

# Additive Manufacturing

## ASML



Mathys Kramer  
Daphne Otten  
Mark Paquaij  
Bettine Willigenburg

Nijmegen,  
4 juni

(welingelichtekringen, 2020)  
(digitaltrends, 2017)

## Titelpagina

Titel: Additive Manufacturing ASML

Naam	Stud.nr.	e-mail adres	Mobielnr.	Opleiding
Kramer, Mathys	567279	<a href="mailto:mathyskramer@upcmail.nl">mathyskramer@upcmail.nl</a>	+31 6 48523388	Bedrijfskunde
Otten, Daphne	583211	<a href="mailto:daphne.otten@live.nl">daphne.otten@live.nl</a>	+31 6 28145195	Communication and Multimedia Design
Paquaij, Mark	578714	<a href="mailto:mark.paquay@outlook.com">mark.paquay@outlook.com</a>	+31 6 12557933	Industrieel Product Ontwerper
Willigenburg, Bettine	586347	<a href="mailto:bettinewilligenburg@hotmail.com">bettinewilligenburg@hotmail.com</a>	+31 6 23984320	Human Resource management

Studiejaar van opdracht: 2019-2020

Periode: 2<sup>e</sup> periode

Naam bedrijf: ASML

Begeleider bedrijf: Michiel van Popering

Contactgegevens: [michiel.van.popering@asml.com](mailto:michiel.van.popering@asml.com)

Docentbegeleider: Herold Cremer

Contactgegevens: [Herold.Cremer@han.nl](mailto:Herold.Cremer@han.nl) / +31 6 55208770

## Inhoudsopgave

Inleiding .....	4
Hoofdstuk 1: Wat is Additive Manufacturing?.....	5
Hoofdstuk 2: Welke strategie is er gevolgd om een kansrijke AM-toepassing te vinden in de context voor ASML? .....	5
Hoofdstuk 3: Wat zijn de geïdentificeerde potentiële AM-toepassingen? .....	5
Hoofdstuk 4: Welke AM-toepassing is er gekozen en waarom?.....	6
Hoofdstuk 5: Welke AM-technologie(en) worden er gebruikt voor de geselecteerde AM-toepassing?6	
Hoofdstuk 6: Wat zijn de bedrijfsmatige consequenties als de geselecteerde AM-toepassing wordt geadopteerd door ASML? .....	7
Hoofdstuk 7: Conclusie .....	9
Bibliografie .....	<b>Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.</b>

## Inleiding

In dit rapport wordt er gekeken naar AM-toepassingen (Additive Manufacturing Toepassingen) voor ASML. ASML is een technologiebedrijf dat is gespecialiseerd in de ontwikkeling en de innovatieve technologieën voor de ontwikkeling van microchips. Dit komt erop neer dat ASML machines maakt die producenten kunnen gebruiken voor het produceren van microchips. Deze machines zijn enorm groot en hebben dan ook vele onderdelen. Sommige van deze onderdelen moeten van tijd tot tijd vervangen worden. En dit is waar ASML een AM-toepassingsmogelijkheid heeft. Voordat dit behandeld wordt, worden er eerst een aantal andere vragen beantwoordt, namelijk;

- Wat is Additive Manufacturing?
- Welke strategie is er gevolgd om een kansrijke AM-toepassing te vinden in de context voor ASML?
- Wat zijn de geïdentificeerde potentiële AM-toepassingen?
- Welke AM-toepassing is er gekozen en waarom?
- Welke AM-technologie(en) worden er gebruikt voor de geselecteerde AM-toepassing?
- Wat zijn de bedrijfsmatige consequenties als de geselecteerde AM-toepassing wordt geadopteerd door ASML?

## Hoofdstuk 1: Wat is Additive Manufacturing?

Additive Manufacturing (AM) is het proces van het maken van voorwerpen op basis van 3D-modelgegevens. Deze voorwerpen worden met de meeste technologieën laag voor laag opgebouwd. Dit in tegenstelling tot conventioneel technieken.

