



Wie der 3D-Druck von Verbundwerkstoffen die Fertigungsabläufe verbessert

Die Herausforderung

Die Lösung der alltäglichen Probleme in einer Fertigungshalle ist nicht einfach. Oft wird von Ihnen verlangt, mehr zu produzieren, und das unter manchmal unrealistischen Zeitvorstellungen. Zudem müssen Sie die Qualität erhöhen und alles Erforderliche unternehmen, um die Produktion wieder in Gang zu bringen, wenn etwas nicht funktioniert. Zusätzlich wird wahrscheinlich gefordert, die Kosten zu senken.

Als Fertigungsingenieur oder Produktionsleiter kommt Ihnen das vielleicht bekannt vor. Es ist ein perfekter Zusammenstoß von schwer zu erreichenden, widersprüchlichen Zielen. Ist es wirklich möglich, die Dinge zu verbessern, insbesondere bei knappen Ressourcen?

Wir sind der Meinung, dass es möglich ist. Es erfordert jedoch eine bestimmte Strategie, die den Status quo in Frage stellt. Es geht darum, die Sichtweise auf die vom Unternehmen eingesetzten Werkzeuge zu ändern, um die Fertigungshalle am Laufen zu halten. So können Sie Ihren Betrieb effizienter, sicherer und kostengünstiger gestalten.

Wir sprechen über die Integration von 3D-gedruckten Werkzeugen als Ergänzung zu herkömmlichen Metallwerkzeugen.

Wie der 3D-Druck von Verbundwerkstoffen die Fertigungsabläufe verbessert

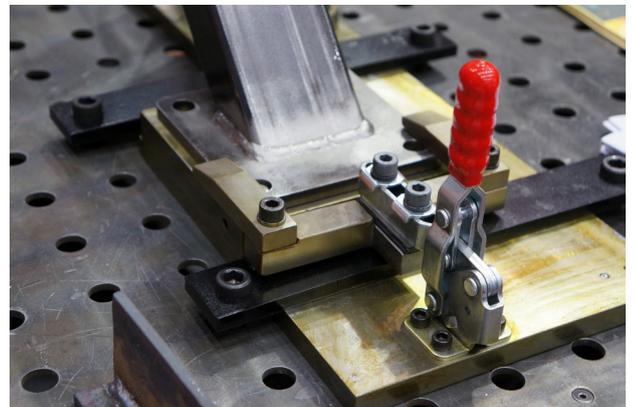
Alle Fertigungsprozesse sind auf Vorrichtungen und Betriebsmittel angewiesen, um Produkte herzustellen. Sie sind ein unverzichtbarer Teil des Produktionsablaufs. Das Problem ist, dass die meisten Hersteller auf herkömmliches Werkzeug setzen. Diese Werkzeuge haben sich zwar seit Beginn des Industriezeitalters bewährt, allerdings bieten 3D-gedruckte Werkzeuge Vorteile, die traditionelle Werkzeuge nicht erreichen.

Bevor wir uns damit befassen, sollten wir uns die derzeitige Denkweise in Bezug auf Produktionswerkzeuge genauer ansehen. Die Werkzeuge in Ihrer Produktion sind wahrscheinlich auf eine Mindestmenge begrenzt, die ausreicht, um eine bestimmte Produktionsrate und ein bestimmtes Qualitätsniveau zu erreichen. Sie sind begrenzt, weil sie zunächst einmal teuer in der Herstellung sind und die Fähigkeiten erfahrener Werkzeugmacher erfordern. Die Standardvorgaben zur Herstellung begrenzen auch deren Geometrie.

Die Herstellung von Werkzeugen mit herkömmlichen Methoden wie CNC-Bearbeitung, Schweißen und Montage nimmt viel Zeit in Anspruch. Bei einer Auslagerung ist aufgrund von Arbeitsrückständen und der Bearbeitungszeit des Anbieters sowie des Versands eine längere Vorlaufzeit erforderlich. Bei einer firmeninternen Produktion gibt es ähnliche Einschränkungen. Darüber hinaus verbrauchen lokal hergestellte Werkzeuge Ressourcen, die für die umsatzgenerierende Produktion verwendet werden können. Aber selbst wenn Ihre interne Maschinenwerkstatt nicht an Ihren Endprodukten arbeitet, warum sollten Sie qualifizierte Maschinisten für einfachere Werkzeuge mit geringen Anforderungen beschäftigen, die stattdessen 3D-gedruckt werden können?

Metallwerkzeuge können schwer sein und größere Teile sind unter Umständen nicht einfach zu handhaben. Mitarbeiter können sich überanstrengen oder verletzen. Wenn Hilfswerkzeuge wie Laufkräne und Hebevorrichtungen erforderlich sind, um sie zu bewegen, verlangsamt dies die Tätigkeit. Häufig werden diese Werkzeuge nur mit Blick auf die Tätigkeit entwickelt, ohne den Anwender zu berücksichtigen. Dies trägt dazu bei, dass Mitarbeiter ermüden und Verletzungen durch monotone Bewegungen erleiden. Die Mitarbeiter passen sich an das Werkzeug an und nicht umgekehrt.

Für die meisten Fertigungsabläufe gilt dieses Denkmuster immer noch. Der Nachteil daran ist, dass ein Hersteller nur begrenzte Möglichkeiten hat, seine Arbeitsprozesse zu verbessern. Das klingt möglicherweise nicht intuitiv, da Werkzeuge die Produktion erleichtern. Aber wenn sie zu teuer und schwer zu rechtfertigen sind oder wenn ihre Herstellung zu lange dauert, ist kaum zu begründen, dass die Fertigung weiterer Werkzeuge zu einer wirklichen Verbesserung beitragen kann. Bei den meisten Arbeitsprozessen begnügt man sich damit und nimmt hin, dass dieser Status Quo zu den Kosten der Geschäftstätigkeit zählt. Bei der maschinellen Bearbeitung besteht der Wunsch nach mehr Werkzeugmaschinen, um die Kapazität zu erhöhen. Dies kann jedoch eine teure Lösung sein und erfordert qualifizierte Mitarbeiter, die immer schwerer zu finden sind.



