



Industriële 3d-printers in productiehal Shapeways

Bij Shapeways zit de klant zelf aan het roer

Richtlijnen en software ondersteunen kwaliteit 3D-ontwerp

Van sieraden tot onderdelen van drones: met 3D-technologie zijn steeds meer producten in kleine oplages te printen. Het bedrijf Shapeways, voortgekomen uit Philips, met vestigingen in Eindhoven en New York, loopt voorop. Shapeways biedt designers en creatieve consumenten de mogelijkheid om eigen driedimensionale ontwerpen te laten maken en te verkopen. 'We stellen de klant in staat zelf de kwaliteit van zijn product in te zien en te verbeteren. En anders wil ons team dat wel doen.'

Als 3D-printen synoniem is voor innovatieve maakindustrie, dan is het logisch dat Shapeways, na een stormachtige groei, zijn intrek nam in een ruimer onderkomen; in een na-oorlogse fabriekshal op een bedrijventerrein in Eindhoven. Shapeways' nieuwe productielocatie had in het industriële verleden vele functies, zoals opslagplaats voor auto- en tractorbanden. Maar nu is het dan centrum voor groot-schalige productie op het gebied van *mass customization*. Binnen, achter de grote metalen voordeur, zijn de muren geschilderd in hippe kleuren en beplakt met posters van 3D-producten. Er staan lange tafels van schroothout voor lunch en vergadering. In een hoek spelen enkele medewerkers, twintigers, zoals de meeste Shapeways-medewerkers, een spelletje tafelvoetbal. De sfeer op de werkvloer oogt relaxt, informeel, avontuurlijk.

'Die start-up houding willen we zo lang mogelijk houden,' glimlacht Hugo Ploegmakers, operationeel directeur en voormalig black belt bij DAF, tijdens de wandeling naar het epicentrum van de productie. Dat is een ruimte met 3D-printers met de omvang van een giga-koelkast. Printers waarvan een aantal rond de één miljoen euro kost en die duizenden producten per dag printen. Shapeways beschikt in Eindhoven over veertien printers en drie methoden om driedimensionaal te printen: poeder, plastic druppels, en poeder in combinatie met binder. Objecten worden in laagjes opgebouwd (geprint), afgewerkt, verpakt en afgeleverd naar klanten in meer dan 120 landen. 'Plastic was het eerste materiaal waarmee in de startfase van Shapeways geprint werd', zegt Ploegmakers. 'Dat werd al snel gevolgd door RVS (roestvrij staal), zilver, goud, keramiek, porselein, enz. Op dit moment zijn meer dan vijftig materialen of grondstoffen beschikbaar. Het gros van onze klanten zijn ontwerpers, architecten en *early adapters* die graag een uniek product willen maken. Maar ook de creatieve consument is sterk in opmars.'

Pioniersfase

Shapeways kan veel producten printen in één batch, in een blok of tray. Zo'n tray kan uit wel 374 onderdelen bestaan, zoals we tijdens de rondleiding zien. 'Voordeel van die grote blokken is dat het goedkoper kan', legt Hugo Ploegmakers uit. Er is ook nog een keerzijde. In een ruimte naast de print machines komt er nog klassieke handarbeid aan te pas om vast te stellen welke productonderdelen (van sieraden bijvoorbeeld, want dat is een populair product bij Shapeways) bij elkaar horen en de bepoederde, aan elkaar geklonterde elementen fysiek van elkaar te scheiden. Soms moeten op het beeldscherm de ontwerptekeningen geraadpleegd worden om de juiste samenstelling of volgorde van bij elkaar passende, soms minutieuze 3D-geprinte onderdelen te bepalen. Maar ook deze processtap, die op bijna aandoenlijke wijze de pioniersfase typeert waarin 3D-printing zich deels nog bevindt, zal vermoedelijk binnen niet al te lange tijd af te handelen zijn met een geautomatiseerde techniek.

Dossier: Procesmanagement

3D-printing is qua efficiency nog niet zo ver als reguliere massaproductie, waarin procesmanagement een vast onderdeel is van de werkwijze. Die ontwikkeling komt wel steeds dichterbij, met daarbij de voordelen van 3D-printing zoals *mass-customization* en drastische reductie van waste. Shapeways loopt voorop met het invoeren van proces- en kwaliteitsverbetering en er zijn al significante resultaten geboekt. Het vergt een omslag in het denken om naast het creëren van de meest uiteenlopende ontwerpen, ook bewust te zijn van de kwaliteit van het product en het productieproces. 3D-printing bedrijven hebben daarbij nog een extra uitdaging: omdat de meeste ontwerpers geen werknemers van het bedrijf zijn, zal het extra moeten investeren om de kennis van het proces te delen met al die duizenden ontwerpers.

