

# Introductie 3D-printen

(5-7-2014)

Gerrit van Eindhoven

<http://www.gerritintiny.nl/>

Voorwoord.....	2
Wat is 3D-printen? .....	2
Toepassingen .....	2
Materialen .....	3
Afmetingen.....	4
Huidige 3D-printers.....	4
- Printkopsysteem.....	4
- Poederprintsysteem .....	5
Modellen maken.....	6
Een eigen model laten printen .....	7
Voorbeeld van een 3D-print .....	7
Conclusie .....	8

## Voorwoord

In de pers en overige media verschijnen regelmatig publicaties over het maken van voorwerpen met een 3D-printer.

Meestal zijn die verhalen zeer enthousiast, suggereren ze onbeperkte mogelijkheden maar geven ze nauwelijks informatie over de reële toepasbaarheid op dit moment.

In dit artikel ga ik proberen e.e.a. te verduidelijken, dit naar aanleiding van mijn recente ervaringen met deze mooie techniek.

## Wat is 3D-printen?

3D-printen is het maken van voorwerpen door deze met een speciaal printstelsel, de 3D-printer, laag voor laag op te bouwen. Dit houdt in dat het printen behoorlijk tijdrovend kan zijn.

Vooraf voor enkelvoudige zoals een prototype of kleine seriefabricages met een beperkt materiaalvolume is het echter een aantrekkelijke methode.

Ook zijn met 3D-printen vormen mogelijk die met andere technieken niet of nauwelijks maakbaar zijn bv. holle wanden en losse voorwerpen in elkaar.

Bij grotere series en materiaalvolumes zullen de conventionele productietechnieken zoals bv. spuitgieten van kunststof en CNC-verspanen van metaal voorlopig echter een voorsprong behouden wat kostprijs en procestijd betreft.

Om een 3D-printer aan te kunnen sturen zal men van het gewenste product eerst een z.g. digitaal model moeten maken in een daarvoor geschikt 3D-tekenprogramma.

Van dit model moet dan weer een speciaal bestand, meestal in .stl-formaat, worden gemaakt waarmee de printer wordt geprogrammeerd. Voor het maken van het model moet men wel over de benodigde kennis en kunde beschikken.

## Toepassingen

Het 3D-printen wordt al zeer veel toegepast bij het maken van verschillende soorten voorwerpen.

De belangrijkste soorten zijn:

- Sieraden/artistiek/persoonlijke voorwerpen

Deze voorwerpen hebben als kenmerk dat vorm en kleur het belangrijkste is. Materiaalkeuze en maatvoering zijn daar meestal minder belangrijk zoals bv. sleutelhangers, naamkaartjes en pennenbakjes.

Het meest gebruikte materiaal hiervoor is PLA (zie Materialen) en de meest gebruikte printtechniek is PDM (zie Huidige 3D-printers)

- Technische voorwerpen

Deze hebben als kenmerk dat ze een functie hebben waarbij materiaaleigenschappen en maatvoering het belangrijkste zijn.

Een veel gebruikt materiaal is nylon en de meeste gebruikte printtechniek is poederprinten..

- Medisch

Hier zijn de toepassingen meestal nog experimenteel.

In de tandtechniek wordt het wel steeds meer toegepast voor het maken gebit-elementen uit keramisch materiaal.

- Diversen

Verder wordt op alle mogelijke terreinen geëxperimenteerd met toepassingen, zoals elementen voor huizenbouw, culinaire versieringen en printen van metalen voorwerpen.

## Materialen

De meest gebruikte materialen bij 3D-printen zijn op dit moment thermoplastische polymeren zoals nylon, ABS en PLA. (Thermoplastisch wil zeggen dat ze bij een hogere temperatuur plastisch worden en zo vervormbaar zijn)

- Nylon is vrij hard en slijtvast en heeft goede glij-eigenschappen.
- ABS (Acrylonitril-butadien-styreen) is een harde, sterke kunststof in veel kleuren. Het wordt bv. gebruikt voor de bekende Lego-bouwblokjes.
- PLA (Polymelkzuur of polylactide) is een vrij nieuwe milieuvriendelijke goedkope kunststof ook in veel kleuren verkrijgbaar. Een groot voordeel is dat het uit plantaardige grondstoffen wordt gemaakt en ook weer biologisch geheel afbreekbaar is.

Daarnaast worden ook al veel andere materialen toegepast, maar dit gebeurt meestal nog in een experimentele fase. Veel onderzoek hierin gebeurt op technische universiteiten in samenwerking met commerciële bedrijven. Voorbeelden van die materialen zijn:

- Metalen (staal, aluminium)  
Als poeder vermengd met een bindmiddel of met een laser gesmolten.
- Keramiek (glas, porcelein, klei)  
Als poeder vermengd met een bindmiddel.
- Hout  
Als poeder vermengd met een bindmiddel

Het bindmiddel is soms een fotopolymeer dat tijdens het printen met UV wordt uitgehard.

