

# DuraForm® ProX™ AF+

## Werkstoffanleitung

Originalanleitung



|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>TEILE DRUCKEN MIT DURAFORM® PROX AF+-MATERIAL</b> .....               | <b>1</b>  |
|          | <b>SICHERHEITSHINWEIS: MATERIALIEN</b> .....                             | <b>1</b>  |
|          | <b>WIE DER DURAFORM PROX AF+-PROZESS FUNKTIONIERT</b> .....              | <b>1</b>  |
|          | Aufwärmphase .....   | 2         |
|          | Überhitzen .....   | 2         |
|          | Druckphase .....   | 2         |
|          | Mögliche Druckprobleme .....   | 2         |
|          | Interaktion der Variablen .....  | 3         |
|          | Abkühlphase .....  | 3         |
|          | Kondensation im Prozess .....  | 3         |
|          | <b>DRUCKMODI FÜR DURAFORM PROX AF+</b> .....                             | <b>3</b>  |
|          | <b>VORLÄUFIGE UND TEILDRUCKE</b> .....                                   | <b>4</b>  |
|          | Offline-IR-Kalibrierung .....  | 4         |
|          | Scale- und Offset-Druck .....  | 4         |
|          | Berechnen der Scale-/Offset-Werte .....                                  | 4         |
|          | <b>EINRICHTEN EINES DRUCKS</b> .....                                     | <b>4</b>  |
|          | Ausrichten von STL-Dateien .....   | 5         |
|          | Auflösung feiner Strukturen .....  | 5         |
|          | Laserstrahl-Offset .....   | 5         |
|          | Robustheit der Formen .....  | 5         |
|          | Oberflächenfinish .....  | 5         |
|          | <b>RICHTLINIEN ZUR PLATZIERUNG UND AUSRICHTUNG DER DRUCKSTÜCKE</b> ..... | <b>5</b>  |
|          | Zylinder .....   | 5         |
|          | Dreiecke .....   | 6         |
|          | Querschnitte .....   | 6         |
|          | Duplizieren .....  | 6         |
|          | Strukturen und Abtreppungen .....  | 6         |
|          | Geschlossene Körper, Zylinder und Formen .....                           | 6         |
|          | Verschachtelung .....  | 7         |
|          | Kontaktflächen .....   | 7         |
|          | <b>VOR JEDEM DRUCK</b> .....   | <b>7</b>  |
|          | <b>ABGEBROCHENEN DRUCK NEU STARTEN</b> .....                             | <b>7</b>  |
|          | <b>SICHTEN DES MATERIALS</b> .....                                       | <b>7</b>  |
|          | <b>RECYCLING DES MATERIALS</b> .....                                     | <b>7</b>  |
|          | Mischen von frischem und gebrauchtem Material .....                      | 8         |
|          | <b>REINIGEN DES SLS-SYSTEMS</b> .....                                    | <b>8</b>  |
| <b>2</b> | <b>NACHBEARBEITUNG</b> .....   | <b>9</b>  |
|          | <b>WERKZEUGE UND REINIGUNGSMITTEL</b> .....                              | <b>9</b>  |
|          | <b>REINIGUNGSVERFAHREN</b> .....   | <b>9</b>  |
|          | <b>REPARATUR UND MONTAGE DER DRUCKSTÜCKE</b> .....                       | <b>9</b>  |
|          | <b>MASCHINELLES SCHLEIFEN</b> .....                                      | <b>9</b>  |
|          | <b>NASSSCHLIFFVERFAHREN</b> .....  | <b>9</b>  |
|          | <b>VERSIEGELN UND EINLASSEN DER DRUCKSTÜCKE</b> .....                    | <b>10</b> |
|          | <b>VERSIEGELUNG MIT EINEM WASSERBASIERTEM POLYURETHAN</b> .....          | <b>10</b> |
|          | <b>VERSIEGELUNG MIT THERMISCH AUSHÄRTENDEN DICHTSTOFFEN</b> .....        | <b>11</b> |
| <b>3</b> | <b>EIGENSCHAFTEN UND HANDHABUNG</b> .....                                | <b>12</b> |
|          | <b>SICHERHEITSDATENBLATT</b> .....                                       | <b>12</b> |
|          | <b>MATERIALHANDHABUNG</b> .....  | <b>12</b> |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
|          | <b>MATERIALLAGERUNG UND - ENTSORGUNG.....</b>       | <b>12</b> |
|          | Allgemeine Lagerungsinformationen.....              | 12        |
|          | Lagerung von DuraForm ProX AF+ .....                | 12        |
|          | Materialentsorgung .....                            | 12        |
| <b>4</b> | <b>LÖSUNG VON PROBLEMEN .....</b>                   | <b>13</b> |
|          | <b>EINLEITUNG ZU PROBLEMLÖSUNGEN.....</b>           | <b>13</b> |
|          | Problembeschreibung – Format .....                  | 13        |
|          | <b>Z-BONUS.....</b>                                 | <b>13</b> |
|          | <b>VERKLUMPUNG .....</b>                            | <b>14</b> |
|          | <b>RISSBILDUNG IM DRUCKBETT.....</b>                | <b>14</b> |
|          | <b>KRISTALLE UND KONDENSATION .....</b>             | <b>15</b> |
|          | <b>AUFWÖLBUNG, WÄHREND DES DRUCKENS.....</b>        | <b>15</b> |
|          | <b>AUFWÖLBUNG, NACH DEM DRUCKEN .....</b>           | <b>15</b> |
|          | <b>VERGLASEN, WÄHREND DES DRUCKENS .....</b>        | <b>16</b> |
|          | <b>ZUWACHS.....</b>                                 | <b>17</b> |
|          | <b>SCHMELZEN, DRUCKBETT .....</b>                   | <b>17</b> |
|          | <b>AUSGELASSENER SCAN .....</b>                     | <b>18</b> |
|          | <b>ORANGENHAUT .....</b>                            | <b>18</b> |
|          | <b>UNZUREICHENDE ZUFÜHRUNG.....</b>                 | <b>19</b> |
|          | <b>FEHLGELEITETE VEKTOREN .....</b>                 | <b>19</b> |
|          | <b>AUSWASCHUNGEN .....</b>                          | <b>20</b> |
|          | <b>SCHWACHE DRUCKSTÜCKE/POROSITÄT.....</b>          | <b>20</b> |
| <b>5</b> | <b>ANHANG A – RECHTLICHE HINWEISE.....</b>          | <b>21</b> |
|          | <b>URHEBERRECHT UND UNTERNEHMENSIDENTITÄT .....</b> | <b>21</b> |
|          | EINSCHRÄNKUNGEN DER GEWÄHRLEISTUNG UND HAFTUNG..... | 21        |
|          | WARENZEICHEN UND EINGETRAGENE WARENZEICHEN .....    | 21        |

# 1 TEILE DRUCKEN MIT DURAFORM® PROX AF+-MATERIAL

DuraForm ProX AF+ ist ein faserverstärkter und mit Aluminium gefüllter Plastikwerkstoff auf PA12-Basis mit hoher Steifigkeit und erhöhter Temperaturbeständigkeit bei Verwendung in den ProX SLS-Systemen. Diese Anleitung beschreibt die Anwendung Ihres ProX SLS-Systems zum Ausdrucken von Bauteilen mit dem proprietären Material DuraForm® ProX AF+ von 3D Systems. Dieser Abschnitt beschreibt den Druckprozess. Er enthält die folgenden Themen:

- [Sicherheitshinweis: Materialien](#)
- [Funktionsweise der Kunststoffverarbeitung mit DuraForm ProX AF+](#)
- [Druckmodi für DuraForm ProX AF+](#)
- [Vorläufige und Teildrucke](#)
- [Einrichten eines Drucks](#)
- [Richtlinien zur Platzierung und Ausrichtung der Druckstücke](#)
- [Vor jedem Druck](#)
- [Abgebrochenen Druck neu starten](#)
- [Sichten des Materials](#)
- [Recycling des Materials](#)
- [Reinigen des SLS-Systems](#)

## SICHERHEITSHINWEIS: MATERIALIEN

DuraForm ProX AF+ wurde hergestellt für, und getestet mit, den ProX SLS-Systemen von 3D Systems mit 75 % frischem Material auf einem MQC. Beachten Sie den Abschnitt „[SICHTEN DES MATERIALS](#)“ für weitere Informationen über das MQC-System. Sicherheitsdatenblätter zu diesem Material (MSDS) finden Sie unter: <http://infocenter.3dsystems.com/production-printer-material/laser-sintering-sls>.



**Vorsicht: Die Verwendung von Material, das nicht von 3D Systems zertifiziert wurde, kann Gesundheitsschäden verursachen und die Gewährleistung des SLS-Systems einschränken.**

## WIE DER DURAFORM PROX AF+-PROZESS FUNKTIONIERT

Die Verarbeitung des DuraForm ProX AF+-Materials hat folgende Eigenschaften:

- Das Material wird bis kurz unter Schmelztemperatur erhitzt.



**HINWEIS: Die Temperatur-Sollwerte können aufgrund von Unterschieden der Materialbedingungen und Sensoren von Maschine zu Maschine leicht variieren.**

- Das Material wird in einer inerten, stickstoffreichen Atmosphäre (5,5 % maximaler Sauerstoffgehalt) verarbeitet.
- Der Schmelzvorgang des Materials ermöglicht den Übergang aus dem festen Zustand in eine niedrigviskose Flüssigkeit mit einer geringen Menge Laser-Energie.
- Das Drucken mit dem Material besteht aus 3 Phasen:
  - [Aufwärmphase](#)
  - [Druckphase](#)
  - [Abkühlphase](#)



**WARNUNG! Um DuraForm ProX AF+-Kunststoff zu verarbeiten, empfiehlt es sich, eine ATEX MQC zu verwenden, die aufgrund des in diesem Produkt verwendeten Aluminiumpulvers unter besonderen Sicherheitsvorkehrungen bedient werden sollte. Lesen Sie den Abschnitt „[RECYCLING DES MATERIALS](#)“ für weitere Informationen.**

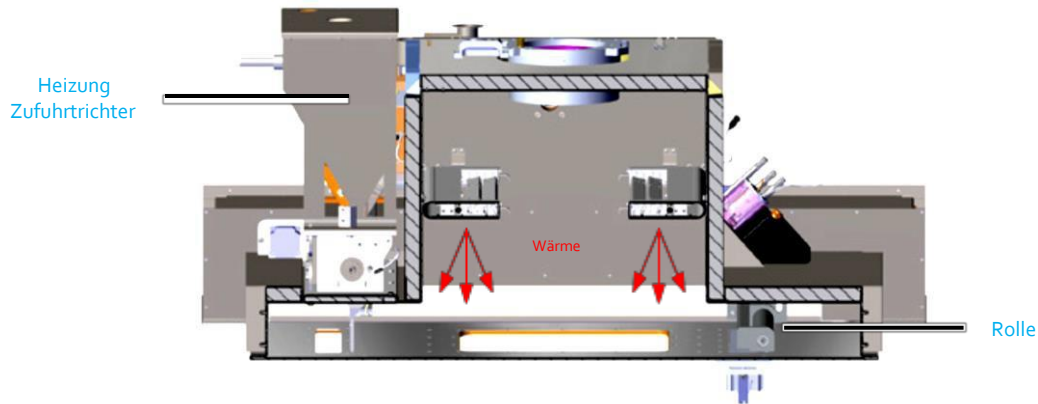


**WARNUNG! Das Bedienpersonal muss einen genehmigten Staubsauger verwenden, um überschüssige Werkstoffe zu beseitigen. 3D Systems empfiehlt einen ESD oder ein explosionsssicheres Modell. Wenden Sie sich für Kaufoptionen an den Kundendienst von 3D Systems.**



**HINWEIS: Ein Upgrade auf die gegenläufig rotierende Walze ist erforderlich, um erfolgreich mit DuraForm ProX AF+ zu drucken. Dieses Upgrade ist entscheidend für den Druck mit DuraForm ProX AF+ auf einem ProX SLS-Drucker. Wenden Sie sich an Ihre Kontaktperson des Kundendienstes von 3D Systems für weitere aktuelle Informationen: 132782-00, / R ROLLER, TEXTURED, PROX SLS, FRU-KIT.**

## AUFWÄRMPHASE



Schnitt der Vorderansicht der Prozesskammer in der Aufwärmphase

- In der Aufwärmphase werden die Temperaturen in der Prozesskammer, im Druckbett und im Zufuhrtrichter stabilisiert.
- Diese Phase dauert etwa 60 Minuten, in denen sich der Druckbettkolben in kleinen Schritten (0,102 mm (0,004 Zoll)) senkt, während die Walze das Material liefert.
- Während dieser Phase erhöht das System schrittweise die Druckbetttemperatur bis zum Sollpunkt (unterhalb des Schmelzpunktes des Materials).
- Im Zufuhrtrichter wird das Material allmählich auf die höchstmögliche Temperatur erhöht, bei der das Material noch frei fließt. Dadurch wird der thermische Schock (die Abkühlung) verringert, der durch Zuführung des Materials zum Druckbett entsteht.

