

# 4 3D-Printen:



# Platformen in de maak

**Nanning de Jong**  
**Maurits Kreijveld**

Met overnames en nieuwe producten bouwen diverse bedrijven uit de maakindustrie aan geïntegreerde maakplatformen, gebaseerd op 3D-printingtechnieken.

## 4.1 Disruptie: digitalisering van het productieproces

“Our first priority is making America a magnet for new jobs and manufacturing. After shedding jobs for more than 10 years, our manufacturers have added about 500,000 jobs over the past three... There are things we can do, right now, to accelerate this trend. Last year, we created our first manufacturing innovation institute in Youngstown, Ohio. A once-shuttered warehouse is now a state-of-the art lab where new workers are mastering the 3D printing that has the potential to revolutionize the way we make almost everything... ...to help create a network of 15 of these hubs and guarantee that the next revolution in manufacturing is made right here in America. We can get that done.”

Dat waren de woorden van de Amerikaanse president Obama in zijn State of the Union in 2013 (Witte Huis, 2013a). Daarin onderstreepte hij het economische belang van 3D-printen. Amerika staat daarin niet alleen: de Europese Commissie, landen als Engeland en Duitsland en regio's als Eindhoven, Twente en Amsterdam geloven dat 3D-printen een grote impact zal hebben op de maakindustrie en de belofte in zich heeft om de maakindustrie van het Oosten terug te laten keren naar het Westen (Amsterdam Economic Board, 2013; Innovatie Zuid, 2013; Department of Education, 2013; EU Digitale Agenda, 2013).

3D-printen wordt in snel tempo volwassen en verandert het productieproces. Het hele proces van ontwerp en ontwikkeling tot en met productie en distributie wordt gedigitaliseerd. Met mogelijk disruptieve gevolgen: nieuwe verdienmodellen, nieuwe machtsverhoudingen en een nieuwe logica van innoveren.

Nederland heeft diverse fabrikanten van 3D-printers voor thuisgebruik, een levendig netwerk van FabLabs en een trendsetter als Shapeways, dat nu ook sterk groeit in Amerika. Ondertussen zijn er in de markt verschillende bewegingen gaande. Amerikaanse spelers als 3D Systems en Stratasys nemen innovatieve (Nederlandse) bedrijven over en worden aanbieders van geïntegreerde 3D-printoplossingen voor grote industriële gebruikers en voor consumenten thuis. Ze verdienen aan de verkoop van 3D-printers, de materialen en 3D-geprinte eindproducten. In het Nederlandse AddLab bundelen bedrijven uit de maakindustrie hun krachten. Wat betekenen deze ontwikkelingen voor de toekomst van 3D-printen in Nederland? Welke partijen nemen nu al strategische posities in, zoeken dominantie of proberen ontwerpen te monopoliseren? Wat verandert er in de innovatiedynamiek? Dat verkennen we in dit hoofdstuk.

### **3D-printen**

3D-printen is een verzamelnaam voor productietechnologieën waarbij producten laag voor laag vanaf de grond worden opgebouwd op basis van driedimensionale digitale computermodellen. De lagen creëren samen volume, structuur en kleur en vormen zo een object. Deze technologieën worden officieel aangeduid als additive manufacturing (AM). In de media en in de spreektaal wordt vaak gesproken van 3D-printen. Dat zullen we ook in dit boek doen.

Additieve productietechnieken zijn tegengesteld aan substractieve productietechnieken, waarbij uit een massief stuk materiaal delen worden weggehaald door snijden, frezen en dergelijke om tot een eindproduct te komen. Veel ambachten en een groot deel van de huidige massaproductie is gebaseerd op substractietechnieken. Te denken valt aan ambachten als beeldhouwen of klompen maken en massaproductietechnieken als frezen, waarmee bijvoorbeeld onderdelen voor automotoren worden gemaakt uit een blok metaal.

De 3D-printtechnologie werd zo'n dertig jaar geleden uitgevonden. Charles Hull ontwikkelde als eerste een 3D-printer om snel prototypes mee te kunnen maken. Hij patenteerde het in 1986 als "Apparatus for production of three-dimensional objects by stereo lithography". Dit apparaat kon vloeibare hars met ultraviolet licht in laagjes uitharden en zo fysieke objecten maken. Hull richtte in datzelfde jaar het bedrijf 3D Systems op en bracht daarmee in 1988 de eerste commerciële 3D-printer SLA-250 op de markt. Eind jaren tachtig en begin jaren negentig kwamen andere additieve technieken op de markt, zoals *fused deposition modeling*. Dit is de technologie die nu het meest in eenvoudige 3D-printers voor thuisgebruik wordt toegepast: hierbij wordt een kunststof verhit en als een dunne sliert in kleine laagjes door de 3D-printer opgebracht tot het een fysiek object vormt. Het kader geeft een overzicht van belangrijke 3D-printtechnieken.

### **Veelgebruikte 3D-printtechnieken**

*Fused Deposition Modeling*: via een printkop wordt steeds een dun laagje gesmolten plastic aangebracht dat uithardt. De technologie is rond 1990 ontwikkeld en gecommmercialiseerd door S. Crump, oprichter van Stratasys.

*Stereolithografie*: met een laser wordt laag na laag een vloeibaar lichtgevoelig polymeer uitgehard. Het proces is ontwikkeld door C. Hull, oprichter van 3D Systems.

*Powder Bed Fusion, Selective Laser Sintering*: met bijvoorbeeld een laser wordt laag na laag een plastic-, metaal- of glaspoeder gesmolten tot een vast product. Deze methoden zijn zeer geschikt om functionele eindproducten te maken.

Er zijn ook technieken zonder laser waarbij kleine deeltjes met bindmiddel aan elkaar worden verlijmd of waarbij laagjes papier op elkaar worden gelijmd. Deze technieken maken full-colourprinten mogelijk.

*Material Jetting*: met meerdere printkoppen worden druppeltjes vloeibaar polymeer of gesmolten was op een oppervlak gespoten en direct verhard, al dan niet met een UV-lamp. Daarna wordt het volgende laagje toegevoegd.

3D-printtechnieken ontwikkelen zich momenteel snel. Steeds meer materialen kunnen worden geprint zoals kunststoffen, papier en metalen. De meest toegepaste materialen zijn plastics, maar titanium, staal en goud worden ook steeds vaker gebruikt voor het printen van machineonderdelen en sieraden. De variëteit in materialen neemt de laatste jaren sterk toe en ook chocolade, beton, bioweefsels en elektronische schakelingen zijn inmiddels printbaar. Het printen van gebouwen, organen, elektronica en eten is nog experimenteel, maar niets lijkt 3D-printers te gek. De snelheid, kwaliteit en de toegestane complexiteit van de te printen onderdelen neemt eveneens toe. Mede daardoor doet 3D-printen zijn intrede in steeds meer productieomgevingen.

Met additieve technieken zijn prototypes en eindproducten te maken die met klassieke technieken vrijwel niet te produceren zijn. Ontwerpers krijgen daardoor een veel grotere ontwerpvrijheid.

### **3D-printtechnologieën worden volwassen**

De 3D-printtechnologie werd de eerste twintig jaar vooral gebruikt voor kleinschalige toepassingen in de productontwikkeling, voor het printen van prototypes en modellen waarmee eerste ontwerpideeën konden worden getoetst. Inmiddels is de technologie doorontwikkeld en wordt nu ook ingezet voor het maken van kleine hoeveelheden eindproducten, zoals sieraden, medische implantaten, motoronderdelen en showmodellen. Uit marktonderzoek van Wohlers (2013) blijkt dat industriële 3D-printers het meest ingezet worden in de consumentenproducten- en elektronica-sector. Daarna volgen de sectoren motorvoertuigen en medisch/tandheelkunde. Metalen tandprothesen, zoals kronen en bruggen worden naar schatting al 15.000 keer per dag op machines van het Duitse bedrijf EOS gemaakt. Tevens blijkt dat tegenwoordig de meest geprinte producten functionele eindproducten zijn, gevolgd door prototypes en machineonderdelen voor massaproductie.

Binnen de totale industriële productiemarkt met een wereldwijde markt-omvang van tien biljoen dollar per jaar, heeft 3D-printen met ongeveer drie miljard dollar nog een klein aandeel. De markt-omvang groeit echter exponentieel en de verwachtingen zijn hoog. Sinds enkele jaren zijn de prijs en kwaliteit geschikt geworden voor het maken van eindproducten en trekt de groei stevig aan. Duurde het nog twintig jaar om een markt-omvang

van één miljard dollar per jaar te bereiken, daarna groeide dat aandeel in slechts vijf jaar naar twee miljard dollar per jaar. McKinsey (2013) schat dat 3D-printen in 2025 een wereldwijde economische impact van 230 miljard tot 550 miljard dollar per jaar kan hebben en dat de consumentenmarkt de grootste wordt. Naast sterke groei in de industriële markt, is 3D-printen dus ook bereikbaar geworden voor consumenten.

## 4D-printen

In onderzoekslaboratoria wordt inmiddels hard gewerkt aan 4D-printen. Daarbij gaat het om materialen die na het printen zelf van vorm kunnen veranderen of zichzelf kunnen assembleren. Dit zou een nieuwe manier kunnen zijn om elektronica te maken en sensoren die reageren op hun omgeving, bijvoorbeeld een temperatuur- of vochtigheidsverandering (Tibbits, 2013).

Die nieuwe materialen lijken daarmee sterk op biologische structuren zoals DNA-ketens en eiwitten. We zien dat de technieken om de dynamische eigenschappen van deze materialen te bestuderen en nieuwe materialen te ontwerpen steeds meer op elkaar gaan lijken. Er is een combinatie nodig van kennis over mechanica en biologie. Met het onderzoeksproject Project Cyborg speelt Autodesk in op deze convergentie en verkent het de mogelijkheden voor nieuwe ontwerpsoftware die het eenvoudig maakt om 3D-moleculen zoals eiwitten en nanomaterialen te ontwerpen en modelleren (Autodesk, 2014a).

De laatste jaren worden 3D-printers ook steeds toegankelijker voor consumenten en mkb-bedrijven. Toen rond 2006 bepaalde patenten vervielen, werd in Engeland met de ontwikkeling van een opensourceprinter begonnen, de RepRap. In 2008 kwam de eerste versie van de RepRap uit. De gemeenschap die deze 3D-printer ontwikkelde, groeide snel. In 2010 was een RepRap in staat om functionele prototypes te maken. Uit het project kwamen diverse bedrijven voort, zoals het Amerikaanse Makerbot Industries en het Nederlandse Ultimaker, die beide zelfbouwkits en kant-en-klaar printers produceren die ontwikkeld zijn op basis van het oorspronkelijke RepRap-ontwerp en enkele duizenden dollars kosten.