Binnen Additive Manufacturing kennen we verschillende printtechnieken. De meest voorkomende technieken zijn:

- Fused Deposition Modelling (FDM)
- Selective Laser Sintering (SLS)
- Stereo Lithography Apparatus (SLA)
- Selective Laser Melting (SLM)
- Direct Metal Laser Sintering (DMLS)
- Digital Light Synthesis (DLS)

(Carbon3D[c], z.d., Sculpteo[a], z.d., Sculpteo[b], z.d., Wikipedia, z.d.)

Deze technieken worden gebruikt voor toepassingen binnen onder meer de medische wereld, industrie, Retail, Automotive, Aerospace én nog vele meer.

## Hoofdstuk 2: Welke strategie is er gevolgd om een kansrijke AM-toepassing te vinden in de context voor ASML?

Om voor ASML te bepalen waar en hoe Additive Manufacturing toegepast kan worden hebben wij met onze opdrachtgever meerdere gesprekken gehad. Tijdens de gesprekken met de opdrachtgever is er veel besproken over wat er allemaal gebeurt binnen ASML en hoe de processen lopen. Hierdoor zijn wij dus te weten gekomen dat ASML naast de R&D en productie van haar machines ook servicemonteurs heeft die de machines bij de klant onderhouden. Doorgaans betekent dit dat er één servicemonteur samen met de machine mee komt om ervoor te zorgen dat deze functioneel blijft. Sommige klanten zijn echter zo groot, en hebben daardoor zoveel machines staan dat er servicepunten ontstaan. Op die servicepunten is deze opdracht dan ook gericht.

## Hoofdstuk 3: Wat zijn de geïdentificeerde potentiële AM-toepassingen?

Na een analyse van de informatie die we hadden, is er besloten om te kijken naar de service kant van ASML. ASML levert namelijk naast de machines ook service, en op hoog niveau. Het is namelijk zo dat er bij iedere machine die zij leveren wel een kantoor of servicepunt zit zodat service direct geleverd kan worden en reparaties en onderhoud soepel, zorgeloos, maar vooral snel kunnen verlopen.



*Figuur 1: EUV-ASML*

Momenteel is het zo dat als er onderdelen vervangen moeten worden, deze geleverd moeten worden vanaf de dichtstbijzijnde fabriek, die in sommige gevallen niet in hetzelfde land zit als de klant. Hierdoor is er sprake van een aantal problemen als gevolg van deze situatie:

- De servicepunten moeten vele onderdelen voorradig houden om service te kunnen leveren;
- Onderdelen die niet in voorraad zijn moeten besteld worden, en dit kan veel tijd kosten;
- De machines van ASML leveren de klant veel omzet op, dus elke minuut dat een machine stil staat omdat een onderdeel niet voorradig is, kost veel geld;



- Als er door één servicepunt meerdere machines worden onderhouden, moeten vele verschillende soorten onderdelen voorradig gehouden worden;
- Als onderdelen niet voorradig zijn bij de fabriek, moeten deze eerst gemaakt worden.

De mogelijkheid voor de ASML-servicepunten om on-demand onderdelen te kunnen maken is dan ook het aspect wat we gaan behandelen als AM-toepassing voor ASML.

## Hoofdstuk 4: Welke AM-toepassing is er gekozen en waarom?

Zoals besproken zijn er vele servicepunten op de wereld voor de machines die ASML levert. Deze servicepunten hebben onderdelen nodig voor onderhoud en reparatie, aangezien er vele bewegende onderdelen in de machine zitten die door veel gebruik kunnen slijten of kapotgaan (hoe ingewikkelder de machine, hoe groter de kans dat er iets stuk gaat).

