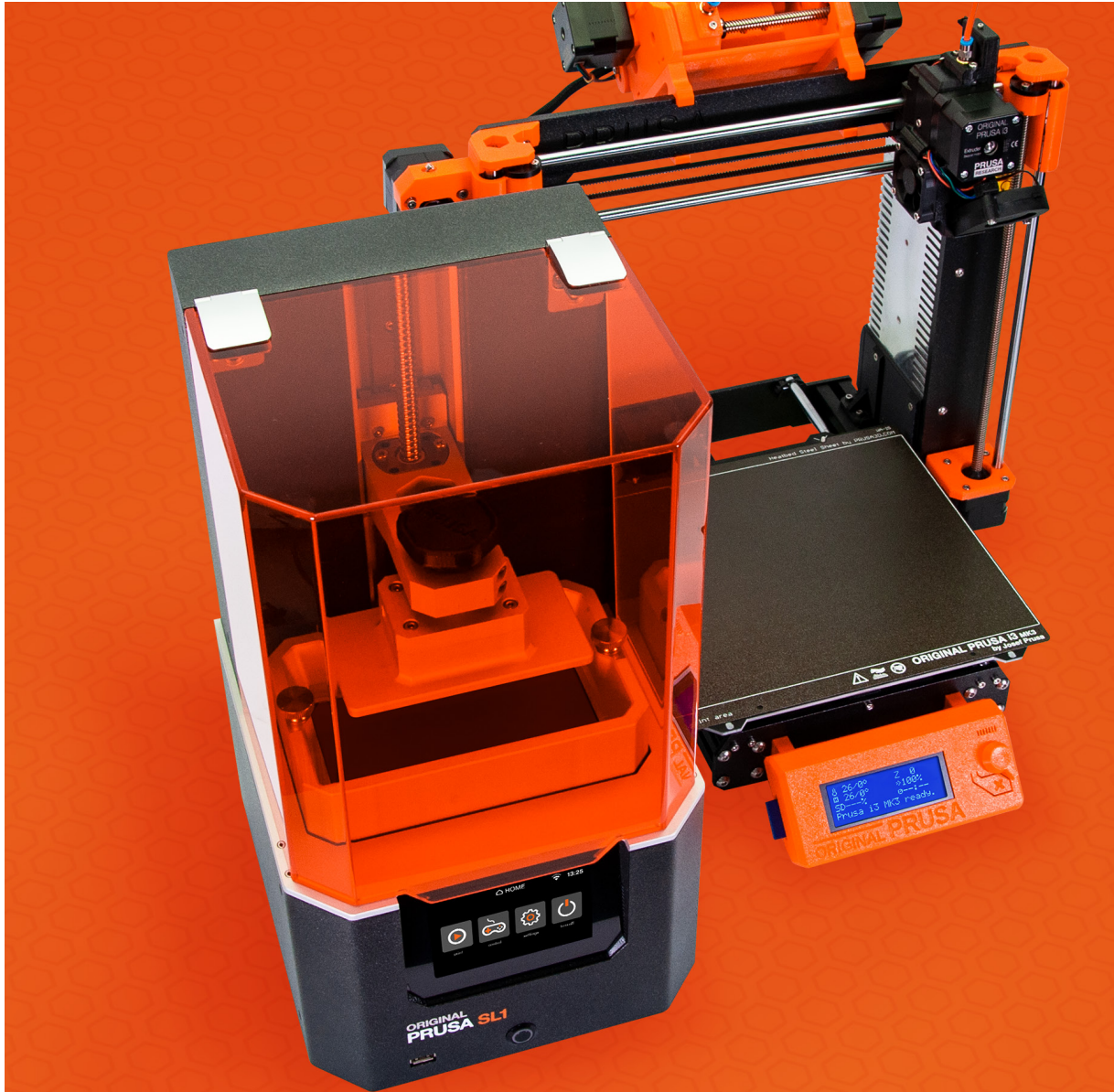


BASISPRINCIPES VAN 3D-PRINTEN

Josef Prusa



BASICS OF 3D PRINTING

with Josef Prusa

INLEIDING

Je hebt misschien wel eens op tv over 3D-printen gehoord of erover gelezen op internet. Zoals alle nieuwe technologieën trekt 3D-printen de aandacht van de reguliere media, maar het onderwerp wordt vaak op oppervlakkige of sensationele manieren behandeld. Er doen veel mythes de ronde over 3D-printen, waaronder de veelvoorkomende misvatting dat het een nieuwe technologie is. In feite is dit type productiemethode al bekend sinds de jaren 80 en wordt het nu vrij algemeen gebruikt in allerlei industrieën, en zelfs door hobbyisten thuis.

Je zult ontdekken dat 3D-printen geen futuristische, ingewikkelde en superdure technologie is die alleen beschikbaar is voor een handjevol stervelingen. Integendeel! De principes zijn vrij eenvoudig en eenvoudig. Er zijn een aantal branchespecifieke woorden en afkortingen die je in eerste instantie misschien bang kunnen maken, maar maak je daar geen zorgen over! Eigenlijk zijn er niet zo veel en je zult ze snel begrijpen. Dit boek helpt je te begrijpen welke soorten 3D-printtechnologieën er momenteel beschikbaar zijn en hoe ze werken. We nemen je mee door het hele proces van 3D-printen, beginnend met het verkrijgen van een printbaar 3D-model, via de voorbereidingen voor het printen, tot de uiteindelijke nabewerking van een geprint object. Je leert wat een extruder is, evenals snijden, omtrekken of opvullen. We gaan de verschillen uitleggen tussen veelgebruikte materialen en hoe je 3D-printen kunt gebruiken voor praktische toepassingen.

Dit boek geeft je een heel goed begrip van 3D-printen en voorziet je ook van alle basiskennis die je nodig hebt om te beginnen. Het enige dat nog rest, is een 3D-printer kopen en beginnen met printen!

Josef Prusa (23.2.1990) raakte geïnteresseerd in 3D-printen voordat hij in 2009 bij de Economische Universiteit van Praag ging werken. Al snel groeide Josef uit tot een van de leidende ontwikkelaars van Adrian Bowyers internationale open-source RepRap-project. Tegenwoordig kun je het Prusa-ontwerp in verschillende variaties over de hele wereld zien. Het is een van de populairste 3D-printers en het is een van de redenen waarom de kennis van 3D-printen onder het publiek is toegenomen. In 2012 richtte Josef Prusa Research op, dat de Originale Prusa 3D-printers produceert en deze levert aan klanten over de hele wereld.



INHOUDSOPGAVE

| | |
|---|----|
| Wat is 3D-printen? | 4 |
| Geschiedenis van 3D-printen | 5 |
| Ontdekking van stereolithografie | 5 |
| Het RepRap-project | 5 |
| Het gebruik van 3D-printen | 6 |
| 3D-PRINTTECHNOLOGIEËN | 10 |
| FDM/FFF | 11 |
| FFF 3D-printercomponenten | 13 |
| SLA – stereolithografie | 16 |
| MSLA-printercomponenten | 18 |
| SLS / DMLS | 20 |
| Een 3D-printer kiezen | 21 |
| 3D-printen 101 | 23 |
| Een 3D-model verkrijgen | 25 |
| Onlinebibliotheken en 3D-hubs | 25 |
| 3D-modelleringssoftware | 26 |
| Tinkercad | 26 |
| Autodesk Fusion 360 | 27 |
| Blender | 28 |
| OpenSCAD | 29 |
| Waar op moet letten bij het ontwerpen van een model | 30 |
| 3D-scannen en fotogrammetrie | 34 |
| Het juiste printmateriaal kiezen | 35 |
| Slicing | 35 |
| PrusaSlicer | 36 |
| Simplify3D | 37 |
| Cura | 37 |
| Slicer - basisinstellingen | 38 |
| Het printoppervlak voorbereiden | 41 |
| De print starten | 42 |
| Nabewerking | 42 |
| Modellen lijmen en gladstrijken met aceton | 43 |
| Filamenten | 44 |
| PLA | 46 |
| PETG, ASA en ABS | 47 |
| FLEX | 48 |
| Composietmaterialen | 48 |
| PVA en BVOH voor oplosbare dragers | 49 |
| Overige materialen | 49 |
| Fotopolymeren / Harsen | 50 |
| Multi-color 3D-printen | 52 |
| Woordenlijst | 54 |
| FAQ | 58 |

blz 4

Wat is 3D printen?

3D printen is een geautomatiseerd additief productieproces, waarbij een 3D-printer een fysiek model maakt op basis van digitale gegevens (een 3D-object). Er zijn verschillende 3D-printtechnologieën, maar de meest gebruikte, FFF (Fused Filament Fabrication), is eenvoudig: een object wordt laag voor laag gemaakt door een streng plastic te smelten. Stel je voor dat je een 3D-object zou nemen en het in dunne stukken zou snijden – zoals een aardappel in chips. Vervolgens zou je een lijmpistool pakken en elke laag met hete lijm "tekenen". Dit is over het algemeen hoe objecten worden geprint – het is een additieve methode, omdat we materiaal toevoegen. Het is direct het tegenovergestelde van de subtractieve methode, die bestaat uit het bewerken van bestaand materiaal.

3D-printen breidt zich snel uit en ontwikkelt zich snel. Er is een constante en voortdurende ontwikkeling van 3D-printers en printmaterialen. 3D-printers zijn succesvol uitgebreid van de professionele sfeer naar de hobby/productiewereld.

Geschiedenis van 3D-printen

In het begin werd 3D-printen Rapid Prototyping genoemd - en deze term wordt nog steeds gebruikt, hoewel zelden. Voordat betaalbare 3D-printers gemeengoed werden, werd deze technologie alleen gebruikt voor prototyping. Een typische klus voor rapid prototyping zou de ontwikkeling en productie van een tv-afstandsbediening zijn.

Vorbereidingswerkzaamheden voor de productie kunnen zelfs tienduizenden USD kosten (het maken van de mallen, het productieproces zelf, testen...), dus de fabrikant moet er absoluut zeker van zijn dat hun tv-afstandsbediening goed in de handen van de gebruiker past en dat alle knoppen gemakkelijk te bereiken zijn. Dat is

waar prototyping om de hoek komt kijken. Hoewel de prijzen van 3D-printers erg hoog waren, waren de kosten voor het maken van één prototype met behulp van de oude methoden ongeveer duizend dollar, wat nog steeds veel geld zou besparen. Vanwege de kosten van de machines was er echter geen kans dat ze in handen van gewone gebruikers zouden komen - gelukkig is deze situatie veranderd.

Ontdekking van stereolithografie

3D-printen, zoals we dat nu kennen, werd ontdekt in 1984, toen de oprichter van 3D Systems, Charles W. Hull, patent aanvraag voor zijn uitvinding: stereolithografie. Hull was de eerste die digitale 3D-data printte. Deze technologie, vaak afgekort als SLA, wordt tot op de dag van vandaag gebruikt. Kunt er meer over leren in het hoofdstuk waarin verschillende 3D-printmethoden worden beschreven.

Eerste commerciële 3D-printer

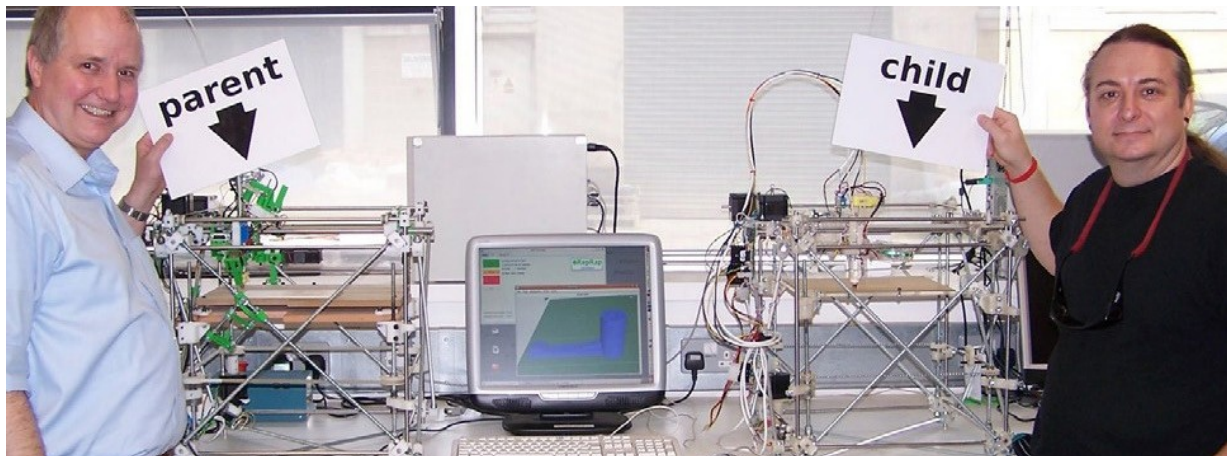
In 1992 begon 3D Systems met het produceren en verkopen van de eerste commercieel verkrijgbare 3D printer op basis van de SLA-technologie.

Het RepRap-project

2005 was waarschijnlijk het belangrijkste jaar in de geschiedenis van modern 3D-printen: het RepRap-project, opgericht door Dr. Adrian Bowyer aan de Universiteit van Bath.

Het idee was om een 3D-printer te ontwikkelen die zoveel mogelijk van zijn eigen onderdelen kon printen. Het project werd vanaf het begin als open-source opgevat, wat betekent dat alle broncodes gratis openbaar en beschikbaar zijn en openstaan voor verdere aanpassingen en verbeteringen.

Dit was een belangrijke beslissing die het voor liefhebbers van over de hele wereld mogelijk maakte om deel te nemen aan het project. En het is de belangrijkste reden waarom de RepRap-machines momenteel de meest wijdverspreide 3D-printers ter wereld zijn. Dankzij RepRap kunnen we nu 3D-printers kopen voor de doe-het-zelf/maker- en semi-professionele markt - dit zijn meestal machines onder de 4.000 USD. De gemeenschap rond RepRap-printers is enorm. Als je wilt weten hoe 3D-printers werken (of als je verschillende aanpassingen, modellen en experimenten wilt proberen), is RepRap de perfecte oplossing voor jou. Deze 3D-printers kunnen worden gekocht als gekalibreerde en volledig geassembleerde machines, of als doe-het-zelf-montagekits, leuk om te bouwen - en eigenlijk minder ingewikkeld dan je zou denken.



Het nut van 3D-printen

3D-printen werd in eerste instantie gebruikt als een manier om goedkope en snelle prototypes te maken. Naarmate de technologieën minder duur werden, vonden 3D-printers hun toepassingen ook op andere terreinen.

Een voorbeeld hiervan is de productie van kleine series. Er zijn bedrijven die kleine volumes van hun producten produceren met daarmee minder kosten. Daarom is 3D-printen een geschikte oplossing. Een ander nuttig aspect is het feit dat wanneer je met een verbeterd ontwerp komt, je onmiddellijk kunt gaan produceren, wat betekent dat je nieuwe en verbeterde producten veel sneller kunt introduceren dan normaal.

We hebben deze aanpak omarmd met de productie van onze originele Prusa i3 3D-printers. Onze interne 3D-printfarm heeft nu meer dan 500 printers. Wanneer er een nieuw ontworpen of verbeterd onderdeel is, hoeven we het alleen maar te testen en vervolgens door te sturen naar het printfarm, de productie kan vrijwel direct beginnen. Bovendien kunnen we de gegevens ook naar onze klanten sturen zodat ze de onderdelen zelf kunnen printen. De mogelijkheid van snelle herhalingen is een van de grootste voordelen van 3D-printen.





Gepersonaliseerde productie stelt fabrikanten in staat om aangepaste items te produceren op basis van de verzoeken van klanten. Dit kan bijvoorbeeld een smartphonehoesje zijn met een individueel motief, een aanpasbare sleutelhanger of verschillende marketingartikelen die zijn aangepast aan de behoeften van de klant.



Een 3D-printer is ook geweldig voor het produceren van **speelgoed** en **figuren**. Je kunt duizenden gratis of betaalde modellen op internet vinden, variërend van eenvoudig speelgoed tot nauwkeurig vervaardigde

Cosplay*-fans zullen 3D-printers vooral handig vinden, omdat ze kunnen worden gebruikt om maskers, apparatuur, accessoires en andere onderdelen te produceren die gemakkelijk kunnen worden nabewerkt (schuren en verven) om ze een authentieke uitstraling te geven.

*Cosplay - samentrekking van de woorden 'costume play'. Het is een optreden van kunstenaars die kostuums dragen om een specifieke persoon uit boeken, films of videogames te vertegenwoordigen.



Een ander gebied waarop 3D-printers echt uitblinken, is de productie van reserveonderdelen die niet langer via officiële kanalen verkrijgbaar zijn. Het komt voor dat bij restaureren en repareren van antiquiteiten of oude auto's bepaalde onderdelen niet meer verkrijgbaar zijn en je hebt maar één ding nodig. Hetzelfde geldt voor reparaties van huishoudelijke apparaten en de productie van verschillende dozen of houders. Gegarandeerd, als een 3D-printer koopt, zult het effect ervan overal in uw huis zien!



3D-printers zijn erg populair in de architectuur- en bouwsector. Een van de belangrijkste onderdelen van architectuurprojecten zijn 3D-visualisaties. Deze worden vaak nog als 2D-afbeeldingen op een computerscherm weergegeven. Maar dat is niet ideaal. Veel architecten hebben daarom besloten om over te stappen op 3D-visualisatie. Dankzij de toegenomen populariteit (en bruikbaarheid) van virtual reality is het nu mogelijk om een rondleiding te maken door een digitaal gebouw. Een andere mogelijkheid is om echt een kleine replica van het geplande project te printen om iets fysieks te hebben dan alleen een digitale weergave.



Het 3D-printen stelt architecten in staat om sneller en efficiënter modellen te maken. Het doel is om de communicatiekloof tussen de architect en de klant te overbruggen met behulp van een fysieke print in plaats van computergegevens.

Dit is natuurlijk niet alles. 3D-printen wordt in veel verschillende industrieën gebruikt, waaronder de auto- en luchtvaartindustrie, gezondheidszorg, RadioControlled modellen, sieraden en nog veel meer. Er worden bijna elke dag nieuwe toepassingen gevonden voor het 3D-printen.

