

ADDITIVE FERTIGUNG: SLS-DESIGNHANDBUCH

Anwendungen und Designtipps für das selektive Lasersintern (SLS)



Einleitung

Die additive Fertigung durch selektives Lasersintern (SLS) bietet außergewöhnliche Qualität und Produktivität und öffnet die Tür zu leistungsfähigeren Entwürfen, die mit Spritzguss nicht möglich sind.

Die additive SLS-Fertigung umgeht auch die lange Vorlaufzeit und Vorabinvestitionen beim Spritzgusswerkzeugbau. Wenn Sie Ihre fertigen Teile anhand von drei Dimensionen beurteilen sollten – Qualität, Markteinführungszeit und Kosten pro Kubikzentimeter – erzielt das industrielle SLS in vielen Situationen die besseren Gesamtwerte.

3D Systems bietet eine große Auswahl an thermoplastischen Kunststoffen für den 3D-Druck, die für eine Vielzahl von Anwendungsbereichen entwickelt wurden. Materialspezialisten, Designer und Fertigungstechniker können zusammenarbeiten, um genau die Eigenschaften zu erhalten, die sie für Ästhetik und Funktion benötigen. Diese neuen Design- und Fertigungsmöglichkeiten eröffnen die Möglichkeit für verbesserte Produkte, neue Geschäftsmodelle und neue Märkte. Die SLS-Technologie steht im Mittelpunkt eines wachsenden Trends in der Massenfertigung von kundenspezifischen Produkten sowie bei der Erstellung von Funktionsprototypen.

SLS-Drucker verwenden einen Hochleistungslaser, um kleine Partikel aus pulverförmigem Polyamid zu dreidimensionalen Teilen zu verschmelzen. Das Modell wird schichtweise unter Verwendung von 3D-CAD-Daten erstellt. Dieses Verfahren ist ideal, wenn Sie robuste, funktionale Teile herstellen wollen. Sie haben die Möglichkeit, eine ausgezeichnete Oberflächengüte und feine Details zu realisieren. SLS-Teile können unter Berücksichtigung der Teilekonsolidierung entwickelt werden. Dadurch entfallen die bei der konventionellen Fertigung üblichen Montageprozesse. Ingenieure können heute Geometrien für die Produktion entwerfen, die mit keiner anderen Technologie umgesetzt werden können – das spart Zeit und Geld.

Dieses Handbuch enthält genaue Informationen darüber, wie Sie bei der Konstruktion für SLS den erfolgreichen Bau von Teilen, wie z. B. Achsen, Käfige, komplexe Kanäle, Folienscharniere, Gitterstrukturen, Schnappverschlüsse, sicherstellen können.

Inhaltsverzeichnis

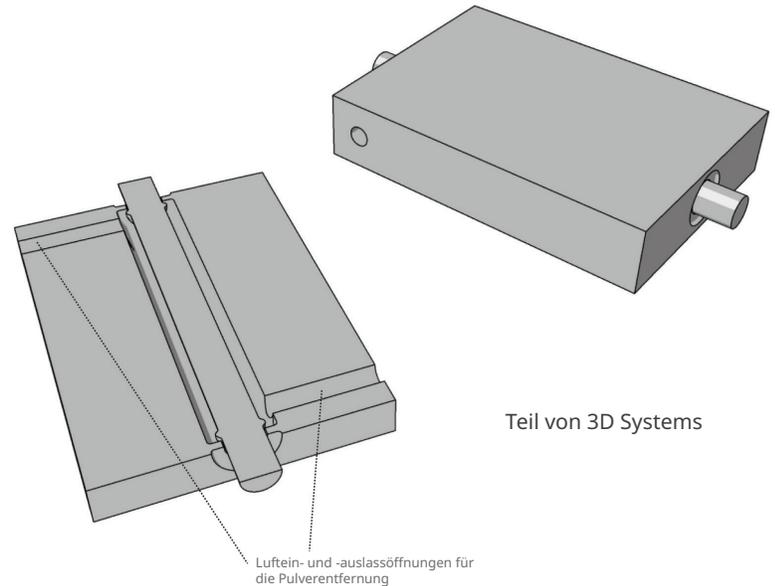
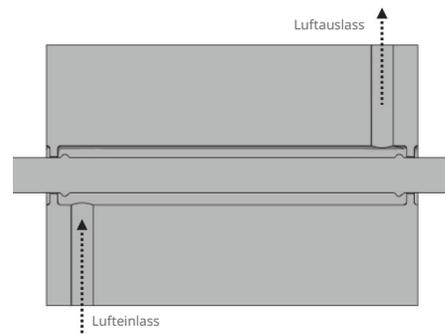
Designmerkmale

Achsen	4	Gitter	11
Luftleitsegmente	4	Integrierte Scharniere	12
Lager	5	Eingelassene Scharniere	12
Barcodes	5	Folienscharniere	13
Balgenelemente	6	Befestigungen	13
Sacklöcher	6	Gitterstrukturen	14
Taster	7	Einrastverschlüsse	14
Käfige	7	Tags	15
Ketten	8	Tanks	15
Kettengeflechte	8	Sollbruchstellen	16
Komplexe Kettengeflechte	9	Gewinde	16
Spiralfedern	9		
Komplexe Kanalführung	10	Übersicht der SLS-Drucker	17
Dichtungsnuten	10	Produktionstaugliche Werkstoffe	18
Klebestellen	11	Wir sind für Sie da	19

Achsen

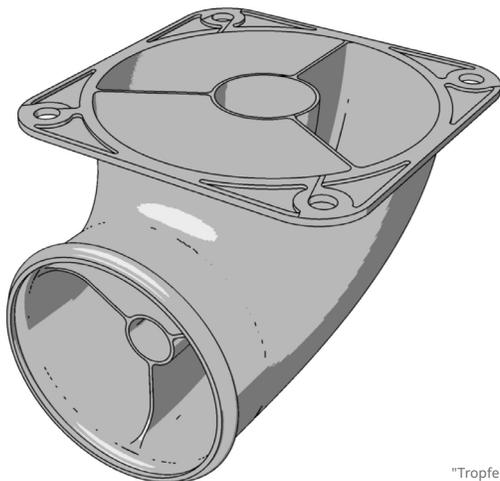
Die Reibung, Passform und Pulverentfernung sind drei Faktoren, die bei der Achskonstruktion in der SLS-Fertigung eine Rolle spielen. Die Reibung wird durch das Anbringen von 1-2 mm starken Schienen auf der statischen, "nicht beanspruchten" Seite der Baugruppe geregelt. Halten Sie den Abstand zwischen dem Schienenachsrohr bei 0,3 mm. In den von den Schienen abgewandten Bereichen ermöglicht ein Abstand von mehr als 2 mm eine vollständige und einfache Pulverentfernung, indem Druckluft durch die in die statische Seite modellierten Öffnungen für die Pulverentfernung geblasen wird.

Beim Entfernen von Pulver wird das Element gedreht und mit Druckluft belüftet, um das Pulver aus dem Achshohlraum zu befördern. Als natürliches Gleitlagermaterial sorgt Polyamid für einen glatten, reibungsarmen Mechanismus für Anwendungen mit geringer Belastung und niedriger Geschwindigkeit. Für anspruchsvollere Anwendungen, bei denen Reibung Wärme und Verschleiß verursachen kann, sind Kugellager in Betracht zu ziehen. Diese werden auf Seite 5 beschrieben.



Teil von 3D Systems

Luftein- und -auslassöffnungen für die Pulverentfernung

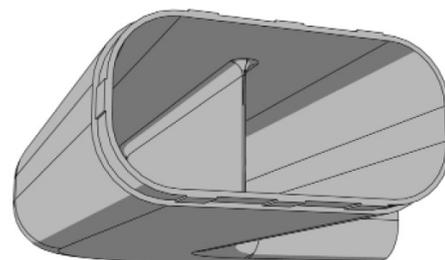
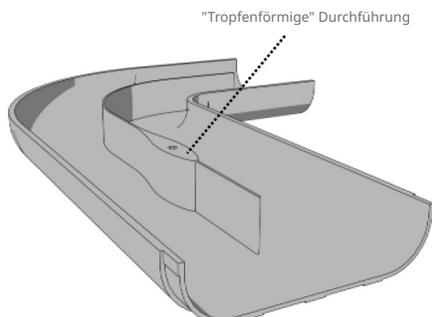


Teil von 3D Systems

Luftleitsegmente

Wenn Sie einen Montagepunkt durch ein Luftleitsegment hindurchführen müssen, verlängern Sie die Passage zu einer aerodynamischen Tropfenform, um die Bereiche mit Turbulenzbildung zu reduzieren. Dies verbessert die Effizienz des Luftstroms und reduziert die Geräuschentwicklung.

Verwenden Sie bei Luftleitsegmenten grundsätzlich großzügige Kehlweiten, um zu verhindern, dass die Seitenwände der Kanäle brechen – insbesondere wenn Bauteile Druck- und/oder Temperaturschwankungen ausgesetzt sind.

