

Additive Fertigung mit FDM im modernen Schiff/Yachtenbau



stratasys

THE 3D PRINTING SOLUTIONS COMPANY

Stefan Zoller
Senior Application Engineer
Stratasys EMEA

Unsere Zielsetzung

- **Stratasys möchte das Einsatzgebiet seiner Produktpalette im Bereich der Hochleistungspolymere für den privaten und kommerziellen Schiff/Yachtenbau erweitern.**
- **Nach Untersuchung dieses Zielmarktes innerhalb eines nun abgeschlossenen Projektes, soll aufgrund der vorgegebenen Rahmenbedingungen (Normen, Materialeigenschaften, usw.) eine Lösung für die Additive Fertigung mit zertifizierten Material zur Verfügung gestellt werden.**
- **Diese Lösung wurde mit Endanwendern aus dem Schiff/Yachtenbau erarbeitet**
- **Das Fraunhofer IAPT hat die Koordination dieses Projektes übernommen**

Die Partner unseres Projektes



FEM-Composites

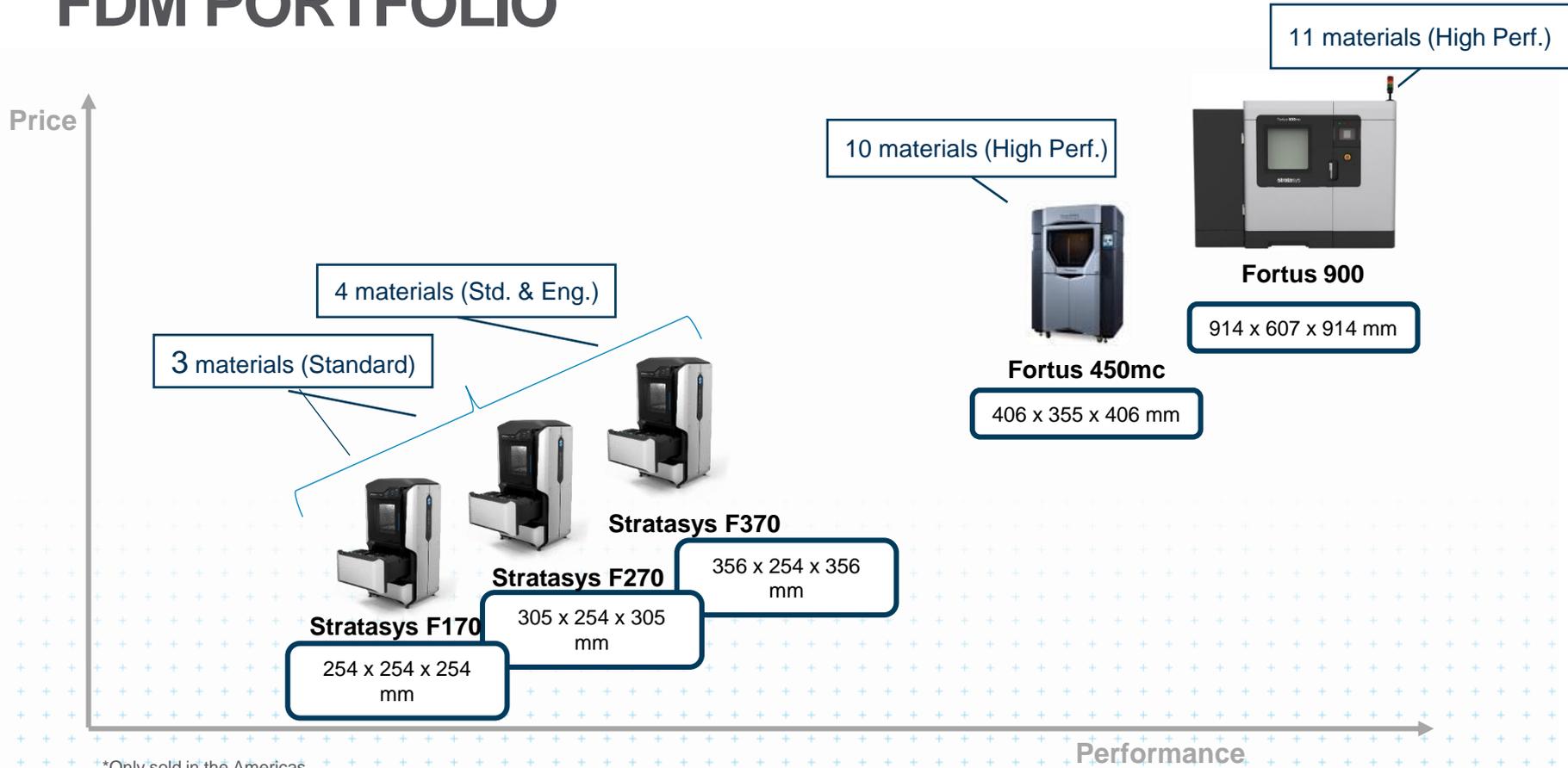


weitere 2 Partner

Mögliche Anwendungen

- **Struktur- und Verkleidungsteile**
- **Laminierformen für Faserverbund-Bauteile**
- **Substitution von mit Glasfaser gefertigten Komponenten**
- **Design von schall- und vibrationsminimierten Abdeckungen und Bauteile**
- **Bauteile für den Außenbereich, Hotel/Innen-Bereich, Küchenbereich, Fluchtwege und Technischen Bereichen**
- **Kostengünstige Produktion von Ersatzteilen in geringen Stückzahlen**
- **Temporärer Einsatz von gedruckten Teilen für die Einsatzfähigkeit**
- **Werkzeuglose Herstellung von Komponenten**
- **Integration der Anlagentechnik für den Einsatz an Bord oder im Hafen**

FDM PORTFOLIO



*Only sold in the Americas

Stratasys Core Technologies - FDM



Traceability

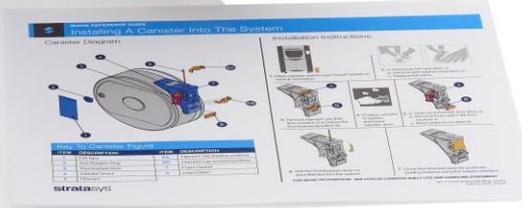
- Batch-Nummer auf Materialkartusche
- Materialdatenblatt mit Lot-Nummer der jeweiligen Charge
- Getrocknet und versiegelt
- Certificate of Conformance



stratays Quality Documentation

Item	Lot Number	Material	Batch Number
3D Printer Filament	123456789	PLA	123456789

... (rest of the document content) ...



Prozess Überwachung

- Beheizter Bauraum