Dus ongeacht of een nieuw raamwerk voor uw drone nodig hebt of een kabelhouder of iets anders, kunt het maken met een 3D-printer. Het maakt het leven zoveel gemakkelijker!



blz 10

3D-PRINTTECHNOLOGIEËN

Alle soorten 3D-printen zijn gebaseerd op hetzelfde principe: voorwerpen creëren door printlagen toe te voegen op bestaande printlagen. Op dit moment is er geen 3D-printtechnologie die volledig universeel en geschikt is voor elk doel. Daarom is het belangrijk om te beslissen hoe en waarvoor de printer gaat gebruiken. Voor het gemak verdelen we 3D-printertypen in drie hoofdcategorieën:

1. Een plasticdraad die wordt gesmolten door een verwarmingselement en door een printkop (extruder) via een spuitmond naar buiten wordt gebracht. Dit is een typische beschrijving van de FFF (Fused Filament Fabrication) / FDM (Fused Deposition Modelling) technologieën. Deze termen kunnen als synoniemen worden beschouwd. FDM is een handelsmerk van Stratasys.
2. Vloeibaar materiaal dat in lagen is gestold in vooraf gedefinieerde gebieden. Dit is wat we gewoonlijk SLA noemen - Stereolithography Apparatus. Het vloeibare materiaal (hars) wordt uitgehard door een lichtstraal (UV-laser of LED-paneel, DLP-projector).
3. Fijn poeder gesinterd (samengeperst en gevormd, niet gesmolten) door een laser. De technologie heet SLS (Selective Laser Sintering) en is vergeleken met de vorige twee veel duurder.

FDM/FFF

Dit is de meest wijdverbreide en de meest betaalbare 3D-printtechnologie, die geschikt is voor het printen van functionele/mechanische onderdelen en prototypes. De printer gebruikt plasticdraden als belangrijkste bron. De spoel met plasticdraad wordt filament genoemd en is meestal verkrijgbaar met een diameter van 1,75 mm.

Er zijn nog steeds enkele 3 mm filamenten op de markt, maar hun printnauwkeurigheid is vrij laag en het gebruik ervan wordt afgeraden. Vergeleken met vloeibare harsen of poedermaterialen zijn filamenten veilig en gemakkelijk om mee te werken. Het nadeel is dat de lagen op de geprinte objecten met het blote oog zichtbaar zijn. De gebruikelijke laaghoogte (bij gebruik van een 0,4 mm nozzle) ligt tussen de 0,05 en 0,3 mm.

N.B. De prijsklasse van FFF-printers begint bij ongeveer 150 USD voor goedkope 3D-printers uit China en kan ver boven de 100.000 USD voor professionele machines liggen. De originele Prusa i3 MK3S 3D-printer begint bij 749 USD / 769 EUR en vertegenwoordigt een ideaal compromis tussen prijs en kwaliteit.

afbeelding 11-1

We kunnen de FDM/FFF 3D-printers in subcategorieën verdelen op basis van de beweging van hun assen in de driedimensionale ruimte.

1. **De cartesische 3D-printer** is vernoemd naar het XYZ-dimensionale coördinatensysteem. De extruder beweegt in twee richtingen (X en Z), terwijl het printbed langs de Y-as beweegt. Het betekent ook dat het printbed meestal vierkant of rechthoekig is. De originele Prusa i3 MK3S is een cartesische printer.



2. **Bij Delta 3D-printers** worden de extrudeerbewegingen aangestuurd door drie bewegende armen, die elkaar ontmoeten in de extruder. Twee van de grootste voordelen zijn de printsnelheid en grote printvolumes. De printer vereist echter een uiterst nauwkeurige montage en kalibratie. De geometrie van de printer vereist complexe berekeningen voor bewegingen van stappenmotoren in elk van de armen.



3. **Polaire 3D-printers** zijn relatief ongewoon. Ze zijn gebaseerd op een polair coördinatensysteem. De extruder beweegt langs twee assen en het printbed draait rond. Dit systeem is qua constructie vrij eenvoudig, maar de voorbereiding van het model is nogal ingewikkeld.



FFF 3D-printercomponenten

Alle FFF 3D-printers zijn qua constructie nagenoeg gelijk. Ze bestaan meestal uit de volgende onderdelen:

Extruder

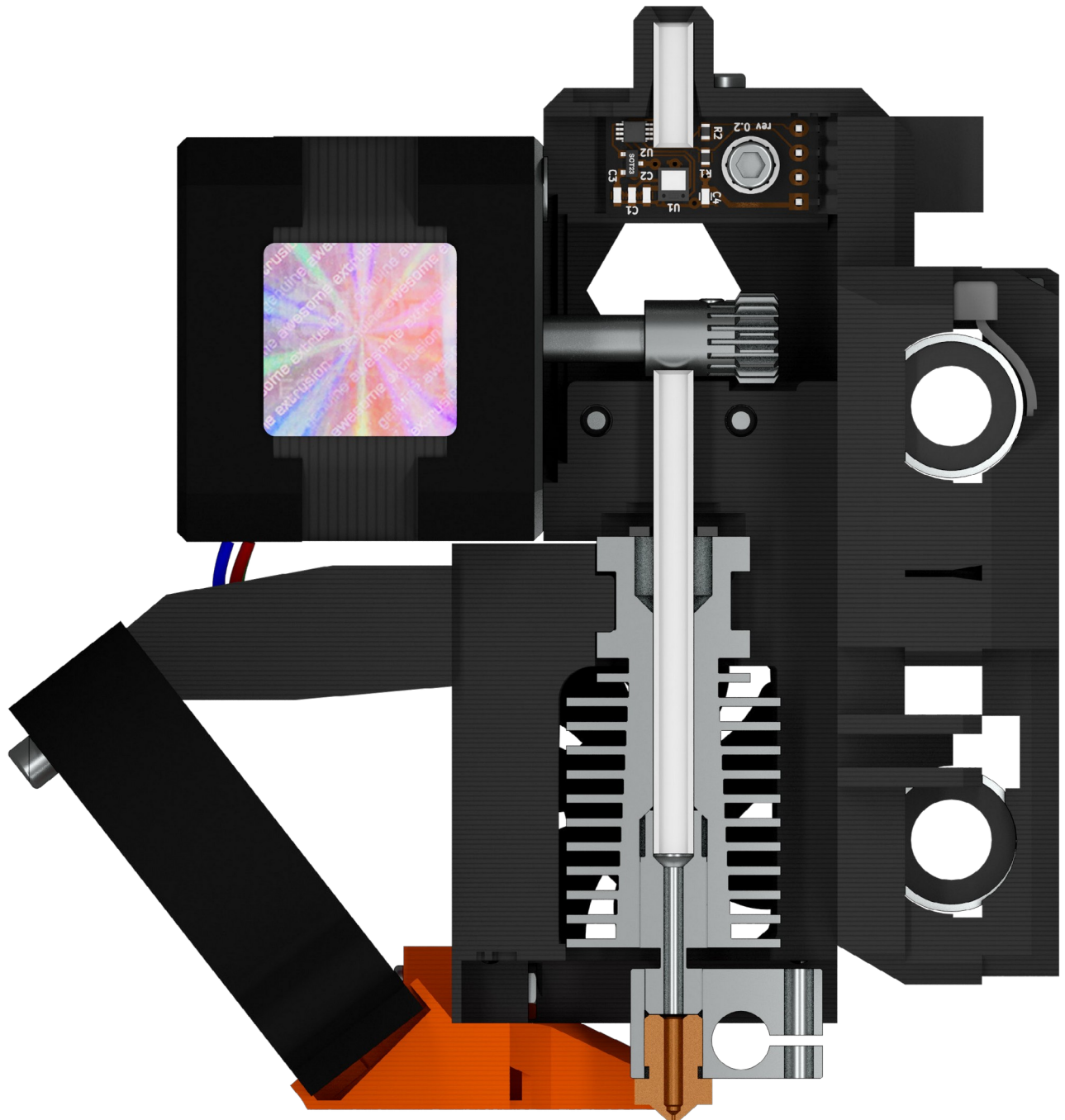
De extruder, of printkop, is ontworpen om geprinte lagen neer te leggen door gesmolten plastic uit te spuiten. Eerst komt de draad de extruder binnen via een PTFE-buis. Hier is de draad nog van vast plastic en is op kamertemperatuur. Het gaat door een koellichaam, een onderdeel dat is ontworpen om de warmte van de warmtebreuk af te voeren en het overgangsgebied tussen vast en gesmolten filament te minimaliseren.

Het koellichaam heeft meestal een ventilator aan de zijkant om de koefficiëntie te verhogen. De heat break is in wezen een stuk buis met een buitenste schroefdraad, die aan één kant smaller is om de diameter zo veel mogelijk te minimaliseren, zodat er minder warmte opstijgt naar het gebied waar het filament vast moet blijven.

Het verwarmingsblok is gemaakt van warmtegeleidende materialen, meestal aluminium, en bevat een klein elektrisch verwarmingselement samen met een thermistor om de temperatuur te meten. Het materiaal wordt gesmolten in het verwarmingsblok en wordt verder door de spuitmond naar buiten geperst. De spuitmond kan verschillende diameters hebben en veel printers staan gebruikers toe om de spuitmond te vervangen door een nieuwe met een andere diameter. Je kunt meer lezen over spuitmonden met verschillende diameters en hun voordelen in een artikel op blog.prusaprinters.org/nozzles.

blz 14

- 1 PTFE buis
- 2 Heatsink
- 3 Printer ventilator
- 4 Heat break
- 5 Verwarmingsblok
- 6 Sduitmond



Verwarmd werkblad

Het verwarmd blad is een belangrijk onderdeel van elke moderne 3D-printer dat compatibel moet zijn met zoveel mogelijk materialen. Het verwarmde bed voorkomt dat geprinte objecten buigen, kromtrekken of loskomen van het oppervlak.

Raamwerk

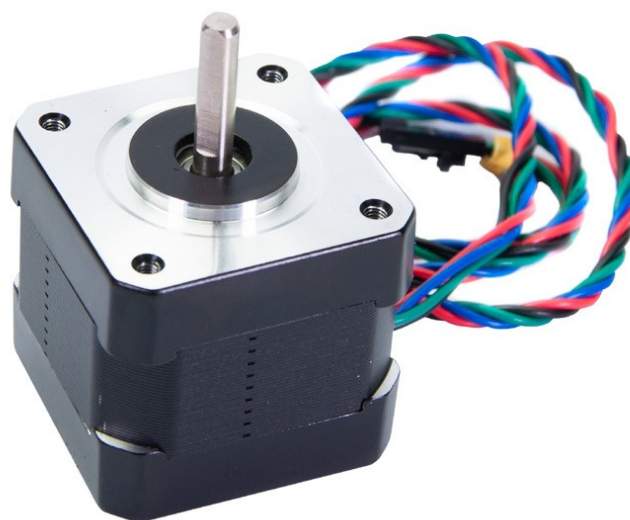
Het raamwerk is de ondersteunende structuur van de printer. Stijve en nauwkeurig vervaardigde frames hebben een positieve invloed op de printkwaliteit. Een robuust en stevig frame minimaliseert trillingen en zorgt voor een snellere print zonder merkbare kwaliteitsproblemen op geproduceerde prints.

Stappenmotor

De stappenmotor zorgt voor de bewegingen in alle assen - dit omvat de extruder en het verwarmde bed, terwijl een andere motor de beweging van de filamentstreng regelt. Het voordeel van stappenmotoren is het feit dat de stappen nauwkeurig kunnen worden aangestuurd.

Moederbord

Het moederbord is een elektronisch onderdeel met geïntegreerde schakelingen dat de hele printer aanstuurt. De primaire functie bestaat uit het lezen van instructiebestanden (G-codes) en het besturen van de motoren, het verwarmingsbed en de verwarming op basis van de instructies in de G-code.



SLA (Stereolithografie)

De SLA-technologie is gebaseerd op lichtgevoelige vloeibare harsen die kunnen worden uitgehard (gestold) door UV-licht. SLA 3D-printers hebben een platform dat beweegt zodra een laag is gestold om ruimte te creëren voor een nieuwe laag die aan de vorige hecht. Vergeleken met FFF-printers zijn de objecten merkbaar gedetailleerder, maar het printen duurt meestal langer en het printvolume is kleiner.

Deze printers zijn vooral geschikt voor industrieën als sieraden of medicijnen. Geprinte objecten zijn bijna perfect glad, ongelooflijk gedetailleerd en lagen zijn bijna onzichtbaar voor het menselijk oog - vooral vergeleken met FFF-printers.

Het grootste nadeel van deze technologie kan een kleiner printoppervlak zijn en ook de giftigheid van vloeibare harsen. Je moet proberen te voorkomen dat harsen uw huid raken en het inademen van harsdampen vermijden.

foto 16-1

- 1 Printplatform
- 2 Trapeziumstaaf
- 3 Z-as
- 4 Harstank
- 5 Fotopolymeer (vloeibare hars)
- 6 Stappenmotor
- 7 Geprint object

Bij SLA-machines stopt het echter meestal niet aan het einde van de print. Geprinte objecten zijn niet direct klaar voor gebruik nadat de printopdracht is voltooid, omdat ze vaak wat zacht en plakkerig zijn - wat wordt veroorzaakt door de overgebleven ongestolde hars op het oppervlak van het object. Het is aan te raden om het object te wassen in isopropylalcohol en het verder te laten uitharden met UV-licht. Dit moet allemaal heel voorzichtig worden gedaan met beschermende handschoenen aan.

Gelukkig zijn er machines die beide dingen automatisch kunnen doen. De Curing and Washing Machine (CW1) is een optionele accessoire voor onze Original Prusa SL1, die dit allemaal snel en eenvoudig kan doen.

Er zijn drie hoofdtypen SLA-printers. Ze verschillen op basis van de belichtingsmethoden. Ook al lijken ze op elkaar, de afdrukkwaliteit kan sterk verschillen.

1. SLA – Laser

De belichting wordt uitgevoerd door een straal van UV-laserlicht. De straal wordt aangestuurd door twee spiegels en het “trekt” elke laag geleidelijk. De tijd die nodig is om een enkele laag te laten stollen, is afhankelijk van de grootte van het oppervlak dat moet stollen. Simpel gezegd: hoe meer objecten er op het printplatform staan, hoe langer de afdruk duurt.

afbeelding 17-1

2. DLP (Digital Light Processing) – SLA

De hele laag wordt in één keer gestold dankzij een digitale projector. De gebieden die de belichting van de projector ontvangen, worden gestold. Het voordeel van deze methode is duidelijk - elke laag wordt in dezelfde hoeveelheid tijd gestold, ongeacht hoeveel objecten er op het printplatform staan.

afbeelding 17-2

3. MSLA (Masked Stereolithography)

De belichting wordt uitgevoerd met behulp van een krachtige UV-LED, terwijl de vorm van de laag wordt weergegeven als een semi-transparant masker op een LCD-scherm. UV-licht kan alleen door de witte pixels op het scherm gaan. Omdat LCD-schermen een vaste resolutie hebben, betekent dit ook dat geprinte objecten een vaste XY-resolutie hebben. Deze methode hardt ook een hele laag tegelijk uit, wat betekent dat het niet uitmaakt hoeveel objecten er op het printplatform staan. De originele Prusa SL1 3D-printer gebruikt deze methode.

afbeelding 17-3

De bovenstaande afbeeldingen zijn een vereenvoudigde weergave van elk van de technologieën. De afbeeldingen van DLP- en MSLA-technologieën houden geen rekening met functies als anti-aliasing. Zonder AA zouden de randen van het masker opvallend gepixeld zijn. In lekentaal kan anti-aliasing de scherpe randen gladstrijken door de kleur van nabijgelegen pixels te middelen. In ons geval is er dus niet alleen een zwart-witte rand, maar creëert de anti-aliasingmethode daadwerkelijk een gradiëntovergang, wat resulteert in vloeiendere lijnen.

MSLA-printercomponenten

De situatie met SLA 3D-printers is vergelijkbaar met FFF/FDM-modellen: er zijn verschillende ontwerpen, verschillende configuraties, afhankelijk van hoe de SLA 3D-printer harsen stolt. We willen ons richten op MSLA-machines, omdat onze eigen originele Prusa SL1 gemaskeerde stereolithografie gebruikt.

UV LED-paneel

Het hoogwaardige UV LED-paneel wordt gebruikt om vloeibare hars in de harstank te laten stollen. Omdat we een paneel gebruiken en geen enkele LED, is de verdeling van UV-licht gelijkmatiger en kunnen we ook lagere (snellere) belichtingstijden bereiken.

LCD-scherm

Het LCD-scherm wordt gebruikt voor een techniek die 'maskeren' wordt genoemd. Wat betekent dit? Het UV LED-paneel schijnt licht in het hele printgebied, dus zonder masker zou de enige vorm die het zou kunnen printen, een massief blok zijn. Het LCD-scherm geeft een masker weer, een zwart-witafbeelding in de vorm van een enkele laag. Witte pixels laten het UV-licht door, terwijl de zwarte pixels het blokkeren.

Touchscreen

Dit is het tweede LCD-scherm van de printer, maar dit wordt niet gebruikt voor het printen zelf. In plaats daarvan kan de gebruiker de printer eenvoudig configureren en bedienen met behulp van een gebruiksvriendelijke interface.

Tank (vat)

De tank, soms ook wel vat genoemd, is de container voor vloeibare hars. Het heeft een transparante bodem, waardoor UV-licht door kan. De originele Prusa SL1 3D-printer heeft zelfs een speciaal kantelmechanisme. Waar is het goed voor? Nadat elke laag is uitgehard, heeft het geprinte object de neiging om aan de bodem van de tank te blijven plakken. Sommige printers verplaatsen het printplatform gewoon omhoog – verticaal. Dit creëert veel oppervlaktenspanning, wat kan leiden tot schade aan de laag. Het geprinte object kan zelfs loskomen van het platform. Dankzij het kantelmechanisme wordt de laag echter geleidelijk van de bodem gescheiden - er is minder kracht nodig en de betrouwbaarheid is groter.

Z-as toren

De enige mechanische beweging van het printplatform is in de Z-as (omhoog en omlaag). Dankzij het maskerende LCD-scherm met vaste X-Y-resolutie zijn er geen andere bewegingen nodig.