Die Tücken des Status Quo

Es stellt sich folgende Frage: Wird die Bewältigung Ihrer täglichen Herausforderungen durch das Beibehalten des Status Quo in der Fertigung erleichtert? Alles so zu belassen, wie es ist, mag als ein sicherer Weg erscheinen, aber wahrscheinlich nur deshalb, weil Sie sich angepasst haben. Dadurch wird jedoch nichts besser. Werfen wir einen Blick auf die Erfahrungen von zwei großen Herstellern – Caterpillar und General Motors – um zu prüfen, ob deren Probleme mit Ihren Erfahrungen übereinstimmen.

Kein Hersteller ist immun

Als weltweit führender Hersteller von Bau- und Bergbaumaschinen, Diesel- und Erdgasmotoren sowie anderen Industrieprodukten steht Caterpillar in der Produktion vor einigen Herausforderungen. Beispielsweise gab es ein Problem beim Bohren mit einem Motor der Serie 3500. Durch die Beschädigung einer Bohrerstanzange während der Bearbeitung wurde die Produktion gestoppt. Die Vorlaufzeit für die Beschaffung einer Ersatzstanzange betrug vier Wochen. Die Herstellung eines Ersatzteils vor Ort war eine etwas bessere Option, hätte aber immer noch drei Schichten und drei Arbeitstage erfordert.



Obwohl die Kosten für den Austausch oder die Bearbeitung eines neuen Teils nur 700 bis 1000 USD betragen hätten, wären bei einer Behebung des Problems mit herkömmlichen Mitteln aufgrund der verlorenen Produktionszeit Hunderttausende von USD als Verlust entstanden.

Ein ähnliche Situation ergab sich bei General Motors während der Produktion des Chevrolet Equinox SUV Crossover. In diesem Szenario war GM auf der Suche nach einem besseren Werkzeug zum Verbinden von Blechtafeln. Diese Werkzeuge müssen zusammen mit den Automodellen jährlich gewechselt werden. Diese Werkzeuge werden traditionell aus Aluminium gefertigt, meistens mit einer Vorlaufzeit von 10 Wochen oder mehr. Sie sind außerdem sehr schwer und erfordern eine Hebehilfe. Beim Einsatz in einer Produktionsumgebung muss die Konfiguration des Tools möglicherweise geändert werden, um Aktualisierungen des Entwurfs zu berücksichtigen. Bei einer Vorlaufzeit von 10 Wochen stellte die Einhaltung des Produktionszeitplans das Fertigungsteam vor große Herausforderungen.

Wie würden Sie mit diesen Szenarien umgehen? Akzeptieren Sie den Zeit- und Kostenaufwand für die Herstellung neuer Werkzeuge auf herkömmliche Art und Weise einfach als Geschäftskosten der Produktionsumgebung?

Sie stellen wahrscheinlich weder Automobile noch schwere Geräte her, aber die Aussage dieser Beispiele ist trotzdem gültig. Kein Hersteller, unabhängig von seiner Größe und Komplexität, ist vor Produktionsausfällen gefeit, die durch defekte, fehlerhafte, wenig effektive oder veraltete Werkzeuge verursacht werden. Und die traditionellen Lösungen genügen nicht mehr, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

Die Lösung

Sowohl Caterpillar als auch General Motors haben einen besseren Weg gefunden. Sie entschieden sich für additiv gefertigte Werkzeuge, statt die typischen Zeit- und Kostennachteile zu akzeptieren, die mit konventionell hergestellten Werkzeugen einhergehen. Die gute Nachricht ist, dass diese Lösung für jeden Hersteller, ob groß oder klein, verfügbar ist.

Das 3D-Drucken von Werkzeugen aus langlebigen Thermoplasten mithilfe der FDM®-Technologie anstelle der maschinellen Bearbeitung ist ein wichtiger Baustein zur Verbesserung Ihrer Fertigungsabläufe. Additiv gefertigte Werkzeuge (AM-Tools) erhöhen die Produktion, verbessern die Qualität, senken Kosten und verringern Verletzungen bei Mitarbeitern. Praktisch alle Bereiche des Fertigungsprozesses profitieren davon, darunter die Produktion und Montage, die Qualitätskontrolle und Inspektion, der Arbeitsschutz sowie der Bereich Verpackung und Logistik.

Geringere Kosten

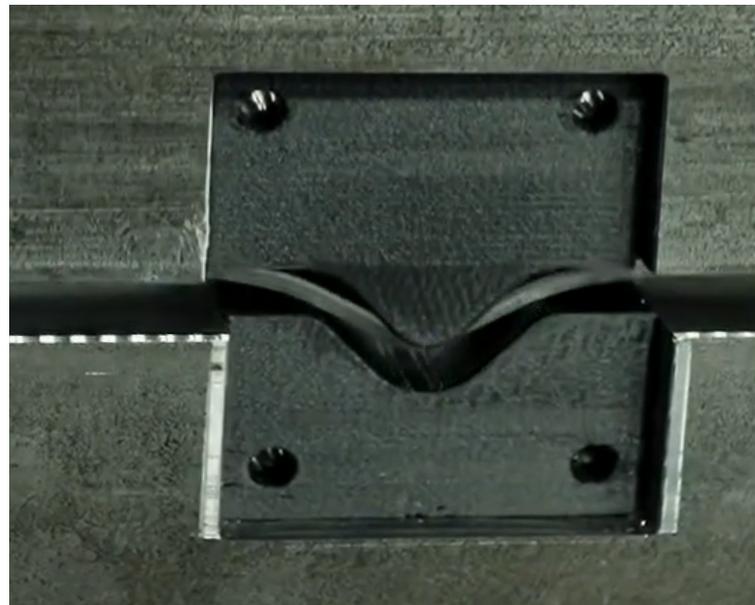
In Bezug auf die Kosten sind AM-Tools in der Regel kostengünstiger herzustellen. Nach den Anschaffungskosten für den Drucker benötigt man lediglich die erforderliche Materialmenge, die für die Herstellung des Werkzeugs benötigt wird. Bei subtraktiven Herstellungsverfahren hingegen landet ein Großteil des Materials am Ende in Form von Spänen auf dem Werkstattboden. 3D-Drucker erfordern auch kein spezielles oder hochqualifiziertes Bedienpersonal, anders als etwa bei einer CNC-Fräsmaschine. Nachdem der 3D-Drucker mit dem Druck begonnen hat, arbeitet er selbstständig, bis das Bauteil fertig ist, so dass Ihr Team Zeit für andere Aufgaben hat.

