

## Nieuwe technologie biedt ongekeende kansen

# Rapid X maakt massaproductie persoonlijk

Ongeveer twee decennia geleden ontstond rapid prototyping (RP). Jaren later volgden rapid tooling en rapid manufacturing. Het zijn additieve vervaardigingstechnieken, dit wil zeggen dat voorwerpen ontstaan door materiaal toe te voegen. Dit in tegenstelling tot subtractieve processen, zoals verspanen. Dieptrekken en spuitgieten zijn deformatief. Voor subtractieve en deformatieve processen zijn doorgaans gereedschappen nodig, voor additieve processen niet. Dit onderscheid is van grote betekenis voor de verschillende toepassingsmogelijkheden. Gereedschappen zijn vaak kostbaar en weinig flexibel, en dwingen producenten grote hoeveelheden identieke producten te maken. Een bijdrage van Rein van der Mast.

Rapid prototyping is tegenwoordig bij velen bekend. De meeste ontwerpers maken inmiddels gebruik van een of meerdere 'rapid' verkregen prototypes, om tijdens hun werkzaamheden vroeg of laat deelresultaten te verifiëren aan de hand van 'tastbare' informatie. Met prototypes voorkomen ze dat later veranderingen nodig zijn die dan veel duurder zijn. Rapid prototyping heeft dus een gunstig effect op risico's die aan nieuwe ontwerpen kleven. Verder kunnen producenten snel hun gereedschappen maken met rapid tooling, en onderdelen en zelfs volledige samenstellingen in één keer realiseren met rapid manufacturing. 'Rapid' heeft betrekking op de snelheid waarmee de voorwerpen tot stand komen. Zoals bij het afdrukken van tekst op papier, kunnen ook driedimensionale voorwerpen met een druk op de knop worden vervaardigd. Bij rapid manufacturing slaat 'rapid'

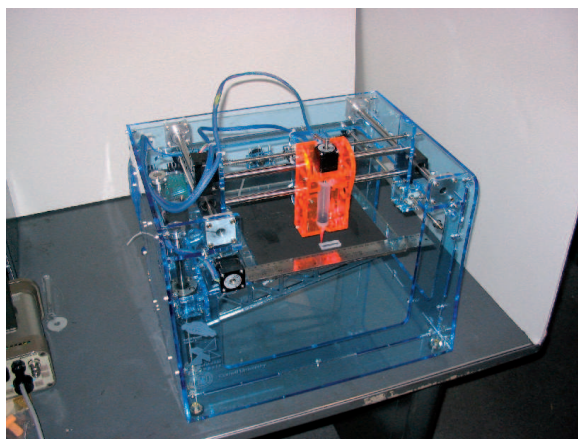
in veel gevallen op het ontbreken van de voor het maken van gereedschappen benodigde tijd. Omdat het additief vervaardigen van metalen voorwerpen echter vele uren in beslag kan nemen, gebruiken sommigen de benaming digital manufacturing (DM) of e-manufacturing.

### Layer manufacturing technologies

De hierboven genoemde 'rapid' oplossingen zijn gebaseerd op één en hetzelfde werkingsprincipe: vanuit een door een computer bestuurd systeem wordt materiaal bijeengebracht waarna de gewenste vorm resteert. De gebruiker van het systeem realiseert dergelijke voorwerpen door ze als het ware af te drukken. Hij stuurt een driedimensionaal model dat hij in zijn CAD pakket heeft 'gemodelleerd' naar een apparaat dat enigszins vergelijkbaar is met een laserprinter. Echter in dit geval hecht het apparaat poederkorrels (kunststof, metaal of keramiek) aan elkaar of doet plaatselijk vloeibaar polymeer uitharden. Dit gebeurt overwegend met laser en altijd laag op laag, waarbij hechting of uitharding plaatsvindt binnen de contour van het te realiseren voorwerp. De lagen zijn bijvoorbeeld 0,1 mm dik. Vanwege de laagsgewijze manier van werken, wordt additieve vervaardiging (in het Engels: additive fabrication of AF) ook wel layer manufacturing technologies (LMT) genoemd. Er bestaan tevens andere vormen van additieve vervaardiging, waarbij bijvoorbeeld op één plaats een straal metaalpoeder het oppervlak van een werkstuk raakt en hierop een laser gericht staat. Door de poederstraal samen met de laser te verplaatsen, en aan de hand van visuele terugkoppeling deze beweging automatisch bij te sturen, laten bijvoorbeeld matrijzen zich 'oplassen' (laser cladding).