- Aktive Lufttrocknung
- Temperaturüberwachung
- Feuchtigkeitsüberwachung
- Logfile nach dem Baujob
- Kamera Überwachung



Kategorisierung der Anforderungen



- Brandschutz notwendig bei >12 Passagieren
 - Unterschiedliche Anforderungen je nach Schiffsbereich
- Materialtests für den jeweiligen Bereich

area of application	number of passengers	deputy	Potential areas of application	requirements	regulation	demonstrator
military	Independent	Partner-3	interior	<ul style="list-style-type: none"> sea water and air operating temperature stat./ dyn. strength surface roughness post processing 	Internal only	-
			outdoor area			
Civil	>36	Partner-2	outdoor area	<ul style="list-style-type: none"> Resistance to sea air or wind load salty environment 	<ul style="list-style-type: none"> SOLAS [SOL05] (partially referenced to FTP code) DNVGL [DNV15, DNV17] (partially congruent with IACS) 	Primary mounts (see Milestone 3)
			hotel area	<ul style="list-style-type: none"> Surface quality in the visible area reduce fire load; must not "exhale, drip or produce toxic smoke " 		
			kitchen area	<ul style="list-style-type: none"> Additional hygiene requirements 		
			escape routes	<ul style="list-style-type: none"> Highest fire protection requirements 		
			Technical part	<ul style="list-style-type: none"> Resistance to high humidity chemical resistance 		
Mostly commercial, some private use	12 to 36	Partner-4	surfaces	<ul style="list-style-type: none"> Very high demands on surface quality (usually wood veneer) 	<ul style="list-style-type: none"> PYC IMO FTP code 	-
			substructures	<ul style="list-style-type: none"> fire safety requirements Low cost 		
private use	<12	Partner-5	surfaces	<ul style="list-style-type: none"> High demands on surface quality (usually plastic surfaces) 	no .	Cover in the toilet area
			substructures	<ul style="list-style-type: none"> Possibly lower fire protection requirements in the case of cast-in substructures 		Connection of the flybridge