Momenteel hebben deze servicepunten onderdelen liggen van de relevante machines die zij service verlenen. Deze onderdelen worden momenteel geproduceerd in de fabrieken van ASML en vervolgens verstuurd naar deze servicepunten. Dit kan, als een onderdeel niet voorradig is, voor een aardige vertraging opleveren.



*Figuur 2: Engineers aan het werk in een ASML machine*

Een AM-toepassing voor dit probleem is dan ook voor de hand liggend, een 3D printer voor het printen van de onderdelen op locatie. Dit zou ieder servicepunt in staat stellen om de benodigde onderdelen zelf te maken op basis van wat ze nodig hebben.

## Hoofdstuk 5: Welke AM-technologie(en) worden er gebruikt voor de geselecteerde AM-toepassing?

Voor een servicepunt van ASML zijn er verschillende soorten onderdelen nodig van verschillende soorten materialen. Zo zou een 3D printer gebruikt kunnen worden om plastic of metalen onderdelen te maken. Om te bepalen wat voor type printer ASML het beste kan kiezen moeten er een aantal aspecten helder gemaakt worden. Er moet gekeken worden naar van welk materiaal veel van de onderdelen zijn. Dit heeft namelijk veel invloed op het type printer. Voor metalen onderdelen zal een SLM-printer of een DMLS-printer gebruikt kunnen worden, deze zijn erg prijzig maar hebben een aantal grote voordelen (Sculpteo[a], z.d., Sculpteo[b], z.d.). Deze printers hebben namelijk hoge precisie en de diversiteit. Naast de ruime keuze aan materiaalsoorten voor de print, zoals aluminium (SLM), RVS (DMLS) en Titanium (DMLS) (Sculpteo[a], z.d., Sculpteo[b], z.d.), is er ook het voordeel dat de onderdelen net zo sterk zijn, dan wel niet sterker dan dezelfde onderdelen uit een gietmal. Ook is een printer in staat gecompliceerde onderdelen te maken die andere productiemiddelen niet kunnen. Ook moet er gekeken worden naar wat de geprinte onderdelen op langer termijn gaan doen. Een materiaal kan misschien op de trekbank dezelfde sterkte hebben. Maar kan op lange termijn sneller verzwakken door "verouderings verschijnselen". Als bijvoorbeeld de kruip kans hoger ligt, zal bijvoorbeeld dragende of draaiende onderdelen uiteindelijk eerder vervangen moeten worden.

Voor het printen van plastic onderdelen kan er gebruik gemaakt worden van een FDM-printer (Wikipedia, z.d.). Dit is de meest voorkomende printer die vele verschillende soorten plastic kan printen. Een nadeel van deze printer is dat de printer niet super precies is (de print heeft over het algemeen nabewerking nodig) en het duurt erg lang om te printen. Een print bestaat dan ook uit slechts één onderdeel en er kunnen niet meerdere onderdelen tegelijk geprint worden.

Er zijn wel printers die meerdere onderdelen tegelijk kunnen printen, zoals de Carbon L1, te zien in figuur 3 (Carbon3D[a], z.d.). De Carbon L1 is een 3D printer die gebruik maakt van DLS technologie (Carbon3D[c], z.d.). Dit geeft de L1 het voordeel dat er meerdere onderdelen tegelijk geprint kunnen worden, zolang deze maar van hetzelfde materiaal zijn en op de basis van de printer passen. Verder is deze printer bijzonder nauwkeurig met geen enkele vorm van nabewerking nodig. Verder is deze printer ook in staat om vormen te printen die met een reguliere printer niet mogelijk is. Deze printer heeft ook een breed scala aan materialen waaruit gekozen kan worden, waaronder ook materialen op basis van flexibele urethaan, wat de print flexibel maakt Carbon3D[b], z.d.). Enige nadeel van deze printer, hij kan alleen geleased worden voor een prijs vanaf €48.000,- per jaar.



