

Alle Jahre wieder zur Euromold präsentieren die Anlagenbauer des Rapid Prototyping ihre neusten Ideen für die Herstellung von Kunststoff-Prototypen. SCOPE-Redakteur Michael Stöcker fasst den aktuellen Stand der Dinge zusammen und geht auf die Suche nach verlässlichen Trends. Eine Momentaufnahme im Messevorfeld.



Für eine Hand voll Dollar

Einige wenige Hersteller, ein halbes Dutzend artverwandte Verfahren und eine begrenzte Materialauswahl – im polymeren Bereich ist der Rapid Prototyping-Markt erfreulich überschaubar. Man muss nur wissen, was man will. Mit anderen Worten: Als Entwickler oder Konstrukteur sollte ich eigene wie kundenseitige Ansprüche und Erwartungen an Prototypen und Modelle kennen. Der Rest ist Weltanschauung.

Bei allen relevanten RP-Verfahren zur Herstellung polymerer Prototypen handelt es sich um generative – manche sagen additive – Schichtbauverfahren. Das heißt, das entstehende Modell wächst in dünnen Lagen von meist Zehntel, selten Hundertstel Millimeter. Das geschieht in den geschlossenen Bauräumen



Rekordhalter: Diesen Prototyp eines bunten Handheld-Messgeräts fertigt der neue Z Printer 650 von Z Corporation in etwa einer Stunde. (Bild: 4D Concepts/ Z Corporation)

kompakter Anlagen innerhalb weniger Stunden. Und zwar digital und direkt – also völlig ohne Formwerkzeug, was die ganze Sache so sympathisch macht. Technische Voraussetzung ist allerdings stets die Existenz einwandfreier Datensätze aus einer 3D CAD-Software (Pro Engineer, NX, Solidworks, Autodesk Inventor u.a.). Nur daraus lassen sich die Geometrie- und Steuerungsdaten für die RP-Anlagen generieren.

Anlagen- und materialtechnisch betrachtet ist der RP-Markt in den Händen weniger, vorwiegend US-amerikanischer Hersteller. In den meisten Fällen repräsentieren sie – durch Patente geschützt – zugleich die entscheidenden Verfahren. Gemessen am globalen Marktanteil die Nummer eins ist Stratasys (Minneapolis) mit seiner Technologie des Fused Deposition Modeling (FDM). Zweiter Big Player ist 3D Systems (South Carolina), der Marktführer auf dem Gebiet der Stereolithografie (SLA). Der dritte im Bunde der Großen ist das deutsche Unternehmen Electro Optical Systems (EOS), international führend im Bereich der Lasersinter-Technologie. Weitere Hersteller von Rang sind Z Corporation (Boston), Objet (Israel) und Envisiontec (Gladbeck).

Wer sich den Unternehmen und ihren Verfahren nähert, sollte wissen, zu welchem Zweck er RP-Modelle braucht. Als Fixpunkt gilt dabei die Frage: Für welche Aufgabe in welchem Prozessstadium der Produktentwicklung werden die Prototypen benötigt? Konstrukteure und Designer, die in der Frühphase eines Entwicklungsprojekts erste Konzept-, Ansichts- oder Iterationsstufen-Modelle wünschen, sollten die



Abgehoben: Mit Lasersinter-Anlagen von EOS fertigt der amerikanische Luftfahrt-Zulieferer Northwest UAV Propulsion Systems (www.nwuav.com) Polyamid-Bauteile für Drohnen. (Bild: EOS/ Northwest)

relativ preiswerten 3D-Drucker fokussieren. Damit lassen sich Modelle oft verblüffend schnell und „für eine Handvoll Dollar“ – so ein Insider auf der letzten Fakuma – anfertigen. Sie eignen sich beispielsweise zur dreidimensionalen Visualisierung (be)greifbarer Entwürfe oder Konstruktionsideen für Orientierungs- und Abstimmungsgespräche im Entwicklungsteam oder mit dem Kunden. Auch Präsentation und Ausbildung sind typische Einsatzgebiete für 3D-gedruckte Prototypen. Der Preis für den günstigen Preis: Je nach Verfahren muss sich der Anwender mehr oder minder kompromissfähig hinsichtlich der Festigkeit und Oberflächenqualität seiner Erstlingswerke zeigen. Zudem fällt die verfügbare Werkstoff-Palette derzeit (noch) eher bescheiden aus.