Door deze ontwikkelingen zijn 3D-printers goedkoper geworden en binnen het bereik gekomen van consumenten en fanatieke gebruikers. De markt voor thuisprinters wordt geschat op 40 miljoen dollar per jaar (Wohlers, 2013). In 2013 stunte de Bijenkorf met een thuisprinter van 3D Systems voor € 1200. Inmiddels zijn er diverse bedrijfjes bezig met het ontwikkelen van printers voor slechts 100 tot 300 dollar. Zij zoeken hun financiering via crowdfundingplatformen als Kickstarter. Ook klinken er geluiden dat het Amerikaanse HP, groot op het gebied van inktjetprinters, in 2014 zal aankondigen dat het de markt van 3D-printers zal gaan betreden, nadat het de ontwikkelingen jarenlang afwachtend heeft gevolgd. Het bedrijf verwacht het gebruikersgemak en de snelheid aanzienlijk te kunnen verbeteren.

Verder is 3D-printing toegankelijker geworden door de opkomst van 3D-printdiensten van bedrijven als Shapeways. Gebruikers kunnen daarnaast terecht bij een landelijk netwerk van FabLabs. Dit alles stimuleert een democratisering van productietechniek die ook wel de makersbeweging wordt genoemd: een levendige gemeenschap van hobbymatige en professionele gebruikers, ontwerpers en tekenaars die onderling ontwerpen en ideeën uitwisselen, verhandelen, verbeteren en produceren. Op die manier betreden ze een markt die tot voor kort alleen was weggelegd voor grote en middelgrote bedrijven met voldoende omvang om te kunnen investeren in ontwerp- en productiecapaciteit.

### **Digitalisering van de productieketen**

In het ontwerpproces zijn door 3D-printen nieuwe mogelijkheden ontstaan doordat ontwerpers meer vormvrijheid hebben gekregen voor productontwikkeling. 3D-printen werd in de industrie al langer gebruikt als tool om prototypes te maken. Deze prototypes moesten in een klassieke keten wel in massa te produceren zijn en dus aan bepaalde ontwerpcriteria voldoen. Een voorbeeld daarvan is dat een spuitgegoten product uit een mal gehaald moet kunnen worden. Bepaalde vormen zijn daardoor slecht in massa te produceren.

Nu 3D-printen kan worden ingezet om kleine series eindproducten te maken met vergelijkbare kosten en kwaliteit, vervallen er veel ontwerpbeperkingen en zijn nieuwe producten en ontwerpen mogelijk die in potentie beter bij de klantwensen passen. Dit kan verschuivingen opleveren in de



markt en ontwrichtend zijn voor bedrijven die zich niet aanpassen aan deze ontwikkeling.

Tegelijkertijd worden nu barrières in het ontwerpproces verlaagd door de vereenvoudiging van ontwerp gereedschappen en kunnen meer mensen hun eigen creaties ontwerpen. Er is ontwerpsoftware voor leken ontwikkeld, die werkt met tabletcomputers of cloudoplossingen, zoals Tinkercad. Een consument die zelf wil ontwerpen, hoeft dus geen dure professionele computers en software meer aan te schaffen. Ook komen steeds meer goedkope 3D-scanners op de markt die bijvoorbeeld gebruikmaken van eenvoudige camera's en sensoren in de Xbox Kinect of de smartphone en waarmee het simpeler is om 3D-modellen te maken. Deze democratisering van ontwerpsoftware en toebehoren is al met al een aanjager voor de makersbeweging.

In het ontwerpproces kan ook nieuwe waarde voor klanten gecreëerd worden door extra interactie met hen aan te gaan. Deze cocreatie met klanten wordt in het bedrijfsleven al op verschillende manieren met 3D-printers ingezet, bijvoorbeeld voor productontwikkeling en marketingcampagnes. Zo heeft Coca Cola in haar Mini me-campagne haar klanten 3D-gescand en als kleine figuurtjes geprint. Zo kregen klanten hun eigen persoonlijke colafles met hun minifiguurtje ernaast.

Disney gebruikt ook 3D-scanners om in zijn attractieparken de gezichten van bezoekers te scannen en als Star Wars- of prinsessenpoppetje uit te printen in 3D. Personalisatie zie je ook opkomen in bijvoorbeeld 3D-geprinte sieraden. De Nederlandse bedrijven Zazzy en Suuz doen hier pionierswerk door de consument in een geautomatiseerde webapplicatie hun eigen sieraadontwerp aan te laten passen of hun naam in het sieraad te verwerken.

Sinds 2008 zijn er ook verschillende internetplatformen in ontwikkeling die een cocreatielaag gecreëerd hebben bovenop de 3D-printtechnologie. Zo begonnen in 2008 Thingiverse en Shapeways 3D-modellen te delen en 3D-geprinte producten te verkopen. Deze platformen maken het mogelijk dat gebruikersgroepen samen betere fysieke producten ontwerpen en ze verder ontwikkelen. Deze platformen bieden ook integratiemogelijkheden met cocreatie-apps om ontwerpen te personaliseren.

Cocreatie kan op verschillende manieren worden ingevuld. De rol van gebruikers en consumenten kan variëren van het selecteren, evalueren, mee ontwikkelen of zelf ontwikkelen met behulp van ontwerptools.

Ook in het productie- en distributieproces ontstaan nieuwe mogelijkheden door 3D-printtechnieken. Productieprocessen kunnen flexibeler en efficiënter worden. Het onderzoeksbureau IBM Business Value (IBM, 2013b) voorziet een verschuiving van grote, globale en complexe toeleveringsketens naar kleine, eenvoudige en lokale supply chains.

3D-printers kunnen verschillende producten maken zonder dat de productiemachines tussentijds hoeven te worden aangepast op andere vormen of maten. Kleinschalige en lokale productiecapaciteit kan beter gevuld worden en kortere levertijden worden mogelijk. Hierdoor kunnen voorraadniveaus verlaagd worden – wat kostenbesparing oplevert – en zal er minder verspilling van overtollige voorraden plaatsvinden. Dit maakt productie en logistiek duurzamer dan voorheen. Dit kan een mooie oplossing zijn voor de grote voorraden reserveonderdelen van bijvoorbeeld autofabrikanten. Lokale magazijnen kunnen worden omgevormd tot lokale productiefaciliteiten die dicht bij de klant staan en/of dicht bij de R&D-afdeling. In de markt voor gehoorapparaten en gebitsprotheses wordt al veel 3D-printen toegepast. Dit heeft een aantal ambachtelijke productiestappen vervangen en het productieproces verkort.

Waar vroeger een bepaalde vaardigheid, schaalgrootte of een groot afzetkanaal noodzakelijk was, verdwijnen deze toetredingsdrempels nu voor veel typen producten. De schaalgrootte van multinationals is niet meer noodzakelijk om betaalbaar producten te maken, omdat de machines snel en eenvoudig ingesteld kunnen worden, waardoor met dezelfde machines steeds nieuwe producten geproduceerd kunnen worden in relatief kleine aantallen. Een ontwerper of uitvinder van een nicheproduct kan dit nu zelfstandig ontwerpen, produceren en via internet op de markt brengen naar een wereldpubliek en daarmee voldoende afzet vinden.

Zowel multinationals als kleine partijen kunnen nu sneller testen of nieuwe producten zullen aanslaan bij hun klanten. Deze marktvalidatie van nieuwe producten is sneller uit te voeren door de eerste 100 tot 1000 stuks van een product te 3D-printen en als het product aanslaat, over te stappen op massaproductie. Crowdfunding helpt ook in de 3D-printmarkt

voor financiering en het testen of klanten een nieuw product willen kopen.

Het aantal Nederlandse bedrijven dat gebruikmaakt van 3D-printen is in de periode 2009-2013 gemiddeld met 42% per jaar gegroeid (Geenen, Van Hessen & Mataheru, 2013). Omzetcijfers op het gebied van 3D-printen in Nederlandse bedrijven ontbreken echter op dit moment.

Kortom, door opkomende gedigitaliseerde productietechnieken als 3D-printen in combinatie met 3D-scannen en ontwerpsoftware verandert de logica van het ontwikkelen, ontwerpen, produceren en distribueren van fysieke goederen. Het hele productieproces vanaf het idee, het onderzoek en de ontwikkeling van een prototype tot en met de productie, logistiek, distributie en marketing wordt gedigitaliseerd (zie figuur 4.1). In elke stap kunnen gebruikersgroepen, leveranciers en andere partners worden betrokken door middel van cocreatie. Er kunnen nieuwe waardeketens worden gebouwd, waarbij functies worden geïntegreerd en spelers uit aanverwante ketens zoals de ICT- en elektronica-industrie, de onlinewinkels, kunnen toetreden tot deze waardeketen.

Idealiter kunnen ontwerpen met kleine en grote machines gemaakt worden die allemaal werken met dezelfde standaarden. 3D-printen brengt dat ideaalbeeld dichterbij. Tot nu toe kende elke stap in het productieproces eigen formaten en standaarden en moesten ontwerpen van prototypes vertaald worden in ontwerpen die bruikbaar waren voor massaproductie. De ontwikkeling van 3D-printen lijkt sterk op die van desktoppublishing in de jaren tachtig, waarbij het documentformaat PDF uiteindelijk uitgroeide tot een industriestandaard. Zover is het bij 3D-printing nog niet.

Amerikaanse pakketvervoerder UPS en de leverancier van kantoorartikelen Staples verkennen met belangstelling de mogelijkheden van 3D-printing voor hun voorraadbeheer en logistiek. Veel landen hebben er hun hoop op gevestigd dat 3D-printen de maakindustrie terugbrengt naar het Westen en een nieuwe makersbeweging zal doen opkomen.

### **Nederlandse uitgangspositie**

Nederland was er al vroeg bij en heeft een actieve gemeenschap van zo'n twintig over het land gespreide FabLabs. Dat zijn werkplaatsen waar burgers laagdrempelig toegang hebben tot eenvoudige productiemiddelen zoals een 3D-printer, een lasersnijder, een plotter, een 3D-scanner,

een boor- of freesmachine en een naaimachine. Met deze eenvoudige gereedschappen zijn vrijwel alle belangrijke handelingen te verrichten om producten te maken.

Het Eindhovense Shapeways, een spin-off van Philips, bood vanaf 2008 als een van de eerste bedrijven ter wereld 3D-prints aan als onlinedienst voor consumenten. Het werd in de media bekend met sieraden en vazen, die als een van de eerste producten werden gemaakt. Inmiddels heeft Shapeways een van 's werelds grootste 3D-printfabrieken bij New York. Daarnaast zijn er verschillende Nederlandse fabrikanten van 3D-printers voor thuis: Ultimaker, Felix Robotics, 3Dprinter4U en Leapfrog. Onderzoeksinstituut TNO heeft diverse onderzoekslijnen op het gebied van 3D-printen, onder andere samen met het grote Duitse onderzoeksinstituut Fraunhofer, dat nauw samenwerkt met de industrie. Daarnaast heeft TNO een printer, de PrintValley, ontwikkeld met meerdere printkoppen, waarmee complexe materialen en zelfs voedsel geprint kan worden.