## Überhitzen

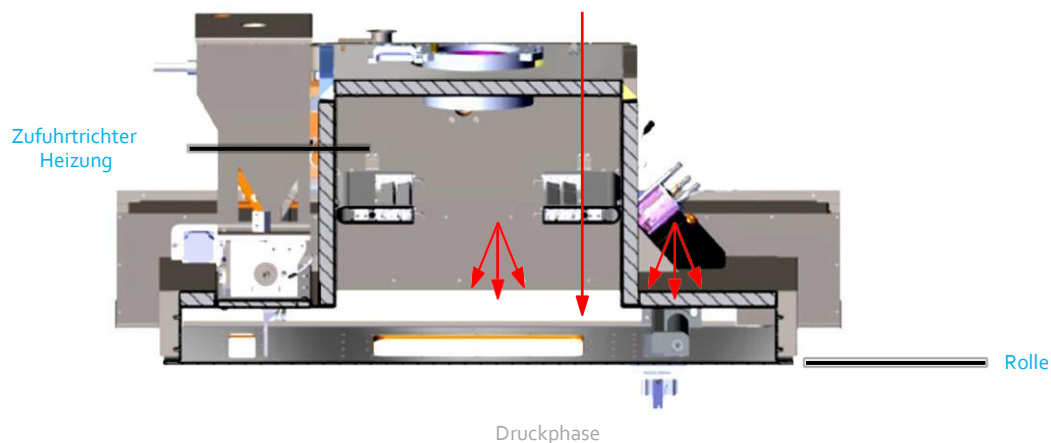
Das Standard-Druckprofil für die AF+-Einstellung im ProX SLS-System verwendet eine Technik namens „Überhitzen“. Diese Technik ermöglicht einen schnelleren Druck und verringert mögliche Probleme wie Aufwölbung. Das Überhitzen beginnt in der Aufwärmphase. Das Druckbett erreicht die Überhitzungstemperatur, die während des Drucks verwendet wird. Diese Temperatur wird bis zum Übergang in die Druckphase beibehalten (siehe unten). Ist die Druckphase erreicht, wird die Temperatur leicht verringert und während der verbleibenden Druckdauer auf dieser verringerten Temperatur gehalten. DuraForm ProX AF+ erfordert nicht die Verwendung der „Überhitzen“-Funktion.

## Druckphase

- Während der Druckphase werden die Temperaturen des Druckbetts und des Zufuhrtrichters gehalten.
- Laser-Energie wird verwendet, um das Material beim Druck an jedem der angrenzenden Querschnitte zu schmelzen.



**HINWEIS:** Die Einstellungen für die Laser-Energie variieren je nach der gewünschten Druckausgabe.



## Mögliche Druckprobleme

- **Übermäßige Laser-Energie** beeinflusst das Material außerhalb des Bauteilquerschnitts und verursacht Zuwachs.
- **Unzureichende Laserenergie** führt zu ungenügender Verschmelzung, was poröse, schwache Bauteile zur Folge hat.
- Wenn die **Druckbetttemperatur zu niedrig ist**, wölben sich die Druckstücke beim Scannen durch den Laser.

- Wenn die **Druckbetttemperatur zu hoch ist**, kann es schwierig werden, die Druckstücke vom umgebenden Material zu trennen.
- Wenn die **Materialtemperatur im Zufuhrtrichter zu niedrig ist**, kühlen sich die Druckstücke zu schnell ab, wenn das Material über das Bett gerollt wird, und es kommt zu einer Aufwölbung.
- Wenn die **Temperatur des zugeführten Materials zu hoch ist**, wird es den Zufuhrtrichter nicht verlassen können, da es nicht mehr richtig rutscht, und das Material rollt nicht richtig vor der Walze.

## Interaktion der Variablen

Viele der vorgestellten Probleme enthalten Variablen, die miteinander interagieren. Beispielsweise kann eine übermäßige Druckbetttemperatur oder eine zu hohe Laserleistung zu Zuwachs führen. Beachten Sie die Abschnitte namens „Zuwachs“ und „Schwache Druckstücke/Porosität“.

### Weiterer Druckverlauf

- Der Druckbettkolben bewegt sich abwärts, die Druckstücke werden beschichtet und beginnen, langsam abzukühlen.
- Die Masse und Geometrie der Druckstücke beeinflussen die Abkühlgeschwindigkeit. Wenn die Abkühlgeschwindigkeit zu hoch ist, können sich die Druckstücke nach dem Druck wölben oder verbiegen. Wenn die Abkühlgeschwindigkeit zu niedrig ist, kann Zuwachs auftreten.
- Die Positionierung der Teile im Druck beeinflusst auch die Abkühlgeschwindigkeit. Die zuerst gedruckten Teile haben die höchste Abkühlgeschwindigkeit. Vorrangige Phasenübergänge, z. B. Erstarrung, treten isothermal auf; die Oberseite dieser Druckstücke kühlt nicht ab, bevor sich das gesamte Bauteil verfestigt hat. Dies verlangsamt die Abkühlgeschwindigkeit der später gefertigten Druckstücke.



**HINWEIS:** Eine Kolbenheizung heizt die Unterseite des Druckbettkolbens; dadurch wird die Abkühlgeschwindigkeit verringert. Die zylinderförmige Kolbenheizung wird verwendet, um die Abkühlgeschwindigkeit der Druckstücke zu verringern und eine konstante Temperatur über das gesamte Druckbett zu erzielen.

Nach der anfänglichen Stickstoffreinigung wird während des Druckprozesses frisches Stickstoffgas mit konstanter Rate durch die Prozesskammer geleitet. Außerdem fließt Stickstoff über das Laser-Fenster und den IR-Sensorkopf, und Stickstoffgas wird auch verwendet, um Material aus dem Überlauf zurück zum Zufuhrtrichter zu transportieren.

## ABKÜHLPHASE

- In der Abkühlphase können das Material, die Druckstücke und das SLS-System ausreichend abkühlen, um den Druckkuchen aus der Prozesskammer zu entnehmen.
- Stickstoff ist für diesen Prozess erforderlich; der Inertgas-Anteil in der Kammer muss aufrechterhalten werden.
- Die Dauer dieser Phase hängt davon ab, wie groß der Druckumfang ist. Ein größerer Druckumfang benötigt mehr Zeit zum Abkühlen. Die Abkühlphase dauert etwa ein bis zwei Stunden.
- Nach Ablauf dieser Phase sind das Material und das SLS-System immer noch heiß.
- Der Druckkuchen sollte langsam auf Raumtemperatur abkühlen, bevor Sie die Druckstücke herausnehmen. Der Kern des Druckkuchens sollte nicht wärmer sein als 50 °C.
- Durch zu schnelles Entfernen der Druckstücke aus dem Druckkuchen können die Druckstücke sich verziehen oder verfärben.
- Einige Geometrien der Teile sind anfälliger für Verziehen nach dem Druck als andere.

## Kondensation im Prozess

Der Kunststoff DuraForm ProX AF+ enthält eine geringe Menge flüchtigen Materials, die während der Verarbeitung verdampft. Dieses Material kondensiert an kühlen Oberflächen in der Prozesskammer des SLS-Systems. Beachten Sie den Abschnitt „Kristalle und Kondensation“ für Informationen zur Vermeidung von Kondensation.

- Durch Vorwärmen des Stickstoffgases kann verhindert werden, dass das kondensierende Material sich auf dem Laser-Fenster niederschlägt.



**HINWEIS:** Es ist normal, wenn nach dem Druck eine geringfügige Kondensation (bzw. ein Film) auf dem Laser-Fenster festgestellt wird. Eine übermäßige Kondensation auf dem Laser-Fenster kann die effektive Laserleistung verringern, wodurch schwache oder poröse Druckstücke zu erwarten sind.

- Durch Heizen des IR-Sensor-Kerns und durch den Stickstoffgasstrom über den IR-Sensorkopf wird die Bildung von Kondenswasser auf den IR-Sensor-Linsen verhindert. Übermäßige Kondensation auf den Linsen führt zu ungenauen Messwerten für die Temperaturen, was hartes oder geschmolzenes Material im Druckbett verursacht. Der IR-Sensor sollte vor jedem Build überprüft und gegebenenfalls gereinigt werden.

Das Laser-Fenster sollte vor jedem Build gereinigt werden. Lesen Sie den Abschnitt „Reinigen der Laser-Fenster“.

## DRUCKMODI FÜR DURAFORM PROX AF+

DuraForm ProX AF+ ist verfügbar in den Modi Standard Production (SP) und Advanced. 3D Systems bietet Materialkonfigurationsdateien für SP- und Advanced-Modi an. Die Prozesseinstellungen in den SP-Konfigurationsdateien wurden optimiert, um den Anwender einen guten Startpunkt für die Bedienung zu bieten. Die Prozesseinstellungen für die Advanced-Konfigurationsdateien bieten mehr Spielraum für erfahrene Anwender.

Der Standard-Modus bzw. der empfohlene Modus von 3D Systems ist der SP-Modus. Die Prozesseinstellungen in diesen Konfigurationsdateien wurden für jede Datei optimiert und bieten einen guten Ausgangspunkt für die Bedienung bei Verwendung eines dieser Modi.

Im Dokument [Kunden-Informationsblatt \(Tipps & Infos\)](#) finden Sie weitere Detailinformationen über den SP-Modus. Dieses Blatt (CIB) umfasst auch eine Liste der wichtigsten Prozessparameter, die erfolgreiche Builds ermöglichen. Die zu erwartenden mechanischen Eigenschaften und Dichten finden Sie im 3D Systems Infocenter.



**HINWEIS:** DuraForm ProX AF+ ist ein Material mit Faserzuschlag und Aluminiumfüllung. Die Fasern haben ein Seitenverhältnis größer als 1 (in einer Richtung länger und in der anderen kürzer). Daher weist DuraForm ProX AF+ vielfältige Eigenschaften in Bezug auf die Richtung der Ausrichtung der Fasern auf. Im SLS-Prozess tendieren die Fasern dazu, sich mit ihrer Längsachse in X-Richtung auszurichten. Dies bewirkt, dass bei diesem Material die Richtungseigenschaften in der X-Achse höher sind als die in der Y-Achse.

## VORLÄUFIGE UND TEILDRUCKE

Bevor Sie den ersten Druck ausführen, müssen Sie eine Offline-IR-Kalibrierung durchführen. Beachten Sie den [ProX SLS User Guide](#) für genaue Anweisungen.

### Offline-IR-Kalibrierung

1. Versetzen Sie das System in manuellen Bedienmodus und schließen und verriegeln Sie die Türen der Prozesskammer.
2. Klicken Sie auf die Taste IR Calibration.

### Scale- und Offset-Druck

Wenn Sie Druckstücke mit DuraForm ProX AF+-Kunststoff drucken, führen Sie mindestens einen vorläufigen Druck durch, um die Standardparameter zu finden, die Sie beim Drucken der benötigten Stücke verwenden sollten.

Der Servicetechniker oder der Betreiber wird ein vorläufiges Druckstück anfertigen, um die angemessenen Scale- und Offset-Parameter zu überprüfen. Einzelheiten siehe Scale- und Offset-Optionen der jeweiligen Software zur Vorbereitung des Builds.

Verwenden Sie Parameter aus den vorläufigen Drucken, um die verwendbaren Druckstücke zu drucken. Während des Druckens sollten Sie weiterhin die Sollwerte für Laser und Heizung überwachen, indem Sie die Qualität der Druckstücke und des Materials bei der Analyse begutachten.

### Berechnen der Scale-/Offset-Werte

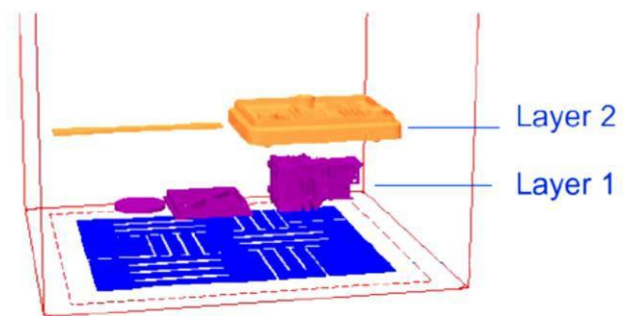
Beachten Sie die Hilfsfunktion ([Help](#)) der entsprechenden Software für die Vorbereitung des Builds.

## EINRICHTEN EINES DRUCKS

Beachten Sie die Hilfsfunktion ([Help](#)) der entsprechenden Software für die Vorbereitung des Builds.

### Tipps für die Vorbereitung

- Der optimale Druckbereich für Teile ist ein Rechteck mit Seitenlängen von 341 x 290 mm (13,5 x 11,5 Zoll).
- Es ist möglicherweise für Sie von Vorteil, wenn Sie die STL-Dateien in Layers (Schichten) für den Druckauftrag organisieren. Trennen Sie die Schichten der Druckstücke in der Z-Ebene um 1,25 mm (0,05 Zoll).
- Aufgrund der hohen Verarbeitungstemperaturen kühlen Druckstücke, die in der untersten Schicht des Drucks liegen, nicht so gleichmäßig aus und neigen dazu, sich beim Drucken zu wölben. Siehe Abschnitte [„Aufwölbung, während des Druckens“](#) und [„Aufwölbung, nach dem Drucken“](#).
- Wenn eine STL-Datei einen großen Querschnitt hat, sollten Sie sie im Druckzylinder höher anlegen, z. B. Z = 127 mm (5 Zoll).
- Dicke Querschnitte, die Strukturen mit XY-Schnitten oder einer Tiefe Z größer als 12,7 mm (0,5 Zoll) aufweisen, tendieren eher dazu, sich nach dem Druck zu wölben. Lesen Sie den Abschnitt [„Aufwölbung, während des Druckens“](#).



STL-Dateien in getrennten Schichten

## Ausrichten von STL-Dateien

Sie können die entsprechende Software zur Vorbereitung des Builds verwenden, um eine STL-Datei so auszurichten, dass sich Strukturen wie dünne Wände, kleine Stifte, Text, kleine Vorsprünge oder Ausschnitte verbessern lassen.