■ Frühe Kompromisse

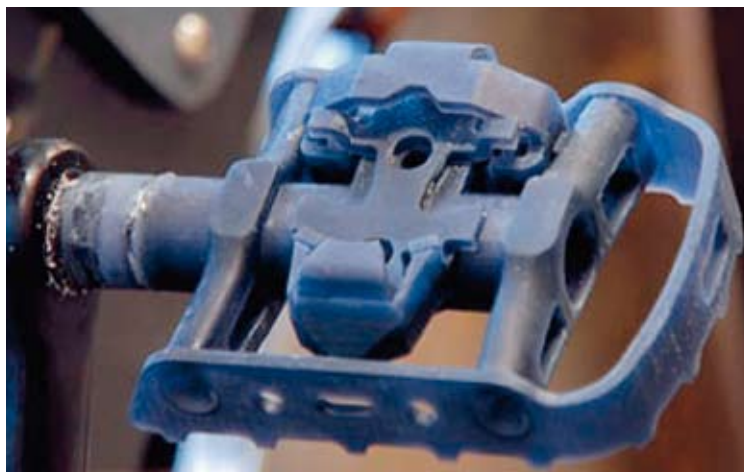
In der Theorie stehen 3D-Drucker als verlängerte Werkbank des 3D CAD-Systems am Arbeitsplatz des Konstrukteurs. In der Praxis lässt sich das nicht immer realisieren. Oft sprechen ergonomische (Staub, Gerüche) und räumliche Zwänge dagegen. Was die Investition in einen 3D-Drucker aber überaus attraktiv macht, ist die Kombination von Schnelligkeit, simpler Bedienung und niedrigen Anschaffungskosten. Je nach Fabrikat und Marke liegen die Anlagenpreise zwischen mittelstandsfreundlichen 21.000 Euro (Stratasys) und 65.000 Euro (3D Systems).

Die Projet-Drucker von 3D Systems bauen – mit Hilfe der Inkjet-Technik von Xerox – aus einer kleinen Auswahl photoreaktiver Acrylharze blaue, graue oder

transluzente Modelle. Sie erzielen mit Auflösungen von bis zu 656 x 656 x 800 dpi und Schichtdicken von 0,016 bis 0,030 mm beeindruckend feine Oberflächen. Die gute Materialfestigkeit erlaubt bereits in frühen Entwicklungsstufen die Realisierung dünnwandiger Prototypen mit funktionellen Merkmalen (Scharniere, Gelenke). Wegen ihrer Oberflächen- und Detailqualität eignen sie sich auch zur Herstellung von Urmodellen für den Vakuumguss. Nachteilig ist, dass aus photoreaktiven Kunstharzen hergestellte Prototypen naturgemäß nicht lichtbeständig sind; sie verblassen nach einiger Zeit. Außerdem gehören die Anlagen mit einem Baufortschritt von 1,0 bis 10 mm pro Stunde zu den langsameren unter den Schnellen – auch Konsequenz der hohen Auflösung.

Ähnliches gilt für Modelle aus den 3D-Druckern von Objet, die nach dem Polyjet- oder Polyjet-Matrix-Verfahren arbeiten. Allerdings bietet gerade der neue Connex-Printer der Israelis ein überaus schätzenswertes Plus: Er ermöglicht das synchrone Verarbeiten zweier verschiedener Photopolymere, womit sich schöne Hart-Weich-Kombinationen und Materialverbunde realisieren lassen. Mit Auflösungen von bis zu 600 x 600 x 1600 dpi und Schichtdicken von nur 0,016 mm erzielen auch diese Anlagen prima Oberflächen und hohe Detailgenauigkeiten.

