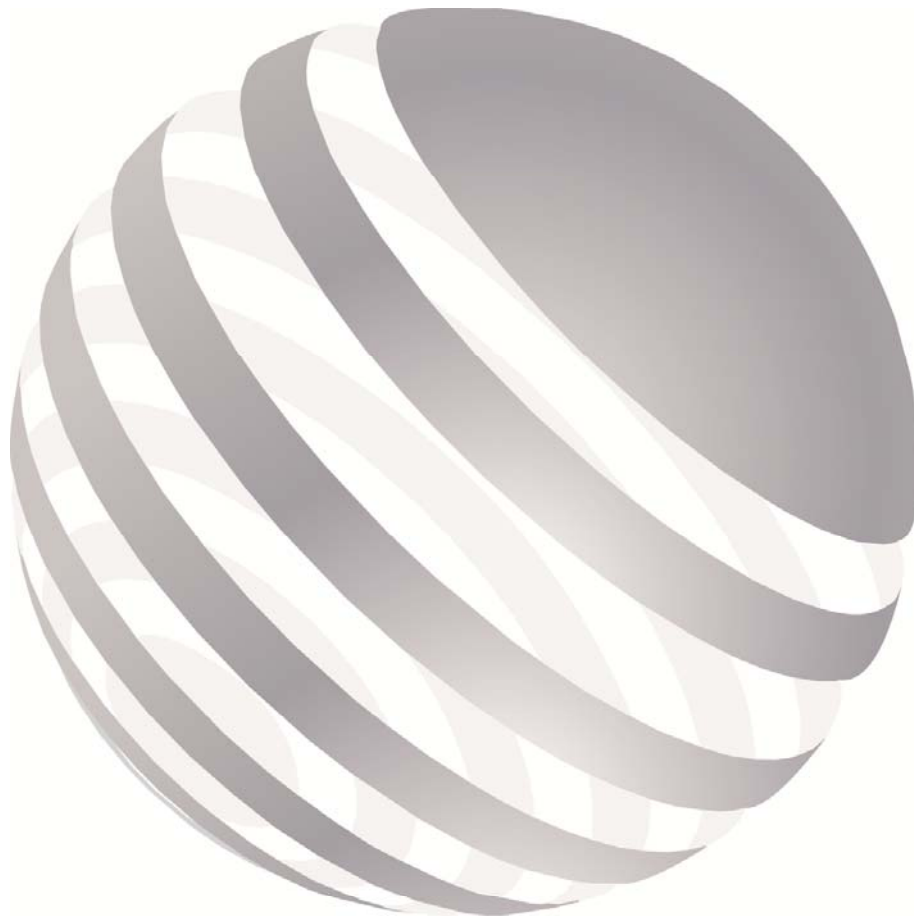


Direct Manufacturing im Flugzeugbau - Serienteile aus Ultem 9085

Dipl.-Ing. Agnes Bagsik

08.09.2011

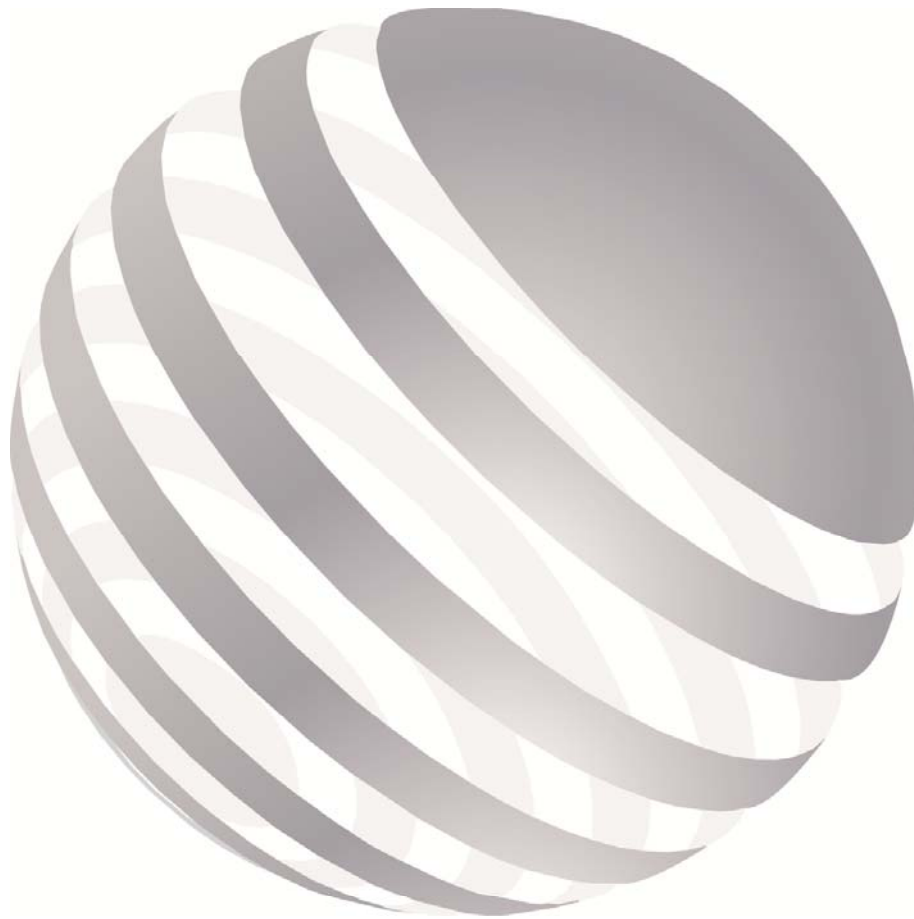


Einleitung

FDM Projektinhalte am DMRC

Praxisbeispiel

Zusammenfassung und Ausblick



Einleitung

FDM Projektinhalte am DMRC

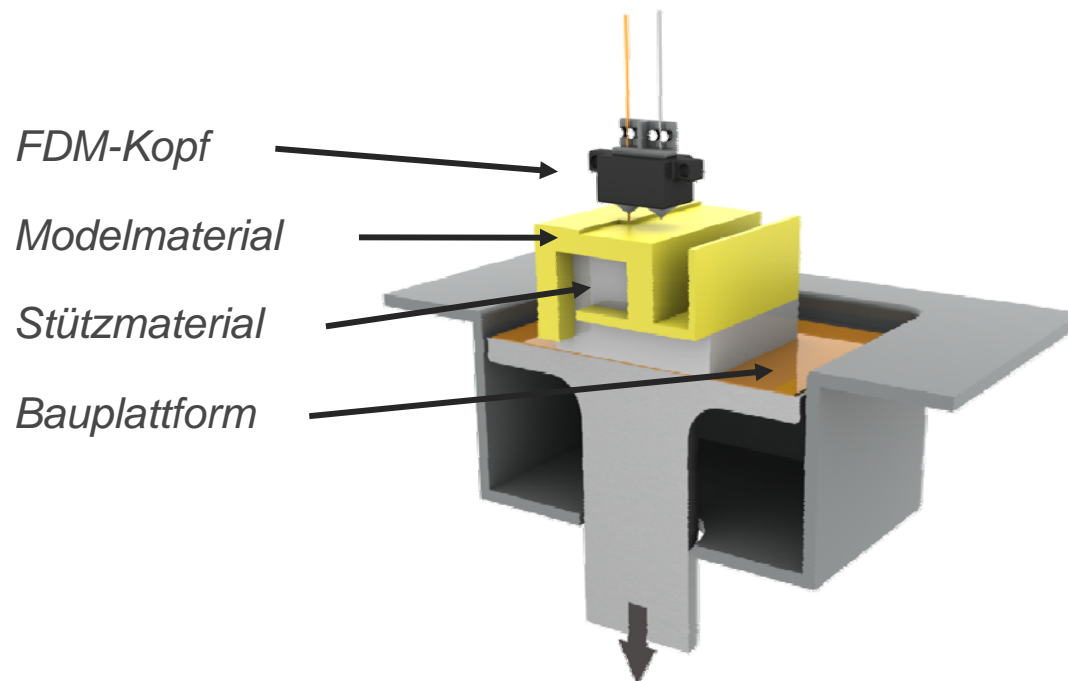
Praxisbeispiel

