



# Stratasys AIS™

## Additive Fertigung für die Luft- und Raumfahrt





# Die Herausforderung Die Lösung

Additive Fertigung (Additive Manufacturing, AM) und AM-Materialien bieten branchenübergreifend erhebliche Vorteile, indem sie die Fertigungseffizienz, die Leistung und die Widerstandsfähigkeit der Lieferkette verbessern. Die Qualifizierung von AM-Teilen, die durch Vorschriften oder spezifische Normen vorgeschrieben ist, bleibt jedoch für Unternehmen ein komplexer und oft unklarer Prozess. Zu den größten Herausforderungen gehören das Fehlen eines etablierten Qualifikationsrahmens und präqualifizierter Materialien. Viele Unternehmen haben zwar Erfahrung mit AM, verstehen aber möglicherweise nicht ganz die kritischen Aspekte, die für eine Qualifizierung in ihrer spezifischen Branche erforderlich sind. Dies führt zu einem Mangel an klaren Leitlinien und Informationen, die zur Erfüllung der Qualifikationsstandards benötigt werden.

Darüber hinaus haben einige Unternehmen, die mit den herkömmlichen Qualifizierungsprozessen in der Fertigung vertraut sind, möglicherweise Schwierigkeiten, diese Prinzipien auf die additive Fertigung zu übertragen, da hier andere Design-, Material- und Fertigungsaspekte gelten.

Außerdem fehlt eine Datenbank mit AM-Materialeigenschaften, die Ingenieure in einer regulierten Branche wie der Luft- und Raumfahrt nutzen können, um Bauteile für das AM-Verfahren zu entwickeln. Das Fehlen von Materialeigenschaftsdaten bedeutet, dass die Unternehmen diese Informationen selbst erarbeiten müssen, ein Prozess, der extrem teuer und zeitaufwändig sein kann.

Wenn Unternehmen unabhängig voneinander eigene Qualifikationskriterien entwickeln, betrachten sie die zugrundeliegenden Daten in der Regel als urheberrechtlich geschützt, was ihre Verfügbarkeit in der breiteren Industriegemeinschaft behindert. Dies schafft ein Umfeld, in dem jede Organisation ihre eigenen Daten und Prozesse entwickeln muss, was dazu führt, dass es keine allgemein akzeptierten Eigenschaften gibt, die universell genutzt werden können.

Als Antwort auf diese Herausforderung hat Stratasys in Zusammenarbeit mit Industrie-OEMs und Zertifizierungsstellen einen Qualifizierungspfad für additiv gefertigte Teile entwickelt. Es handelt sich dabei um AIS™ (Advanced Industrial Solutions), eine umfassende Ressource, die alle notwendigen Tools, Dokumentationen und Schulungen enthält, um Unternehmen durch den Qualifizierungsprozess zu führen.

Darüber hinaus ist die Materialdatenbank, die in Zusammenarbeit mit dem NCAMP (National Center for Advanced Materials Performance) entwickelt wurde, öffentlich zugänglich und kann von Unternehmen genutzt werden, die ihren Qualifizierungsprozess rationalisieren möchten.

Die AIS-Lösung enthält auch eine Mustervorlage für Äquivalenztests, die von einer Organisation verwendet werden kann, um die Arten von Tests, die Anzahl der Proben und die Qualitätserwartungen zu verstehen, die ein NCAMP-Äquivalenzprogramm mit sich bringt. Dadurch ist der Antragsteller in einer guten Ausgangsposition, wenn er sich an das NCAMP wendet, um einen angemessenen Testplan zu entwickeln.



## Umfang

Das AIS-Produkt besteht aus den folgenden Komponenten:

### Hardware und Materialien

- Der 3D-Drucker F900® von Stratasys
- Das Harz ULTEM™ 9085 CG (zertifizierte Qualität) von Stratasys
- Das Material Antero® 800NA von Stratasys
- Das Material Antero® 840CN03 von Stratasys

enthält Unterlagen, die als Grundlage für Material- und Prozessspezifikationen für Materialqualifizierungsprogramme verwendet werden können.

### Dokumentation:

- Material- und Prozessspezifikationen
- Prozesskontrolldokument (PCD)
- Muster für einen Äquivalenzprüfplan

### Ausbildung:

- 3 Tage Schulung vor Ort

### Toolkit:

- Alle für die Ausführung der PCD erforderlichen Werkzeuge

### Unterstützende Elemente

#### Feuchtigkeitsmessgerät:

Computrac Vapor Pro XL von ARIZONA (erhältlich bei Stratasys)

#### Vakuum-Ofen und Pumpe:

Thermo Scientific; Vacutherm; VT 6130 M & Agilent IDP3 2.1 CFM Scroll-Pumpe (extern erhältlich)

#### Feinwaage:

Jede handelsübliche Waage mit einer Genauigkeit von 0,1 mg



## Material- und Prozessspezifikationen

Die **Materialspezifikation** regelt die Herstellung des Rohharzes für die ULTEM™- und Antero-Materialien und deren Verarbeitung zu Filamenten. Sie konzentriert sich auf die kritischen Merkmale des Rohmaterials, um sicherzustellen, dass den Kunden ein qualitativ hochwertiges Material geliefert wird. Eine Kombination aus integrierten und nachgelagerten Prüftechniken gemäß den Qualitätsstandards der Extrusionsindustrie wird eingesetzt, um das angelieferte Material in zuverlässige, leistungsstarke Rohstoffe für Stratasys-3D-Drucker umzuwandeln.