Kürzere Vorlaufzeit

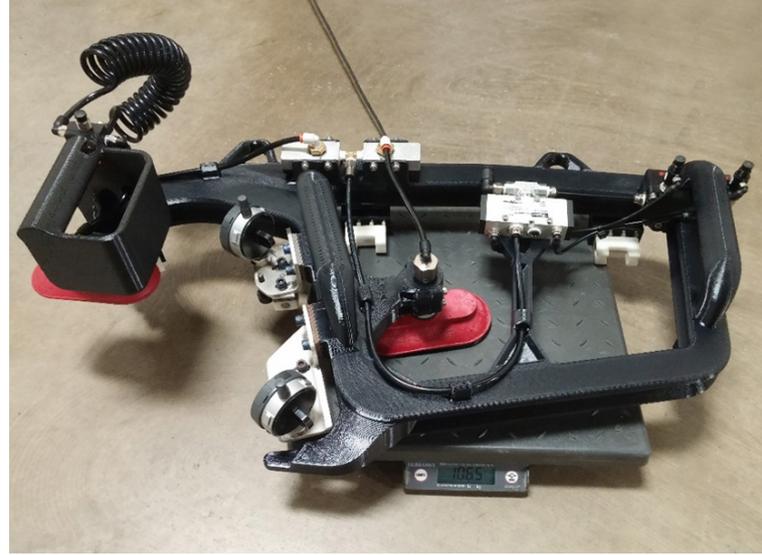
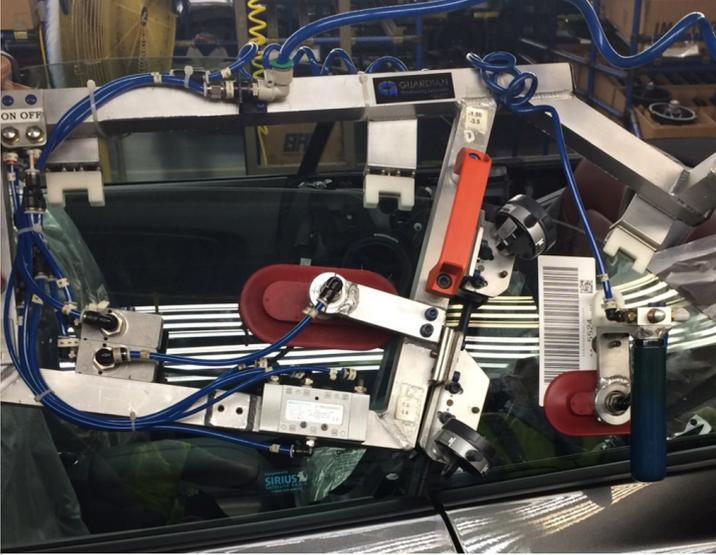
Eine weiterer Vorteil ist die geringere Vorlaufzeit. Mit 3D-Druckern kann man Werkzeuge sehr viel schneller fertigen als mit herkömmlichen Methoden. Durch den 3D-Druck werden typische Verzögerungen im Zusammenhang mit dem Outsourcing oder durch rückständige Aufträge in der eigenen Maschinenwerkstatt vermieden. Hersteller von additiv gefertigten Werkzeugen verringern die Durchlaufzeit gegenüber herkömmlichen Verfahren der Werkzeugfertigung um 80 bis 90 Prozent. Dies ist besonders dann von Bedeutung, wenn die Produktion wegen eines Werkzeugbruchs stoppt oder wenn Sie neue Werkzeuge für eine neue Produktionslinie herstellen müssen. Die Möglichkeit, Werkzeuge über Nacht per 3D-Druck herzustellen, minimiert Produktionsausfälle erheblich.



Dieses 3D-gedruckte Werkzeug aus Kohlefaser wird auf einer Montagelinie für Schwerlastkraftwagen eingesetzt, um die Schrauben für die Montage der U-Bolzenplatte der Achse genau zu positionieren.



3D-gedruckte Werkzeuge wie diese Metallumformungsvorrichtung können in der Regel schneller und kostengünstiger hergestellt werden als maschinell gefertigte Werkzeuge.



Eine schwere, unhandliche Vorrichtung für die Autoglasmontage (links) sowie die leichtere, ergonomischere und kostengünstigere 3D-gedruckte Alternative (rechts).

Schnellere Design-Iteration

3D-Druck ermöglicht Ihnen eine effizientere Wiederholung der Werkzeuggestaltung. Drucken Sie das Werkzeug und probieren Sie es aus. Falls Änderungen erforderlich sind, überprüfen Sie das CAD-Design und drucken Sie das Werkzeug erneut. So können Sie das Design optimieren und erhalten das bestmögliche Werkzeugdesign. In den meisten Fällen wäre dies mit gefrästen Werkzeugen aufgrund des Zeit- und Kostenaufwands nicht möglich.

Problemlose Optimierung

Designfreiheit bietet weitere Vorteile, weil die typischen Einschränkungen bei der Fertigung vermieden werden. Mit einem 3D-gedruckten Werkzeug können Sie die Materialdicke variieren, sodass sie an Belastungsstellen höher ist als an weniger beanspruchten Stellen. Solche Anpassungen werden während des Druckvorgangs automatisch vorgenommen. Das Ergebnis ist ein leichteres und einfacher zu nutzendes Werkzeug. Das gleiche Ziel mit einem Metallwerkzeug zu erreichen, ist schwierig, wenn nicht gar unmöglich. Auf diese Weise lässt sich auch ergonomischeres Werkzeug entwickeln, mit dem man Aufgaben einfacher und effizienter erledigen kann.