Zusammenfassung und Ausblick

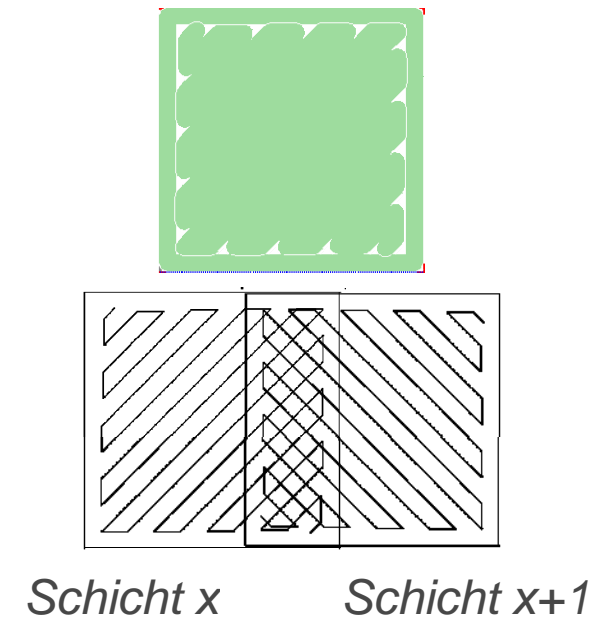


Fused Deposition Modeling (FDM)

Prozess



Strangablage



Material

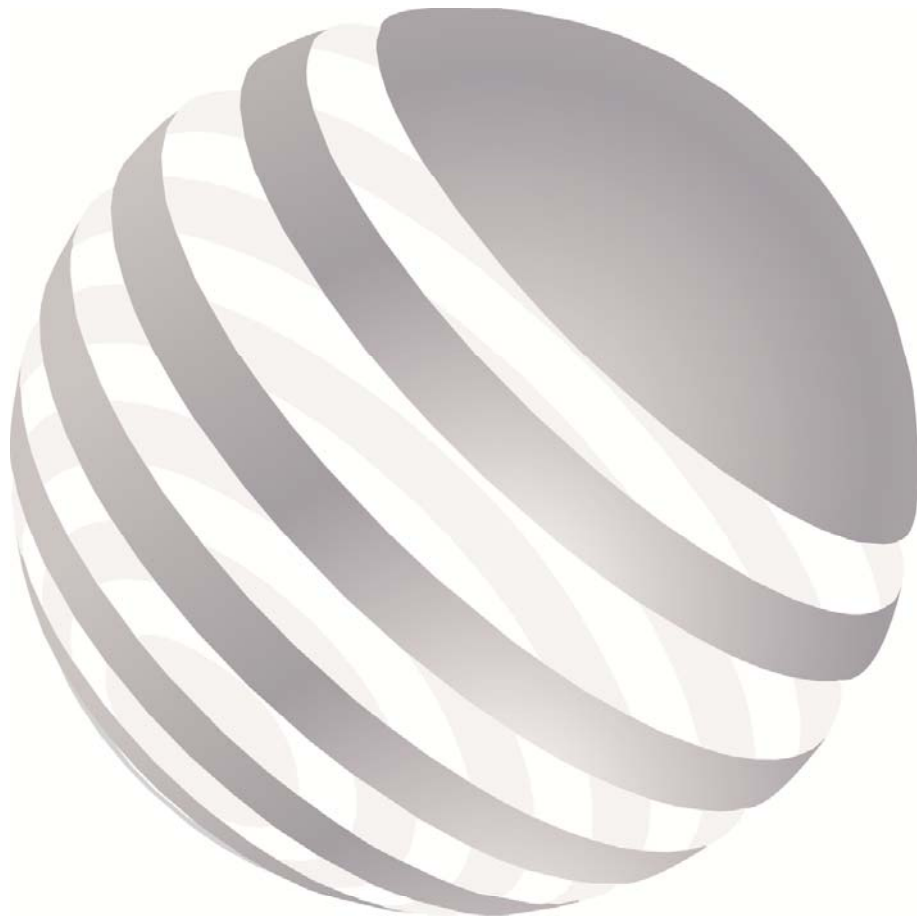
ABS / PC-ABS / PC / PPSU (PPSF) / PEI - Ultem*9085

Vorteile des Fused Deposition Modeling

- Erstellung von Geometrie- und Funktionsmustern
- Herstellung von Endprodukten
- Erstellung komplexer Bauteilgeometrie
- Gestaltung von Bauteilen mit stark unterschiedlicher Wandstärke
- Optimierung der Bauteilgewichte
- Für die Luftfahrt zertifizierte Materialien (Ultem 9085)

- Flexible Gestaltänderungen möglich
- Einsparung von Kosten in der Produktentstehungsphase

- Realisierung verkürzter Durchlauf- und Lieferzeiten
- Kostengünstigere Herstellung von Kleinserien



