

Rapid Prototyping FDM Verfahren mit Dimension und Fortus Maschinen



Dip.-Ing. Rainer Seuken
Krefeld, 21.02.2013

Rapid Prototyping – Inhalte

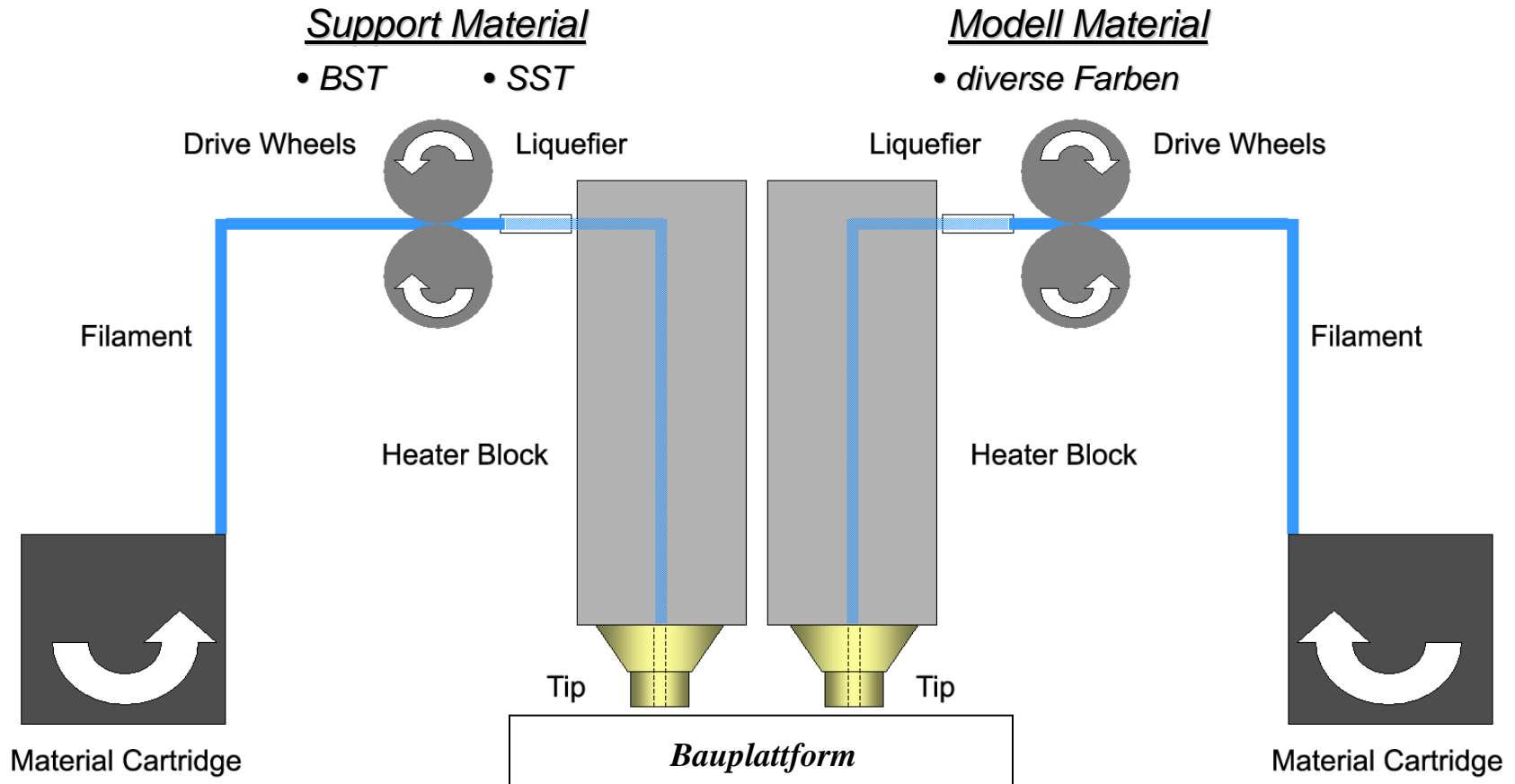
- 1. Datenformate / Qualität**
- 2. Technologie**
- 3. Software Catalyst / Insight**
- 4. Schichthöhen**
- 5. Modellinneres**
- 6. Farben**
- 7. Materialdaten**
- 8. Maschinendaten**
- 9. Nachbearbeitung**
- 10. Dienstleistungen**
- 11. Praxis**