## Auflösung feiner Strukturen

Während die Druckstücke auf den nach oben und nach unten gerichteten Flächen eine gute Detailwiedergabe aufweisen, hat im Allgemeinen die nach oben gerichtete Oberfläche die beste Auflösung.

## Laserstrahl-Offset (Versatz)

Der Laserstrahl-Offset für Rand/Füllung stellt die Ränder bzw. Umriss eines Druckstücks so ein, dass die Breite des Laserstrahls ausgeglichen wird. Dies kompensiert nicht die zu erwartende Schrumpfung; der Strahl-Offset ist eher eine örtliche Verschiebung, bei der die Außenhaut des Teils in Richtung des Teileinneren verschoben wird. Details der Druckstücke wie Stützen oder Stäbe werden kleiner, Löcher oder Aussparungen werden größer. Der Strahl-Offset wird während der Ausführung auf jede Scheibe des Bauteils angewendet.

Die Strahl-Offset-Werte werden mittels der folgenden Offset-Parameter eingestellt: Versetzung Füllung X, Versetzung Füllung Y, Versetzung Umriss X und Versetzung Umriss Y. Diese Parameter werden mittels der Scale- und Offset-Optionen der jeweiligen Software zur Vorbereitung des Builds eingestellt.

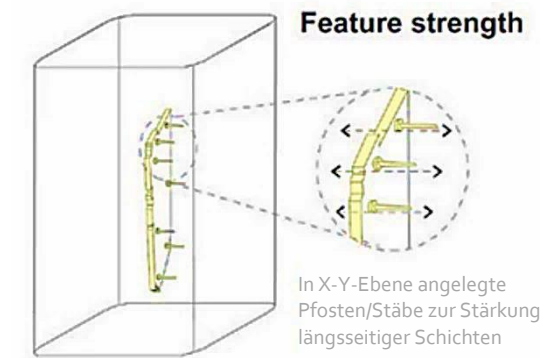
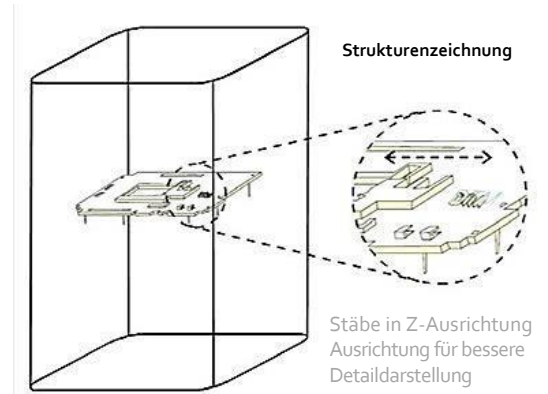
Wenn die Offset-Werte zu groß sind, können sehr kleine Details (kleiner als 0,5 mm) nicht gedruckt werden. Verwenden Sie die Option „Vorschau“, um die Druckscheiben zu inspizieren.

## Robustheit der Formen

Richten Sie Strukturen (wie Druckverschlüsse und Zapfen), die in der X-Y-Ebene Biegespannungen ausgesetzt sind, so aus, dass die Ebenen in der Längenausdehnung der Strukturen liegen.

## Oberflächenfinish

Bei gekrümmten Flächen, die in Z-Ausrichtung liegen, tritt möglicherweise eine Stufenbildung aufgrund der Schichtstruktur auf.

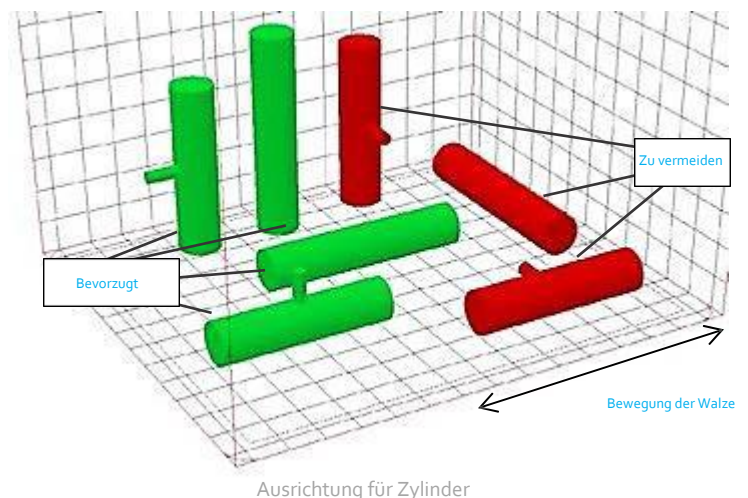


## RICHTLINIEN ZUR PLATZIERUNG UND AUSRICHTUNG DER DRUCKSTÜCKE

Es gibt einige Regeln, die wann immer möglich befolgt werden müssen, um sicherzustellen, dass Ihre Druckstücke richtig gedruckt werden und eine maximale Lebensdauer für Ihr Material erzielt wird.

## Zylinder

Zylinder werden besser gedruckt, wenn sie vertikal im Druckbereich platziert werden. Dies vermeidet Z-Stufenbildung an den Zylinderwänden. Wenn der Zylinder sehr lang ist und einen kleinen Durchmesser hat, kann er auf seiner Seite platziert werden. Der horizontale Druck eines Zylinders geht schneller, aber durch die vertikale Platzierung wird eine bessere Oberflächenqualität erzeugt. Wenn der Zylinder einen weiteren kleineren angrenzenden Zylinder besitzt und unten liegt, ist darauf zu achten, dass der kleinere Zylinder in Aufwärtsrichtung steht. Bei aufrechter Positionierung richten Sie den kleineren Zylinder in Richtung der Walze aus.





## Dreiecke

Versuchen Sie, die dreieckigen Formen im Druck so zu platzieren, dass keine der drei Seiten senkrecht zur Bewegungsrichtung der Walze liegt und die Grundfläche nicht an der Oberseite der Ausrichtung liegt. Dadurch wird auf das Material bei der Bewegung über das Druckbett weniger Widerstand ausgeübt, wodurch sich die Möglichkeit des Verschiebens verringert und eine glattere Grundfläche entsteht.

## Querschnitte

Größere Querschnitte sollten zur Reduzierung des Auftretens von Aufwölbung nach dem Drucken im oberen Teil des Druckbereichs platziert werden. Wenn der Querschnitt mehr als die Hälfte des Druckbereichs abdeckt, sollte er so weit um die Y-Achse gedreht werden, dass sich die Gesamtfläche der einzelnen zu scannenden Scheiben verringert. Dies verringert die Möglichkeit, dass große Druckstücke Probleme bei der Zufuhr aufweisen. Bei Rotation um die Y-Achse entsteht eine höhere Festigkeit als bei Rotation um die X-Achse, sie kann aber eine zu geringe Zufuhr verursachen, wenn der Bereich in der X-Achse zu lang ist.

Zusammen mit der Drehung um die X- und die Y-Achse kann eine Drehung um die Z-Achse auch Verzerrungen reduzieren. Bei Teilen also, die anfällig für Verzerrungen sind, ziehen Sie auch eine Drehung um die Z-Achse in Betracht.

## Duplizieren

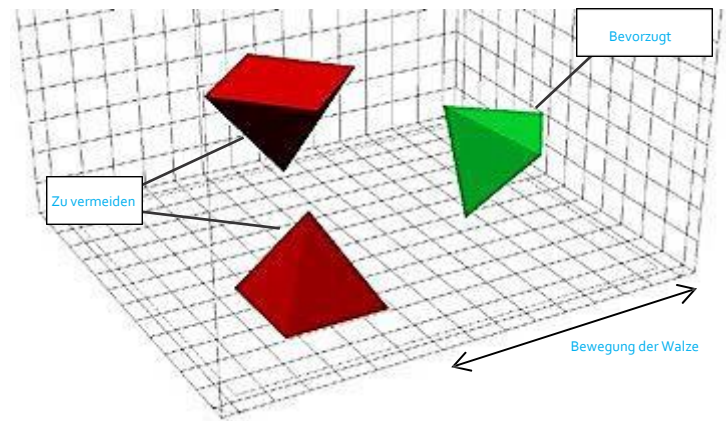
Wenn Sie ein Teil in den Druck geben und es dann duplizieren, um mehrere dieser Teile anzufertigen, achten Sie auf die Summe der Querschnitte aller Teile. Falls im Druckbereich eines Teils ein recht großer Querschnitt auftritt, stellen Sie sicher, dass die Teile nicht vertikal ausgerichtet sind, so dass die großen Querschnitte auf verschiedenen Ebenen zu liegen kommen. Dies verringert auch die Möglichkeit, dass die Zufuhr zum Druckbett zu gering wird. Zur Verbesserung der Druckqualität wird der Versuch empfohlen, sicherzustellen, dass der Zeitaufwand für jede Schicht so konsistent wie möglich ist. Es besteht auch die Möglichkeit, Parameter zu duplizieren. Siehe die Dokumentation im Hilfe-Menü der Vorbereitungs-Software für weitere Einzelheiten zum entsprechenden Build.

## Strukturen und Abtreppungen

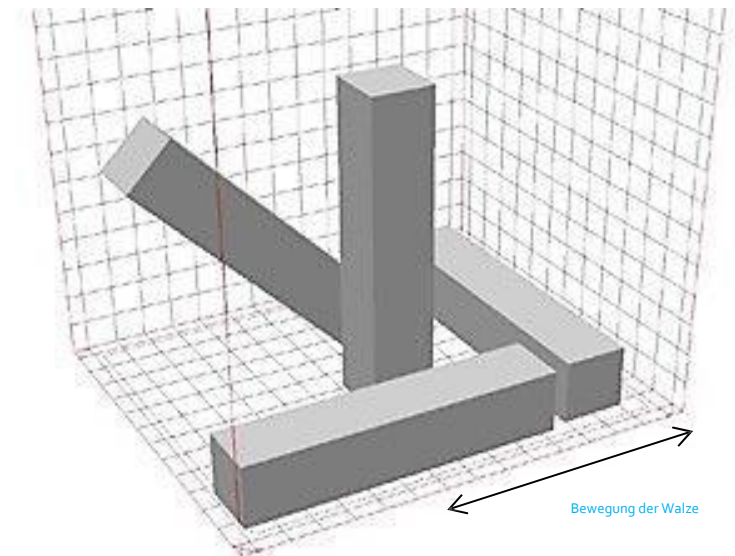
Richten Sie die Druckstücke so aus, dass sie die gewünschten Eigenschaften erhalten. Detailstrukturen und Schriftzüge werden auf den nach oben gerichteten Flächen besser abgebildet, abwärts weisende Bauteilflächen zeigen eine verringerte bzw. weichere Stufenbildung.

## Geschlossene Körper, Zylinder und Formen

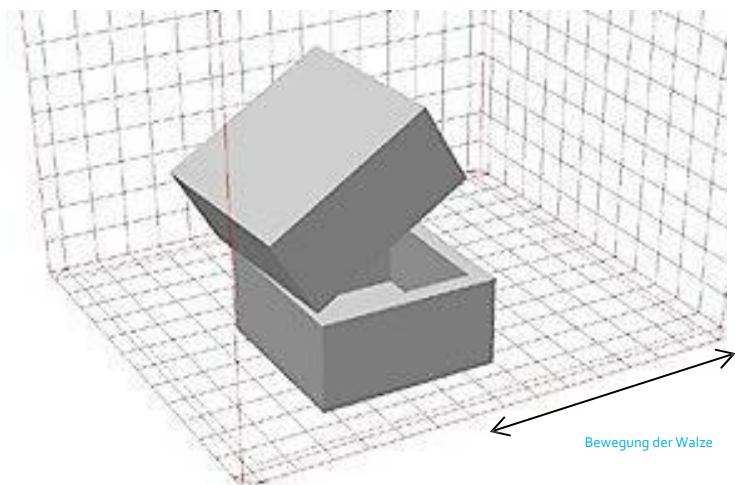
Geometrien, die auf allen Seiten außer einer geschlossen sind, sollten im Druck mit der offenen Seite nach oben liegen. Dies reduziert die Hitzeentwicklung im Druckkuchen und im Druckstück, was das Ausbrechen der Form erleichtert und die Lebensdauer verlängert.



Ausrichten von Dreiecken



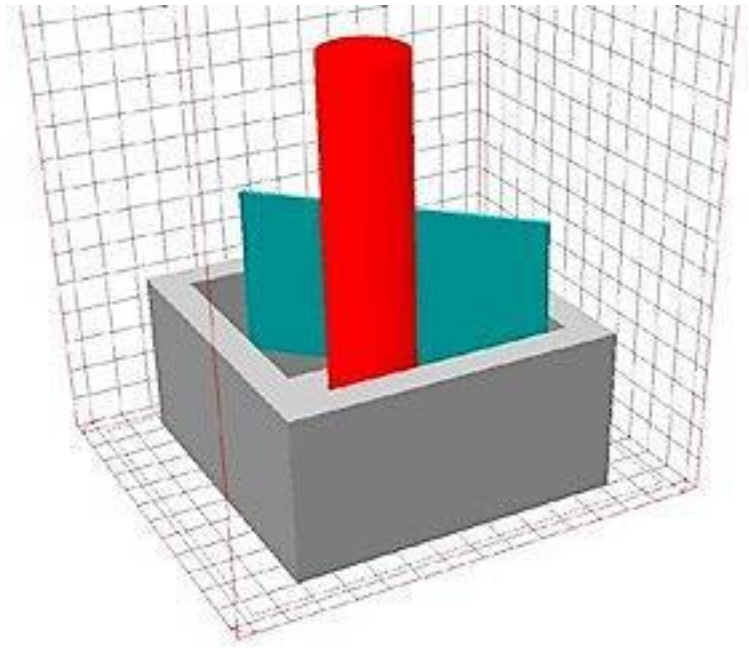
Ausrichtung für Querschnitte



Ausrichtung beim Duplizieren

## Verschachtelung

Sie können kleinere Teile in größeren verschachteln, um den Druckbereich besser auszunutzen, solange die kleineren Teile nach dem Druck entfernt werden können. Wenn Sie Teile ineinander verschachteln, sollten Sie einen Abstand von mindestens 6,35 mm (0,250 Zoll) zwischen den am engsten stehenden Wänden einhalten. Das Teil, das die verschachtelten Teile enthält, sollte immer mit der offenen Seite nach oben platziert werden.