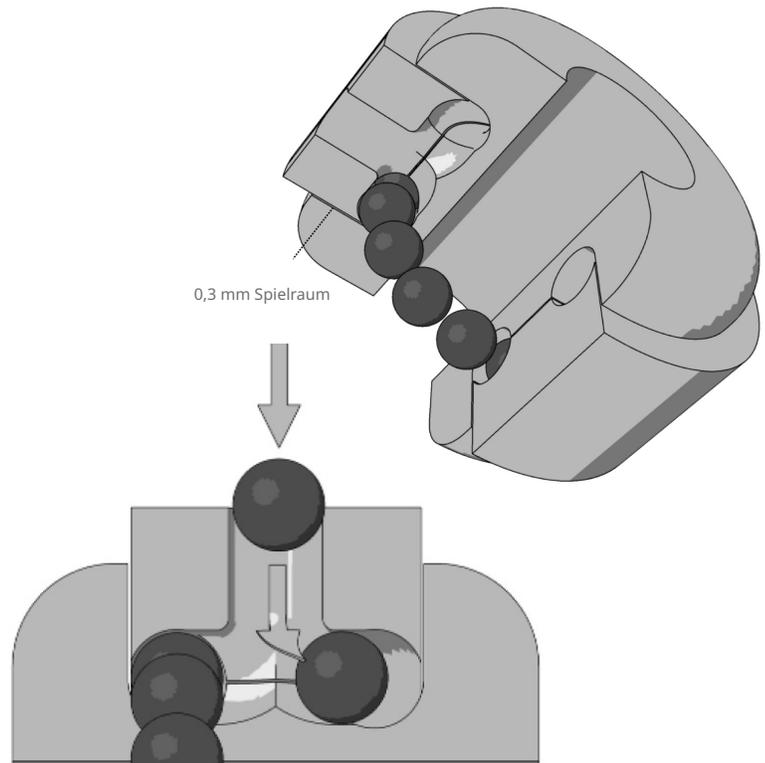


Einsatzlager

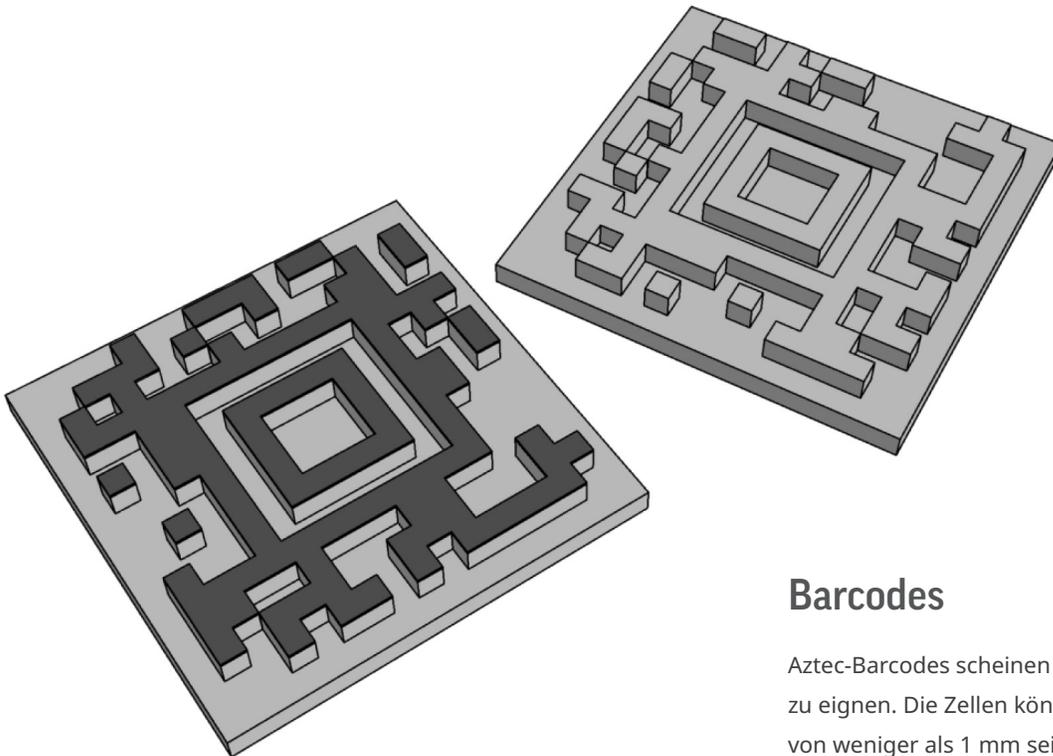
In diesem Beispiel sehen wir die Einführung von Keramikugellagern in eine Nut, die per CAD als Torus-Hohlraum zwischen der A- und B-Seite modelliert wurde. Es handelt sich hierbei um einen integrierten, hybriden Gelenkmechanismus.

Polyamid ist ein von Natur aus gutes und reibungsarmes Material für Lager. In Anwendungsbereichen, in denen Sie langfristige wiederkehrende Belastungen erwarten, können Sie einen sehr langlebigen und glatten Mechanismus erzielen, indem Sie per CAD-modellierte In-place-Kugellager durch Keramikugellager ersetzen, die über den Zugangspunkt eingeführt werden.

Sobald alle Lagerkugeln im Kanal sind, kann ein Verschlussstopfen befestigt werden, der den Kanal abdichtet.



Teil von Scott Summit,
Bespoke Innovations, San Francisco



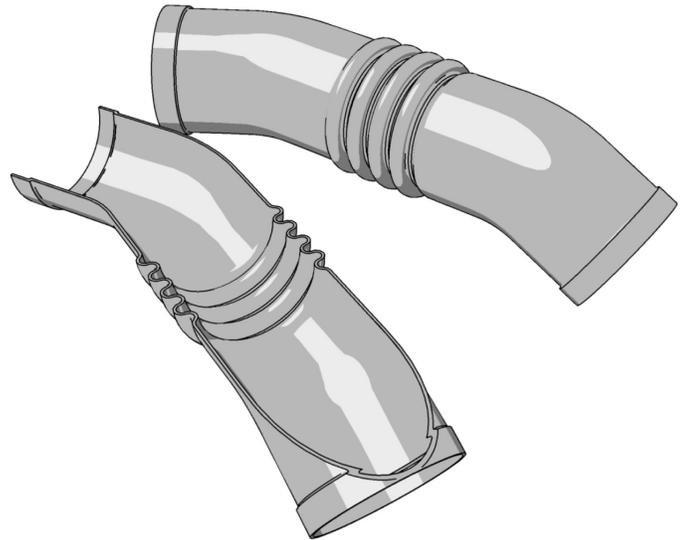
Teil von 3D Systems

Barcodes

Aztec-Barcodes scheinen sich optimal für die SLS-Fertigung zu eignen. Die Zellen können Würfel mit einer Kantenlänge von weniger als 1 mm sein. Beachten Sie, dass Sie Kontrastfarbe auf die erhabenen Oberflächen des Barcodes auftragen müssen, um die Bilderfassung mit einem Scanner zu ermöglichen oder zu beschleunigen.

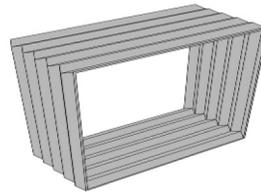
Blasebälge

Die SLS-Fertigung kann zur Herstellung funktioneller „Faltenbälge“ für Anwendungen verwendet werden, bei denen eine gewisse Flexibilität bei der Montage oder Kopplung erforderlich ist. Beachten Sie jedoch, dass Polyamid bei Anwendungen, bei denen wiederholte Zyklen zu erwarten sind, wie z. B. bei der Ummantelung von Drähten und Schläuchen in Mechanismen, eine schlechte Leistung erbringt. Ziehen Sie stattdessen nur Anwendungen in Betracht, bei denen die Teile sehr niedrigen Biegewechselfrequenzen ausgesetzt sind.



Rundbälge funktionieren am besten, wenn sich die Zugspannungspunkte gleichmäßig über den Querschnitt verteilen. Jede Abweichung vom Kreis führt beim Übergang zum rechteckigen Balg zu Spannungen. In diesem Fall müssen Sie möglicherweise einen anderen Ansatz wählen, indem Sie eine ähnliche Struktur für die „Deardorff-Bälge“ (siehe oben) anwenden, die im Grunde genommen eine Reihe von wechselnd verbundenen Rechtecken sind. Beachten Sie, dass diese Geometrie empfindlicher auf Spannungskonzentrationen reagiert, da sie Ecken mit niedrigem Radius besitzt, was zu einer Bruchempfindlichkeit bei zyklischen Belastungen führt.

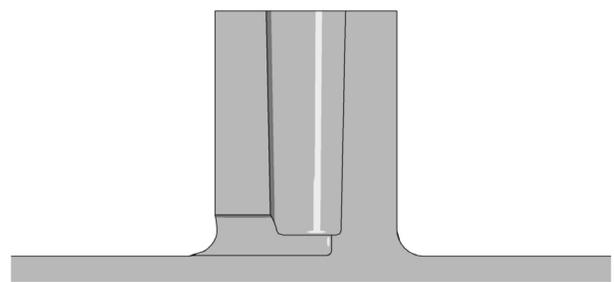
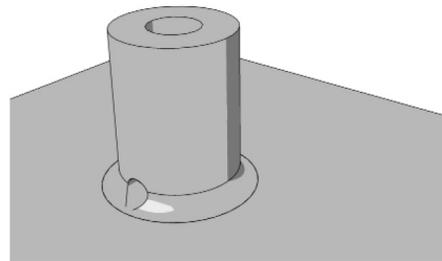
Teil von 3D Systems



Sacklöcher

Sacklöcher können eine Herausforderung für eine effiziente Pulverentfernung darstellen. Die Lösung ist, sie nicht blind zu gestalten. An der Basis der Nabe wird einfach ein kleines Loch mit einem Durchmesser von >2 mm angebracht, damit das Strahlgut austreten kann.

Es ist kein Entformen erforderlich. Für selbstschneidende Kunststoffschrauben ist es jedoch empfehlenswert, auf die Oberflächen mit Kontakt zum Gewinde die konventionellen Konstruktionsprinzipien anzuwenden.