Die Kombination dieser Vorteile – geringere Kosten, schnellere Erstellung, besseres Design – macht es möglich, mehr Werkzeuge zu erstellen und im Produktionsablauf einzusetzen. Zudem kann schnell reagiert werden, wenn vorhandene Werkzeuge ausfallen. Eine schnellere Produktion verringert die erforderliche Zeit für die Ausstattung einer neuen Fertigungslinie. Werkzeuge, mit denen Aufgaben effizienter und präziser gestaltet werden können, die jedoch aufgrund von Zeit und/oder Kosten bisher nicht gerechtfertigt werden konnten, können jetzt verwendet werden. Neue Werkzeuge, welche die Ausführung von Aufgaben erleichtern, steigern die Effizienz. Weitere Werkzeuge zur Überprüfung der Passform an der Montagelinie gewährleisten, dass Qualitätsprobleme früher erkannt und behoben werden. Das Ergebnis ist ein kombinierter Effekt aus reduzierten Kosten und erhöhter Effizienz im gesamten Produktionsablauf.

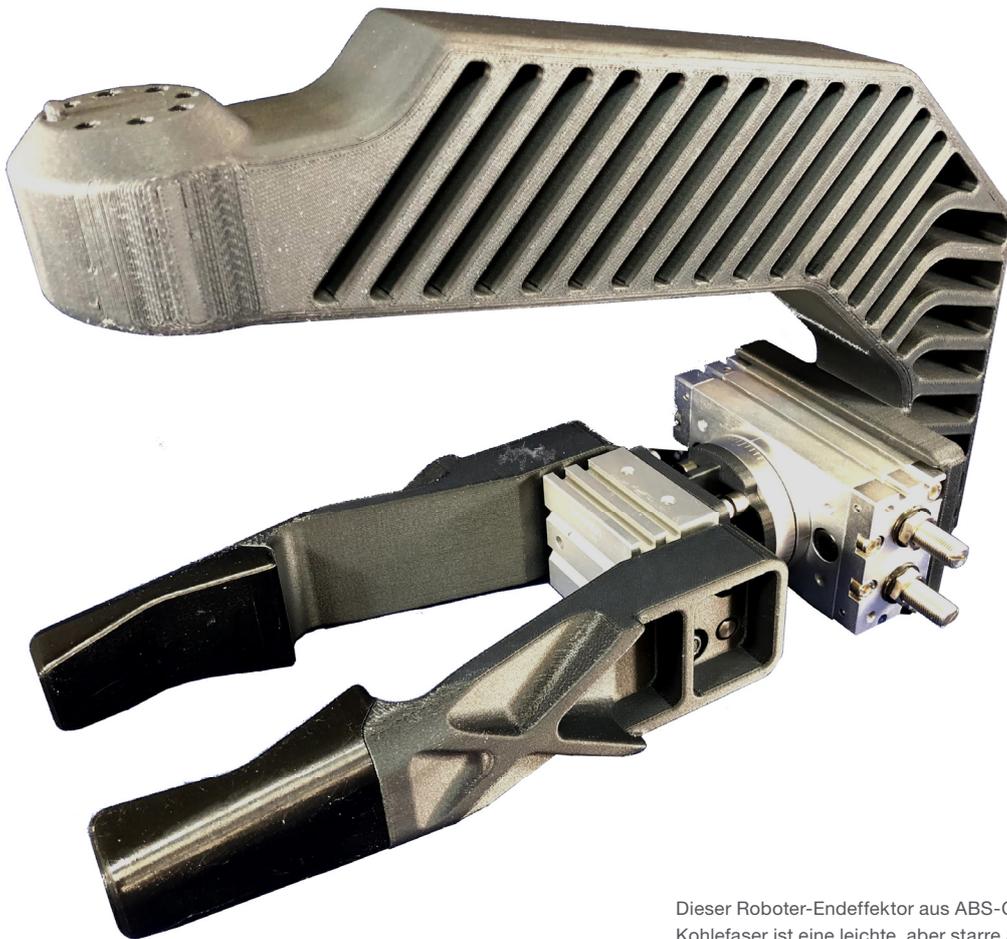
Nutzen Sie die Vorteile von Kohlefasern

An dieser Stelle werden Sie sich vielleicht fragen, ob Werkzeuge aus thermoplastischen Kunststoffen stark genug sind, um ihre Gegenstücke aus Metall zu ersetzen. Natürlich hängt die Antwort von der jeweiligen Anwendung ab, aber die Realität mag Sie überraschen.