Pünktlich zur Euromold (3. bis 6.12.2008) präsentiert das Unternehmen zudem sein neues Tischmodell namens Alaris (Bauraum: 300 x 200 x 150 mm) für Einsteiger. Mit dessen Auflösung von 600 x 600 dpi und einer Schichtdicke von nur 0,028 mm lassen sich Prototypen mit Wandstärken von 0,6 mm anfertigen. Weltweit sehr große Verbreitung haben ►



Filigran: Die Projet-Drucker von 3D Systems bauen blaue, graue oder transluzente Acrylharz-Prototypen mit feinen Oberflächen und guter Festigkeit. (Bild: 3D Systems)

Weit verbreitet: Die Dimension-Drucker von Stratasys erstellen nach dem FDM-Verfahren sehr (temperatur-)stabile Prototypen aus ABS (Bild: Alphacam/ Stratasys).



die Dimension-Drucker von Stratasys, die nach dem FDM-Verfahren arbeiten und Schichtdicken zwischen 0,18 bis 0,33 mm erreichen. Ihr Vorteil ist der Bau von Prototypen aus ABS, die sich durch Festigkeit (bis zu 80 Prozent des späteren Spritzgussteils), Temperaturbeständigkeit, Lebensdauer und eine meist ausreichend hohe Genauigkeit auszeichnen. Einschränkungen muss der Anwender hier beim Bau-tempo hinnehmen. Die Dimension-Drucker arbeiten etwas langsamer als die Geräte von Objet oder 3D Systems.

Der Sprinter im Feld der 3D-Drucker ist der neue Z Printer 650 von Z Corporation, der zur Euromold präsentiert wird. Er ist hoch automatisiert, druckt vielfarbig und baut bis zu zehn Mal schneller als die Konkurrenz. Zum Prototyping eines bunten Handheld-Messgeräts benötigt dieser Drucker nur gut eine Stunde – bei einer Auflösung von immerhin 600 x 540 dpi. Derzeit einzigartig ist auch sein Farbsystem: Wie üblich bei den Produkten aus Boston basiert es auf der Tintenstrahltechnik von HP, wurde aber um einen fünften Druckkopf erweitert. Damit steht dem Prototyping nicht nur das volle 24-bit-Farbspektrum zur Verfügung, sondern auch die Möglichkeit zur Fertigung homogen schwarzer Modelle, was vor allem Automotive-Konstrukteure erfreut. Hand in Hand mit der passablen Auflösung lässt sich eine Farbqualität erreichen, die den Bau optisch ansprechender Designmodelle mit randscharfen Beschriftungen und feinen Farbübergängen (FEM- und Stoffflussmodelle!) gestattet. Vielfarbigkeit, Tempo und Kosteneffizi-

enz (Einstieg ab 25.000 Euro) machen den Charme der 3D-Drucker von Z Corporation aus. Viele Anwender versöhnt das mit den Einschränkungen hinsichtlich Festigkeit und Oberflächenglätte der aus einem Gips-Polymer-Compound bestehenden Prototypen. Zwar lässt sich dieses Manko durch die nachträgliche Kunstharz-Infiltration kompensieren – auf diesem Weg können sogar elastische Modelle erzeugt werden – die Wettbewerber schneiden in puncto Stabilität und Oberflächengüte aber besser ab.

■ Seriennahe Lösungen

Wer weniger Kompromisse duldet und seinen Prototypen mehr abverlangt, muss sich den klassischen RP-Technologien zuwenden – dem Lasersintern, der Stereolithografie (SLA) oder dem Fused Deposition Modeling (FDM). Jedes dieser Verfahren hat zwar seine Stärken und Schwächen; prinzipiell aber eignen sich alle drei zum Bau belastbarer Funktionsmodelle für serien- und realitätsnahe Testreihen und Einbauversuche. Lasersintern, SLA und FDM sind die RP-Verfahren für die Haupt- und Reifephase einer

Das breiteste Technologie-Angebot

aller Hersteller im Rapid Prototyping bietet 3D Systems. Das Unternehmen hat SLA- und Lasersinter-Anlagen sowie 3D-Drucker im Portfolio. Stratasys bietet auf der Basis seines FDM-Verfahrens 3D-Drucker und RP-Anlagen. Und EOS spezialisiert sich seit jeher auf das Lasersintern mit RP-Anlagen. Alle drei Hersteller empfehlen ihre großen Anlagen auch für die Kleinserien-Produktion (Manufacturing), wobei die Systeme von EOS hier am produktivsten sein dürften. Z Corporation und Objet bauen nur 3D-Drucker. Eine Sonderrolle spielt Envisiontec mit Spezialanlagen für die Hörgeräte- und Schmuckindustrie.