Het Amerikaanse Statasys maakt met zijn machines nieuwe machines. Hier zijn de onderdelen afgebeeld van de FDM 900mc machine voor rapid manufacturing, die met FDM zijn gerealiseerd.



FabHome is een eenvoudig apparaat voor het driedimensionaal afdrukken van voorwerpen. Het komt van Fab@Home en wordt geleverd als een bouw pakket. Gebruikers mogen het systeem op basis van open-source ontwikkeling verbeteren.



Het Amsterdamse Freedom of Creation liet een kleine serie sleutelhangers maken voor het Wold Fashion Centre. Selective laser sintering staat het vervaardigen van kleine series toe. Let op de niet-lossende vorm (nodig in het geval van spuitgieten).

Systemen waarmee 'rapid' voorwerpen worden verkregen, bestaan inmiddels in vele soorten, maten en prijsklassen, variërend van enkele duizenden euro's tot vele tonnen. Aan de onderkant van de markt vinden we bijvoorbeeld de 3D printers van het Amerikaanse ZCorp. Het zijn compacte, schone apparaten. Een kop van een inkjetprinter spuit vloeistof op een poeder. De vloeistof doet het poeder plaatselijk aaneen klonten. Door kleurloos (wit) poeder te gebruiken en verschillende kleuren vloeistof, is het mogelijk vormen en afbeeldingen tegelijk voort te brengen. Aan de bovenkant vinden we machines zoals de selective laser sintering machines van het Duitse EOS en de fused deposition modelling machines van het Amerikaanse Stratasys, die respectievelijk poeder met laser binden en dunne slierten kunststof extruderen.

### Voorbeelden

De rapid technologies worden steeds vaker toegepast. De toepassingen lopen sterk uiteen. Hier volgen enkele voorbeelden. Designproducten van het Belgische .MGX en het Nederlandse Freedom of Creation. Maquettes van architecten. Hoortoestellen van het Amerikaanse Siemens Hearing en het Zwitserse Phonak. Chirurgen vervangen bot, waaronder delen van kaken en schedels, door 'rapid' verkregen stukken van metaal en, in de nabije toekomst, keramisch materiaal. Dit geldt ook voor tandartsen. Het Duitse Hettich maakt 'rapid' rotors van laboratoriumcentrifuges. Door enkele parameters te ver-



De met SLS verkregen behuizing van de ergonomisch gevormde muis van Hippus.

anderen, kan Hettich de rotors aanpassen aan individuele wensen, waaronder het aantal gaten in de rotor voor reageerbuizen en de diameter van deze gaten. In de machinebouw groeit de belangstelling eveneens en steeds meer gereedschapmakers passen de rapid technologies toe. Het is dus niet meer zo, dat de toepassingen zich beperken tot de wetenschap, de lucht- en ruimtevaart en de Formule 1.

### Industriële revolutie

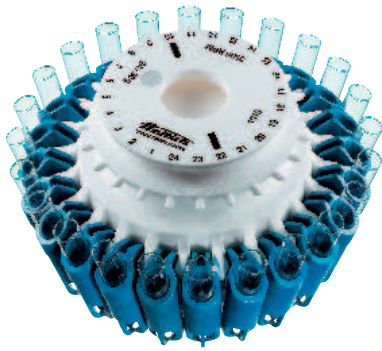
Gelet op de vele mogelijkheden die met name rapid manufacturing biedt, voorspellen meerdere deskundigen een industriële revolutie. Onder hen bevinden zich de 'goeroe' van de rapid technologies, de Amerikaan Terry Wohlers, en de Engelse hoogleraar Phill Dickens. Hun verwachting is in belangrijke mate gebaseerd op het ontbreken van gereedschappen. Hierdoor kunnen producenten producten vervaardigen op verzoek van individuele consumenten, zoals ambachtslieden die voeger voor mensen in hun dorp maakten. Hierbij speelt een paar trends een rol: meer lean manufacturing en additive fabrication, kleinere series en meer belangstelling voor beperkte oplagen en exclusieve producten. Verder is het aan de opkomst van het internet te danken, dat producenten en consumenten tegenwoordig direct met elkaar kunnen communiceren.

