

# 3D-GEDRUCKTE VORRICHTUNGEN, HALTERUNGEN UND ANDERE PRODUKTIONSWERKZEUGE





## 3D-Druck von Vorrichtungen und anderen Produktionswerkzeugen zur Unterstützung von Fertigungsprozessen

Wenn von Produktionsprozessen und den dazugehörigen Anlagen die Rede ist, denken die meisten Menschen an große Fräsmaschinen, hydraulische Pressen, Spritzgießmaschinen oder Roboter, die Autos und andere Industriegüter zusammenbauen. Doch es gibt auch kleine und scheinbar unscheinbare Werkzeuge, die in den verschiedenen Fertigungsschritten eingesetzt werden, nämlich Vorrichtungen und Halterungen. Diese Werkzeuge erweisen sich als unverzichtbar für den Produktionsprozess, da sie Zeit sparen und den Arbeitern das Leben erleichtern. Der Einsatz der additiven Fertigung, besser bekannt als 3D-Druck, zur Herstellung von Vorrichtungen kann für Ingenieure, Produktionsplaner und Fabrikarbeiter ein Durchbruch sein, um das richtige Werkzeug für die richtige Aufgabe zu produzieren.



# WAS SIND HALTERUNGEN UND VORRICHTUNGEN?



Halterungen und Vorrichtungen sind Werkzeuge, die dazu dienen, ein Werkstück in einer gewünschten Position zu halten oder es in eine bestimmte Richtung zu bewegen. In den Anfängen der Industrialisierung wurden Vorrichtungen durch die relative Bewegung von Werkzeug und Objekt unterschieden [1]:

- Eine Vorrichtung bewegt das Werkstück relativ zu einem Werkzeug.
- Eine Vorrichtung hält das Werkstück an einem festen Ort, während sich das Werkzeug bewegt.

Inzwischen hat sich diese strikte Unterscheidung aufgeweicht. Heutzutage werden die Begriffe oft verwechselt oder durcheinander gebracht, und der Ausdruck "Vorrichtungen" bezieht sich jetzt allgemein auf alle Arten von Geräten, die nicht nur beim Positionieren, Handhaben, Lagern, Messen, Qualifizieren und Organisieren von Werkstücken helfen, sondern auch bei Messgeräten, Sensoren, anderen Werkzeugen und Produktionshilfsmitteln.

Ein gutes Beispiel für ein solches Werkzeug ist die von Tischlern häufig verwendete Bohrlehre. Indem man den Bohrer an der richtigen Stelle und in der richtigen Ausrichtung hält, können Löcher in Holzgegenstände in der exakt richtigen Position gebohrt werden. Streng genommen handelt es sich dabei um eine Vorrichtung, da sich das Werkzeug im Verhältnis zum Werkstück bewegt. Im industriellen Kontext sind die Vorrichtungen, die zur Unterstützung der vielen verschiedenen Fertigungsprozesse verwendet werden, oft viel komplexer.



[1] Colvin, Fred H.; Haas, Lucian L. (1938). Jigs and Fixtures: A Reference Book. New York und London: McGraw-Hill Book Company.

# WAS SIND DIE ANFORDERUNGEN?



Moderne Fertigungsprozesse sind äußerst vielfältig, ebenso wie die Aufgaben, die die Werkzeuge erfüllen müssen. Daher müssen Vorrichtungen je nach Prozess viele verschiedene Anforderungen erfüllen.

## Genauigkeit

In den meisten Fällen wirkt eine Vorrichtung physisch mit dem Werkstück und (mindestens) einem weiteren Objekt wie einem Werkzeug oder einem Schraubstock zusammen. Um sicherzustellen, dass das Werkstück sicher an seinem Platz gehalten wird, während die Position des anderen Objekts die Anforderungen des Fertigungsprozesses erfüllt, ist in der Regel ein hohes Maß an Genauigkeit erforderlich.