Kategorisierung der Anforderungen



Anforderungen		Salzwasserbeständigkeit ¹	UV-Beständigkeit	Chemikalienbeständigkeit	Ausgasung	Lebensmittelzertifizierung	Wärmeformbeständigkeit	Entflammbarkeit ²	Statische Festigkeit	Materialkosten	Auswahlfaktor			
Gewichtung	<i>Außenbereich</i>	20%	10%	10%	0%	0%	15%	10%	15%	20%				
	<i>Hotelbereich</i>	0%	0%	5%	20%	0%	5%	50%	5%	15%				
	<i>Küchenbereich</i>	0%	0%	10%	15%	30%	0%	15%	0%	30%				
	<i>Technischer Bereich</i>	0%	0%	25%	5%	0%	15%	15%	10%	30%				
FDM-Material	ANTERO 800 NA	3	1	4	4	1	3	4	4	1	2,95	2,20	<u>3,50</u>	2,75
	ASA	4	4	2	-	1	1	1	1	4	2,10	1,85	1,30	2,60
	FDM Nylon 12 CF	4	2	2	-	1	2	1	2	3	2,05	1,55	1,25	2,50
	ULTEM 9085	4	3	3	3	1	4	4	3	2	<u>3,00</u>	<u>2,25</u>	3,40	<u>3,25</u>

Kategorisierung der Anforderungen



Test Set-up



Figure 5: Test set up during Salt Mist

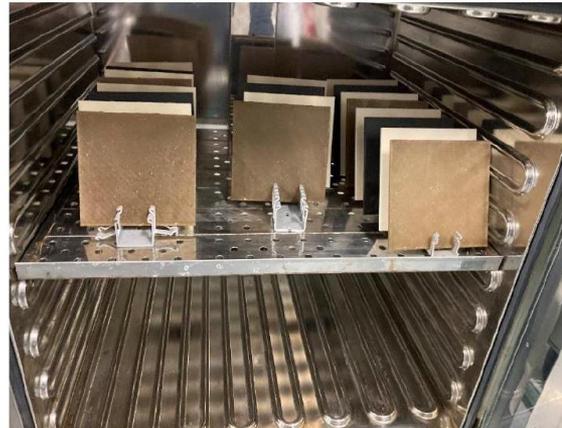


Figure 6: Test set up during Damp Heat

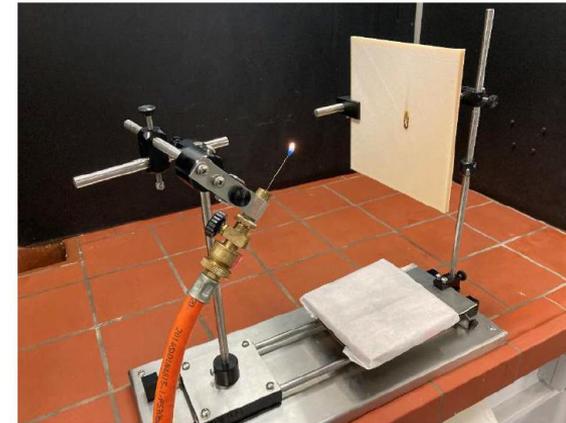


Figure 52: Exemplary Picture of the Test set-up

Parameter	Value
Preconditioning [h]	min 24
Flame Position	Vertical
Flame Length [mm]	12 ± 1
Angle of Application [°]	45 from the horizontal
Test Duration [s]	30
Specified Layer	Wrapping tissue
Drip Height [mm]	200 ± 5

Sec.	Test	Responsible Person	Date	EUT No.	Result
4	Salt Mist IACS Electrical Installation Rev. 8:2021-07, E10, Test No. 12	K. Wandler	2021-10-12 to 2021-11-09	02.01-02.05	Passed
				03.01-03.05	
				04.01-04.05	
				01.01-01.05	Passed ¹
5	Cold IACS Electrical Installation Rev. 8:2021-07, E10, Test No. 11	K. Wandler	2021-11-09	02.01-02.05	Passed
				03.01-03.05	
				04.01-04.05	
				01.01-01.05	Passed ¹
6	Flame Retardant IACS Electrical Installation Rev. 8:2021-07, E10, Test No. 21	K. Wandler	2021-10-08	01.06-01.08	Passed
				04.06-04.08	

