



AMable

BROCHURE

TRAININGSMATERIAAL



WWW.AMABLE.EU

Inhoud

01

Additive Manufacturing Processen Overzicht

SCOPE	4
PROCES GEDEFINIEERD DOOR NORMEN / STANDAARDEN	5
DEFINITIES	7
PROCESSEN VOOR METAAL	7
DIRECTED ENERGY DEPOSITION (DED)	8
ELEKTRONENBUNDEL	9
LASERSTRAAL	10
BOOG	12
POWER BED FUSION	14
METAL AM-PROCES VERGELIJKING	17
VAT PHOTOPOLYMERIZATION	18
SHEET LAMINATION	22
MATERIAAL JETTING	24
BINDER JETTING	25
MATERIAAL EXTRUSIE	27

02

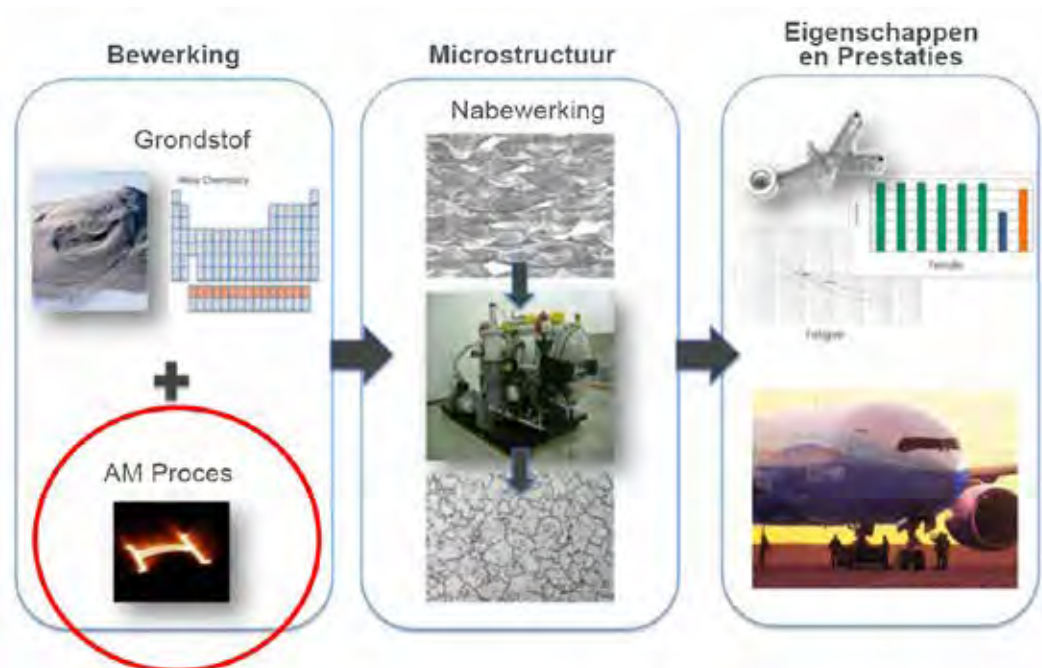
Value Chain in Additive Manufacturing

TOEGEVOEGDE WAARDE DOOR AM	28
WAT IS HET BESTE AM-PROCES VOOR MIJN PRODUCT	29

01 Additive Manufacturing Processen Overzicht

Scope

Additive Manufacturing (AM) betreft fabricage processen waarmee 3D objecten opgebouwd kunnen worden door de verwerking van grondstoffen die verschillende structuren kunnen hebben (zoals poeder, draad / filament,...).



Echter, om de microstructuur die nodig is voor de beoogde prestatie en eigenschappen van een object te verkrijgen, is in veel gevallen, nabewerking (oftewel post-processing) van een object noodzakelijk.

Kennis:

Brede, feitelijke kennis van de theorie, principes en toepasbaarheid van:

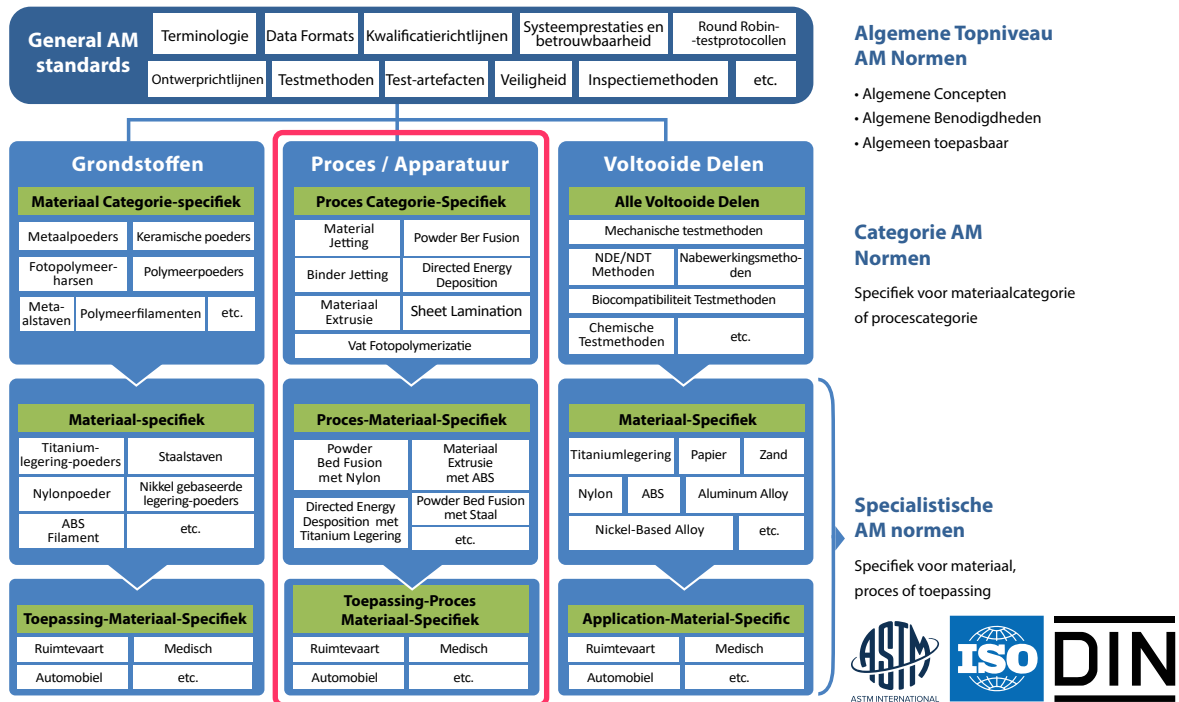
- Directed energy deposition (DED)
- Powder bed fusion (PBF)
- Vat photopolymerization (VPP)
- Material jetting (MJT)
- Binder jetting (BJT)
- Material extrusion (MEX)
- Sheet lamination (SHL)

Doelstellingen:

- Onderscheiden van delen geproduceerd middels verschillende AM processen.
- Erkennen van de voor- en nadelen van de verschillende AM processen.
- Identificeren van de toepasbaarheid van verschillende AM processen.
- Toepassen van post-processing methoden om de gewenste oppervlaktekwaliteit te verkrijgen.