Acryl deksel

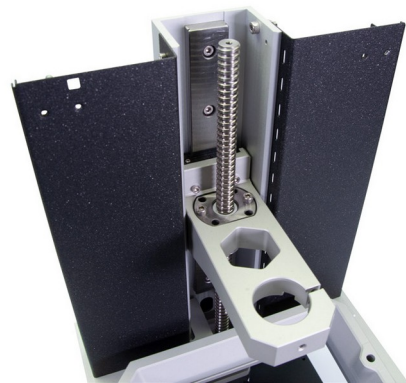
De SL1 heeft een semi-transparant oranje getint acryl deksel. Het blokkeert een groot deel van het UV-licht dat van buitenaf komt (bijv. zonlicht), dat anders de hars in de tank zou uitharden. Het blokkeert ook het UV-licht dat door de UV-LED wordt uitgezonden, zodat het niet uit de printer lekt. Last but not least, het bevat ook gedeeltelijk harsdampen in de printer.

Luchtfiltratie

De meeste commercieel verkrijgbare harsen produceren opvallende geuren. Daarom heeft de SL1 een ingebouwd filter.

Stevig aluminium frame

Het frame zorgt ervoor dat de machine stevig en stabiel is. Zachtere frames zijn gevoelig voor kromtrekken of oscillatie, wat resulteert in een slechte afdrukkwaliteit.



SLA-printers zijn over het algemeen duurder dan FFF-machines - ze beginnen meestal bij ongeveer het dubbele van de prijs. De goedkoopste SLA 3D-printers kosten ongeveer 450 USD, professionele machines kosten ruim honderdduizend dollar. Onze originele Prusa SL1 3D-printer begint bij 1399 EUR/USD.

SLS / DMLS

Een ander type 3D-printtechnologieën zijn SLS en DMLS, die een proces gebruiken dat sinteren wordt genoemd. In wezen verspreidt een cilinder elke keer dat een nieuwe laag wordt geprint een dunne laag fijn poeder over het platform, dat vervolgens met een laser in de gewenste vorm wordt gesinterd. Wanneer de print is voltooid, wordt het hele object bedekt met het printpoeder. Vanwege de manier waarop deze methode werkt, moeten de geprinte objecten gaten hebben, waardoor het overtollige poeder wordt uitgegoten. Niet-gesinterd materiaal kan worden hergebruikt voor volgende prints, wat betekent dat er heel weinig materiaal wordt verspild. Een ander voordeel is het feit dat de lagen bijna onzichtbaar zijn.

Deze printers zijn niet massaal wijdverspreid onder het grote publiek. Vanwege hun hoofdgebruik in verschillende industrieën, zijn de prijzen merkbaar hoger - de goedkoopste machines beginnen bij ongeveer 6000 USD.

blz 21

EEN 3D PRINTER KIEZEN

Als je een 3D-printer gaat uitzoeken is het belangrijk om je af te vragen waarvoor je die gaat gebruiken. Misschien verwacht je een lange lijst met printers, gesorteerd van de beste tot de slechtste, maar dat is vrijwel onmogelijk zonder de zaken tot het uiterste te vereenvoudigen. In plaats daarvan willen we je een reeks vragen voorleggen die je jezelf moet stellen voordat je een 3D-printer koopt. Door deze vragen te beantwoorden, kun je de juiste machine voor uw doeleinden selecteren.

tabel met vragen

1. Wat is je prijsklasse? Dure professionele printers of goedkope Chinese producten?
De prijs weerspiegelt de bouwkwiteit en de levensduur van de printer, samen met andere "graag te willen hebben" functies.
2. Is er een actieve gemeenschap die mij mogelijk kan helpen als ik in de problemen kom? Is de printer open-source? Hoe zit het met reserveonderdelen en upgrades?
Dit is waarschijnlijk de belangrijkste vraag. Gemeenschappen worden een van de belangrijkste factoren bij het kopen van (niet alleen) een 3D-printer. De situatie is vergelijkbaar met bijvoorbeeld smartphones - fabrikanten ondersteunen hun modellen met nieuwe updates slechts voor een beperkte tijd, maar als er een actieve gemeenschap is, kunnen de leden aan hun eigen updates werken en de levensduur van het apparaat verlengen. Hetzelfde geldt voor 3D-printers - op open-source gebaseerde projecten zijn ideaal voor actieve communities.
3. Wat zijn de lopende kosten?
Bepaalde fabrikanten staan alleen het gebruik van hun eigen merkmaterialen en reserveonderdelen toe. Dit verhoogt de lopende kosten en beperkt ook het bereik van ondersteunde materialen.
4. Hoe groot moet het printoppervlak zijn dat je echt nodig hebt?
Het lijkt misschien beter om een groot printoppervlak te hebben, maar in de meeste gevallen is het gewoon een enorme geldverspilling. Objecten gemaakt van PLA kunnen meestal niet groter zijn dan 20 cm in één as, vanwege thermische uitzetting, waardoor grotere objecten kromtrekken en loskomen van het printoppervlak. Vergeet niet dat je het model altijd in meerdere stukken kunt knippen en aan elkaar kunt lijmen.
5. Hoe gedetailleerd moeten je prints zijn?
De kwaliteit en het detailniveau van objecten die op een FFF-printer worden geprint, kunnen worden beïnvloed door een spuitmond met een andere diameter te gebruiken en door de juiste materialen, snelheid en temperaturen te selecteren. Het is echter wel juist dat het detailniveau op FFF-printers minder is dan op SLA-printers.
6. Is een printer met één kleur (spuitmond, draad) goed genoeg, of heb je een 3D-printer met meerdere kleuren (of zelfs een volledig gekleurde) nodig?
In het volgende hoofdstuk lees je meer over meerkleurendruk.

Je moet zelf beslissen wat de beste opties voor je zijn. Veel ervan zijn directe tegenpolen. Dat betekent dat er wat compromies nodig zullen zijn. In lekentaal: als je tevreden bent met een kleiner printoppervlak en je prints van hoge kwaliteit nodig hebt, is SLA de juiste keuze. De meeste gebruikers zullen echter helemaal tevreden zijn met een FFF 3D-printer.

blz 23

3D-PRINTEN 101

Het 3D-printproces bestaat uit drie hoofdstappen. Eerst moet je een 3D-printmodel zoeken. Vervolgens moet je je dat model klaarmaken voor het printen en de laatste stap is het printen zelf.

We gaan eerst alles vanuit een algemeen perspectief bekijken. Daarna gaan we dieper in op de details.

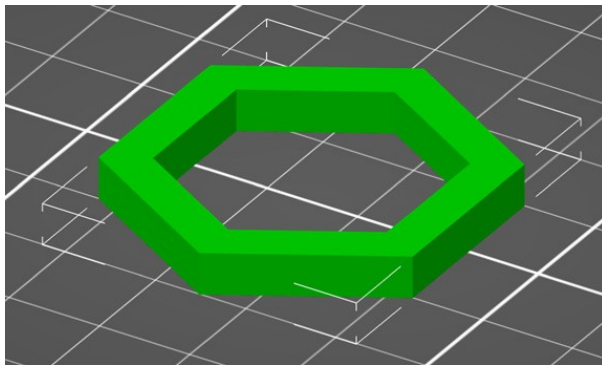
De eerste stap is het verkrijgen van een 3D-object, wat doorgaans een STL-bestand is. Dit formaat wordt echter niet herkend door 3D-printers en is niet direct printbaar. Om een STL-bestand te verwerken, moet een programma gebruiken dat algemeen bekend staat als 'slicer'.

Er zijn verschillende slicers op de markt, sommige zijn gratis (PrusaSlicer), andere zijn betaald (Simplify3D) en ze zijn doorgaans verenigbaar met een beperkt aantal printers. Je moet dus voor jouw machine een geschikte slicer kiezen.

Je moet nu in je slicer het STL-bestand van je model importeren, je printparameters configureren en vervolgens het uiteindelijke resultaat exporteren als een G-code. Dat wordt het originele 3D-object dat in dunne lagen is gesneden en is omgezet in een stel bewegingsopdrachten die door 3D-printer worden herkend. Bovendien voegt de slicer extra informatie toe in G-codes, zoals temperatuurinformatie, koelinstellingen en andere.

De resulterende G-code is printerspecifiek, daarom worden 3D-objecten meestal gedeeld als STL-bestanden. Gebruikers kunnen ze vervolgens afzonderlijk voor hun printer/filament bewerken.

Het onderstaande diagram toont de afzonderlijke stappen die leiden tot een succesvolle 3D-print.



Een 3D-model verkrijgen

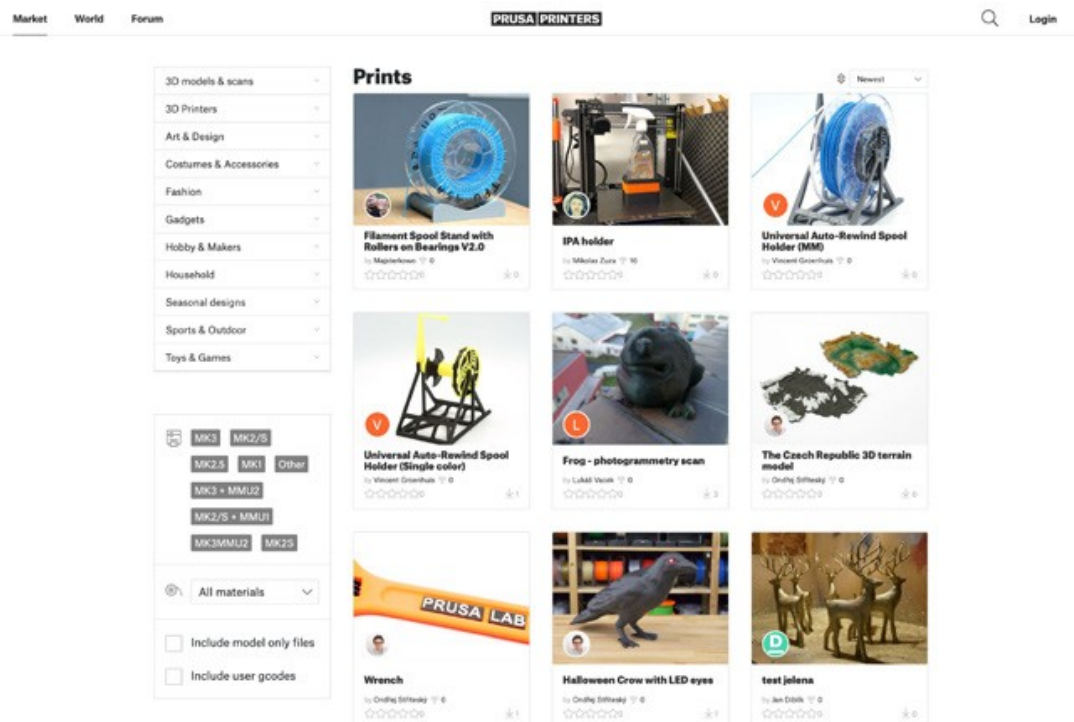
In het algemeen kan je een 3D-model op een van de volgende manieren verkrijgen:

1. Een 3D-model downloaden van internet
2. Je eigen model maken
3. Een echt voorwerp 3D-scannen

Internet bibliotheken en 3D-hubs

De eenvoudigste manier om te beginnen met 3D-printen is door 3D-objecten te vinden die gratis op internet beschikbaar zijn. Ze zijn meestal beschikbaar in de bestandsindelingen .stl of .3mf. Er is een aantal websites dat een breed scala aan binnen-te-halen modellen aanbiedt. De beste staan hieronder vermeld:

- Thingiverse, www.thingiverse.com
- MyMiniFactory, www.myminifactory.com
- YouMagine, www.youmagine.com
- CultsPinshape, www.cults3d.com
- PrusaPrinters, www.prusaprinters.org
- www.pinshape.com



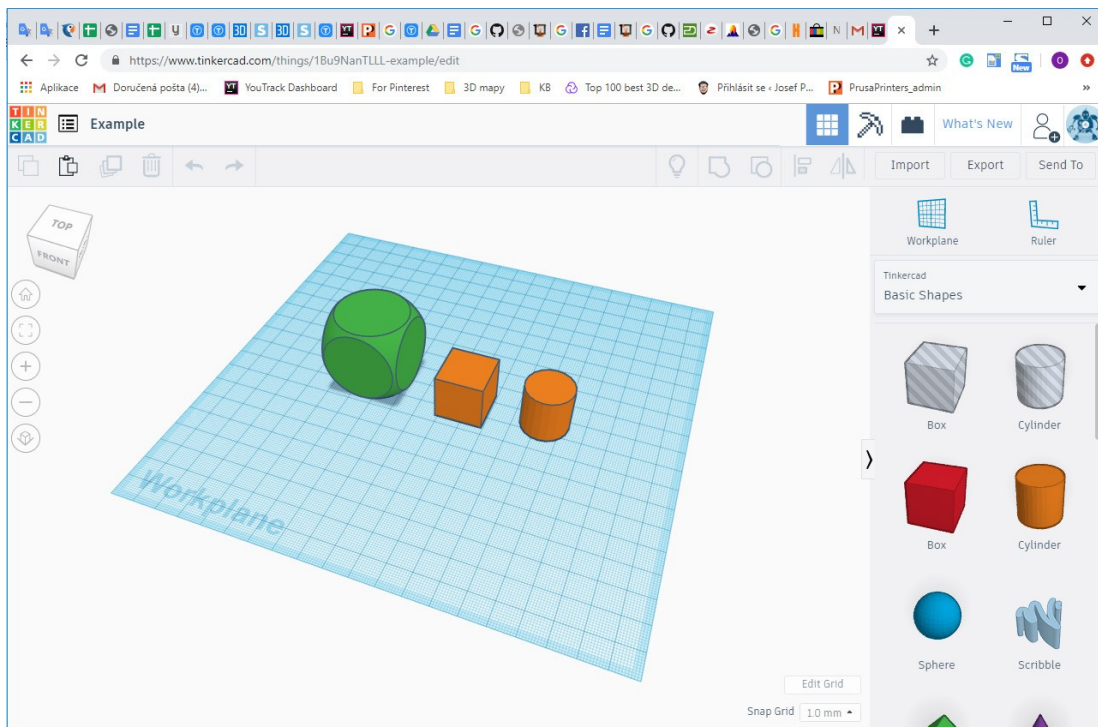
3D-modelleringssoftware

Tegenwoordig kunt kiezen uit een breed scala aan 3D-modellerings toepassingen. Er zijn eenvoudige en gemakkelijk te leren (en vaak webgebaseerde) toepassingen zoals TinkerCad. Je kunt parametrische modellering proberen met OpenSCAD of een volledig professioneel programma gebruiken zoals Autodesk Fusion 360. Al deze toepassingen stellen in staat om een model te maken en het te exporteren als een STL-bestand.

Tinkercad

Tinkercad is een geweldige en intuïtief programma voor beginners. Het is gratis, hoewel registratie vereist is. Je kunt via internet veel handleidingen en tips vinden. Tinkercad is gebouwd rond het idee van een basisbibliotheek met verschillende vormen, die naar het hoofdvenster kunnen worden gesleept en verder kunnen worden aangepast. De toepassing mist geavanceerde functies, dus bewerkingsmogelijkheden, maar kan een bestaand STL-bestand importeren en bewerken.

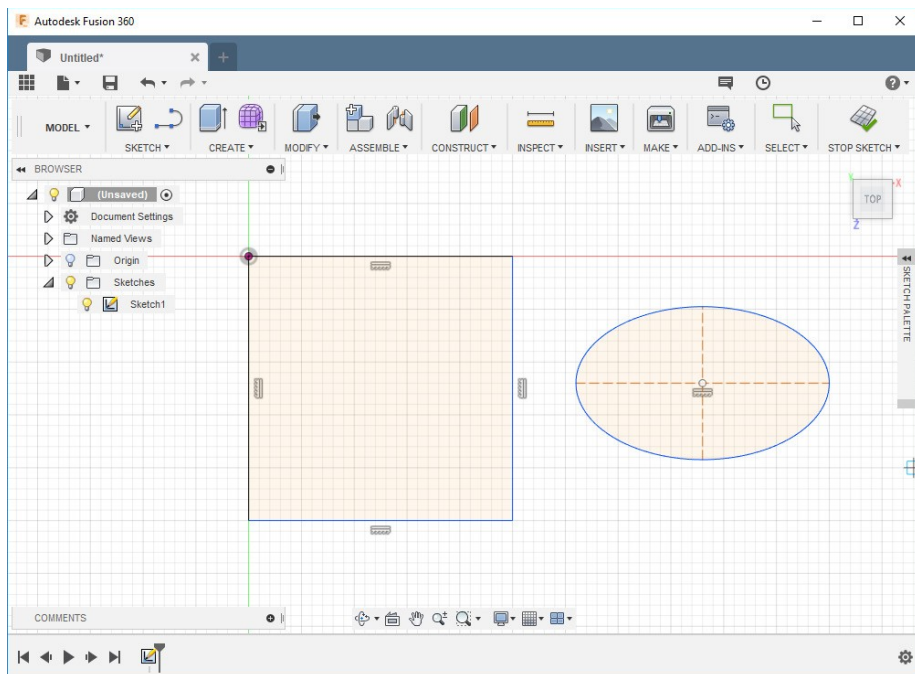
Tinkercad is beschikbaar op www.tinkercad.com.



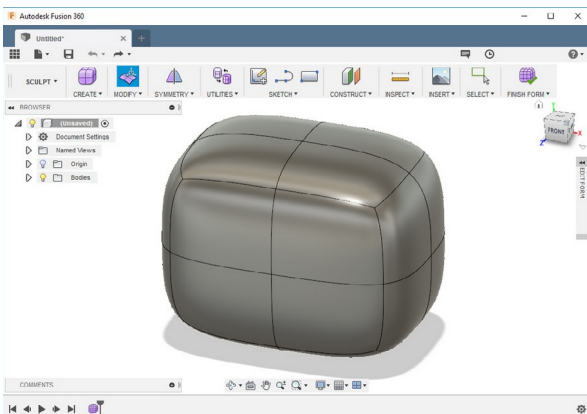
Autodesk Fusion 360

Als je complexere objecten wilt ontwerpen of zelfs verschillende componenten die bij elkaar moeten passen, dan moet je een professioneler programma kiezen. Fusion 360 is een mogelijkheid. Gebruikers kunnen werken in zowel CAD (Computer-aided Design) als CAM (Computer-aided Manufacturing), sterkteanalyses of visualisaties. Fusion 360 biedt niet alleen parametrische modellering, maar zelfs ook beeldhouwen. Laten we deze twee methoden eens nader bekijken.