Rapid Prototyping – Datenformate / Qualität

- **STEP-3D-Daten für optimale Möglichkeiten wie z.B. schachteln zur Bauraumoptimierung, kleben für große Teile, Fehlerkorrektur der Daten (Bauraum = 254 x 254 x 305 mm)**
- **bei STL (SurfaceTesselationLanguage) handelt es sich um eine (Quasi-) Standardschnittstelle vieler CAD-Systeme**
- **erforderliche Genauigkeit ca. 0,01 mm (FDM-Maschinen ca. +/- 0,1% ~ +/- 0,1 mm)**
- **Übergangspassung: ca. 0,1 mm Spiel vorsehen**
- **Spielpassung: ca. 0,2 mm Spiel vorsehen**
- **Flächen mit hoher optischer Qualität sollten beim Drucken oben liegen**
- **minimale Wandstärke bei Z-Schichten von 0,178 mm**
- **ca. 0,7 mm, besser \geq 1,1 mm (FORTUS: Zmin=0,534 mm, Xymin=0,915 mm)**
- **0,72 mm bis 1,07 mm kann zu instabilen Hohlräumen führen**
- **minimale Wandstärke bei Z-Schichten von 0,254 mm**
- **ca. 1,0 mm, besser \geq 1,6 mm (FORTUS: Zmin=0,762 mm, Xymin=1,524 mm)**
- **1,02 mm bis 1,53 mm kann zu instabilen Hohlräumen führen**

Rapid Prototyping – Technologie

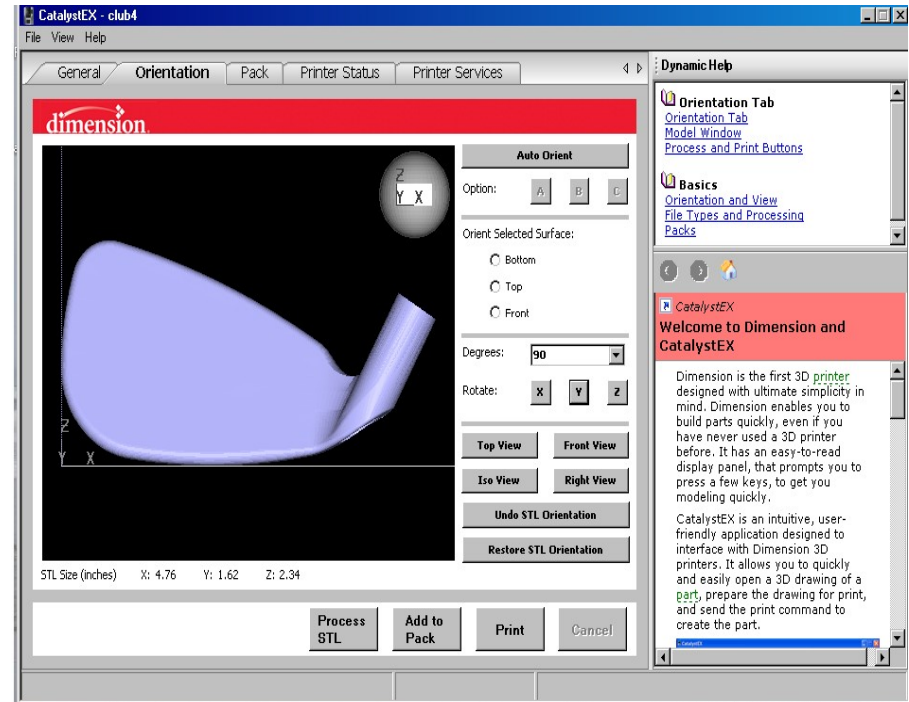
FDM Technologie



Quelle: A Europe Euro Dimension Sales Pres EDU, A. Pietzork, alphacam, Fertigungssoftware GmbH

Rapid Prototyping – Software Catalyst / Insight

- Funktionen ähnlich eines Druckertreibers
- automatisiert den Druckprozess
- orientiert das Modell
- zerlegt es in Schichten
- generiert die Stützen
- berechnet die Verfahrswege
- Verwaltung der Druckaufträge
- Excel-Tabelle mit Material & Zeitdaten