Proces Gedefinieerd Door Normen / Standaarden

Additive Manufacturing Standaarden Structuur



Additive Manufacturing Technologieën

	TECHNOLOGIE	MATERIALEN	TYPISCHE MARKTEN	RELEVANTIE VOOR METAAL	
Fusie	 Power bed fusion - Thermische energie smelt selectief, bepaalde gebieden in een poederbed samen.	Metalen, polymeren	Prototyping, direct deel	●	AM technologieën voor metalen objecten.
	 Directed energy deposition - Gefocusseerde thermische energie wordt gebruikt om materialen samen te smelten terwijl ze gedeponeerd worden	Metalen	Direct deel, reparatie	◐	
	 Sheet lamination - Bladen van een materiaal worden met elkaar verbonden om een object te vormen	Metalen, papier	Prototyping, direct deel	◑	
Sinteren	 Binder jetting - Vloeibaar bindmiddel wordt selectief gedeponeerd om poedermaterialen te verbinden	Metalen, polymeren, gietrijzand	Prototyping, direct deel, gietvormen	◑	
	 Material Jetting - Druppels uitgangsmateriaal worden selectief gedeponeerd	Polymeren, wassen	Prototyping, gietpatroon	○	
	 Material extrusion - Materiaal wordt selectief afgegeven via een mondstuk of opening.	Polymeren	Prototyping	○	
	 Vat Photopolymerization - Vloeibaar fotopolymeer in een vat wordt selectief uitgehard door lichtgeactiveerde polymerisatie	Fotopolymereen	Prototyping	○	



Foto: GE Aviation

Definities

De ISO/ASTM 52900-18 standaard: "Additive manufacturing – General Principles – Terminology" definieert de basis terminologie voor de beschrijving van additive manufacturing-gerelateerde zaken. Deze norm stelt:

Additive Manufacturing (AM)

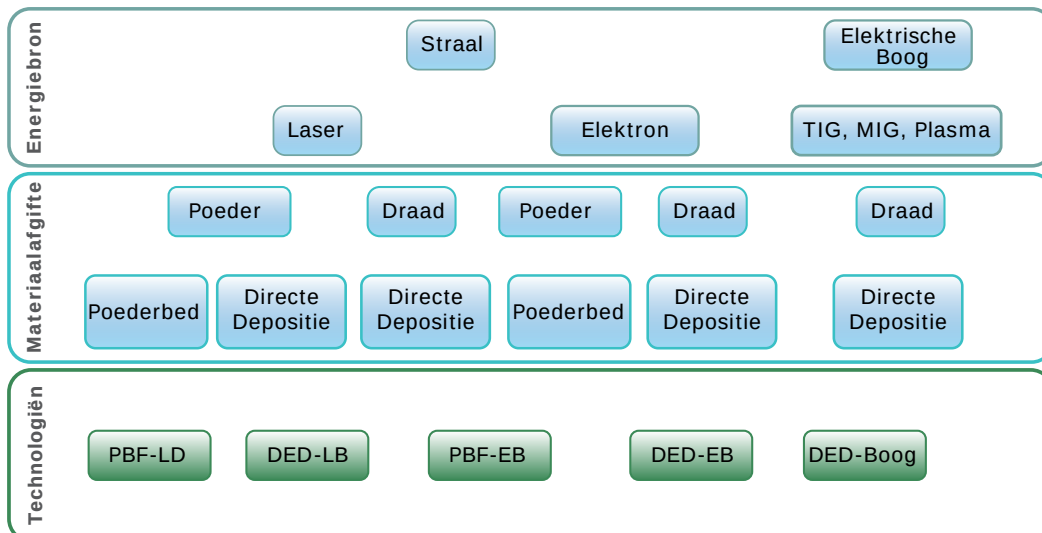
"proces van het samenvoegen van materialen om delen te maken vanuit 3D-modelgegevens, meestal laag op laag, in tegenstelling tot subtractieve fabricage- en formatieve productiemethoden". Historische termen: additieve fabricage, additieve processen, additieve technieken, additieve laag fabricage, laag fabricage, vaste vrije vorm fabricage and vrije vorm fabricage.

3D Printing

"fabricage van objecten door de depositie van een materiaal middels een printkop, nozzle, or andere print technologie". Vaakgebruikte term in een niet-technische context, synoniem aan additive manufacturing; tot op heden wordt deze term voornamelijk geassocieerd met low-end machines, in prijs en/of algemeen vermogen.

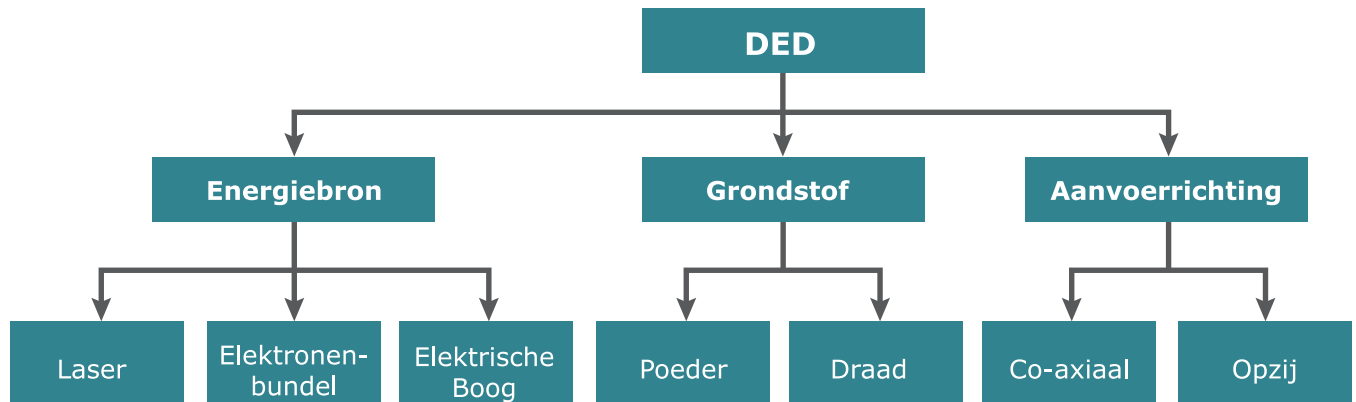
Processen voor Metaal

Classificatie van DED en Poeder Bed Technologiën



Directed Energy Deposition (DED)

“Additive manufacturing proces waarin gefocusseerde thermische energie wordt gebruikt om materialen samen te smelten terwijl ze gedeponeerd worden”, volgens ISO/ASTM 52900-18. “Gefocusseerde thermische energie” houdt in dat een energie bron (zoals bijvoorbeeld een laser, elektronenbundel of plasmaboog) is gefocusseerd om zodoende het materiaal te smelten terwijl het neergelegd wordt.

