



3D-printen is een ware hype. Maar de productietechniek biedt ook serieus nieuwe mogelijkheden. Complexe warmtewisselaars maken uit één stuk, bijvoorbeeld. En een nieuwe afzetmarkt voor kunststoffen.

Tekst: Marga van Zundert

NIEUWE PRODUCTIETECHNIEK VINDT WEG 3D-PRINTEN:

Dooreengevlochten buizen, een bol in een bol, een buis in een buis, of een compleet scharnier – complexe vormen zijn met een 3D-printer veel eenvoudiger te creëren, vaak in één stuk. Dankzij die mogelijkheid om 'onmogelijke vormen' te maken is de 3D-printer razendsnel het favoriete gereedschap geworden van kunstenaars, designers en hobbyisten. Want een mal, gietvorm of urenlang precisie frezen, schaven en vijlen is niet langer nodig. Inmiddels is er geen beurs of techniekfestival meer waar de bezoeker niet een vrolijk spuitende 3D-printer tegenkomt. Geen techniekblad waar het woord 3D-printen niet in valt. *Catchy* foto's helpen een handje mee: miniatuurbeeldjes van de koninklijke familie in Madurodam, een stoel in vijftig puzzelstukjes, krullerige lampenkappen en smartphonehoesjes. Ook exotische of verontrustende toepassingen halen het nieuws, zoals de geprinte pizza, een pistool uit de printer en het Amsterdamse project om een compleet grachtenpand te printen. Maar naast alle kunstige gadgets zijn er ook serieuze toepassingen. Want 3D-printers printen niet alleen huis-tuin-en-keuken-kunststof, maar ook metaal, nylon of kera-

miek. Vooral in de gezondheidszorg zijn al toepassingen te vinden. Een van de meest succesvolle is het kleine gehoorapparaat voor in het oor. Het rolt op maat uit de 3D-printer, na een scan van oor en gehooropening. En sensationeel was de operatie dit jaar in het UMC Utrecht waarbij een Nederlandse vrouw een geprinte kunstschedel kreeg. Haar eigen schedel werd door een zeldzame botaandoening steeds dikker.

Nadelen

3D-print-futuristen voorzien niet alleen geprinte huisraad, gadgets en protheses, maar ook geprinte kunstorganen en vliegtuigen met panoramadak dankzij een geprint kunststof skelet. Sommige 3D-goeroes voorspellen zelfs een industriële revolutie dankzij de 3D-printer. Zij stellen dat fabrieken zullen verdwijnen omdat straks iedereen een eigen minifabriek bezit.

Zeg nooit nooit, maar de techniek heeft een aantal fundamentele en praktische nadelen die dit onwaarschijnlijk maken. Bij 3D-printen is het bijvoorbeeld kiezen tussen resolutie en snelheid. Wie een product wil met een glad, streeploos oppervlak, of fijne details, moet zeer dunne laagjes printen. Dat gaat langzaam. Op een hip smartphonehoesje staat een thuisprinter al snel

UIT ÉÉN STUK

Driemaal zo lang gaat de 3D-geprinte gasbrander mee die de Leuvense start-up Layerwise ontwierp voor lampenfabrikant Havells-Sylvania. De brander bestaat uit één stuk terwijl het oude model meer dan twintig onderdelen telde. De langere levensduur is te danken aan het integrale koelsysteem en het robuuste materiaal: een nikkelchroomlegering. De branders zijn 20 procent duurder in aanschaf, maar in gebruik 60 procent goedkoper dankzij minder onderhoud en langere levensduur. Pionier in metaalprinten Layerwise is vorig jaar overgenomen door het Amerikaanse 3D-Systems. Het bedrijf ontwikkelde bijvoorbeeld ook een compacte warmtewisselaar voor een klant in de chemiesector. Die bestaat uit minder dan tien in plaats van vierhonderd onderdelen.

De Nieuw-Zeelandse ontwerper Jake Evill Anno heeft een antwoord gevonden op de jeukende en stinkende gipsverbanden die voor vele kindert trauma's hebben gezorgd: het 3D-geprinte exoskelet Cortex. Het is opgebouwd uit glasvezel, is superlicht, recyclebaar, esthetisch én je kunt ermee onder de douche.

NAAR CHEMIE

HYPE ÉN KANS

FOTO: EVILL DESIGN

tien uur te draaien. Dat betekent niet alleen een investering qua tijd, maar ook in energie.