Verschachtelung

## Kontaktflächen

Teile, die in mehr als einem Stück gedruckt werden sollen, oder Passteile mit einander angrenzenden Oberflächen sollten immer so platziert werden, dass die Kontaktflächen in der gleichen Ausrichtung gedruckt werden. Es empfiehlt sich, die Kontaktflächen zugunsten der Ebenheit nach obenweisend zu drucken. Wenn dies nicht möglich ist, drucken Sie die Kontaktflächen in der z-Achse. Die am wenigsten wünschenswerte Wahl der Ausrichtung wäre es, die Passteile mit den Kontaktflächen nach unten zu drucken.

## VOR JEDEM DRUCK

1. Stellen Sie sicher, dass ausreichend Material im MQC-System vorhanden ist.
2. Überprüfen Sie die Fluss-Einstellungen. Die Fluss-Einstellung befindet sich im Verteiler-Bedienfeld des Hauptsystems, hinter der äußeren Verkleidung.
3. Stellen Sie sicher, dass die IR-Sensor-Kerntemperatur 77 ° C beträgt. Die Temperatur wird im Status-Fenster angezeigt. Wenn die Türen der Prozesskammer offenstehen (oder keine der Verriegelungen geschlossen wurden) sind die IR-Kern-Heizungen nicht aktiv.
4. Überprüfen Sie, ob der Stickstoffdurchfluss für das Laser-Fenster auf 5 Liter/Minute eingestellt ist.



**HINWEIS:** Wenn Sie ein Problem mit der Steuerung Ihrer IR-Sensor-Kerntemperatur vermuten, wenden Sie sich an den Außendienst von 3D Systems.

5. Prüfen und reinigen Sie das Laser-Fenster vor jedem Build, falls erforderlich. Lesen Sie den Abschnitt „Reinigen des SLS-Systems“.

## ABGEBROCHENEN DRUCK NEU STARTEN

Wenn ein Druck abgebrochen wurde, sind Sie wahrscheinlich nicht in der Lage, ihn erfolgreich neu zu starten. Die thermischen Bedingungen, die für das Kunststoffmaterial DuraForm ProX AF+ notwendig sind, erlauben in der Regel keinen erfolgreichen Neustart abgebrochener Druckvorgänge.

## SICHTEN DES MATERIALS

Um das Materialqualitätskontrollsystem (MQC) zu betreiben, beachten Sie das [ProX SLS-Benutzerhandbuch](#). Für den Umgang mit DuraForm ProX AF+-Kunststoff ist es erforderlich, eine ATEX-zertifizierte MQC zu verwenden für zusätzliche Sicherheit aufgrund des Vorhandenseins von Aluminiumpulver in diesem Produkt.

3D Systems schlägt für DuraForm ProX AF+-Kunststoffmaterial die folgenden Sichtungstechniken vor:

- Entfernen Sie den Druckkuchen nicht aus der Prozesskammer, bis die Druckbetttemperatur auf etwa 85 ° C gesunken ist. Lassen Sie den Druckkuchen weiter bis auf 50° C abkühlen, bevor Sie versuchen, die Teile herauszubringen.
- Entfernen Sie loses Material mit einem Pinsel vom Druckkuchen. Sichten Sie das lose bzw. weiche Material in den Gebrauchtbehälter des MQC-Systems, entsorgen Sie jedoch gehärtetes und stückiges Material vom letzten Ausbrechen und von der Teilereinigung.
- Sichten Sie das lose/weiche Material zwischen allen Druckvorgängen aus dem Druckkuchen aus.



**HINWEIS:** Beim Sammeln von Material aus dem Druckkuchen verwenden Sie nur das weichere Pulver vom äußeren Bereich. Hart gewordenes Pulver, das physisch getrennt werden muss, sollte entsorgt werden.

## RECYCLING DES MATERIALS

Um das Material Qualitätskontrolle (MQC)-System zu betreiben, beachten Sie das [ProX-SLS-Benutzerhandbuch](#). Für den Umgang mit DuraForm ProX AF+-Kunststoff empfiehlt es sich, eine ATEX-zertifizierte MQC zu verwenden für zusätzliche Sicherheit aufgrund der Anwesenheit von Aluminiumpulver in diesem Produkt.

Nach einem Druck kann loses/weiches Material gesichtet und für einen weiteren Druck wiederverwendet werden. Konsistente Recyclingverfahren sind wichtig, um konsistente Materialeigenschaften zu erzielen. Wenn Recyclingverfahren nicht eingehalten werden, können Probleme wie unterschiedliche Schrumpfung und Unebenheiten wie „Orangenhaut“ auftauchen.

Das Kunststoffmaterial DuraForm ProX AF+ ist eine sehr feine Mischung aus kleinen Teilchen und Fasern. Während Sie Ihre Drucke ausführen, wird dem Material Wärme und Energie zugeführt, und die Teilchen verkleben zu immer größeren Teilchen. Sie können diesen Trend durch Sichten und Mischen verringern. Sichten entfernt unerwünschte Partikel und Mischen fügt neue Teile der richtigen Größe hinzu.



**HINWEIS:** Bitte wenden Sie sich an Ihre Kontaktperson beim Kundendienst von 3D Systems für weitere Informationen zum MQC-System mit ProX-Material-Qualitätskontrolle, ATEX MQC: 134300.



**HINWEIS:** Um DuraForm ProX AF+-Kunststoff erfolgreich zu recyceln, ist es erforderlich, das Sieb im MQC auszutauschen. Wenden Sie sich an Ihre Kontaktperson beim Außendienst von 3D Systems für weitere Informationen zu diesem Austausch: 4100-03598 15-Zoll-Siebelement, 50TBC; Für die Verwendung in Europa: 4100-03156 15-Zoll-Sieb, 402M MESH. 77-0119, 12-Zoll-Siebelement 50 TBC, 12-Zoll-Sichtersieb

### Mischen von frischem und gebrauchtem Material

Das MQC-System löst einen Mischzyklus aus, wenn genügend Material zur Erzeugung von insgesamt etwa 40 Liter Mischung vorhanden ist. Um zum Beispiel ein Verhältnis mit 50 % frischem Pulver anzumischen, sind etwa 20 Liter im Frischbehälter und etwa 20 Liter im Gebrauchtbehälter erforderlich, um einen neuen Mischzyklus zu beginnen. Bei jeder Einstellung des Frischpulververhältnisses werden die für eine neue Mischung erforderlichen Mindestvolumina für Frisch- und Gebrauchtpulver auf dem MQC-Home-Bildschirm angezeigt.

**Die Standardeinstellung für das Frischpulververhältnis für das DuraForm ProX AF+-Material ist 70 %.**

### REINIGEN DES SLS-SYSTEMS

Es kann sich Material auf der Walze und in anderen Bereichen in der Prozesskammer sowie im MQC-System ansammeln. Beachten Sie die in der [ProX SLS-Bedienungsanleitung](#) angegebenen Verfahren für die folgenden Informationen zur Reinigung:

- Reinigen des SLS-Systems zwischen den Drucken
- Reinigen des Laserfensters
- Reinigung des Blackbody-Bereichs
- Reinigung des Überlaufgitters
- Reinigung des Filterstrumpfs

In diesem Kapitel werden verschiedene Techniken zur Verbesserung des Oberflächenfinishes nach dem Ausbrechen erläutert. Dieses Kapitel soll keine umfassende Besprechung verschiedener Post-Processing-Techniken sein. Viele Unternehmen entwickeln auf Grundlage ihrer individuellen Bedürfnisse eigene Techniken. Dieser Abschnitt enthält nur Basisinformationen für die Oberflächenvergütung eines Druckstücks aus dem Kunststoffmaterial DuraForm ProX AF+. Dieser Abschnitt enthält die folgenden Themen:

- [Werkzeuge und Reinigungsmittel](#)
- [Reinigungsverfahren](#)
- [Maschinelles Schleifen](#)
- [Nassschliffverfahren](#)
- [Versiegeln und Einlassen der Druckstücke](#)
- [Versiegelung mit einem wasserbasierten Polyurethan](#)
- [Versiegeln mit Imprex Superseal](#)

## WERKZEUGE UND REINIGUNGSMITTEL

Im folgenden werden die üblichen Werkzeuge und Reinigungsmittel aufgelistet, die Sie für die Nachbearbeitung verwenden können:

- Handfeilen
- Rundschleifwerkzeuge
- Schwingschleifer
- Schleifpapier (Körnung ca. 150)
- Glasstrahlgeräte mit einer empfohlenen Perlengröße von 70 bis 140 µm.
- Reinigungstücher
- Handbohrer mit kleinen Bohrer-Bits
- Mini-Bandschleifer mit Schleifpapierriemen mit 120er Körnung

## REINIGUNGSVERFAHREN

Reinigen Sie die Teile gründlich, bevor Sie eine Nachbearbeitung durchführen. Um ein Teil aus DuraForm ProX AF+-Kunststoff zu reinigen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Entnehmen Sie den Druckkuchen aus der Prozesskammer.



**Achtung: 3D Systems empfiehlt, den Druckkuchen bis auf Raumtemperatur abkühlen zu lassen, bevor Sie die Teile herausnehmen.**

2. Bürsten Sie alles lose Material fort, bis das Druckstück freigelegt ist.
3. Verwenden Sie geeignete Handwerkzeuge, um alles verbleibende Material aus Ecken und Löchern zu entfernen. Verwenden Sie einen Bohrer, um Öffnungen zu befreien.
4. Verwenden Sie ein Glasperlenstrahlgerät mit 4,8 bar (70 psi), halten Sie das Teil mit etwa 13 cm Abstand vor die Düse und sprühen Sie es ab.



**HINWEIS: Halten Sie die Düse zu nah an das Druckstück, kann dies zum „Verbrennen“ führen (Oberflächenverfärbung und -schädigung).**

Für ein besseres Oberflächenfinish fahren Sie fort mit dem „[Nassschliffverfahren](#)“.

## REPARATUR UND MONTAGE DER DRUCKSTÜCKE

3D Systems empfiehlt Cyanacrylatklebstoffe (Superkleber) für Reparatur oder zum Zusammenfügen von Druckstücken aus DuraForm ProX AF+-Kunststoffmaterialien. Verwenden Sie in Verbindung mit Cyanacrylat einen Beschleuniger. Als Alternative können Sie ein dünnflüssiges Epoxidharz (z. B. 5-Minuten-Epoxidharz) verwenden.

## MASCHINELLES SCHLEIFEN

Verwenden Sie falls nötig einen Mini-Bandschleifer (mit 8-mm-Schleifband, 120er Körnung und mittlerer Geschwindigkeit), um Schichten an den Seitenwänden von Teilen zu entfernen, die mit DuraForm ProX AF+-Kunststoffen gedruckt wurden.

## NASSSCHLIFFVERFAHREN

Erforderliche Werkzeuge und Geräte

- Schleifpapier (Körnung ca. 220 bis 1200)
- Fließendes Wasser
- Stoff- oder Papierhandtuch zum Trocknen des Teils.

Führen Sie die folgenden Schritte durch, um ein Teil nasszuschleifen:

1. Tauchen Sie das gereinigte Teil in Wasser.
2. Schleifen Sie die Oberfläche, bis Sie die gewünschte Oberflächenstruktur erreichen. Beginnen Sie mit 220er Körnung, gefolgt von 320er, 400er, 600er und 1200er.



**HINWEIS:** Nachdem Sie mit 320er Körnung geschliffen haben, achten Sie darauf, das Wasser regelmäßig zu wechseln.

## VERSIEGELN UND EINLASSEN DER DRUCKSTÜCKE

Teile die mit DuraForm ProX AF+-Kunststoffen gedruckt wurden, können versiegelt oder mit einer Vielzahl von Produkten eingelassen (infiltriert) werden. Dazu gehören Grundierungen, Lacke, Polyurethane, Cyanacrylatklebstoffe („Superkleber“) und Epoxidharze.

Die Teile sind in der Regel recht dicht, so dass eher Produkte mit niedriger Viskosität oder solche, die verdünnt werden können, gut verwendbar sind. Dies kann wichtig sein, wenn Sie möchten, dass sich die Bauteilabmessungen nicht ändern.

Für eine vollständige Infiltration empfiehlt 3D Systems die Verwendung einer Vakuumkammer, um die Druckstücke zu infiltrieren. Benötigen Sie nur eine versiegelte Oberfläche, ist Bürsten oder ein Tauchbad ausreichend.



**Achtung:** Beim Arbeiten mit Infiltraten sollten Sie lösemittelbeständige Handschuhe tragen, in einem gut belüfteten Raum arbeiten und angemessene Sicherheitsvorkehrungen befolgen.

