

Tekst: Abhinabha Tangerman

De 3D-printer kan net zo onmisbaar worden als de smartphone. Met één druk op de knop je eigen spullen op maat gemaakt wanneer jij ze nodig hebt. Wat staat ons te wachten met zo'n minifabriek binnen handbereik?

**HOE GAAT DE 3D-PRINTER
JOUW WERELD VORMGEVEN?**

Fabriek AAN HUIS

Een printer die velletjes papier met inkt bedrukt is zó 2012. Tegenwoordig kun je het zo gek niet bedenken of het kan worden geprint: sieraden, muziekinstrumenten, speelgoed, voedsel en zelfs huizen. We hebben het dan over de techniek van 3D-printen, die (letterlijk) een nieuwe dimensie toevoegt aan het printproces. 3D-printen is hard bezig de wereld te veroveren. Als we de experts in het veld mogen geloven, gaat het procedé onze samenleving ingrijpend veranderen. 3D-printen wordt zelfs al de derde industriële revolutie genoemd (internet was de tweede). Hoog tijd om de balans op te maken. Wat doet dit nieuwe type printer met onze wereld?

Fablab-reparaties

De eerste grote verandering is dat je met een 3D-printer een kant-en-klare minifabriek in huis haalt waarmee je bijna alles kunt mee maken in een oplage van één exemplaar. Met één druk op de knop verandert je digitale productontwerp in een driedimensionaal object. "Het leuke van 3D-printen is dat je niet meer alles hoeft te hebben", zegt Maarten Verkoren, hoofd-redacteur van het deze zomer gelanceerde *3Dprint Magazine* en partner bij 3D-printbedrijf Assembl3d. "Je hebt slechts toegang tot producten nodig. Een vaas uit New York van een kunstenaar op Madison Avenue hoef je niet meer direct te kopen of via internet te bestellen. Je kunt hem ook downloaden en dezelfde dag nog printen van elk gewenst materiaal."

De 3D-printer versimpelt bovendien allerlei huis-tuin-en-keukenproblemen, zoals kleine reparaties. Zodra er een klepje in je koelkast kapotgaat, hoef je niet meteen een nieuw apparaat te kopen. Breng het kapotte klepje naar een 3D-printcentrum of een *fablab* bij jou in de buurt, maak er een 3D-scan van en print het reserve-onderdeel ter plekke.

Die onbeperkte toegang tot producten heeft ook een griezelige kant. Vazen en kapotte klepjes zijn nog leuk, maar ook wapens kunnen tegenwoordig al worden geprint. Maar, relateert Verkoren: "Het printen van een functionerend wapen is nog best ingewikkeld, hoor. Bovendien kun je ook vrij eenvoudig een wapen maken van spullen die je bij een bouwmarkt koopt."

Met een 3D-printer in huis wordt het ook een fluitje van een cent om allerlei merkproducten na te maken. Je hebt alleen het juiste digitale

3D-printen onstuitbaar

De laatste vijf jaar zijn de software, snelheid en materiaalkeuze van 3D-printen enorm verbeterd.

3D-printen is ook mogelijk zonder zwaartekracht en dat is handig in de ruimte. Sinds 2014 staat in NASA's International Space Station de eerste zero gravity 3D-printer.



In Nederland worden per week zo'n 350 3D-printers verkocht, voornamelijk voor eigen (hobby)gebruik.

Wereldwijd groeit de markt van 3D-printen van een geschatte 7 miljard omzet in 2016 naar 23 miljard in 2020.



Ook voedsel kan worden geprint. Er zijn al chocoladeprinters en er worden printers verwacht die maaltijden bereiden op maat voor je genetische en fysieke eigenschappen.

