smart Surface Control-Technologie, benötigt eine Vielzahl verschiedener Komponenten, mit teilweise komplexem Fertigungsaufwand. Dies erforderte bisher einen langen Fertigungsvorlauf und eine aufwendige Lagerhaltung.

Mittlerweile werden auf mehreren Markforged 3D-Druckern eine Vielzahl verschiedenster Teile für den Twister und Tornado, nach Bedarf, gefertigt.

Wir freuen uns auf Sie!

Mark3D GmbH
In der Werr 11
35719 Angelburg

Telefon **07361 63396 00**
E-Mail **info@mark3d.de**
Internet **www.mark3d.de**

Mark3D GmbH
Niederlassung Aalen
Wi.Z – Ulmer Straße 124
73431 Aalen

Mark3D GmbH
Technologiezentrum Haiger
Ingersoll Werkzeuge GmbH
Kalteiche-Ring 21-25
35708 Haiger

Mark3D UK Limited
The Innovation Centre, 1 Devon Way
Longbridge, Birmingham, B31 2TS

Mark3D Benelux BV
Brabantlaan 3D
5216 TV, 's-Hertogenbosch

Mark3D
Print Stronger

© 2020 Markforged, Inc. & Mark3D GmbH