Materialen zijn geoptimaliseerd voor spuitgieten, frezen of andere 'klassieke' productietechnieken. Onderzoek naar de beste materialen voor 3D-printen is nog net zo jong als de techniek zelf. Het aaneen smelten van dunne draden kunststof zorgt bijvoorbeeld voor een mindere verstengeling van de macromoleculen op de 'raakvlakken' dan in de kern van de draad: een fundamenteel verschil met spuitgieten. Ook bij het printen van metaal en keramiek is

de structuur van het aaneen gesmolten materiaal op microniveau anders. Met andere woorden: in kwaliteit moeten de producten nog worden geoptimaliseerd. Ten slotte is 3D-printen zeker nog geen kant-en-klaar-techniek. Een 3D-printer moet voor elk product specifiek en met vakkennis worden ingesteld. In de praktijk is het dus veel mensenwerk en dus duur.

Marktkansen

Maar ondanks de genoemde nadelen is 3D-printen ook in de industrie al niet meer weg te denken. In het ►

NIEUWE MATERIELEN

ABS, PLA en nylon zijn de meest gebruikte polymeren in kunststof 3D-printen. De materialen zijn nog nauwelijks geoptimaliseerd voor dit doeleinde. En de keuze aan materialen is nog beperkt. PET printen is bijvoorbeeld nog niet mogelijk omdat het smeltpunt hoger ligt dan de printkoppen aankunnen. Ook in krimpgedrag kunnen materialen worden verbeterd. Verder vraagt de markt om biobased, recyclebare en composteerbare printbare kunststoffen.

De Eindhovense start-up 3DPPM werkt aan een businessplan om nylonpoeder uit de 3D-printer te kunnen recyclen. Nylonpoeder dat niet wordt uitgehard, kan niet puur herbruikt worden voor een volgend product. De kwaliteit van het printmateriaal neemt af door de warmte die vrijkomt tijdens het printproces. 3DPPM ontwikkelt een 'verjongingskuur' waardoor het nylonpoeder wel opnieuw gebruikt kan worden. "Recyclen betekent een enorme kostenbesparing", aldus 3DPPM.

WAT VINDEN DE DESKUNDIGEN?

Paul Breedveld, hoogleraar *biomedical engineering* aan de TU Delft:

"Ik ben enthousiast en kritisch tegelijk. 3D-printen gaat niet alles overnemen. Het wordt op dit moment heel erg gehypet. Computergestuurd frezen was een tijdje geleden ook in. Die technologie kreeg ook gewoon een plekje te midden van alle andere fabricagetechnieken."

Rob Snoeijs, CMO Layerwise 3DSystems in Leuven:

"3D-printing is fundamenteel verschillend van bestaande methodes. De afgelopen jaren heeft de techniek achtereenvolgens zijn waarde bewezen in *prototyping*, *fijnmechanica*, medische implantaten en elektronica. 2015 kan het jaar van de chemie worden."

Jeremy Rifkin, topeconoom, auteur van *The third industrial revolution*:

"De millenniumgeneratie zal straks prima met de 3D-printer overweg kunnen. Ze zullen met hun eigen producten de maakindustrie ontwerpen."

'3D-printing is fundamenteel verschillend van bestaande methodes. 2015 kan het jaar van de chemie worden'

maken van kunststof prototypes is 3D-printen zo snel en flexibel dat het de 'strijd' al gewonnen heeft. En voor unieke producten die op maat of naar persoonlijke smaak moeten worden gemaakt, is de 3D-printer vaak de snelste en ook goedkoopste optie. 3D-printen in metaal heeft nog een extra pluspunt. Er is aanzienlijk gewicht te besparen dankzij de grote vormvrijheid voor ontwerpers. Vooral de luchtvaartindustrie ziet hierdoor marktkansen. In 2013 won een Indonesische ingenieur een ontwerpwedstrijd van GM met een straalmotor die maar liefst 84 procent lichter, maar even sterk en betrouwbaar is als het klassiek gefreesde model.

Geneeskunde

Serieuzere toepassingen van 3D-printen beginnen hun weg ook te vinden in de geneeskunde. Gebitsimplantaten en *in ear*-gehoorapparaten worden op grote schaal geproduceerd met de 3D-printer. Lichtgewicht 'gips' (kunststof) met gaten is een nieuwe ontwikkeling. En pinnen en schroeven om een

door scoliose gebogen ruggengraat te ondersteunen worden steeds vaker op maat geprint, voorafgaand aan de operatie.