Soms moeten de producten na het printen nog nabewerkingen ondergaan zoals sinteren om toegevoegde vulstoffen te verwijderen of de poriën met andere materialen te vullen.

Daar vooral deze categorie nog sterk in ontwikkeling is en minder algemeen toegepast wordt, blijft die hier verder buiten beschouwing.

## Afmetingen

De maximale productafmetingen beperken zich op dit moment meestal tot zo'n 30 cm, afhankelijk van printstelsel en printertype.

Experimentele printers gaan veel verder. Op dit moment staat in China een experimentele printer die voorwerpen tot 12 meter kan printen.

Ook in Nederland staan al printers die metersgrote voorwerpen kunnen printen.

## Huidige 3D-printers.

Deze zijn te onderscheiden in twee groepen.

### - Printkopstelsel

Het meest voorkomende en goedkoopste 3D-printer gebruikt een printtechniek die lijkt op het printen met een inktjetprinter.

Bij een inktjetprinter spuit een printkop door een klein spuitgatje (düse) een inktstof op papier. Door de spuitkop in één richting (de x-richting) en het papier in de andere richting (de y-richting) te verplaatsen kan men een volgende inktstof plaatsen en zo, door dit te herhalen, een patroon bv. een letter of plaatje printen.

Bij de goedkopere 3D-printer gebeurt dit ook, maar wordt zowel de x- als de y-verplaatsing met de spuitkop gedaan. I.p.v. inkt wordt dan meestal een gesmolten kunststofstof geplaatst.

Het kunststofmateriaal wordt meestal in draadvorm aangevoerd naar een verwarmde spuitkop en vandaar door een klein gatje als rups op een tableau gespoten waar het direct uithard.

Is de gehele laag klaar dan zakt het tableau een laagdikte, bv. 0,2 mm, en wordt op de gemaakte laag een volgende aangebracht. Dit wordt herhaald tot alle lagen zijn gemaakt, het product is dan klaar.

Door meerdere düses en verschillende kleuren draad te gebruiken kan men ook voorwerpen printen in meerdere kleuren. Dit stelsel wordt het FDM-stelsel genoemd. (Fused deposition modeling).

De maatnauwkeurigheid wordt voor een groot deel bepaald door de diameter van de düse. Die is meestal groter dan 0,3 mm.

Doordat het productmateriaal dot voor dot en laag voor laag wordt aangebracht is de procestijd vrij lang. Denk aan ongeveer een uur per cm<sup>3</sup> materiaal.

Printers die met dit stelsel werken zijn vrij goedkoop (vanaf €500), de gebruiksmaterialen zijn goed verkrijgbaar en uitermate geschikt voor thuis- en hobbygebruik voor producten waar geen hoge eisen worden gesteld aan een precieze maatvoering.

Één van de meest populaire FDM-printers is de Ultimaker die compleet of als zelfbouwkit voor ± €1000 kan worden aangeschaft. Vooral bij hobbyisten is deze printer zeer gewild.



<https://www.ultimaker.com/>

- Poederprintsysteem.

Er zijn inmiddels verschillende soorten ontwikkeld.

Een veel gebruikte variant werkt als volgt:

Een dun laagje zeer fijn poeder, bv. nylon, wordt als laagje uitgespreid op een tableau en vervolgens met een rakel afgestreaken tot een zeer dun laagje met een dikte van 0,03 tot 0,05 mm overblijft.

In dit poederlaagje wordt met een sterke laserstraal het beeld van de betreffende productlaag getekend waardoor de bestraalde korrels aan elkaar smelten. Dit tekenen en samensmelten gebeurt in een fractie van een seconde.

Daarna daalt het tableau een laagdikte, er wordt nieuw poeder gedeponneerd, afgestreaken en een nieuw laagpatroon geprojecteerd. Dit herhaald zich tot het gehele product klaar is.

Deze methode geeft een zeer fijn gedetailleerd product met maar kleine maatafwijkingen.

Ook zijn de procestijden aanzienlijk korter. Het gebruikte poedermateriaal is echter aanzienlijk duurder en het verzamelen en schoonmaken van de producten uit het overblijvende poeder is meer werk.

Printers van dit type zijn zeer duur en worden daardoor voornamelijk door bedrijven gebruikt waar men printopdrachten kan plaatsen.

Een dergelijk bedrijf is de firma Shapeways, van oorsprong uit Eindhoven maar inmiddels in New York gevestigd met een dependance in Eindhoven.

Meer info op <http://www.shapeways.com/>

Behalve deze laserprinter zijn er nog een aantal andere poederprinter varianten in gebruik.