*Figuur 3: Carbon L1 printer*

## Hoofdstuk 6: Wat zijn de bedrijfsmatige consequenties als de geselecteerde AM-toepassing wordt geadopteerd door ASML?

Voor de toepassing van een AM-toepassing zijn er een aantal gevolgen voor ASML. Zo zal de toepassing van een 3D printer bij ieder servicepunt betekenen dat er op ieder servicepunt iemand aanwezig moet zijn die de 3D printer kan bedienen. De medewerkers zullen hiervoor een cursus moeten volgen. Het is zo dat dit niet enorm lastig is aangezien de R&D afdelingen tijdens de ontwikkeling van de machines alle onderdelen al in een vorm van een 3D tekening hebben gemaakt. Deze bestanden moeten dan alleen gedeeld worden met de servicepunten (via de servers die ASML heeft is een zeer simpele, goedkope en veilige oplossing) zodat de servicepunten deze bestanden kunnen gebruiken met hun 3D printers.

Naast de opleiding van de medewerkers en de verspreiding van de bestanden zijn er nog een aantal andere gevolgen. Zo zullen de 3D printers geïmplementeerd moeten worden in de bedrijfsprocessen van de servicepunten om optimaal gebruik te kunnen maken van de 3D printers.

De kosten die vastzitten aan de aanschaf en het gebruik van een 3D printer moeten ook bekeken worden. De aanschaf van een simpele FDM-printer voor plastic onderdelen is niet bijzonder hoog, met een aanschafprijs van slechts €180,- is de Creality Ender-3 best goedkoop (123-3D, z.d.). Ook zijn er printers die €24.995,- kosten, dat is namelijk de vraagprijs van de Builder Extreme 2000 Pro, zie figuur 4 (Builder-3D-Printers, z.d.). Hoe duurder een printer hoe hoger de kwaliteit en formaat van de printer waardoor er grotere onderdelen met hogere precisie gemaakt kunnen worden.

Voor de plastic onderdelen kan er ook gebruik gemaakt worden van een printer van Carbon, zoals de L1. Deze printer heeft aanzienlijk hogere kwaliteit en print veel sneller (een print die normaalgesproken 450 minuten duurt kan in 12 minuten geprint worden) waardoor er minder printers nodig zijn en meer onderdelen gebruikt kunnen worden. Ook heeft deze een breder aanbod aan materialen die geprint kunnen worden en kunnen er meerdere onderdelen tegelijk geprint worden (Carbon3D[c], z.d.). Dit allemaal komt wel met een leaseprijs vanaf €48.000,- per jaar, wat wellicht niet haalbaar is voor alle servicepunten, maar wellicht is deze printer bruikbaar in de fabrieken voor de productie van de onderdelen, dit zou namelijk betekenen dat onderdelen vrijwel direct gemaakt en verstuurd kunnen worden naar de servicepunten. Voor de grotere servicepunten is dit wellicht wel een optie, maar daar valt nu geen oordeel over te geven.

Voor het printen van metalen onderdelen moet er eerst bepaald worden welke printer het beste past bij de onderdelen van ASML. Veel onderdelen moeten supersterk en lichtgewicht zijn, dit laat twee opties, aluminium en titanium.

Beide materialen zijn te printen, maar met verschillende type printers. Deze printers maken gebruik van of SLM-technologie of DMLS-technologie. Beide soorten printers hebben een vergelijkbare vanaf prijs van \$250.000,- (Aniwa, z.d., TreatStock, z.d.). Dit betreft de printers ProX 100 van 3D systems (zie figuur 6) (DMLS) en de SLM125 (zie figuur 5) (SLM) van SLM Solutions (Aniwa, z.d., TreatStock, z.d.). De keuze voor welke printer het beste is, is afhankelijk van de materiaalkeuze. Titanium is aanzienlijk duurder om te printen dan aluminium, maar ook aanzienlijk sterker. Beide printers hebben een relatief klein printformaat. De ProX 100 heeft een printformaat van 100x100x80mm en de SLM125 125x125x75mm (Aniwa, z.d., TreatStock, z.d.). Dit is niet veel maar zal voor veel van de slijtage onderdelen voldoende moeten zijn.