Wat heeft de 3D-printer de chemie te bieden? Rollen reactoren, pompen, kleppen en sensoren straks uit de printer? Print een analist zijn pipetten en of titerplaten in de toekomst uit voor elk experiment? Wordt de chemie grootleverancier van printmaterialen? Een rondje chemiebedrijven en ingenieursbureaus bellen bewijst dat het zover nog lang niet is. Voor praktische voorbeelden van 3D-printen in de chemie moeten we nog bij start-ups zijn. Zij ontwerpen en printen bijvoorbeeld compacte, efficiënte warmtewisselaars in één stuk en ontwikkelen recyclebaar nylonpoeder voor in de 3D-printer (zie kaders).

De industriële revolutie is nog ver weg. Maar er is een zeer tot de verbeelding sprekende productiemethode toegevoegd aan het palet van de maakindustrie, waar ook de chemische industrie haar voordeel mee zal doen. ■

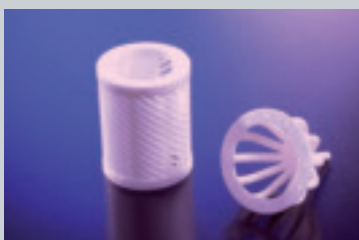
LAAGJE VOOR LAAGJE

3D-printen is het computergestuurd laagje voor laagje maken van een product. Dat voorwerp is ingescand of in een computerprogramma getekend (3D-modeling). Waarna het mathematisch is opgedeeld in vele volume-elementen. De printer print deze elementen en 'schrijft' zo de contouren van het product. De bekendste 3D-printmethode is 'draadprinten'. Een printerkop spuit dunne draden (in vaktermen: filamenten) van een materiaal met grote precisie op elkaar. Officiële namen zijn *fused deposition moulding* en *fused filament fabrication*. Het draadprinten is vooral bekend van thuisprinters en fablabs. Een grote industriële toepassing is *rapid prototyping*: het maken van een of enkele exemplaren van een nieuw of aangepast product. Groot voordeel is dat er geen (dure) mal nodig is, en dat het prototype ter plekke kan worden gemaakt, getest en opnieuw verbeterd. De andere basistechniek in 3D-printen is het laagje voor laagje uitharden van een poeder of vloeistof. *Selective laser sintering* en *digital light processing* maken gebruik van (laser)licht om onder andere metaal-, keramiek- of nylonpoeder 'aaneen te smelten'. Zodra een laagje is uitgeharden, wordt een vers laagje poeder of vloeistof over de laag uitgespreid en op de juiste plek uitgeharden. Ook kunststofharsen kunnen op deze manier worden geprint met licht (stereolithografie). Overigens heet 3D-printen officieel *additive manufacturing* (AM). Wat letterlijk vertaald zoveel betekent als 'maken door toevoeging'. De technologie is eind jaren tachtig van de vorige eeuw ontwikkeld in de VS vanuit de stereolithografie. Rond het jaar 2000 verschenen de eerste 3D-kunststofprinters, die de afgelopen jaren zijn doorgedrongen tot de fablabs, het technieklokaal op school en de huiskamer. Deze printers, die vaak als zelfbouwpakket worden geleverd, hebben 3D-printen tot een ware hype gemaakt. Achter de schermen is vooral *selective laser sintering* doorontwikkeld voor industriële toepassingen.



Draadprinten

EFFICIËNTERE MENGING



Een 'klassieke' microreactor bestaat uit vlakke kanalen in glas, vaak omgeven door een koelsysteem. Vloeiendere vormen voorkomen dode hoeken en kunnen zorgen voor efficiëntere menging, reactie en koeling.

Admatec is een start-up in 3D-keramiekprinten, voortgekomen uit een onderzoeksproject van keramiekspecialist Formatec en ECN. "De vormvrijheid van 3D-printen gecombineerd met keramiek dat bestendig is tegen hoge temperaturen en corrosieve stoffen, biedt veel perspectief voor microreactoren", aldus het jonge bedrijf.

Admatec is in gesprek met een bekend Nederlands chemiebedrijf over verdere ontwikkeling.