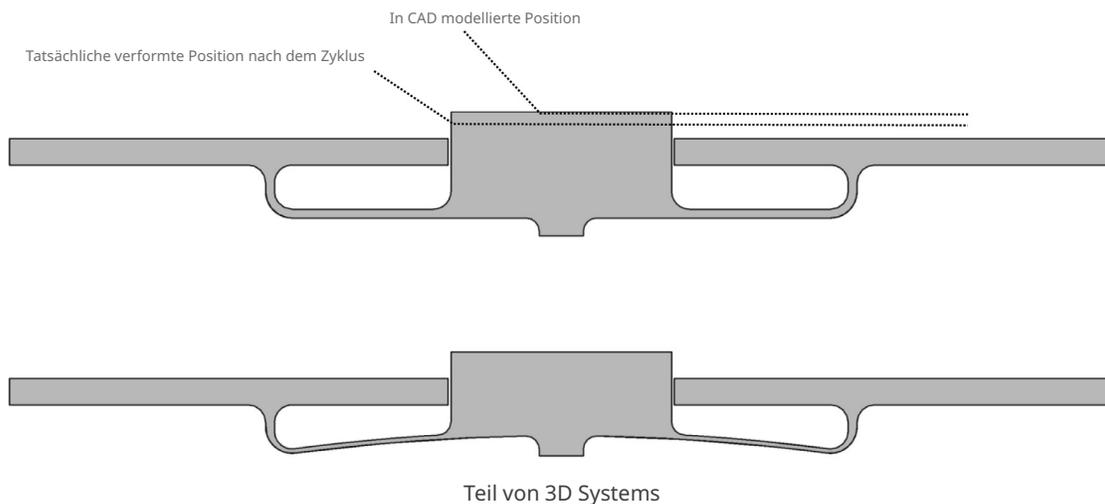


Teil von 3D Systems

Taster

Es gibt viele verschiedene Ansätze für das Design integrierter Taster. Halten Sie einen Abstand von mindestens 0,3 mm zwischen dem Taster und dem Slot oder der Bohrung zur Aufnahme des Tasters ein, um ein Verschmelzen zu verhindern. Sie sollten den Taster außerdem so entwerfen, dass er höher als die endgültige gewünschte Position liegt, da sich die Polyamid-Blattfedern in eine leicht gedrückte Position verformen. Wenn Sie beispielsweise möchten, dass der Taster bündig mit der Oberfläche abschließt und diesen entsprechend modellieren, werden Sie feststellen, dass er nach ein paar Zyklen unter der Oberfläche liegt.

Wie bei Blattfedern hängt das Ausmaß dieser Verformung von der Dichte sowie der Länge und Dicke der Federn ab. Das untere Beispiel oben ist eine Form der Blattfeder, die als "Dual Stable State"-Taster bezeichnet wird. In diesem Fall bietet der Taster einen Widerstand und geht dann in die verformte Position (manchmal mit einem Klick).

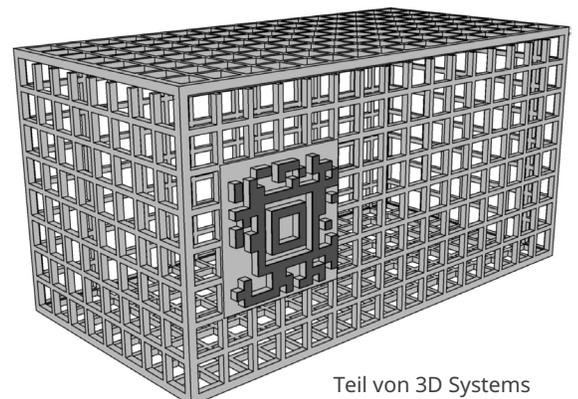
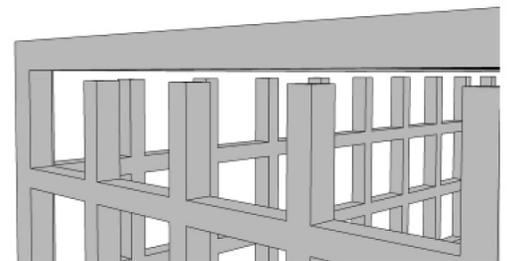


Käfige

SLS eignet sich hervorragend für die Herstellung von vielen kleinen, komplexen Kunststoffteilen, wie z. B. elektrische Steckverbinder und Clips. Ziehen Sie in Betracht, per CAD eine Box um kleine Teile zu platzieren, um zu verhindern, dass diese ausbrechen oder bei der Nachbearbeitung verloren gehen. 1,0 mm Vierkantstäbe mit Öffnungen von mehr als 5 mm funktionieren gut. So kann das Strahlmittel die Teile innerhalb des Käfigs chargenweise reinigen.

Bei Anwendungsbereichen, die eine zusätzliche Nachbearbeitung erfordern, wie z. B. der Entkeimung für chirurgische Zwecke, kann die Charge die verschiedenen Prozesse innerhalb des Käfigs durchlaufen. Zum Entfernen der Teile ist die CAD-Modellierung von Folienscharniertüren, das Anlegen von Abbrechbereichen oder, wie in diesem Beispiel, das Verbinden des Deckels mit vier Eckpfosten, die mit einer Drahtschere abgeschnitten werden können, in Erwägung zu ziehen.

Eine weitere Option ist die Anwendung von Verbindungsstäben, was zu einer Batch-Gruppierungsfunktion führt, die derjenigen ähnlich ist, die bei einigen Kinderspielzeugen durch Spritzgusskanäle entsteht.

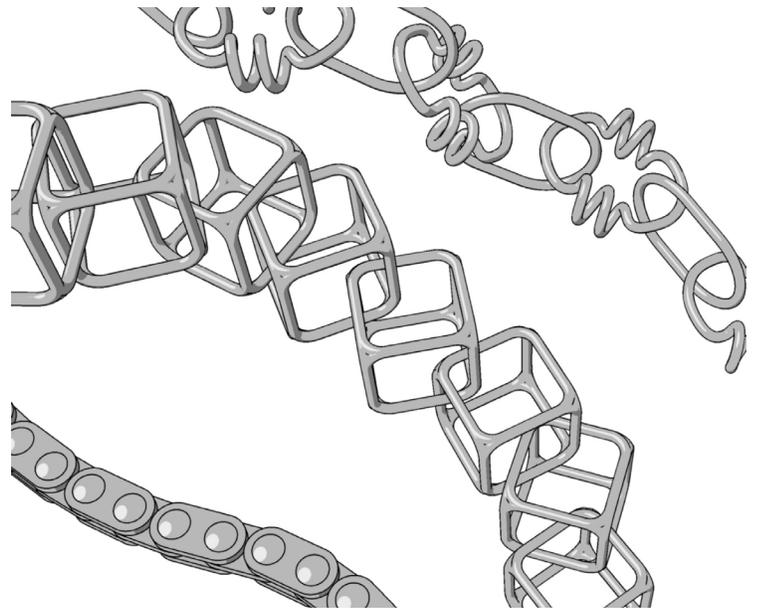


Teil von 3D Systems

Ketten

Das Entwerfen von Ketten für die SLS-Fertigung kann, wie bei Kettengeflechten, viel Spaß machen. Es handelt sich um eine sehr alte Geometrie, die viele Möglichkeiten für neue und interessante Formen bietet.

Die frühesten Ketten waren gehämmerte/geschmiedete Stäbe, die zu miteinander verbundenen Schleifen gebogen wurden. Mit SLS ist das Kettendesign nur durch Ihre Phantasie begrenzt. Sie können sogar Fahrradketten gestalten: Halten Sie einfach einen Abstand von 0,3 mm zwischen den Hülsen ein.



Teil von 3D Systems

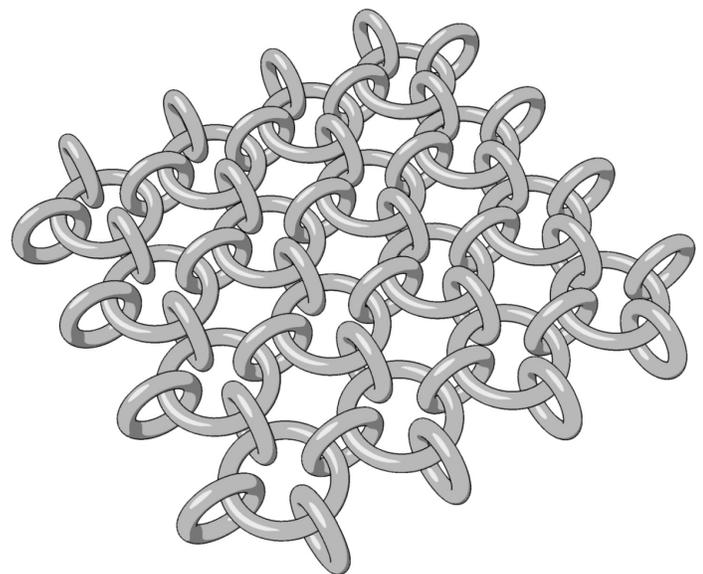
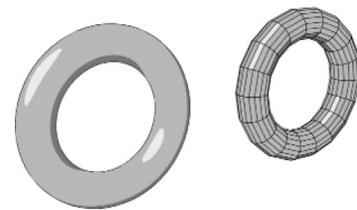
Grundlegendes Kettengeflecht

Bei einfachen Kettengeflechten halten Sie die Glieddicke über 0,75 mm und den Abstand zwischen den Gliedern bei über 0,5 mm. Bei großen Teilen ist es sinnvoll, das Kettenglied so zu gestalten, dass es einen Polygonquerschnitt auf beiden Achsen besitzt. Dies reduziert die Dateigröße und beschleunigt den Designprozess.