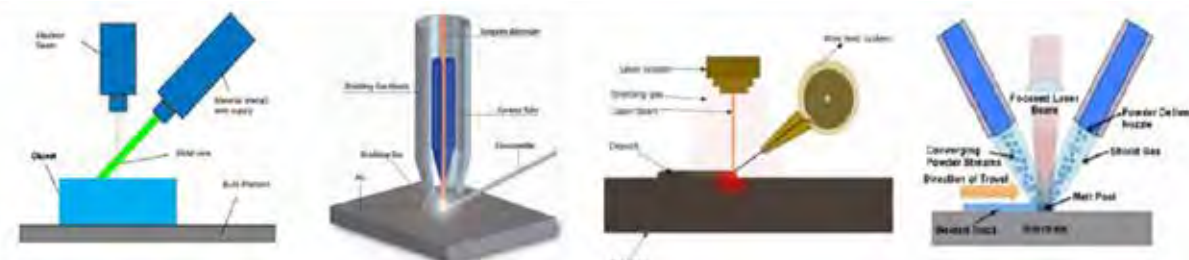


Grondstof

DRAAD	POEDER
-------	--------

Energie Bron

ELEKTRONENBUNDEL (EB)	PLASMA / BOOG	LASER
-----------------------	---------------	-------



Technology Nomenclature

DED-EB	DED-ARC / DED-PB	DED-LB	DED-LB
--------	------------------	--------	--------

Elektronenbundel

Voordelen

- Hogere depositiesnelheid
- Grote delen (grotere bouwruimte)
- Moeilijk te lassen materialen
- Reactieve metalen (Ti, Al, TiAl)
- Draad materiaal (+ goedkoop, - brandbaar)
- Hoge energie efficiëntie (> 95%, x5-10 SLM)
- Minimale resterende stress
- Lagere support benodigheden

Foto: Arevo Labs



Nadelen

- Grote en complexe apparatuur
- Hoge investeringskosten
- Hoge onderhoudskosten
- Vacuümkamer nodig (+tijd -toegang)
- Hogere ruwheid ($Ra > 40\mu m$) (x3 SLM)



Foto: Lockheed Martin

Toepassingen & Sectoren

- Turbinebladen voor Energieproductie
- Nucleaire Componenten
- Vuurvaste, Metalen Componenten
- Ballistische Materialen
- Industriële Pomp Componenten
- Semiconductor Productiemachines
- Reparatie en Revisie van Gereedschappen
- Aero-componenten

Foto: Forgemasters



Materialen

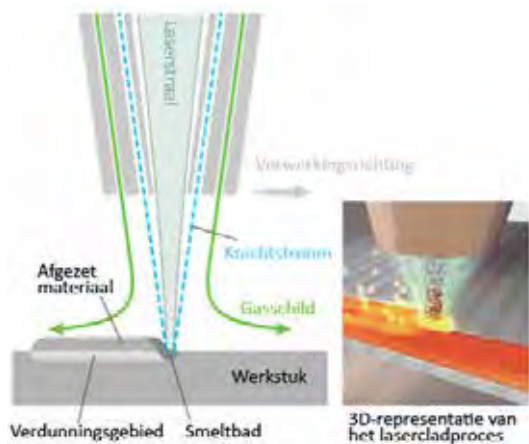
- Staal, 4340
- Roestvrij Staal
- Titanium and Titanium legeringen, Ti64
- Aluminium, 2319, 4043
- Tantaal
- Wolfraam
- Niobium
- Inconel 718, 625
- Kobalt-chroom ASTM F75
- TiAl
- Zuiver koper



Foto: GE Additive

Directed Energy Deposition (DED)

Laserstraal



Voordelen

- Medium tot Hoge depositiesnelheid
- Mediumgrote delen
- Bijna netvormige componenten
- Breed scala aan materialen
- Multi-materiaal en FGMs
- Herstel en herfabricage

Nadelen

- Hoge apparatuurkosten
- Lage resolutie
- Noodzaak voor post-processing



Toepassingen & Sectoren

- Turbomachines
- Aero componenten
- Mallen en Gereedschap
- Automotive
- Onderzee en Offshore

Materialen

- Staal
- Ni-gebaseerde legeringen
- Co- gebaseerde legeringen
- Titanium
- Carbides

