

ficiënt gebleken om de markt verder te laten rijpen, wel integendeel. De sector heeft al verschillende keren gezien hoe nieuwe aanbieders zich op de markt gooien, aangehouden door de reële groeipercentages, maar misschien zonder de reële cijfers diepgaand te bestuderen. En cijfers en percentages kunnen al eens een verschillende indruk wekken. Het gevolg is veel kabaal, gedurende enkele jaren, waarna de aanbieder in kwestie – teleurgesteld door tegenvallende verkoopcijfers – zich uit de

markt terugtrekt. Dat heeft uiteraard ook een eerder negatieve impact op de 3D-print sector zelf.

Ook de sector is dus vragende partij voor weldoordachte investeringen. 25% groei is ongezien veel, maar dan nog is de verwachting dat het nog ruim tien jaar duurt eer de technologie een respectabele 5 – 10% van de waarde van de totale maakindustrie uitmaakt.

Desalniettemin liggen hier kansen voor de experts in oppervlaktebehandeling – omwille van de groeiende aantallen, inderdaad, maar ook omdat de meeste 3D-print ondernemers niet noodzakelijk een expert zijn in aangrenzende vakgebieden. De sector zelf beseft dat ook en komt meer en meer uit haar schulp om samenwerkingen over de hele productieketen op te zoeken en op te bouwen. Het is een belangrijke stap richting maturiteit van Additive Manufacturing. ■

## Introductie tot 3D Printen

### Kenmerken, processen en technologieën

**i** FLAM3D  
Kris Binon - Fran Dendooven

*3D-printen is een proces waarbij onder computerbesturing materiaal wordt samengevoegd of gestold tot een drie dimensionaal object, meestal laag voor laag. In de jaren '90 werden 3D-printtechnieken alleen geschikt geacht voor de productie van functionele of esthetische prototypes, en in die tijd werd de technologie bijgevolg de naam 'rapid prototyping' toegedicht. Vandaag de dag zijn de precisie, de herhaalbaarheid en het materiaalbereik zodanig toegenomen dat 3D-printen wordt beschouwd als een industriële productietechnologie met de naam 'additive manufacturing' (AM).*

Die laatste term beschrijft in feite exact hoe deze technologie werkt om objecten te maken. 'Additief' verwijst naar de opeenvolgende toevoeging van dunne lagen om een object te maken. Typisch gaat het om lagen van 10 tot 200 micron, met uitschieters tot millimeters, bijvoorbeeld in het geval van WAAM (Wire and Arc Additive Manufacturing).

Het hele printproces wordt altijd gestart met een digitaal model van het te produceren stuk. Dat 3D-bestand kan gemaakt worden met behulp van CAD-software (eventueel op basis van een 3D-scan) of eenvoudigweg gedownload worden van een online marktplaats.

De tweede stap behelst het eigenlijke printproces. Het gekozen materiaal en de toepassing bepalen welke printmethode het meest geschikt is. De verscheidenheid aan materialen, gebruikt in 3D-printen is groot; het aanbod omvat onder meer kunststoffen, harsen en metalen, maar ook keramiek, zand, textiel, biomaterialen en glas behoren tot de mogelijkheden. Ten slotte ondergaan geprinte stukken vaak nog een nabewerking.

### REDENEN OM TE GAAN VOOR 3D-PRINTEN

Wanneer wordt 3D-printen als maaktechnologie competitief? Helaas is die vraag niet te beantwoorden met een eenvoudig antwoord. De kostprijs van het printen is onder meer afhankelijk van de gebruikte materialen, de grootte van het object, en de productieaantallen.

Algemeen gesteld stijgen de prijzen exponentieel in functie van de grootte van het object. Grote stukken lenen zich vaak niet echt tot 3D-printen – maar er is ook geen regel zonder uitzondering, zoals bijvoorbeeld bij de metalen WAAM-stukken. Complexiteit is daarentegen geen probleem: in theorie zijn AM-ontwerpen zo goed als vrij van beperkingen. Nagenoeg elke denkbare vorm kan geproduceerd worden, en die complexiteit heeft quasi geen invloed op prijs of productietijd.