Investieren Sie vor der Array-Duplizierung entsprechend viel Zeit in die Optimierung. Erwägen Sie die Verwendung eines Polygons anstelle eines Kreises, um die Duplizierung und Bearbeitung von Gliedern im CAD zu beschleunigen.

Sie können Ihr Design auch wie Stoff falten, um das Volumen des Teils zu reduzieren. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass die Glieder nicht überlagert werden.

Um die Effizienz von Begrenzungsrahmen zu erhöhen, sollten Sie große Flächenbereiche falten und/oder auseinanderziehen und so den Platzbedarf Ihres Designs reduzieren.



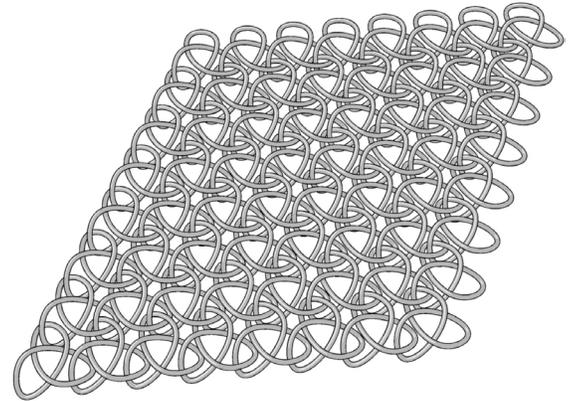
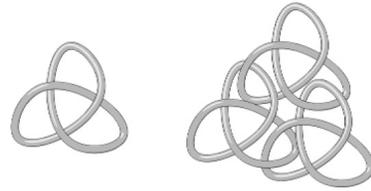
Teil von 3D Systems

Komplexes Kettengeflecht – Elastisches Möbius-Geflecht

Beim Design komplexer technischer Textilien oder Kettengeflechte können Sie Ihrer Kreativität freien Lauf lassen. In diesem Beispiel erzeugt ein dreiseitiges Möbius-Kettenglied nicht nur eine interessante Struktur, sondern auch ein elastisches Netzwerk aus Gliedern, das bei Zug in alle Richtungen gestreckt werden kann.

Stellen Sie sich Kettengeflechte vor, die in Platten übergehen. Oder Kettengeflechte, bei denen die Glieder in bestimmten Bereichen immer dicker werden und so Bereiche mit kontrollierter Deckkraft und Flexibilität ermöglichen.

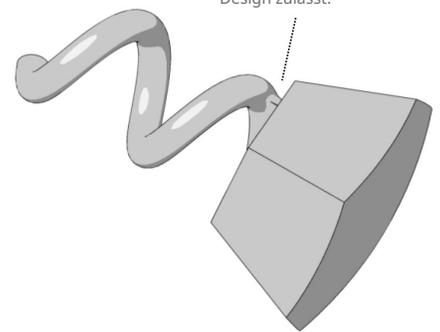
Die Verwendung von Spikes an jedem Glied, kombiniert mit Haken zum schnellen Lösen und Fixieren, ermöglicht einige interessante Textilien für neuartige Anwendungsbereiche in der Mode.



Teil von 3D Systems



Das Geheimnis hinter Schraubenfedern ist die Verbindung zwischen der Feder und dem Bereich, an dem sie fixiert ist. Achten Sie darauf, dass Sie eine so starke Verrundung auf die Spitze anwenden, wie es Ihr Design zulässt.



Schraubenfedern

Eines der wichtigsten Merkmale bei Schraubenfedern ist die großzügige Anwendung der Verrundung an der Verbindungsstelle zwischen der Feder und anderen Elementen. Besondere Aufmerksamkeit sollte der Spitze geschenkt werden.

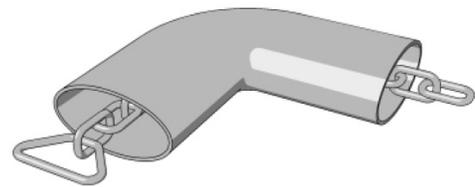
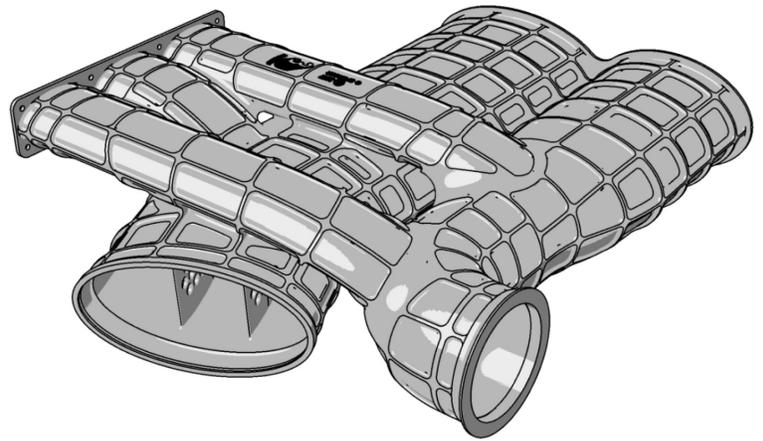
Wie bei allen Materialien können unter zyklischer Belastung sehr schnell Risse entstehen. Wie bei Blattfedern zeigt sich die endgültige stabile Position der Feder erst nach mehreren Zyklen aus Druck und Dehnung.

Teil von 3D Systems

Komplexe Kanalführung – Verkastung

Durch die Verwendung von SLS zur Herstellung von nicht-strukturellen, kleinvolumigen Kanälen, wie z. B. ECS-Kanälen für die Luft- und Raumfahrt und den Leistungssport, können Sie hoch optimierte, sehr komplexe einteilige Strukturen entwerfen. Sie können nicht nur in variablen Wanddicken konstruieren, sondern durch den Einsatz von strukturoptimierten Oberflächenbändern auch das Verhältnis von Festigkeit zu Gewicht erhöhen. Bei konventionellen Fertigungstechniken ist dies ein kostspieliges Detail. Bei SLS fallen keine zusätzlichen Kosten durch Komplexität an.

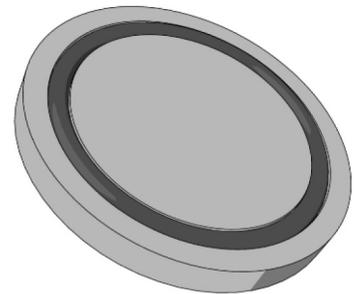
Erwägen Sie die CAD-Modellierung einer Kette durch den Kanal. Nach der Fertigstellung öffnet ein kurzer Zug der Kette durch den Kanal diesen für das Strahlmittel. So wird eine gute Reinigungsgeschwindigkeit im Kanal erreicht.



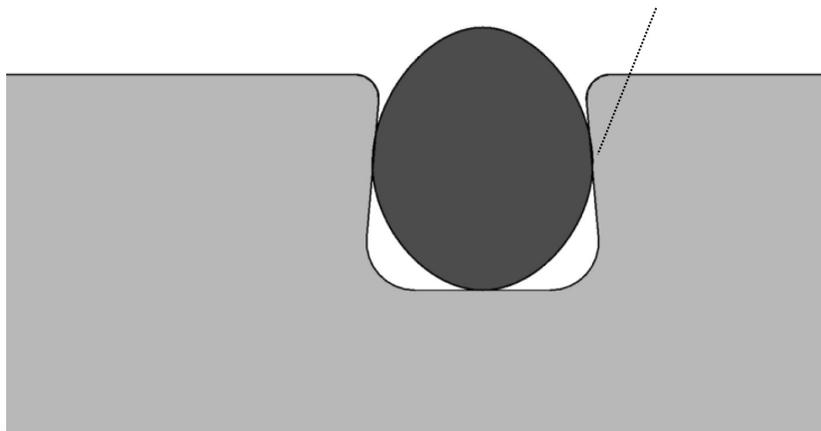
Dichtungskanäle

Die Möglichkeit zur Fertigung von "Negativformen" erlaubt einen interessanten Ansatz bei der Fixierung von weichen Elastomerprodukten wie Gummidichtungen. Möglicherweise müssen Sie, abhängig vom spezifischen Härtegrad Ihrer Dichtung, ein wenig experimentieren. In der Regel ermöglicht ein Kanal mit einer Mindestbreite von 10 % unter dem Durchmesser des nicht komprimierten Dichtungsmaterials die Platzierung und den Halt der Dichtung.

Beachten Sie, dass dasselbe Prinzip auch auf die Befestigung anderer Elastomerbauteile wie Griffleisten und Knopfleisten angewendet werden kann.