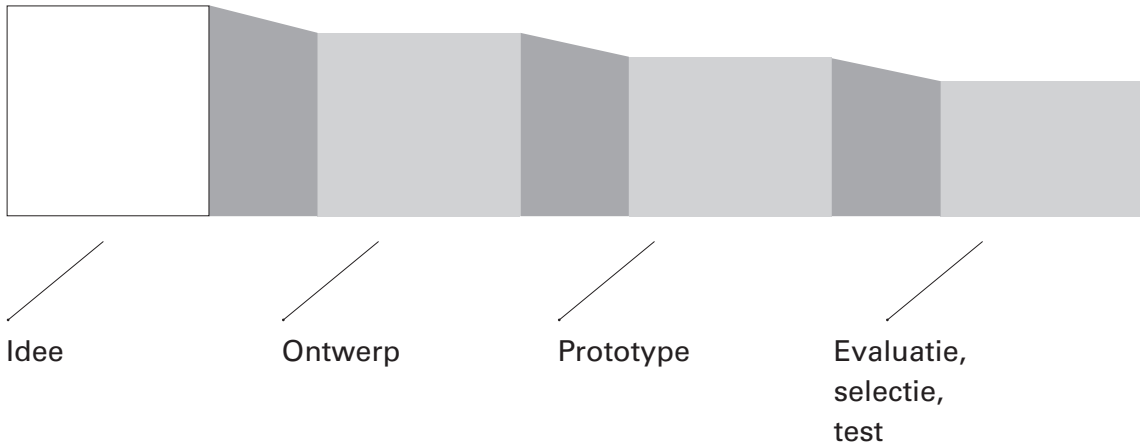
Hoe kan Nederland deze voorsprong verder uitbouwen? Is het opgewassen tegen het geweld dat op dit moment vooral uit de VS komt van bedrijven als Stratasys en 3D Systems die de ene na de andere overname doen en hun productportfolio uitbreiden en verder horizontaal integreren? Wat betekent dit voor de Nederlandse spelers en voor Nederlandse bedrijven in de maakindustrie die gebruikmaken of willen maken van 3D-printing?

## **4.2 Maakplatformen in ontwikkeling**

We hebben gezien dat ontwikkelingen op het gebied van printen, scannen en ontwerpen leiden tot de digitalisering van de productieketen en een convergentie van de verschillende functies in die keten. Verschillende partijen die hun oorsprong in een van deze segmenten hadden, zijn bezig hun positie in deze opkomende markten te versterken. Ze proberen daarbij een strategische positie in te nemen en maakplatformen op te zetten die producten en diensten integreren. Door overnames vindt zowel horizontale als verticale integratie plaats. Daarnaast zien we diverse nieuwkomers. We zien het ontstaan van nieuwe maakplatformen met daarbij nieuwe werkverdelingen tussen spelers uit de waardeketen en de opkomst van nieuwe verdienmodellen.

### Figuur 4.1 – ‘Maak’-keten

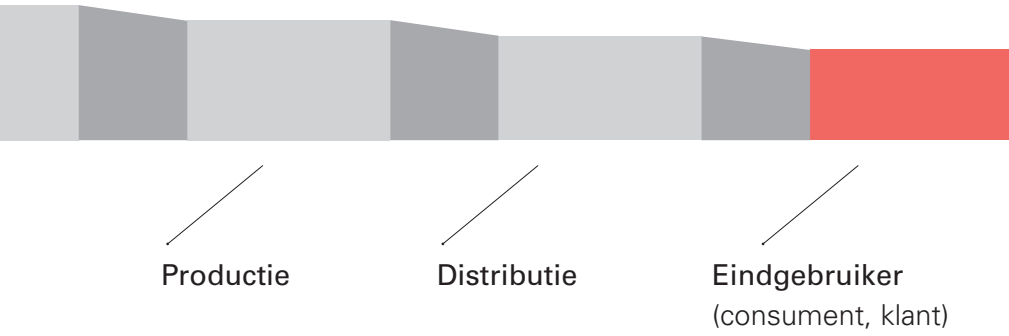
Keten van alle stappen die horen bij het proces om van idee tot eindproduct te komen.



### Digitalisering van de productieketen

Draadloze genetwerkteid, slimme sensoren en intelligente systemen gecombineerd met digitale technieken voor ontwerpen en maken (3D-printen) zorgen voor een digitalisering van de productieketen. De hele keten van idee, ontwerp, ontwikkeling, financiering, productie, distributie en marketing, kan opnieuw worden geconfigureerd vanuit het vertrekpunt van de eindgebruiker. Zo kunnen, in een laat stadium van het proces, logistieke spelers de eindproductie doen vlak bij hun distributiecentra. Ook de eindgebruikers kunnen de productie op zich nemen als ze bijvoorbeeld over een thuisprinter beschikken. De productie van kleine aantallen en prototypes kan opschalen naar productie met dezelfde machines.

Dit alles levert kansen op voor nieuwe toetreders en zorgt voor nieuwe machtsverhoudingen tussen spelers uit de productie, logistiek, marketing, financiering en R&D. Bovendien is het mogelijk om de gebruikers bij elke schakel van het proces te betrekken.



We bekijken nu deze digitale productieketen en bespreken de verschillende ontwikkelingen in de markt en de maakplatformen die daarbij ontwikkeld worden. Bij deze platformen worden verschillende functies in de productieketen geïntegreerd en proberen innoverende spelers hun waarde te vergroten.

Wat betekenen deze ontwikkelingen voor de toekomst van 3D-printen in Nederland? Welke partijen nemen nu al strategische posities in, zoeken dominantie of proberen ontwerpen te monopoliseren? Wat verandert er in de innovatiedynamiek? Welke platformstrategieën zien we, hoe werken die uit en wat betekent dat voor het beleid en de maatschappij?

In figuur 4.2 is het geïntegreerde maakplatform schematisch weergegeven. In dit platform zijn alle schakels uit de waardeketen, van productidee tot levering aan de eindgebruiker, terug te vinden. Er zijn drie hoofdlagen te herkennen:

1. Ontwerpen maken, bijvoorbeeld via 3D-scannen, schetsen of sjablonen bewerken. Dit kan met professionele ontwerpsoftware maar ook met eenvoudige apps. Ideeën worden omgezet in ontwerpen.
2. Ontwerpen (3D-modellen) uitwisselen, verhandelen of verbeteren, bijvoorbeeld via websites, databases of marktplaatsen. Hier ontmoeten vraag en aanbod elkaar, kunnen ontwerpen worden verbeterd en geëvalueerd.
3. Fysieke producten printen en distribueren: dat kan in de fabriek, bij de distributiecentra of in printlabs (bijvoorbeeld FabLabs) in de buurt of bij de eindgebruiker thuis.

Per stap in het proces zijn steeds diverse opties mogelijk. De keuze van deze stappen, en daarmee de inrichting van het productieproces, wordt bepaald vanuit de wensen van de eindgebruiker: de consument of de zakelijke klant. We zien dat spelers op diverse manieren samenwerken en functies integreren om in te spelen op die wensen.

Vanuit een platformstrategie bekeken zijn de sterkste spelers diegenen die ofwel een controlerende positie hebben in een horizontale laag, ofwel meerdere lagen stapelen en integreren, dan wel een sleutelpositie hebben richting de eindgebruiker. Bijvoorbeeld door een marktplaats aan te

bieden of diensten die zorgen voor een maximale gebruikerservaring. We zien op al deze punten strategische bewegingen. Door overnames vinden horizontale en verticale consolidaties plaats. Tegelijkertijd versterken de spelers hun positie richting gebruikersgroepen die ontwerpen maken en uitwisselen.

### 4.3 Platformstrategieën

We verkennen nu de belangrijkste spelers en hun strategie en analyseren hun gedrag aan de hand van het geïntegreerde maakplatform. Tot slot bespreken we de verschillende verdienmodellen die gebruikt worden en in ontwikkeling zijn.

#### **Geïntegreerd aanbod van productiemachines**

Er is een consolidatie gaande bij de fabrikanten van 3D-printmachines. Daarbij zien we dat fabrikanten hun aanbod verbreden. Middels overnames kunnen de twee grootste spelers een compleet aanbod leveren van dure industriële hoogvolumeprinters tot goedkope thuisprinters met een veelheid aan 3D-printtechnologieën, die afhankelijk van de toepassing meer of minder geschikt zijn. Deze spelers zijn het Amerikaanse bedrijf Stratasys, dat het Israëlische Objet en thuisprinterfabrikant Makerbot kocht, en 3D Systems, dat Z Corporation kocht, evenals diverse fabrikanten van onderdelen en SolidInk van Xerox.

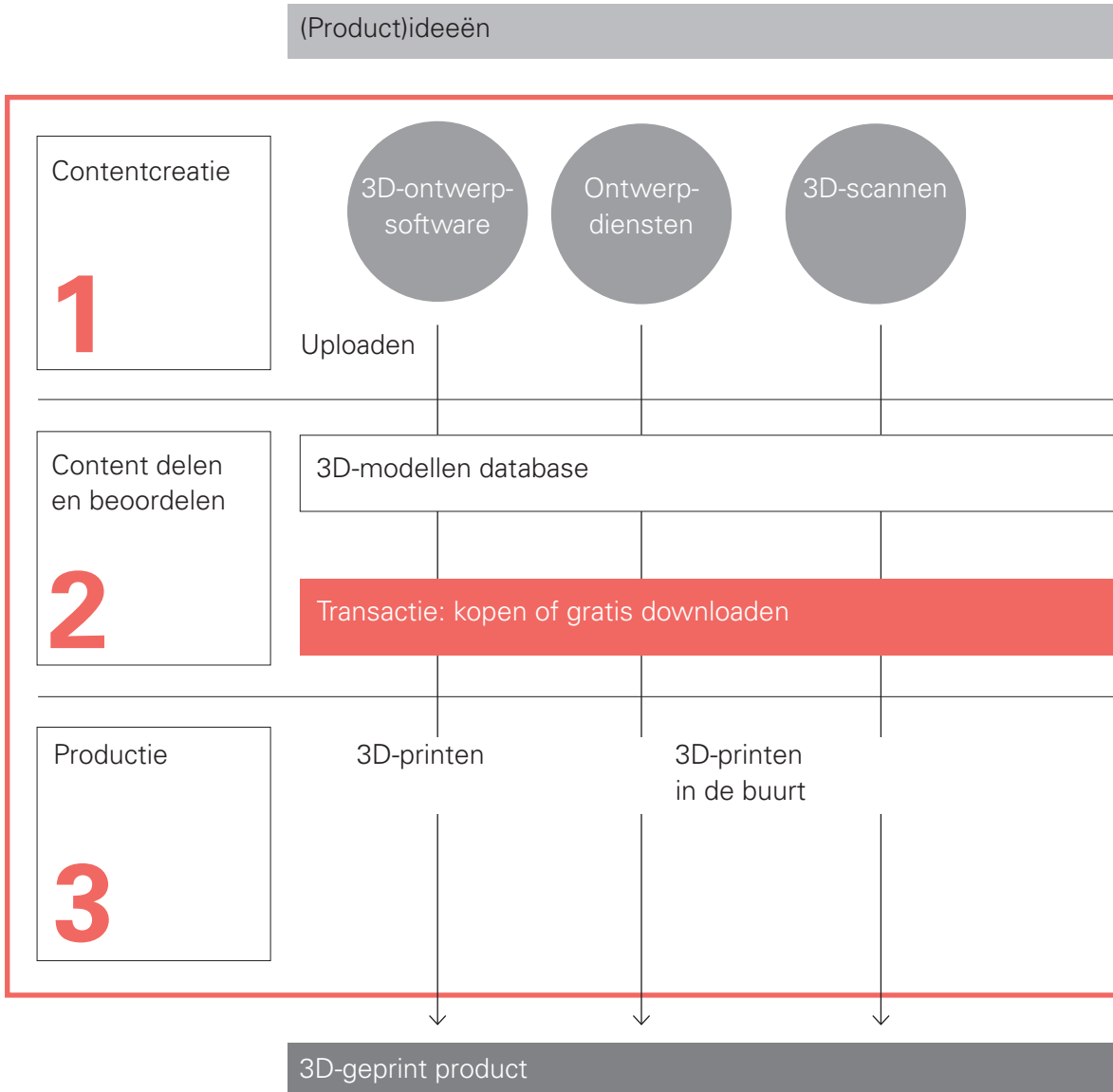
Deze bedrijven lijken daarmee te anticiperen op de verdere groei van 3D-printtechnologie, die steeds meer zal kunnen concurreren met bestaande productietechnieken. Tegelijkertijd bereiden ze zich voor op een ontwikkeling van 'design once, print anywhere': producten die eenmaal ontworpen zijn kunnen overal geprint worden, zowel bij gebruikers thuis, in kleine aantallen als prototype of voor opstartende markten of in massaproductie. Bedrijven als Stratasys en 3D Systems streven ernaar dat de kwaliteit in alle gevallen hetzelfde blijft. Wie eenmaal gewend is met de apparatuur en de managementsoftware van een fabrikant te werken, stapt niet snel over op een andere.