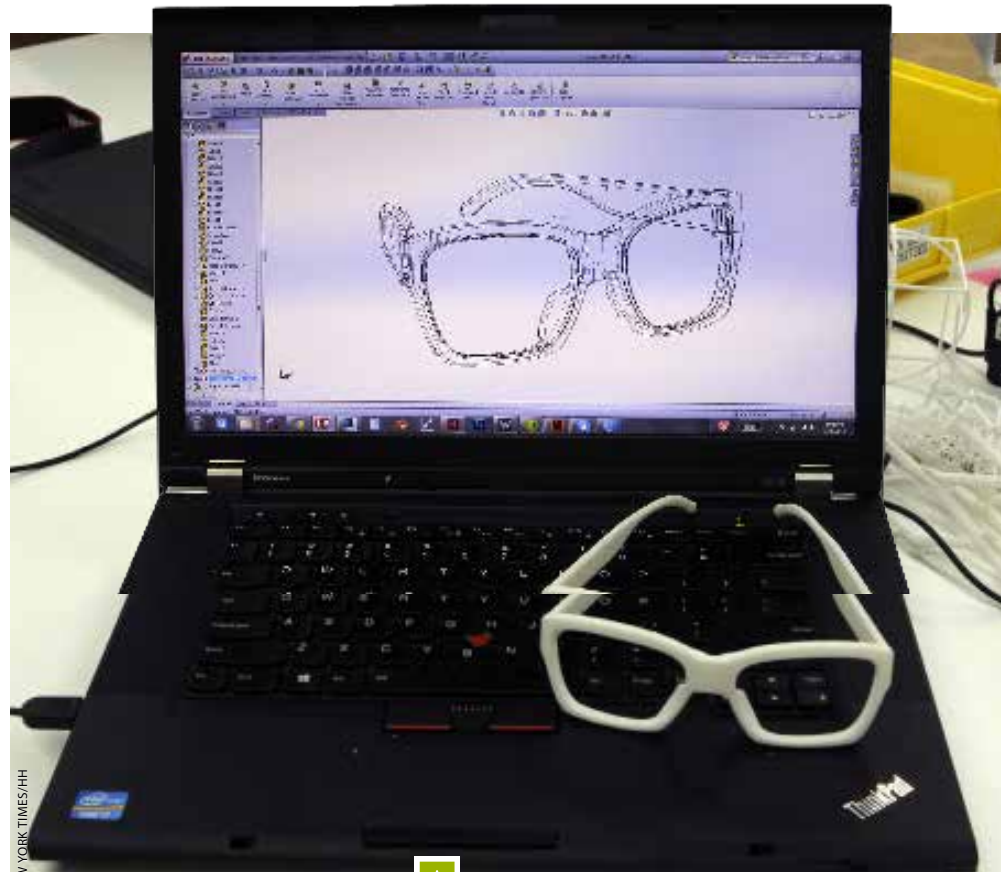


TNO ontwikkelde samen met de Italiaanse pasta-fabrikant Barilla een 3D-pastaprinter die te zien is op de Wereldexpo in Milaan.

» bestand nodig en je printer zorgt ervoor dat jouw designlampen, sportschoenen en merkbrillen niet van het origineel zijn te onderscheiden. 3D-printen zou zo weleens voor eenzelfde omwenteling in de goederenmarkt kunnen zorgen als internet deed voor de film- en muziekindustrie. Waarom zou je nog een dure Ray-Ban-zonnebril kopen als je het bestand gewoon kunt downloaden van The Pirate Bay en zelf kunt printen? "Dat houd je niet tegen", zegt Verkoren. "Net als in de muziekwereld zullen bedrijven dus hun verdienmodel moeten aanpassen. Je kunt bijvoorbeeld als bedrijf exclusieve digitale 3D-bestanden gaan verkopen. Als een bestand één keer is gedownload, komt er een rood kruis doorheen. Of je maakt een *limited edition* die na tien downloads verdwijnt."

Goedkope prototypes

Terwijl 3D-printen pas sinds kort en mondjesmaat begint door te dringen tot het leven van de gewone burger, heeft het in het bedrijfsleven al voor de nodige verschuivingen gezorgd. Sinds het einde van de jaren tachtig wordt 3D-printen gebruikt om snel en goedkoop prototypes te maken, een klus waar vóór die tijd bergen tijd en geld in gingen zitten. Toen werd een prototype - een nieuw onderdeel voor een auto of een nieuw model hardloopschoen - met de hand gemaakt van klei, rubber of hout. "Een mal hiervoor was vaak heel duur; die kon zomaar 10.000 tot 50.000 euro kosten", zegt Onno Ponfoort, als organisatieadviseur bij Berenschot gespecialiseerd in de markt van het 3D-printen. Zat er een foutje in het ontwerp, dan begon het hele proces weer van voren af aan, waardoor er soms maanden overheen gingen. De 3D-printer veranderde dat. "Nu wordt