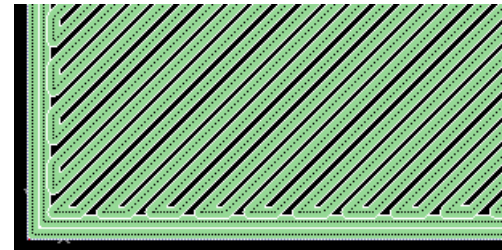
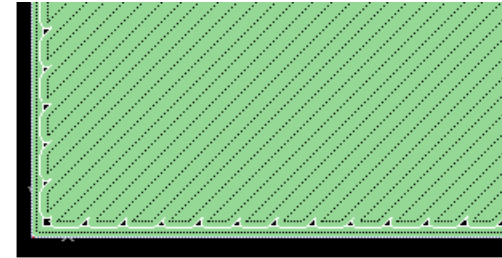
Quelle: A Europe Euro Dimension Sales Pres EDU, A. Pietzork, alphacam, Fertigungssoftware GmbH

Rapid Prototyping – Schichthöhen

- Die Höhe jeder Schicht extrudierten Materials zur Herstellung eines Teils.
- Die verfügbaren Auflösungen basieren auf dem Druckertyp.
- 0,007 Zoll (0,178 mm)
- 0,010 Zoll (0,254 mm)
- 0,013 Zoll (0,330 mm)
- Die Auflösung beeinflusst die Bauzeit, Maßhaltigkeit und das Oberflächenfinish
- Eine geringere Höhe ergibt ein glatteres Finish, erfordert jedoch eine längere Bauzeit.

Rapid Prototyping – Modellinneres

- **Modellinneres** - legt die Art der Füllung für innere, feste Bereiche des Teils fest.
- **Vollgefüllt** - verwendet, wenn ein dichteres, widerstandsfähigeres Teil gewünscht wird. Die Bauzeiten sind länger und es wird mehr Material verwendet.
- **Sparse - hohe Dichte** - Das ist die Standard-einstellung für das Modellinnere, welches sehr empfohlen wird. Bauzeiten werden kürzer, es wird weniger Material verbraucht und die Möglichkeit, das sich das Teil von der Plattform löst, wird in höchstem Maße reduziert.
- **Sparse - geringe Dichte** - Das Innere ist wabenförmig aufgebaut. Diese Bauweise erlaubt die kürzeste Bauzeit und verbraucht am wenigsten Material.



Rapid Prototyping – Farben

- **Farben** - eine Farbe pro Bauteil ist möglich
- *ABSplus*
- natural
- weiß
- schwarz
- stahlgrau
- rot
- neongelb
- blau
- blau RAL 5002 nur B30--Material
- orange
- beliebige Farben bei Beschaffung von 5x 920 cm³ mit B30-Material möglich



Quelle: A Europe Euro Dimension Sales Pres EDU, A. Pietzork, alphacam, Fertigungssoftware GmbH

Rapid Prototyping – Materialdaten

Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymerisat ABSplus

Mechanische Eigenschaften	Einheit	Wert	Prüfmethode
Zugfestigkeit, Type 1, 0.125	N/mm ²	36	ASTM D638
Zug-Elastizitäts-Modul, Type 1, 0.125	N/mm ²	2272	ASTM D638
Dehnung, Type 1, 0.125	%	4	ASTM D638
Biegefestigkeit	N/mm ²	52	ASTM D790
Biege-Elastizitäts-Modul	N/mm ²	2204	ASTM D790
IZOD-Kerbschlagzähigkeit	J/m	96	ASTM D256
Thermische Eigenschaften	Einheit	Wert	Prüfmethode
Formbeständigkeit in der Wärme, bei 4,6 bar	°C	96	ASTM D648
Formbeständigkeit in der Wärme, bei 18,2 bar	°C	82	ASTM D648
Spezielle Eigenschaften	Einheit	Wert	Prüfmethode
Spezifische Dichte	(g/cm ³)	1.04	ASTM D792
Vertikaler Brenntest (Entflammbarkeit)	mm	HB	UL 94

Quelle: Materialdatenblatt, A. Pietzork, alphacam, Fertigungssoftware GmbH

Rapid Prototyping – Materialdaten

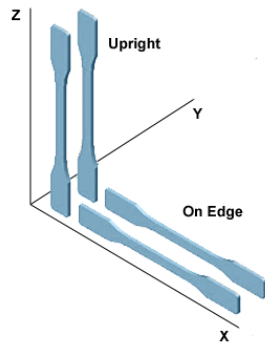
Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymerisat B30