Het Nederlandse Ultimaker, fabrikant van kleine 3D-thuisprinters, en de Duitse fabrikanten van hoogwaardige industriële printers, zoals EOS, SLM en

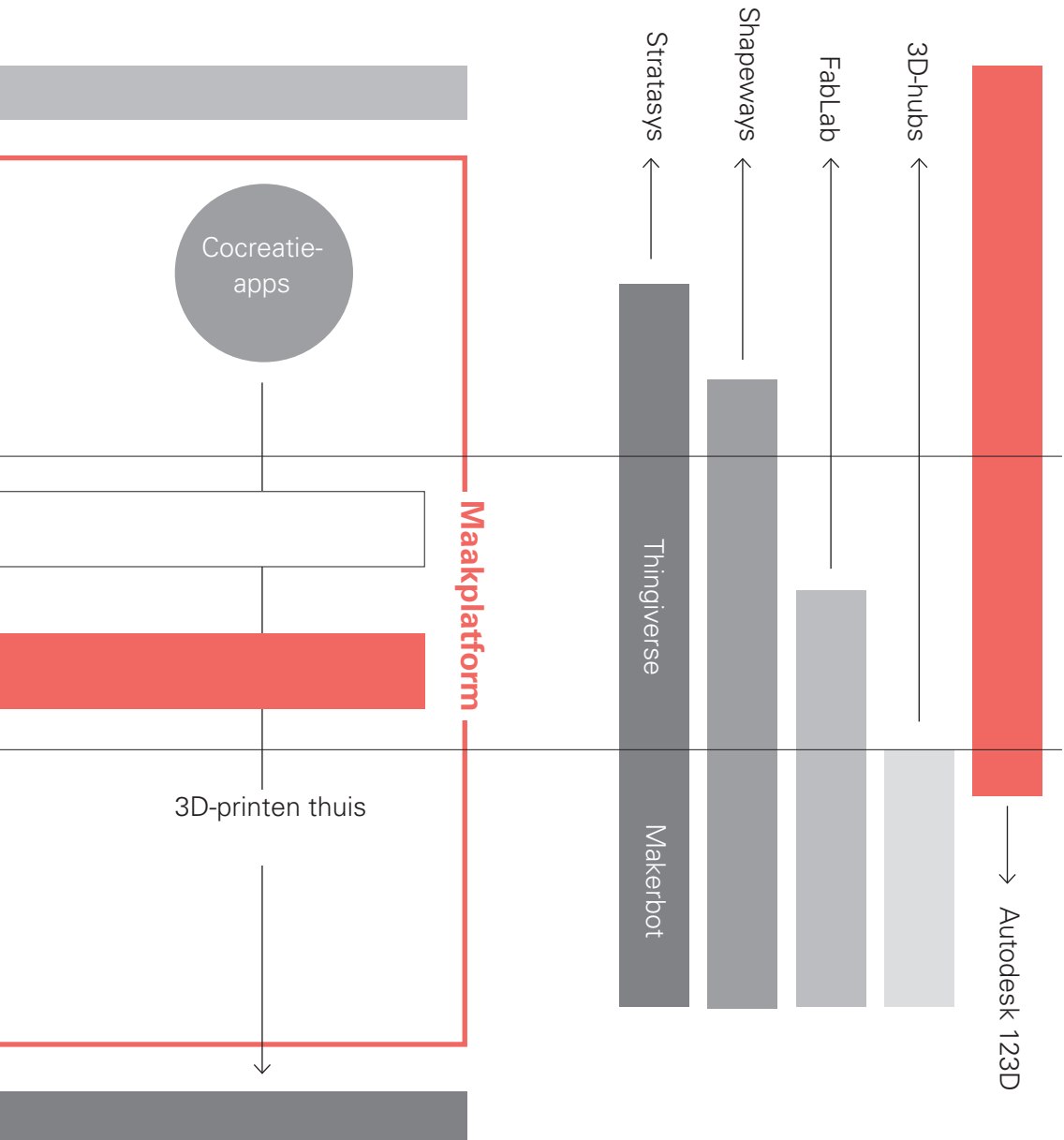


### Figuur 4.2 – Platformintegratie bij maakplatformen

Door convergentie van maak-processen en een digitalisering van de keten, komen aanbieders van afzonderlijke diensten en producten op het gebied van contentcreatie en productie samen. Rechts zien we hoe diverse platformspelers steeds meer functies in hun platformen integreren en zich steeds meer uitbreiden over het gehele maakproces. Tegelijkertijd zien



we daarbij een integratie van een marktplaats die transacties faciliteert, waarbij gebruikers onderling ontwerpen, ideeën, en producten uitwisselen, beoordelen en verhandelen. We voorzien dat integratie van deze drie elementen in de nabije toekomst zal leiden tot de vorming van een nieuw maakplatform.



ConceptLaser, lijken voorsnog niet mee te doen aan deze consolidatieslag. Toch verwachten sommigen dat het een kwestie van tijd is dat dit gebeurt.

Verder zien we dat Stratasys met de overname van Makerbot en Thingiverse ook toegang heeft gekregen tot een onlinegemeenschap van fanatieke ontwerpers en gebruikers op Thingiverse. Zowel de hardware van Makerbot als de community van Thingiverse waren oorspronkelijk volledig open. Sinds de overname zijn de ontwerpen van de nieuwe modellen 3D-printers van Makerbot niet langer opensource. Ook probeert Stratasys de koppeling tussen Thingiverse en de printers van Makerbot te versterken. Fabrikanten van hardware- en softwaregereedschappen breiden hun portfolio uit door overnames, met name horizontaal, om nieuwe markten te bereiken.

Prominente voorbeelden zijn Stratasys (nam Objet, Makerbot en Optimec over), 3D Systems (kocht Village Plastics, The Sugar Lab en Figulo) en Autodesk. Deze bedrijven leveren inmiddels een volledig assortiment van producten en diensten voor zowel thuisgebruikers als professionele productie-omgevingen. Zij lijken erop te anticiperen dat de 3D-printtechnologie een algemeen platform voor maaktechnologie wordt waarbij ontwerpen door de hele productieketen van kleine tot grote volumes kunnen worden uitgewisseld. Wie daarin standaarden kan zetten en de grootste kan zijn, kan een controlerende positie hebben in deze industrietak.

Een belangrijk element in het geheel is het materiaal waarmee geprint kan worden. Stratasys en 3D Systems kochten de afgelopen jaren diverse materiaalproducenten om een sterke controle te krijgen over de hele keten. Een van de verdienmodellen is het verkopen van cartridges bij de printer, wat in de markt voor inktjetprinting een lucratieve business is gebleken.

Het grote HP heeft in 2014 aangekondigd zich, na lang toekijken, sterker op de markt van 3D-printing te willen gaan begeven, zowel voor thuisprinters als hoogwaardige machines. HP denkt gebruik te kunnen maken van zijn technologische kennis en de uitgebreide distributie- en marketingkracht. Printerfabrikant Canon distribueert in Japan de producten van 3D Systems, maar heeft zelf nog geen 3D-printers ontwikkeld. Wel heeft Canon-Océ in Venlo printers ontwikkeld die reliëf op oppervlakken kunnen printen, bijvoorbeeld voor de reproductie van schilderijen. Dit wordt door sommigen 2,5D-printing genoemd.

Verdergaande horizontale en verticale integratie is voor een platformprovider strategisch interessant: het heeft schaalvoordelen en tegelijkertijd leidt het tot meer controle over het ecosysteem en meer mogelijkheden om hierop te kapitaliseren.

### **Geïntegreerd aanbod van ontwerpsoftware**

Aan de kant van de leveranciers van 3D-ontwerpsoftware vindt een vergelijkbare consolidatie plaats tot geïntegreerde dienstverleners. Marktleider Autodesk, bekend van AutoCAD, kocht diverse leveranciers van automatiseringssoftware voor het managen van productieprocessen. Het vergrootte door overnames het aantal marktsegmenten dat het kan bedienen naar architecten en bouwbedrijven, auto- en vliegtuigfabrikanten, computeranimaties, productieprocessen en life sciences. Ondertussen kocht Autodesk de afgelopen jaren ook diverse bedrijven die software maken waarmee consumenten eenvoudige ontwerpen kunnen maken en hun ideeën kunnen vastleggen. Hoe meer mensen gewend raken aan de software van Autodesk hoe beter.

Een van de overnames betrof Tinkercad dat beschikt over een actieve gebruikersgemeenschap. Verder sloot Autodesk een overeenkomst met 3D Hubs, een gebruikersnetwerk van 3D-printers, dat het net als Tinkercad integreerde in zijn ontwerpsoftware. Daarnaast biedt Autodesk cloudcomputing aan als dienst waarmee gebruikers via een onlineaccount toegang krijgen tot de rekenkracht van de supercomputers. Ook kunnen via deze dienst ontwerpen worden gedeeld.