Die **Prozessspezifikation** steuert den gesamten Arbeitsablauf von der Materialhandhabung über die Teileentnahme bis hin zur Teileprüfung, die für die Coupon-Fertigung erforderlich ist, und bildet die Grundlage für eine Prozessspezifikation auf Teilebene. Die Prozessspezifikation enthält zudem alle Informationen, die erforderlich sind, um sicherzustellen, dass der F900-Drucker innerhalb der Spezifikation arbeitet, um Hochleistung und eine geringe Variabilität zu gewährleisten. Dieses Dokument war das Ergebnis mehrerer Jahre der Parameterisolierung und -validierung, um ein Gleichgewicht zwischen unbegrenzter Designfreiheit und stabiler, wiederholbarer Teileproduktion zu finden.

Diese beiden Dokumente enthalten die Spezifikationen, die erforderlich sind, um konsistente Druckergebnisse zu erzielen, und ermöglichen eine dokumentierte Rückverfolgbarkeit vom Teil bis zum Produktionslos des Rohmaterials.

Das **Prozesskontrolldokument** bietet eine Schritt-für-Schritt-Anleitung, um zu überprüfen, ob die Kombination aus Drucker und Material sowohl den Prozess- als auch den Materialanforderungen entspricht.

## AIS-Materialien

Ein wichtiger AIS-Bestandteil sind die Materialien: ULTEM™ 9085 Harz CG, Antero 800NA, und Antero 840CN03. Diese Hochleistungsthermoplaste verfügen über eine große Reißlänge und gute Betriebseigenschaften bei hohen Temperaturen. Diese Materialien entsprechen bezüglich ihrer Entflammbarkeits-, Rauch- und Toxizitätseigenschaften der Norm 14 CFR 25.853.

Alle drei Materialien werden mit einer vollständigen Dokumentation geliefert, die dem Anwender eine lückenlose Rückverfolgbarkeit vom Rohharz bis zum fertigen Teil ermöglicht. Ein **Analysezertifikat** für das Rohharz enthält Testergebnisse für eine Reihe von Materialeigenschaften wie Zugkraft, Feuchtigkeitsgehalt und Schmelzfluss. Dieses Dokument enthält die Kundenauftragsnummer, die

Fertigungslosnummer von Stratasys, die Materialchargennummer und die Harzlosnummer. Die Testmethoden entsprechen 14 CFR 25.53 und den ASTM-Normen.

Ein **Certificate of Production Conformance** von Stratasys bescheinigt, dass das Filament gemäß den festgelegten Spezifikationen hergestellt wurde. Das Zertifikat enthält zudem Informationen zur Materialidentifikation, einschließlich der Filamentspulen-Chargennummer.

Die in diesen Dokumenten enthaltenen Informationen bilden eine lückenlose Rückverfolgbarkeitskette vom Rohmaterialgranulat bis zur hergestellten FDM-Filamentspule.

## AIS-Drucker

Ein weiteres grundlegendes AIS-Element ist die variabilitätsarme F900-Druckerspitze. Diese spezielle Konfiguration ist erforderlich, um mit den AIS-Materialien konsistente, zuverlässige Druckergebnisse zu erzielen. Die AIS-Lösung ist mit einem neu erworbenen F900-Drucker erhältlich.

Durch den Einsatz eines verbesserten Materialauftragsverfahrens liefern die AIS-konfigurierten Drucker sehr konstante Ergebnisse und minimieren die Produktionsvariabilität. Dadurch wird die Wiederholbarkeit der mechanischen Eigenschaften gewährleistet, die für den Nachweis der Gleichwertigkeit erforderlich ist, um die Anforderungen des Qualifikationsprogramms zu erfüllen. Darüber hinaus führt diese Konfiguration zu einer höheren Zugfestigkeit des Harzes ULTEM™ 9085 im Vergleich zu den Testergebnissen der Standarddruckerkonfiguration.

## Unterstützende Elemente

Die Kombination aus Vakuumofen und Pumpe ermöglicht, das Material vor dem Einsatz der Maschine auf den in der Prozessspezifikation geforderten Wert zu trocknen, um die von AIS geforderte geringe Variabilität und hohe Leistung zu erreichen. Mit dem Gerät zur Messung der Materialfeuchtigkeit kann sichergestellt werden, dass diese den in der Prozessspezifikation festgelegten Anforderungen entspricht. Die Feinwaage wird für eine spezifische Systemprüfung verwendet, die in der PCD beschrieben ist.

## Bezugsquellen

Die komplette AIS-Lösung ist bei Stratasys und Stratasys-Händlern erhältlich. Wenden Sie sich für weitere Informationen an Ihren Stratasys-Vertriebsmitarbeiter vor Ort.



[stratasys.com](http://stratasys.com)  
Zertifiziert nach ISO 9001:2015

**LÖSUNGSLEITFADEN**  
AIS™-PAKET

Stratasys-Hauptsitz

7665 Commerce Way,  
Eden Prairie, MN 55344  
+1 800 801 6491 (gebührenfrei  
innerhalb der USA)  
+1 952 937-3000 (Intl)  
+1 952 937-0070 (Fax)

1 Holtzman St., Science Park,  
PO Box 2496  
Rehovot 76124, Israel  
+972 74 745 4000  
+972 74 745 5000 (Fax)