Aad Streng, gastredacteur (a.streng@on.nl)

'Veel kennis moeten we zelf nog uitvinden,' zegt Ploegmakers, 'en daar roepen we soms de hulp van de TU Eindhoven bij in. We zoeken vaak bewust de grens op van wat deze machines kunnen. Die grens is nog lastig te bepalen. We moeten nog regelmatig dingen re-printen, overnieuw doen. We moeten onze processen nog strakker leren beheersen. Tegelijk weet ik nu al dat hier over vijf jaar weer andere, nog geavanceerdere 3D-machines staan, met tien keer zoveel capaciteit. Zo snel gaat de ontwikkeling.'

Democratisering van productie

Een evolutie is ook op het personele vlak voorspelbaar. 'Voor de meeste medewerkers van Shapeways is dit hun eerste baan na hun afstuderen. We hebben fulltimers in dienst met een bachelors- of masterstudie. Eigenlijk zijn ze overgekwalificeerd, maar ze passen wel helemaal bij dit type internetbedrijf en de ontwikkelfase waarin we ons nog bevinden. We hebben aanpakkers en doorzetters nodig. Onze mensen zijn supergedreven. Het ontbreekt hen niet aan intelligentie om de droom van de klant in vervulling te laten gaan. Medewerkers rouleren door de hele fabriek. Een dag werken in plannen en logistiek, een paar dagen later sorteren en een geprinte tray uitpakken. De academici die hier werken zijn de leiders van morgen. En de wat lager opgelei-

In minder dan 50 woorden

- 3D-printen is de nieuwe maakindustrie. Shapeways, ontstaan als spin-off van Philips, levert producten in circa 50 grondstoffen aan afnemers in meer dan 120 landen.
- Shapeways adviseert klanten met softwareprogramma's en *guidelines* over kwaliteit en houdbaarheid van het ontwerp.
- Consumenten en ontwerpers verkopen hun designs als *shopholder* via Shapeways.

de mensen die nu veelal het handwerk doen, zijn de potentiële coaches voor de nieuwe aanwas op de productievloer.'

De productie- en aflevertijd bedraagt inmiddels een paar dagen tot een week. Het adagium 'hoe sneller, des te beter' is geen al te overdreven verwachting die je mag koesteren van een bedrijf als Shapeways dat sinds 2008 een half miljoen mensen van over de hele wereld naar zijn website heeft weten te lokken voor *printing on demand* van ontwerpen die klanten aan hun wensen hebben aangepast. 'Democratisering van productie', 'een nieuwe industriële revolutie' en 'bits omzetten in atomen', zijn de oneliners waarmee de unieke mogelijkheden van het 3D-printen worden getypeerd.

Cultuur, design en hightech

In 2007 pitchte Peter Weijmarshausen, de co-founder en huidig CEO van Shapeways, na zijn studie technische natuurkunde aan de TU Eindhoven bij Philips Incubator het idee om 3D-designers te helpen bij het produceren van hun modellen. Philips gaf een startkapitaaltje om mee aan de slag te

community. Vanuit designers kwam namelijk steeds vaker de vraag of ze hun unieke ontwerp in grotere oplages konden printen. Voor ons maakt het kostentechnisch niet uit om duizend unieke of duizend dezelfde modellen te printen.'

Shopplatform

In 2009 werd het Shapeways-online platform met shops opgericht, waarmee Shapeways zich onderscheidt van andere 3D-bedrijven. Zowel verbeelding als marketing per internet blijken onbegrensd. Ploegmakers: 'Iedereen met een profiel kan zijn producten die door Shapeways zijn geprint via een eigen webwinkeltje op de site van Shapeways aanbieden. Je hebt dus ook geen producent of investeerder meer nodig die het financiële risico wil lopen om jouw modellen op de markt te brengen. We printen nu naar schatting maandelijks 200.000 items en verzorgen voor de *shopholders* ook de verzending en de betaling. De ontwerpers delen een percentage van hun *royalty fees* met Shapeways. De hoogte van de fee is afhankelijk van het soort materiaal, de grootte en de complexiteit van het voorwerp. Er is een speciaal software-