Als productietechnologie heeft 3D-printen bovendien geen matrijzen of andere gereedschappen nodig die bij een specifiek ontwerp horen. Door die snelle conversie van CAD naar de fysieke realiteit leent additive manufacturing zich uitstekend voor het produceren van kleine series. Het maken van een eenmalig onderdeel met behulp van spuitgiettechnologie vereist namelijk de productie van de specifieke matrijs, wat hoge productiekosten met zich meebrengt. Dit onderscheidt 3D-printen van productiemethoden als gieten of extruderen.

Dat houdt meteen ook in dat de techno-

logie uitermate geschikt is voor toepassingen waarin elk stuk verschillend is en dus is het geen verrassing dat 3D-printing in de medische sector – waar geen twee patiënten identiek zijn – vaak wordt ingezet. Anderzijds is de technologie meestal (maar niet altijd) ongeschikt voor het produceren van grote aantallen identieke stukken (lees: het is vaak niet de goedkoopste oplossing). Het komt er dus op aan 3D-printen in te zetten voor de juiste toepassing.

Andere voorbeelden van succesvolle AM-toepassingen hebben betrekking op gebieden waar de techniek toegevoegde waarde kan genereren, zoals gewichtsreductie. 3D-printing stelt de producent in staat materiaal aan te brengen op de plaatsen waar dat nodig is – en enkel daar. Aangezien de luchtvaart- en automobielenindustrie het meest te winnen hebben bij gewichtsreductie, zijn zij – naast de medische industrie – de toonaangevende sectoren in 3D-printen.

Niet enkel op het vlak van gewicht, maar ook op vlak van koeling- en stromingsoptimalisatie biedt 3D-printing mogelijkheden: men kan immers interne kanalen voorzien, alweer zonder extra handelingen of bijkomende productiekost. Ook functionele integratie (het in één enkel proces printen van wat voorheen verschillende afzonderlijke componenten waren) kan een drijfveer zijn om te kiezen voor AM. Het cruciale voordeel hierbij is dat de verbindingen



Voorbeeld van Fused Deposition Modeling (FDM)

tussen de componenten niet kunnen lekken of losraken.

## GEBRUIKTE MATERIALEN EN TECHNIEKEN IN 3D-PRINTING

Hoewel er een hele waaier aan 3D-print-technologieën bestaat, zijn ze in feite allen vergelijkbaar omdat ze steeds vanuit een digitaal bestand laag voor laag een object

## OF 3D-PRINTING DE MEEST (PRIJS-)EFFICIËNTE TECHNOLOGIE IS VOOR EEN BEPAALDE TOEPASSING, IS AFHANKELIJK VAN HET BENODIGDE AANTAL STUKS, DE COMPLEXITEIT EN DE AFMETINGEN

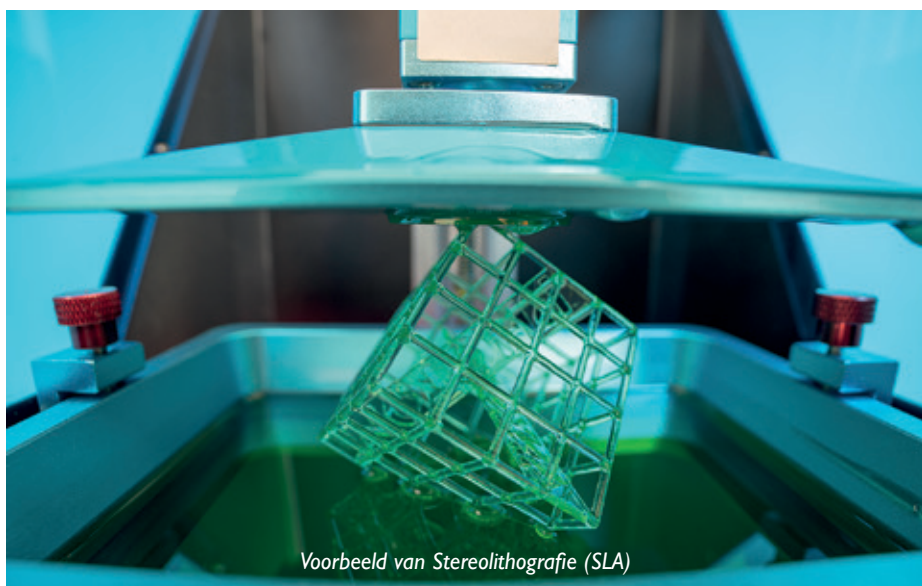
construeren om complexe vormen te creëren. We zetten kort de belangrijkste op een rij:

### KUNSTSTOF

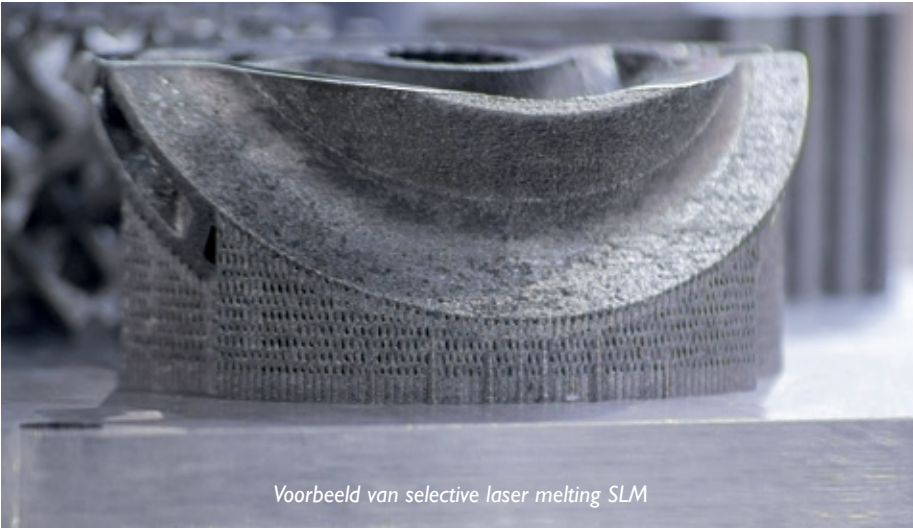
**Fused Filament Fabrication (FFF)** of **Fused Deposition Modeling (FDM)** is een techniek waarbij laag na laag materiaal aan elkaar wordt gesmolten. Het te printen materiaal – vaak in draadvorm op een spoel gewikkeld (filament) – wordt gesmolten, en door middel van een spuitopening op een platform aangebracht. Door de spuitopening en/of het platform

gericht te bewegen wordt de gewenste vorm, laag voor laag, bekomen. Doordat het vloeibare materiaal na het aanbrengen van iedere laag stolt, kan de gewenste vorm opgebouwd worden. Beschikbare materialen zijn onder meer ABS, Nylon, PC, PEEK, PET, PLA en TPU.

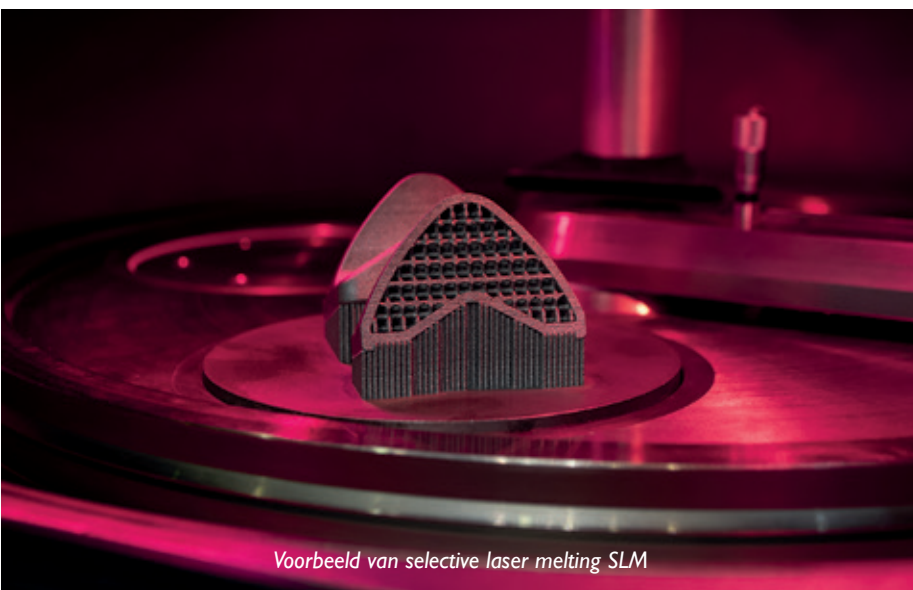
Bij **Stereolithografie (SLA)** gebruikt men een vloeistofbad met daarin een UV-gevoelig polymeer (meestal een vloeibare hars). Een laser belicht het polymeer laag na laag, waardoor de vloeistof uithardt daar waar het met de UV-laser belicht wordt. Zo wordt er uiteindelijk een product gecreëerd dat zeer harde eigenschappen heeft en tegelijkertijd ook een oppervlak heeft dat zeer glad is. Daarom wordt de SLA-technologie vaak gebruikt voor producten waarbij hoge eisen worden gesteld