Producten komen tegenwoordig in belangrijke mate digitaal tot stand. Dat was vijftig jaar geleden nog niet het geval. Nu stellen 3D printers en aanverwante ontwikkelingen mensen in staat zelf te produceren. Met nauwelijks meer dan een pc, wat goedkope software, een 3D printer en een website kan iedereen producten voor anderen ontwerpen en vervaardigen. Wohlers noemt 3D printers daarom ook wel personal factories. Wohlers: "In bepaalde opzichten gaan we terug naar de ambachten van de negentiende eeuw. Dat gaat met een revolutie gepaard. De eerste revolutie, de 'industriële revolutie, leidde tot massaproductie. Bij de komende revolutie keert de mens in zekere zin terug naar de ambachtelijke manier van werken van vroeger." Hij verwacht 3D printshops in iedere woonwijk, net zoals de inmiddels gedeeltelijk achterhaalde copy shops. De nieuwe winkels hebben echter uitsluitend eenvoudige vervaardigingsprocessen in huis en voorzien dus niet in voorwerpen van metaal of keramiek.

### China

Voor het verkrijgen van uiteenlopende voorwerpen wordt rapid manufacturing steeds interessanter. Met name als het gaat om kleine producten, producten met een complexe vorm en producten die snel beschikbaar moeten zijn. Verschillende onderzoeken tonen aan, dat het break-evenpunt tussen rapid manufacturing en bijvoorbeeld spuitgieten geleidelijk naar grotere aantallen verschuift. Dit terwijl de seriegroottes over het algemeen genomen steeds kleiner worden. Sommigen zien in deze ontwikkeling een belangrijke kans voor het Westen ten aanzien van China. China concurreert op loonkosten, terwijl bij rapid manufacturing de invloed van arbeidsloon veel geringer is dan bij het vervaardigen van grote aantallen identieke producten. De belangrijkste nadelen van gereedschappen zijn:

- Waar gereedschappen nodig zijn, is altijd sprake van enige vertraging tussen het gereedkomen van het ontwerp en het aanvangen van de vervaardiging;



De met SLS verkregen rotor van het Duitse Hettich. Door enkele parameters aan te passen, is het product af te stemmen op de individuele klant.

- Gereedschappen zijn duur;
- Gereedschappen beperken de mogelijkheden producten naderhand te verbeteren;
- Gereedschappen beperken de haalbare complexiteit van onderdelen en resulteren vaak in meer onderdelen en dus ook in meer assemblagehandelingen.

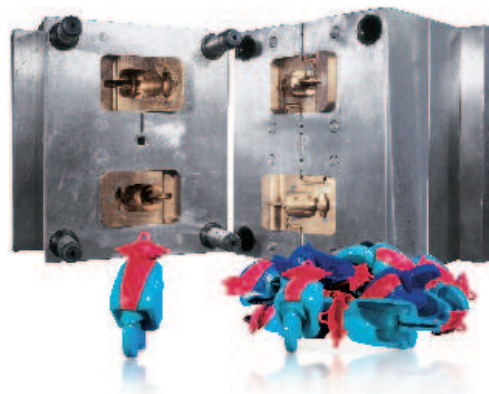
Rapid manufacturing zal uiteindelijk een aanzienlijk effect hebben op opslag, transport en distributie. Het wordt immers steeds minder acceptabel gevonden om producten van de ene kant van de aarde naar de andere kant te transporteren. Dat heeft vooral met de milieueffecten van het transport te maken en de daaraan verbonden kosten. Transport tussen China en het Westen zal duurder worden, onder meer vanwege de stijgende olieprijs. Met rapid manufacturing is het mogelijk producten te maken op de plaats waar ze nodig zijn, dicht bij de eindgebruiker. Bovendien zijn minder voorraden nodig, want producten worden 'on demand' gemaakt, inclusief reserveonderdelen. Kansen zijn er aanvankelijk voor bijvoorbeeld:

- (Exclusieve) design- en modeartikelen die in kleine aantallen worden gemaakt
- Niche- en lokale producten
- Sportproducten die in hoge mate zijn aangepast aan het individu (denk aan handgrepen van tennisrackets)
- Waar de transportkosten hoog zijn
- Waar de levertijd kritisch is
- Waar consumenten hun eigen producten vormgeven (medisch en design)

### Vraagstukken

Een paar zaken moeten we ons goed realiseren. Overstappen op rapid manufacturing betreft veel meer dan alleen het vervangen van een paar machines. We moeten op een andere manier gaan ontwerpen. Ook moeten we onze businessmodellen erop gaan aanpassen. Verder zijn er hybride oplossingen denkbaar. Rapid tooling bijvoorbeeld. En de oplossing waarvoor Hippus, een spin-off van de Erasmus Universiteit, heeft gekozen. Zijn ergonomisch gevormde muizen zijn in zeven maten verkrijgbaar: vier voor rechtshandigen en drie voor linkshandigen. De vervaardiging van de behuizingen in de meest gangbare maten geschiedt met spuitgieten. De overige, minder gangbare maten met selective laser sintering. Zo heeft Hippus een balans gevonden tussen het aantal kostendragers en de vervaardigingstechniek.

Met *mass customization* komen enkele interessante vraagstukken op ons af. Want wanneer de producent rechtstreeks gaat communiceren met de consument, welke rol resteert dan voor de tussengelegen lagen: de groothandel en de detailhandel? En als de consument een inbreng heeft in het ontwerp, maakt hem dat dan mede-eigenaar ervan, ook al is die bijdrage tamelijk gering? Volstrekt nieuwe businessmodellen zijn denkbaar, waarbij de producent en de consument een heel andere relatie met elkaar aangaan. Daarbij moet de huidige wet- en regelgeving overigens op de schop, want zodra ieder exemplaar door de inbreng van de individuele consument aanmerkelijk afwijkt van de andere exemplaren, moet ieder 'ontwerp' afzonderlijk worden getest. Dit is veel te duur en genormaliseerd, virtueel testen brengt wellicht uitkomst.



Een voorbeeld van rapid tooling: een spuitgietmatrijs waarbij het Duitse EOS in de vormholte voorzag (voor tweecomponenten spuitgieten) met direct metal laser sintering (een variant op SLS) in metaal. Het product betreft een serie van 10k sleutelhangers.

### Terugkeer van "Jugendstil"

De auteur van dit artikel, die met zijn Dordtse adviesbureau SOLide bedrijven adviseert ten behoeve van hun aan product- en productieontwikkeling gerelateerde processen, verwacht geen industriële revolutie op korte termijn. Hij stelt dat machines en materialen op dit moment ontoereikend zijn voor grootschalig gebruik. Op grond van de vooruitgang die de afgelopen jaren is geboekt, verwacht hij dat op lange termijn wel veel gaat veranderen. Hierbij speelt dat de komende jaren de eerste octrooien aflopen en vast staat dat meerdere machineleveranciers dit gaan gebruiken om hun assortiment uit te breiden. Op minder lange termijn voorziet Van der Mast dat bepaalde, van oudsher arbeidsintensieve designstijlen zullen terugkeren, zoals Jugendstil. Dit valt onder meer af te leiden uit ontwerpen als de Snotty Vase van Marcel Wanders en de Bone Chair van Joris Laarman. Bovendien refereert Jugendstil aan de natuur en staat het milieu steeds meer in de belangstelling. Rapid technologies, of rapid X, leiden tot grote veranderingen, niet alleen technologische. Inmiddels helpen ze ook nieuwe businessmodellen ontstaan. Er is een begin gemaakt en er gaat nog heel veel volgen.

### Rein van der Mast

De auteur adviseert bedrijven ten behoeve van hun product- en productieontwikkeling