Einleitung

FDM Projektinhalte am DMRC

Praxisbeispiel

Zusammenfassung und Ausblick

DMRC - Direct Manufacturing Research Center

Enge Zusammenarbeit mit der Industrie und der Universität Paderborn

Ziele des DMRC

Potentiellen Anwendern Vorteile aufzeigen

Wissen schaffen und veröffentlichen

Kontinuierliche Entwicklung von DM Technologien



Additive Fertigungsanlagen

- Betriebssicher
- Reproduzierbar
- Produktfähig

Anforderungen der Luftfahrt

Die Auslegung der Bauteile erfolgt gemäß Kundenspezifikationen und den Bauvorschriften, abhängig vom Flugzeugprogramm

- Brandverhalten, Rauchgasdichte und Wärmefreisetzung
- Statische und dynamische Festigkeit
- Beständigkeit gegen wechselnde klimatische Bedingungen
- Medienbeständigkeit
- Prozessbeständigkeit
- Gewichtsreduktion
- Kostenreduktion

Brandverhalten, Rauchgasdichte und Wärmefreisetzung

- Fertigung der Brandproben nach AITM 2.0002A/B und AITM 3.0005
- Test wurde in einem zugelassenen Brandlabor durchgeführt

Ermittlung der Brandlänge und der Nachbrennzeit (12s und 60s Test)

Ermittlung der Rauchgasdichte und Wärmefreisetzung



Quelle:
Stükerjürgen Aerospace Composites GmbH & Co. KG

Statische Festigkeit

- Zugversuch
- Druckversuch
- 3-Punkt-Biegeversuch
- Kerbschlagzähigkeits-Versuch nach Izod

+ Optimierung der Festigkeitswerte mittels Änderung der „Toolpath Parameter“

+ Analyse der Prozessbeständigkeit

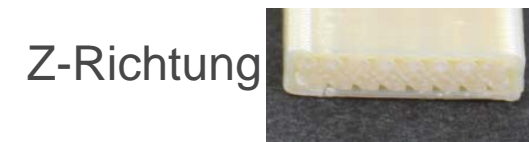
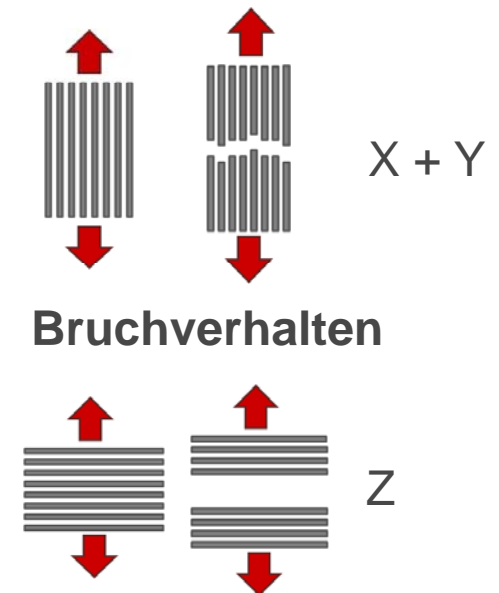
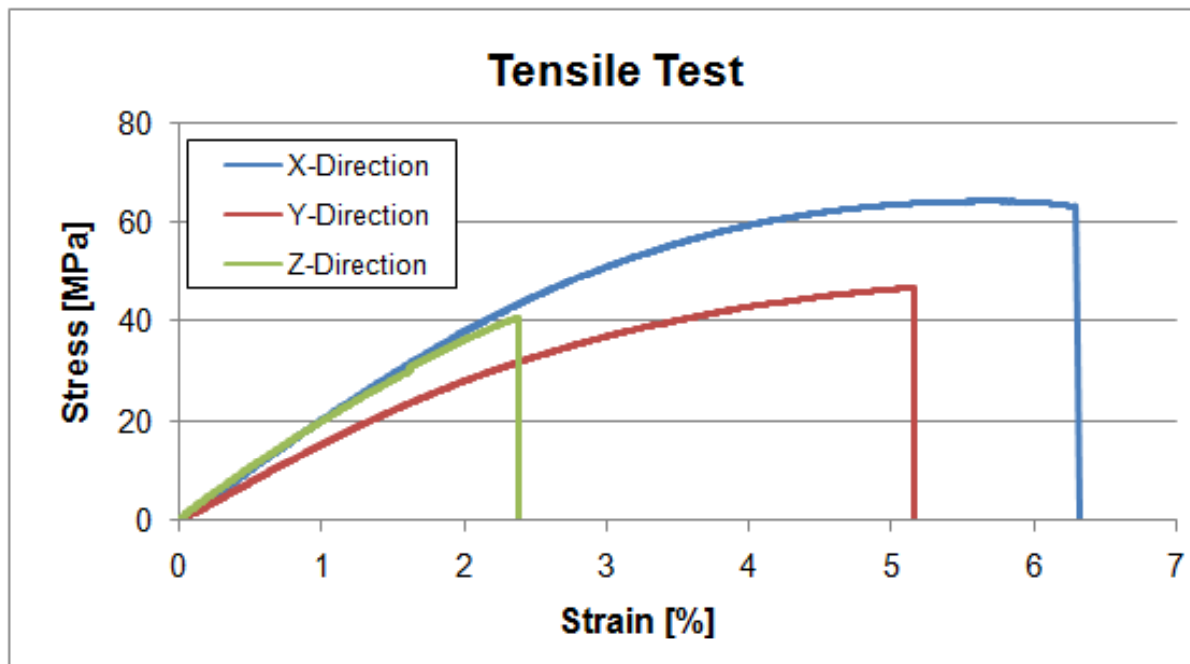
Statische Festigkeit