## Festigkeit und Langlebigkeit

In einigen Fällen, wie z. B. in einer Messumgebung, sind die Belastungen für das Werkzeug gering, während in anderen Fällen eine Vorrichtung den Kräften standhalten muss, die von einem Fräser auf sie ausgeübt werden. Dies muss in der Entwurfsphase berücksichtigt werden, und das Herstellungsverfahren für ein Werkzeug muss entsprechend gewählt werden. Hinzu kommt, dass einige Vorrichtungen nur einmal verwendet werden, während andere für eine jahrelange Nutzung vorgesehen sind. Von bestimmten Werkzeugen wird erwartet, dass sie viele Jahre lang halten und ihre Eigenschaften behalten. Alternativ dazu muss die Möglichkeit bestehen, das Werkzeug zu überarbeiten.



## Flexibilität und Verfügbarkeit

Einer der wichtigsten Faktoren, um auf dem Markt erfolgreich zu sein, ist heutzutage ein schneller Entwicklungsprozess. Viele Iterationen und damit viele Varianten eines Bauteils sind erforderlich, um die bestmögliche Lösung für Ihr Produkt zu finden, und sehr oft erfordert dies neue, neu gestaltete Werkzeuge innerhalb eines kurzen Zeitraums. Lange Vorlaufzeiten für die (oft ausgelagerte) Herstellung von Werkzeugen können die Produktentwicklung verzögern und den Erfolg eines Unternehmens gefährden.

## Kosten

Wie jedes Werkzeug tragen auch Vorrichtungen zu den Gesamtkosten eines Produkts bei. Je weniger Werkstücke mit einem Werkzeug hergestellt werden - z. B. wenn ein Werkzeug für die Kleinserienfertigung oder einen sich ständig ändernden Prototyp verwendet wird - desto stärker wirken sich die Werkzeugkosten auf den Endpreis des Produkts aus. Dies gilt vor allem in der Entwicklungsphase, in der die Werkzeuge manchmal nur einmal verwendet werden, bevor ein Entwurf geändert und ein neues Werkzeug benötigt wird. Daher ist es unerlässlich, die Werkzeugkosten niedrig zu halten und gleichzeitig sicherzustellen, dass die Vorrichtungen ihre Aufgaben voll erfüllen können.

# WIE WERDEN SIE HERGESTELLT?



## Wie werden Vorrichtungen konventionell hergestellt?

Aufgrund der Komplexität ihrer Aufgaben und Verwendungszwecke gibt es große Unterschiede bei der Herstellung von Vorrichtungen. Man kann jedoch sagen, dass die meisten immer noch aus Metall hergestellt werden, was Fertigungsverfahren wie Schweißen, CNC-Bearbeitung, Bohren und Schleifen umfasst. Meistens ist eine Kombination aus zwei oder mehr dieser Verfahren erforderlich, was die Werkzeugherstellung sehr zeitaufwändig macht. Metallteile bieten zwar die erforderliche Festigkeit, um Werkstücke zu halten und zu sichern, sind aber recht schwer. Dies kann ein Nachteil sein, insbesondere bei Anwendungen, bei denen die Arbeiter wiederholt mit handgehaltenen Geräten arbeiten.

Je größer das Werkzeug ist, desto mehr Produktion und Montage von mehreren Teilen ist erforderlich. Dies trägt natürlich zu den Kosten und Durchlaufzeiten bei, birgt aber auch ein Risiko für die Genauigkeit des Werkzeugs. Wenn eine Vorrichtung aus diesen Gründen als Einzelteil hergestellt werden muss, sind oft großformatige Maschinen erforderlich, um zu gewährleisten, dass das Werkzeug die Anforderungen erfüllt.



# WIE WERDEN SIE HERGESTELLT?



## Wie können Sie den 3D-Druck einsetzen, um diese Probleme zu lösen?

Wie wir bereits gesehen haben, kann die Wahl der Strategie und des Herstellungsverfahrens für Ihre Werkzeuge, Vorrichtungen und Halterungen einen massiven Einfluss auf Qualität, Kosten und Durchlaufzeiten haben. Dies gilt nicht nur für Produktionsprozesse, sondern auch für die Forschungs- und Entwicklungsphasen im Lebenszyklus Ihres Produkts.