Salzwasser – ASA, Nylon 12CF, Antero 800NA & U9085 passed

Kälte – ASA, Nylon 12CF, Antero 800NA & U9085 passed

Flammschutz- Antero 800NA & U9085 passed

Das Ergebnis

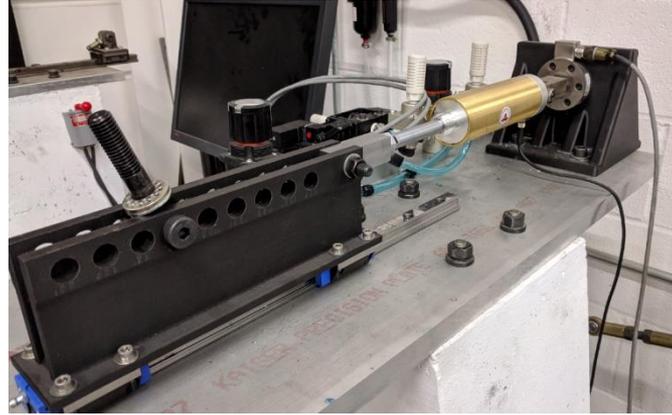
- Ein „Kochbuch“ was uns und insbesondere unseren Interessenten wie Kunden aufzeigt, welche Komponenten im Schiff/Yachtenbau mit welchen FDM-Materialien und unter Berücksichtigung der vorgeschriebenen Normen, hergestellt werden können.
- Hierzu stellen wir die Laborergebnisse für die ausgewählten Materialien zur Verfügung, so dass der Interessent/Kunde dann eine Basis für seine Zertifizierung gegenüber dem Kunden verwenden kann.
- Somit bieten wir nicht nur eine Anlage und das Material an, sondern eine „Lösung“ für die additive Fertigung im modernen Schiff/Yachtenbau

Funktibelle Prototypen



<https://www.stratasys.com/explore/case-study/embry-riddle>

Betriebsmittel und Halterungen



End Of Arm Tooling



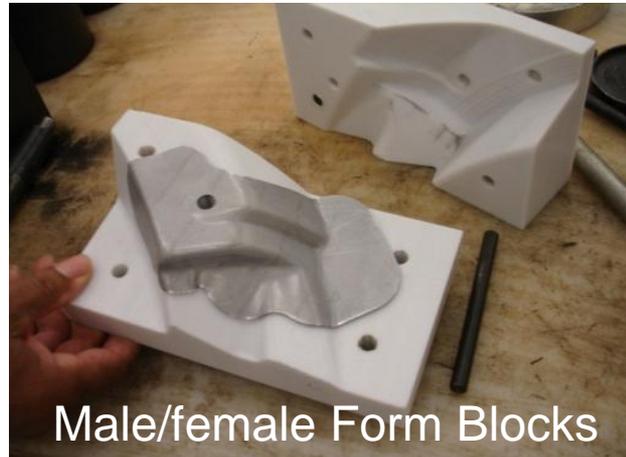
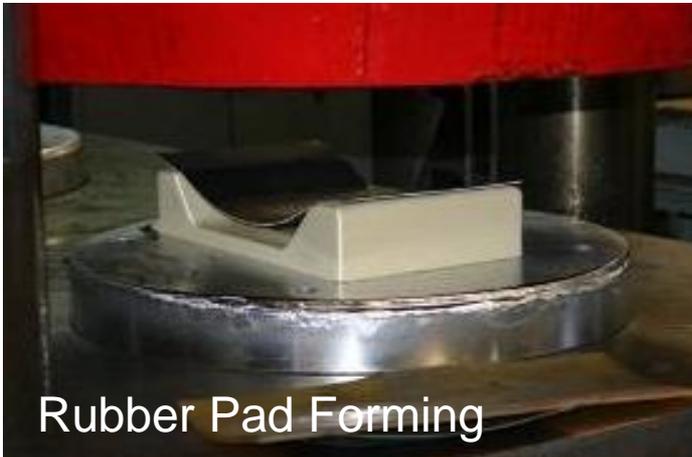
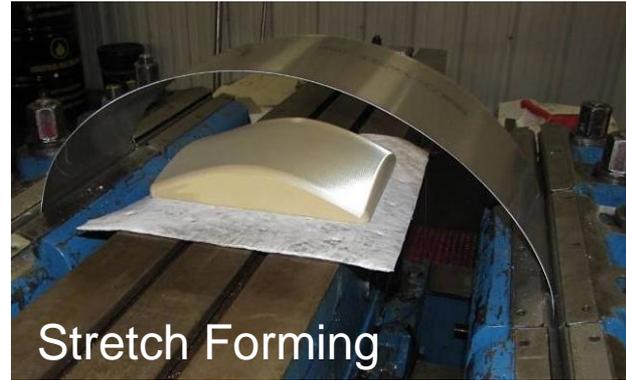
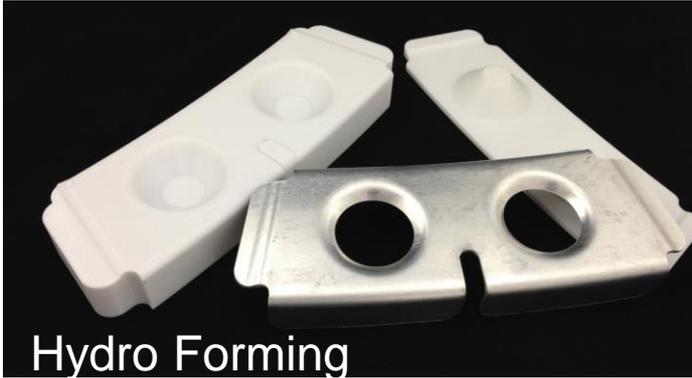
Masking Tools & Guards