In dit type bedrijf moet je het kwaliteitsdenken opnieuw uitvinden.

gaan. Medio 2008 was Shapeways, in een klein pand in Eindhoven, *live* voor het grote publiek en printte het 2500 modellen per week voor klanten. Weer een jaar later kon het bedrijf zelfstandig verder gaan dankzij een miljoeneninjectie van investeerder Union Square Ventures in New York, die ook investeerde in Twitter en Etsy. In 2012, na een nieuwe injectie van 28 miljoen dollar van een consortium Amerikaanse investeerders, werd ook een fabriek in New York, op Long Island Queens, geopend. In Manhattan zit het hoofdkantoor van Shapeways. In New York werken circa honderd mensen. In Eindhoven vijftig.

'In Eindhoven zitten we op het snijvlak van cultuur, design en hightech, dichtbij de wetenschap ook', zegt Ploegmakers. In New York zitten we dichtbij onze investeerders op Park Avenue. Snelle contacten dus. Daarbij is New York ook het epicentrum voor bruisende startups en innovatieve software. Een ideale vijver voor ons om naar talenten te vissen. Niet makkelijk om ze binnen te halen, maar ze zijn er wel,' aldus Ploegmakers, die eveneens de TU doorliep en in 2011 als vijftiende medewerker bij Shapeways binnenkwam. 'In onze startfase waren de prijzen voor 3D-geprinte modellen relatief hoog vanwege materialen en handmatige nabewerking. Shapeways besloot echter bewust om de eigen marges laag te houden. De opbrengsten moesten zoveel mogelijk terugvloeien naar het stimuleren van de groei van de

programmaatje om dat voor je uit te rekenen. Inmiddels telt het platform 23.000 shophouders, waarvan een aantal toppers tot wel duizenden dollars per maand verdient. Ook in Nederland hebben mensen al hun baan opgezegd omdat ze van de verkoop van hun 3D-ontwerpen kunnen leven.'

Kwaliteit garanderen

Hoe garandeert Shapeways dat de klant, of hij nu professioneel ontwerper of een gewone consument is, zijn design terugziet in een kwalitatief goed product? Een product dat voldoet aan een bepaalde houdbaarheid, sterkte en de beoogde functionaliteit en/of uitstraling biedt?

'Gelet op de gevarieerde community van een half miljoen klanten, kun je niet zonder *design guidelines*. Klanten modelleren in wel vijftig verschillende softwarepakketten. Klanten met ontwerpervaring zien direct of bijvoorbeeld de wanddikte van hun ontwerp okay is, maar anderen hebben geen idee. De guidelines op onze site vertellen iets over de wanddikte in millimeters, hoe dik of dun een constructie moet zijn. Regelmatig doen we een test met honderd van onze ervaren gebruikers die ons feedback geven over hoe zij de productiekwaliteit ervaren en of we richtlijnen moeten aanpassen.'

Shapeways werkt nu aan de introductie van een nieuw soort

porselein als printgrondstof. Materiaal dat eerst is uitgetest in eigen ontwerpen van Shapeways-medewerkers.

‘Vervolgens is dat opengezet naar een trialgroep van externe ontwerpers. Om te kunnen opschalen moet je in een bèta-test eerst ontdekken wat wel en wat niet kan. De designer is in principe zelf verantwoordelijk voor zijn model. Niettemin voeren we vooraf als kwaliteitscontrole wel checks op het model uit. Is het mathematisch correct? Kloppen de verhoudingen? Is het wel printbaar? Ons eigen 3D-toolteam heeft software ontwikkeld die de klant kan uploaden om zelf te controleren of bijvoorbeeld de wanddikte klopt. Waarna de klant in zijn eigen pakket zaken kan corrigeren. Maar hij kan ons team vragen: ‘Fix it, brengen jullie die wanddikte op orde.’ Dat is een doorbraak. Een half jaar geleden moesten we nog veel modellen naar klanten terugsturen.