NEW YORK TIMES/HH

een ontwerp van zo'n prototype direct geprint. Bovendien kun je verschillende varianten maken, waardoor je uiteindelijk de beste onderdelen overhoudt. En het is binnen een dag klaar." Daarnaast bespaart 3D-printen magazijnruimte. Want waarom zou je als bedrijf reserve-onderdelen op de plank hebben liggen, als je ze ook *on demand* kunt printen? Zeker bij zeldzame onderdelen kan dat een hoop kosten besparen. Bovendien kun je gelijk verbeteringen aanbrengen, zodat het onderdeel niet meer zo gemakkelijk stuk gaat. Volgens Ponfoort gaan de ontwikkelingen zeker die kant op,

▲ Een van de voordelen van 3D-printen is dat producten precies op maat kunnen worden gemaakt. Zo kun je al een zonnebril bestellen met de exacte afmetingen van jouw hoofd.

maar is de huidige techniek nog niet zo ver dat alle onderdelen zijn te printen. Veel onderdelen zijn te complex om met de huidige generatie 3D-scanners te digitaliseren en een apart 3D-bestand laten ontwerpen, kost veel geld. Reserve-onderdelen printen gebeurt nu vooral bij oude auto's of oldtimers, waar geen nieuwe onderdelen meer voor worden gemaakt.

Geprinte bloedvaten

Misschien wel de grootste revolutie die 3D-printen teweegbrengt, is de productie op maat. Denk aan schoenen met exact de vorm van jouw voeten, of brillen die precies aansluiten op de grootte en vorm van je hoofd. Via een scan met je tablet of smartphone maak je een driedimensionaal bestand van je voeten of je hoofd, op basis waarvan vervolgens een passend model wordt geprint. Een Amsterdams bedrijf maakt op die manier al *customized* zonnebrillen. Ook in de medische wereld wordt het op maat maken via de 3D-printer volop toegepast. Zo komt 98 procent van alle gehoorapparaten tegenwoordig uit de 3D-printer, elk exemplaar toegespitst op de unieke oorafmetingen van de gebruiker. Zo'n op maat gemaakt



» Ook schoenenfabrikanten maken gebruik van 3D-printtechnologie. De complexe noppenstructuur van deze Nike-voetbalschoenen werd met computermodellen ontworpen en met de 3D-printer geproduceerd.

NIKE

Als de trend van weefsels printen doorzet, zou dat het einde van proefdieronderzoek kunnen betekenen

gehoorapparaat zit prettiger en functioneert daardoor beter dan een standaardmodel. Tandartsen en orthodontisten liften mee op dat succes. Kronen, bruggen, beugels en gebitsprothesen kunnen na een scan van de kaak of het gebit op maat worden geprint, wat een stuk sneller en efficiënter is dan het traditionele kleihappen. Medisch gereedschap komt eveneens al precies op maat uit de printer rollen. Denk aan een mal die exact op het bot of de kaak van de patiënt past. Zo kan een chirurg of tandarts veel preciezer snijden of boren, wat medische missers voorkomt. "Een enorme verbetering", zegt Ponfoort.

En er zijn nog veel meer toepassingen van 3D-printen in de medische wereld te verzinnen. Denk bijvoorbeeld aan botimplantaten om verbrijzelde botten te helen. Een 3D-scan van het bot wordt van biologisch afbreekbaar materiaal geprint en als 'steiger' op de plaats

van de breuk ingebracht. Het bot groeit eromheen, waarbij het steigermateriaal geleidelijk wordt afgebroken. De techniek heeft al amputaties voorkomen. En de kers op de taart: het printen van

organisch materiaal, zoals weefsels, bloedvaten en organen op basis van stamcellen. Het staat nog in de kinderschoenen, maar er wordt veel onderzoek naar gedaan. Nu al kunnen eenvoudige weefsels worden geprint om medicijnen op te testen. Als de trend doorzet, zou dat het einde van het proefdieronderzoek kunnen betekenen. En in de toekomst hopen wetenschappers ook complexere biomaterialen te printen, zoals

Chuck Hull: de vader van de 3D-printer

3D-printen werd meer dan dertig jaar geleden uitgevonden door de Amerikaanse ingenieur Chuck Hull. In 1983 bouwde hij het eerste model printer als hobby op zijn werk. Hulls 3D-printer werkte volgens de techniek van de stereolithografie, waarbij uv-licht op een vat met polymeervloeistof wordt geschoten. Door die belichting verhardt de vloeistof. Aan het einde van de jaren tachtig werden Hulls printers gebruikt door de auto- en vliegtuigindustrie en in de medische wereld.