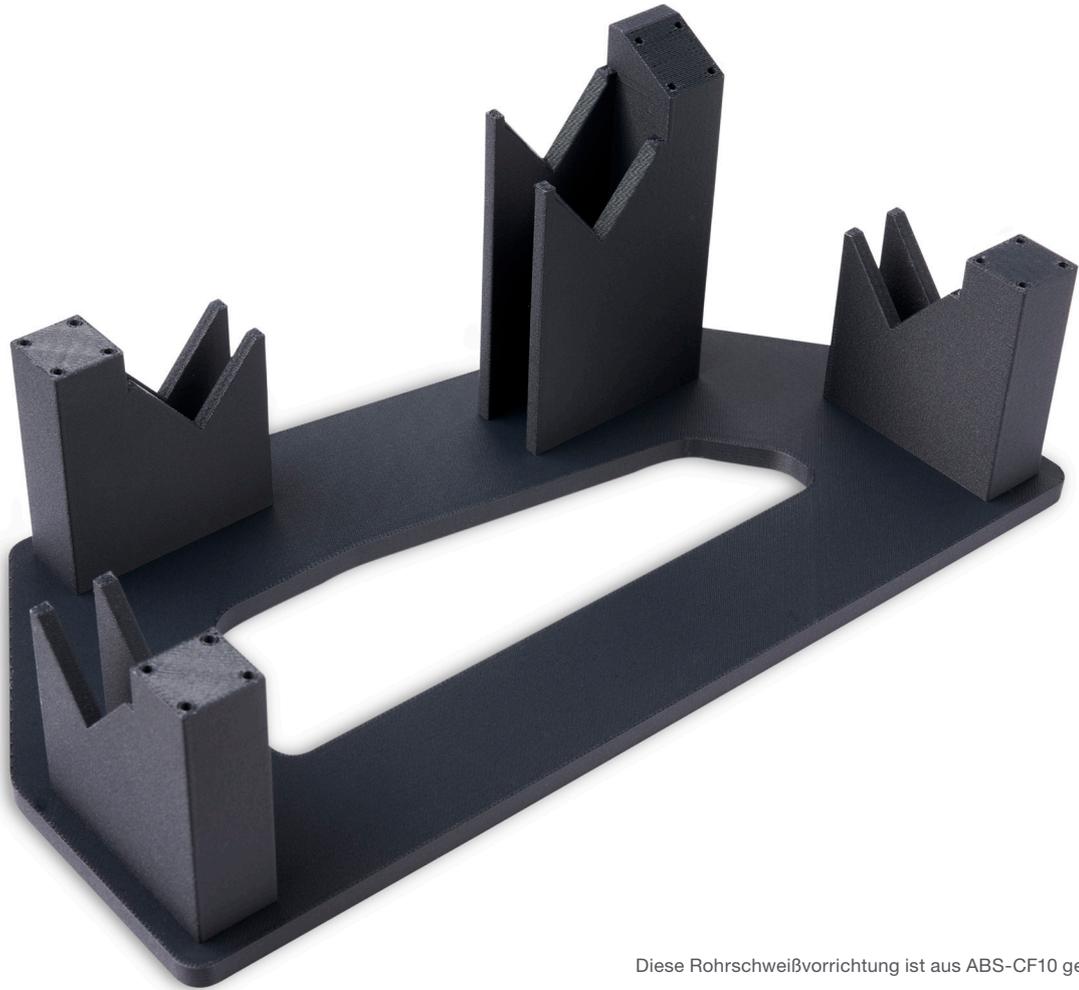
In vielen Fällen haben Thermoplaste eine ausreichende Festigkeit, um ihre Aufgabe zu erfüllen; wenn etwas fehlte, dann war es eine angemessene Steifigkeit. Mit Kohlenstofffasern verstärkte Verbundwerkstoffe haben hier Abhilfe geschaffen und die mechanischen Eigenschaften des Grundmaterials erheblich verändert. Dadurch erhält das Material zusätzliche Steifigkeit, während es gleichzeitig viel leichter als Metall ist.

Für manche Anwender sind Werkzeuge aus Thermoplasten ein Paradigmenwechsel. Zieht man jedoch die Effizienz bei der Verwendung mit einem 3D-Drucker (im Vergleich zur maschinellen Bearbeitung oder dem Formen des Materials) in Betracht, fällt die Entscheidung leicht, auf Kunststoffwerkzeuge umzusteigen. Wenn Sie also die Vorteile von 3D-gedruckten Kunststoffwerkzeugen nutzen möchten und zusätzlich Festigkeit sowie Steifigkeit benötigen, sind kohlefaserverstärkte Thermoplaste die Antwort. Sie ermöglichen es Herstellern, Metallwerkzeuge unter bestimmten Umständen durch eine Lösung zu ersetzen, die frei von Designeinschränkungen ist, schneller erstellt und eingesetzt werden kann und wesentlich weniger Fertigungsaufwand erfordert.

Stratasys hat derzeit zwei Arten von kohlefaserverstärkten Verbundthermoplasten im Angebot: ABS-CF10 und FDM® Nylon 12CF. Die folgenden Informationen geben einen genaueren Einblick.



Dieser Roboter-Endeffektor aus ABS-CF10-Kohlefaser ist eine leichte, aber starre Alternative zu schwereren Endeffektoren aus Metall.



Diese Rohrschweißvorrichtung ist aus ABS-CF10 gefertigt.

ABS-CF10

ABS-CF10 ist eine Mischung aus 10 % gehackten Kohlefasern und ABS-Kunststoff (Acrylnitril-Butadien-Styrol). Das Ergebnis ist ein 3D-Druckmaterial, das über 50 % steifer und 15 % robuster ist als Standard-ABS. Dies macht es zu einer hervorragenden Option für Werkzeuganwendungen, die von dem geringeren Gewicht des ABS profitieren, aber mehr Steifigkeit benötigen, als das Basispolymer bietet. Dieses Material bietet auch einen natürlichen Übergang von Metall zu 3D-gedruckten Polymerwerkzeugen. Viele Fertigungshilfsmittel müssen aus strukturellen Gründen nicht aus Metall gefertigt werden. Stattdessen gewährleistet ein Polymer, das im Vergleich zu Standardkunststoffen zusätzliche Festigkeit und Steifigkeit bietet, eine ausreichende Haltbarkeit der 3D-gedruckten Werkzeuge, um die Anforderungen zu erfüllen.

ABS-CF10 ist derzeit für Drucker der Serie Stratasys F123™ verfügbar. Diese Drucker leisten bei Herstellern, Designfirmen und zahllosen anderen Unternehmen in einer Vielzahl von Branchen treue Dienste. Sie haben sich wegen ihrer Benutzerfreundlichkeit und gleichbleibenden, zuverlässigen Leistung einen guten Ruf erworben.

Die abrasive Natur von Kohlefasermaterialien kann den Druckkopfverschleiß erhöhen. Die Drucker der Serie F123 können ABS-CF10 mit Standarddruckköpfen drucken, aber wir empfehlen dies nicht, da es zu zusätzlichem Verschleiß und einer daraus resultierenden verkürzten Lebensdauer der Köpfe kommt. Die beste Option ist die Verwendung des speziellen Druckkopfs für dieses Material. Ein Vorteil des Druckers F123 ist der schnelle und einfache Druckkopfwechsel, so dass der Betrieb sowohl mit Standardthermoplasten als auch mit ABS-CF10 problemlos möglich ist.