Überhängende Negativform zum Halten der Elastomerdichtung



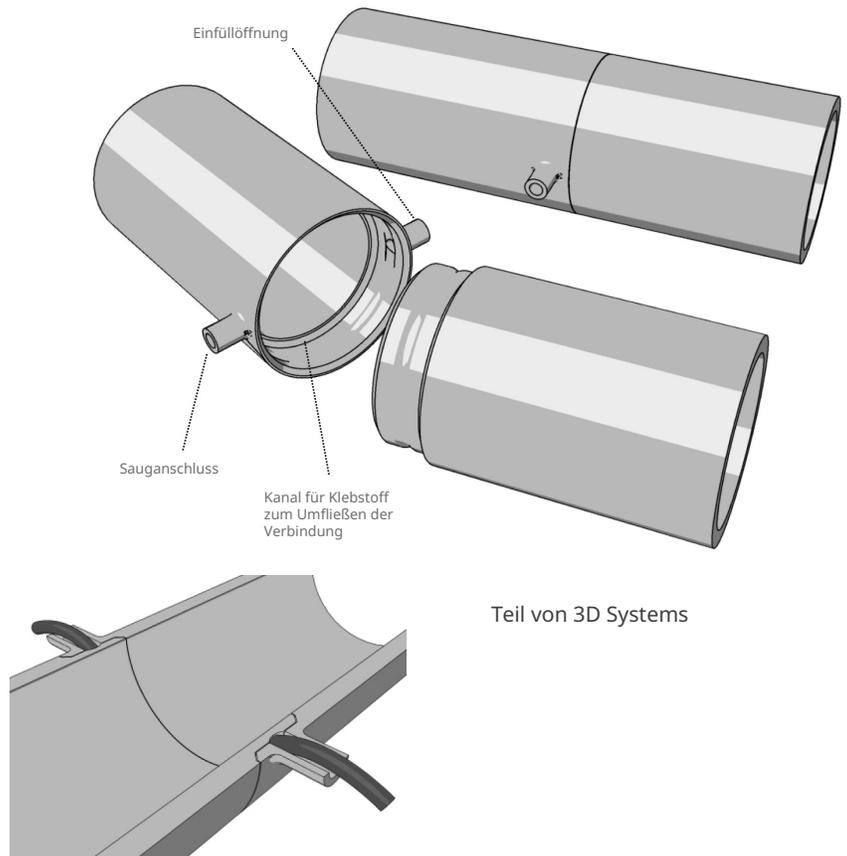
Teil von 3D Systems

Klebelinien

Um eine hohlraumfreie, abgedichtete Kupplung zu erreichen, ziehen Sie durch per CAD modellierte Ein- und Ausgänge an der Verbindungsstelle ein thermofixiertes Zweikomponenten-Epoxidharz in den radialen Kanal (statt es hineinzudrücken). Dies ist ein ausgezeichneter Ansatz für komplexe Verbindungsprofile, bei denen Sie eine Abdichtung gewährleisten müssen.

Einmal ausgehärtet, ist ein Trennen nicht mehr möglich, ohne die physischen Teile zu brechen. Saugen Sie den Kleber immer per Vakuum in den Kanal. Drücken Sie das Epoxid nicht in den Kanal. In dem Fall wird es wahrscheinlich den Weg des geringsten Widerstandes nehmen und den Kanal möglicherweise nicht zu 100 % ausfüllen.

Der Querschnitt rechts zeigt den Kleber (dunkel), der durch Zugangsöffnungen in den radialen Hohlraum gesaugt wird.



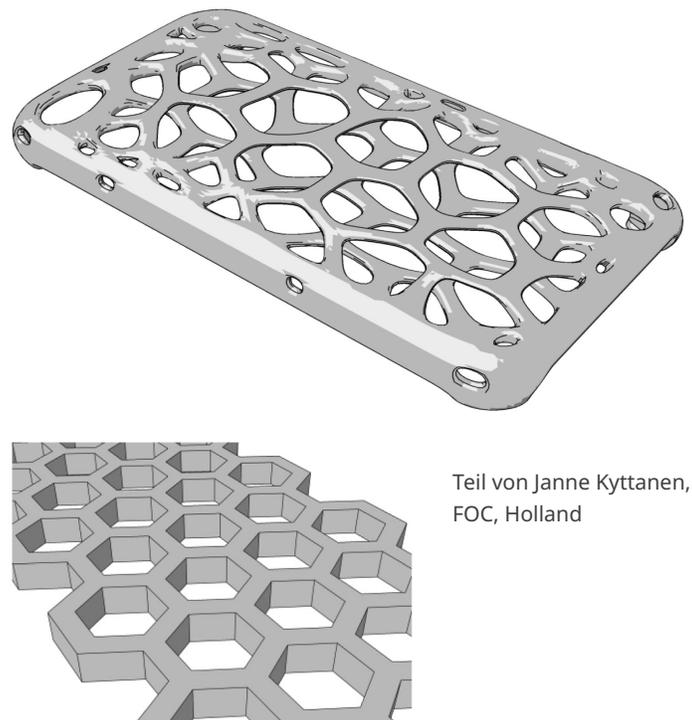
Gitter

Sechsecke sind für SLS besonders gut geeignet – nicht nur, weil sie grundsätzlich Spannungen bewältigen und für Schachtelungseffizienz sorgen, sondern auch, weil für eine präzise Darstellung nur sehr wenige Dreiecke (12) benötigt werden.

Wenn Sie kreisförmige Formen für Rasterbohrungen verwenden, ist damit zu rechnen, dass sich die Dateigröße drastisch erhöht.

Obwohl Sie das Gewicht des fertigen Teils im Vergleich zu einem festen Nicht-Gitterprofil reduzieren können, erhöhen Sie die Reinigungszeit und die Entnahmezeit der Systeme, da der Laser so die strukturreichen Querschnitte ausbildet und ausfüllt.

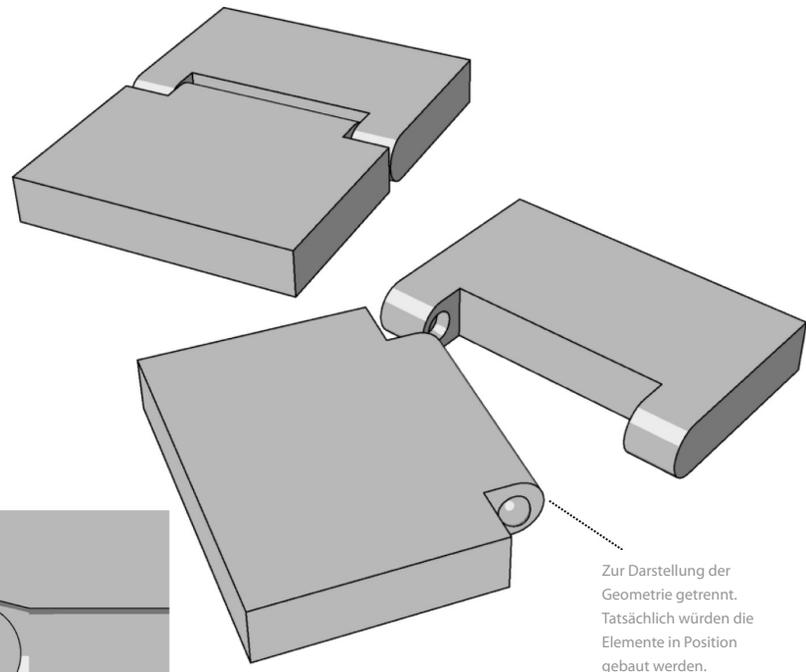
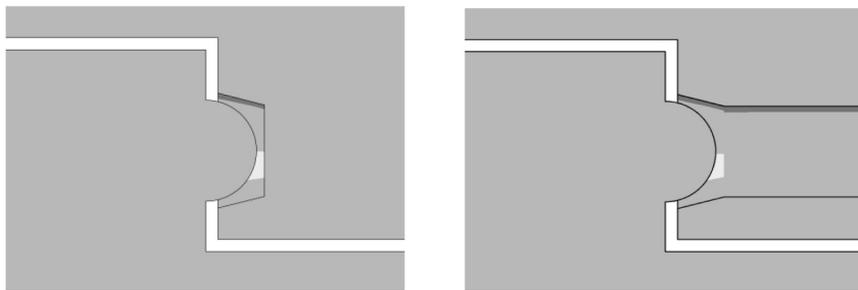
Wie bei Hohlkörpern korreliert die nicht freiliegende Pulvermenge nicht sehr stark mit dem zusätzlichen Material für das Recycling. Dies ist auf die teilnahe thermische Einwirkung zurückzuführen. Tatsächlich sind Gitterteile aufgrund des erhöhten Ziehzeitaufwands teurer in der Herstellung als massive Teile.



Integrierte Scharniere

Die Kugel in einem umlaufenden Trapezkegel eignet sich gut für integrierte Scharniere mit hoher Stabilität, Präzision, geringer Reibung und hohem Wirkungsgrad. Halten Sie einen Mindestabstand von 0,2 mm zwischen der Positivkugel und der Hülse ein.

Geben Sie an allen anderen Stellen 0,3 mm oder mehr Spielraum. Sie müssen außerdem die Hülse weiterführen, um die Seite auszuformen. Dies hat keinen Einfluss auf die Scharnierfunktionalität, ermöglicht jedoch eine schnellere und vollständigere Pulverentfernung.