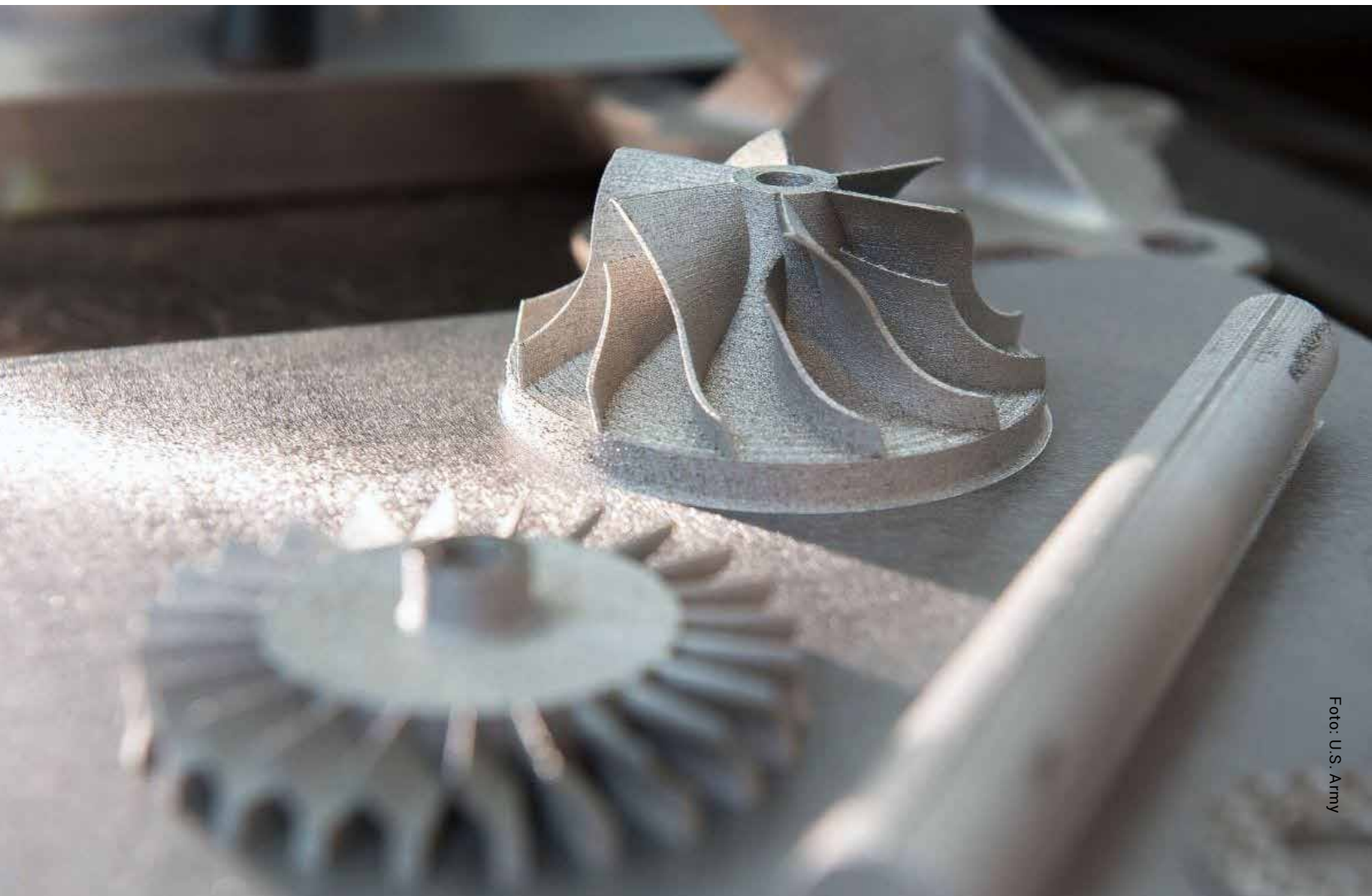


Foto: U.S. Army

Directed Energy Deposition (DED)

Boog



DED - Boog

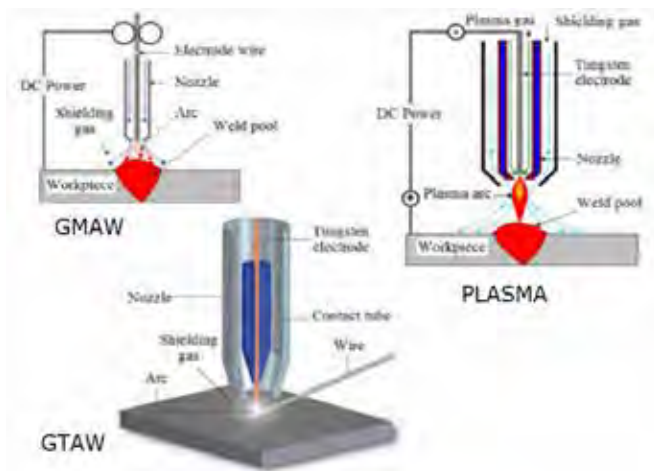
- GMAW en TIG processen
- Draadaanvoer
- Goedkope technische set-up
- Depositiesnelheden tot wel 5 kg/uur en hoger
- Weinig materiaalverlies in vergelijking met poeder-gebaseerde methoden



DED - Plasmastraal

- Plasma en μ -Plasma processen
- Draad- of poederaanvoer
- Depositiesnelheden tot 10 kg/uur
- Poederbeschikbaarheid en overspray

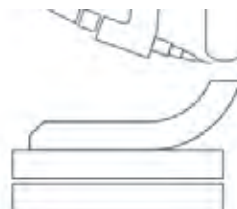
DED Varianten



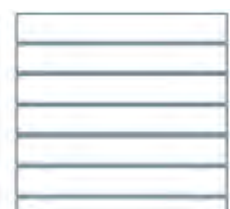
Stappen:



1. Fusie



2. Laag Depositie



3. Solide Deel

Voordelen

- Hoge depositiesnelheid
- Grote delen
- Goede buy-to-fly ratio
- Lage apparatuurkosten
- Breed scala aan materialen
- Lage draadkosten



Foto: RamLab

Nadelen

- Lagere resolutie
- Geometrische vervormingen
- Post-processing nodig



Foto: Norsk Titanium

Toepassingen & Sectoren

- Marine
- Aerocomponenten
- Energie
- Mallen en Gereedschap

Materialen

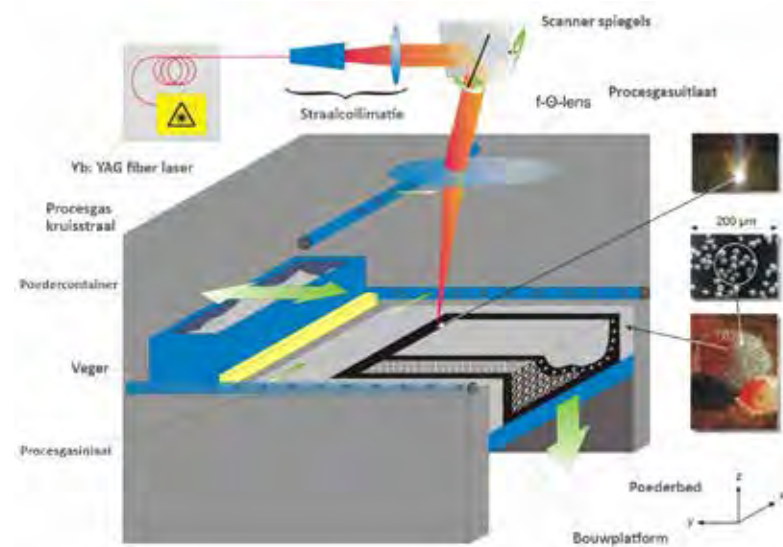
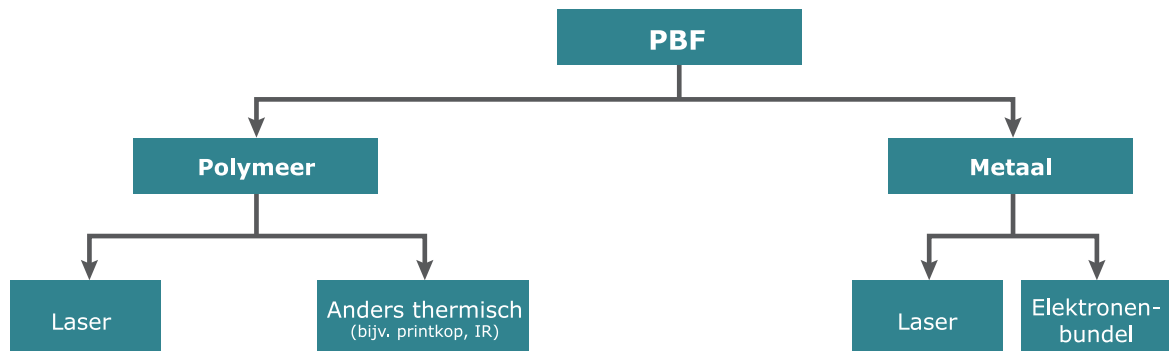
- Staal
- Ni-gebaseerde legeringen
- Titanium
- Aluminium