Beispiel: Zugversuch

Baurichtung	X	Y	Z
Anzahl der Schichten	75	13	650

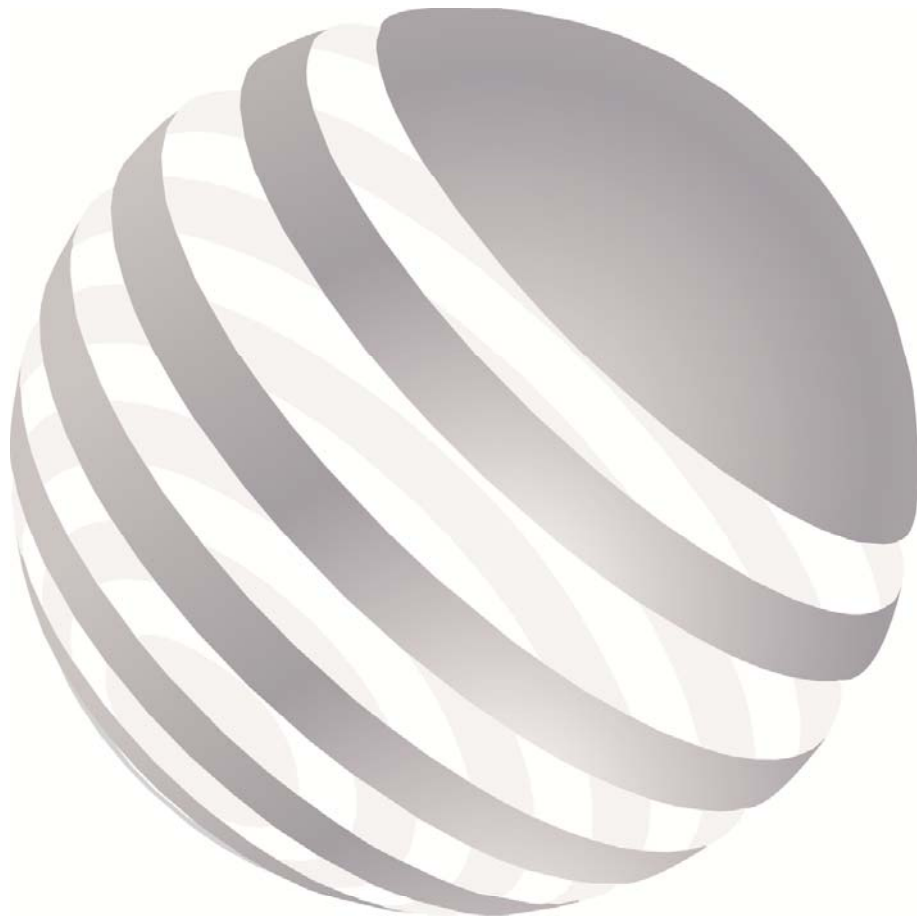
Statische Festigkeit

Zugfestigkeiten von Probekörpern aus dem Material Ultem*9085
aufgebaut mit Standardprozessparametern



Beständigkeit gegen wechselnde klimatische Bedingungen und Medien

- Untersuchungen der mechanischen Bauteilalterung (Zugproben)
 - Lagerung bis zu 52 Wochen
 - RT + 50% bzw. 100% relative Luftfeuchte
 - Prüfbedingungen (-60...+160°C)
 - Medienbeständigkeit (Alkalischer Reiniger, Schmier- und Getriebeöl, etc.)
 - Thermische Wechselbeanspruchung
 - Freibewitterung und künstliche Bewitterung bzw. Bestrahlung