### **Een standaard besturingssysteem voor 3D-printing?**

In 2014 lanceerde Autodesk een opensource softwareplatform Spark en daarbij een eveneens opensource en gratis te licenseren 3D-printer (Autodesk, 2014b). Spark is een gereedschap waarmee productontwerpers, hardwarefabrikanten, softwareontwikkelaars en materiaalwetenschappers de grenzen kunnen opzoeken van 3D-printen. De software maakt het printen betrouwbaarder en eenvoudiger en geeft meer controle over hoe het ontwerp wordt geprint. De printer dient als een referentieontwerp dat de mogelijkheden van de software laat zien. Dit is vergelijkbaar met Google's Nexus smartphone. Daarnaast werkt Autodesk samen met printerfabrikanten als Stratasys en 3D Systems om de Sparksoftware te integreren in andere, bestaande printers.

## **Autodesk: marktleider in ontwerpsoftware**

Autodesk is al jaren een van de grootste spelers in de markt voor industriële 3D-ontwerpsoftware. Het bedrijf werd groot dankzij AutoCAD en 3D Studio Max. Sinds enkele jaren richt Autodesk zich ook op de consumentenmarkt en richt zich op de gebruiksvriendelijkheid van nieuwe ontwerptools waarmee ook ongetrainde gebruikers leuke 3D-modellen kunnen maken. Het 123D-platform van Autodesk is daar de uiting van. Gebruikers kunnen hier ontwerptools vinden in de vorm van computersoftware, webapplicaties en mobiele apps.

Naast ontwerptools zoals 123D Design en 123D Sculpt zijn er tools om het maakproces te versimpelen en 3D-scans te maken op basis van een serie foto's. Deze 3D-scansoftware, 123D Catch, kan ook op de iPhone en iPad geïnstalleerd worden en maakt van deze mobiele apparaten dus een 3D-scanner. Het 123D-platform biedt daarnaast een plek waar gebruikers zelf ontworpen 3D-modellen of 3D-scans met elkaar kunnen delen en kunnen cocreëren. Voor de zware computerberekeningen maakt Autodesk steeds vaker gebruik van cloudoplossingen, waardoor 123D Catch bijvoorbeeld mogelijk wordt.

In 2013 heeft Autodesk Tinkercad overgenomen. Tinkercad maakt gebruiksvriendelijke ontwerpsoftware die werkt vanuit een webbrowser en waar dus geen nieuwe programma's voor geïnstalleerd hoeven te worden. Alle zware berekeningen vinden in de cloud plaats. Kinderen vanaf vijf jaar oud kunnen Tinkercad snel onder de knie krijgen en worden zo gestimuleerd creatief te zijn in het 3D-domein. Op Tinkercad worden ook 3D-modellen tussen gebruikers gedeeld en gebruikers bouwen op elkaars werk voort. Daarnaast zijn vrijwel alle 3D-modellen van Tinkercad direct geschikt om te 3D-printen, ofwel door het model te downloaden en thuis te 3D-printen, ofwel door serviceproviders als Shapeways en i.Materialise een 3D-printopdracht te geven.

Met Spark wil Autodesk de ontwikkeling van 3D-printen versnellen door de interoperabiliteit van alle onderdelen van het 3D-maken, materialen, software en hardware, te verbeteren. Autodesk wil de standaardontwikkelomgeving, het standaardbesturingssysteem voor 3D-maken worden. Daarbij trekt het bedrijf een parallel met Google's Android: verschillende producenten en leveranciers kunnen op basis van het platform hun eigen toepassingen ontwikkelen die inspelen op de verschillende marktsegmenten die ze willen bedienen.

Vooralsnog lijkt Autodesk zich met Spark meer op de markt voor thuisprinters te richten, waarmee het niet direct een concurrent is voor de professionele producten van 3D Systems en Stratasys, die het meeste geld verdienen met industriële toepassingen.

Wat ontwerpsoftware voor de professionele markt betreft, is het Franse Dassault Systèmes een belangrijke concurrent voor Autodesk. Dit bedrijf lijkt zich vooralsnog hoofdzakelijk te richten op de professionele markt. Daarnaast is er een versnipperde markt van kleine bedrijven die eenvoudige software leveren voor het maken van 3D-ontwerpen, zoals SketchUp en Blender.

Leveranciers van printerdiensten zoals Shapeways zijn eveneens bezig met het integreren van ontwerpgereedschappen in hun aanbod. Daarnaast is er een levendig aanbod van mobiele apps waarmee gebruikers 3D-ontwerpen en -scans kunnen maken en schetsen kunnen omzetten in 3D-ontwerpen. Adobe, bekend van de grafische ontwerpsoftware en printerformaat PDF, is eveneens bezig om zijn producten geschikt te maken voor 3D-printers. Het integreert de diensten van onder andere Shapeways en Sketchfab, een onlinenetwerk waar 3D-modellen en -ontwerpen en interactieve content kunnen worden gepubliceerd en gedeeld.

## **Opensource**

Ultimaker en Makerbot zijn voorbeelden van bedrijven die voortbouwen en innoveren op basis van het opensourcemodel RepRap. Daarbij zoeken ze verschillende wegen, samen met hun partners. Het lijkt daarmee op

Linux op basis waarvan andere bedrijven hun eigen software bouwen zoals MacOS X, Android en Firefox OS.

Ultimaker heeft open ontwerpen en opensourcesoftware. Het bedrijf zet in op een hoge snelheid van innoveren en constante verbetering van de ontwerpen door een actieve gebruikerscommunity. Ultimaker levert naast een kant-en-klare 3D-printer ook bouwpakketten. Omdat de ontwerpen open zijn, kan in principe iedereen voortbouwen op het werk van Ultimaker en RepRap.

Makerbot is ontstaan uit de open hardwarebeweging, maar veranderde zijn strategie. MakerBot kwam onder vuur te liggen bij de trouwe fans toen het in 2012 bekendmaakte dat het de ontwerpen van zijn nieuwe thuisprinter, de Replicator 2, niet meer openbaar zou maken. Makerbot beargumenteerde deze stap als volgt: 'For the Replicator 2, we will not share the way the physical machine is designed or our GUI because we don't think carbon-copy cloning is acceptable and carbon-copy clones undermine our ability to pay people to do development.' Daarmee verwees Makerbot naar de fabrikant Tangibot die een exacte kopie wilde maken van de Replicator 1 van Makerbot en tevergeefs geprobeerd had om daarvoor via crowdfunding voldoende geld binnen te halen. Tangibot wilde daarmee precies doen wat Makerbot had gedaan met de oorspronkelijke RepRap-printer.

Gebruikers waren dubbel bezorgd door de overname van Makerbot door Stratasys omdat Makerbot een actieve onlinecommunity had, Thingiverse, waar ontwerpen en modellen vrijelijk konden worden uitgewisseld. Sinds de overname is Makerbot strikter geworden in de modellen die het wel of niet toelaat, zeker als inbreuk op eigendomsrechten van derden wordt voorzien. Het bedrijf probeert om de koppeling tussen de gemeenschap en de eigen printer sterker te maken. Steeds meer is Makerbot zich dus aan het ontwikkelen tot een gesloten hardwarespeler. Het lijkt op de ontwikkeling die Google met Android doormaakt.

In 2012 werd de Open Source Hardware Association opgericht om ervoor te zorgen dat de belangen en uitgangspunten van de opensourcegemeenschap werden beschermd. Het legt vast onder welke principes ontwerpen mogen worden gebruikt en aangepast en hoe die vervolgens weer gedeeld moeten worden. Dit in navolging van de opensource softwaregemeenschap

die onder andere de GNU Public Licenses ontwikkelt. Het uitgangspunt van open hardware is dat de ontwerpen publiek beschikbaar worden gemaakt, zodat iedereen het ontwerp kan bestuderen, wijzigen, verspreiden, maken en verkopen of er producten op kan baseren. Het heeft daarbij de voorkeur dat de hardware en de ontwerpen gebruikmaken van ruim beschikbare componenten, materialen, processen en technieken.

### **Printen als dienst**

Aanbieders van printdiensten zijn in opkomst. Zij maken 3D-produceren toegankelijk voor een brede groep fanatieke gebruikers en gewone consumenten. Allereerst is er een groep dienstverleners die hoogwaardige productiemogelijkheden aanbiedt aan consumenten en ontwerpers. Deze kunnen hun eigen ontwerpen insturen of uit een marktplaats bestaande ontwerpen kiezen en laten printen. Gebruikers krijgen zo toegang tot hoogwaardige printmogelijkheden. De aanschaf en het onderhoud van de machines, het instellen van de machines en het afwerken van de geprinte producten wordt door deze bedrijven verzorgd. Daarnaast zijn er bedrijven die samen 3D-printingtechnieken ontwikkelen en hun kennis aanbieden aan zakelijke klanten die nieuwe producten en diensten willen (laten) ontwikkelen en produceren.

#### *Centrale productiefaciliteiten*

Het van oorsprong Nederlandse Shapeways is een centraal productieplatform met een onlinemarktplaats, opgericht in 2007 als spin-off van Philips. Shapeways biedt nu een variëteit aan materialen aan: van plastics tot keramiek en diverse metalen. Shapeways heeft ook een onlinemarktplaats opgezet waarbij ontwerpers hun 3D-modellen kunnen verkopen, vergelijkbaar met de in-appaankopen bij de appstores. Zij kunnen zelf de verkoopprijzen vaststellen en hun marge bepalen bovenop de productieprijs van Shapeways voor het vervaardigen van de 3D-prints. Shapeways heeft hiermee een succesvolle manier gevonden om consumenten hoogwaardige content aan te bieden, de vraag naar 3D-prints te stimuleren en zijn productiecapaciteit beter te vullen.

Op het platform zijn nu meer dan 100.000 modellen beschikbaar en ongeveer 30 apps om modellen te personaliseren. Naast individuele ontwerpers



die 3D-modellen op het platform zetten, zijn er ook starters die cocreatie-apps integreren met het platform. Ook bestaat er veel ontwerpsoftware met integraties naar het platform, zoals Tinkercad en Adobe Photoshop. Op het platform kan feedback worden gegeven op modellen en kunnen ze gewaardeerd worden. Ook is er een actieve community die op het forum en op locatie met elkaar afspreekt.

In 2012 had Shapeways al een miljoen 3D-prints gemaakt voor zijn klanten. In 2013 investeerde Andreessen Horowitz 30 miljoen dollar in Shapeways en heeft Shapeways zijn hoofdkantoor verplaatst naar New York. Het produceert met industriële 3D-printers in eigen huis in Eindhoven en New York en bij externe leveranciers. Er zijn 90 mensen in dienst en het bedrijf groeit nog steeds.