- Huge cost saving
- Huge operator time saving
- Reusable tools
 - ULTEM™ 1010 resin
 - Nylon12 CF
 - ASA
- Minimize tape
- Proven application



ULTEM™ is a registered trademark of SABIC or its affiliates

Blechumformung



Formenbau



Small – Medium –
Large
Composite Tooling



HDT of up to 213°C



7 Bar of Pressure in
Autoclave



Formenbau

**Keine Lagerhaltung von
Glasfaserbauteilen**

**Schneller und günstigere
Fertigung**



~3m Layup Tool &
ausgehärtetes Bauteil

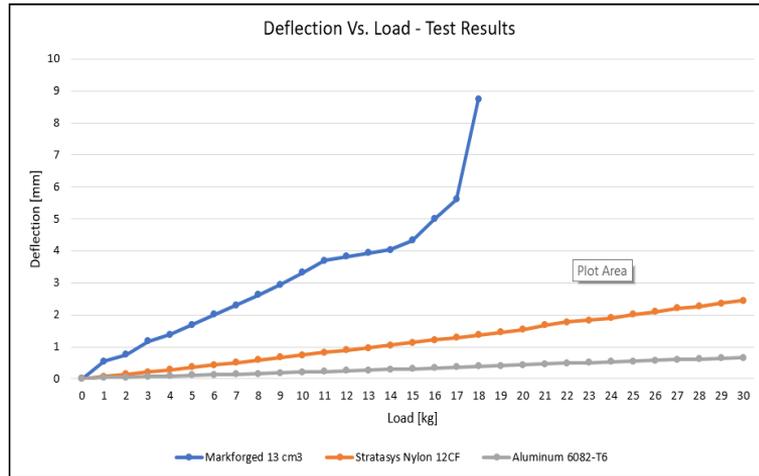
Serienteile

Griffe

Halterungen

Abdeckungen

Gehäuse



END USE PARTS

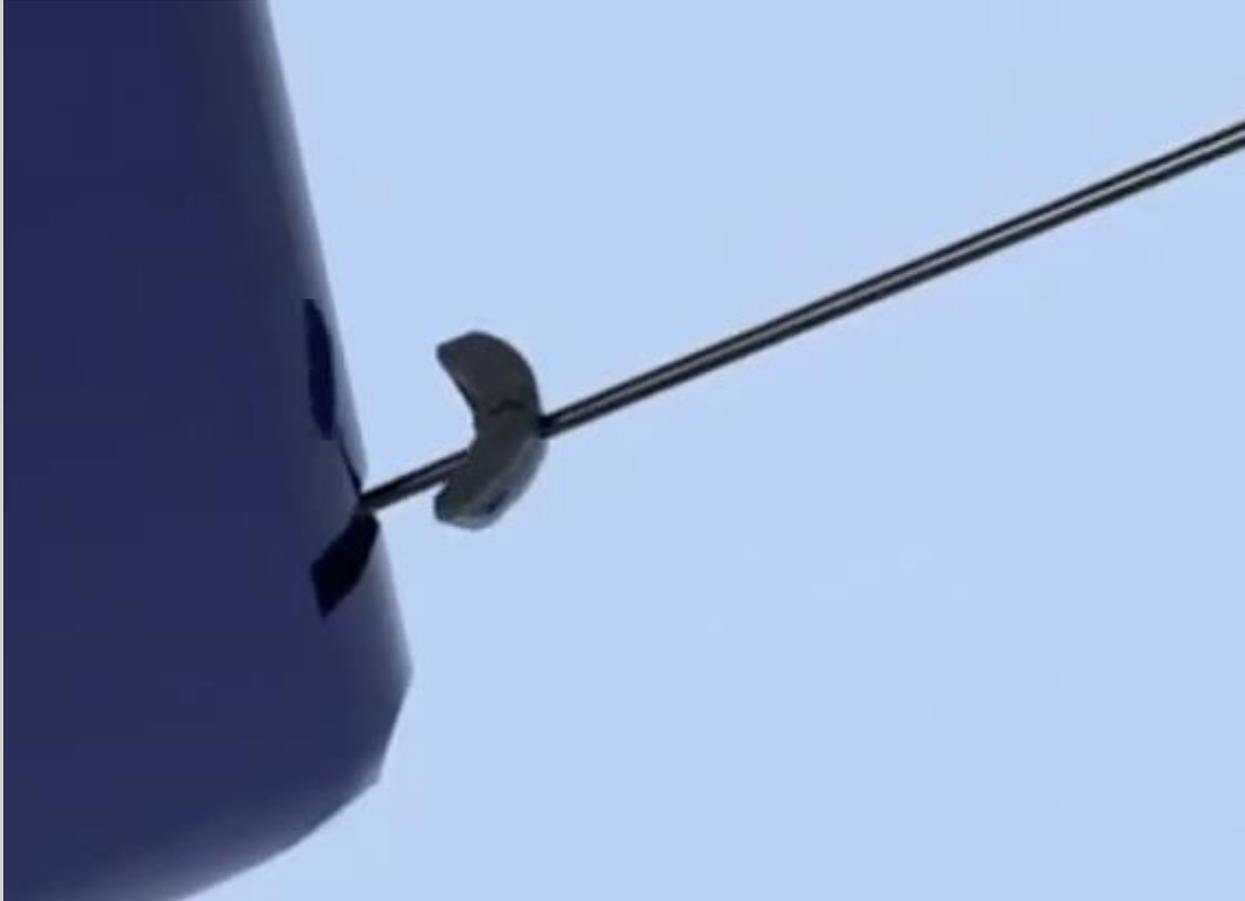


NEW YORK YACHT CLUB
**AMERICAN
MAGIC**

END USE PARTS



END USE PARTS



End Use Exhaust Flap



END USE PARTS

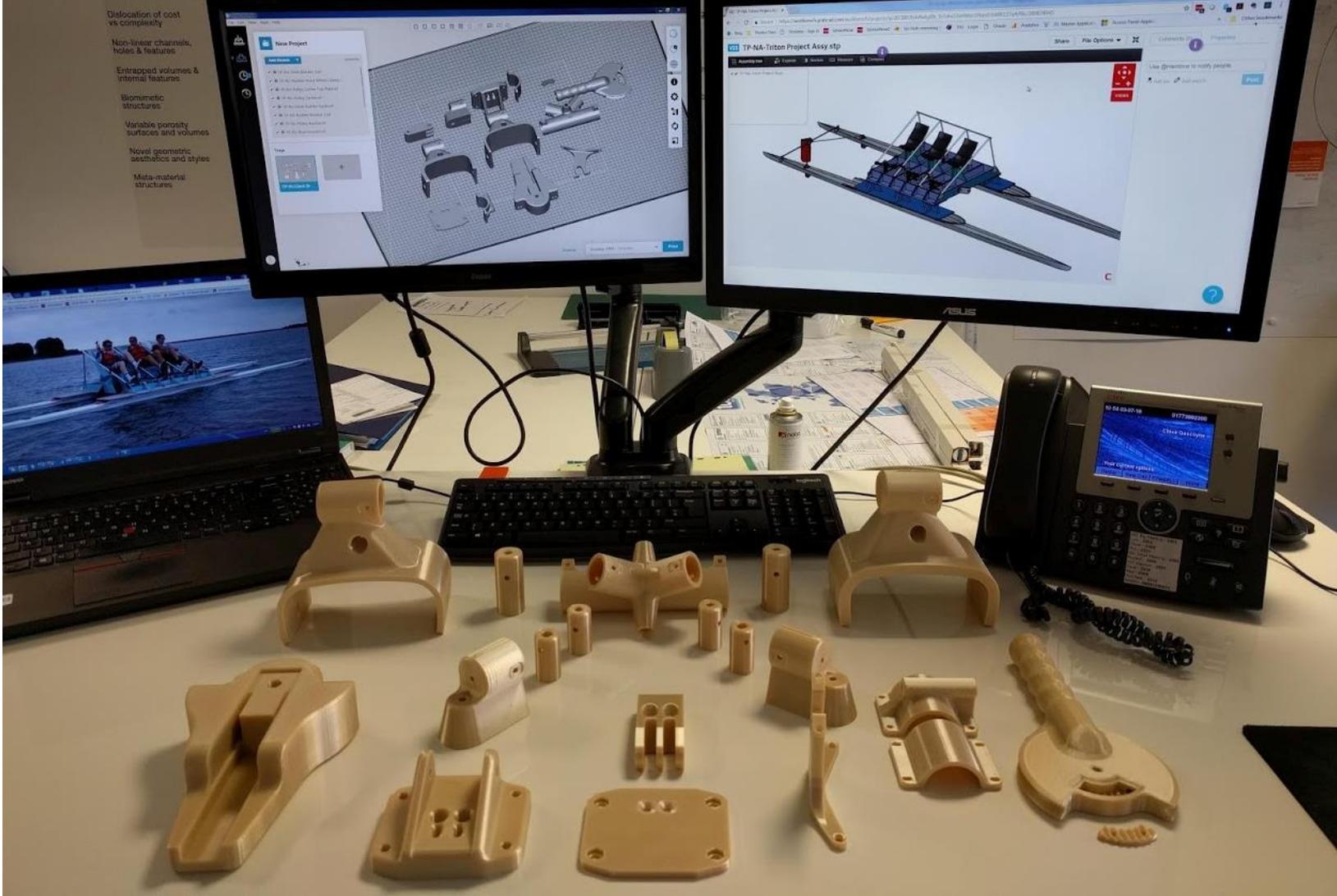
END USE PARTS



END USE PARTS



Dislocation of cost vs complexity