Mechanische Eigenschaften	Einheit	Wert	Prüfmethode
Zugfestigkeit, Type 1, 0.125	N/mm ²	36	ASTM D638
Zug-Elastizitäts-Modul, Type 1, 0.125	N/mm ²	2395	ASTM D638
Dehnung, Type 1, 0.125	%	4	ASTM D638
Biegefestigkeit	N/mm ²	60	ASTM D790
Biege-Elastizitäts-Modul	N/mm ²	2322	ASTM D790
IZOD-Kerbschlagzähigkeit	J/m	137	ASTM D256
Thermische Eigenschaften	Einheit	Wert	Prüfmethode
Formbeständigkeit in der Wärme, bei 4,6 bar	°C	96	ASTM D648

Quelle: Produktdatenblatt Modellmaterial B30, iSQUARED GmbH

Rapid Prototyping – Materialdaten Zugversuch Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymerisat ABSplus

▪ Zugfestigkeit lt. STRATASYS 33 Mpa



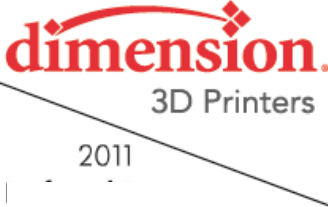




Property	Published		Test Result		% Difference
Tensile Strength	ASTM D638	36 MPa	ISO 527	33 MPa	-10%
Young's Modulus	ASTM D638	2413 MPa	ISO 527	2771 MPa	15%
Flexural Strength	ASTM D790	61 MPa	ISO 178	64 MPa	5%
Flexural Modulus	ASTM D790	2317 MPa	ISO 178	2028 MPa	-12%
Elongation at Break	ASTM D638	4%	ISO 527	7%	78%

▪ Zugfestigkeit lt. Messung min. 13 MPa

Probe	E [Mpa]	Rp 0,2 [Mpa]	Rm [Mpa]	Probe	E [Mpa]	Rp 0,2 [Mpa]	Rm [Mpa]
1 liegend	1950	27	30	1 hochkant	2130	31	33
2 liegend	1950	25	28	2 hochkant	2240	32	35
3 liegend	2000	25	29	3 hochkant	2280	31	34
Mittelwert	1967	26	29	Mittelwert	2217	31	34

Probe	E [Mpa]	Rp 0,2 [Mpa]	Rm [Mpa]
1 stehend	1770	Messfehler	6
2 stehend	1910	10	14
3 stehend	1900	8	12
Mittelwert	1860	9	13