Shapeways is wereldwijd het grootste centrale 3D-printproductieplatform en wordt gevolgd door bijvoorbeeld Sculpteo uit Frankrijk, met meer dan 30.000 publieke modellen, en i.Materialise uit België, met 800 publieke 3D-modellen voor de consumentenmarkt en daarnaast een grote industriële tak met 85 industriële 3D-printers. Het Amerikaanse Staples, marktleider op het gebied van kantoorartikelen, lanceerde in september 2013 zijn printdienst MyEasy3D als eerste in Nederland.

Een andere vorm van dienstverlening wordt verzorgd door een netwerk van zogenaamde FabLabs, lokale werkplaatsen die beschikken over diverse productiemachines, waaronder 3D-printers. Vaak worden deze werkplaatsen gefinancierd door gemeenten, nationale overheden en kennisinstellingen. Ook zijn enkele commerciële FabLabs in opkomst. FabLabs vormen tegelijkertijd ontmoetingsplaatsen waar bezoekers kennis en kunde delen en elkaar inspireren om mooiere en betere producten te maken. FabLabs zijn vaak gratis en toegankelijk voor een breed publiek. Ze zijn populair bij ontwerpers, kunstenaars en jonge, startende bedrijven. De Nederlandse fabrikant van 3D-printer Ultimaker kwam voort uit een FabLab.

#### *Netwerk van werkplaatsen*

FabLabs zijn een wereldwijd netwerk van lokale, coöperatieve werkplaatsen waar uitvinders, ontwikkelaars, kunstenaars en consumenten gezamenlijk gebruik kunnen maken van openbare digitale productiemachines. Het machinepark bestaat onder andere uit computergestuurde 3D-print-

ters, lasersnijders en CNC-frezen. Het eerste FabLab ontstond vanuit het Center for Bits and Atoms in het Media Lab van het Massachusetts Institute of Technology (MIT) in 2001. In 2013 zijn er tegen de 300 verschillende FabLabs wereldwijd, waarvan er 22 in Nederland gerealiseerd of gepland zijn. Nederland is daarin wereldwijd een koploper geweest en heeft per inwoner relatief veel FabLabs. De makersbeweging is mede hierdoor sterk ontwikkeld in Nederland.

In de VS is ook een commerciële variant van een FabLab ontstaan: de TechShop. TechShop gebruikt een abonnementenmodel zoals in een fitnessclub en heeft zeven vestigingen. De TechShops zijn voor hun leden elke dag en avond toegankelijk en leden mogen, na specifieke trainingen gevolgd te hebben, voor 125 dollar per maand zelfstandig complexe machines gebruiken. TechShop is ook interessant voor industriële partijen en werkt samen met of wordt gesponsord door technologiebedrijven als BMW, Intel, DARPA, Ford en Autodesk. Deze bedrijven willen daarmee een bredere bevolkingsgroep leren omgaan met de technologie. Dankzij de sponsoring zijn TechShops nog beter uitgerust met machines dan de overheidsgefinancierde FabLabs. In Nederland heeft iFabrica in Amsterdam in 2013 ook een commerciële werkplaats opgezet met een abonnementsmodel.

Daarnaast zijn er bedrijven die een makelaars- en schakelfunctie vervullen tussen eigenaren van productiefaciliteiten, ontwerpers, financiers en gebruikers. Bedrijven als 3D Hubs, Ponoko en Make XYZ faciliteren een netwerk van eigenaren van thuisprinters, waardoor een netwerk van kleinschalige productiefaciliteiten ontstaat.

#### *Decentrale productiefaciliteit*

Het Amsterdamse bedrijf 3D Hubs bundelt lokale productiecapaciteit van 3D-printers en biedt zijn klanten de mogelijkheid aan om 3D-modellen via 3D Hubs in de buurt te laten produceren. Iedere 3D-printer met onbenutte productiecapaciteit kan op het platform worden aangesloten en zo beter worden benut. Eigenaren van 3D-printers kunnen de aanschaf van hun machine zo eerder terugverdienen. Het bedrijfsmodel van 3D Hubs is gebaseerd op het principe van de *sharing economy* en vergelijkbaar met dat van Airbnb en Uber.

Na ruim een jaar beschikte de website al over meer dan 4000 lokale 3D-printers en eind 2013 over ruim 11.000. 3D Hubs is onafhankelijk van 3D-printerfabrikanten. 3D Hubs focust nu op de maakzijde van zijn platform en stimuleert de vraagkant door integraties met bijvoorbeeld het Autodesk 123D-platform.

Concurrerende decentrale platformen zijn Ponoko, dat is gericht op lokale professionele productiepartners, en Make XYZ dat decentraal produceert in met name de VS). UPS is in de VS ook op zes locaties begonnen met het aanbieden van 3D-printservices in UPS-winkels. UPS richt zich met name op starters en het mkb om voor hen ter plekke prototypes te maken en zo hun productontwikkelingsproces te versnellen. In de toekomst hoeven bestellingen niet meer wereldwijd fysiek verzonden te worden, maar kunnen ze lokaal worden geproduceerd worden met 3D-printers.

### **Integratie met onlinemarktplaatsen**

In de voorgaande ontwikkelingen blijken onlinegebruikersgemeenschappen en marktplaatsen waar ideeën, ontwerpers en vragers elkaar kunnen ontmoeten, een belangrijke positie in te nemen. Zowel printerfabrikanten, softwareleveranciers en dienstverleners hebben een marktplaats geïntegreerd in hun dienstverlening.

Hierbij kunnen parallellen getrokken worden met de opkomst van de appstores voor mobiele toepassingen. Gebruikersgroepen kunnen waarde toevoegen aan het platform en een belangrijke rol spelen in het cocreëren van producten en diensten en in het evalueren van ontwerpen: welke zijn kansrijk en welke niet.

Met de integratie van de marktplaatsen in hun bedrijfsvoering lijken de spelers te anticiperen op het ontstaan van een platformdynamiek waarbij het aantal gebruikers medebepalend zal zijn voor het succes van het platform, en niet zozeer de gebruikte printtechniek ofwel de machine.

Zeker wanneer de gevestigde grote industrieën meer samenwerking zoeken met de makersbeweging, worden deze onlinegemeenschappen belangrijker. Hier lijkt een strijd gaande te zijn om wie de grootste database bezit en de interessantste gemeenschap van gebruikers en ontwerpers

aan zich weet te binden. De winnaar kan hier profiteren van netwerkeffecten waarbij populaire platformen steeds populairder worden.

Sommigen zien de makersbeweging met haar levendige marktplaats en uitwisseling van ontwerpen en ideeën bovendien als een voorloper van de dynamiek die de maakindustrie zelf ook te wachten staat. ABN AMRO (2012) noemt cocreatie en 3D-printing een gouden belofte voor de Nederlandse industrie om harde waardecreatie te realiseren. Dit past bij een digitale disruptie die internet teweeg heeft gebracht in onder andere desktoppublishing en contentdistributie. Hier zagen we uiteindelijk ook dat bedrijven uit de post en logistiek concurreerden met de printerfabrikanten die printdiensten opzetten, bijvoorbeeld voor het printen van bankafschriften.

We zien dan ook nieuwe toetreders als Staples en UPS die zich op 3D-printen storten en bekijken hoe zij daarmee hun huidige business kunnen versterken of vernieuwen. 3D-ontwerpen kunnen door aanbieders geüpload worden naar UPS die ze vervolgens print in het distributiecentrum dat zich het dichtst bij de klant bevindt.

## **Websites voor het uitwisselen van ontwerpen**

Thingiverse is een website waar zelf ontworpen 3D-modellen worden gedeeld. Dit zijn met name opensource hardwareontwerpen van bijvoorbeeld reparatieonderdelen, speelgoed en andere gebruiksvoorwerpen. Ontwerpers kunnen zelf kiezen met welke (opensource) licentie ze hun ontwerp willen delen. Dat kan met bijvoorbeeld GNU General Public License of Creative Commons licenties. De ontwerpen zijn niet alleen gericht op 3D-printers, maar ook op andere digitale productieapparatuur die bereikbaar is geworden voor het grote publiek: lasersnijders en computergestuurde freesmachines.

Thingiverse is zeer populair in de makersbeweging en doe-het-zelftechnologie en sluit goed aan op eenvoudige 3D-printers als RepRap en varianten daarop zoals Makerbot en Ultimaker. Er zijn talloze technische projecten die Thingiverse gebruiken als de centrale opslag voor hun ontwerpen.

Thingiverse is een omgeving waar originele ontwerpen, daarvan afgeleide ontwerpen en mash-ups, fusies van ontwerpen, worden gedeeld. Dit zorgt ervoor dat gebruikers van bijvoorbeeld een MakerBot 3D-printer makkelijk toegang hebben tot een verscheidenheid aan 3D-ontwerpen en niet zelf vaardig hoeven te zijn in het ontwerpen met CAD-programma's. Ongetrainde gebruikers kunnen ook geïntegreerde cocreatie-apps gebruiken om op een simpele manier 3D-modellen naar hun smaak aan te passen. Voor MakerBot creëert dit indirect marktverraag naar zijn 3D-printers.

Thingiverse is in november 2008 opgezet door de oprichters van MakerBot Industries, die in 2009 de MakerBot 3D-printer als zelfbouwkit op de markt brachten. In november 2012 waren 25.000 ontwerpen naar het platform geüpload en in juni 2013 al meer dan 100.000. Hoewel dus veel amateurontwerpers het platform goed weten te vinden, zijn er nog weinig professionele integraties van derde partijen met dit platform. In juni 2013 werd MakerBot en het daarbij horende Thingiverse-platform overgenomen voor 403 miljoen dollar door de industriële 3D-printerreus Stratasys. Daarmee kreeg Stratasys een stevige poot aan de grond in de consumenten- en mkb-markt. Stratasys biedt naast de ontwikkeling en verkoop van industriële 3D-printers ook de RedEye industriële 3D-printdienst aan voor prototypes en kleine serieproducties. MakerBot biedt ook een 3D-scanner aan, de Digitizer en verkoopt ook 3D-printmaterialen.

Alternatieve platformen voor Thingiverse zijn bijvoorbeeld Cubify van 3D Systems en YouMagine van het Nederlandse Ultimaker.

### **Gezamenlijke investeringen en technologieontwikkeling**

Industriële maakbedrijven zijn vooral geïnteresseerd in printers die in staat zijn hoogwaardige, complexe producten te maken. Deze machines kosten al snel € 100.000 tot € 1.000.000 per stuk. In de nog jonge markt is het nog onzeker of deze machines zich op tijd zullen terugverdienen. De ontwikkelingen gaan zo snel, dat gekochte machines ook snel kunnen worden ingehaald door nieuwe, betere machines. Door investeringen in productiemachines te delen en samen op te trekken in de verdere ontwikkeling van de technologie reduceren de aangesloten bedrijven dit risico.

Tegelijkertijd kunnen ze toch beschikken over hoogwaardige 3D-printers en die als dienst aan klanten aanbieden of integreren in het productieproces. Mkb-bedrijven kunnen als klant toegang krijgen tot een one-stop-shop waar ze geholpen worden met het ontwikkelen, ontwerpen en maken van een product of component.