ADVERTENTIE

3Dprint magazine

GITAAR UIT DE PRINTER

WIJN EN TOURNAMENT, SCHOUW OF SMOEF: ALLES IS MOGELIJK

DE NIEUWSTE BESTELMAGAZINE VAN DE 3D-PRINTWERELD

MEER WETEN?

Bestel 3Dprint Magazine online!

€5,95 geen verzendkosten

www.tijdschriftnu.nl/editie1

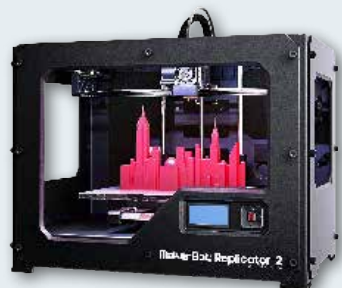
■ 3D-printen is ook doorgedrongen tot het medische onderwijs. De Universiteit Utrecht start in september met een masteropleiding Biofabrication.

■ De Britse marine overweegt om 3D-geprinte drones toe te voegen aan zijn arsenaal. De eerste tests met zulke drones zijn gestart.



■ Het proces van 3D-printen biedt ontwerpers een enorme vrijheid. Zo creëerde designer Anouk Wipprecht haar spectaculaire Spider Dress 2.0 met een 3D-printer.

3 populaire 3D-print-technieken



FDM (Fused Deposition Modeling): gebruikt in verreweg de meeste thuisprinters. Het printmateriaal – meestal een plastic of kunststof – wordt via een spoel naar de printkop geleid. Daar wordt het gesmolten, waarna het via de printkop laagje voor laagje wordt 'afgedrukt'.



SLS (Selective Laser Sintering): gebruikt voor het printen van metalen, onder meer in de auto- en luchtvaartindustrie. Het metaal wordt in poedervorm op het printoppervlak aangebracht. Daar wordt het via een laser gesmolten, waarna het verhardt tot echt metaal.

SLA (stereolithografie): techniek waarbij laag voor laag uit een uv-gevoelig vloeistofpolymeer een voorwerp wordt gemaakt. Een uv-laser belicht de vloeistof en doet het polymeer uitharden.



» bloedvaten, kraakbeen en zelfs organen. Dat kan orgaanontatie overbodig maken.

Kan het niet sneller?

Toch kan er ook nog een heleboel niet met een 3D-printer en heeft de huidige printer zijn beperkingen. De meest gehoorde klacht is zijn gebrek aan snelheid. Zelfs het printen van een eenvoudig voorwerp kan uren duren. De technieken worden wel steeds beter, maar we zitten nog in de beginfase. “Je kunt nu nog beter een gebruiksvoorwerp bij de Blokker kopen dan het zelf printen”, zegt Verkoren. “Dat is zowel goedkoper als sneller.”

Ook in het bedrijfsleven is de huidige generatie 3D-printers momenteel niet geschikt voor het maken van eindproducten. “Massaproductie is nog niet mogelijk”, zegt Pontvoort. “Dus als je snel grote hoeveelheden nodig hebt, zou ik nu niet kiezen voor 3D-printen.” Verder is de hoeveelheid geschikte printmaterialen beperkt: op dit moment zijn er zo'n driehonderd verschillende soorten. Dat lijkt veel, maar op een totaal van een slordige half miljoen industriële productiematerialen is het niets. Daar komt bij dat bijna alle 3D-printers maar één materiaal tegelijk kunnen printen. Met een standaardprinter kun je dus nog geen producten van samengestelde materialen maken. Maar er zijn verbeteringen op komst. In 2012 ontwierp TNO een revolutio-

» Ook in het ruimtestation ISS is sinds vorig jaar een 3D-printer geïnstalleerd. Gereedschap dat stukgaat, kan zo ter plekke worden vervangen.

naire 3D-printer waarin een product op een lopende band langs meerdere printkoppen wordt geleid. Deze 'carouselprinter' kan dus wel met meerdere materialen printen. Ook de snelheid is daarbij opgeschroefd. TNO gebruikt de printer als testmodel, maar er zijn bedrijven die hem willen nabouwen en op de markt willen brengen.