Foto: RamLab

Powder Bed Fusion

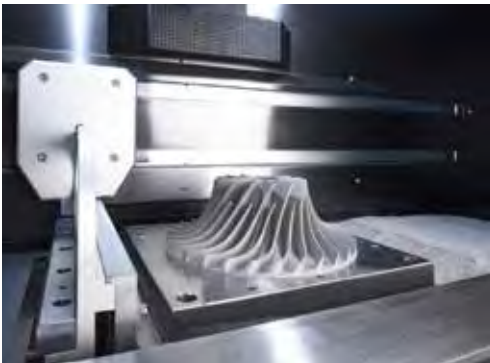
“Additive manufacturing proces waarin thermische energie, selectief, bepaalde gebieden in een poederbed samensmelt”, volgens ISO/ASTM 52900-18.



Voordelen

- Innovatie in designs en verbeterde functionaliteiten
- Integratie van verschillende onderdelen in een.
- Lichtgewicht, minder grondstof nodig, minder afval (groen technologie)
- Individualisering en complexiteit zonder additionele kosten
- Breed scala aan materialen (lasbare materialen)

Foto: Monni Pierandrea



Nadelen

- Medium ruwheid ($R_a > 10\mu\text{m}$)
- Beperkte deelgrootte ($< 400 \times 400 \times 500 \text{ mm}$)
- Hoge apparatuurkosten
- Restspanningen en vervormingen in sommige gevallen
- Lage tot Medium Productiviteit: momenteel series van kleine delen (tot 25000 delen/jaar)



Toepassingen & Sectoren

- Aerocomponenten
- Orthopedische implantaten
- Automotive
- Gereedschap (Mallen and matrijzen)
- Dentaal
- Goederen

Materialen

- Al legeringen (AlSi7Mg, AlSi10, AlSi9Cu3)
- Ni-gebaseerde legeringen (IN 7 1 8, IN725, IN939, HX)
- Titanium (grade 2, grade 23, near- alpha,
- Cobalt-chrome (F75, CoCr28Mo6)
- Staal (316L, 17-4PH, 1.2709, H13, Invar36)
- Cu legering (CuSn10)



Foto: ExOne

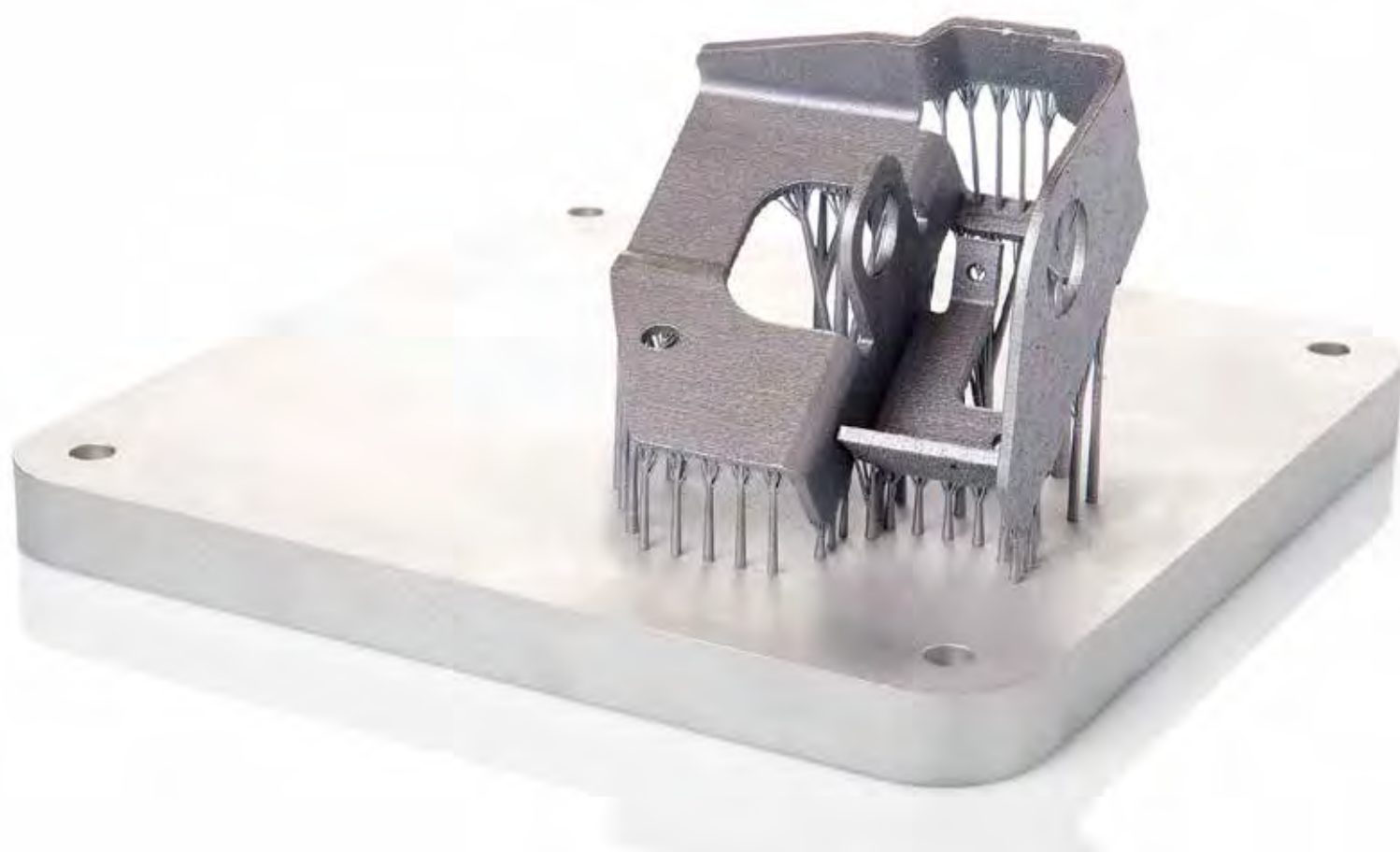
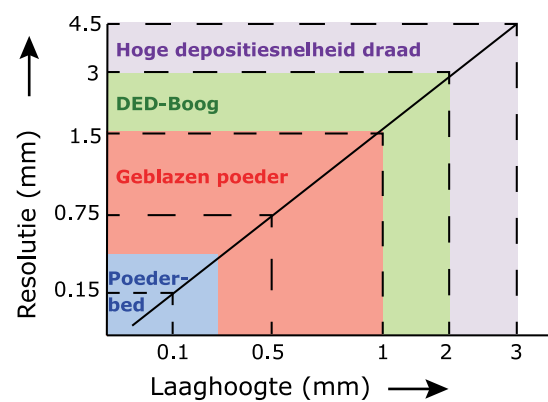
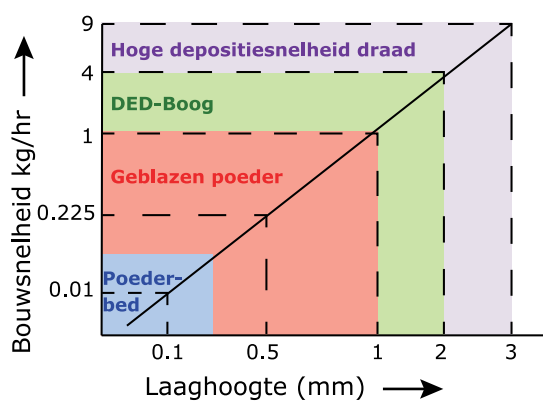
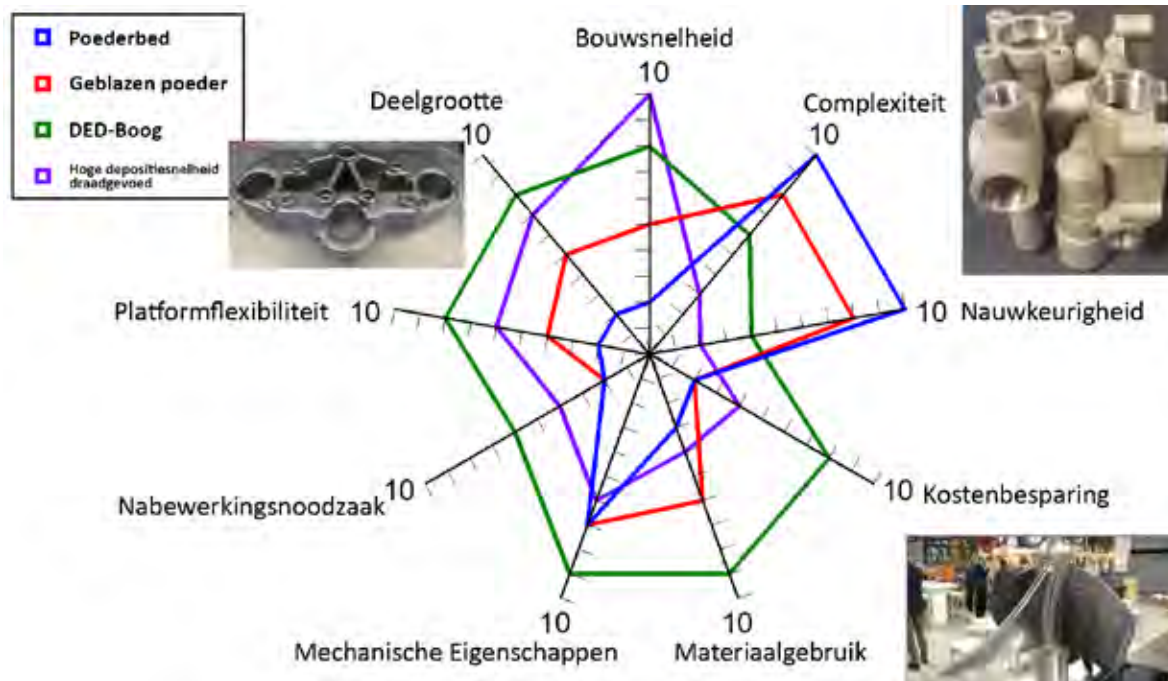