Figuur 4: Builder Extreme 2000 Pro



Figuur 5: SLM Solutions SLM125



Figuur 6: 3D Systems ProX 100



## Hoofdstuk 7: Conclusie

Voor ASML zijn er op het gebied van Additive Manufacturing een aantal kansrijke situaties. Uit deze opdracht is dan ook gebleken dat er voor ASML veel verschillende manieren zijn om Additive Manufacturing toe te passen. In deze opdracht is er gekozen om te kijken naar de toepassing van AM in servicepunten van ASML om te ondersteunen bij reparaties en onderhoud. Om dit succesvol te doen zijn er wel een aantal aspecten waar rekening gehouden moet worden, namelijk:

- Snelheid printer;
- Kwaliteit van de print;
- Moeilijkheidsgraad van bediening;
- Kosten printmateriaal;
- Kosten printer.

Om te bepalen welke van de mogelijke printers ASML het best kan gebruiken moet er vervolgonderzoek gedaan worden. Dit is namelijk afhankelijk van welk materiaal de meeste onderdelen zijn en hoe vaak deze onderdelen nodig zijn. Deze informatie wilden wij verkrijgen door contact te zoeken met een servicemonteur, maar helaas is dit door een gebrek aan tijd niet gelukt.

Ook moet er gekeken worden naar de kosten van de huidige onderdelen en productieproces om te bepalen of een printer voor metalen onderdelen de investering waard is.

Er moet ook gekeken worden naar de vraag van de onderdelen en hoe frequent deze nodig zijn. Dit kan namelijk de een aantal printers uitsluiten, aangezien veel printers enkele uren doen over één onderdeel. Als de frequentie van de vraag naar onderdelen hoog is, is de Carbon L1 wellicht het beste alternatief i.v.m. de hoge printsnelheid, lage materiaalkosten (kosten van materiaal licht bij de Carbon lager dan gemiddelde FDM-printer), hoge precisie en de kwaliteit van de print. De vanaf prijs van €48.000,- per jaar is een prijs die bekeken moet worden of deze het waard is.