Einige empfohlene Produkte:

- **Thermal-Cure Dichtstoffe: Godfrey & Wing Inc.**

220 Campus Drive Aurora, OH 44202

Telefon: + 1.330.562.1440

Gebührenfrei: +1 .800.241.2579

Fax: +1 .330 .562 .1510

<http://www.godfreywing.com/vacuum-impregnation/sealants/types-of-gw-sealants>

Teilenummer: 95-1000A + Katalysator

- **UCAR Vehicle 443 Acrylemulsion:**

Ein Produkt von Union Carbide: 72 % der Emulsion mit 28 % Wasser zu einer festen 32 %igen Mischung verarbeiten. Für eine Oberflächenbeschichtung tauchen Sie die Teile in diese Mischung. Verwenden Sie danach einen Industrieofen, um die Teile bei 70° C trocknen lassen.

- **Cyanacrylatklebstoffe:**

3D Systems empfiehlt Loctite 408. Für Cyanacrylatklebstoffe wird Verwendung eines industriellen Ofens oder einer Vakuumkammer nicht empfohlen. Lesen Sie den Abschnitt „[Reparieren und Montage der Teile](#)“.

## VERSIEGELUNG MIT EINEM WASSERBASIERTEM POLYURETHAN

Sie können beliebige wasserbasierte Polyurethan-Dichtstoffe zum Einlassen und Versiegeln der mit DuraForm ProX FR1200-Kunststoffen gedruckten Teile verwenden.

### Erforderliche Werkzeuge und Geräte

- Metallwannen, die tief genug sind, um die Teile vollständig einzutauchen
- Schaumgummi-Bürste oder Applikator (optional)
- Industrieofen (optional)
- Vakuumkammer (optional)

### Verfahren

1. Schleifen Sie das Teil vor der Versiegelung, falls gewünscht. Lesen Sie den Abschnitt „[Nassschleifverfahren](#)“.
2. Beschichten und infiltrieren Sie den Teil mit Versiegelung mit einer der folgenden Methoden:
  - Streichen Sie die Versiegelung mit einem Schaum-Pinsel auf.
  - Tauchen Sie die Teile für fünf Minuten in einen Behälter mit Versiegelung. Wenn die Teile aufschwimmen, belasten Sie sie oder halten Sie unter dem Spiegel fest.
  - Um dickwandige Teile (mit Wänden einer Stärke von mehr als ca. 7,5 mm (0,3 Zoll)) vollständig zu infiltrieren, legen Sie sie in einer Vakuumkammer in einen Behälter mit Versiegelung, bis keine Luftblasen mehr aus der Versiegelung aufsteigen.
3. Nehmen Sie das Teil aus der Versiegelung heraus und schütteln Sie überschüssige Lösung ab.
4. Verwenden Sie Druckluft, um überschüssige Versiegelung aus den Strukturen und aus Hohlräumen zu blasen.
5. Lassen Sie die Teile für 4 bis 24 Stunden an der Luft trocknen, je nach Dichte und Größe der Druckstücke. Sie können den Trocknungsvorgang beschleunigen, indem Sie einen Ofen bei schwacher Hitze (50° C) verwenden.

## VERSIEGELUNG MIT THERMISCH AUSHÄRTENDEN DICHTSTOFFEN

### Erforderliche Werkzeuge und Geräte

- Schaumgummi-Bürste oder Applikator
- Thermal-Cure-Versiegelung
- Konvektionsofen für eine Temperatur von mindestens 100 ° C
- Vakuumkammer (optional)

### Verfahren

1. Legen Sie das saubere Teil auf ein Tablett, um überschüssige Versiegelung aufzufangen.
2. Tragen Sie die Versiegelung auf der einen Seite des Teils mithilfe der Schaumgummi-Bürste auf. Stellen Sie sicher, dass die gesamte Seite bedeckt ist.
3. Nachdem die Bauteilfläche beschichtet ist, lassen Sie die Versiegelung für 5 bis 10 Minuten auf der Oberfläche, um einen satten Auftrag zu erreichen.
4. Drehen Sie das Teil um und tragen die Versiegelung auf der Rückseite des Teils auf.
5. Stellen Sie den Ofen auf 100° C ein. Entfernen Sie jegliche überschüssige Versiegelung und platzieren Sie das Teil für etwa 1 bis 1,5 Stunden im Ofen. Verlängern Sie diese Zeit für Teile mit großen Querschnitten.
6. Entfernen Sie das Druckstück und tragen eine zweite Schicht Versiegelung auf, indem Sie Schritte 2 bis 5 wiederholen.

Dieser Abschnitt enthält allgemeine Informationen über DuraForm ProX AF+-Kunststoff, seine Eigenschaften und wie es behandelt werden soll. Es enthält die folgenden Themen:

- [Sicherheitsdatenblätter](#)
- [Handhabung von Werkstoffen](#)
- [Materiallagerung und -Entsorgung](#)

## SICHERHEITSDATENBLATT

3D Systems stellt Sicherheitsdatenblätter (SDBs) mit Informationen über Sicherheit und den richtigen Umgang mit dem Kunststoffmaterial DuraForm ProX AF+. Die Dokument-Kontrollnummer (DCN) für SDBs für den Kunststoff DuraForm ProX AF+ finden Sie unter: <http://infocenter.3dsystems.com/materials/production-printer-materials/laser-sintering-sls>:

- **DuraForm ProX AF+-Kunststoff:** DCN 24199-S12-00-A

## Materialhandhabung

Die vollständigen Informationen finden Sie im Sicherheitsdatenblatt (SDB) für DuraForm ProX AF+-Kunststoff.

### Beachten Sie Folgendes:

- Vermeiden Sie es, Material auf dem Boden zu verschütten, und reinigen Sie den Boden sofort, falls es doch passiert. Verschüttete Werkstoffe können den Fußboden sehr rutschig machen.



**HINWEIS:** Das Bedienpersonal muss einen genehmigten Staubsauger verwenden, um überschüssige Werkstoffe zu beseitigen. 3D Systems empfiehlt einen ESD oder ein explosionsssicheres Modell. Wenden Sie sich für Kaufoptionen an den Kundendienst von 3D Systems.

- Nach dem Absaugen verschütteten Materials verwenden Sie einen feuchten Mopp, um den Boden zu reinigen.
- Durch die geringe Teilchengröße des DuraForm ProX AF+-Kunststoffs kann er bei der Handhabung leicht in die umgebende Luft gelangen. Für Bedingungen, unter denen eine Staubbelastung wahrscheinlich ist, empfiehlt 3D Systems einen NIOSH-konformen Staubabsauger, um die Staubkonzentration in der Luft auf einen angemessenen Wert zu bringen. Solche Bedingungen können den Umgang mit dem Material im SLS-System oder in der Material-Qualitätskontrolle (MQC-System) mit einschließen.



**HINWEIS:** Feinstaub, der in ausreichender Konzentration in der Luft verteilt ist, kann in Anwesenheit einer Zündquelle eine mögliche Staubexplosionsgefahr darstellen. Der Staub-Verpuffungswert ( $K_{st}$ ) beträgt 79 Bar·m/s für DuraForm ProX PA.

## MATERIALLAGERUNG UND -ENTSORGUNG

Dieser Abschnitt enthält Lagerungsinformationen für DuraForm ProX AF+-Kunststoff sowie Entsorgungshinweise.

### Allgemeine Lagerungsinformationen

Für Informationen zum MQC-System beachten Sie das [ProX SLS Benutzerhandbuch](#).

Zur Vermeidung von Kontaminierung, Verschütten, Staubwolken oder Vermischung verschiedener Arten von Materialien befolgen Sie diese Richtlinien:

- Bewahren Sie verwendetes Material in ordnungsgemäß etikettierten Flaschen auf. Beachten Sie, dass sie verschmutzt werden können, wenn Sie nicht in irgendeiner Weise versiegelt werden.
- Vermischen Sie nicht verschiedene Materialien miteinander.
- Reinigen Sie das MQC-System beim Materialwechsel gründlich.
- Reinigen Sie die Maschine des SLS-Systems beim Materialwechsel gründlich.

### Lagerung von DuraForm ProX AF+

Falls das Material kontaminiert wird, können sich die Verarbeitungseigenschaften ändern. Dies kann zu unerwünschten Ergebnissen in der Teilequalität führen. Die folgenden Richtlinien für die Lagerung schlagen Wege vor, die Kontamination zu minimieren und das Pulver unter optimalen Bedingungen zu lagern:

- Lagern Sie das Material bei einer Temperatur von 40° C oder weniger.
- Verschließen Sie den Behälter.

## Materialentsorgung

Bei der Entsorgung von DuraForm ProX AF+ befolgen Sie die örtlichen Vorschriften und Richtlinien im Sicherheitsdatenblatt (SDB).

In diesem Abschnitt sind mögliche Probleme in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt. Es enthält die folgenden Themen:

- [Einleitung zu Problemlösungen](#)
- [Z-Bonus](#)
- [Verklumpung](#)
- [Rissbildung im Druckbett](#)
- [Kristalle und Kondensation](#)
- [Aufwölbung, während des Druckens](#)
- [Aufwölbung, nach dem Drucken](#)
- [Verglasen, während des Druckens](#)
- [Zuwachs](#)
- [Schmelzen, Druckbett](#)
- [Ausgelassener Scan](#)
- [Orangenhaut](#)
- [Unzureichende Zuführung](#)
- [Fehlgeleitete Vektoren](#)
- [Auswaschen](#)
- [Schwache Druckstücke/Porosität](#)

## EINLEITUNG ZU PROBLEMLÖSUNGEN

Während die Optimierung der Profilparameter viele Probleme beseitigen kann, ist es oft hilfreich, einen Druckvorgang zu beobachten, um die Prozessparameter zu ermitteln.

**Es gibt zwei Beweggründe, einen Druckvorgang zu beobachten:**

- Einige Teile erfordern Aufmerksamkeit und Anpassungen während des Druckens.
- Ihr Profiliervorgang wird genauer durch Beobachtung. Je genauer der Profiliervorgang wird, desto weniger besteht die Notwendigkeit der zukünftigen Beobachtung.

## Problembeschreibung – Format

Sie werden die folgenden Informationen zu den einzelnen Problem finden:

- **Beschreibung:** Erklärt die Ursache des Problems einschließlich einer Abbildung. Die Beschreibung enthält Fragestellungen wie „wo“ und „wann“ das Problem auftreten könnte.
- **Mögliche Ursache:** Enthält eine kurze Erklärung, was das Problem verursacht haben könnte.
- **Sichtbare Anzeichen:** Beschreibt alle beobachtbaren Informationen, die nicht durch die Beschreibung abgedeckt wurden.
- **Folgen:** Näheres dazu, was in Bezug auf die Druckqualität passieren kann, wenn Sie das Problem nicht beheben.
- **Korrekturmaßnahmen:** Beschreibt, was Sie tun können, um bestimmte Probleme zu vermeiden oder deren Folgen zu beseitigen.
- **Ähnliche Probleme:** Gibt an, ob dieses Problem evtl. mit einem anderen Problem interagiert oder durch jenes hervorgerufen wurde.

## Z-BONUS

**Beschreibung:** „Z-Bonus“ tritt auf, wenn der Laser ein Druckstück über die angegebene Tiefe hinaus schmilzt – erwartungsgemäß etwa um 0,1 mm (0,004 Zoll) – auf den ersten wenigen Scans. Dies bewirkt einen vertikalen Zuwachs in der Z-Achse. Der Unterschied zwischen Zuwachs und Z-Bonus ist, dass Zuwachs an einer beliebigen Bauteilkante auftreten kann, während der Z-Bonus nur bei abwärts gerichteten Flächen auftritt.

**Mögliche Ursache:** Wenn die erste Schicht gescannt wird, dringt der Laser bis zu dem noch nicht geschmolzenen Material unter der Druckgrenze vor. In extremen Fällen tritt der Z-Bonus gleichzeitig mit Auswaschen auf.

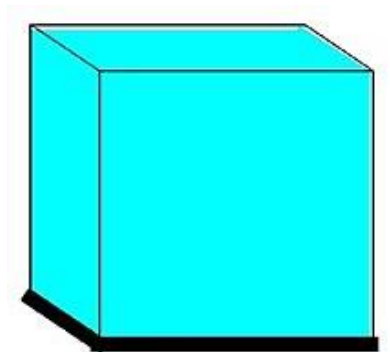
**Sichtbare Anzeichen:** Sie können dies nicht während des Druckens beobachten.

**Folgen:** Das Teil ist in der Z-Achse außerhalb der Toleranzen.

**Korrekturmaßnahmen:** Während des Druckens gibt es keine Korrekturmaßnahmen, die Sie ergreifen könnten.

*Vor Beginn des Druckauftrags können Sie:*

- Die Möglichkeit des Auftretens von Bonus Z minimieren, indem Sie den Parameter **Laserstrom Füllung** im Druckprofil für die ersten Schichten (zwischen der ersten und vierten Schicht) reduzieren.



Z-Bonus



- Nutzen Sie die Funktionen der Z-Zuwachs-Kompensation in der Software zur Vorbereitung des Builds; beachten Sie dazu die Hilfefunktion der jeweiligen Design-Software.

Falls Z-Bonus auftritt, können Sie den entsprechenden Zuwachs während der Nachbearbeitung durch Schleifen oder Fräsen des Druckstücks beseitigen.

**Ähnliche Probleme:** Lesen Sie den Abschnitt „Auswaschen“.

## VERKLUMPUNG

**Beschreibung:** Agglomeriertes Material auf der Oberfläche der Materialbetts sammelt sich vor der Walze, während es sich über das Druckbett bewegt; es erscheinen Streifen hinter der Walze.

**Theorie der Ursache:** Dies ist in der Regel das Ergebnis eines der folgenden Sachverhalte:

- Unsachgemäß gesichtetes, recyceltes Material.
- Überhitzung des Materials im Zufuhrtrichter.
- Kontaminanten in der Druckluft oder Druckluftleitung.