Goederencopyshop

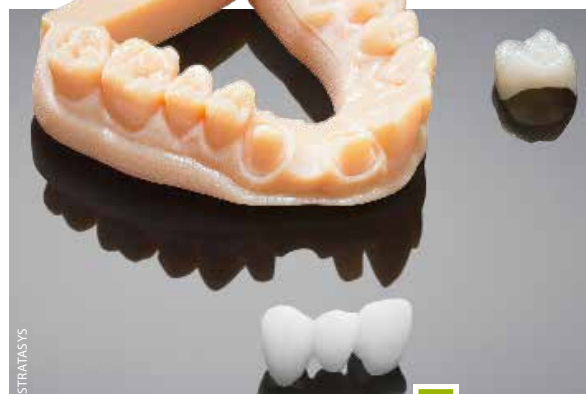
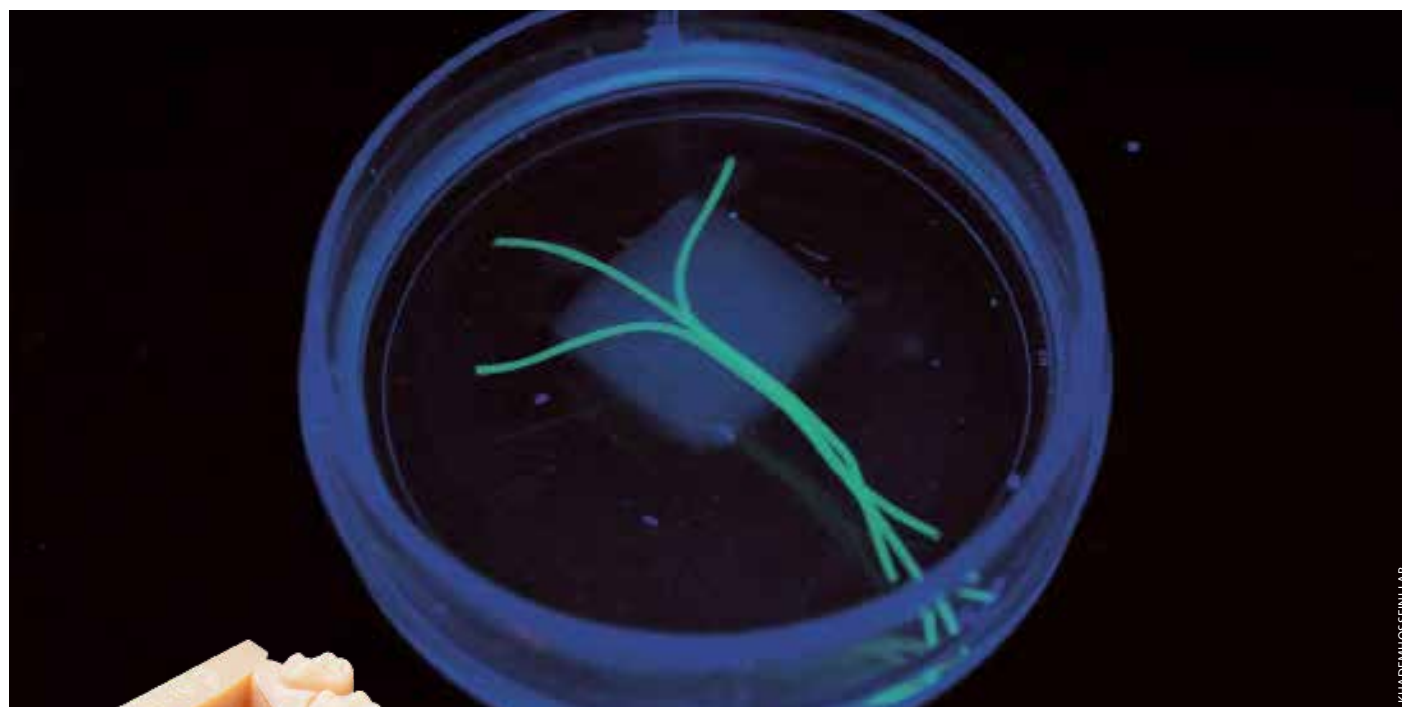
Geavanceerde 3D-printers als de carouselprinter gaan de huidige productiemethodes volledig op hun kop zetten. Dat verwacht hoogleraar Researchstrategie en -management Egbert-Jan Sol van de Radboud Universiteit Nijmegen. Hij was als directeur hightech-systemen bij TNO nauw betrokken bij de bouw van de carouselprinter. Fabrieken zoals we die nu kennen, zullen over een jaar of twintig à dertig zijn verdwenen. Hun plek zal worden ingenomen door wat Sol een 'copyshop voor goederen' noemt. “Je plaatst zo'n multimaterialenprinter in een container, samen met een voorraad elektronische chips. Daar kun je dan allerlei elektronische producten maken. Je stuurt je eigen ontwerpen naar zo'n printcentrum en haalt die twee uur later weer op”, schetst Sol het toekomstbeeld. Elke slimme, deskundige ontwerper kan zo een product op de markt brengen dat met de ontwerpen van Apple zou kunnen concurreren. Met een multimaterialenprinter zijn er in principe geen grenzen meer aan wat