Einleitung

FDM Projektinhalte am DMRC

Praxisbeispiel

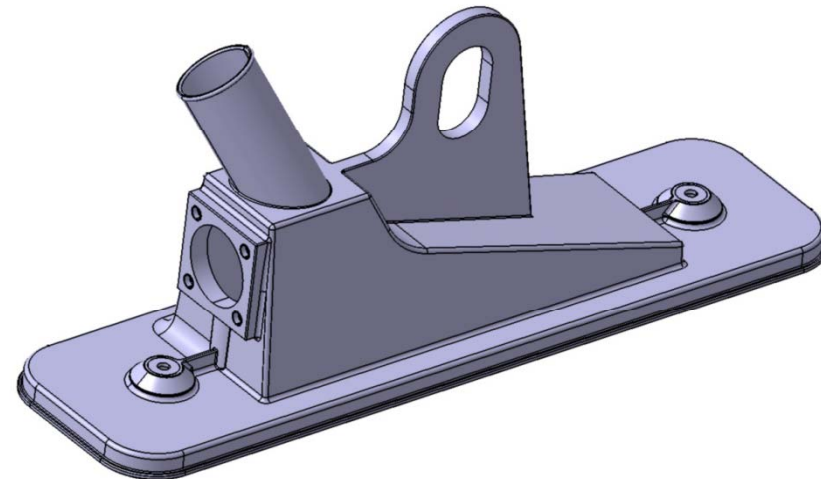
Zusammenfassung und Ausblick

Temperatursensorgehäuse

- Fertigung erfolgt bisher im Spritzgussverfahren
- Hohe Werkzeugkosten
- Hohe Varianz
- Kleine Stückzahlen
 - Hohe Stückkosten

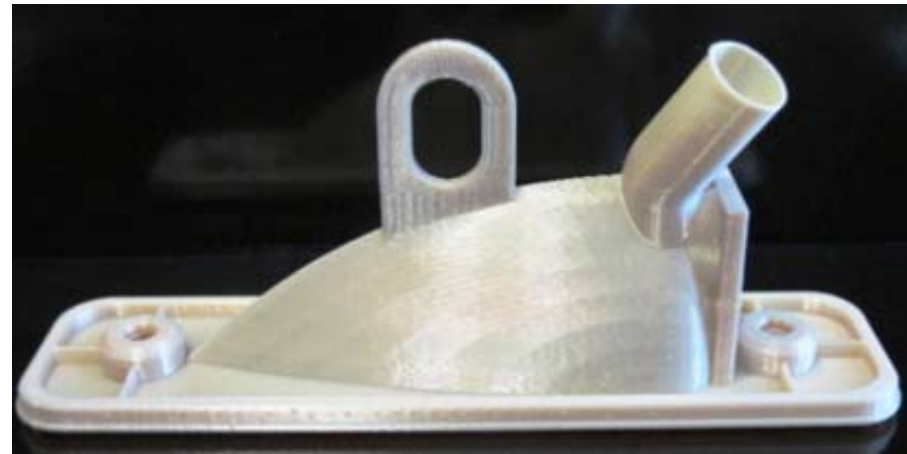
Ziel:

- FDM-geeignete Neukonstruktion
- Gewichtsreduzierung
- Kostenminimierung
- Varianzfähigkeit
- Funktionsintegration