Één van deze varianten werkt niet met een laserstraal maar spuit met een x-y gestuurde printkop minuscule dotjes waterdunne UV-lijm op de poederlaag. Deze dotjes worden daarna direct met een UV-verlichting uitgehard.

## Modellen maken

Om een voorwerp te kunnen 3d-printen zal eerst een software model van het voorwerp moeten worden gemaakt.

De twee meest voorkomende situaties zijn:

- 1 *Men wil een kopie van een bestaand voorwerp waarvan geen technische tekening kan worden gemaakt, bv. een appel of een geboetseerd beeldje.*

Een mogelijkheid is om van het origineel eerst een serie foto's te maken die men daarna via bv. het programma 123D Cache naar Autodesk kan opsturen. Zij maken dan een .stl-bestand waarmee men een 3d-printer kan aansturen.

Ook zijn er speciale 3D-scanners op de markt waarmee men een voorwerp in 3D kan scannen, bv. een hoofd of zelfs een compleet persoon..

Een beperking van deze methode is dat men alleen uitwendige maar geen inwendige vormen kan vastleggen.

Deze situatie is voor technische producten meestal niet bruikbaar.

Er zijn ook speciale 3d-tekenprogramma's waarmee men, door een bol te vervormen, digitale figuren kan kneden, analoog aan het boetseren met klei, bv. Sculptris, te downloaden op:

<http://pixologic.com/sculptris/>

Ook Hema biedt inmiddels 3D-printdiensten aan. Men kan er zelf sieraden laten printen of zich laten scannen en 3d-printen als beeldje van max. 30cm hoog.

- 2 *Men heeft een ontwerp of voorwerp waarvan wel een technische tekening kan worden gemaakt.*

Dan moeten de volgende stappen worden doorlopen:

- 1 Maak van het product eerst een technische tekening, waarin alle maten worden vastgelegd.

Dit hoeft niet persé een digitale tekening te zijn maar mag uiteraard ook een eenvoudige schets zijn.

- 2 Maak aan de hand van deze tekening een 3D-model met een daarvoor geschikt 3D-tekenprogramma.

Autocad Mechanical is hiervoor uitstekend geschikt maar is een vrij duur professioneel tekenprogramma.

Beschikt men hier niet over dan zijn echter ook een aantal 3D-tekenprogramma's op internet te downloaden bv.:

- DesignSpark Mechanical van RS (gratis)  
RS verleent ook veel andere diensten op 3D-print gebied.  
<http://www.rs-online.com/designspark/electronics/>
- Google Sketchup (gratis)  
<http://www.sketchup.com/products/sketchup-make>
- Blender (gratis)  
<http://www.blender.org/>
- Solid Works (niet gratis)  
<http://www.solidworks.com/>

Voor alle programma's geldt dat men er behoorlijk mee moet oefenen voordat men in staat is om een behoorlijk model te maken.

Voor een aantal programma's zijn ook tutorials op het internet te vinden.

- 3 Heeft men een 3D-model gemaakt dan moet het nog worden omgezet in een speciaal formaat (meest gangbaar is het .stl-formaat) waarmee de 3D-printer kan worden aangestuurd. Nagenoeg alle 3D-tekenprogramma's hebben die mogelijkheid.

## Een eigen model laten printen

Heeft men zelf een digitaal model gemaakt en omgezet in een .stl-bestand dan kan het geprint worden.

Heeft men zelf geen printer dan zijn er inmiddels veel bedrijven waar je je bestand kunt laten printen. Je kunt je bestand daarnaar uploaden en krijgt dan per omgaande een offerte met prijs en levertijd.

Via internet zijn veel van deze bedrijven te vinden, je kunt er meestal ook als particulier terecht o.a. bij:

- Shapeways

<http://www.shapeways.com/>

Hier kan men een eigen ontwerp ook op laten nemen in een bibliotheek

Derden kunnen daaruit dan kiezen om het ook te laten printen. In dat geval krijg je er een vergoeding voor.

- Cadix

<http://www.cadix.nl/tekenbureau/3d-printen>

De prijzen zijn afhankelijk van het gewenste materiaal, materiaolvolume, evt. nabewerking en een vast bedrag startkosten.

Er zijn ook inmiddels ook veel particulieren en hobbyisten die over een 3D-printer beschikken.

Dat zal meestal een FDM-printer zijn.

Dikwijls zijn die zeer bereid om een model voor je uit te printen.

De meesten zijn te vinden op hun community-site:

<http://www.3dhubs.com/>

Bij Hema kan men via internet zelf een sieraad ontwerpen en laten 3D-printen. De ontwerp mogelijkheden zijn nog vrij beperkt.