Um die Informationen aus dem vorherigen Kapitel zusammenzufassen, ist die perfekte Vorrichtung:

- Stark genug, um den Belastungen und Kräften standzuhalten, die während des Herstellungsprozesses auftreten,
- hinreichend präzise, um alle vorgesehenen Fertigungsschritte ohne nachteilige Auswirkungen durchführen zu können,
- kosteneffizient, um einen wettbewerbsfähigen Preis für das Endprodukt zu erzielen,
- leicht anpassbar, um längere Stillstandszeiten im Entwicklungsprozess aufgrund von Änderungen im Design des Produkts zu vermeiden, und
- schnell genug hergestellt werden kann, um kurzfristige Änderungen und Anpassungen zu ermöglichen.

Bitte beachten Sie, dass das ästhetische Erscheinungsbild eines solchen Werkzeugs bei einer solchen Anwendung eine untergeordnete Rolle spielt. Auch wenn einige Werkzeuge ein sehr ansprechendes Aussehen haben können, sind in einer industriellen Umgebung Oberflächenqualität und spezifische Haptik nur für mechanische oder vom Menschen zu bedienende Schnittstellen erforderlich.

Wie kommen wir nun zu den 3D-gedruckten Vorrichtungen? Kurz gesagt, Objekte, die mit additiven Fertigungsverfahren hergestellt werden, erfüllen alle oben genannten Anforderungen. Manch einer, der schon einmal ein 3D-gedrucktes Kunststoffteil in der Hand hatte, mag sich fragen, ob das wirklich stimmt. Doch ein genauerer Blick in die Details offenbart das enorme Potenzial von 3D-gedruckten Werkzeugen.

Auf den folgenden Seiten möchten wir Ihnen einige Beispiele dafür zeigen, wie unsere Kunden ihre Produktionsprozesse beschleunigt, Fertigungsschritte effizienter gestaltet und repetitive Aufgaben für ihre Mitarbeiter vereinfacht haben.

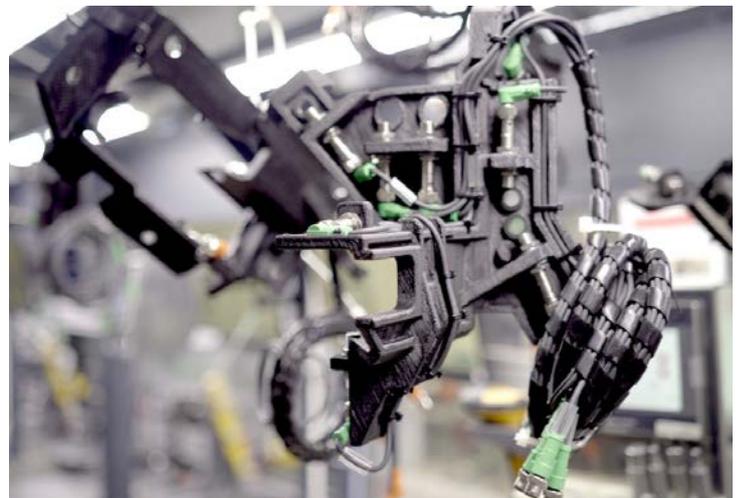


# ANWENDUNG: WAT SPART 50 % DER ZEIT IN DER QUALITÄTSSICHERUNG



Walther Automobiltechnik (WAT) stellt unter anderem komplexe Rohrrahmen aus Stahl und Aluminium her, die hauptsächlich in Autos und Motorrädern verwendet werden. Um diese Rahmen herzustellen, werden Rohre gebogen und geschweißt, Löcher an den richtigen Stellen gebohrt und Verstärkungsplatten hinzugefügt, um eine komplizierte Struktur mit vielen Schnittstellen zu schaffen. Um eine Qualitätskontrolle durchzuführen, müssen die Abmessungen des Rahmens einschließlich der Größe und Position aller Merkmale gemessen und die Werte in der Datenbank des Produkts gespeichert werden. Die Messungen werden mit Messschiebern, Go/NoGo-Lehren und optischen Geräten durchgeführt. Da die meisten dieser Schritte manuell durchgeführt werden und möglicherweise fehlerhaft sein könnten, musste die Gültigkeit der Messungen durch das "Vier-Augen-Prinzip" sichergestellt werden, was die Arbeitskräfte bindet und höhere Kosten verursacht.