Kundenerfahrung – Das richtige Material sorgt für das optimale Werkzeug

Das Center for Advanced Design (CAD) ist spezialisiert auf Konstruktionsdienstleistungen für die Entwicklung verschiedenster Produkte von Konsumgütern bis hin zum Werkzeugbau. Ihr Ziel ist es, die Vorstellungen des Kunden mit innovativen Ideen, Software und Entwicklungswerkzeugen zu realisieren. Dabei ist der 3D-Druck eines der wichtigsten Werkzeuge, mit dem CAD-Konstruktionen umgehend in physischer Form realisierbar sind, um sie schneller zu validieren und zu verfeinern.

Eine besondere Werkzeuglösung von CAD war die Entwicklung eines Roboterarm-Endeffektors (Greifwerkzeug) für einen Hersteller von Elektrofahrzeugen. Der Endeffektor war für die Montage der Verkleidungen und Glaskomponenten des Fahrzeugs bestimmt. Ein Endeffektor muss für seine jeweilige Funktion optimiert sein – ist er zu groß oder zu schwer, kann er den Produktionsablauf verlangsamen oder die Motoren des Roboters zu stark belasten. Er muss zudem ausreichend steif sein, um eine Durchbiegung zu vermeiden, wenn er Teile aufnimmt und auf das Fahrzeug manövriert.

Die Lösung von CAD war ein organisch geformter Endeffektor, der mit ABS-CF10 3D-gedruckt wurde. Das Kohlefaser-ABS-Material sorgte für ausreichende Steifigkeit, und durch das geringe Gewicht wurde sichergestellt, dass der Endeffektor nicht zu schwer für den Roboterarm war. Der 3D-Druck bot außerdem die Möglichkeit, die Form des Werkzeugs zu optimieren und es schneller zu produzieren als mit anderen Fertigungsmethoden.



CAD verwendete ABS-CF10, um diesen organisch geformten, mehrarmigen Endeffektor zur Montage von Fahrzeugscheiben und Karosserieteilen herzustellen.

FDM® Nylon-CF10

Wie der Name schon sagt, besteht FDM Nylon-CF10 aus einem Nylon-Basispolymer in Kombination mit 10 % gehackten Kohlenstofffasern. Der Zusatz von Kohlenstofffasern verleiht diesem Material zusätzliche Festigkeit und Steifigkeit. Trotz des Kohlefaserzusatzes haben Bauteile aus diesem Material eine glatte Oberfläche.

FDM Nylon-CF10 ist für die F123CR-Drucker der Composite-Serie erhältlich, zu der auch die Drucker F190™CR und F370@CR gehören. Diese Systeme verfügen über vollständig gehärtete Merkmale in der gesamten Filamentzuführung, um den abrasiven Eigenschaften von Verbundwerkstoffen gerecht zu werden.

FDM Nylon-CF10 bietet eine deutliche Steigerung der Leistungsfähigkeit gegenüber ABS-CF10, da es 62 % stärker und fast 80 % steifer ist. Neben den verbesserten mechanischen Eigenschaften ist FDM Nylon-CF10 aufgrund seiner Nylonmischung auch beständig gegen Chemikalien, die in der Regel in Produktionsbetrieben vorkommen. Dies ist von Vorteil, wenn ein 3D-Verbundwerkstoff für Spannvorrichtungen in Betracht gezogen wird, die mit Ölen und Schneidflüssigkeiten in Berührung kommen können.

Der Hauptvorteil dieses Materials besteht darin, dass es den F123CR-Druckern die Möglichkeit bietet, Werkzeuge für Anwendungen mit höheren Anforderungen wie beispielsweise weiche Spannbacken, Formwerkzeuge für Bremsen und ähnliche Anwendungen herzustellen. Darüber hinaus sind die F123CR-Drucker erschwinglich und haben eine nachgewiesene Betriebszeit von 99 %.

Anwendungsbeispiel - Schnellere Herstellung von weichen Spannbacken und komplexen Spannvorrichtungen

Die Herstellung von weichen Spannbacken und Spannvorrichtungen für komplexe Geometrien ist ein häufiges Problem für viele Maschinenbaubetriebe. Für die Herstellung dieser Werkzeuge werden oft dieselben internen Ressourcen verwendet, die auch für die Produktion benötigt werden, die zum Endergebnis des Unternehmens beiträgt. Die Verlagerung der Herstellung dieser Werkzeuge auf einen 3D-Drucker setzt jedoch diese Bearbeitungsressourcen für die wertschöpfende Produktion frei. Außerdem können sie oft schneller erstellt und in der Fertigung eingesetzt werden als ihre maschinell gefertigten Gegenstücke, da keine CNC-Programmierung und Maschineneinrichtung erforderlich ist.

Die auf Seite 10 abgebildete mehrachsige Bearbeitungsvorrichtung ist nur ein Beispiel dafür. Sie wird für die Bearbeitung einer Metallkugel verwendet, deren Herstellung mit herkömmlichen Werkzeugen mehrere Bauteile und Vorrichtungen erfordern würde - ein zeitaufwändiger und kostspieliger Vorgang. Stattdessen wurde die Vorrichtung für den 3D-Druck aus dem FDM-Material Nylon-CF10 entwickelt. Die Unabhängigkeit des 3D-Drucks von den typischen Einschränkungen der Herstellbarkeit ermöglicht die Herstellung komplexer Werkzeuge wie diesem. Darüber hinaus sind die Festigkeit und Steifigkeit des kohlenstoffgefüllten Verbundmaterials in der Lage, den maschinellen Belastungen standzuhalten.



Das gleiche Prinzip gilt für die unten abgebildeten weichen Spannbacken. Je komplexer die Form des Werkstücks wird, desto mehr Zeit und Aufwand ist für die Herstellung der Vorrichtungen zur Bearbeitung des Bauteils erforderlich. Für Werkstätten, die an ihrer Kapazitätsgrenze angelangt sind, bedeutet die Herstellung von Spannvorrichtungen nach Maß einen zusätzlichen Druck auf die ohnehin schon engen Produktionspläne. Die Ergänzung der konventionellen Bearbeitung durch den 3D-Druck unter Verwendung von Verbundwerkstoffen wie FDM Nylon-CF10 bietet einen alternativen Weg, um diese Anforderungen zu erfüllen.