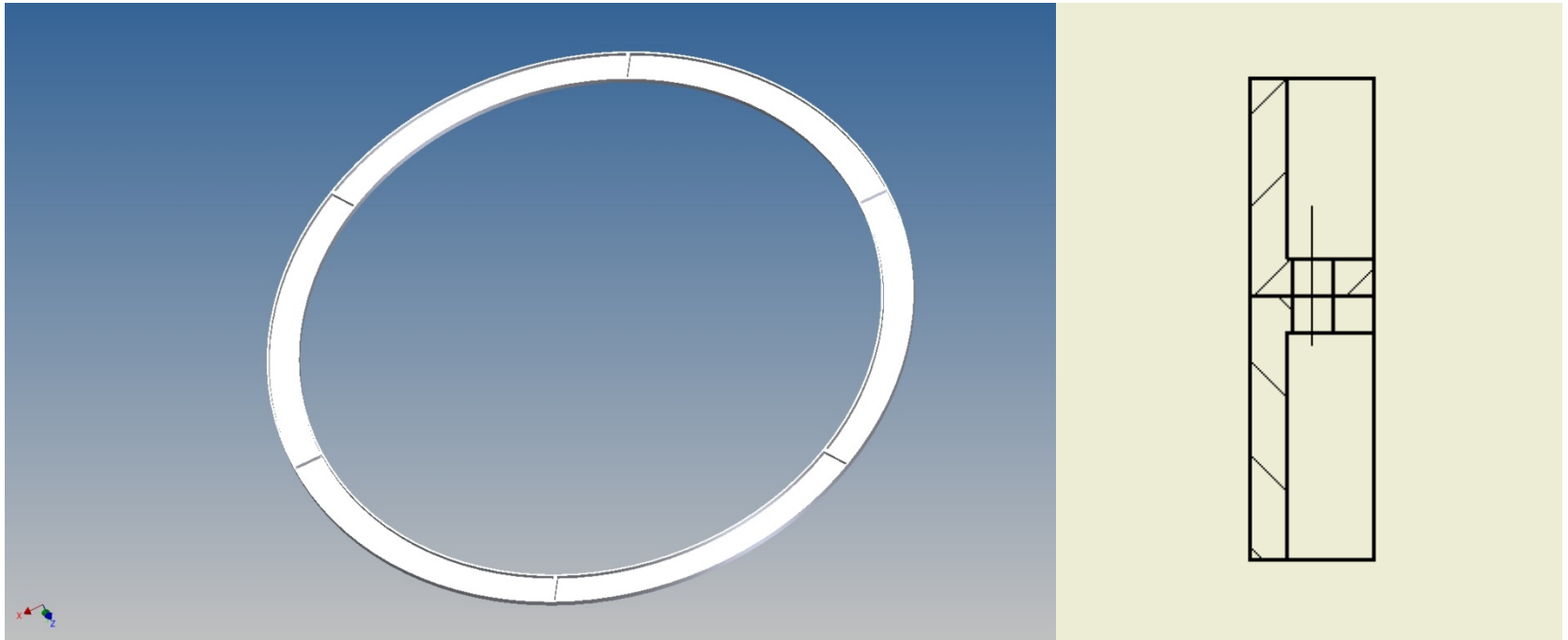
Rapid Prototyping – Maschinendaten

	Stratasys Dimension Elite 	Stratasys Dimension SST 1200es 		FORTUS 250mc 
maximale Bauraumgröße in mm (X x Y x Z) in Litern	203 x 203 x 305 mm 12,6 l	254 x 254 x 305 mm 19,7 l	maximale Bauraumgröße in mm (X x Y x Z)	254 x 254 x 305 mm
verwendbare thermoplastische Materialien	ABSplus in elfenbein weiß schwarz stahlgrau rot blau orange olivgrün neongelb	ABSplus in elfenbein weiß schwarz stahlgrau rot blau orange olivgrün neongelb	verwendbare thermoplastische Materialien	ABSplus (in 9 Farben)
Auswaschbare Stützen	ja	ja	Auswaschbare Stützen	ja
empfohlene minimale Wandstärke	0,7 mm	1,0 mm	typische minimale Wandstärke	0,7 mm
Materialvorrat	2 x 920 ccm	2 x 920 ccm	typische erreichbare Genauigkeit	+/- 0,241mm
Qualitätsstufe	fine, standard	standard, draft	Materialvorrat	2 x 923 ccm

Quelle: EDU-Flyer, A. Pietzork, alphacam, Fertigungssoftware GmbH

Rapid Prototyping – Nachbearbeitung

- das Auswaschen von Stützmaterial ist inklusive
- kleben von großen Teilen $\geq 254 \times 254 \times 305$ mm (z.B. $6 \times 60^\circ D_{\max}=600$)
(Klebefläche und Bohrung zur Arretierung erforderlich)



Rapid Prototyping – Nachbearbeitung

- **RP Tempering zur Nachbehandlung**
- **Snap Feature Kit**
für Schnapphaken



- **Living Hinge Kit**
Herstellung von Filmscharnieren
Ein Filmscharnier kann bis zu 200 mal bewegt werden ohne dass es bricht.



- **Nannoseal Kit**
für vakuum- und druckdichte Teile



Rapid Prototyping – Nachbearbeitung

- **FinishingTouch zur Optimierung vom Oberflächenfinish über AlphaCAM**
- **Lackierungen im FB-Design**
- **Andere Verfahren in Kooperation mit anderen Hochschulen**
- **Vakuumbguss über Partner**



Rapid Prototyping – Dienstleistungen

- **3D-Konstruktion von Rapid Prototyping Bauteilen**
- **3D-Scan, Geometrierückführung (Reverse Engineering)**
- **CAM-Verfahren zur Herstellung von Musterbauteilen (auf Hermle C20, 5 Achsen)**
- **Kunststoffspritzguss-Simulation von Rapid Prototyping Bauteilen**
- **FEM- Berechnung von Rapid Prototyping Bauteilen**
- **CFD- Berechnung von Rapid Prototyping Bauteilen**
- **innovative Produkt- und Prozessgestaltung**
- **Forschungsdienstleistungen und Prozessintegration**
- **Durchführung von Abschussarbeiten in Kooperation mit Firmen & HN**
- **Durchführung von Projektarbeiten in Kooperation mit Firmen & HN**
- **weitere Infos unter:**
- **<http://www.hs-niederrhein.de/fb04/labore/rapid-prototyping/>**
- **Anfragen zu Rapid Prototyping an:**
- **E-Mail: Rapid-Prototyping-FB04@HS-Niederrhein.de**