Jetzt druckt WAT 3D-Vorrichtungen, die eine große Anzahl von Sensoren und Messgeräten an ihrem Platz aufnehmen. Indem man die Vorrichtung auf einen Rahmen setzt, wo sie von Magneten gehalten wird, werden viele Messungen gleichzeitig vorgenommen. Da die Lehren nicht mehr falsch verwendet werden können, können die Daten direkt an die Datenbank gesendet werden, ohne dass eine zweite Kontrollschleife benötigt. Dies führt zu einer Zeitersparnis von mehr als 50 % für WAT.



WAT nutzt seinen BigRep 3D-Drucker nicht nur für QA-Werkzeuge. Verschiedene Produktionsprozesse wurden auf ihr Optimierungspotenzial hin untersucht, was zu einer Reihe weiterer Vorrichtungen geführt hat. Dazu gehören Schattenbretter und Teilebehälter, die nach dem "Poka Yoke"-Prinzip Fehlerquellen minimieren, oder Halterungen, die dafür sorgen, dass Arbeitsflächen frei von Werkzeugen bleiben, diese aber am Arbeitsplatz bereitgehalten werden.

# ANWENDUNG: VESTAS SENKT KOSTEN FÜR MONTAGEWERKZEUGE UM 70%



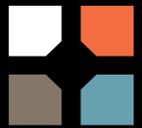
Vestas entwirft, konstruiert, fertigt und installiert große Windkraftanlagen. Bei der Montage der Rotorblätter werden spezielle Vorrichtungen benötigt, um die Komponenten an ihrem Platz zu halten und eine einheitliche Positionierung von einem Rotorblatt zum nächsten zu gewährleisten. Um die schweren, geschweißten Stahlvorrichtungen zu ersetzen, die eine lange Vorlaufzeit hatten, suchte Vestas nach einer schnelleren und kostengünstigeren Möglichkeit, die Montageteams mit geeigneten Werkzeugen auszustatten.

Daraufhin entwarf Vestas eine 3D-druckbare Vorrichtung, die leichter sowie modular und damit vielseitiger ist. Die Vorlaufzeit konnte um mehrere Wochen verkürzt und die Produktionskosten um mehr als 70 % gesenkt werden. Dies war nur möglich, weil ihr großformatiger 3D-Drucker, der Studio G2 von BigRep (Vestas hat einen G1), es ihnen ermöglichte, die großen Bauteile zu drucken, die für die Herstellung großer Werkstücke erforderlich sind.

Aber die Ingenieure von Vestas haben sich nicht damit begnügt. Da ihnen ein großformatiger 3D-Drucker zur Verfügung stand, konnten sie auch andere Teile drucken, die die komplizierte und anspruchsvolle Montage von Windkraftanlagen sicherer und einfacher machten. Vestas machte eine interessante Entdeckung: Die Herstellung von Werkzeugen für die Montage und Qualitätssicherung mit dem 3D-Drucker war so kosteneffizient und schnell, dass sie viel mehr davon herstellen konnten, was wiederum die Produktqualität erhöhte. Jeremy Haight, Principal Engineer bei Vestas: "Mit Additive Manufacturing in der Tasche konnten wir die Produktion mit Qualitätswerkzeugen versorgen, so dass unsere regulären Produktionsmitarbeiter mehr der wichtigen Stichproben durchführen können, was zu einer besseren Qualität führt."



# ANWENDUNG: BIGREP ONE VON FORD ERREICHT ROI NACH NUR DREI DRUCKVORGÄNGEN



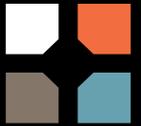
Bei Ford suchten die Ingenieure nach einer Möglichkeit, eine großformatige Vorrichtung zur Messung des Spalts zwischen Karosserie und Tür herzustellen. Dieses Werkzeug musste die Größe der Türöffnung haben und präzise genug sein, um eine zuverlässige Messung zu gewährleisten. Da es sich um ein handgehaltenes Gerät handelt, war sein Gewicht wichtig, da es von den Arbeitern immer wieder angehoben werden würde. Außerdem musste Ford das Gerät schnell anpassen, wenn sich durch Konstruktionsänderungen neue Rahmengrößen und -formen ergaben. Die Ford-Ingenieure fanden eine Lösung, indem sie ihr BigRep ONE nutzten, um ein robustes und dennoch leichtes 3D-gedrucktes Messgerät zu entwickeln. Beim Vergleich des 3D-Drucks mit anderen Fertigungsoptionen stellte Ford fest, dass sich der BigRep ONE bereits nach dem Druck von nur drei dieser Lehren amortisiert hatte.