FDM® Nylon 12CF

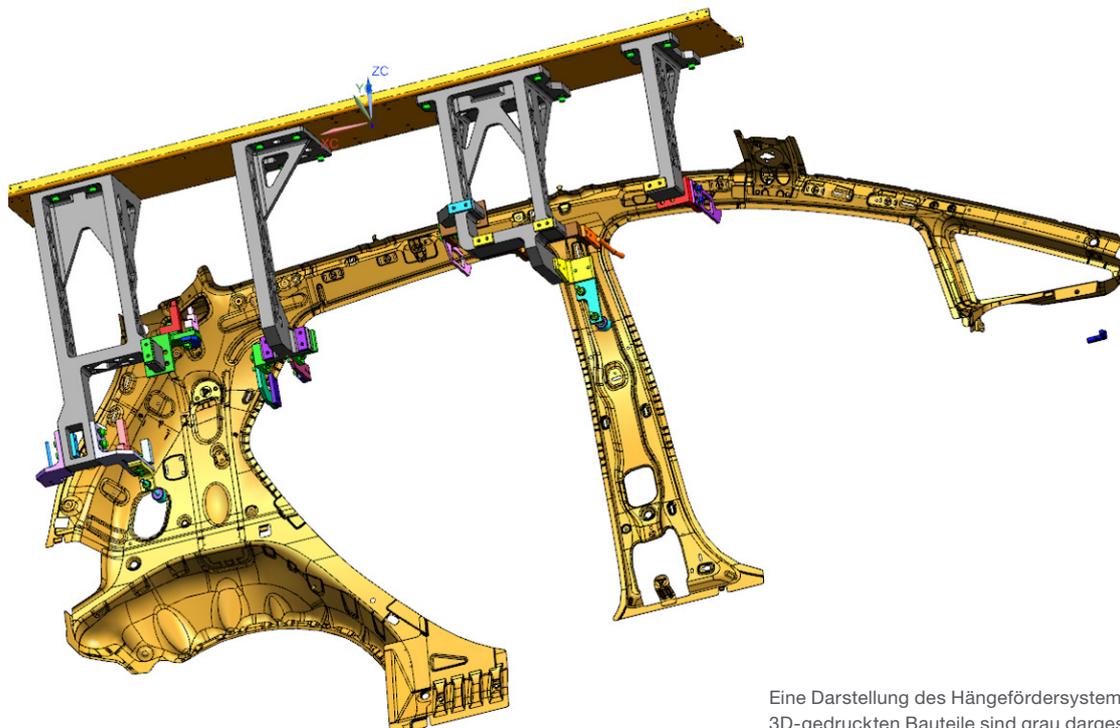
FDM Nylon 12CF ist eine Mischung aus Nylon 12 und gehackten Kohlefasern, die 35 % des Gewichts ausmachen. Nylon 12 hat eine geringe Feuchtigkeitsaufnahme und eine gute chemische Beständigkeit sowie die Fähigkeit zu einer hohen Füllstoffbeladung. Das macht es zu einem guten Kandidaten sowohl für ein 3D-Druckmaterial als auch für ein Basismaterial zum Mischen mit Kohlefasern. Diese Kombination ergibt einen thermoplastischen Kunststoff mit dem höchsten Verhältnis von Steifigkeit zu Gewicht aller FDM-Materialien, der sich hervorragend als Metalleersatz eignet. Typische Anwendungen sind leichte, robuste und steife Vorrichtungen und andere Fertigungswerkzeuge.

Zu den 3D-Druckern von Stratasys, die mit FDM Nylon 12CF drucken können, gehören die Fortus 450mc™ und die F900™. Die Hauptunterschiede zwischen diesen Druckern sind die verwendbaren Materialien sowie die Baukapazität, die bei der F900 größer ist.

Anwendungsbeispiel - Leichtere Alternative für Produktionswerkzeuge

Als General Motors ein neues Hängesystem für die Produktion eines neuen Fahrzeugs benötigte, hätte man den traditionellen Weg gehen und Metall verwenden können. Aber genau aus diesem Grund, hat sich GM stattdessen für den 3D-Druck entschieden – eine Lösung aus Metall war zu schwer und konnte nach Fertigstellung nicht die Betriebs- und Kosteneffizienz der additiven Fertigung bieten.

Deshalb entschied sich GM für den 3D-Druck der Baueile des Hängesystems aus FDM Nylon 12CF. GM erhielt so die richtige Kombination aus geringem Gewicht und ausreichender Festigkeit. Der 3D-Druck der Bauteile führte auch zu einer schnelleren Umsetzung, als dies mit maschinell bearbeiteten Teilen möglich gewesen wäre. Am Ende brachte die 3D-gedruckte Kohlefaserlösung von GM eine Gewichtseinsparung von 32 % und eine Verkürzung der Durchlaufzeit um 75 %.



Eine Darstellung des Hängesystems; die 3D-gedruckten Bauteile sind grau dargestellt.

Die Wahl des richtigen Kohlefasermaterials

Alle drei Materialien bieten bessere mechanische Eigenschaften als die ungefüllten Versionen. Die Bewertung ihrer relativen Leistung zusammen mit der beabsichtigten Verwendung ist der beste Ansatz, um die richtige Wahl zu treffen. Die folgende Tabelle vergleicht die wichtigsten mechanischen und physikalischen Eigenschaften dieser beiden Materialien. Die Biegefestigkeit bis zum Bruch ist ein Maß für die Steifigkeit des Materials, eine Schlüsseleigenschaft von kohlefaserverstärkten Verbundwerkstoffen.