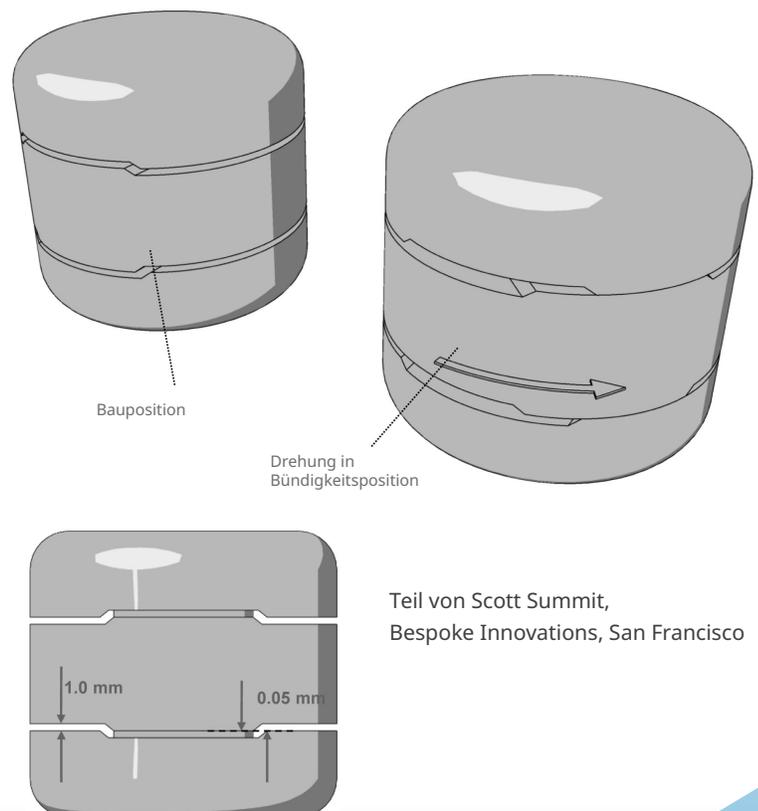


Teil von 3D Systems

Eingelassene Scharniere

Bei der Toleranz geht es um das Zusammenspiel von Funktion und Qualität des Mechanismus. Zu wenig Spiel und der Mechanismus verbindet sich, zu viel und er ist zu locker und unzuverlässig.

Ein Lösungsansatz besteht darin, eine Form anzuwenden, bei der sich das Scharnier in eine bündige Position dreht. Im freigegebenen Zustand können großzügige Toleranzen von mehr als 1 mm für den Bau verwendet werden, während Toleranzen von ca. 0,05 mm ein bündiges, stabiles Schließen in der Rotation ermöglichen.



Teil von Scott Summit, Bespoke Innovations, San Francisco

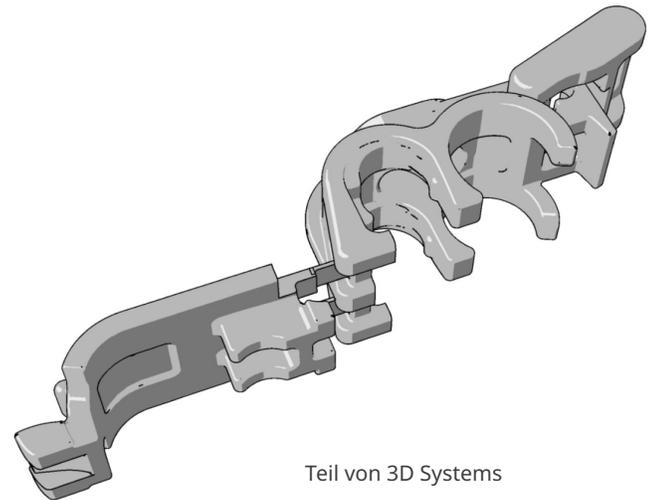
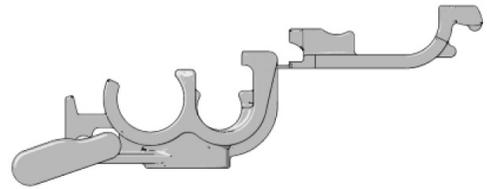
Folienscharniere

Das Folienscharnier ist bei SLS eher ein Novum. Bei der Gelenkverbindung ist es oft eine suboptimale Lösung. Die Frage sollte sein: Warum ein Folienscharnier bauen, wenn man ein integriertes Scharnier entwerfen und bauen kann?

Herkömmliche Folienscharniere sind für thermoplastische Spritzgussmaterialien und -prozesse konzipiert und optimiert.

Versuchen Sie bei SLS, Folienscharniere zu vermeiden, da SLS-Polyamid nicht das gleiche Biegeverhalten aufweist wie Spritzgussthermoplaste. Dies ist auf die Auflösung des Prozesses zurückzuführen. Per 3D-Druck hergestellte Scharniere müssen dicker sein als Spritzgusscharniere. Polyamid hat außerdem die Neigung, unter zyklischer Verformung stärker zu arbeiten. Dies kann bei Anwendungsbereichen sinnvoll sein, in denen es um eine einmalige Fold-to-Use-Anwendung geht. Es ist außerdem dann sinnvoll, wenn es darum geht, Komponenten miteinander zu verbinden.

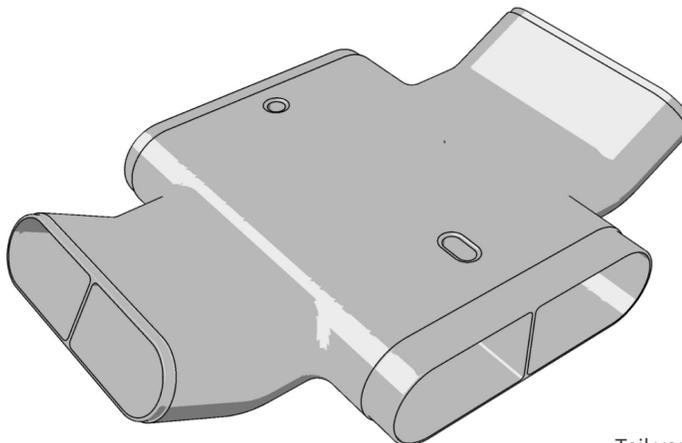
Bei der Bauausrichtung sollten Sie vermeiden, dass Treppenstufen mit der Zugfläche des Scharniers übereinstimmen. Erwägen Sie außerdem, das Teil 10 Minuten lang in kochendes Wasser einzutauchen, um das Polyamid vor dem Biegen zu härten (tempern).



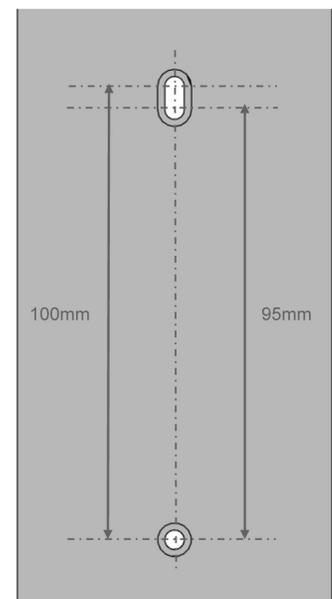
Teil von 3D Systems

Befestigungen

Ein einziger langgestreckter Befestigungspunkt ermöglicht die thermoplastische Variante bei langen Strecken. Verlängern Sie das Aufnahme Loch mit einer Mindestrate von 5 mm pro 100 mm.



Teil von 3D Systems



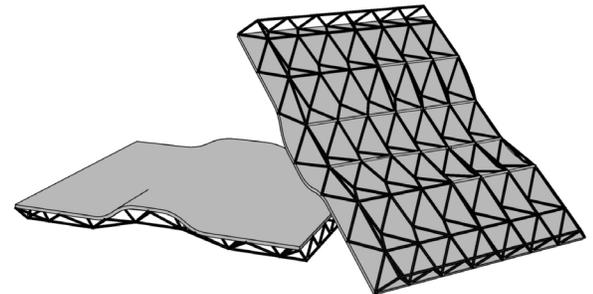
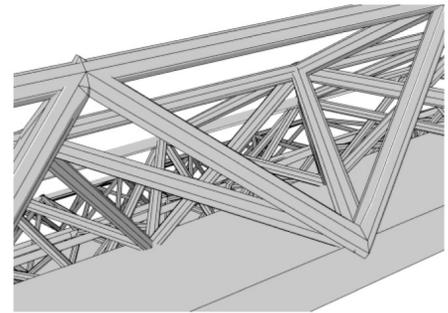
Gitterstrukturen

Gitterstrukturen und andere entworfene zelluläre Materialien ermöglichen es den Designern, das Material nur dort einzusetzen, wo es für eine bestimmte Anwendung benötigt wird. Ein wesentlicher Vorteil zellulärer Werkstoffe aus Sicht des Maschinenbaus ist die hohe Festigkeit bei gleichzeitig relativ geringer Masse.

Diese Materialien können sowohl gute Energieabsorptionseigenschaften als auch gute Wärme- und Schalldämmeigenschaften aufweisen. Zu den zellulären Materialien gehören Schaumstoffe, Waben, Gitter und ähnliche Konstruktionen.

Die manuelle Konstruktion von Gitterstrukturen kann mühsam sein, sodass Designer vielleicht ein Makro oder Programm erstellen möchten, um einige Schritte zu automatisieren. Alternativ können Sie auch ein spezielles Softwarepaket verwenden, das den Bauprozess automatisiert.

SLS-Maschinen können Gitterstreben bis zu einem Durchmesser von fast 0,5 mm herstellen.