Fon da an fanden verschiedene Abteilungen bei Ford Verwendungsmöglichkeiten für den großformatigen 3D-Drucker, der ihnen nun zur Verfügung stand.

Dies sind nur einige der Ideen der Ford-Ingenieure, die gedruckt und im Produktionsprozess eingesetzt wurden:

- Positioniervorrichtungen für Beschriftungen und Logos
- Montagevorrichtungen für komplexe Gruppen von Bauteilen
- Modelle von Fahrzeugteilen für die Montageplanung
- Platzhalter für Bauteile, die später eingebaut werden sollen
- Schutzvorrichtungen zur Vermeidung von Schäden an Teilen, die manuell gehandhabt werden müssen





In praktisch jeder Branche werden viele Werkzeuge benötigt, die den endgültigen Fertigungsprozess unterstützen. Dies gilt insbesondere für hochkomplexe und anspruchsvolle Branchen wie die Automobil- und Windturbinenproduktion, wo Zeit kostbar und Fehler kostspielig sind. In diesen Umgebungen wird jede Änderung eines etablierten Prozesses sorgfältig geplant und nach der Implementierung genau überwacht, und es ist klar, dass sich der großformatige 3D-Druck bewährt hat. Additive Manufacturing ist kosteneffizient, leicht in Fertigungsprozesse zu integrieren und in der Lage, alle technischen Anforderungen zu erfüllen. Zu den Unternehmen, die sich öffentlich für den Einsatz des großformatigen 3D-Drucks ausgesprochen haben, gehören so namhafte Unternehmen wie Mercedes-Benz, Nissan, Siemens und viele andere aus den unterschiedlichsten Branchen, von denen viele tatsächlich BigRep-Drucker einsetzen.

Das neue Herstellungsverfahren löst aber nicht nur einen spezifischen Bedarf bei allen genannten Unternehmen.

Die großformatige additive Fertigung bietet nicht nur reale Lösungen für einige der bekanntesten Unternehmen der Welt. Sie regt auch die Kreativität ihrer Mitarbeiter an und ermöglicht es ihnen, alte Prozesse zu überdenken, um neue und innovative Wege zu finden. Durch die Möglichkeit, ihre Ideen auf Knopfdruck in bestehende Werkstücke zu verwandeln, entstehen völlig neue Lösungen, die zuvor undenkbar waren.



## **BIS ZU 1 M<sup>3</sup> GROSSFORMATIGE, INDUSTRIELLE 3D-DRUCKER** Entwickelt für den Weg vom Prototyping zur Produktion.

Als weltweit führendes Unternehmen im großformatigen FFF-3D-Druck ist BigRep bestrebt, die Produktivität und Kreativität seiner Nutzer mit einfach zu bedienenden Lösungen für die additive Fertigung zu steigern. Mit dem Ziel, Unternehmen dabei zu helfen, Innovationen zu beschleunigen und die Fertigung neu zu überdenken, ermöglichen die in Deutschland entwickelten 3D-Drucker von BigRep Ingenieuren, Designern und Herstellern einen schnelleren Übergang vom Prototyping zur Produktion, damit ihre Produkte als erste auf den Markt kommen. Durch die Zusammenarbeit mit strategischen Partnern - darunter BASF, Bosch Rexroth, Etihad Airways und die Deutsche Bahn - entwickelt BigRep weiterhin komplette Lösungen für die additive Fertigung, bestehend aus industriellen 3D-Druckern, Software und modernen Materialien. BigRep wurde 2014 gegründet und hat seinen Hauptsitz in Berlin sowie Büros in Boston und Singapur.

[bigrep.com](http://bigrep.com)

BigRep GmbH (HQ – Europe)  
Gneisenaustraße 66  
10961 Berlin  
Germany  
Phone +49 30 20 84 82 60

BigRep America Inc.  
50-E Concord Street  
Suite 100  
Wilmington, MA 01887 USA  
Phone +1 781 281 0569

BigRep APAC  
201 Henderson Road  
Apex @Henderson #03-13  
Singapore 159545  
Phone +65 6909 8191 / 9793 2515