Parametrische modellering is een veelgebruikte manier om structurele modellen of mechanische onderdelen te maken. Het object begint als een 2D-vorm met behulp van basisprimitieven (zoals een lijn, vierkant, rechthoek, punt...). Vervolgens wordt het object geëxtrudeerd, waardoor het een 3D-vorm wordt. foto 27-1 Stel je nu voor dat we een model van een hond willen maken. Parametrische modellering gebruiken is inefficiënt en te ingewikkeld, omdat we een organische vorm willen maken. Dit is waar beeldhouwen om de hoek komt kijken. Digitaal beeldhouwen lijkt enigszins op beeldhouwen in de echte wereld (bijvoorbeeld met een sculpey of vergelijkbaar materiaal), maar het heeft veel voordelen, zoals de ongedaan-maakfunctie. De primitieve objecten zijn in dit geval al 3D-objecten - kubus, bol, cilinder, torus en andere. Deze objecten kunnen vrij worden geëxtrudeerd, geplet, gebogen... Zie de onderstaande afbeeldingen.

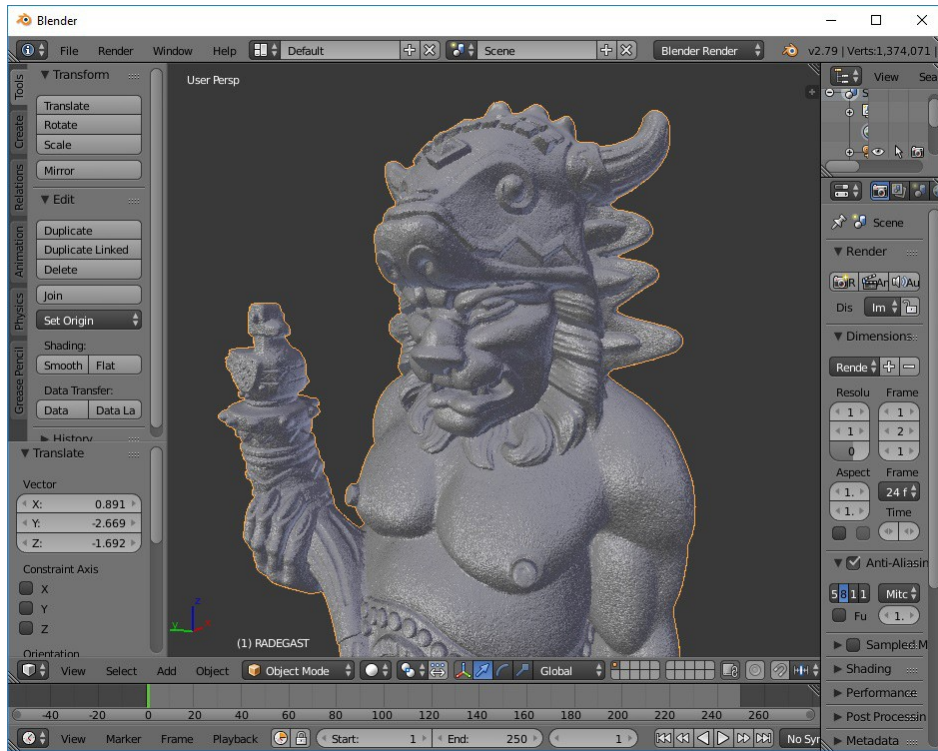


Fusion 360 wordt steeds populairder, mede dankzij het feit dat het gratis te gebruiken is voor hobbyisten, vernieuwers, liefhebbers en kleine bedrijven met een omzet tot 100.000 USD per jaar. Als dit programma uw aandacht heeft getrokken, ga er dan meteen mee aan de slag. Het is een geweldige programma met een actieve gemeenschap eromheen. Bovendien kunt talloze tutorials op internet vinden. Ga naar www.autodesk.com/products/fusion-360 en download de app.



Blender

Blender is waarschijnlijk het beste gratis 3D-modelleringsprogramma dat er vandaag de dag is. Het is ontwikkeld onder een open-sourcelicentie en is beschikbaar voor Windows, Mac en Linux. Het is misschien wat te complex voor een beginner, chaotisch zelfs. Het heeft echter zijn weg gevonden naar de harten van veel gebruikers. Vooral gebruikers met artistieke ambities, die geen precieze parametrische modellering nodig hebben, vinden Blender een geweldige programma. Beeldhouwen, textureren, animaties, ..Blender is een Zwitsers zakmes onder de 3D-modelleringsapplicaties.

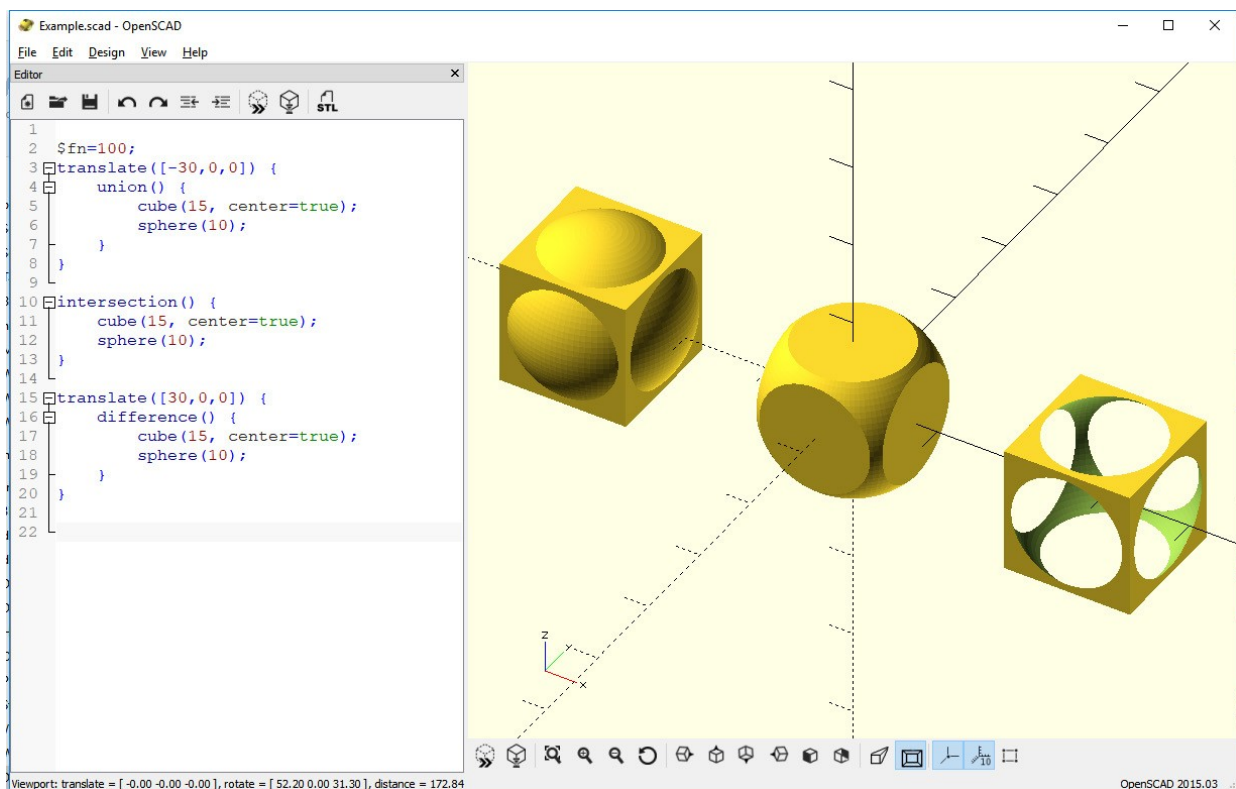


OpenSCAD

OpenSCAD is een open-sourceproject dat gratis beschikbaar is op www.openscad.org. Het hanteert een compleet andere benadering van 3D-modellering: alles wordt gedaan door code te schrijven.

Het gebruikersscherm is verdeeld in twee delen. In het linkergedeelte definieert de gebruiker 3D-objecten door ze te 'programmeren', terwijl in het rechtergedeelte een 3D-voorbeeld wordt weergegeven. De applicatie werkt voornamelijk met een paar primitieven (kubus, cilinder, bol,...) en basale Booleaanse bewerkingen (samenvoegen, knippen, doorsnede). Het programma biedt echter ook geavanceerde scripting: u kunt algemeen bekende operatoren gebruiken, zoals if, while, for, logische operatoren en andere. Als u denkt dat u meer een programmeur dan een kunstenaar bent, kunt u OpenSCAD eens proberen.

Hoe u kunt beginnen met het maken van modellen in OpenSCAD wordt gedetailleerd beschreven op: blog.prusaprinters.org/openscad.



U kunt ook de volgende toepassingen proberen:

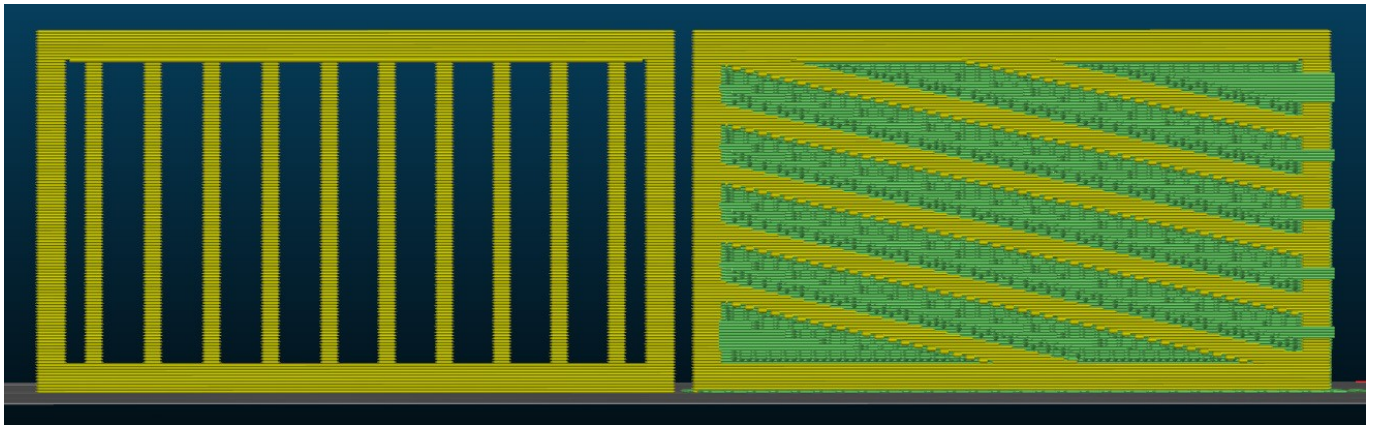
- Microsoft 3D Builder
- Meshmixer
- Rhinoceros 3D
- FreeCAD
- Autodesk Inventor
- SolidWorks
- Autodesk AutoCAD
- SketchUp

Dingen om in gedachten te houden bij het ontwerpen van een model

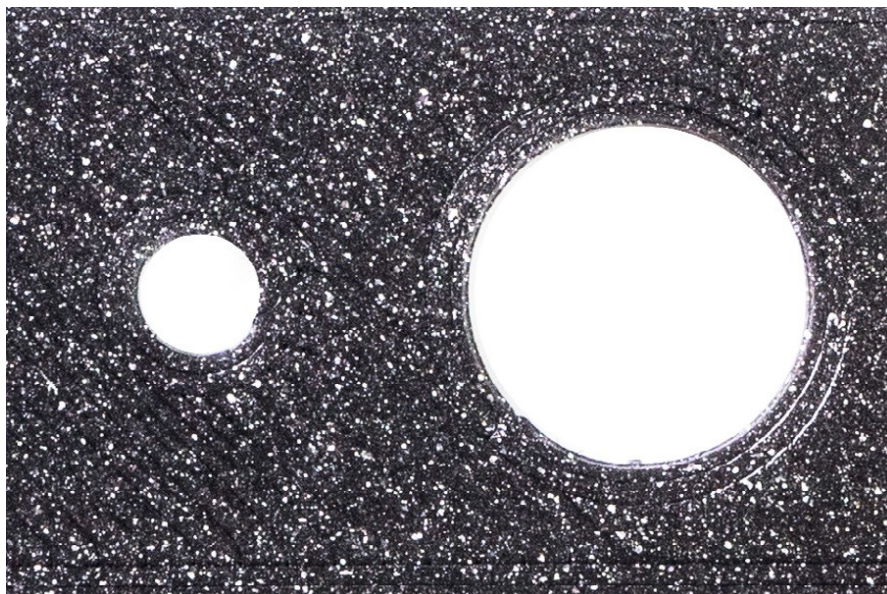
1. Probeer de behoefte aan ondersteuning te minimaliseren. 3D-printers kunnen niet in de lucht printen en grote overhangen vereisen ook ondersteuning.

Om tijd en materiaal te besparen en de kwaliteit van het oppervlak van het object te verbeteren, probeer je het object zó te ontwerpen dat de behoefte aan ondersteuning wordt geminimaliseerd.

We bekijken een voorbeeld. Je moet een deel van een hek ontwerpen en het is aan jou hoe de paaltjes eruit zullen zien. In de onderstaande afbeeldingen zie je twee manieren om het hek te ontwerpen als we het in een verticale positie willen printen. De beste oplossing is om het onderdeel horizontaal te printen.



2. Maak duidelijk hoe het model op het printbed moet worden geplaatst. Vlakken die bovenop steunen worden geplaatst worden niet zo glad als oppervlakken die direct op het printbed worden geplaatst.



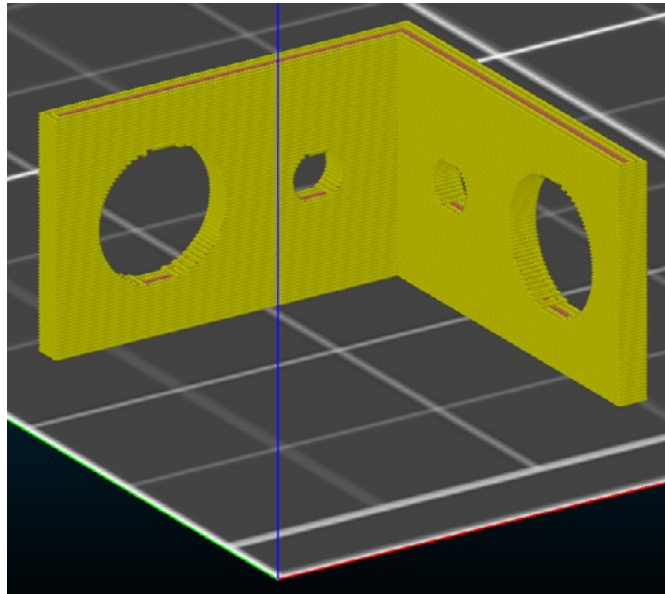
3. De print heeft een lagere sterkte in de richting parallel aan de geprinte lagen dan in de richting loodrecht op de geprinte lagen. Als je verwacht dat het geprinte deel bepaalde krachten moet weerstaan, houd dit feit dan in gedachten.

4. Overweeg het model in meerdere delen te splitsen en vind vervolgens de optimale posities voor deze delen op het printbed. Laten we een eenvoudige bol als voorbeeld nemen. Het printen als één enkel deel is vrij moeilijk, omdat de eerste laag die het printbed raakt erg klein is. Je kunt een rand en steunen toevoegen om dit probleem te verhelpen. De oppervlaktekwaliteit zal er echter onder lijden (zie hieronder). Een mogelijke oplossing is om de bol in twee delen te knippen. Print ze apart en lijm ze vervolgens aan elkaar.



5. Bij het modelleren van onderdelen die in elkaar moeten passen moet je een bepaalde tolerantie opnemen. Je kunt niet twee delen met afmetingen met nultolerantie combineren. Houd er rekening mee dat je de toleranties waarschijnlijk moet aanpassen totdat je een optimaal resultaat bereikt. Er is geen enkele "universele" waarde - het hangt allemaal af van de grootte van het model, de horizontale of verticale oriëntatie, de vorm van de onderdelen die in elkaar moeten grijpen, de kalibratie, instellingen, materialen en andere aspecten. Maak je dus geen zorgen als dat niet meteen lukt, het kost een paar pogingen om alles te op elkaar af te stemmen - 3D-printers zijn tenslotte ontworpen als geweldige prototypingmachines, dus blijf herhalen tot je het beste resultaat hebt.
Een snel voorbeeld: als we een staaf van 10 mm doorsnede in een buis willen steken, moet de diameter van de buis ongeveer 0,15 mm groter zijn.

6. Een verticaal afgedrukt cirkelvormig gat zal niet perfect cirkelvormig zijn. Om een beter resultaat te krijgen, druk je cirkelvormige gaten horizontaal af zoals te zien is in de onderstaande afbeeldingen.



7. De breedte van een enkele omtrek wanneer afgedrukt met een standaard 0,4 mm spuitmond is ongeveer 0,45 mm. Dit heeft invloed op de totale breedte van de wanden van een model.

Wanddikte

Minder dan de breedte van één omtrek

Eén 1x de omtrek

Meer dan 1x de breedte van één omtrek, maar minder dan 2x

Meer dan 2x breedte van één omtrek

Is het mogelijk om te printen?

niet

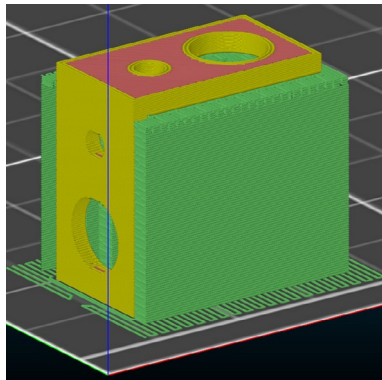
is prima, kan

niet

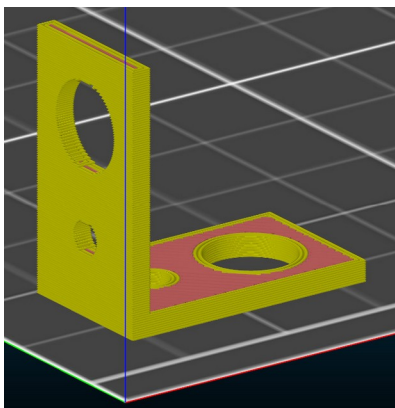
is prima, kan

Voorbeelden van mogelijke objectoriëntaties en hoe ze de resulterende printen beïnvloeden

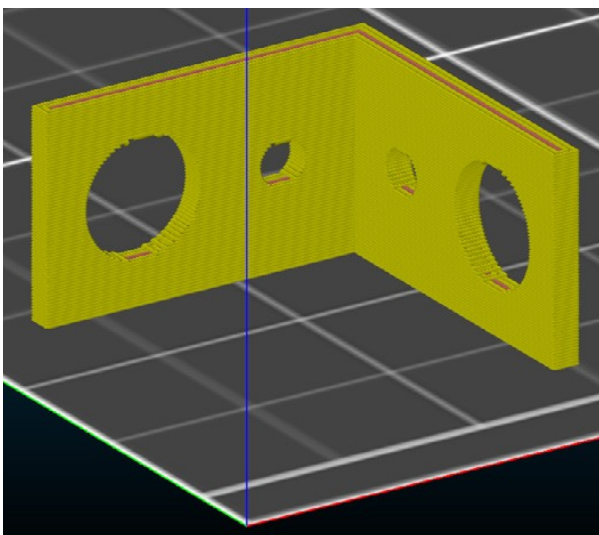
Laten we eens kijken naar een eenvoudige L-vormige klem met twee gaten aan beide uiteinden en hoe de objectoriëntatie het uiteindelijke uiterlijk beïnvloedt. En het is niet alleen het uiterlijk dat wordt beïnvloed, de manier waarop een object is georiënteerd, heeft ook effect op de structurele integriteit en taaiheid.