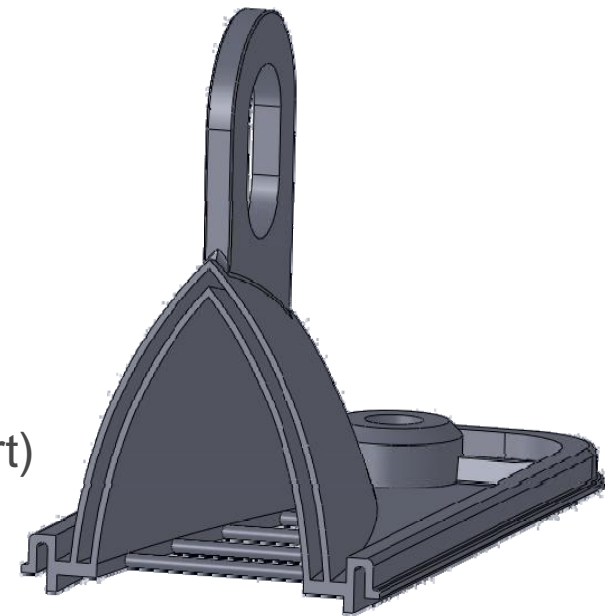
Vorgehensweise der Neukonstruktion

- Umdenken von den Richtlinien bekannter Herstellungsverfahren
- Abstraktion auf die wesentlichen Bauteilaufgaben
- Entwickeln von Teilfunktionen mit FDM-gerechtem Design
 - Konstruktionsrichtlinien
- Zusammensetzung geeigneter Teilfunktionen zu einem Bauteil
 - Funktionsintegration
- Feingestaltung



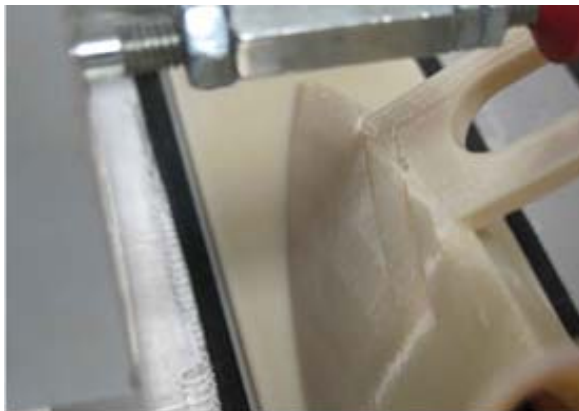
Konstruktionsrichtlinien + Funktionsintegration

- Ausnutzung von erforschem Wissen über FDM-geeignete Konstruktion
- Thermische Isolation aufgrund einer eingebauten Innenstruktur
 - Leichtbau
 - Innenstruktur
 - Thermische Isolation folgt der Struktur
 - Flexibilität
 - Keine zusätzliche Montage
 - Reduzierung des benötigten Materials (Model+Support)
 - Geringeres Bauteilgewicht
 - Kürzere Bauzeit
 - Materialkostenreduktion