Teil von Prof. David Posen,
Georgia Institute of Technology

Einrastverschlüsse

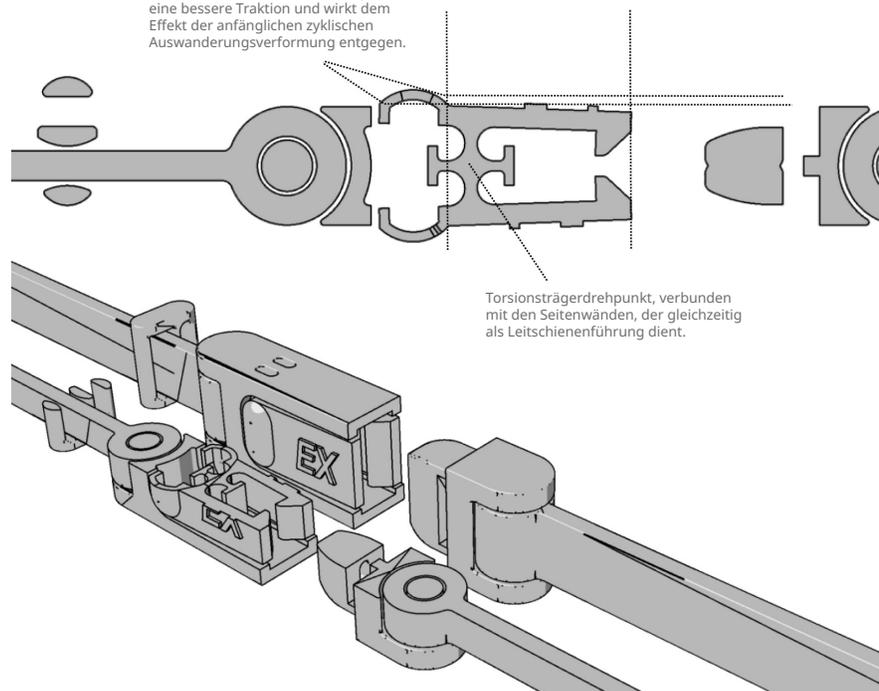
Bei SLS gibt es viele bewährte Beispiele für das Design von Kunststoff-Clips. Im Vergleich zum Spritzguss macht die größere Designkomplexität mit SLS weitaus ausgefeiltere und aufwändigere Systeme zum Clippen, Einrasten, Halten und Lösen möglich.

In diesem Beispiel bewegt ein Hebelmechanismus zur "Druckentriegelung" die beiden Haltearme um einen Torsionsträgerdrehpunkt. Beachten Sie die großzügige Anwendung von Verrundungen zur Vermeidung von Brüchen sowie die verformte Schließstellung der Halteelemente, um den Auswirkungen des anfänglichen zyklischen Auswanderns entgegenzuwirken.

Beim Design für SLS ist es entscheidend, dass Sie (wie bei allen Traversen, die einer zyklischen Verformung unterzogen werden) das anfängliche Auswandern berücksichtigen. Diesem wird der Kunststoff unterzogen, bevor er sich in seine endgültige stabile Position einfügt.

Wie bei Folienscharnieren und Blattfedern ist es ratsam, die Teile 10 Minuten lang in Wasser zu kochen, um die Festigkeit und das Rückstellvermögen des Kunststoffs zu verbessern.

Beachten Sie die vorgelagerte Position der Aufnahmeseite. Diese ermöglicht eine bessere Traktion und wirkt dem Effekt der anfänglichen zyklischen Auswanderungsverformung entgegen.



Torsionsträgerdrehpunkt, verbunden mit den Seitenwänden, der gleichzeitig als Leitschiene dient.

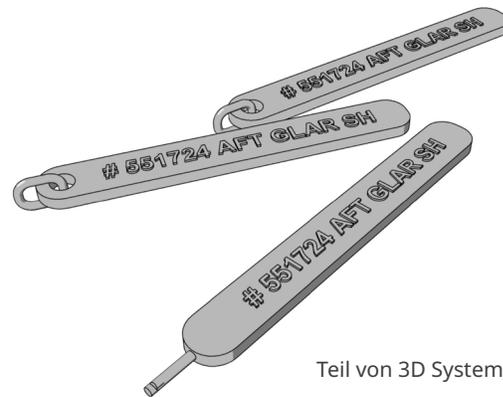
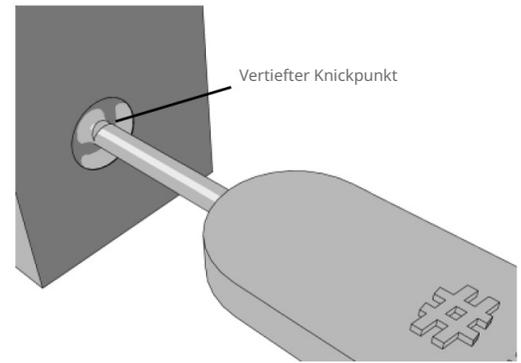
Teil von 3D Systems

Kennzeichnungen

Über Ketten oder Stifte verbundene Anhänger sind gängige Methoden zur Kennzeichnung von SLS-Teilen. Die 3D-Sprint®-Software ermöglicht die automatische Kennzeichnung von Teilen mit STL-Dateinamen. Dies ist insbesondere bei Anwendungen in der Massenfertigung von kundenspezifischen Produkten sinnvoll. Versuchen Sie, alle Merkmale oberhalb einer Dicke von 1 mm zu halten.

Beachten Sie bei der Abbildung oben, dass sich die Verbindung zwischen dem Stift und dem Teil in einer vertieften, mit einer Verrundung versehenen Einfassung befindet. Dies reduziert die Auswirkungen auf die mechanische Integrität des Teils. Beachten Sie in diesem Fall außerdem den Knickpunkt (eine in den Stift modellierte V-Kerbe). Dasselbe gilt für Ketten, bei denen Sie eine einfache und kontrollierte Entfernung des Tags ermöglichen möchten.

Durch die Platzierung der V-Kerbe in der Vertiefung bleibt nach dem Entfernen kein störendes Artefakt zurück.

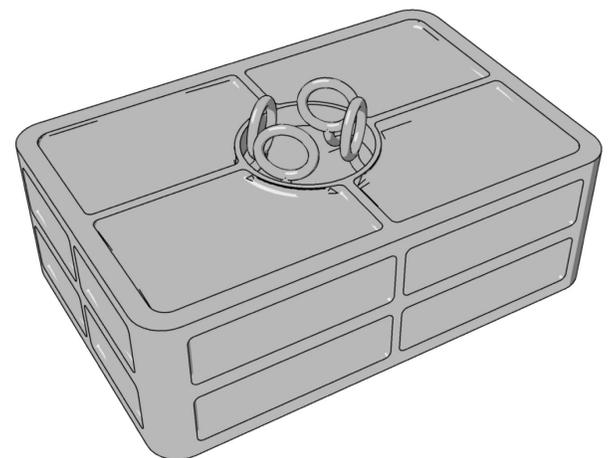


Tanks

Ein korrekt gesinterter SLS-Polyamid-Tank (Dichte $>0,98\text{g/ccm}$ mit einer Wandstärke $>1\text{ mm}$) ist in der Lage, sowohl ein Fluid als auch ein Gas unter Druck aufzunehmen. Bei aggressiven Lösungsmitteln und Kraftstoffen ist eine Zuführung mit Imprex in Betracht zu ziehen. Aufgrund der Geometrie und der zusätzlichen Hitzeeinwirkung kann das Material innerhalb des Tanks oft recht kompakt werden und erfordert für eine hundertprozentige Entfernung zusätzlichen Arbeitsaufwand.

Wie bei Luftkanälen ist die Platzierung von verschachtelten Elementen und Pulverentfernungshilfen zu berücksichtigen. In diesem Fall wird eine Kombination aus Stäben und Ketten verwendet, um das Material zu schneiden und aus den inneren Ecken zu entfernen.

Ein Durchmesser von $>2\text{ mm}$ für die Ketten/Stäbe ist in der Regel ausreichend. Sie können außerdem einen hohlen Stab modellieren, der an einer Luftleitung befestigt wird. Mit dem Entfernen dieses Zugstabes können Sie Druckluft von unten einblasen.



Teil von 3D Systems



Sollbruchstellen

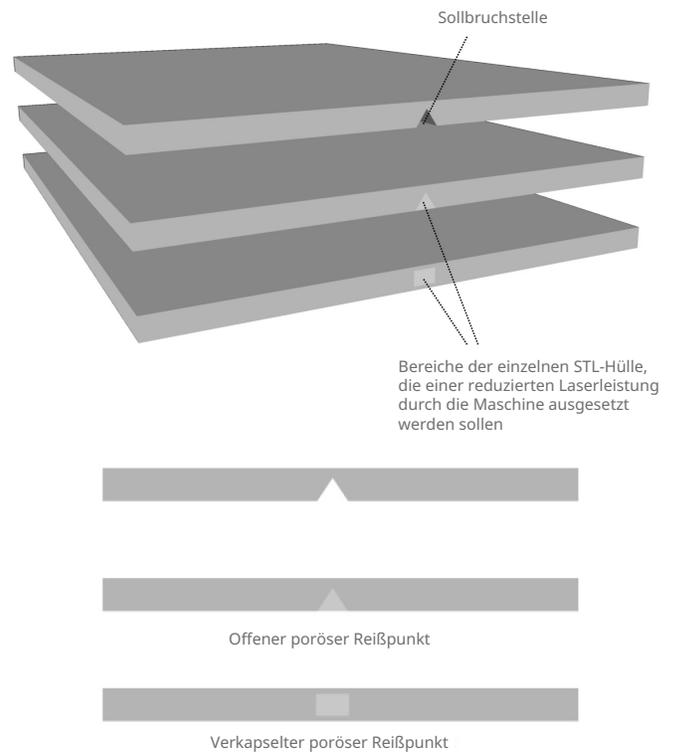
Sollbruch- oder -risstellen können über den klassischen Ansatz der physischen Gestaltung einer Kerbe in der Geometrie erreicht werden.

Mit der SLS-Fertigung haben Sie jedoch auch die Möglichkeit, die Dichte bestimmter Bereiche im Produkt selektiv zu steuern.

Dies geschieht, indem Sie die Bereiche, in denen Sie eine niedrige Dichte wünschen, als separate STL-Datei-Hülle im CAD modellieren. Wenn das Teil als Baugruppe in der Maschine platziert wird, achten Sie darauf, dass Sie die Hüllen nicht durch eine Verschachtelung trennen.