Dit is geen optimale oriëntatie voor dit model.



Dit is geen optimale oriëntatie voor dit model.

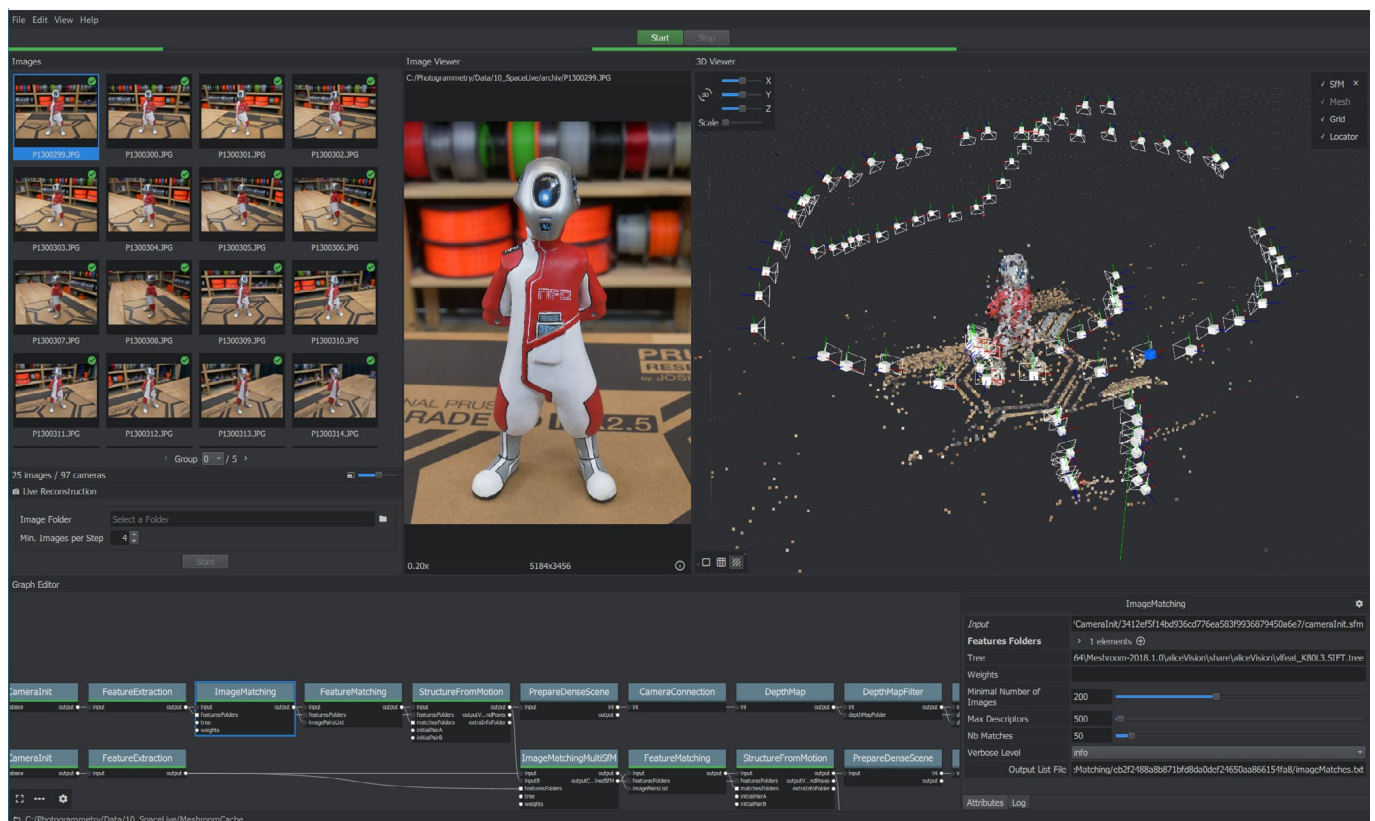


Dit is de optimale oriëntatie voor dit model.

3D-scannen en fotogrammetrie

3D-scannen en fotogrammetrie zijn twee populaire opties voor het maken van een digitaal object op basis van een echt object. 3D-scanners zijn al een tijd op de markt, maar hun hoge prijs maakt ze onbereikbaar voor de reguliere gebruiker. De goedkoopste scanners kunnen voor minder dan 300 USD worden gekocht, terwijl de duurdere ver boven de 10.000 USD kunnen uitkomen. Dat is waar de fotogrammetrie om de hoek komt kijken.

Het is een veel goedkopere technologie, maar het vereist wel extra werk – het hele principe is gebaseerd op het verwerken van tientallen of zelfs honderden foto's van één object in een gespecialiseerde software. Het voordeel is dat zelfs de camera van je smartphone voldoende is voor de klus. Je kunt meer leren over fotogrammetrie op: blog.prusaprinters.org/photogrammetry.



Het kiezen van het juiste printmateriaal

Een veelvoorkomend misverstand is dat verschillende filamenten alleen maar verschillende kleuren hebben. De waarheid is dat er veel verschillende soorten filamenten zijn met sterk verschillende eigenschappen. Sommige materialen zijn heel gemakkelijk te printen en zorgen voor veel details op de geprinte objecten, maar hun hittebestendigheid is laag (PLA). Andere materialen kunnen het tegenovergestelde zijn (ABS).

N.B. Je kunt meer lezen over printmaterialen in het hoofdstuk *Filamenten*.

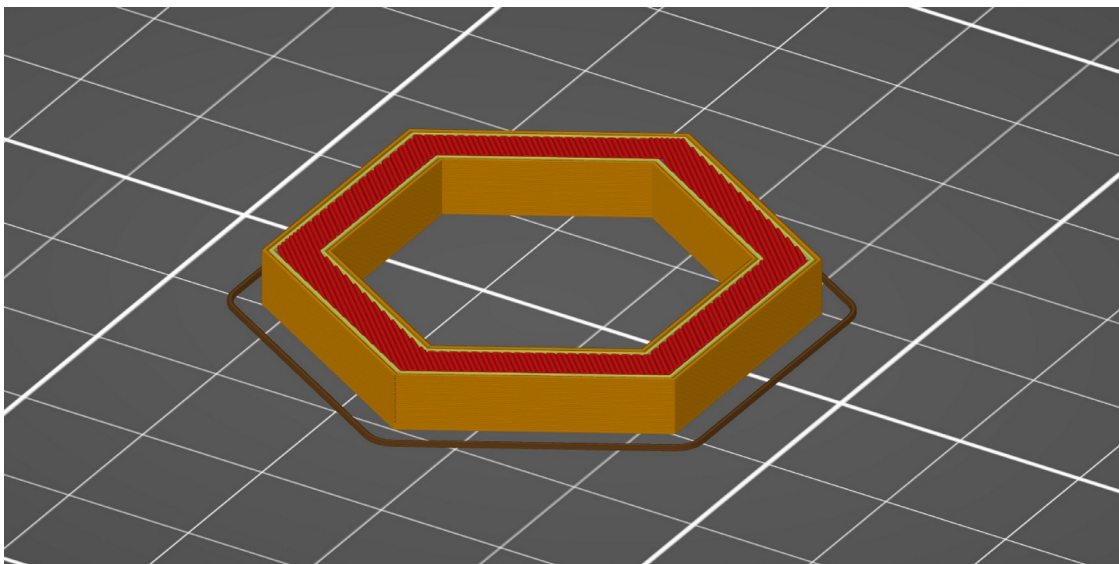
Het slicen

Het slicen is het proces waarbij een 3D-object met behulp van een slicer-softwareprogramma wordt omgezet in machinecode, de G-code. De meest voorkomende slicers zijn Slic3r PE (en zijn opvolger PrusaSlicer 2.0), Simplify3D en Cura.

Voor het genereren van de G-code is niet alleen het 3D-object nodig, maar er spelen ook verschillende instellingen een rol. Ze kunnen het G-code- en printproces op verschillende manieren beïnvloeden, zoals de stevigheid van het model, de hoeveelheid details en de printsnelheid. Het is ook mogelijk om de objecten te wijzigen: schalen, roteren en snijden. Ook andere hulpmiddelen zijn beschikbaar. En tenslotte: je kunt slicers gebruiken om het object op het virtuele printoppervlak te positioneren. De software is net zo belangrijk als de hardware, wat betekent dat de juiste slicing-instellingen cruciaal zijn voor een mooie 3D-print.

Er zijn verschillende slicers beschikbaar, elk met zijn voor- en nadelen. De meeste zijn gratis beschikbaar. Beginners doen er verstandig aan om zich te houden aan slicers met geteste, vooraf gemaakte slicing-profielen voor hun printers. Zodra je daarmee vertrouwd bent, kun je andere softwarepakketten gebruiken. Vrijwel elke grote fabrikant van 3D-printers heeft zijn eigen slicer die is afgestemd op hun printerassortiment.

Laten we eens kijken naar drie slicers die het meest worden gebruikt door de eigenaren van de Originale Prusa i3.



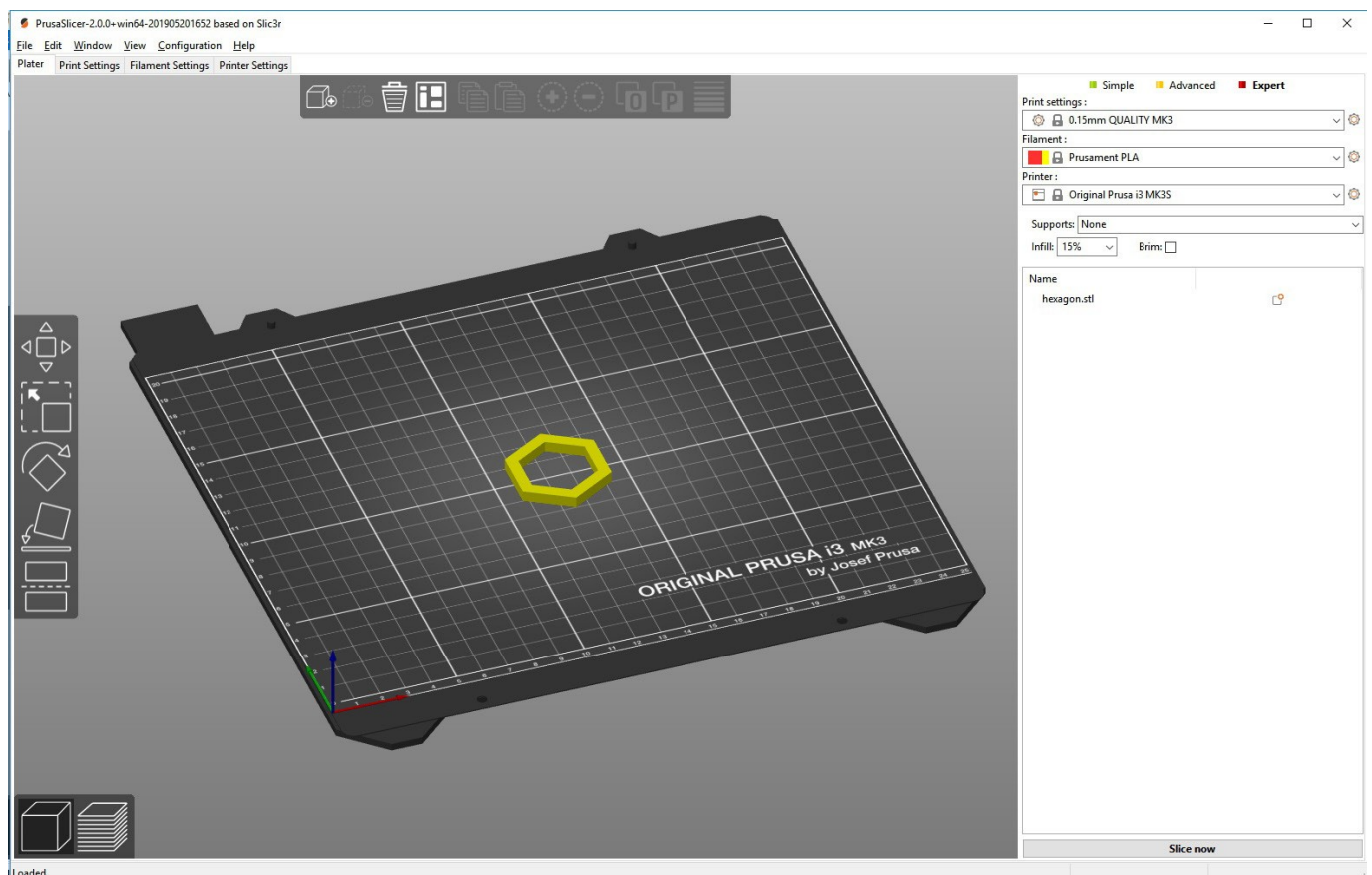
PrusaSlicer

PrusaSlicer is gebaseerd op of beter gezegd afgeleid van het open-source Slic3r-project. PrusaSlicer is onze standaard slicer die ook gebundeld is in het Drivers & Apps-pakket.

De applicatie bevat een aantal handige functies en wordt regelmatig bijgewerkt. Het heeft veel verbeteringen en optimalisaties voor Prusa Research-producten, waaronder profielen voor multi-materiaal printen. En het wordt ook geleverd met een enorme bibliotheek met vooraf gemaakte en geteste instellingen voor allerlei soorten materialen. Het is een geweldige optie voor elke bezitter van een Originale Prusa 3D-printer.

Functies:

- Gratis en open-source
- Bevat meer dan 30 geteste profielen van filamenten, variërend van de meest populaire tot verschillende exotische materialen (zoals Woodfil en vele anderen). Afdrukprofielen worden regelmatig bijgewerkt
- Ingebouwde firmware-flashtool voor originele Prusa 3D-printers
- Ondersteuning voor multi-materiaal printen
- Octoprint-integratie
- Tal van opties voor afdrukinstellingen, waaronder speciale gebiedsgebaseerde modifiers
- Sliced model preview die het object laag voor laag weergeeft
- Variabele laaghoogte-instellingen
- Ondersteuning voor SLA 3D-printers
- Tree ondersteunt generatie



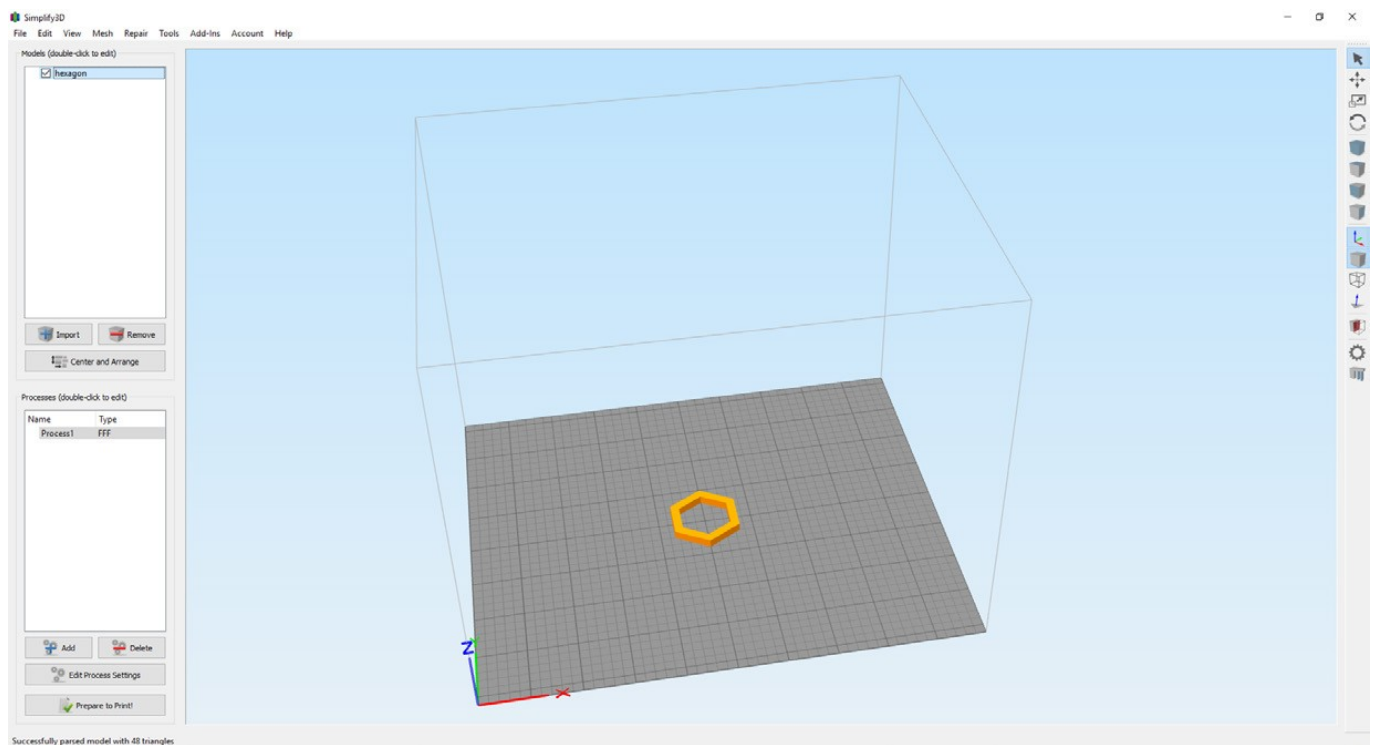
Simplify3D

Simplify3D is slicing software die onafhankelijk is ontwikkeld. Het is dus niet gebonden aan een 3D-printerfabrikant of specifiek model. Het bevat vooraf gemaakte profielen voor honderden verschillende 3D-printers. Dit is vooral handig als u meer dan één merk 3D-printers hebt, omdat u dan niet zelf printprofielen hoeft te maken.

foto 37-1

Cura

Cura is slicing software die is ontwikkeld door Ultimaker, een fabrikant van 3D-printers. Het is de meest voorkomende keuze voor eigenaren van Ultimaker 3D-printers. Het programma bevat echter ook een aantal profielen voor andere merken 3D-printers.