**Sichtbare Anzeichen:** Die Walze schiebt Klumpen über das Druckbett, wodurch eine Streifenbildung hinter der Walze auftritt.

**Folgen:** Die Zuführung des Materials verläuft nicht optimal, was minderwertige Teile zur Folge hat. Unsachgemäße Materialzuführung verursacht unregelmäßige Materialstärke, was zu Zuwachs oder unzureichendem Schmelzen führen kann. Es treten ggf. Streifen auf den jeweils nach oben und unten weisenden Flächen der Druckstücke auf.

**Korrekturmaßnahme:** Reduzieren Sie die Temperatur-Sollwerte für den Zufuhrtrichter.

Sichten Sie das Recycling-Material vor der Verwendung gründlich. Beachten Sie die Abschnitte „Recycling des Materials“ und „Sichten des Materials“. Stellen Sie sicher, dass die Methoden Ihrer Materiallagerung keine Verunreinigungen des Materials zulassen. Der Abschnitt „Materiallagerung und -Entsorgung“ beschreibt die angemessene Materiallagerung.

Stellen Sie sicher, dass die Versorgung mit sauberer, trockener Luft gemäß den Spezifikationen im Facility Guide für Ihren Drucker erfolgt.

Tritt Verklumpung in einem Bereich des Druckbetts auf, der das oder die Druckstück(e) nicht betrifft, können Sie den Druckauftrag wahrscheinlich fortsetzen. Tritt die Verklumpung jedoch in einem Bereich des Druckbetts auf, in dem sich eines oder mehrere Druckstücke befinden, können Sie den Druckauftrag möglicherweise nicht erfolgreich abschließen.

**Wenn Sie den Druck abbrechen möchten, gehen Sie vor wie folgt:**

1. Entsorgen Sie jegliche Klumpen im Material.
2. Reinigen Sie die Prozesskammer.
3. Reinigen der Rolle.

**Ähnliche Probleme:** Beachten Sie den Abschnitt „Rissbildung im Druckbett“.

## RISSBILDUNG IM DRUCKBETT

**Beschreibung:** Die Oberfläche des Druckbetts bricht, während die Walze sich darüber bewegt.

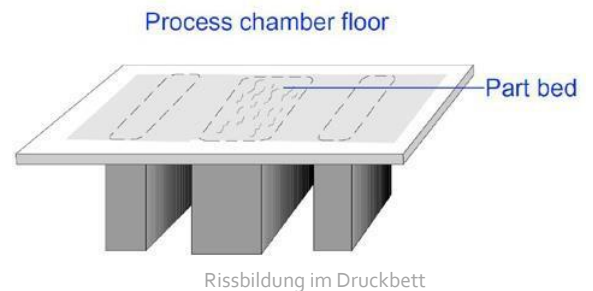
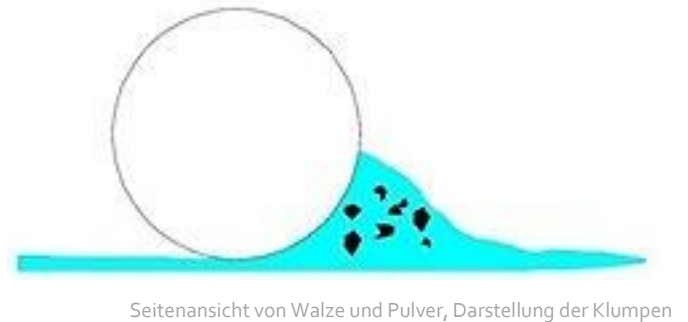
**Mögliche Ursache:** Zu schnelles Hochheizen oder zu hohe Temperatur aus den Heizungen verursacht ein partielles Schmelzen des Materials auf der Druckbett-Oberfläche. Mechanische Probleme mit der Walze können auch zur Rissbildung im Druckbett führen. Falls Sie mechanische Probleme vermuten, wenden Sie sich an 3D Systems.

**Sichtbare Anzeichen:** Risse erscheinen auf der Oberfläche des Druckbetts.

**Folgen:** Wenn das Druckstück im gerissenen Bereich gedruckt wird, bricht auch das Druckstück.

**Korrekturmaßnahme:** Verringern des PID-Sollwerts der Druckerheizung in Schritten von 2° C, bis der Riss verschwindet.

Wenn Risse in der Aufwärmphase auftreten, könnte es sein, dass Sie die Temperatur zu schnell hochgefahren haben. Heizen Sie nicht auf den letzten Sollwert hoch, solange die Echtzeitkalibrierung noch nicht eingesetzt hat (nach 6 mm in der Aufwärmphase).



## KRISTALLE UND KONDENSATION

**Beschreibung:** Während eines Drucks bildet sich eine dünne Schicht nadelförmiger Kristalle und/oder eine Kondensationsschicht auf kühlen Oberflächen in der Prozesskammer. Der Stickstoffstrom über den IR-Sensor und das Laser-Fenster halten den IR-Sensor und das Laser-Fenster sauber, der Anwender sollte jedoch beide vor jedem Build inspizieren.



**HINWEIS:** Eine geringe Menge von Kondenswasser wird sich wahrscheinlich bei jedem Druckvorgang auf dem Laser-Fenster bilden. Bei starker Kondensation auf dem gesamten Fenster rufen Sie den Kundendienst von 3D Systems an; Dies kann auf ein Problem mit dem SLS-System hindeuten.

## AUFWÖLBUNG, WÄHREND DES DRUCKENS

**Beschreibung:** Kanten oder Ecken des Druckes ragen aus der Druckbettoberfläche auf.

**Mögliche Ursache:** Beim Drucken verursachen Temperaturunterschiede in verschiedenen Bereichen des Drucks eine ungleichmäßige Schrumpfung, wodurch eine Aufwölbung auftritt. Dies ist üblicherweise auch der Fall, wenn die Drucktemperatur auf einem zu niedrigen Wert fällt, nachdem das Material hinzugefügt wurde. Eine Aufwölbung kann auch dann auftreten, wenn die Druckbetttemperatur zu niedrig ist.

**Sichtbare Anzeichen:** Die Kanten des Druckes erheben sich über die Druckbettoberfläche, nachdem eine Schicht gescannt wurde. Aufwölbung tritt in der Regel sofort nach dem Hinzufügen einer Materialschicht auf, manchmal tritt die Aufwölbung jedoch auch verzögert auf.

**Folgen:** Teile (vor allem solche mit großen Oberflächenquerschnitten) sind nicht flach. In schweren Fällen können sich Druckstücke im Druckbett verschieben, wenn die Rolle darüber läuft.

**Korrekturmaßnahme:** Geeignete Korrekturmaßnahmen hängen davon ab, ob die Aufwölbung stark oder schwach ist. Bei geringfügiger Aufwölbung können Änderungen während des Ausdruckvorgangs abhelfen.

*Sobald mittlere bis schwere Aufwölbung aufgetreten ist,* wird das Druckstück, auch nachdem Anpassungen vorgenommen wurden, weiterhin gewölbt sein.

Eine deutliche Erhöhung der Laser-Leistung hilft, die Aufwölbung teilweise zu verhindern, aber dadurch nimmt auch der Zuwachs des Druckstücks zu.

*Bei starker Aufwölbung* empfiehlt es sich, den Druck abzubrechen und neu zu beginnen. Ziehen Sie für zukünftige Drucke die folgenden Änderungen in Betracht, um dieses Problem zu vermeiden:

- Stellen Sie sicher, dass das System die Aufwärmphase vollständig durchlaufen hat.
- Überprüfen Sie den Sollwert Zufuhrtrichter und den Sollwert für die Druckerheizung.
- Überschüssiges zugeführtes Material kann zur Aufwölbung während des Druckens beitragen, da Teile des Materials möglicherweise nicht heiß genug sind, vor allem bei kurzen Schichtzeiten.
- Achten Sie darauf, dass „Zylinderheizung aktivieren“ auf 1 eingestellt ist, und dass „Sollwert Zylinderheizung“ richtig eingestellt ist.



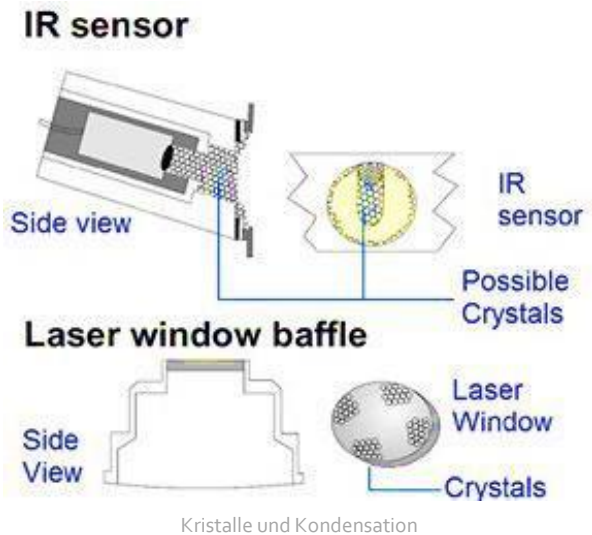
**HINWEIS:** Stellen Sie die Parameter sorgfältig ein, um Probleme durch zu viel Wärme zu vermeiden. Wenn Sie die Temperaturen zu weit und/oder zu schnell erhöhen, kann das Material verbacken.

## AUFWÖLBUNG, NACH DEM DRUCKEN

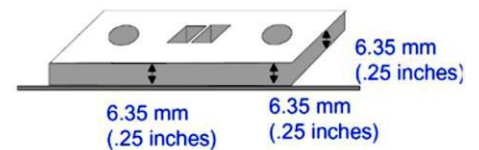
**Beschreibung:** Das Druckstück bleibt nach dem Druckvorgang nicht flach, es erfolgt eine Aufwölbung ähnlich wie bei Spritzgussteilen.

**Mögliche Ursache:** Wenn das Druckstück in der Druckphase unter Material begraben ist, entstehen durch übermäßige Abkühlgeschwindigkeiten und thermische Kurvenverläufe unsymmetrische Belastungen im Inneren. Übermäßige Abkühlgeschwindigkeiten treten in der Regel bei Teilen auf, die bei einem Druckauftrag als erste gedruckt werden (die Teile, die in der Z-Ebene zuunterst liegen). Es kann auch sein, dass Sie die Druckstücke zu früh aus der Prozesskammer entfernt haben.

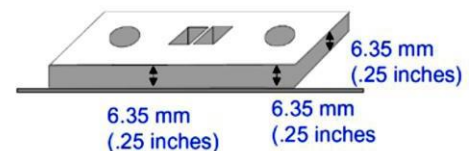
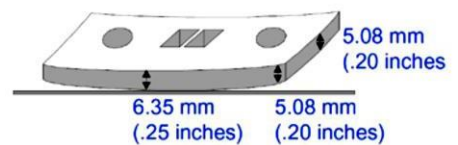
**Sichtbare Anzeichen:** Das endgültige Druckstück ist nicht flach. Sie können dies nicht beobachten, bevor das Teil ausgebrochen ist.



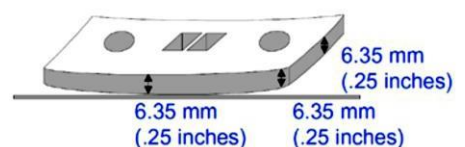
Kristalle und Kondensation



### Curling and associated Z-shrinkage



### Curling and associated Z-shrinkage



**Folgen:** Gewölbte Druckstücke (vor allem solche mit großen Oberflächenquerschnitten) sind nicht flach. Die Abmessungen in der Z-Ebene sind jedoch korrekt.

**Korrekturmaßnahmen:** Sie können versuchen, gewölbte Teile zu reparieren und Ihre Ausdrücke für zukünftige Durchläufe zu ändern, um Aufwölbung zu verhindern.

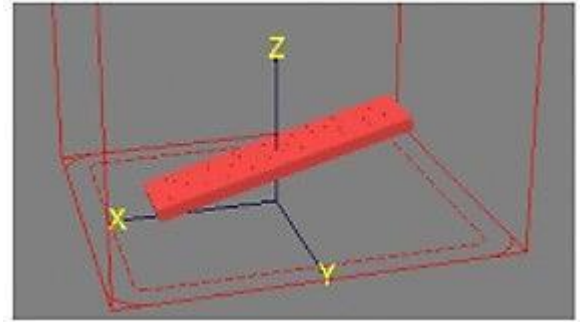
**Reparatur gewölbter Teile:** Die Aufwölbung kann oftmals verringert oder beseitigt werden durch:

1. Klemmen Sie das Druckstück auf eine gerade Platte.
2. Legen Sie das Teil eine Stunde lang bei 80° C in einem Ofen.
3. Nehmen Sie das Teil aus dem Ofen und lassen es für 2 bis 4 Stunden oder über Nacht abkühlen, bevor Sie die Klammern entfernen.