Voorbeeld van Stereolithografie (SLA)



Voorbeeld van selective laser melting SLM



Voorbeeld van selective laser melting SLM

aan nauwkeurigheid en de kwaliteit van het productoppervlak.

**SLS** staat dan weer voor **Selective Laser Sintering**. Het is een printtechniek die gebruik maakt van een laser om kleine deeltjes kunststof samen te smelten tot een massa die een gewenste driedimensionale vorm heeft. Op een poederbed wordt een dun laagje kunststofpoeder gedoseerd. De laser verhit op selectieve wijze het poedervormig materiaal, waarna het plaatselijk aan elkaar gesinterd wordt door de laser en weer verhardt. Bij het sinteren worden de materiaalkorrels tot een temperatuur gebracht waarop ze net niet smelten. Op die manier groeien de contactpunten tussen de korrels, waardoor een zeer hard materiaal kan ontstaan. Daarna wordt een nieuw laagje poeder op de bovenkant aangebracht en herhaalt het proces zich,

waardoor uiteindelijk (laag voor laag) een object ontstaat. Na het volledige proces wordt het product uit het bouwvolume gehaald en het overtollige poeder weggehaald. Er wordt vaak geprint in polyamide, maar ook alumide of polypropyleen behoren tot de mogelijkheden.

## METAAL

Gelijkaardige poederbedfusietechnieken worden gebruikt om deeltjes metaal aan elkaar te versmelten: een laag geatomiseerd metaalpoeder wordt op welbepaalde plaatsen gesmolten en zo aan elkaar gehecht. Er wordt vervolgens een nieuwe laag poeder gelegd, en het proces wordt herhaald om een stuk op te bouwen. Poederbedfusie voor metaal wordt zelf verder ingedeeld volgens het proces; de bekendste methode is **Selective Laser Melting**

(**SLM**) waarbij het poeder door middel van een laser aan elkaar wordt gesmolten. Het is, met ruime voorsprong, de meest toegepaste technologie voor metaalprints. Printen kan onder meer in verschillende soorten staal, aluminium, titanium, Inconel of exotischere metalen zoals wolfram.

Bij **Directed Energy Deposition (DED)** wordt door een spuitstuk poeder of draad aangevoerd, die gesmolten wordt en gedeponeerd op een substraat of de vorige laag. Momenteel zijn er systemen beschikbaar waarbij de energie wordt geleverd door een laser, elektronenbundel of plasmatoorts.

Tenslotte is er ook nog **Binder Jetting**: bij deze technologie wordt een vloeibaar bindmiddel op een oppervlak aangebracht met een systeem vergelijkbaar met inkjet. Rechtstreeks uit de printer hebben deze onderdelen vaak slechte mechanische eigenschappen (ze zijn zeer bros) en een hoge porositeit. Daarom worden de stukken na dit proces normaalgezien nog thermisch nabehandeld.

## CONCLUSIE

Of 3D-printing de meest (prijs-)efficiënte technologie is voor een bepaalde toepassing, is meestal afhankelijk van het benodigde aantal stuks, de complexiteit en de afmetingen. De drijfveren om voor 3D-printen te kiezen zijn een snellere productiestroom, meer veelzijdigheid in producteigenschappen of een aanzienlijke gewichtsreductie. Dit betekent echter niet dat elk product geschikt is voor 3D-printen. De sleutel is om toepassingen te vinden waar een of meer van deze voordelen kunnen worden bereikt. En vaak is het daarbij belangrijk om het stuk te herontwerpen voor 3D-printing. Kennis over de technologie is daarbij de toegang om er nuttig gebruik van te kunnen maken.