■ De tentoonstelling 'GO3D' laat het belang en de impact van 3D-printen zien. Nog tot 31 oktober in Den Haag.



■ Leiden kreeg een 3D-geprinte replica van een herdenkingsbeeld. De dodenherdenking moest namelijk op een andere plek plaatsvinden en het originele beeld kon moeilijk worden verhuisd.



je kunt maken, zegt Sol. “Je kunt op ieder ruimtelijk punt van je ontwerp aangeven welk materiaal je wilt gebruiken. Zo kun je heel precies de dichtheid, stijfheid en geleidbaarheid ervan bepalen. Je kunt dus heel gedetailleerde eisen stellen aan je product, zoals welke kracht het moet weerstaan, hoe licht het moet worden, enzovoorts.” Die eisen worden via wiskundige formules aan de computer doorgegeven,

» Chirurgen kunnen al gebruikmaken van 3D-geprinte bloedvaten (helemaal boven), terwijl tandartsen mondprothesen en stiftanden eenvoudig kunnen laten printen.

Zal de 3D-printer net zo'n spectaculaire evolutie doormaken als de mobiele telefoon?

die ze vertaalt in een optimaal ontwerp. Denk bijvoorbeeld aan een lichtgewicht landingsgestel voor een vliegtuig of een autobumper met optimale elasticiteit. “Je krijgt hele grillige, botachtige structuren, vergelijkbaar met hoe de natuur haar ontwerp miljoenen jaren lang heeft geoptimaliseerd. Voor een mens is het een onmogelijke opgave om zo'n perfecte vorm te bedenken.” Sol verwacht de eerste commerciële multimaterialenprinters over een jaar of vijf. De toekomst van het 3D-printen ziet er volgens de experts dus rooskleurig uit. In hun ogen zijn de huidige beperkingen slechts tijdelijke hobbels. “Je moet het vergelijken met de ontwikkeling van mobiele telefoons”, zegt Verkoren. “De eerste modellen waren bakstenen die 5000 gulden per stuk kostten en

heel weinig konden. In die fase zitten we nu met 3D-printen.” En we weten allemaal waar die 'baksteen-telefoons' toe hebben geleid: wereldwijd miljarden multifunctionele minicomputertjes die we niet meer zouden willen missen. Het wordt interessant om te zien of de 3D-printer ook zo'n evolutie doormaakt en zo'n sterke positie weet te veroveren. Maar afgaande op het tempo waarin nieuwe toepassingen worden ontwikkeld, lijkt de revolutionaire printer onstuitbaar. n

Bottomline

- 1 3D-printen verandert bestaande productieprocessen, want je kunt er alles zelf mee maken.
- 2 De techniek van het 3D-printen staat nog in de kinderschoenen. De snelheid laat te wensen over en je kunt nog maar één materiaal tegelijk printen.
- 3 De multimaterialenprinter zit eraan te komen. Die vertaalt zelf gedetailleerde eisen in een optimaal ontwerp.



Abhinabha Tangerman sprak voor dit artikel met organisatieadviseur Onno Ponfoort (Beren-schot), Maarten Verkoren (hoofdredacteur *3Dprint Magazine* en partner bij 3D-printbedrijf *Assembl3d*) en hoogleraar researchstrategie en -management prof. dr. ir. Egbert-Jan Sol (Radboud Universiteit Nijmegen en programmaleider *Smart Industry* bij TNO Industrie). Daarnaast gebruikte hij de volgende literatuur: Onno Ponfoort: *Successful business models for 3D printing*, Berenschot (2014) | Egbert-Jan Sol: *Industrial Europe 2020 and beyond*, TNO (2014) | Shane Hickey: *Chuck Hull. The father of 3D printing who shaped technology*, The Guardian (22 juni 2014).

Ga voor links met meer informatie naar www.kijkmagazine.nl/artikel/3d-printrevolutie