### Aufwölbung während des Druckens verhindern

Sie können eine oder mehrere der folgenden Aktionen ausführen, um die Aufwölbung an den Teilen zu verhindern:

- Ihr erster Versuch sollte die Überhitzen-Technik sein. Beachten Sie den Abschnitt „Überhitzen“. Wenn das Problem dadurch nicht behoben wird, versuchen Sie die folgenden Schritte.
- **Fügen Sie eine Wärme-Barriere hinzu:** Wenn Sie nicht bereits eine Wärme-Barriere verwenden, fügen Sie eine dünne Schicht später zu entsorgender Teile unterhalb der Druckstücke ein.
- **Erhöhung des Druckbett-Sollwerts:** Erhöhen Sie den PID-Sollwert des Druckbetts um 1 oder 2 ° C. Eine zu starke Erhöhung der Druckbett-Solltemperatur könnte dazu führen, dass das Ausbrechen schwieriger ist und dass die wiederverwendbare Materialmenge sich reduziert.
- **Ändern der Ausrichtung der Druckstücke:** Drehen Sie das Bauteil um 15° um die Y-Achse. Dadurch werden die Belastungen beim Abkühlen verringert.
- **In Schichten drucken:** Drucken Sie Teile in der dritten oder vierten Ebene von Teilen im Druckkuchen. Für Informationen zum Einrichten eines Drucks in mehreren Schichten lesen Sie den Abschnitt „Einrichten eines Drucks“.
- **Planen Sie Zeit für das Abkühlen ein:** Lassen Sie den Druckkuchen länger als eine Stunde im Inneren des SLS-Systems abkühlen, und lassen Sie den Druckkuchen dann außerhalb des SLS-Systems vollständig abkühlen, bevor Sie die Teile herausnehmen.



Teileausrichtung als Vorbeugung gegen Aufwölbung

### VERGLASEN, WÄHREND DES DRUCKENS

**Beschreibung:** Das Material schmilzt in kleinen lokalen Bereichen auf dem Druckbett, wodurch das Bett zu glänzen beginnt. Dies tritt während des Druckvorgangs auf und sollte vom Verglasungspunkt unterschieden werden. Der Schmelzpunkt von DuraForm ProX AF+-Kunststoff liegt ca. 1° C bis 2° C höher als der Verglasungspunkt.

**Mögliche Ursache:** Es gibt mehrere mögliche Gründe für die Verglasung:

- Der IR-Sensor ist nicht ordnungsgemäß kalibriert oder nicht sauber.
- Es liegt eine nicht korrigierte unzureichende Zuführung vor.
- Der „Sollwert Teilheizung“ im Druckprofil ist zu hoch.
- Das System versucht zu schnell, die Solltemperatur zu erreichen.

**Sichtbare Anzeichen:** Das Druckbett beginnt ganz oder teilweise zu verglasen. In extremen Fällen schmilzt das Material vollständig.

**Folgen:** Verglasung kann die Gleichmäßigkeit der Materialschicht beeinträchtigen. Teile können nur beim groben Ausbrechen nur schwer aus dem Druckkuchen entfernt werden. Der Kuchen kann auch im Druckbett verrutschen. In schweren Fällen kann der Druckkuchen auch zu einem festen Block verschmelzen.

**Korrekturmaßnahmen:** Wenn diese Bedingung nicht korrigiert wird und aus dem Verglasen ein eindeutiger Schmelzvorgang wird, können Sie den Druck vermutlich nicht fortsetzen. Sie können versuchen, die Druckbetttemperatur zu senken, bis das Druckbett nicht mehr schmilzt.

Bei starken Schmelzvorgängen beenden Sie den Druck und entfernen Sie das geschmolzene Pulver, da es sonst die Druck-Sollwerte auf den nächsten Zentimetern beeinflusst. Es gibt mehrere Maßnahmen, die Sie ergreifen können, um Verglasung zu verhindern. Dazu gehören:

- Verringern Sie im Druckprofil den Sollwert für die Teilheizung.
- Erstellen Sie eine Heizkurve für die Heizungs-Sollwerte in der Aufwärmphase des Druckprofils.
- Nutzen Sie die Offline-Kalibrierung und stellen Sie sicher, dass der IR-Sensor kalibriert wird. Beachten Sie den Abschnitt „Offline-IR-Kalibrierung“.
- Wenn Sie alle vorangegangenen Maßnahmen durchgeführt haben und das Schmelzen weiterhin auftritt, müssen Sie evtl. zertifiziertes Servicepersonal rufen, um den IR-Sensor zu kalibrieren.

**Ähnliche Probleme:** Beachten Sie die Abschnitte „Kristalle und Kondensation“ und „Schmelzen, Druckbett“.

## ZUWACHS

**Beschreibung:** Zuwachs tritt auf, während das Material des Druckstücks versintert; Strukturen werden verwischt und die Bauteilabmessungen verändern sich.

Zuwachs zeigt sich vor allem bei kleinen Details oder kleinen Öffnungen. Der Unterschied zwischen Zuwachs und Z-Bonus ist, dass Zuwachs an einer beliebigen Bauteilkante auftreten kann, während der Z-Bonus nur bei abwärts gerichteten Flächen auftritt.

**Mögliche Ursache:** die Laser-Leistung ist möglicherweise zu hoch für starke Querschnitte, oder die Druckbetttemperatur ist zu hoch.

**Sichtbare Anzeichen:** Zuwachs könnte während des Druckens nicht beobachtbar sein.

**Folgen:** Wenn das Teil feine Details aufweist, können die Strukturen verwischen. Die Teile können zu groß werden. Die Teile sind möglicherweise schwierig oder sogar unmöglich auszuberechnen.

**Korrekturmaßnahme:** Verringern Sie den PID-Sollwert-Parameter der Teilheizung. Reduzieren Sie den Parameter für „Laserstrom Füllung“.

**Ähnliche Probleme:** Lesen Sie den Abschnitt „Auswaschen“.

## SCHMELZEN, DRUCKBETT

**Beschreibung:** Die Oberfläche des Druckbetts schmilzt und verfestigt sich.

**Mögliche Ursache:** Mögliche Gründe sind:

- Der IR-Sensor ist nicht ordnungsgemäß kalibriert oder verschmutzt.
- Der Sollwert für die Teilheizung ist zu hoch.
- Das System versucht zu schnell, die Solltemperatur zu erreichen.

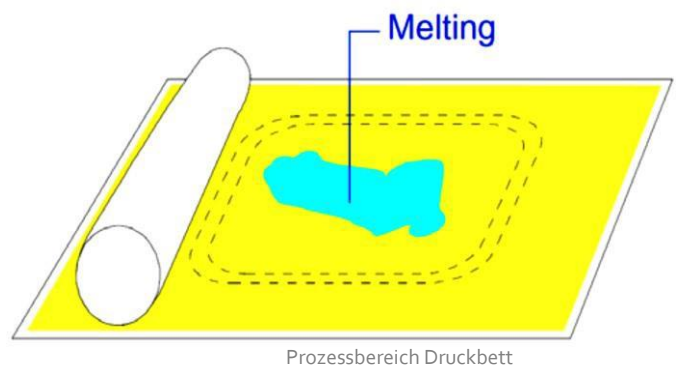
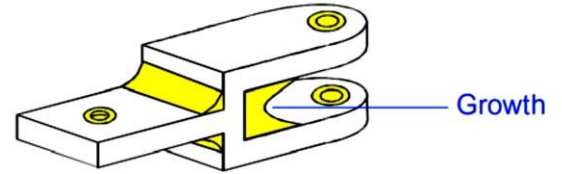
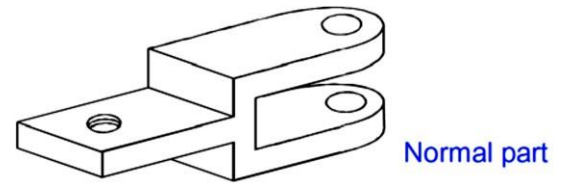
**Sichtbare Anzeichen:** Das Schmelzen tritt zuerst in kleinen Flecken in den heißesten Bereichen des Druckbetts auf. Durch Beobachtung, welche Bereiche zuerst schmelzen, erkennen Sie die heißesten Stellen in Ihrem Druckbett.

**Folgen:** Nach der Verglasung tritt Schmelzen ein. Die Druckbetttemperatur steigt. Schmelzen ist eine viel bedenklichere Erscheinung als Verglasen.

**Korrekturmaßnahme:** Beenden Sie den Build. Es gibt mehrere Maßnahmen, die Sie ergreifen können, um das Schmelzen zu verhindern. Dazu gehören:

- Verringern Sie im Druckprofil den Sollwert für die Teilheizung, und/oder stellen Sie eine Heizkurve für die Sollwerte ein.
- Stellen Sie sicher, dass die IR-Sensorblock-Temperatur korrekt ist und dass die Kernheizung funktioniert.
- Führen Sie eine Offline-Kalibrierung des IR-Sensors durch. Beachten Sie den Abschnitt „Offline-IR-Kalibrierung“.
- Lesen Sie den Abschnitt „Reinigen des SLS-Systems“.
- Wenn keine der oben genannten Maßnahmen das Schmelzen verhindert, wenden Sie sich an zertifiziertes Service-Personal, um den IR-Sensor zu kalibrieren und/oder die Thermolemente zu justieren.

**Ähnliche Probleme:** Beachten Sie die Abschnitte „Rissbildung im Druckbett“, „Kristalle und Kondensation“ und „Schmelzen während des Druckens“.



## AUSGELASSENER SCAN

**Beschreibung:** Der Laser scannt den Füllbereich eines Druckstücks nicht vollständig.

**Mögliche Ursache:** die STL-Datei ist fehlerhaft. Dieses Problem steht nicht im Zusammenhang mit dem Material.

**Sichtbare Anzeichen:** Sie können beobachten, dass der eingescannte Bereich fehlerhaft ist.

**Folgen:** Die Bauteilgeometrie ist fehlerhaft, und das Teil besitzt möglicherweise ungünstige Eigenschaften.

**Korrekturmaßnahme:** Je nach Ausmaß des Problems müssen Sie ggf. den Druck beenden und neu beginnen. Tritt der ausgelassene Scan nur auf einer Ebene oder Scheibe auf, sind Sie möglicherweise in der Lage, den Ausdruck zu vervollständigen.

Wenn ausgelassene Scans auftreten, machen Sie es sich zur Gewohnheit, vor Beginn eines Druck mithilfe der Vorschau-Anwendung zu überprüfen, ob evtl. In der STL-Datei Strukturen fehlen, und ob die Normalen korrekt sind. Wenn die STL-Datei fehlerhaft ist, müssen Sie im nächsten Schritt prüfen, ob die ursprüngliche CAD-Datei korrekt ist.

*Wenn die ursprüngliche CAD-Datei korrekt ist, könnte die STL-Datei beschädigt sein. Erzeugen Sie eine neue und erstellen Sie erneut eine Druckvorschau. Wenn das Problem weiterhin auftritt, wenden Sie sich an den Kunden-Support von 3D Systems.*

*Wenn die ursprüngliche CAD-Datei fehlerhaft ist, nehmen Sie die erforderlichen Änderungen an der CAD-Datei vor und speichern Sie die Datei im STL-Format. Richten Sie mit der neuen Datei ein neues Build-Paket ein, und drucken Sie das Teil nochmals.*

**Ähnliche Probleme:** Lesen Sie den Abschnitt „[Fehlgeleitete Vektoren](#)“.

## ORANGENHAUT

**Beschreibung:** Vertikale Oberflächen auf dem Druckstück besitzen Hohlräume oder Aussparungen, die eine unverwechselbare Textur ähnlich einer Orangenhaut aufweisen. Dieses Problem tritt in der Regel bei Oberflächen auf, die parallel zur Vorderseite des Systems gedruckt werden.

**Mögliche Ursache:** Unzureichende Dichte der Oberfläche des Druckstücks, verursacht durch übermäßige Wiederverwendung gebrauchten Materials oder durch thermische Probleme in der Prozesskammer.

**Sichtbare Anzeichen:** Keine.

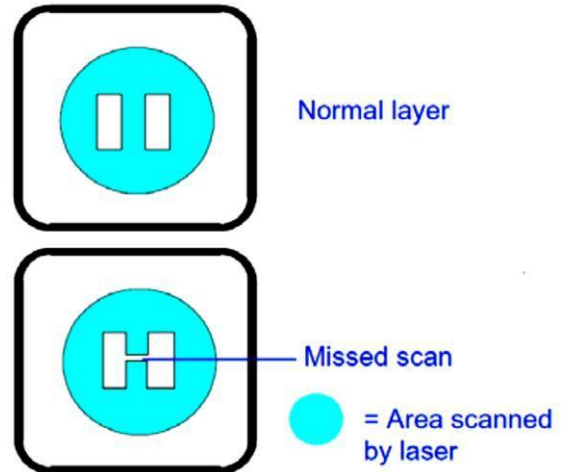
**Folgen:** Obwohl andere Eigenschaften unverändert sind, ist die Oberflächengüte und deren Aussehen betroffen.

**Korrekturmaßnahmen:** Führen Sie eine der folgenden Maßnahmen durch:

- Prüfen Sie, ob Sie die Verfahren des Sichtens und Recyclings korrekt durchgeführt haben und beheben Sie entsprechende Probleme. Siehe „[Sichten des Materials](#)“ und „[Recycling des Materials](#)“.
- Verwenden Sie einen höheren Anteil frischen Pulvers gegenüber wiederverwendeten Pulver.
- Erhöhen Sie die Verzögerung vor/nach dem Hinzufügen der Pulverschicht.
- Erhöhen Sie im Teileprofil die Laserleistung.
- Erhöhen Sie im Druckprofil den Sollwert für die Teilheizung.

**Ähnliche Probleme:** Lesen Sie den Abschnitt „[Schwache Druckstücke/Porosität](#)“.

## Part cross-section



## UNZUREICHENDE ZUFÜHRUNG

**Beschreibung:** Die Walze liefert nicht genügend Material, um die vorherige Schicht bedecken.

**Mögliche Ursache:** Eine unzureichende Materialzufuhr kann auftreten, wenn die zugeführte Menge nicht ausreicht; der Querschnitt des Druckstücks ändert sich von klein auf groß.