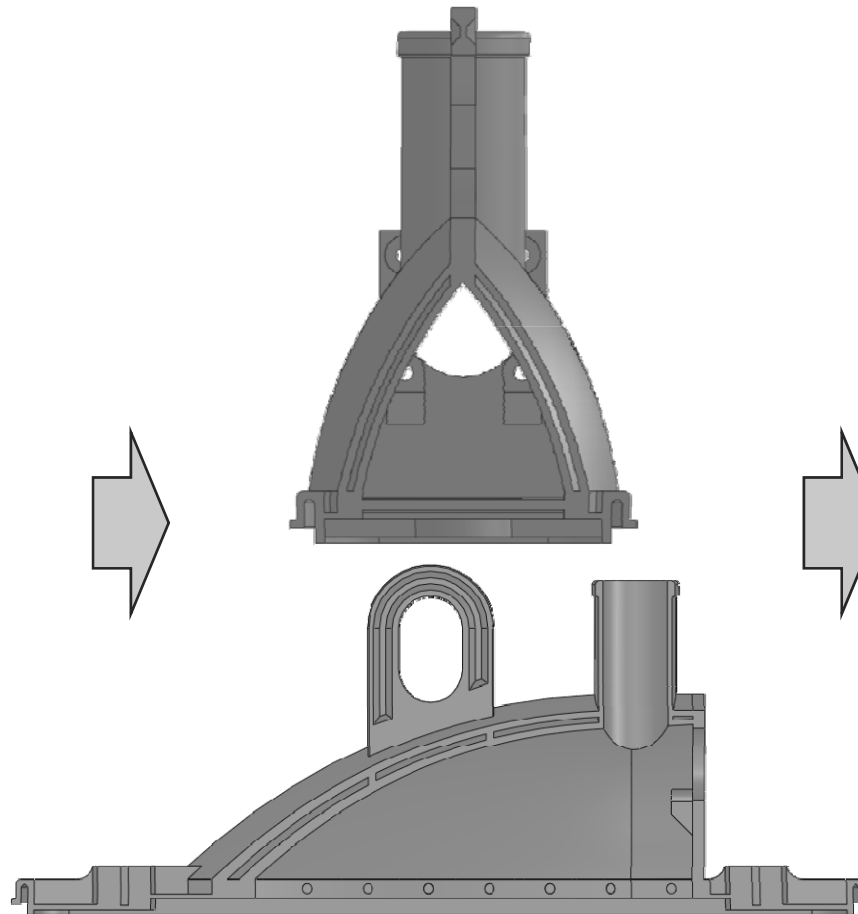
Bauteiluntersuchungen

Statik



Gefordert 45N

Bruchlast 35N



Bruchlast 47N

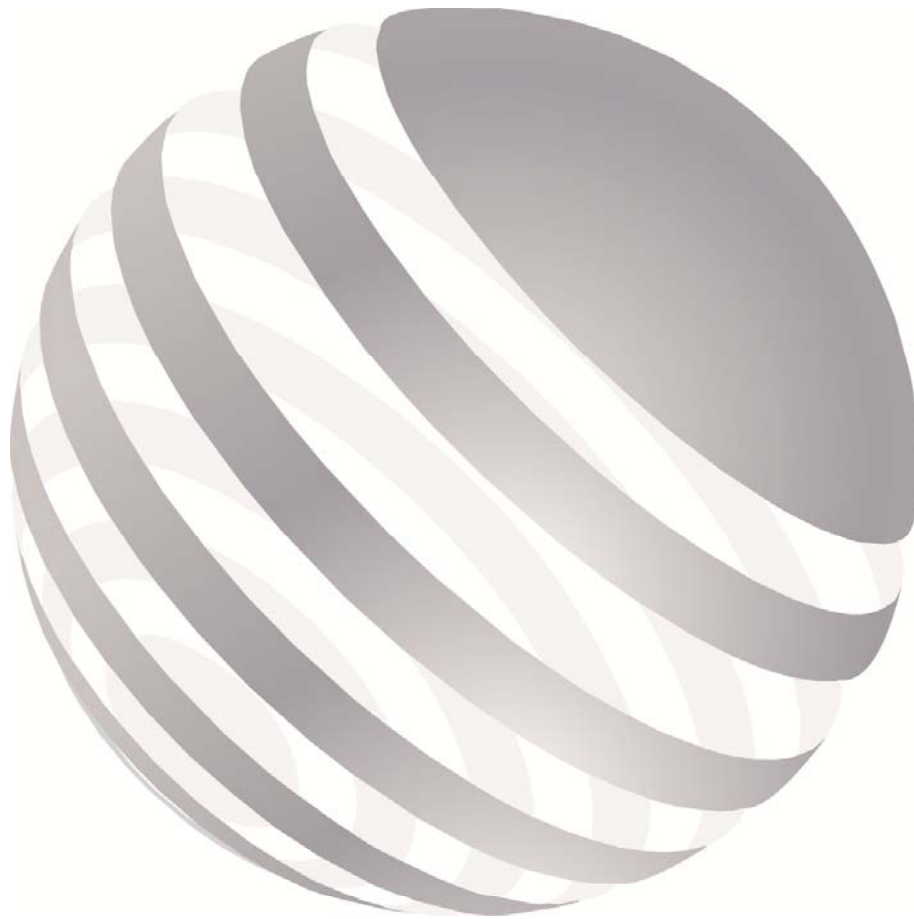
Verstärkung durch zusätzliche Versteifungsrippen

Bauteiluntersuchungen

Gewicht



Spritzguss	75,6g
FDM	57,0g



Einleitung

FDM Projektinhalte am DMRC

Praxisbeispiel

Zusammenfassung und Ausblick

- Material Ultem erfüllt Anforderungen der Luftfahrt
- FDM-gerecht Neukonstruktion von Bauteilen in der Regel erforderlich
- Funktionsintegration
- Kurzfristige Änderungen möglich

- Mangelnde Erfahrungswerte
 - Möglichkeiten der Konstruktion und mechanische Eigenschaften
 - Fertigungsbegleitende Tests

- Erarbeitung einer breiteren Wissensdatenbank
- Aufstellung einer Prozesskette für Qualitätssicherung
- Qualifikation von Material und Prozess
- Detaillierung der Konstruktionsrichtlinien

Acknowledgements

Fakultät für Maschinenbau
Kunststofftechnik Paderborn
Verein zur Förderung der
Kunststofftechnologie e.V.



UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dipl.-Ing. Agnes Bagsik

DMRC - Direct Manufacturing Research Center
KTP – Kunststofftechnik Paderborn

www.dmrc.de
www.ktpweb.de

Tel.: +49 5251- 60 5420
Fax: +49 5251- 60 5409
E-Mail: agnes.bagsik@dmrc.de