Slicer — basisinstellingen

Filament- en werkbladtemperaturen

Elke filamentfabrikant geeft het optimale temperatuurbereik voor hun filamenten aan. Je moet je aan de aanbevolen waarden houden. Wijziging van printtemperaturen leidt tot veranderingen in de visuele aspecten van de print. De temperatuur van de spuitmond ligt gewoonlijk tussen 200°C en 240°C en die van het werkblad tussen 60°C en 100°C.

Laaghoogte - wordt ook wel de *Z-asresolutie* genoemd en heeft een grote invloed op zowel de printtijden als de algehele oppervlakteafwerking van het geprinte object. Grotere laaghoogten leiden tot snellere prints en meer zichtbare lagen op het oppervlak van het object. Dit effect is vooral zichtbaar op oppervlakken die bijna parallel aan het printbed liggen. Meestal worden laaghoogten van 0,15 mm - 0,20 mm gekozen. Lagere laaghoogten leiden tot meer gedetailleerde prints (minder opvallende lagen), maar de printtijd wordt wel verlengd. PrusaSlicer heeft een functie voor het configureren van een variabele laaghoogte. Dat betekent dat gebruikers kunnen kiezen welke delen van het object dunnere lagen (gedetailleerde of hellende delen) zullen hebben en welke delen een grotere laaghoogte kunnen hebben.



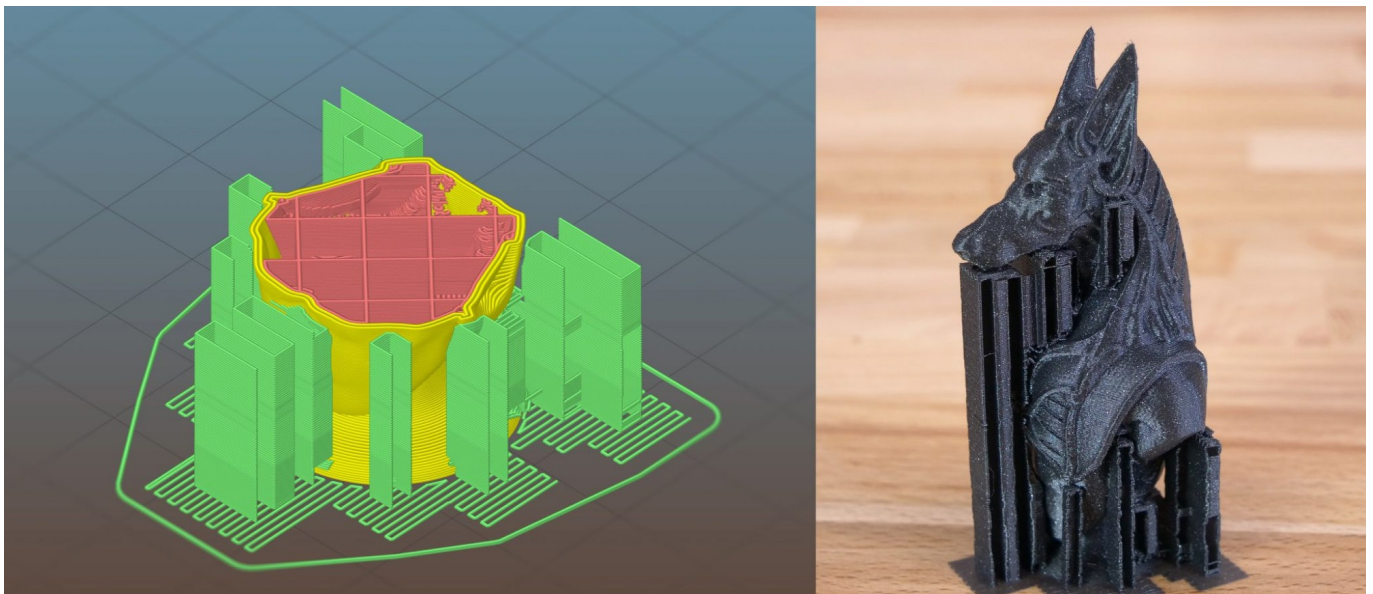
Verticale schaal / Perimeter (omtrek) - zijn de buitenmuren van het model en door de verticale schaal in te stellen passen we aan hoeveel keer er een omtrek is. De resulterende dikte van de wand kan ruwweg worden berekend als: aantal keer de omtrek \times diameter van de spuitmond. U kunt meer over perimeters leren in onze gids op blog.prusaprinters.org/perimeters.

Horizontale schaal / Massieve lagen - worden gebruikt om het aantal bovenste en onderste lagen van het model te configureren, die volledig massief zullen zijn (100% vulling).

Opvullen – beïnvloedt de printtijd, duurzaamheid van het geprinte object en verbruikt filament. De vulling wordt ingesteld als een percentage. Met 0% wordt een volledig hol object bedoeld. Meestal wordt 10-20% gebruikt. Het is ook mogelijk om het vulpatroon te kiezen (zie hieronder).

foto 39-1

Ondersteuning – steigerachtige structuren die plaatsen met overhang ondersteunen en onderdelen die in de lucht beginnen. Steunen zijn ontworpen om gemakkelijk te kunnen verwijderen, maar ze kunnen sporen op het model achterlaten. Het doel is altijd om de hoeveelheid ondersteuning te minimaliseren door het object zó te ontwerpen en te plaatsen op het werkblad dat een optimale oriëntatie wordt bereikt met weinig tot geen ondersteuning. Hoe minder ondersteuning des te sneller gaat het printen en hoe een beter de algehele uitstraling van het model.

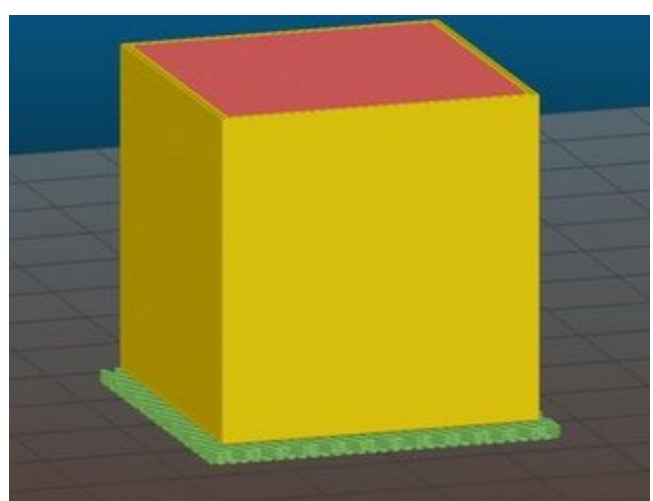
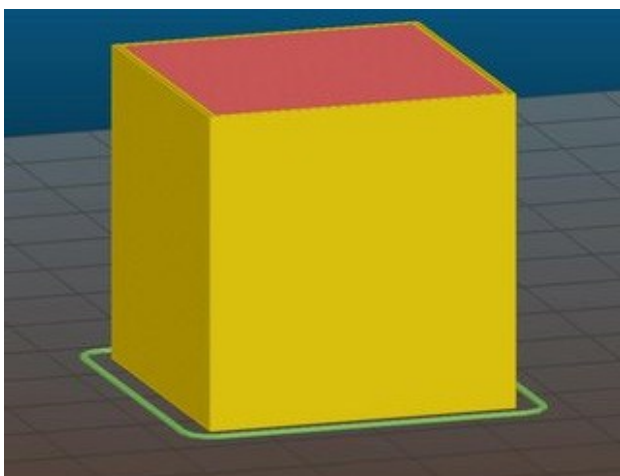
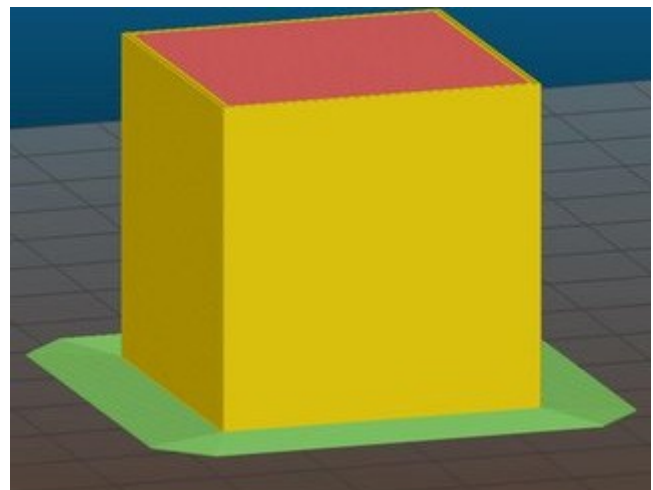
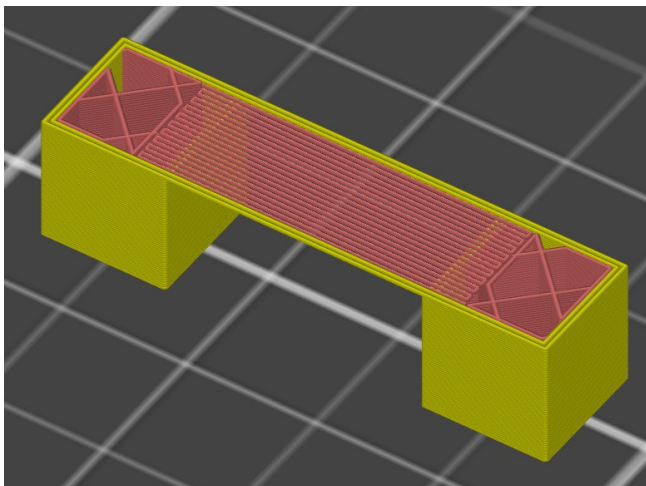


Overbruggen – dit is het enige geval waarbij de printer in de lucht kan printen zonder ondersteuning. Dat is wel een bijzonder geval. De extruder kan een plastic draad in een rechte lijn tussen twee vaste punten trekken. Dit betekent wel dat de brug precies evenwijdig aan het werkblad moet zijn. De maximale lengte van de brug wordt ook bepaald door de koelprestatie van de 3D-printer.

Rand – om het hechten van het geprinte object aan het werkblad te vergroten (bijv. bij het printen van kleine en dunne objecten) wordt het aanbevolen om een rand te gebruiken. Het is een extra plat oppervlak dat voorkomt dat het object vervormt of loslaat tijdens het printen. Het kan eenvoudig worden verwijderd wanneer de printopdracht is voltooid.

Rok – in tegenstelling tot een rand raakt een rok het object niet. Het is een dunne wand rond het geprinte object en het heeft meestal meer dan één laag. Het is het meest gebruikt bij het printen van ABS, dat de neiging heeft om te krimpen en te barsten als het afkoelt. De toegevoegde rok creëert een microklimaat wat helpt om de circulatie van koele lucht te blokkeren. Een ander gebruik van de rok: u kunt deze inspecteren om te controleren of de eerste laag goed hecht en de Live Z-waarde aanpassen als dat niet het geval is.

Vlot – een speciaal soort ondersteuningsstructuur, die het hele geprinte object boven het printplatform tilt. Het wordt voornamelijk gebruikt met ABS-materialen, omdat het helpt kromtrekken en optillen van het object van het printoppervlak te voorkomen.



Koelen – het is aan te raden om geprinte objecten actief te koelen met name dunne en hoge structuren die niet genoeg tijd hebben om zelf af te koelen omdat de extruder de neiging heeft om langere tijd op één plek te blijven.

Geavanceerde instellingen

Slicing programma's bieden een reeks van parameters die u kunt aanpassen en afstemmen: snelheid voor omtrekken, bruggen, opvulling en nog veel meer. Deze instellingen worden meestal standaard in de fabriek gedaan, je hoeft ze dus niet verder aan te passen.

N.B. Je kunt meer lezen over slicen in ons artikel op blog.prusaprinters.org/slicer.

Het printoppervlak voorbereiden

N.B. Het printoppervlak voorbereiden is essentieel voor succesvol printen. Als de printer niet goed is ingesteld en het oppervlak niet goed hecht, zal de printopdracht mislukken. Zorg er altijd voor dat de eerste laag goed aan het printoppervlak hecht.

De ontwikkeling van 3D-printers omvatte ook verschillende versies van het printoppervlak. Oorspronkelijk waren er alleen standaard glas- of spiegelprintbedden zonder extra verwarming. Om de hechting te vergroten, werd ABS-sap (kleine stukjes ABS opgelost in aceton) gebruikt. Andere opties waren om kaptontape of papierlijm (Kores) te gebruiken. Dit betekende ook dat het werken met de printer enigszins rommelig was. Toen werd de PEI-film ontdekt - en alles veranderde. Je vindt het PEI-oppervlak op alle originele Prusa i3 3D-printers, te beginnen met de MK2-versie. Dit type oppervlak heeft geen langdurige en ingewikkelde voorbereiding nodig - houd het gewoon schoon en ontvet. Het kan overweg met een breed scala aan materialen en de enige keer dat u de Kores-lijm moet gebruiken is wanneer u met PET wilt printen. In dit geval fungeert de lijm als een scheidingsmiddel omdat de hechting van PET veel te sterk kan zijn, waardoor het moeilijk van het bed te verwijderen is.



Starten van de print

Starten van de print betekent het verzenden van de gegenereerde G-code naar de 3D-printer. Laten we eens kijken naar beschikbare opties.

Tijdens de hele printopdracht moet de printer leestoegang hebben tot G-code-instructies. Als de 3D-printer om wat voor reden dan ook de G-code niet kan lezen mislukt de print onvermijdelijk. Daarom wordt het gebruik van een SD-kaart of een USB-staaf (of vergelijkbaar apparaat) aanbevolen. De staaf moet steeds in de 3D-printer aanwezig zijn en de printer moet de gegevens ervan zonder onderbrekingen kunnen lezen. Als alternatieve optie is er een mogelijkheid om de printer rechtstreeks op een pc aan te sluiten met behulp van (meestal) een USB-kabel. Een speciale toepassing, zoals Pronterface, voert vervolgens de gegevens van de pc in de 3D-printer, zelfs gedurende meerdere uren in het geval van lange prints. Een groot nadeel is dat de computer tijdens het hele proces moet draaien. Er kunnen tijdens het printen dingen misgaan (slaapstand, hibernationstand, herstarten, app-crashes, enz. en het proces wordt onderbroken, wat resulteert in een mislukte afdruktaak. Een directe verbinding met een pc wordt dus niet aanbevolen.

Het is echter nog steeds mogelijk om een pc betrouwbaar te gebruiken voor deze taak - een kleine pc, zoals Raspberry Pi met het Raspbian-besturingssysteem. Dit ontwikkelbord is goedkoop en vrijwel overal verkrijgbaar en kan de Octoprint-app uitvoeren, een gratis app voor het bedienen van 3D-printers. Octoprint biedt afstandsbediening, systeembewaking, webcamondersteuning en nog veel meer - allemaal toegankelijk via een webbrowser-UI.

Nabewerken

3D-geprinte objecten zijn meestal klaar voor gebruik zodra u klaar bent met printen. Dit geldt vooral voor functionele onderdelen. Als u extra vereisten hebt over het oppervlak van het object of het algehele uiterlijk in het algemeen moet u het oppervlak aanpassen met behulp van verschillende hulpmiddelen. Dit wordt nabewerking genoemd.

Nabewerking omvat een breed scala aan technieken, materialen, gereedschappen en procedures met als doel om het oppervlak van het geprinte object glad, gekleurd en over het algemeen mooi te maken. Modellen van kunststoffen kunnen worden geschuurd (het gebruik van elektrische schuurmachines leidt meestal tot schade aan het model door de hoge temperatuur die ontstaat door overmatige wrijving), gladgestreken met plamuur, gespoten met een vulmiddel, gelamineerd, gekleurd met acrylverf of met een spray. Het toevoegen van extra materiaal aan het model kan er echter voor zorgen dat kleine details verdwijnen.

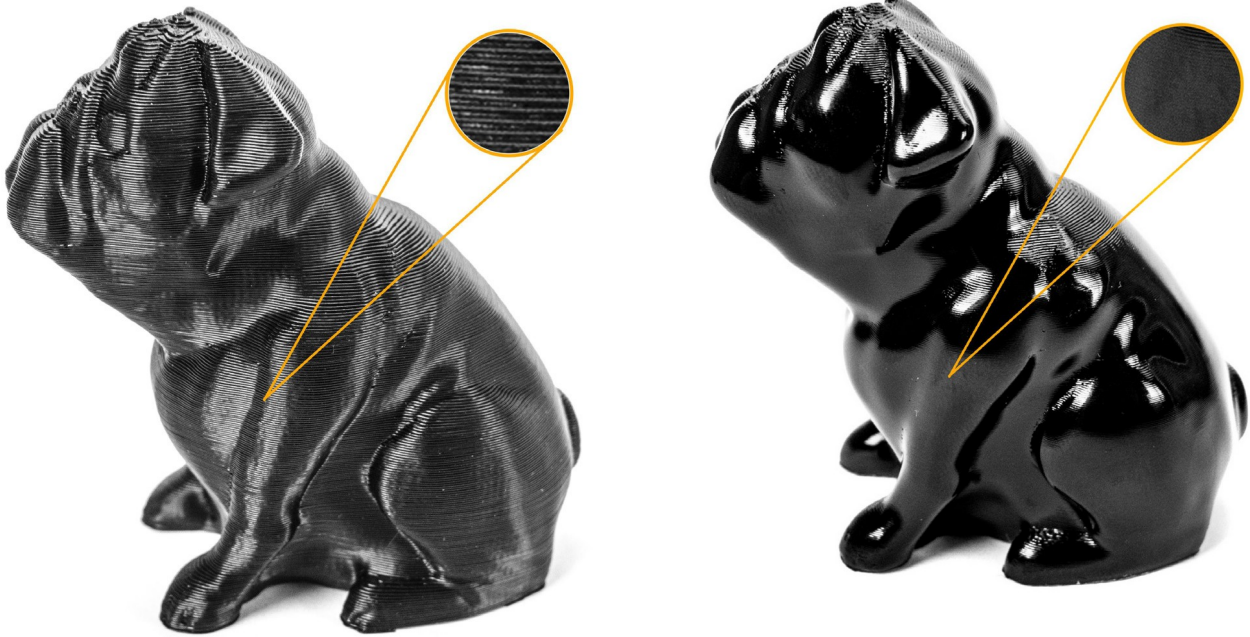
N.B. Je kunt meer leren over nabewerking in ons artikel op: blog.prusaprinters.org/postprocessing.