## Bibliografie

- 123-3D. (z.d.). *Crealty 3D Ender 3 3D Printer*. Opgeroepen op Juni 2, 2020, van: [https://www.123-3d.nl/Crealty3D-Crealty-3D-Ender-3-3D-printer-DKI00012-i2776-t15080.html?mkwid=sQ8EUvhlw\\_dc%7Cpcrid%7C337147469740%7Cpkw%7C%7Cpmt%7C%7Cslid%7C%7Cprid%7CPF\\_DKI00012\\_0649910035087\\_DKI00012&pgrid=69176195713&ptaid=aud-663029785855%3Apla-661](https://www.123-3d.nl/Crealty3D-Crealty-3D-Ender-3-3D-printer-DKI00012-i2776-t15080.html?mkwid=sQ8EUvhlw_dc%7Cpcrid%7C337147469740%7Cpkw%7C%7Cpmt%7C%7Cslid%7C%7Cprid%7CPF_DKI00012_0649910035087_DKI00012&pgrid=69176195713&ptaid=aud-663029785855%3Apla-661)
- 3D-Print. (z.d.). Carbon L1 Printer. *Carbon L1 Printer* [Foto]. Opgeroepen op 2 juni 2020, van <https://3dprint.com/wp-content/uploads/2019/02/Carbon-L1-Printer-683x1024.png>
- Aniwaa(a). (z.d.). 3D printer SLM Solutions SLM-125. *3D printer SLM Solutions SLM-125* [Foto]. Opgeroepen op 2 juni 2020, van <https://www.aniwaa.com/wp-content/uploads/2013/10/3D-printer-SLM-Solutions-SLM-125-HL-1.jpg>
- Aniwaa(b). (z.d.). *SLM Solutions SLM125*. Opgeroepen op 2 juni 2020, van Aniwaa: <https://www.aniwaa.com/product/3d-printers/slm-solutions-slm-125-hl/>
- Builder-3D-Printers. (z.d.). *Builder Extreme 2000 Pro*. Opgeroepen op 2 juni 2020, van Builder 3D Printers: [https://builder3dprinters.com/product/builder-extreme-2000-pro/?gclid=CjwKCAjw8df2BRA3EiwAvfZWaH9W-ABz4wi45nG2k936OkPkOPYbEnj64q1b7Vcu\\_KCh9yEsVkE0pxoCgIMQAvD\\_BwE](https://builder3dprinters.com/product/builder-extreme-2000-pro/?gclid=CjwKCAjw8df2BRA3EiwAvfZWaH9W-ABz4wi45nG2k936OkPkOPYbEnj64q1b7Vcu_KCh9yEsVkE0pxoCgIMQAvD_BwE)
- Builder-3D-Printers. (z.d.). Builder Extreme 2000 Pro overview. *Builder Extreme 2000 Pro overview* [Foto]. Opgeroepen op 2 juni 2020, van <https://builder3dprinters.com/wp-content/uploads/2018/11/builder-extreme-2000-pro-overview.png>
- Carbon3D(a). (z.d.). *Hardware*. Opgeroepen op 2 juni 2020, van Carbon 3D: <https://www.carbon3d.com/hardware/>
- Carbon3D(b). (z.d.). *Materials*. Opgeroepen op 2 juni 2020, van Carbon 3D: <https://www.carbon3d.com/materials/>
- Carbon3D(c). (z.d.). *Our Technology*. Opgeroepen op 2 juni 2020, van Carbon 3D: <https://www.carbon3d.com/our-technology/>
- DeIngenieur. (z.d.). *EUV-ASML* [foto]. Opgeroepen op 4 juni 2020, van [https://www.deingenieur.nl/uploads/cache/article\\_detail\\_image/uploads/media/5bc871410a7c7/EUV-ASML.jpg](https://www.deingenieur.nl/uploads/cache/article_detail_image/uploads/media/5bc871410a7c7/EUV-ASML.jpg)
- DigitalTrends. (z.d.). Carbon Speedcell. *Carbon Speedcell* [Foto]. Opgeroepen op 2 juni 2020, van [https://icdn2.digitaltrends.com/image/digitaltrends/carbon\\_speedcell.png](https://icdn2.digitaltrends.com/image/digitaltrends/carbon_speedcell.png)
- NOS. (2020). *Engineers aan het werk in een ASML machine* [foto]. Opgeroepen op 4 juni 2020, van <https://nos.nl/data/image/2020/01/17/622169/1024x576a.jpg>
- Sculpteo(a). (z.d.). *DMLS Material*. Opgeroepen op 2 juni 2020, van Sculpteo: <https://www.sculpteo.com/en/materials/dmls-material/>
- Sculpteo(b). (z.d.). *SLM Material*. Opgeroepen op 2 juni 2020, van Sculpteo: <https://www.sculpteo.com/en/materials/slm-material/>
- TreadStock. (z.d.). 3S Systems ProX 100 3D Printer. *3S Systems ProX 100 3D Printer* [Foto]. Opgeroepen op 2 juni 2020, van <https://www.treadstock.com/static/uploads/printers/3D-Systems-ProX-100-3D-Printer.jpg>

TreatStock. (z.d.). *3D Systems ProX 100*. Opgeroepen op 2 juni 2020, van TreatStock:  
<https://www.treatstock.com/machines/item/168-prox-100>

Wikipedia. (z.d.). *3D Printing*. Opgeroepen op 2 juni 2020, van Wikipedia:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/3D\\_printing#Processes\\_and\\_printers](https://en.wikipedia.org/wiki/3D_printing#Processes_and_printers)