/3D-Farbdrucker (Z Corporation)/	/Kennziffer 205/
4D Concepts, Groß-Gerau, Tel. 06152/9231-0, Fax 9231-11, www.4dconcepts.de	
/3D-Drucker (Projet)/	/Kennziffer 206/
3D Systems, Darmstadt, Tel. 06151/357-0, Fax 357-333, www.3dsystems.com	
/3D-Drucker (Dimension)/	/Kennziffer 207/
Alphacam, Schorndorf, Tel. 07181/9222-0, Fax 9222-100, www.alphacam.de	
/3D-Drucker (Objet)/	/Kennziffer 208/
RTC, Hofheim, Tel. 06198/5017-67, Fax 5017-68, www.rtc-germany.de	

Produktentwicklung. Die physikalische und optische Qualität der mit diesen Techniken realisierten Prototypen erreicht inzwischen ein so hohes Niveau, dass sie im Bereich polymerer Kleinserien hier und da bereits mit traditionellen Verfahren der Serienproduktion konkurrieren – was dann als Rapid-, Digital- oder E-Manufacturing tituliert wird.

Das Lasersintern baut die Prototypen mit Hilfe von CO₂- oder Faserlasern aus Kunststoffpulvern. Die Stereolithografie lässt die Modelle in einem Bad aus photoreaktiven Kunstharzen heranwachsen. Und beim FDM bestehen sie aus thermisch verschmolzenem ABS oder PC. Die Einstiegspreise für die Anlagen liegen zwischen 100.000 Euro (Stratasys) und 180.000 Euro (3D Systems). Im Vergleich zu den 3D-Druckern verfügen sie über größere Bauräume und arbeiten schneller. Entscheidender ist aber, dass für diese RP-Anlagen eine größere Auswahl an Werkstoffen bereitsteht. Branchenkenner wie Harald Henkel, dessen Firma FKM-Sintertechnik zu den führenden RP-Dienstleistern in Europa zählt, halten diesen Aspekt sogar für maßgebender als anlagentechnische Neuerungen: „Die wirklichen Innovationen im Rapid Prototyping kommen seit Jahren vor allem aus der Materialwelt“, sagt er.

Das Lasersinter-Verfahren nutzt vorwiegend Polyamid-Pulver (PA11, PA12) in verschiedenen Varianten – mal auf Aluminium-Optik getrimmt, mal zwecks höherer Festigkeit mit Glaskügelchen oder Carbonfasern angereichert, mal schwarz eingefärbt, mal mit hoher Bruchdehnung, einer erhöhten Steifigkeit oder mit gummiartiger Elastizität ausgestattet. 3D Systems präsentierte kürzlich ein neues Lasersinter-Material ▶

Immer mehr Kunststoffe für das Rapid Prototyping: Hier ein lasergesinterter Prototyp aus schwarzem Polyamid, das eine Bruchdehnung von 47 Prozent aufweist (Bild: FKM).



3 Millionen Besucher pro Monat

7 400 Aussteller



Warum nicht Sie ?



Größe zählt: Die neue SLA-Anlage von 3D Systems für die Fertigung hoch auflösender Teile bietet einen riesigen Bauraum von 1500 x 750 x 550 mm. (Bild: 3D Systems)

für Anwendungen, in denen traditionell Polypropylen zum Einsatz kommt. Und anderenorts in Entwicklung sind derzeit ein inhärent schwarzes PA12 sowie ein sterilisierbares Hochtemperatur-Polymer – beides wird vermutlich auf der Euromold gezeigt.

Das Lasersintern ermöglicht über die Anfertigung von Designmustern hinaus die Herstellung relativ großer, stabiler, biegesteifer und filigraner Prototypen – etwa kompletter Armaturentafeln fürs Automobil, Fluidtechnik-Gehäuse für Pumpen oder flexibler Verbindungselemente für die Medizintechnik. Das Verfahren erreicht eine Auflösung von etwa 0,1 mm und es sind Wandstärken von bis zu 0,5 mm erzielbar. Ein aus Polyamid lasergesintertes Prototyp hat (beispielsweise im Gegensatz zu einem FDM-Bauteil) eine relativ gleichmäßige Festigkeit in alle Richtungen sowie eine recht hohe Form- und Lichtbeständigkeit. Eine ähnliche breit gefächerte Werkstoff-Auswahl wie das Lasersintern bietet ei-