De onderlinge uitwisseling van ervaringen door leden van de community is ook uiterst waardevol. Op het digitale platform geeft men elkaar tips over wat wel of niet werkt. ‘Onze klantenservice leest mee, vult aan, en leert daar ook van.’ Het aantrekkelijke voor consumenten is dat ze een bestaand ontwerp ook kunnen laten *customizen*. De klant geeft zelf op hoe een design kan worden aangepast, bijvoorbeeld de kleur, het materiaal of de grootte. De markt wordt 20 procent *customized* productie, schat Ploegmakers in. ‘Mensen die nog nooit iets in 3D ontworpen hebben, kunnen op onze site links naar ontwerpprogramma’s als Tinkercad vinden. Gratis software waarmee je direct aan de slag kan en je jouw ontwerp met één druk op de knop naar Shapeways kunt sturen.’

Kwaliteitsdenken en verspilling

Hugo Ploegmakers was bij DAF, zijn vorige werkgever, als black belt actief in *supplier quality*. ‘Ik moest leveranciers auditen. Toen ik in 2011 bij Shapeways binnenkwam, ben ik weer van voor af aan begonnen. Als ik dezelfde methodieken

Aan het eind van elke werkdag gaan Ploegmakers en zijn team na hoeveel modellen zijn gereprint. ‘We willen onze *cost of quality* beter inzichtelijk maken en focussen op het reduceren van verspilling. Het grote voordeel van alles online hebben is dat we makkelijk allerlei gegevens uit onze systemen kunnen halen. In de opstartfase van Shapeways gebruikten we dat niet, maar nu we die fase aan het verlaten zijn, kunnen we met deze gegevens onze processen beter analyseren en verder verbeteren. De 3D-printtechniek is op zichzelf al minder verspillend omdat je geen materialen wegsnijdt, maar het opbouwt uit kleine stukjes. De *reprint rate* is een goede graadmeter van de kosten. Daarnaast kijk ik aan het eind van de dag altijd naar de klantklachten en de levertijden. Ons streven is om even snel te kunnen leveren als amazon.com of bol.com. Hun assortiment zou zelfs wel eens kleiner kunnen zijn dan het onze. De *shopowners* zijn onze meest kritische klanten. Zij vertellen wat we moeten veranderen.’

Ploegmakers kijkt aan het eind van de dag ook naar de hoeveelheid *work in progress*, naar de modellen die nog in de wacht staan. ‘Dat kan enorm fluctueren en is, anders dan in de automotive, niet makkelijk te plannen en te vatten in termen van standaardkwaliteit. We hebben hier modellen of objecten van drie millimeter maar ook van 70 centimeter. Mensen ontwerpen niet alleen persoonlijke items als trouwringen en manchetknopen, maar ook steeds vaker specifiek innovatieve onderdelen, een voetje bijvoorbeeld, dat je aan een drone kunt bevestigen om er een camera aan te hangen.’ Copyrightkwesties, zoals plagiaat, zijn de verantwoordelijkheid voor de ontwerper en copyrighthouder. ‘Maar natuurlijk respecteren we de spelregels. Dus hebben we, net als YouTube, procedures om content op verzoek van copyrighthouders onmiddellijk te verwijderen.’

3D-printen heeft volgens Ploegmakers ingrijpend de manier veranderd waarop designers naar een product kijken. ‘Maar ook hoe fabrikanten als Shapeways naar hun productie-methoden moeten kijken. Van 3D-thuisprinters verwacht hij

3D-printtechniek is minder verspillend omdat je geen materiaal wegsnijdt, maar opbouwt uit kleine stukjes.

als bij DAF gebruikt had, had ik veel moeten afkeuren. Wat in de gangbare industrie werkt of toepasbaar is, en waar ook veel op ruis gestuurd wordt, voldoet niet of nauwelijks in een nieuwe organisatie met een type product dat nog een markt moet veroveren. In dit type bedrijf kun je wel iets doen met statistische procescontrole, maar grosso modo moet je het kwaliteitsdenken opnieuw uitvinden. Dagelijks 700 verschillende producten die door je handen gaan, is iets heel anders dan het dagelijks uitvoeren van 200 identieke lasbewegingen aan één model auto.’

niet veel concurrentie. ‘Het kost veel tijd voordat je er iets substantieels mee geprint hebt. Thuisprinten zal wel groeien, maar voor de kwaliteit van het eindresultaat en de enorme keuze aan materialen, zal men toch bij bedrijven als Shapeways aankloppen.’

Auteur

Loek Kusiak, freelance journalist, m.m.v. Aad Streng, expert op het gebied van procesverbetering en kennisdelen.