Non-linear channels, holes & features
Entrapped volumes & internal features
Biomimetic structures
Variable porosity surfaces and volumes
Novel geometric aesthetics and styles
Meta-material structures



END USE PARTS



Korrosionsresistente Lüfter & Turbinenräder

CAST IRON

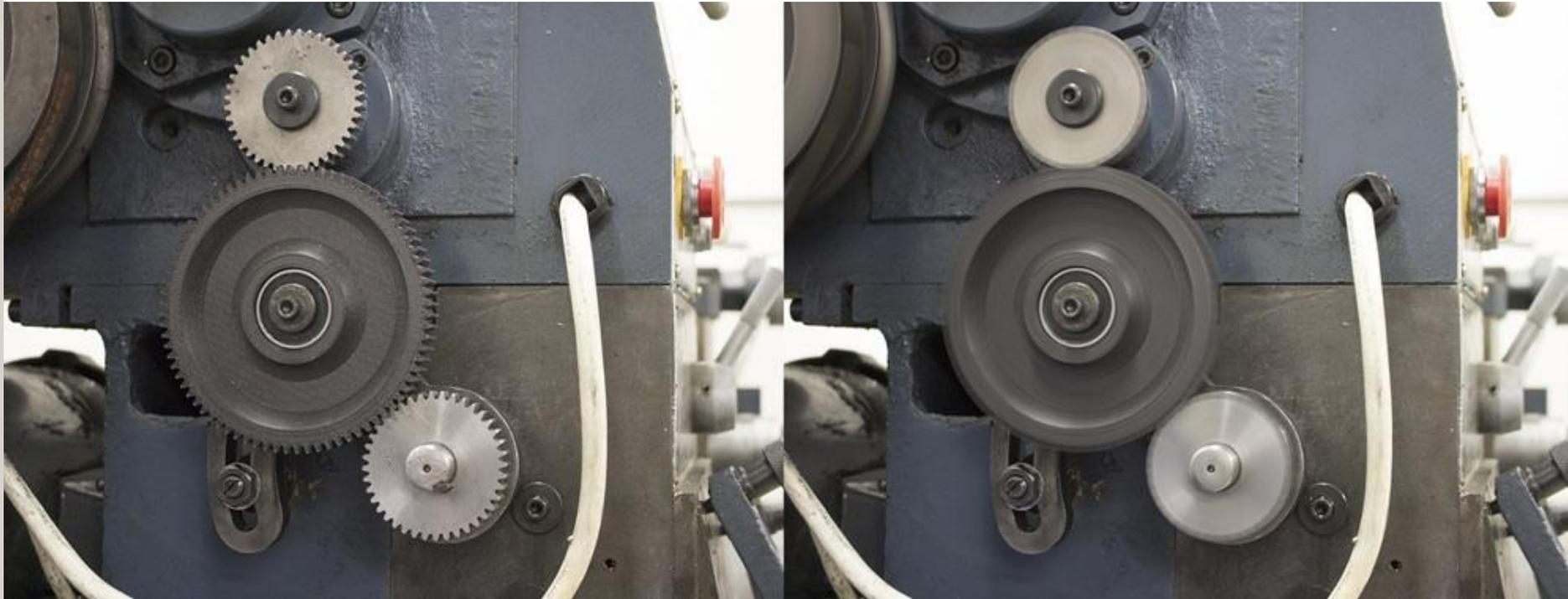


NYLON12CF



Ersatzteile

NYLON 12CF



BOMBARDIER

Up to **77 percent reduction** in manufacturing time compared to external sourcing