**Sichtbare Anzeichen:** Siehe Beschreibung.

**Folgen:** Das Druckstück wird in der Regel schwach sein, es kann auf Ebenen, in denen eine unzureichende Zuführung aufgetreten war, delaminieren und Fehler in der Oberfläche aufweisen.

**Korrekturmaßnahmen:** Erhöhen Sie die Parameter für die Zuführungsmenge im Druckprofil oder verwenden Sie die Taste „Prime Cycle“.



**Achtung:** Seien Sie vorsichtig beim Ändern der Zuführungsparameter. Das während des Drucks zugeführte Material ist deutlich kühler als das Material im Druckbett. Wenn die zugeführte Menge zu groß ist, kann bei der Zuführung des Materials das Druckstück zu stark abkühlen, was zur Aufwölbung während des Drucks und zur vorzeitigen Ermüdung des Materials führen kann.

Sie können auch die Prime-Cycle-Taste verwenden, um das Teil zu bedecken.

**Ähnliche Probleme:** Lesen Sie den Abschnitt „Schmelzen, Druckbett“ und „Schwache Druckstücke/Porosität“.

## FEHLGELEITETE VEKTOREN

**Beschreibung:** Eine Linie tritt zwischen zwei Füllbereichen auf, wo keine sein sollte.

**Mögliche Ursache:** die STL-Datei ist fehlerhaft. Die Vertices der Facette stimmen nicht überein. Dies steht nicht im Zusammenhang mit dem Material.

**Sichtbare Anzeichen:** Der Laser scannt einen Bereich im Querschnitt, den er nicht scannen sollte. Dies führt in der Regel zu einer oder mehreren Linien, die die Füllflächen miteinander verbinden.

**Folgen:** Durch fehlgeleitete Vektoren wird es schwieriger, die Teile zu reinigen und auszubereiten.

**Korrekturmaßnahme:** Prüfen Sie die STL-Datei vor Beginn des Drucks auf fehlgeleitete Vektoren. Verwenden Sie hierfür die Registerkarte „Vorschau“ in der entsprechenden Software zur Vorbereitung des Builds. Drehen Sie die Ausrichtung des Teils etwas. Erstellen Sie erneut eine Vorschau. Überprüfen Sie die ursprüngliche CAD-Datei.

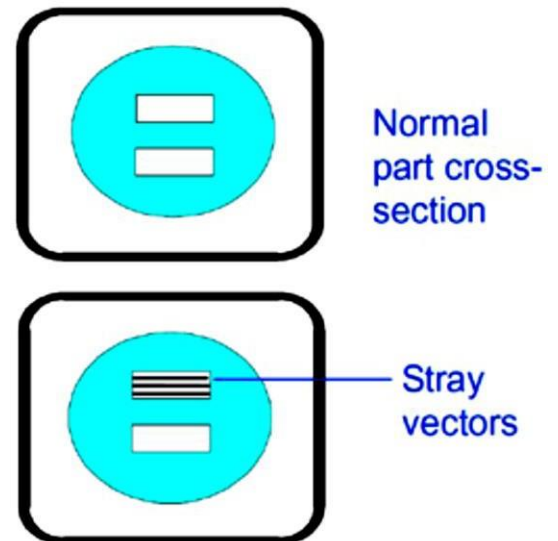
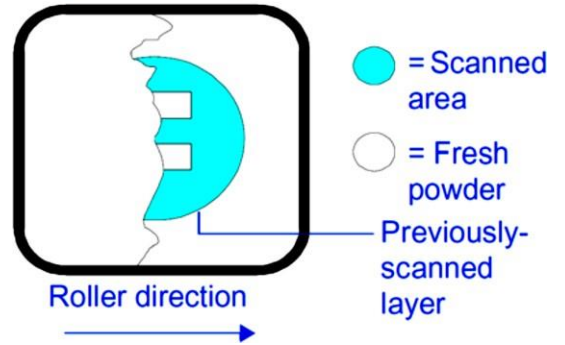
Wenn die ursprüngliche CAD-Datei korrekt ist, wurde die STL-Datei wahrscheinlich beschädigt und Sie müssen eine neue erzeugen. Wiederholen Sie den Vorgang und speichern Sie die Datei im STL-Format, kopieren Sie die neue Datei auf den Computer mit dem SLS-System, und richten Sie mit der neuen Datei ein Build-Paket ein und erzeugen erneut eine Vorschau. Sollte das Problem weiterhin bestehen, wenden Sie sich an den 3D Systems-Kundensupport.

Wenn die ursprüngliche CAD-Datei fehlerhaft ist, nehmen Sie die erforderlichen Änderungen an der CAD-Datei vor, speichern Sie die Datei im STL-Format und kopieren Sie die neue Datei auf den Computer mit dem SLS-System. Richten Sie mit der neuen Datei ein neues Build-Paket ein, und drucken Sie das Teil nochmals.

Wenn die fehlgeleiteten Vektoren nur kleine Fehler darstellen, feilen oder schneiden Sie sie ab. Ist das Problem größer, müssen Sie möglicherweise den Druck abbrechen; der Versuch, massive fehlgeleitete Vektoren beim Ausbrechen vom Druckstück zu entfernen kann dazu führen, dass das Teil bricht.

**Ähnliche Probleme:** Lesen Sie den Abschnitt „Ausgelassener Scan“.

## Top view of part bed



## AUSWASCHUNGEN

**Beschreibung:** Nach unten weisende Ecken verlieren ihre Definition und sind abgerundet.

**Mögliche Ursache:** Während ein geschmolzenes Druckstück abkühlt, wird Wärme an das umgebende Material übertragen, wodurch Material an den Druckstückflächen anhaftet (Zuwachs). Eckbereiche der Stücke kühlen schneller ab als Flächenbereiche, so dass an den Ecken weniger Zuwachs erfolgt als auf Oberflächen. Dadurch kommt es zu abgerundeten Ecken.

**Sichtbare Anzeichen:** Sie können ein Auswaschen beobachten, wenn schmale Schlitze mit geschmolzenem Material ausgefüllt sind. Anderenfalls kann Auswaschen auch nach dem Ausbrechen an den Druckstücken beobachtet werden.

**Folgen:** Details der Druckstücke, hauptsächlich auf den nach unten gerichteten Flächen, sind abgerundet. Nach dem Phänomen des Auswaschens kann später auch Zuwachs beobachtet werden. Wenn Sie das Auswaschen des Druckstücks früh genug korrigieren, können Sie den Druck mit nur geringem Zuwachs fortsetzen; Sie können jedoch immer noch ein Auswaschen beim fertigen Druckstück beobachten.

**Korrekturmaßnahmen:** Reduzieren Sie den Parameter Laserstrom Füllung. Sie können in regelmäßigen Abständen eine Reihe von Teilen mit feinen Strukturen mit verschiedenen Laserleistungen erstellen, um den Parameter Laserstrom Füllung zu optimieren.

**Ähnliche Probleme:** Beachten Sie die Abschnitte „Z-Bonus“ und „Schmelzen, Druckbett“.

## SCHWACHE DRUCKSTÜCKE/POROSITÄT

**Description:** Druckstücke lassen sich leicht verbiegen und weisen an Bruchstellen nicht gesintertes Pulver auf. Beim Schlagen gegen eine harte Oberfläche ist nur ein schlaffer, weicher Ton zu hören, im Gegensatz zu einem robusten metallischen Klang bei hoher Dichte.

**Mögliche Ursache:** Das Laser-Fenster wurde durch starke Kondensation verdeckt, oder die Laserleistung ist nicht hoch genug. Wann wird DuraForm ProX AF+-Kunststoff recycelt wird, kann mehr Laserleistung erforderlich sein, um die volle Dichte zu erreichen.

**Sichtbare Anzeichen:** Es kann ein Kontrast zwischen geschmolzenem und nicht geschmolzenen Bereichen im Druckbett beobachtet werden, ein Bereich mit geringer Dichte wird jedoch während des Scannens eventuell nicht erkannt. Scan-Bereiche mit niedriger Dichte haben beim Scannen einen hellgrauen Farbton, während Scan-Bereiche mit hoher Dichte eher Dunkelgrau erscheinen.

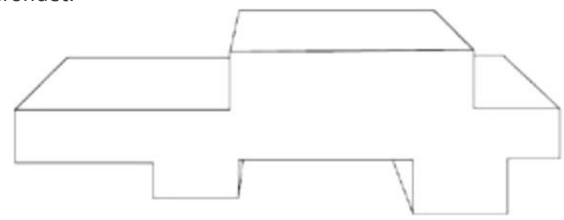
**Folgen:** Das Druckstück hat eine geringere Festigkeit und Dichte. Während des Druckens kann Aufwölbung auftreten. Bauteile mit DuraForm ProX AF+-Kunststoff tolerieren eine gewisse Porosität, wenn Sie sehr klare, scharfe Details und Kanten erzielen möchten. Die mechanischen Eigenschaften (z. B. Bruchbelastung und Zugfestigkeit) poröser Teile liegen etwa bei einem Drittel bis halber Qualität vollständig dichter Teile.

**Korrekturmaßnahmen:** Um das Problem zu minimieren, können Sie:

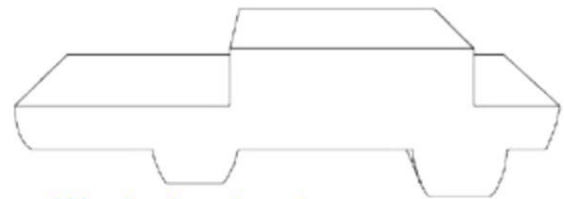
- Reinigen Sie das Laser-Fenster (siehe „Reinigung des Laser-Fensters“).
- Erhöhen Sie den Wert des Parameters Laserstrom Füllung während des Builds.
- Erhöhen Sie den PID-Druckbetttemperatur-Sollwert.
- Entsorgen Sie das alte Material und ersetzen Sie es mit frischem Material.

Wenn diese Maßnahmen die Dichte des Druckstücks nicht verbessern, wenden Sie sich an Servicepersonal für eine Überprüfung des Lasers und des Laser-Fokus.

**Ähnliche Probleme:** Lesen Sie den Abschnitt „Kristalle und Kondensation“.



Normal part



Washed-out part

## 5 ANHANG A – RECHTLICHE HINWEISE

### **Urheberrecht und Unternehmensidentität**

© 2017 by 3D Systems, Inc. Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument kann ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Das Logo von 3D Systems ist ein eingetragenes Warenzeichen der 3D Systems, Inc. Dieses Dokument unterliegt dem Urheberrecht und enthält geschützte Informationen, die das Eigentum von 3D Systems, Inc. sind. Der lizenzierte Benutzer, auf dessen Namen dieses Dokument registriert ist (der „lizenzierte Benutzer“), ist nicht berechtigt, dieses Dokument ohne das vorherige schriftliche Einverständnis von 3D Systems, Inc. in beliebiger Weise oder auf ein beliebiges Medium zu kopieren, zu vervielfältigen oder zu übersetzen. Der Verkauf und die Weitergabe von Kopien dieses Dokuments an andere Personen oder Unternehmen ist untersagt.

### **Einschränkungen der Gewährleistung und Haftung**

Diese Informationen werden von 3D Systems für die Bequemlichkeit der Kunden zur Verfügung gestellt. Sie gelten nach bestem Wissen als zuverlässig, es werden jedoch KEINE AUSSAGEN, ZUSICHERUNGEN ODER GARANTIEEN JEDWEDER ART IN BEZUG AUF DIE RICHTIGKEIT, EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK ODER DIE DAMIT ZU ERZIELENDEN ERGEBNISSE GEMACHT ODER GEGEBEN. Die Informationen basieren ganz oder zu großem Teil auf Laborarbeit und bedeuten nicht zwangsläufig die Gegebenheit der Leistung unter allen Bedingungen. Ungeachtet der von 3D Systems oder seinen verbundenen Unternehmen bereitgestellten Informationen bleibt der Kunde vollumfänglich dafür verantwortlich festzustellen, welche Bundes-, Landes- oder regionalen Gesetze oder Regelungen oder Branchenpraktiken für die Tätigkeiten des Kunden relevant sind, sowie für die Beachtung dieser Gesetze, Regelungen oder Normen unter den tatsächlichen Betriebsbedingungen, und 3D Systems übernimmt keinerlei Haftung in diesen Bereichen.

IN KEINEM FALL HAFTET 3D SYSTEMS FÜR SCHÄDEN JEGLICHER ART, EINSCHLIESSLICH KONKRETER ODER FOLGESCHÄDEN, DIE DURCH DIE BENUTZUNG VON ODER DAS VERTRAUEN AUF DIESE INFORMATIONEN ENTSTEHEN. DER KUNDE ÜBERNIMMT ALLE RISIKEN IN VERBINDUNG MIT DER VERWENDUNG DIESER INFORMATIONEN.

Mit der Verwendung der folgenden Materialien durch den Kunden bestätigt er sein Einverständnis mit den vorstehenden Erläuterungen. Kunden, die keine rechtsverbindliche Regelung wünschen, sollten dieses Dokument an 3D Systems zurückschicken. Keine der hier getroffene Aussagen kann ohne die Erlaubnis des Patentinhabers als Erlaubnis, Empfehlung oder Veranlassung zum Betreiben einer patentierten Erfindung ausgelegt werden.

### **WARENZEICHEN UND EINGETRAGENE WARENZEICHEN**

DuraForm ist eine eingetragene Marke und ProX ist ein Warenzeichen von 3D Systems, Inc.





3D Systems, Inc. 333 Three D Systems Circle Rock Hill, SC 29730  
[www.3dsystems.com](http://www.3dsystems.com)

Copyright © 2018 3D Systems, Inc. Alle Rechte vorbehalten. P/N 134015-00 REV. B