Een voorbeeld van een groep samenwerkende bedrijven is het Nederlandse AddLab. Naast het delen van productiecapaciteit doen de partners gezamenlijk kennis en ervaring op met de nieuwe mogelijkheden van 3D-printen. Zij zijn zorgvuldig geselecteerd: ze zijn leidend in hun marktsegment, beschikken over aanvullende competenties en zijn geen directe concurrenten van elkaar.

Er zijn internationaal diverse programma's in ontwikkeling waarbij bedrijven gezamenlijk nieuwe technieken en gereedschappen ontwikkelen en kennis en ervaring delen. Sommige zijn meer gesloten, anderen meer open en worden getrokken door kennisinstituten.

## **Industriële samenwerking**

AddLab is in 2013 door Additive Industries opgezet als een samenwerkingsverband tussen verschillende spelers in de maakindustrie uit de regio Eindhoven. AddLab richt zich op de fabricage van functionele metalen onderdelen met 3D-printers. De kennis, omzet en getrainde arbeidskrachten zijn op dit moment onvoldoende voor individuele spelers om zelfstandig een faciliteit op te zetten. AddLab bundelt en deelt van alle partners de kennisontwikkeling van 3D-design, de klantvraag en de gekwalificeerde arbeidskrachten voor de nabehandeling.

In het AddLab delen de partners onderling een deel van de 3D-modellen en optimaliseren ze die gezamenlijk. Voor industriële toepassingen zijn de mechanische, chemische en warmtegeleidende aspecten van functionele onderdelen heel belangrijk, dus vindt op dat vlak meer onderzoek en optimalisatie plaats. Binnen AddLab wordt gezamenlijk gewerkt aan het testen en kwalificeren van materialen en nabehandelingstechnologieën.

ManSYS is als platform nog niet gelanceerd, maar heeft als doel een systeem te worden om beslissingen te ondersteunen en een robuust supply chain managementsysteem te worden om productie en levering van hoge kwaliteit, gepersonaliseerde producten en diensten te faciliteren. Het ondersteunen van beslissingen richt zich op het optimaliseren van 3D-ontwerpen, kwaliteitsborging en nabehandeling. De supply chain managementkant van het platform richt zich ondermeer op planning en robuustheid. ManSYS wil co-evolutie van producten bereiken door de interactie tussen partners in de supply chain te stimuleren.

TNO werkt ook met andere partijen samen aan de ontwikkeling van 3D-printen. De afgelopen jaren is het Additive Manufacturing Platform actief dat samen met verschillende partijen strategisch onderzoek, ontwikkeling en standaardisatie van deze technologie opzet. Het platform wordt gestimuleerd met EU-financiering. De uitkomsten zijn uitsluitend toegankelijk voor leden.

Voor digitale 3D-modellen bestaan uiteenlopende bestandsformaten. Voor verschillende technieken zijn soms speciale bestandsformaten vereist. Daarnaast is er een verscheidenheid aan gepatenteerde productietechnologieën die om technische of commerciële redenen een andere aanpak vragen. Initiatieven als het Europees industrieel 3D-printplatform proberen tot een standaardisatie te komen van de bestandsformaten, materiaalkwaliteit en productieconsistentie.

### **Verdienmodellen**

Er worden verschillende verdienmodellen ontwikkeld rond de maakplatformen, elk met hun eigen gevolgen voor de innovatiedynamiek en economische en maatschappelijke effecten.

Onlinewebsites als Thingiverse zijn een gratis verzamelplek waar ontwerpers hun 3D-ontwerp kunnen plaatsen en waar gebruikers deze gratis kunnen downloaden. De oprichters van Thingiverse en Makerbot verdienen met name aan de verkoop van 3D-printers en materialen. Doordat de content gratis is, trekt het platform veel gebruikers aan en zo worden

marketingkosten voorkomen. Het Autodesk 123D-platform biedt op dit moment zijn eenvoudige ontwerptools en verzamelplek eveneens gratis aan. Het verdient met name door het aantrekken van nieuwe (consumenten)doelgroepen voor zijn betaalde professionele ontwerpsoftware.

Aanbieders van 3D-printen als dienst verdienen met name aan de productie. De prijs van een product bij Shapeways is opgebouwd uit de kosten van het type materiaal, het gewicht of volume van de 3D-print en een eventuele marge voor de ontwerper. De ontwerper kan zelf de verkoopprijs bepalen. Shapeways brengt dan de kosten voor productie en logistiek in rekening. Marktplaatsen als 3D Hubs en CG Trader verdienen per transactie ongeveer 10% tot 20% voor bemiddeling tussen vragers en aanbieders.

Platformspelers als Stratasys en Autodesk kiezen ervoor om naast klantenbinding door merkopbouw, marketing en goede dienstverlening ook hun positie te controleren via materialen, hardware, software en 3D-content.

De meeste materialen, zoals kunststoffen, gips en metalen, zijn algemeen verkrijgbaar op de wereldmarkt. Bij printers voor de thuismarkt en de mkb-markt zijn plastics de meest toegepaste materialen. Deze zijn bij veel verschillende leveranciers te koop. Chemiebedrijf DSM richt zich nu naast de massaproductiemarkt ook op de 3D-printmarkt. Spelers kunnen zich onderscheiden op het gebied van kwaliteit door minder printfouten te maken of een betere afwerking te leveren.

Materialen worden verder op twee andere manieren ingezet om marktposities te beschermen. In de consumentenmarkt bestaan enkele typen 3D-printers, bijvoorbeeld van 3D Systems, die alleen beschermde materiaacartridges kunnen gebruiken. Hierdoor zijn de machineaanschaffkosten relatief laag en de materiaalkosten relatief hoog. Met dit model werd HP groot in de markt voor inktjetprinters.

Daarnaast koppelen de fabrikanten van industriële 3D-printers aan de verkoop van machines vaak een contract voor onderhoud, verbruiksartikelen en grondstoffen. Ze verstevigen die positie door klanten via voorwaarden ook te dwingen om alleen hun verbruiksartikelen of grondstoffen te gebruiken.



Op het gebied van hardware zijn veel patenten gebruikt om marktposities te beschermen en nu die verlopen, ontstaat een nieuwe dynamiek. Het door 3D Systems overgenomen Z Corporation was lange tijd de enige partij die een printer kon maken die full colour kon printen. De afgelopen jaren zijn er ook alternatieve technologieën op de markt gekomen.

Ook op het gebied van ontwerpsoftware bestaan er al lange tijd verschillende succesvolle spelers naast elkaar. Naast Autodesk met AutoCAD en Dassault Systèmes met Solidworks zijn er veel andere gesloten en open softwarealternatieven, zoals Blender. Alle 3D-printplatformen draaien op gesloten servers en hun programmeercode is dus moeilijk te kopiëren. Op dit moment lijken er geen software- of dienstenpatenten de opkomst van 3D-printplatformen in de weg te zitten. Jaarlijks worden nieuwe platformen opgericht zonder dat daarover grote rechtszaken worden gevoerd.

Voor softwareontwikkelaars geldt dat ze zo veel mogelijk softwareproducten of softwareabonnementen willen verkopen om een gezond bedrijf te worden en te blijven. Ontwikkelaars van 3D-software hebben zich decennialang gericht op de professionele gebruiker, maar ontdekken nu ook het potentieel van de consumentenmarkt. Ze komen nu met software die veel gebruiksvriendelijker is en ze ontwikkelen nieuwe verdienmodellen waarbij software geen eindproduct is maar onderdeel van de dienstverlening.

Er bestaan nog geen opensource-alternatieven zoals WordPress dat is voor blogplatformen. De 3D-modellen op de platformen worden naar gelang het verdienmodel gesloten gehouden of open gemaakt met GNU en Creative Commonslicenties. De platformen die de beste of mooiste content verzamelen en beschikbaar maken voor hun gebruikers, zullen ook het meeste waard worden in de toekomst. En hoewel er goede pogingen worden gedaan met geautomatiseerde creativiteit via cocreatie-apps, zal de creativiteit van menselijke ontwerpers de belangrijkste waarde voor 3D-printplatformen blijven.

## 4.4 Maatschappelijke uitdagingen

De huidige ontwikkelingen brengen verschillende strategische uitdagingen met zich mee voor Nederlandse bedrijven en overheden.

### Eigendomsrechten

Intellectuele eigendomsrechten spelen een belangrijke rol bij de ontwikkelingen rond 3D-printing. Op dit moment zijn er nog geen specifieke regels in de wet te vinden met betrekking tot 3D-printen. Wel spelen de volgende rechten een rol:

- Octrooirecht: voor de bescherming van technische vindingen, technologieën en materialen.
- Auteursrecht: gericht op het beschermen van een boek, film of tekening. 3D-printen wordt eveneens gezien als verveelvoudiging en openbaarmaking van een geestelijk eigendom.
- Merkenrecht: waar het namen, logo's, beeldmerken en kleurencombinaties betreft.
- Modellenrecht: beschermt de karakteristieke vorm en het uiterlijk van producten.

Daarnaast is er een indirecte mogelijkheid om producten te kopiëren door het maken van een 3D-scan en die vervolgens te printen. Dit lijkt op de discussie die we bij internet zagen over het maken van een thuiskopie. Het verspreiden van de scan kan wel strafbaar zijn, om die reden is het piraterijbestrijders gelukt websites als Mininova gesloten te krijgen.

Patenten kunnen een grote belemmering vormen voor innovatie, zeker wanneer bepaalde bedrijven sleutelposities innemen. In 3D-printplatformen worden opensourcesoftware en -hardware, Creative Commons-licenties op 3D-ontwerpen veelvuldig toegepast. De snelle ontwikkeling van 3D-printers voor de thuismarkt is met name te danken aan het vrijvallen van bepaalde patenten. Nederlandse bedrijven als Ultimaker en Felix Robotics hebben hiervan geprofiteerd.

Toch voert de industriële 3D-printerfabrikant Stratasys op dit moment rechtszaken tegen kleine partijen over de mogelijke inbreuk op nog lopende patenten. Stratasys heeft nu ook het 3D-printplatform Thingiverse

in handen en zal dus uiterst kritisch kijken welke content er via deze websites worden uitgewisseld. In de loop van 2014 verlopen verschillende patenten die het mogelijk maken hoogwaardige plastic eindproducten te maken. Wellicht komen deze technieken nu ook voor de consumentenmarkt beschikbaar, zoals enkele jaren geleden gebeurde dankzij de RepRap.

Op dit moment worden er zo veel originele 3D-ontwerpen gepubliceerd op platformen als Thingiverse en Shapeways dat namaakproducten weinig aandacht krijgen van eindgebruikers. Er bestaan wel een paar voorbeelden van inbreuk op intellectueel eigendom. Zo heeft het Amerikaanse HBO al waarschuwingsbrieven gestuurd naar ontwerpers die vermeend inbreuk maakten op het intellectueel eigendom door een iPhone-houder te ontwerpen gebaseerd op de populaire HBO-serie 'Game of Thrones'. Dit leverde HBO slechte publiciteit op, want ze tikten hun eigen fans op de vingers. Had HBO deze fans niet ook een licentieovereenkomst kunnen aanbieden? We zien dat bedrijven hier met dezelfde vragen geconfronteerd worden als met het kopiëren van muziek, films en boeken door consumenten. De muziek-, video- en publishingindustrie vervreemdden zich jarenlang van hun klanten. Zou het mogelijk zijn om de synergie met de fans te zoeken in plaats van met hen in gevecht te gaan?