Reduction of obsolete parts and warehousing costs via use of digital inventory with the in-house F900 3D printer

Customized production of large parts due to the F900's large-sized build tray





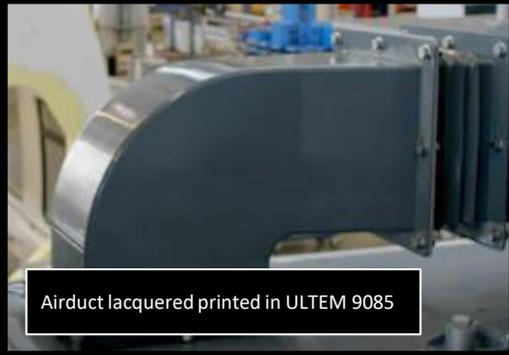
Door Lock printed in ASA



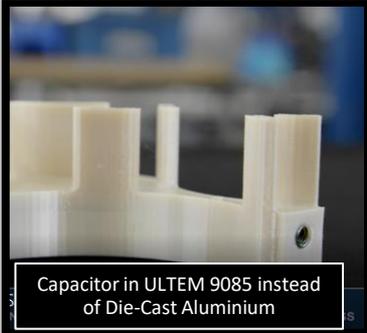
Lamp Holder in ABS instead of sheet metal



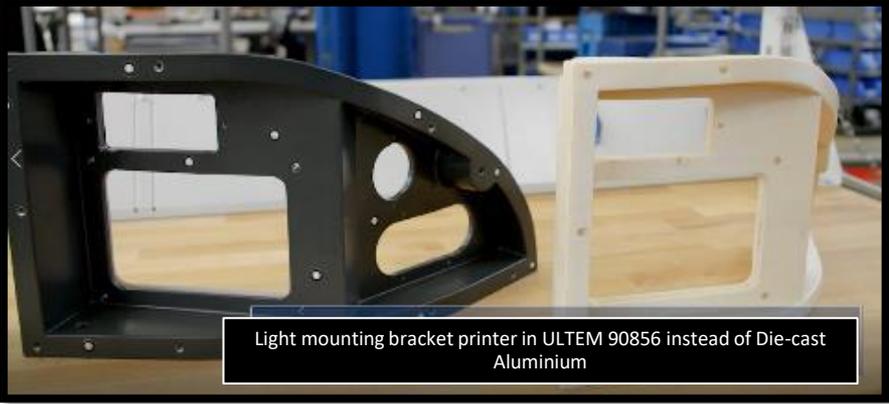
External Duct in ULTEM 9085



Air duct lacquered printed in ULTEM 9085



Capacitor in ULTEM 9085 instead of Die-Cast Aluminium



Light mounting bracket printed in ULTEM 9085 instead of Die-cast Aluminium



Connector Holder printed in ULTEM 9085 instead of PA12



Post Finishing Possibilities

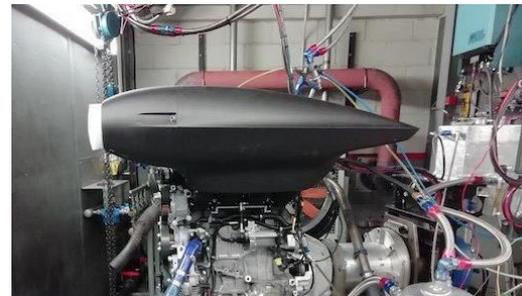
Metal Plating



CNC Machining



Resin Sealed



Textured - Painted Parts



Composite Wrapping

Ceramic Coatings

Metal Inserts

Tumbling

Foiling

Hydro Dipping



Vielen Dank
Fragen?
Live Demo?
Benchmark?

EMEA-HEADQUARTER

Stratasys GmbH

Airport Boulevard B 120

D-77836 Rheinmünster

Stefan Zoller

stefan.zoller@stratasys.com

++49 152 24439684