Foto: Materialise

Metal AM

Proces Vergelijking

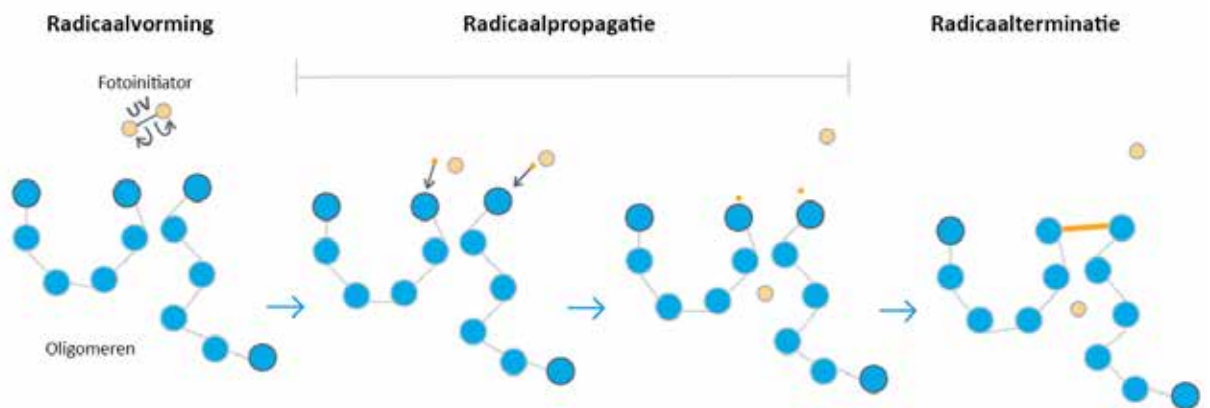


Vat photopolymerization

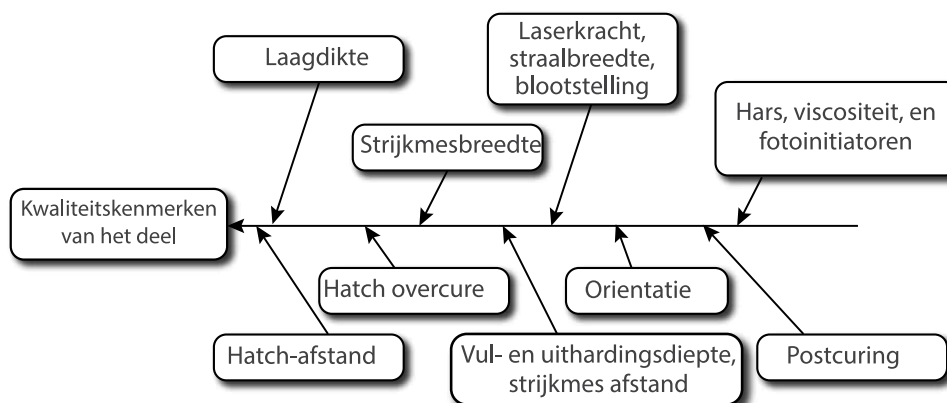
“Additive manufacturing process waarin vloeibaar fotopolymeer in een vat selectief wordt uitgehard door lichtgeactiveerde polymerisatie”, volgens ISO/ASTM 52900-18.