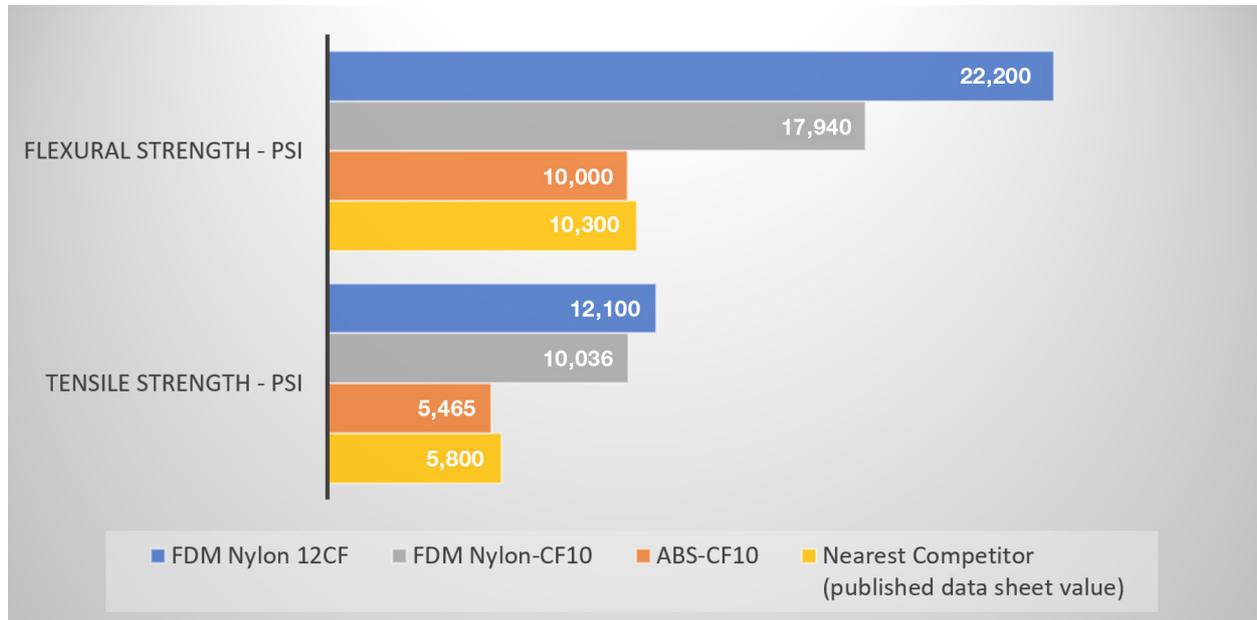


Tabelle 1 - Mechanische Eigenschaften von drei FDM-Verbundwerkstoffen

ABS-CF10 ist ein vielseitiges Material, das eine höhere mechanische Leistung als herkömmliche technische Kunststoffe bietet. Es eignet sich gut für Anwendungsfälle, die im Vergleich zu Standard-ABS zusätzliche Steifigkeit für leichte Vorrichtungen, Bohrerführungen und andere Fertigungshilfsmittel erfordern. FDM Nylon-CF10 bietet eine deutlich höhere Festigkeit und Steifigkeit als ABS-CF10. Es besitzt eine gute chemische Beständigkeit und ist daher mit einer Bearbeitungsumgebung kompatibel, in der Schneidflüssigkeiten und ähnliche Verbindungen vorhanden sind. Es kann als Ersatz für Metall bei Spannvorrichtungen, weichen Spannbacken und ähnlichen Bearbeitungshilfen verwendet werden. FDM Nylon 12CF ist geeignet, wenn eine noch höhere Steifigkeit und Festigkeit für anspruchsvollere Werkzeuganwendungen erforderlich ist. Wie in Tabelle 1 zu sehen ist, hat FDM Nylon 12CF die besten mechanischen Eigenschaften dieser drei Materialien. Wie FDM Nylon-CF10 weist es auch eine gute chemische Beständigkeit auf. Allerdings hat es auch eine etwas gröbere Oberfläche als FDM Nylon-CF10, das eine glattere Oberfläche aufweist. Diese Materialien sind auf den in Tabelle 2 aufgeführten Druckern erhältlich.

	ABS-CF10	FDM Nylon-CF10	FDM Nylon 12CF
F170™	●		
F190™CR	●	●	
F270™	●		
F370™	●		
F370®CR	●	●	
Fortus 450mc™			●
F900™			●

Tabelle 2 - Materialverfügbarkeit der Drucker

Machen Sie den nächsten Schritt zu einer effizienteren Fertigung

Oft bieten kohlefaserverstärkte 3D-Druckmaterialien die Festigkeit und Steifigkeit, die für viele Werkzeuganwendungen in der Fertigung benötigt werden. Sie ermöglichen die Bewältigung der Termin- und Kostenherausforderungen, die in der Fertigung tagtäglich auftreten. Bei der Herstellung von Ersatzwerkzeugen und anderen Fertigungshilfsmitteln kann es wesentlich sein, dass Sie den Produktionsplan sowie das Betriebsbudget einhalten und Ausfallzeiten vermeiden.

Wenn Sie weitere Fragen zu den Vorteilen von 3D-gedruckten Kohlenstofffaser-Werkzeugen haben, wenden Sie sich an uns, um mit einem Experten zu sprechen.

Wenn Sie weitere Fragen zu den Vorteilen von 3D-gedruckten Kohlenstofffaser-Werkzeugen haben, wenden Sie sich an uns, [um mit einem Experten zu sprechen](#).

USA - Hauptniederlassung

7665 Commerce Way
Eden Prairie, MN 55344, USA
+1 952 937 3000

EMEA

Airport Boulevard B 120
77836 Rheinmünster, Deutschland
+49 7229 7772 0



KONTAKTIEREN SIE UNS.

www.stratasys.com/contact-us/locations

ISRAEL - Hauptniederlassung

1 Holtzman St., Science Park
P.O. Box 2496
Rehovot 76124, Israel
+972 74 745 4000

ASIEN-PAZIFIK

7th Floor, C-BONS International Center
108 Wai Yip Street Kwun Tong Kowloon
Hongkong, China
+ 852 3944 8888

stratasys.com

Zertifiziert nach ISO 9001:2015

© 2022 Stratasys. Alle Rechte vorbehalten. Stratasys, das Stratasys-Logo, FDM, F370 und F370CR sind eingetragene Marken von Stratasys Inc. F170, F270, F190CR, Fortus 450mc, F900, FDM Nylon 12CF, FDM Nylon-CF10 und F123 Series sind Marken von Stratasys, Inc. 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. Bezüglich technischer Produktdaten sind Änderungen vorbehalten. SG_FDM_Carbon Fiber Tooling_A4_DE_0322a