Ook is het mogelijk om een 3D-scan van een persoon te laten maken en hiervan een beeldje te laten printen. Kijk op:

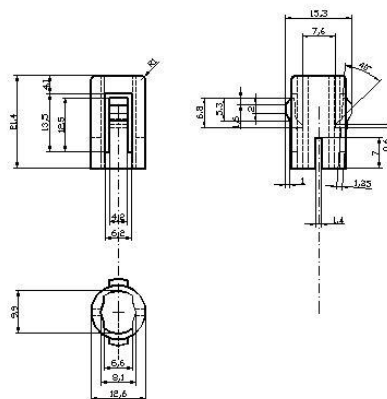
<http://www.z24.nl/ondernemen/3d-printen-bij-hema-laat-een-poppetje-van-jezelf-maken-474144>

## Voorbeeld van een 3D-print

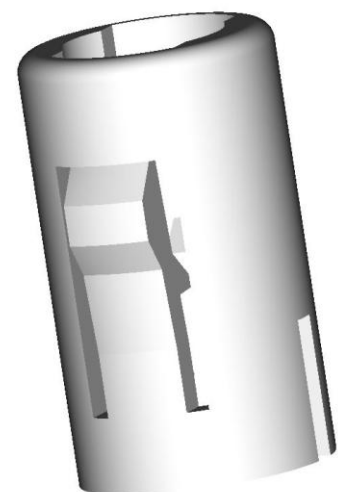
Foto van een bestaand voorwerp met de technische tekening en het digitaal model



Origineel



Tekening



Digitaal model

## Conclusie

Hoewel het 3D-printen eigenlijk nog maar in zijn kinderschoenen staat biedt het steeds meer mogelijkheden om op een snelle, goedkope manier losse of kleine series gecompliceerde voorwerpen te maken.

Het lijkt er op dat het feitelijke printen steeds meer door gespecialiseerde bedrijven gedaan zal worden. Dit is vergelijkbaar met het maken van papieren drukwerk door drukkerijen.

Het ontwerpen en toeleveren van de digitale modellen gebeurt dan door de opdrachtgever, al kan het modellen maken inmiddels ook worden uitbesteed.

De beperkingen liggen op dit moment vooral in de beschikbare materialen, de maatnauwkeurigheid bij kleine voorwerpen, de maximale grootte van het voorwerp en de benodigde printtijd.

Op bedrijven, scholen en universiteiten worden hiernaar veel onderzoek gepleegd, ook in samenwerkingsverbanden.

Hierdoor bevindt het 3D-printen zich nu in een stroomversnelling en zal het in de toekomst veel meer mogelijkheden voor bedrijven en particulieren bieden.

Maar ook op dit moment kan het al van grote betekenis zijn voor bedrijven die een prototype of kleine series van een product nodig hebben. Vooral kostprijs en korte levertijd kan dan bij 3D-printen een groot voordeel zijn. Ook het feit dat de prijs voornamelijk wordt bepaald door het materiaalvolume en dat vormcomplexiteit nauwelijks een rol speelt is dan een groot voordeel.

Ook is het 3D-printen heel goed toegankelijk voor particulieren, zeker als men zelf een FDM-printer, bv. Ultimaker, aanschaft en zich wil verdiepen in het maken van de digitale modellen met de gratis beschikbare programma's.

Heeft men zelf geen printer beschikbaar dan kan men als particulier ook terecht bij de bedrijven zoals Shapeways.

## Diverse sites met 3D-info

Een site met een zeer goede introductie over 3D-printen:

<http://www.ground3d.nl/over-3d-printen/wat-is-3d-printen/>

Een site waarin de diverse 3d-print technieken worden beschreven en vergeleken.

<http://www.windesheim.nl/~media/Files/Windesheim/Research%20Publications/Printen%20in%20de%20derde%20dimensie.pdf>

Boek over de actuele stand van zaken van het 3D-printen (papier en ebook).

<http://www.bol.com/nl/p/de-wereld-van-3d-printen/9200000021970735/>

Dit bedrijf levert alles voor printen.

Hebben ook een goedkope 3D-printer (± €1000) in het pakket.

<https://www.printabout.nl/3d-printers/>

Daar veel mensen betrokkenheid hebben met het 3D-printen is er een wereldwijde 3D-community opgericht waarvan de leden bezig zijn met het 3D-printen of zelfs over een printer beschikken.

Je kunt je locatie opgeven en kijken waar zich 3D-printers in de buurt bevinden.

<http://www.3dhubs.com/>

Een andere groep bedrijven is Fab Lab. Dit zijn over de hele wereld gevestigde werkplaatsen die ontwikkelaars faciliteiten bieden, o.a. 3D-printers. In Nederland is in de meeste grote plaatsen wel een vestiging.

<http://fablab.nl/>