Lijmen en gladmaken van modellen met aceton

ABS en ASA zijn oplosbaar in aceton. Dit kan ook worden gebruikt om geprinte modellen aan elkaar te lijmen: smeer de oppervlakken die u wilt bevestigen in met een beetje aceton en druk ze tegen elkaar.

Aceton kan ook worden gebruikt om het oppervlak van 3D-geprinte modellen glad te maken. Je kunt het model kort onderdompelen in aceton (5-10 seconden) of u kunt het model in een afgesloten vat met aceton op de bodem plaatsen. Het object raakt het oppervlak niet aan, maar de dampen zullen het oppervlak na verloop van tijd gladmaken.

Het gladmaken van het oppervlak leidt tot het verlies van kleine details.



N.B. WAARSCHUWING!

Aceton is een vluchtige, ontvlambare vloeistof. Zorg dus voor een goed geventileerde ruimte en gebruik handschoenen en een bril.

Meer tips:

- Dunne draden op het oppervlak kunnen eenvoudig worden verwijderd met een warmte pistool. Doe dit wel heel snel, anders kan het object vervormen door de hitte.
- Materialen zoals PLA en PETG kunnen aan elkaar worden gelijmd met elke goede superlijm. Je kunt een activator gebruiken om het proces te versnellen.

N.B. PLA is een materiaal dat oplosbaar is in chloroform (trichloormethaan). Chloroform is echter niet geschikt om de geprinte objecten glad te strijken (zoals de combinatie ABS/aceton), omdat het het oppervlak wegvreet. Chloroform kan worden gebruikt als lijm om onderdelen aan elkaar te lijmen, maar een gewone superlijm is een veel betere optie. Chloroform is een gevaarlijke stof en moet met voorzichtigheid worden behandeld en in goed geventileerde ruimtes.

blz 44

Plastic printdraden

Naarmate de populariteit van 3D-printers groeit, produceren fabrikanten ook nieuwe printdraden met verschillende kleuren of speciale eigenschappen. Momenteel is het aanbod van beschikbare printdraden vrij breed en er zijn veel materialen om uit te kiezen. Gemakkelijk te printen en zeer populair is PLA, universeel PETG geschikt voor het printen van mechanische onderdelen, zeer taai en temperatuurbestendig ABS, composietmaterialen die het uiterlijk van hout of brons imiteren, gloeiende filamenten, zachte flexibele materialen en nog veel meer.

Elke printdraad heeft specifieke printinstellingen nodig en dat betekent ook dat hetzelfde type materiaal van twee verschillende fabrikanten verschillende printvereisten kan hebben. Het is zelfs mogelijk dat er een printdraad van één fabrikant is dat verschillende printvereisten heeft op basis van de kleur (bijv. rood versus blauw PLA).

Om de best mogelijke kwaliteitsniveaus te bereiken tijdens het printen, moet u altijd de aanbevolen printtemperaturen raadplegen die door de fabrikant zijn aanbevolen. Alleen als de prints zichtbare problemen hebben, kunt je beginnen met aanpassingen van het materiaalprofiel in PrusaSlicer. Zoals met temperaturen, ventilatorsnelheden, afdruksnelheid, filamentstroom, intrekkingen en andere instellingen.

De meest gebruikte printdraden zijn PLA, PETG en ABS. We leggen uit hoe deze materialen verschillen en in welke situaties ze het beste presteren. Maar er zijn ook andere interessante materialen op de markt. Er zijn zelfs zoveel materialen beschikbaar dat de beste manier om er meer over te weten te komen, is door de websites van de fabrikanten te bezoeken.

Als u een beginner bent in 3D-printen, is het belangrijkste om vertrouwd te maken met de basis-materialen en te leren in welke situaties ze het beste presteren. Het meest gebruiksvriendelijke materiaal is PLA. Laten we PLA-printdraden als basis voor onze gids beschouwen en kijken hoe de andere populaire materialen zich verhouden.



PLA

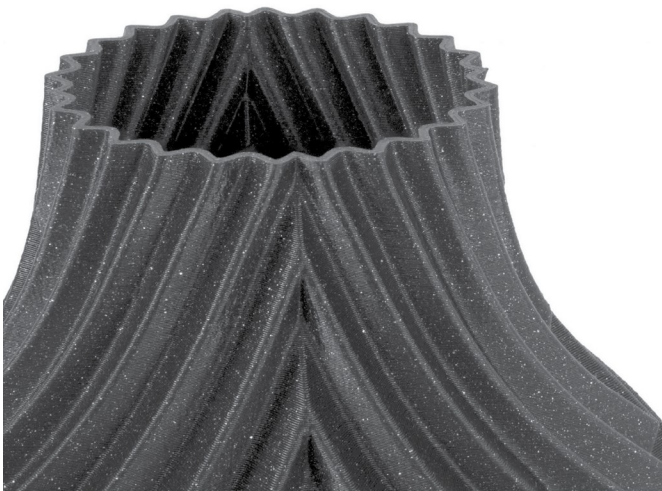
PLA (PolyLactic Acid) is waarschijnlijk het meest gebruikte filament in het algemeen. Er zijn een paar redenen waarom:

- Het is gemakkelijk te printen. Wat betekent dit in werkelijkheid? Zeer mooie oppervlakteafwerking en acceptabele oppervlakteafwerking boven steunen en in grote overhangen. Goed voor het printen van kleine en gedetailleerde modellen.
- Geen onaangename geur tijdens het printen.
- Lage thermische uitzetting vergeleken met andere materialen. Het kromt niet en hecht goed aan het printplatform. Daarom is het geschikt voor het printen van grote objecten.
- PLA is verkrijgbaar in een breed scala aan kleuren.
- Een van de goedkopere materialen.

Waarom dan nog andere materialen?

- PLA is hard en bros. Het heeft de neiging om te breken en te versplinteren onder druk.
- PLA is niet temperatuurbestendig, het begint zacht te worden rond de 60°C, waardoor het een minder dan ideale keuze is voor het printen van dingen zoals een smartphonehouder voor in de auto.
- Vergeleken met de rest van de populaire materialen heeft PLA de slechtste weersbestendigheid.

In deze drie situaties zijn PETG en ASA betere keuzes.



PETG, ASA en ABS

Al deze drie materialen zijn flexibeler vergeleken met PLA, wat betekent dat ze onder druk lichtjes buigen en niet meteen breken. Op de schaal van de gemakkelijkste tot de moeilijkste materialen om te printen, zit PETG tussen PLA en ASA/ABS. Het probleem met ASA en ABS is hun thermische uitzetting. Deze materialen hebben de neiging om te buigen en krom te trekken tijdens het printen, waardoor ze loskomen van het printbed. Vooral grotere objecten hebben een grotere neiging van kromtrekken en buigen, waardoor ze moeilijker te printen zijn. Ook produceren ASA en ABS een zeer opvallende geur tijdens het printen, veel sterker dan PETG of PLA. Ook heeft PETG, vergeleken met PLA, een glanzender oppervlakteafwerking, maar ook de neiging om draadstrengen te creëren tijdens de extruderbeweging.

Waar zijn ASA/ABS goed voor en wat is het verschil tussen die twee?

ABS was het eerste algemeen beschikbare materiaal voor 3D-printen. Naarmate de industrie evolueerde, verschenen er nieuwere en verbeterde materialen op de markt. ASA wordt gezien als de opvolger van ABS. De meeste eigenschappen zijn hetzelfde, terwijl ASA in sommige opzichten beter is. ASA is een UV-stabiel materiaal en het heeft ook een lagere thermische uitzetting, waardoor het gemakkelijker te printen is (vergeleken met ABS). Nog iets dat het vermelden waard is, is dat prints van ABS en ASA gladgestreken kunnen worden met acetondampen.

En dat geldt ook voor PLA, PETG, ASA en ABS. Dit zijn over het algemeen goede materialen voor 3D-printen. Misschien wilt u echter iets extra's. Laten we eens kijken naar enkele materialen die minder vaak worden gebruikt, maar die een aantal interessante eigenschappen bieden. Hun prijs is echter meestal hoger.



FLEX

Flexibele materialen vormen een grote groep speciale filamenten met flexibele eigenschappen. Deze materialen zijn enigszins vergelijkbaar met rubber, als je ze buigt breken ze niet. Flexibele materialen worden geproduceerd met verschillende hardheidsniveaus. Hoe zachter (meer "buigzaam") het materiaal is, hoe moeilijker het is om ermee te printen. Flexibele filamenten kunnen worden gebruikt om wielen te printen voor RadioControlled-modellen, hoesjes voor mobiele telefoons, silentblocks. Houd er echter rekening mee dat de geprinte objecten niet dezelfde mate van hechting hebben als rubber. Met andere woorden, voor RC-auto's met hoge prestaties zullen in de winkel gekochte banden beter presteren.

foto 48-1

Composietmaterialen

Composietmaterialen (houtvulling, kopervulling, bronsvulling en andere) bestaan voornamelijk uit plastic met een toegevoegd materiaal in de vorm van poeder. Deze filamenten zijn vooral interessant vanwege hun uiterlijk, dus omdat ze verschillende materialen kunnen imiteren. Ze zijn echter meestal erg ruw. Een geharde spuitmond wordt daarom aanbevolen als u van plan bent om vaker met deze filamenten te printen. Ook raden we aan om voor het printen van houten composieten een spuitmond met een grotere diameter (0,5 of 0,6 mm) te gebruiken, anders kan het houtpoeder de spuitmond verstopen. Printparameters kunnen verschillen op basis van het gebruikte plastic component. Zorg ervoor dat u de aanbevolen instellingen van PrusaSlicer gebruikt of, als het profiel niet beschikbaar is, gebruik dan de aanbevolen instellingen van de leverancier.



PVA en BVOH voor oplosbare dragers

Meestal is het bij het printen van een model het beste om het model zó te plaatsen dat het aantal ondersteuning wordt geminimaliseerd. Dit is echter niet altijd mogelijk. In de meeste gevallen worden de ondersteuning geprint met hetzelfde type materiaal als de rest van het model en uiteindelijk, wanneer de print klaar is, kunnen we ze afbreken. Het oppervlak boven de steunen vertoont vaak sporen van het afgebroken materiaal, lagen kunnen beter zichtbaar zijn in vergelijking met de rest van het object, enz.

Er zijn 3D-printers die met twee of meer materialen tegelijk kunnen printen (bijvoorbeeld onze originele Prusa i3 MK3S met de Multi-Material Upgrade 2.0), wat de mogelijkheid biedt om een ander materiaal te gebruiken om de ondersteuning te printen. Hier komen oplosbare materialen, zoals PVA en BVOH, om de hoek kijken. Dankzij deze materialen is de parameter voor de afstand tussen de steunen (die wordt gebruikt voor het gemakkelijker verwijderen van standaard steunen) niet langer nodig, omdat we het materiaal gewoon in water oplossen. Deze materialen zijn echter duurder dan de standaardfilamenten. Het is mogelijk om het filamentverbruik te verminderen door de oplosbare materialen alleen op de buitenkant te gebruiken (een paar lagen tussen steunen van een standaardmateriaal en het object zelf).

BVOH- en PVA-materialen werken het beste in combinatie met PLA, vooral vanwege de vergelijkbare printtemperaturen. Zowel BVOH als PVA zijn in water oplosbaar.

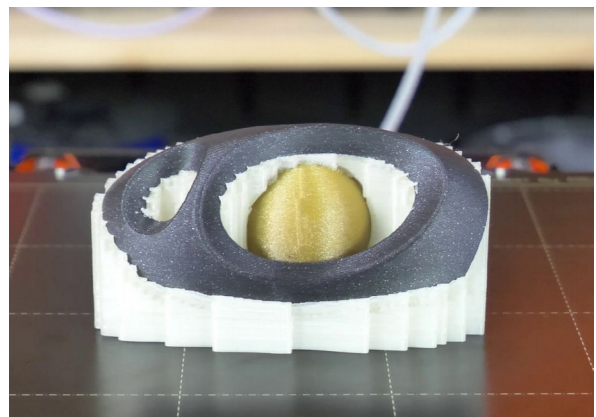
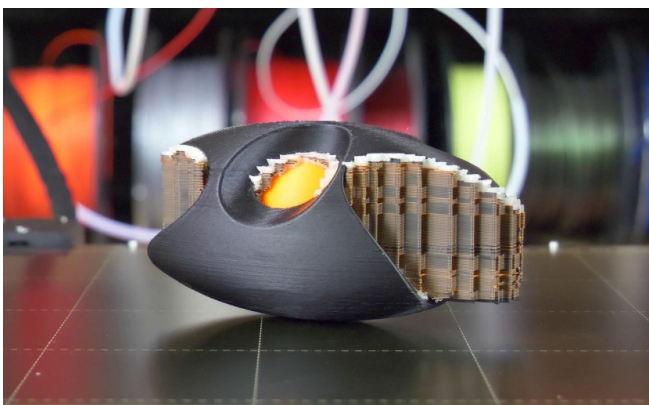
HIPS is een ondersteunend materiaal dat oplosbaar is in lemonsol en het beste werkt in combinatie met ABS.

foto-49-1

Andere materialen

PP – hogere temperatuurbestendigheid vergeleken met ABS of PLA. Chemisch bestendig, flexibel, heeft moeite met plakken aan het printoppervlak. Nylon – bestendig en taai materiaal met een goede hechting tussen de lagen.

Nylon is wrijvingsbestendig, dus geschikt voor het printen van mechanische onderdelen, maar het is ook hygroscopisch (absorbeert luchtvochtigheid), wat een negatieve invloed heeft op het printen.



blz 50

FOTOPOLYMEREN / HARSEN

Harsen (ook wel fotopolymere of UV-gevoelige harsen genoemd) zijn printmaterialen voor SLA 3D-printers. Harsen zijn vloeistoffen die worden uitgehard (gestold) door blootstelling aan UV-licht. Harsen zijn meestal merkbaar duurder dan filamenten, maar hun prijs kan verschillen op basis van hun eigenschappen. De goedkoopste harsen kunnen worden gekocht voor ongeveer 30 USD/liter, terwijl geavanceerdere materialen wel 400 USD/liter kunnen kosten - dit zijn meestal tandheelkundige of gietharsen. Over het algemeen zijn SLA-prints kwetsbaarder dan FFF-prints. Aan de andere kant breken SLA-prints niet langs laaglijnen - in plaats daarvan versplinteren ze als glas.

Harsen bestaan meestal uit drie basiscomponenten:

- **De kern** van de hars (monomeren en oligomeren).
- **Foto-initiatoren** - moleculen die reageren op UV-licht en die het stollingsproces initiëren.
- **Additieven** - mengsels die de kleur en eigenschappen van de hars veranderen.

N.B. Controleer bij het kopen van harsen altijd op welke golfengte het uithardingsproces plaatsvindt om een goede compatibiliteit met uw 3D-printer te garanderen.

Harsen worden niet onderscheiden op basis van het type materiaal, zoals het geval is met filamenten voor FFF-printers. Hars is in wezen één soort stof. Verschillen ontstaan alleen door het toevoegen van additieven en kleurstoffen. Een typische parameter die kan worden beïnvloed door additieven is de mate van hardheid en taaiheid. De volgende tabel somt van de meest voorkomende soorten harsen hun voor- en nadelen op.

| Materiaal soort | Eigenschappen |
|----------------------------|---|
| Standaard hars | Glad oppervlak, veel details + Fragiel - Niet geschikt voor mechanische onderdelen - |
| Heldere hars | Half transparant + Kan bijna volledig transparant worden gemaakt door nabewerking - Veel details + |
| Giethars | Geweldig voor het voorbereiden van gietvormen + Weinig tot geen resten na het verbranden van de hars + Vergelijkbaar met ABS of PP materialen + |
| Harde en resistente harsen | Gedeeltelijk flexibel + Geschikt voor mechanische onderdelen + Lage weerstand tegen hoge temperaturen - Zeer temperatuurbestendig + |
| Hittebestendige hars | Gebruikt voor injectievormen + ostbaar - Niet-toxisch + |
| Bio-vriendelijke harsen | Geschikt voor de productie van tandheelkundige implantaten + Slijtvast + Kostbaar - |
| Flexibele hars | Vergelijkbaar met rubber (hardheid 70A) + Lagere resolutie van geprinte onderdelen - |

MEERKLEUREN 3D PRINTEN

Tot nu toe hebben we het alleen gehad over 3D-printen in één kleur. De voor de hand liggende vraag is dus of het mogelijk is om met meerdere kleuren tegelijk te printen. Natuurlijk is dat zo! Er is zelfs meer dan één optie. Er zijn voor- en nadelen van de momenteel beschikbare methoden, dus laten we ze eens bekijken.

N.B. Wat is het verschil tussen een veelkleuren print en een volledig gekleurde print?

In ons geval is een veelkleuren print een object dat met twee tot vijf kleuren is geprint. Een volledig gekleurde 3D-printer kan elke kleur maken omdat ze CMYKW-kleuren mengen.

De eenvoudigste manier om veelkleurige prints te maken, is door het filament handmatig te verwisselen tijdens de printopdracht. Dit is een goede optie voor het maken van bijvoorbeeld logo's, banners of originele visitekaartjes.

- U hoeft uw 3D-printer niet aan te passen
- Geen materiaalverspilling
- Moet handmatig worden gedaan
- Slechts één kleurverandering per laag, niet mogelijk om meer kleuren in één laag te hebben

Als we de vorige methode een paar stappen verder nemen, komen we uit op de originele Prusa Multi Material Upgrade 2S of Mosaic Palette. In principe kunnen deze apparaten automatisch filamenten verwisselen en zelfs meerdere keren per enkele laag.