Proces

- Monomeren en oligomeerketens hebben reactieve (eind) groepen
- Wanneer hars blootgesteld wordt aan UV-straling, splitst het fotoinitiator molecuul in tweeën
- Er ontstaan twee zeer reactieve radicalen
- Deze radicalen worden overgebracht naar actieve groepen, die vervolgens kunnen reageren met andere moleculen.



Parameters



Nauwkeurigheid

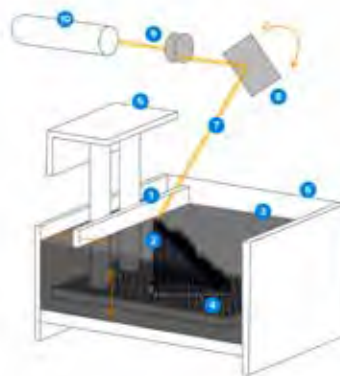
De algemene nauwkeurigheid van VPP prints is 50 tot 200 microns afhankelijk van de grootte, hars, model geometrie en supportstructuren.



Machine Types

Top-down (top-cure):

- Stralingsbron boven het vat
- Platform wordt geleidelijk in het vat gedompeld
- Grote industriële toepassingen
- Bouwvolume: Tot $1500 \times 750 \times 550 \text{ mm}^3$



Right-Side Up VPP

- 1 Veger
- 2 Geprint Deel
- 3 Hars
- 4 Bouwplatform
- 5 Lift
- 6 Harsreservoir
- 7 Laserstraal
- 8 X-Y Scanning Spiegel
- 9 Lenzen
- 10 UV-laser

Bottom-up (bottom cure):

- Stralingsbron onder het vat
- Platform gaat geleidelijk omhoog
- De UV laser is gericht op twee spiegel-galvanometers die het licht geleiden naar de juiste coördinaten op een serie spiegels
- Het deel wordt ondersteboven gebouwd
- Bouwvolume: tot $145 \times 145 \times 175 \text{ mm}^3$

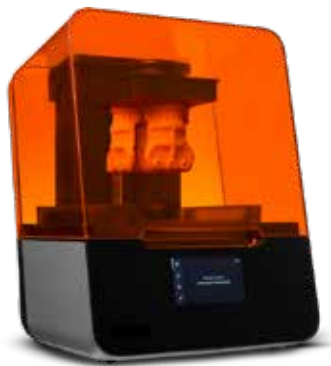


Upside-Down (Inverted) VPP

- 1 Geprint Deel
- 2 Supportstructuren
- 3 Hars
- 4 Bouwplatform
- 5 UV-laser
- 6 Galvanometer
- 7 X-Y Scanning Spiegel
- 8 Laserstraal
- 9 Harsreservoir

Voorbeelden van Machines

Formlabs



145 x 145 x 175 mm (xyz)

Envisiontec



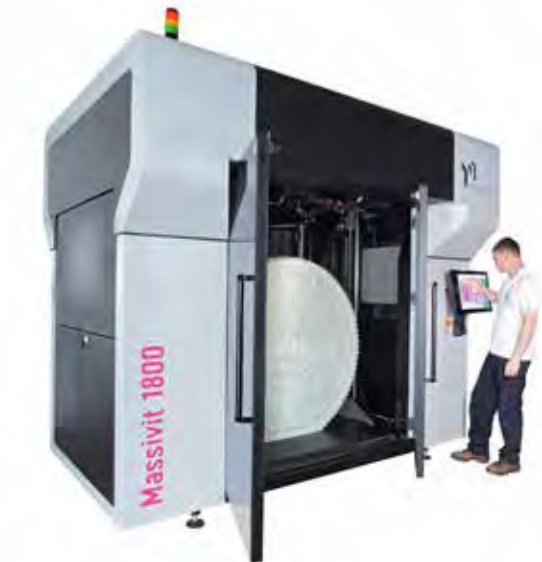
400 x 400 x 400 mm

3D Systems



1500 x 750 x 550 mm

Materialise



2100 x 700 x 800 mm

Machine Kostenvergelijking

De algemene nauwkeurigheid van VPP prints is tussen de 50 en 200 micrometer, afhankelijk van de grootte, hars, geometrie en support.

	Desktop SLA: Omgekeerd	Industriële SLA: Right-Side Up
Prijs	Beginnend bij \$3500	\$80,000-\$1,000,000+
Print Volume	Tot 145 x 145 x 175 mm	Tot 1500 x 750 x 550 mm
Voordelen	• Betaalbaar • Makkelijk in gebruik • Laag in onderhoud • Kleine footprint • Makkelijk om materiaal te wisselen	• Groot bouwvolume • Hoge productiesnelheid • Breed scala aan materiaalopties
Nadelen	• Medium bouwvolume	• Dure apparatuur • Veel onderhoud • Operator nodig

Voordelen

- Ontwerpvrijheid;
- Geometrische modellen met een hoge oppervlaktekwaliteit;
- Snel proces;
- Lage apparatuurkosten;
- Isotropie van de delen is mogelijk.

Nadelen

- Weinig materialen beschikbaar (UV-uithardbare harsen);
- Supportstructuren nodig;
- Materiaaldegradatie bij continue blootstelling aan licht;
- Lage werktemperatuur voor componenten;
- Sommige harsen zijn toxisch.

Toepassingen & Sectoren

- Rapid Prototyping;
- Dentaal;
- Gezondheidszorg;
- Waaiers en roterende apparaten;
- Behuizingen;
- Investeringsgieten.

Materialen

- Hars, typisch bestaand uit epoxie of acryl- en/of methacrylmonomeren, die polymeriseren en uitharden bij blootstelling aan licht.

Grondstof vorm

- Vloeistof of pasta (fotoreactieve hars met of zonder vulmateriaal)