gentlich nur noch die Stereolithografie. Für dieses Verfahren, dessen Stärke vor allem in der Realisierung exzellenter Oberflächenqualitäten liegt, gibt es neben dem transparenten Basismaterial auch diverse Kunstharze mit ABS- oder PC-ähnlichen Eigenschaften sowie einen Nanoverbund-Werkstoff mit hoher Steifigkeit und Temperaturbeständigkeit. Auf der Euromold präsentiert 3D Systems zudem ein Kunstharz zur Fertigung durchsichtiger Prototypen wie etwa Pkw-Scheinwerfern.

Die kleinste Werkstoff-Auswahl bietet die FDM-Technologie von Altmeister Stratasys. Hiermit können verschiedene ABS- und PC-ABS-Materialien in diversen Farben verarbeitet werden, die neben ihrer hohen Festigkeit eine Temperaturbeständigkeit von bis zu 135°C erreichen. Außerdem gibt es zwei biokompatible ABS- und PC-Werkstoffe sowie ein bis zu 200°C hitzebeständiges PPSEF.

Neben allerlei Werkstoff-Überraschungen ist zur Euromold diesmal mit einigen Anlagen-Innovationen zu rechnen. Ein Besuchermagnet wird sicher die neue SLA-Anlage von 3D Systems sein, die sich laut Hersteller zur „Fertigung ultrahoch auflösender Teile mit außergewöhnlicher Wiederholgenauigkeit in Werkzeugmaschinen gewohnter Qualität“ eignet. Sie wird in drei Konfigurationen angeboten, bietet in der XL-Version einen riesigen Bauraum von 1500 x 750 x 550 mm sowie die Möglichkeit, zeitgleich Bauteile in zwei verschiedenen Werkstoffen zu bauen. Außerdem präsentiert das Unternehmen eine lang erwartete 3D-Drucker-Variante zur Herstellung von feinen Wachs-Modellen für den Feinguss. Und neben weiteren Upgrade-Lösungen für bestehende Systeme (schneller, flexibler, größer), wird vermutlich eine auf medizintechnische Anwendungen maßgeschneiderte Spezialanlage aus bekanntem Hause für großes Aufsehen sorgen. Wie es fast schon gute Tradition ist, hat sich die Rapid Prototyping-Branche auch auf der

Als wichtige Mitspieler

der RP-Anlagenbauer und 3D-Drucker-Hersteller agieren hierzulande große RP-Dienstleister und Distributoren. Langjähriger Stratasys-Vertriebspartner mit inzwischen eigener RP-Kompetenz (Stichwort Teilefabrik) ist die Schorndorfer Firma Alphacam (Euromold: Halle 8, M10). Als Entwicklungspartner von EOS und großer Lasersinter-Dienstleister ist FKM in Biedenkopf (Euromold: Halle 8, J70) bekannt. Wichtigster Distributionspartner von Z Corporation und als Entwicklungsdienstleister zugleich Anwender mehrerer Verfahren ist 4D Concepts in Groß-Gerau (Euromold: Halle 8, G155). Deutscher Vertriebspartner von Objet ist RTC, Hofheim (Euromold: Halle 8, H148).

/RP-Dienstleistungen (Teilefabrik)/

/Kennziffer 209/

Alphacam, Schorndorf, Tel. 07181/9222-0, Fax 9222-100, www.alphacam.de

/RP-Dienstleistungen (Lasersintern)/

/Kennziffer 210/

FKM, Biedenkopf, Tel. 06461/98090, Fax 98091, www.fkm-sintertechnik.de

/Produktentwicklung (Gesamte Prozesskette)/

/Kennziffer 211/

4D Concepts, Groß-Gerau, Tel. 06152/9231-0, Fax 9231-11, www.4dconcepts.de

KÜRZER UND SCHMÄLER: DIE LEMO 0B-SERIE

diesjährigen Euromold wieder in Halle 8 versammelt. 3D Systems stellt auf Stand G154 aus, Stratasyss auf Stand B70 und Electro Optical Systems (EOS) auf Stand F70. Auch die Anbieter der kompakten 3D-Drucker Z Corporation und Objet sowie der Spezialist Envisiontec sind in Halle 8 zu finden.