De verspreiding van illegale en namaak 3D-modellen zal net als in de muziek- en video-industrie lastig tegen te houden zijn. Hoewel The Pirate Bay al enige tijd 3D-modellen ter downloading aanbiedt, zijn dat nog een zeer beperkte aantallen: 157 modellen in november 2013, waaronder het Liberator-pistool en het Grizzly-geweer, maar ook originele en legale ontwerpen. De officiële 3D-printplatformen overtreffen The Pirate Bay ruimschoots op het gebied van gebruiksgemak en aanbod van 3D-modellen.

### **Concurrentiepositie van Nederland**

Het is opvallend dat vooral Amerikaanse spelers actief zijn in de beschreven consolidaties. Europese spelers, zoals het Nederlandse Ultimaker, kiezen een opensourcestrategie. Het Franse Dassault Systèmes, maker van ontwerpsoftware, en de Duitse fabrikanten van hoogwaardige laser-gebaseerde 3D-printers, lijken zich vooralsnog vooral te richten op de industriële omgeving. Sommigen verwachten nog een nieuwe consolidatiegolf waarbij deze professionele fabrikanten samengaan met de meer op consumenten gerichte machinemakers. De grote vraag blijft wat de

uitkomst van de consolidatiegolf zal zijn en wie er als winnaars uit de strijd gaan komen, met andere woorden: welke platformstrategie het meest succesvol zal blijken te zijn. In hoofdstuk 2 zagen we dat bij de appstores dat zowel bedrijven met wortels in de hardware en met een gesloten strategie (Apple) als spelers uit de dienstverlening met een open benadering (Google) als winnaar uit de bus kunnen komen.

Aandachtspunt is wel dat de ontwikkelingen richting platformen vooral door Amerikaanse spelers wordt ingezet. Europese spelers lijken hier vooralsnog niet echt mee bezig te zijn. Wel heeft Europa enkele belangrijke technologisch superieure competenties in huis, onder andere op het gebied van het printen van metalen en elektronica. Met Océ en ASML heeft Nederland op het gebied van productiemachines bewezen een wereldspeler te kunnen zijn. Een mogelijk probleem is echter dat technische superioriteit niet bepalend is voor een succesvol platform.

Op dit moment lijkt er nog geen sprake te zijn van *lock-in*effecten. Wel zien we dat de bedrijven Stratasys en Autodesk met hun uitgebreide geïntegreerde productportfolio's in de consolidatiegolf voorlopen op hun directe concurrenten. Zij zetten de nieuwe standaarden en ontwikkelen nieuwe verdienmodellen, bijvoorbeeld gericht op het verkopen van printmaterialen of licenties op de software. Ze integreren steeds meer dienstverlening en creëren daarmee een gebruikersbasis die hun een voorsprong geeft op concurrenten. Bedrijven die eenmaal voor het platform van een fabrikant hebben gekozen, kunnen drempels ervaren om over te stappen. Het Nederlandse Shapeways was er vroeg bij en groeit vooral in de VS snel. Er is geen duidelijke landelijke industrievisie vanuit Nederland waarbij ontwerpersgemeenschappen, dienstverleners op het gebied van printen, logistieke bedrijven en de maakindustrie samen om tafel zitten om een geïntegreerde waardeketen te bouwen of strategische posities in deze ketens te verwerven.

Aan de professionele kant moeten zij zich nog een positie zien te verwerven ten opzichte van de bestaande productietechnieken. Aan de kant van de makersbeweging hebben ze enkele leidende gebruikersplatformen overgenomen, maar zijn er nog voldoende alternatieven en een levendige opensourcegemeenschappen. Deze hebben echter last van versnippering en in toenemende mate gaat hier een discussie over eigendomsrechten spelen.

### **Bredere visie op het industriebeleid nodig**

De Amerikaanse overheid zet groot in op 3D-printen en heeft dit onderdeel gemaakt van een visie op het versterken van de maakindustrie. Na de State of the Union van President Obama in 2013 (Witte Huis, 2013b) zijn de ambities voor 3D-printen nog groter geworden. Zo vraagt het Witte Huis in juli 2013 de steun van het Congres om 45 nieuwe instituten voor de ontwikkeling van 3D-printtechnieken en -productie op te zetten. Het creëren van nieuwe banen is daarbij een speerpunt.

De Duitse overheid en het bedrijfsleven hebben eveneens een nationaal initiatief opgezet onder de naam Industrie 4.0 waarbij intelligente en flexibele productie een belangrijke rol speelt. De Duitse overheid probeert daarmee de toekomst van de maakindustrie in Duitsland te versterken en verdedigen (BMBF, 2012). China, nu nog de productieregio voor de wereld, heeft eveneens grote plannen met 3D-printen.

Nederland heeft anno 2014 een bescheiden positie op de wereldmarkt. Ondanks het gebrek aan industriële 3D-printerfabrikanten zijn er in Nederland wel verschillende 3D-printerfabrikanten, zoals Ultimaker, die zich qua technische mogelijkheden en marktaandeel kunnen meten met de wereldtop. Ook is er een levendige groep van FabLabs die digitale productie bereikbaar heeft gemaakt in bijna iedere provincie. Startende ondernemingen als Shapeways en 3D Hubs spelen mee op wereldschaal en trekken buitenlandse investeringen aan. Bovendien waren deze spelers er vroeg bij en hebben ze nog een voorsprong op de volgers. Zij zouden het initiatief kunnen nemen bij een komende consolidatiegolf.

Onderzoeksinstituut TNO heeft diverse programma's op het gebied van additive manufacturing en rapid prototyping en neemt deel in diverse Europese consortia. De Nederlandse logistieke sector is sterk en heeft eveneens een strategisch belang betrokken te zijn bij deze ontwikkelingen. Op het gebied van industriële 3D-printtechnologie loopt Nederland achter bij de VS, Duitsland en België. De roadmap van Innovatie Zuid (2013) voor 3D-printen zet in op de industriële 3D-printmarkt voor de zuidelijke Nederlandse provincies.

Het kan best zijn dat Amerika of Duitsland vanwege hun sterke maakindustrie en omvang uiteindelijk leiders zullen worden in de maakplatformen van de toekomst. Dan is het uiterst belangrijk dat Nederlandse spelers zich in deze maakplatformen en ecosystemen goed positioneren.

De Nederlandse overheid kan de toegang tot digitale productietechnologie voor uitvinders, mkb en grote bedrijven stimuleren door nabijheid in de lokale omgeving en door laagdrempelige kosten. De groei van het aantal FabLabs en commerciële makerswerkplaatsen kan door iedere gemeente gestimuleerd worden.

In de afgelopen jaren hebben we gezien dat Nederland succesvolle starters in de 3D-printmarkt voortbrengt, zoals Shapeways, Freedom of Creation en Freshfiber. De laatste twee zijn opgegaan in het Cubify 3D-printplatform van het Amerikaanse 3D Systems. Zo bouwt Shapeways aan wereldwijde groei met zijn 3D-printplatform en heeft het zijn hoofdkantoor verplaatst naar New York. Het bedrijf kan in Amerika investeringskapitaal aantrekken om door te groeien.

Start-up accelerators en incubators als Rockstart zijn begonnen met investeren in 3D-printstarters. Hun eerste twee 3D-printstarters, 3D Hubs en Zazzy, zijn beide groeiende 3D-printplatformen. Veel incubators zijn gericht op online- en mobiele dienstverlening. Hier ligt een kans om meer incubators voor hardware-innovaties en 3D-printplatformen op te zetten. Hiervoor zouden samenwerkingen met FabLabs en commerciële werkplaatsen aangegaan moeten worden.

### **Terugkeer van de maakindustrie?**

Ondanks diverse inspanningen blijft het de vraag hoe overheden de veelbelovende nieuwe ontwikkelingen rond maakplatformen kunnen inzetten om de economische bedrijvigheid in hun eigen regio of land te vergroten. Zorgt 3D-printen daadwerkelijk voor de gehoopte terugkeer van de maakindustrie naar het Westen?

Zeker is dat het antwoord op de vraag niet gevonden kan worden door te kijken naar apparatuur en software, maar dat de mogelijkheden liggen in geïntegreerde en geconvergeerde diensten, waarbij de toegevoegde waarde voor de eindgebruiker voorop staat. Nederland is een sterke spe-

ler op het gebied van maakindustrie, maar wordt vooral gezien als een nichespeler. Sommigen voorzien dat 3D-printen en 4D-printen in de toekomst een bijl leggen aan de wortel van de huidige semiconductorindustrie. Zelfassemblerende nanomoleculen en geprinte elektronica kunnen een potentiële 'ASML-killer' worden omdat de technologie naar verwachting veel goedkoper is en minder berust op massaproductie en minder vraagt om grote investeringen in dure productiefaciliteiten.

Creatieve verdienmodellen en nieuwe combinaties van producten, logistiek en diensten, daar zal het steeds meer om draaien. Spelers die deze nieuwe functies weten te integreren in hun aanbod, kunnen optimaal profiteren van de nieuwe maakplatformen in opkomst. Ketens zijn per definitie internationaal. Vooruitdenkend en kijkend vanuit geïntegreerde maakplatformen is het belangrijk dat Nederland toegang houdt tot deze platformen en de ontwikkelde technologie. Alleen op die manier kan het profiteren van de verdere bundeling en integratie van ontwerpen, produceren, logistiek en distributie. Het is daarom belangrijk om de ontwikkeling van de nieuwe maakplatformen, de rol die spelers daarbij op zich nemen als platformprovider en de standaarden die ontwikkeld worden, nauwlettend te volgen en aansluiting te houden.

Het verbinden en vervlechten van maakfuncties met creatieve functies zoals ontwerpen en vermarkten, de logistiek en de distributie, waar Nederland sterk in is, biedt kansen. Het kan slim zijn op in te zetten op het ontwikkelen van toepassingen op de nieuwe maakplatformen. Gezien het grote belang dat landen als VS, Japan en Duitsland hechten aan de maakindustrie in hun eigen land, valt een sturing door platformproviders, al dan niet gestimuleerd door overheidsbeleid, niet uit te sluiten. Verdere consolidatie kan ertoe leiden dat de grote spelers groter worden doordat zij focus en massa kunnen organiseren en kunnen profiteren van schaalgrootte.

# De kracht van platformen

Nieuwe strategieën voor innoveren  
in een digitaliserende wereld

**Maurits Kreijveld**

met medewerking van  
Jasper Deuten en Rinie van Est