Reduzieren Sie bei der Maschine die Lasereinwirkung auf die Hüllen, bei denen die Dichte niedrig sein soll. Dies führt zu einer selektiven Erzeugung von Bereichen mit geringer Dichte und damit zu einer wesentlich höheren Frakturempfindlichkeit.

Beachten Sie, dass Material, das einer geringeren Verdichtung ausgesetzt ist, eine geringere Materialschumpfung aufweist. Der Bereich, in dem die niedrigere Dichte platziert wurde, kann zurückweichen und deckender sein als die umliegenden dichteren Bereiche.

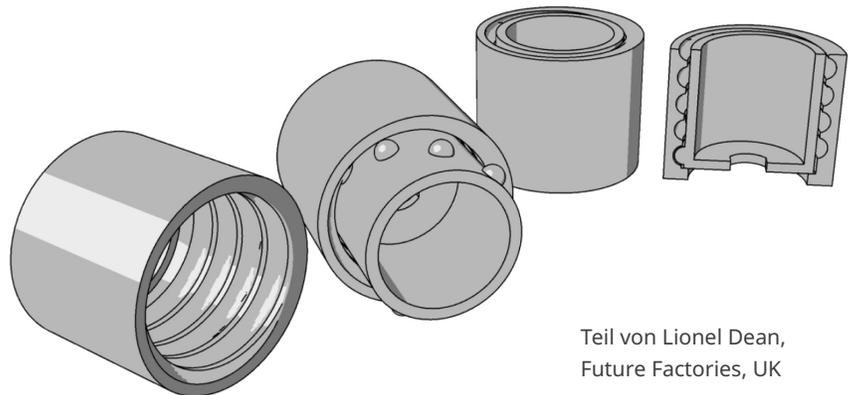


Teil von 3D Systems

Gewinde

Da die Oberflächenstruktur von SLS relativ rau sein kann, kann die Reibung den Gewindemechanismus beeinträchtigen.

In diesem Beispiel wird das positive Gewinde durch "Halbkugeln" ersetzt, die zu den Nuten auf der negativen Seite der Baugruppe passen.



Durch diesen Ansatz wird die Reibung drastisch reduziert und die "Passung" verbessert. Die Passung ist dann gegeben, wenn beide Teile den gleichen Prozessschwankungen ausgesetzt sind. SLS ist sehr anfällig für Prozessschwankungen. Wenn beispielsweise die Strahl-Offsets falsch sind, kann die positive Seite größer und die negative Seite kleiner sein – was die Interferenz verstärken würde.

Dies ist ein klassisches Beispiel dafür, dass man sich nicht auf den konventionellen Designansatz für Gewinde beschränken und sich vom gewünschten Funktionsziel des Mechanismus leiten lassen sollte.

Übersicht der SLS-Drucker



SLS 380

- Ideal für Funktionsprototypen und die Serienproduktion von Endnutzungsteilen mit hoher Ausbeute bei niedrigen Betriebskosten
- Wärmemanagement und -steuerung in Echtzeit für hohe Wiederholgenauigkeit und Durchsatz
- Wassergekühlter Laser, 8 separat gesteuerte Heizungen und hochauflösende IR-Kamera für einen optimalen Druckvorgang einzelner oder mehrerer Teile
- Ausgezeichnete Oberflächenveredelung und feinste Detailgenauigkeit
- Automatischer Materialtransport und Zuführung für bis zu 4 Drucker gleichzeitig
- Die integrierte 3D-Sprint-Software macht die Planung der Bauteile einfach und maximiert den Platz und die Teileorientierung
- Maximale Bauraumkapazität (B x T x H): 381 x 330 x 460 mm (15 x 13 x 18 in)



sPro 140 und 230

- Für hohen Durchsatz an qualitativ hochwertigen und robusten Teilen aus Thermoplasten
- Drucken großer Teile; höhere Festigkeit der Teile und kürzere Montagezeiten
- Anwendungen sind unter anderem qualitativ hochwertigere Filmscharniere, Einrastmechanismen und andere mechanische Verbindungen, Vorrichtungen und Halterungen, Motorgehäuse und andere Schutzabdeckungen
- Die verfügbaren Werkstoffe sorgen für eine hohe thermische und chemische Beständigkeit
- Geringere Betriebskosten durch mehr Durchsatz und Kapazität
- Maximale Bauraumkapazität (B x T x H):
 - 550 x 550 x 460 mm (22 x 22 x 18 in) bei sPro 140
 - 550 x 550 x 750 mm (22 x 22 x 30 in) bei sPro 230

Hochleistungs-SLS-Werkstoffe DuraForm® Polyamid-Thermoplaste

GLATTESTE OBERFLÄCHEN, THERMOPLASTISCHE TEILE FÜR HÖCHSTE LEISTUNGEN

3D Systems bietet die branchenweit hochwertigsten, großformatigen SLS-Polyamidteile mit hervorragender Oberflächengüte direkt aus dem Drucker und höherer isotroper Festigkeit im Vergleich zu Filament-, Pulverbindungs- oder anderen SLS-Druckern. Die DuraForm®-SLS-Werkstoffe von 3D Systems sind so konzipiert, dass sie das gesamte Spektrum an Fähigkeiten und isotropen Eigenschaften bieten, einschließlich Steifigkeit, hoher Dehnung, hoher Schlagzähigkeit und hoher Temperaturbeständigkeit.

LANGFRISTIGE MECHANISCHE LEISTUNG UND UMWELTBESTÄNDIGKEIT

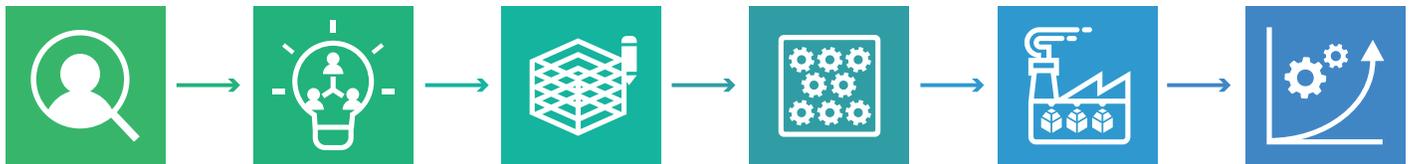
Das umfangreiche Angebot an langlebigen Polyamid-Thermoplasten von 3D Systems bietet ausgewogene, langfristige mechanische Eigenschaften und eine Umweltbeständigkeit, die gemäß ASTM-Testverfahren auf bis zu 1,5 Jahren im Außenbereich und 8 Jahren im Innenbereich getestet wurde. Gedruckte Teile eignen sich ideal für die Herstellung von hochfesten, langlebigen Funktionsprototypen, direkt gefertigten Endnutzungsteilen in mittleren Stückzahlen, medizinischen Teilen, welche die USP-Klasse VI erfüllen und sterilisiert werden müssen, komplexen, dünnwandigen Kanälen, Schnappverschlüssen, funktionsfähigen Scharnieren und großformatigen Abdeckungen, Verkleidungen, Gittern und Stoßstangen für die Luft- und Raumfahrt und die Automobilindustrie.



Wir sind da, um Ihnen zu helfen

Seit mehr als drei Jahrzehnten beweist 3D Systems seine Führungsrolle und Kompetenz und unterstützt Hersteller in einer Vielzahl von Branchen bei der Neudefinition ihrer Arbeitsabläufe und der Umsetzung der Vorteile der additiven Fertigung.

Wir sind bestrebt, die Entwicklung fortschrittlicher Anwendungen voranzutreiben. Von der Installation bis hin zur praktischen Schulung und Beratungsunterstützung ermöglichen Ihnen die Experten von 3D Systems einen schnellen und effektiven Übergang von der Prototypenerstellung bis hin zur Serienproduktion. Die Application Innovation Group von 3D Systems besteht aus einer engagierten Gruppe von Ingenieuren, Technikern und Designern, die Ihnen bei der Lösung Ihrer schwierigsten Aufgaben in Design und Produktion helfen können. Ob es darum geht, Qualifikationsdefizite zu ermitteln, die Leistung von Teilen zu verbessern oder Ihren Fertigungs-Workflow zu skalieren – wir stehen Ihnen in jeder Phase zur Verfügung, um unser professionelles Fachwissen für Ihre individuellen Ziele einzusetzen.



ENTDECKEN

Strategische Beratung zur Ermittlung der Kundenbedürfnisse

ERNEuern

Gemeinsame Anwendungsentwicklung und Design for Additive Manufacturing (DfAM) für spezifische Anforderungen

ENTWICKELN

QS und Prozesscharakterisierung vom Vor-Prototyp bis zum Prototyp

VALIDIEREN

Schulung, Validierung und Zertifizierung

PRODUZIEREN

Produktions- und Fertigungsservices

SKALIEREN

Aufwärtsskalierung und Technologietransfer

[KONTAKT](#)

Garantie/Haftungsausschluss: Die Leistungsmerkmale der in diesem Dokument beschriebenen Produkte können je nach Produktanwendung, Betriebsbedingungen, Werkstoffkombination oder Endnutzung abweichen. 3D Systems und KISTERS übernehmen keine Garantie, weder ausdrücklich noch stillschweigend. Dies betrifft insbesondere auch die Markteignung sowie die Eignung für einen bestimmten Zweck.
© 2023 by 3D Systems, Inc. Alle Rechte vorbehalten. Technische Änderungen vorbehalten. 3D Systems, das Logo von 3D Systems, Projet, Visijet und 3D Sprint sind eingetragene Warenzeichen von 3D Systems, Inc.