Wer also auf der Messe die richtigen Gesprächspartner sucht, darf sich zumindest über kurze Wege freuen. Wie tief sich die Hersteller dann in die Karten schauen lassen, richtet sich nicht nur nach den doch sehr unterschiedlichen „Unternehmensmentalitäten“, sondern hängt auch davon ab, dass man die richtigen Fragen stellt. Zum Beispiel jene nach möglichen thermischen Problemen, nach der durchschnittlichen Ausschussquote, nach der tatsächlichen Bauraum-Ausnutzung, nach der Wiederverwendbarkeit von Material-Restmengen oder auch die Frage nach dem Aufwand für die Nachbearbeitung der Prototypen. Letzterer fällt nämlich bei allen Verfahren an: Lasergesinterte Modelle müssen vom Pulverkuchen, SLA-Prototypen von Kunstharzresten und FDM-Teile von Stützstrukturen befreit werden.

■ Die „wahren“ Kosten?

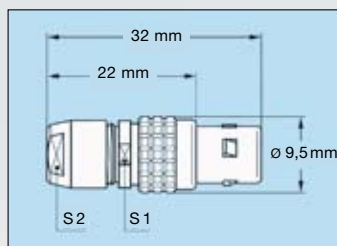
Auch die Frage nach den „wahren“ Betriebskosten der verschiedenen RP-Anlagen ist berechtigt. Warum sich hier mancher Hersteller sträubt, verlässliche Angaben zu machen und stattdessen allgemein auf den Entwicklungsprozess „als Ganzen“ verweist, ist nicht immer nachvollziehbar. Den Einkaufspreisen für die Materialien kommt man da noch am leichtesten auf die Spur: Der Kilogrammpreis für Lasersinter-Polyamid schwankt zwischen 56 und 75 Euro; ein Kilogramm Stereolithografie-Kunstharz liegt bei circa 300 Euro; und eine Kilogramm-Kassette für das Fused Deposition Modeling kostet etwa 250 Euro.

Worüber auf der Messe vermutlich alle Hersteller reden wollen, ist das Thema Rapid Manufacturing. Optimisten meinen damit, dass sich mit den RP-Verfahren künftig auch kleine bis mittlere Serien von Kunststoffteilen produzieren lassen. Skeptiker mahnen hingegen, dass dies allenfalls für Bauteile mit geringen Ansprüchen an die Belastung zutrifft. Fakt ist, dass vor allem 3D Systems und EOS in diese Richtung preschen. Und Fakt ist auch, dass die Fälle der mit generativen Schichtbau-Verfahren realisierten Kleinserien zunehmen. *Michael Stöcker*

/SLA- und Lasersinter-Anlagen/ /Kennziffer 202/
3D Systems, Darmstadt, Tel. 06151/357-0, Fax 357-333,
www.3dsystems.com

/Lasersinter-Anlagen/ /Kennziffer 203/
EOS, Krailling, Tel. 089/89336-0, Fax 89336-285, www.eos.info

/FDM-Anlagen/ /Kennziffer 204/
Stratasyss, Frankfurt, Tel. 069/420994-30, Fax 420994-333,
www.stratasyss.com



Klein aber oho – die LEMO 0B-Serie für platzsparende Lösungen.

Mit einer gesteckten Länge von 22 mm – d.h. 4 mm kürzer als die Standard-Serie – haben wir mit dem Modell JGG der 0B-Serie ab sofort eine besonders kurze Bauform im Programm:

- Mit 2, 3, 4, 5, 6, 7 oder 9 Kontakten erhältlich
- Robust und langlebig – mehr als 5.000 Steckvorgänge
- Temperaturbereich -55 °C bis +250 °C
- Schutzfaktor IP 50 (im verbundenen Zustand)
- Voller EMC Schutz durch Rundum-Abschirmung
- Extra-kurze Bauweise
- Raumsparend

LEMO – ganz verbindlich.

LEMO Elektronik GmbH

Hanns-Schwindt-Str. 6
81829 München
Tel. 089/4 27 70-3
Fax 089/4 20 21 92
info@lemo.de, www.lemo.de



Wir sind Aussteller auf der Electronica München:
Halle B 4, Stand B 4,273

/Kennziffer 74/