- Schakel filamentveranderingen in binnen één laag
- Gebruik de originele (of een lichtelijk aangepaste) enkele extruder, het is niet nodig om meerdere extruders in te stellen
- Verspilt extra materiaal, want de printer moet materiaal uit de spuitmond vervangen tijdens het wisselen
- Ondersteunt slechts maximaal 5 kleuren
- Het is niet mogelijk om kleuren te mengen om nieuwe mengsels te maken



Veelkleuren printen kan worden bereikt door filamenten rechtstreeks in de extruder te mengen. Het principe is vergelijkbaar met gewone inktprinters, het enige verschil is dat de inkt wordt vervangen door plasticdraden. Echter, een 3D-printer heeft meer nodig dan alleen CMYK plasticdraden, ook wit (W) is vereist.

- 4-5 plasticdraden zijn voldoende voor veelkleuren printen.
- Verzadigde kleuren
- Veel materiaal wordt verspild
- Om goede kleuren te bereiken zijn "geijkte" CMYKW-draden zijn vereist.

Je kunt ook veelkleurige prints bereiken met een combinatie van een 3D-printer en een gewone (inkt)printer. De inktprinter combineert CMYK-kleuren om de vereiste tint te bereiken en de kleur wordt aangebracht op wit plasticdraad, dat de kleurdruppels absorbeert.

- Elke kleur is mogelijk
- Slechts één filament is voldoende
- Geen verspild materiaal
- Het is niet mogelijk om volledig verzadigde kleuren te bereiken



WOORDENLIJST

| Term | Beschrijving en uitleg |
|-----------------|---|
| AMF/3MF-bestand | Bestandsformaat dat door slicersoftware wordt gebruikt om de hele scène op te slaan (modellen, plaatsings- en afdrুকinstellingen) |
| FDM/FFF | 3D-printtechnologieën - additief fabricageproces. Een filamentstreng wordt in een extruder geladen, verhit, gesmolten en geëxtrudeerd. De printer heeft mechanische onderdelen die in drie assen bewegen, waardoor hij elk 3D-object kan printen. |
| G-code | bestand met een lijst met opdrachten voor een 3D-printer. |
| OBJ-bestand | Een van de 3D-objectbestanden die door slicers worden ondersteund, vergelijkbaar met STL. |
| PEI | Een film op het oppervlak van het printvel - goede hechting en eenvoudig onderhoud. |
| RepRap | RepRap is het eerste open-source 3D-printerproject. Het werd in 2005 opgericht aan de Universiteit van Bath door Adrian Bowyer. Nu is het project in handen van de 3D-printgemeenschap - honderden ontwikkelaars en tienduizenden gebruikers. |
| Hars | Vloeibaar materiaal dat wordt gebruikt voor het printen met SLA 3D-printers. Ook wel fotopolymeer genoemd, omdat het stollingsproces wordt geïnitieerd door UV-licht. |
| SLA/DLP | 3D-printtechnologieën die zijn gebaseerd op het uitharden van vloeibare hars met behulp van UV-licht. |
| SLS | 3D-printtechnologie op basis van het sinteren van metaalpoeders met behulp van een laser. |
| STL-bestand | Een van de ondersteunde bestandsindelingen voor slicers. Het definieert een stel punten (hoekpunten) in de 3D-ruimte, die zijn verbonden om randen en polygonen te vormen. Het is het meest voorkomende type bestanden in de 3D-printindustrie. |
| bed, heatbed | Printoppervlak, meestal met een verwarmingseenheid om de hechting te verbeteren. |
| bridging | Overbrugging. Het enige geval waarbij printen in de lucht zonder ondersteuning mogelijk is, werkt echter alleen in een specifiek scenario. Bridging kan een rechte lijn creëren tussen twee punten met dezelfde Z-ashoogte. Dit betekent dat de brug parallel aan het printbed moet zijn. |

| | |
|------------------|---|
| brim | Rand, extra materiaal dat rond de basis van het object wordt geprint om de hechting te verbeteren - vooral handig voor kleine objecten. |
| extruder | De gehele printkop. Deze bestaat meestal uit de hotend, het invoermechanisme en een ventilator. |
| filament | Plasticdraad, printmateriaal dat wordt gebruikt in FDM/FFF 3D-printers. |
| firmware | Software van de firma die 3D-printers aanstuurt en bestuurt. |
| heat break | Een deel van de hotend in de vorm van een buis, die de warmteoverdracht tussen het verwarmingsblok en de heatsink minimaliseert. |
| heater block | Het onderste deel van de hotend dat is gemaakt van warmtegeleidende materialen. Het bevat een spuitmond, een verwarmingsmodule en een thermistor. |
| heater cartridge | Verwarmingsmodule, die het verwarmingsblok samen met de nozzle verwarmt. |
| hotend | Deel van de extruder dat de plasticdraden smelt. |
| infill | Slicing-instellingen, die bepalen hoe dicht de interne structuur van het geprinte object zal zijn. 100% betekent een vast object. Het gebruikelijke getal ligt tussen de 10 en 20%. Deze parameter heeft een grote invloed op de printtijd en de hoeveelheid gebruikt materiaal. |
| layer | Eén laag van het object dat is gemaakt door het slice-proces. De aanbevolen laaghoogte mag niet groter zijn dan $0,75 \times$ nozzle diameter. Het heeft een grote invloed op de printsnelheid. Hoe kleiner de laaghoogte is, hoe meer details in de Z-richting. |
| mesh | Een manier om een 3D-model weer te geven. Een stel hoekpunten, randen en polygonen (facetten) in een driedimensionaal cartesisch coördinatensysteem. |
| nozzle | Spuut of spuitmond. Een onderdeel van een 3D-printer dat wordt gebruikt om gesmolten plastic uit te spuiten. De diameter heeft invloed op de kwaliteit en snelheid van de print. Meer informatie vindt u op: blog.prusaprinters.org/nozzles . |
| overextrusie | Een 3D-printfout. Er wordt een te grote hoeveelheid draad door de spuitmond geduwd, wat resulteert in een oneffen oppervlak van het geprinte object. |
| perimeter | Omtrek. Buitenste "muur" van een 3D-geprint object. Slicers hebben de optie om het aantal perimeters te wijzigen. De dikte van een perimeter wordt gedefinieerd door de diameter van de spuitmond. Bij gebruik van een standaard 0,4 mm spuitmond is de omtrekdikte 0,45 mm. Het aantal keer de omtrek heeft een grote invloed op de printtijd. |
| raft | Een type ondersteuning dat aanwezig is onder de gehele eerste laag van het geprinte object. |

| | |
|-----------------|--|
| retraction | Terugtrekkig. Een instructie die ervoor zorgt dat draad wordt teruggetrokken in de spuitmond wanneer de extruder beweegt. Hierdoor wordt voorkomen dat de gesmolten draad op het model wordt uitgegoten. Onjuiste retracties kunnen zich vaak manifesteren als stringing (zie 'stringing'). |
| skirt | Een lijn rond het geprinte object, meestal meerdere lagen hoog. Het creëert een microklimaat voor het geprinte model en verkleint de kans op buigen, kromtrekken of scheuren. Kan ook worden gebruikt om de eerste laaghoogte te kalibreren. |
| slicer | Programma voor het omzetten van een 3D-model naar machinecode die kan worden gelezen door 3D-printers (G-code). Er zijn verschillenden op de markt, sommige betaald, sommige gratis. PrusaSlicer, Cura, Simplify3D etc. Een slicer is geen modelleringsmiddel. |
| slicing | Het proces van het omzetten van een 3D-model in machinecode die leesbaar is voor 3D-printers. Het proces deelt het model op in horizontale plakken van een bepaalde hoogte en creëert de bewegingsinstructies voor de extruder. |
| stringing | Een ongewenst effect dat zich manifesteert als dunne draden van plastic ('haren') op het oppervlak van het object. Het aanpassen van de terugtrekking helpt meestal. |
| supports | Steigerachtige structuren die worden gebruikt om objecten te printen die ofwel sterk overhangen of wel onderdelen hebben die in de lucht beginnen. De supports worden geprint met speciale instellingen. Dus het is vrij gemakkelijk om ze van het geprinte object af te breken. FFF/FDM-steunen laten meestal sporen achter op het oppervlak. |
| thermistor | Thermische sensor. Wordt gebruikt voor het controleren en aanpassen van de temperatuur van de printkop en het werkblad. |
| under-extrusion | Een 3D-printprobleem dat optreedt wanneer er onvoldoende draad door de spuit wordt geduwd. Dat laat zich zien als als ontbrekende lagen en onderdelen van het geprinte model. Als de temperatuurinstellingen correct zijn, is de oorzaak meestal een verstopte spuit. |

blz 58

FAQ Frequently Asked Questions, veelgestelde vragen

Wat is 3D-printen?

3D-printen is een geautomatiseerd proces, waarmee echte fysieke objecten kunnen worden geproduceerd op basis van digitale gegevens (3D-model).

Hoeveel kost het om een 3D-printer te laten draaien?

De hoogste kosten komen van het materiaal (filamenten). De prijs voor het printen van één object hangt voornamelijk af van het gewicht. 1 kg filament kost meestal ongeveer 20-30 USD. Het energieverbruik is vergelijkbaar met een 100W-lamp. Het onderhouden van een gewone 3D-printer is vrij goedkoop en kost meestal minder dan een paar dozijn USD per jaar.

Waar is 3D-printen goed voor?

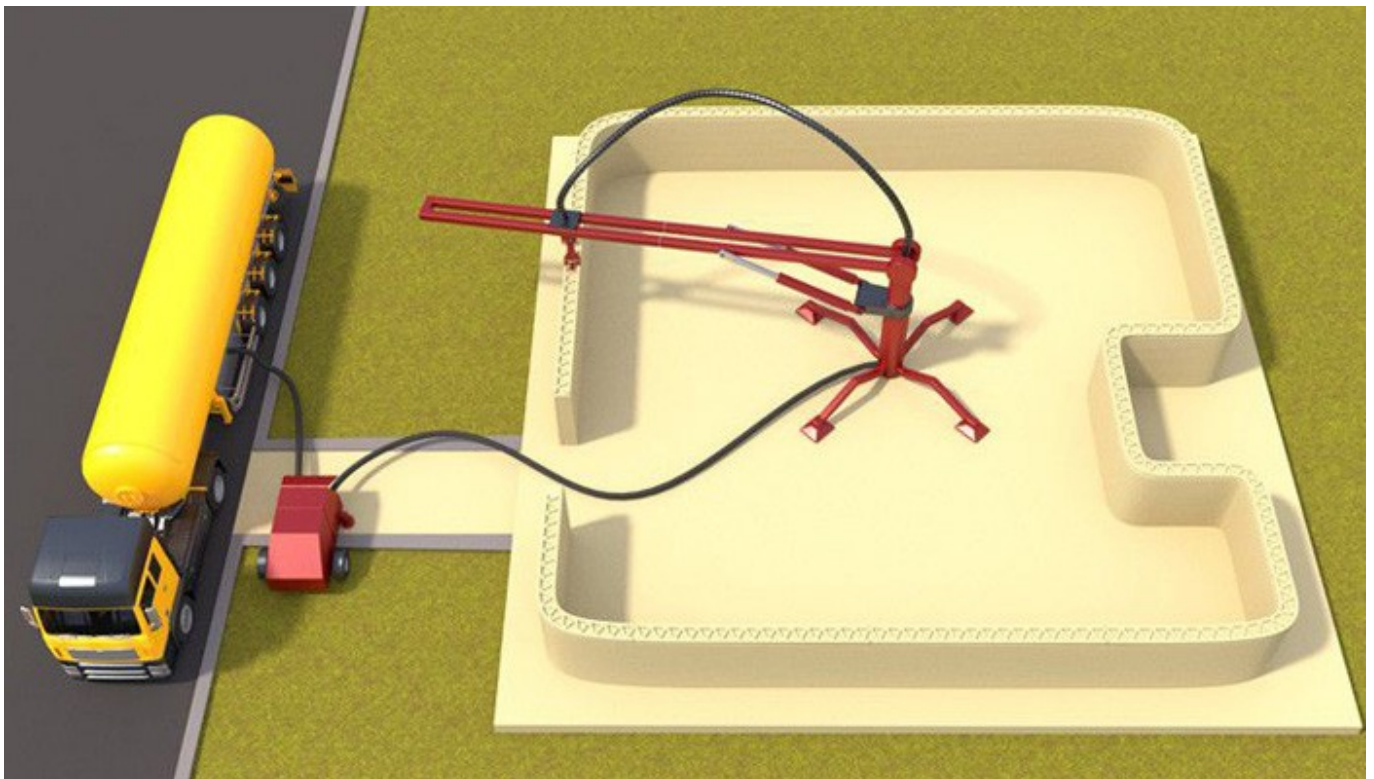
Rapid prototyping, productie van aangepaste modellen, productie van kleine series – lagere kosten (en ook lagere kwaliteit) vergeleken met spuitgieten.

Wordt FFF 3D-printen als milieuvriendelijk beschouwd?

Zoals bij veel productiemethoden eindigt zelfs bij 3D-printen een deel van het verwerkte materiaal als afval (ondersteuning, mislukte prints). Echter, een groot deel van de 3D-printmaterialen kan worden gerecycled. Het meest gebruikte filament, PLA, is eigenlijk biologisch afbreekbaar omdat het is gemaakt van zetmeel. Ook is er nog iets om te overwegen: dankzij 3D-printen kunnen we nu dingen repareren die anders heel goed in de afvalbak zouden belanden, wat een grotere ecologische last zou zijn. Een handgreep voor een koelkast kan een van de voorbeelden zijn.

Is het mogelijk om een huis te printen?

Ja, er zijn al een aantal succesvolle pogingen gedaan met beton of vergelijkbare materialen. Het werkt op dezelfde manier als 3D-printen met kunststoffen.



Kunnen 3D-printers menselijke organen printen?

Nog niet. Wetenschappers van over de hele wereld werken er echter hard aan om dit mogelijk te maken. Er wordt bijna elke dag nieuws over dit onderwerp gepubliceerd. Het probleem (en de uitdaging) is het feit dat menselijke organen ongelooflijk complex zijn en afhankelijk van andere organen. Wetenschappers richten zich voorlopig op het printen van weefsels voor minder complexe organen.

Kan ik objecten printen die groter zijn dan het printoppervlak?

Ja, het is mogelijk om het model in stukken te knippen en ze na het printen aan elkaar te lijmen.

Wat is het verschil tussen SLA- en FFF-technologieën?

FFF (of FDM) 3D-printen gebruikt filament als bronmateriaal – een streng plastic. Het materiaal wordt gesmolten en geëxtrudeerd door de nozzle, die onderdeel is van een extruder. SLA is daarentegen gebaseerd op het stollen van vloeibare harsen met behulp van UV-licht. Objecten die op FFF 3D-printers worden geprint, hebben meer zichtbare lagen vergeleken met SLA. Aan de andere kant heeft SLA-printen verschillende nadelen, zoals het gebruik van vloeibare harsen, wat potentieel schadelijke chemicaliën zijn.

Welk soort materiaal wordt gebruikt voor FFF 3D-printen?

Verschillende soorten plastic, in sommige gevallen met additieven. De meest gebruikte filamenten zijn PLA, PETG en ABS.

Hoe lang duurt een printopdracht?

Een simpele vraag die moeilijk te beantwoorden is. Het hangt van veel verschillende factoren af: in de eerste plaats de grootte van het geprinte object, maar ook de dichtheid van de infill, het aantal omtrekken, de onderste en bovenste schalen, de diameter van de spuitmond, de laaghoogte, de complexiteit van het model, het aantal steunen en andere factoren.

Het printen van een figuur van 5 cm hoog duurt een paar uur. Bij grote en complexe objecten kunt u echter gemakkelijk tientallen uren printen. De meeste slicing-apps kunnen de totale printtijd schatten.

Wat te doen met lege filamentspoelen?

Gooi ze weg in de plastic afvalbakken. Helaas is het niet mogelijk (om een aantal redenen) om de lege spoelen terug te kopen van de klanten. Als je ze niet weg wilt gooien, kun je ze gebruiken voor verschillende projecten - bekijk ons artikel op: blog.prusaprinters.org/spools.

Is het mogelijk om voedsel te printen?

Verrassend genoeg wel! Je hebt een speciaal aangepaste 3D-printer nodig (er zijn er een aantal in de RepRap-familie) en je kunt met chocolade printen, of zelfs pannenkoekendeeg rechtstreeks op een pan printen.

Kan ik een kopje of een bord printen en gebruiken om te drinken en eten?

Ja, maar er zijn een paar dingen om in gedachten te houden! PETG en PLA zijn onschadelijke kunststoffen die in contact kunnen komen met voedsel. Het is echter niet aan te raden om de geprinte objecten te gebruiken om te eten of drinken zonder ze eerst te nabewerken. Kleine openingen in lagen zijn perfect voor de ophoping van bacteriën en het is bijna onmogelijk om deze onderdelen goed schoon te maken. Voordat u een bedrukte beker gaat gebruiken, gebruikt u voedselveilige epoxy om de zijkanten te coaten.

Kan ik erotische speeltjes printen?

Ja, maar alleen om te laten zien. Het is hetzelfde probleem als met bestek (kopjes, borden) - er zitten gaten tussen de lagen waar bacteriën zich kunnen ophopen. Het is mogelijk om het object na te bewerken en het een coating te geven om een onschadelijk oppervlak te creëren.

Is het mogelijk om een pistool in 3D te printen?

Theoretisch gezien wel. Als je de tijd neemt met nabewerking, kan het er zelfs heel echt uitzien. Zou je een echte kogel in een plastic pistool stoppen en de trekker overhalen? Nee? Wij ook niet! Het plastic pistool zou hoogstwaarschijnlijk in je hand versplinteren en je verwonden. Het zou ook onmogelijk zijn om dit pistool door een metaaldetector te halen, omdat de huls van de kogel toch een alarm zou laten afgaan. Dus misschien denk je: "Wat dacht je van metaalpoeder gebruiken (SLS-printen)?" Ja, dat zou theoretisch mogelijk zijn. Dit scenario is echter volkomen zinloos vanwege de hoge productiekosten. Als u om welke reden dan ook thuis een geweer wilt produceren, is een eenvoudige draaibank meer dan voldoende.

BASIS VAN 3D PRINTEN MET JOSEF PRUSA
Ondřej Štříteský

Gepubliceerd door:
Prusa Research a.s.
Partyzánská 188/7a
170 00 Praha
Tsjechische Republiek

Co-auteurs:
Josef Průša, Martin Bach

Grafisch ontwerp en zetwerk:
Petr Dragoun

Vertaald door:
Jan Olejník

Eerste editie, Praag 2019