Verwerkingshandelingen

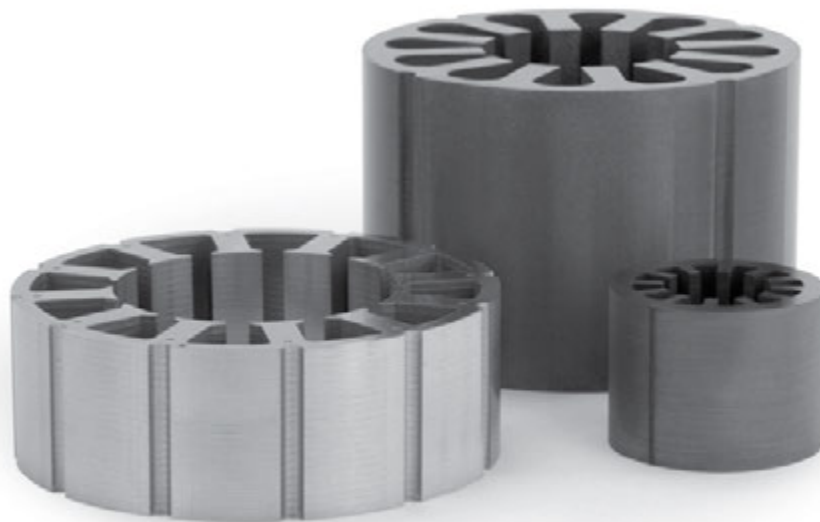
1. Het bouwplatform wordt eerst in het reservoir met vloeibaar fotopolymeer geplaatst, op een afstand van één laag vanaf het oppervlak van de vloeistof
2. Vervolgens creëert een UV-laser de volgende laag door de fotopolymeerhars selectief uit te harden en te laten stollen
3. De gehele dwarsdoorsnede van het model wordt gescand, zodat het geproduceerde deel volledig massief is
4. Als een laag klaar is, beweegt het platform naar een veilige afstand en het strijkmes bedekt het oppervlak opnieuw. Het proces herhaalt zich totdat het deel is voltooid
5. Na het printen, is het deel nog niet volledig uitgehard (ook wel green part genoemd), en is verdere nabewerking onder UV-licht noodzakelijk als zeer hoge mechanische en thermische eigenschappen vereist zijn.

Sheet Lamination

“Additive Manufacturing proces waarin bladen van materiaal met elkaar verbonden worden om een object te vormen”, volgens ISO/ASTM 52900-18

Verwerkbare Materialen:

- Polymeren;
- Metalen;
- Composieten;
- Keramische materialen;
- Papier.



Polymeren

- Hechting tussen de lagen bereikt door middel van warmte / lijm
- Snijden uitgevoerd met laser/mes
- Kan gekleurde delen creëren
- Typisch voor prototype toepassingen

Metaal-Ultrasoon Versterking

- Vaste stof las tussen 'folies'
- Multimateriaal mogelijk
- Mogelijkheid om onderdelen in te bedden (lage temperatuur).

Voordelen

- Hoge snelheid
- Afwezigheid van restspanningen
- Breed scala aan materialen

Nadelen

- Nabewerking nodig om het gewenste effect te bereiken.
- De afwerking kan variëren afhankelijk van papier of plastic als bouw materiaal, waardoor nabewerking nodig kan zijn.

Toepassingen & Sectoren

- Architectuurmodellen
- Topografie visualizatie
- Luchtvaart- en automobiellindustrie

Grondstof vorm

- Bladen materiaal, papier, metaal folie, polymeren of composieten (metaal of keramisch poeder, bij elkaar gehouden door een bindmateriaal)

Verwerkingsstappen (plastic):

1.

Het materiaal wordt op de juiste plek op het snijbed geplaatst

2.

Het materiaal wordt met lijm bovenop de vorige laag bevestigd

3.

De benodigde vorm wordt dan uit de laag gesneden, m.b.v. een laser of mes, en de volgende laag wordt toegevoegd

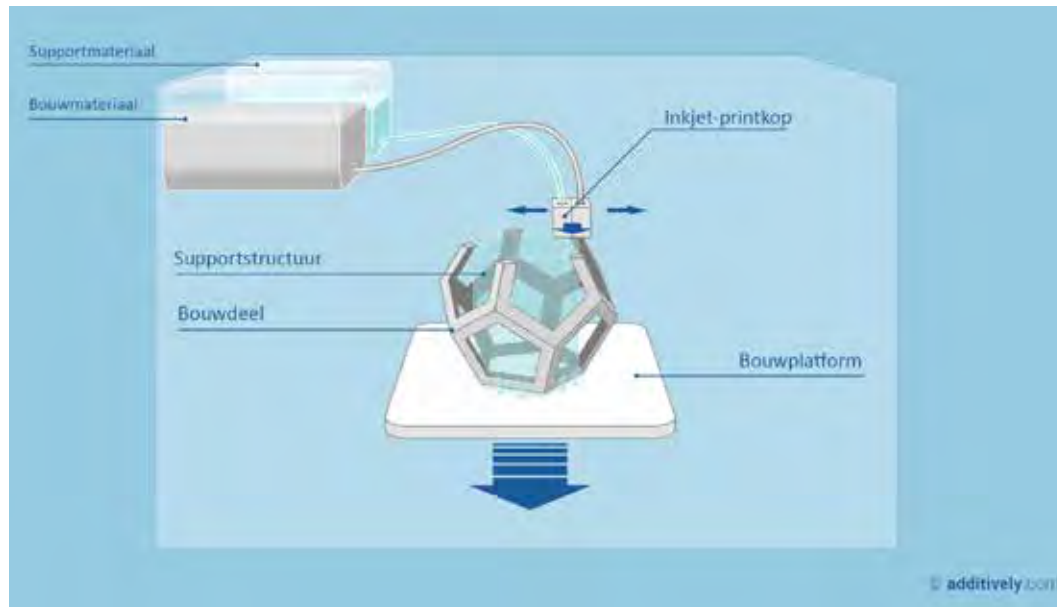
4.

Stap twee en drie kunnen worden omgekeerd en als alternatief kan het materiaal worden gesneden voordat het wordt gepositioneerd en gelijmd.



Materiaal Jetting

“Additive manufacturing proces waarin druppels uitgangsmateriaal selectief worden gedeponeerd”, volgens ISO/ASTM 52900-18



Voordelen

- Snel proces
- Kleine – medium delen
- Hoge nauwkeurigheid (typisch $\pm 0.1\%$)
- Staat een mix van kleuren en eigenschappen toe
- Zachte en harde materialen
- Geen nabewerking nodig
- Lage apparatuurkosten

Nadelen

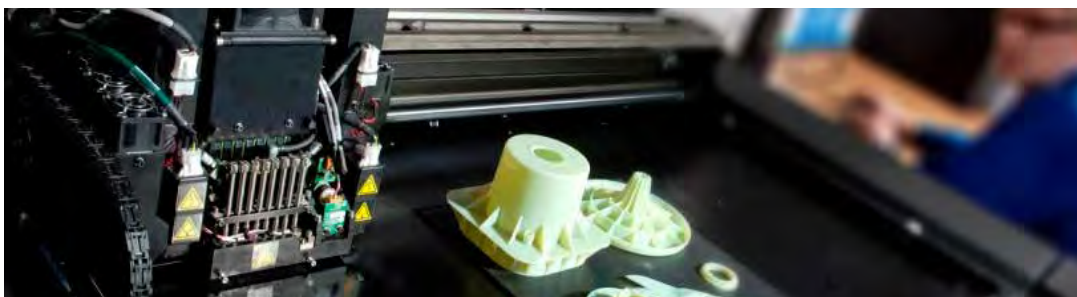
- Verlaagde weerstand

Toepassingen & Sectoren

- Rapid Prototyping
- Dentaal
- Gezondheidszorg
- Protheses

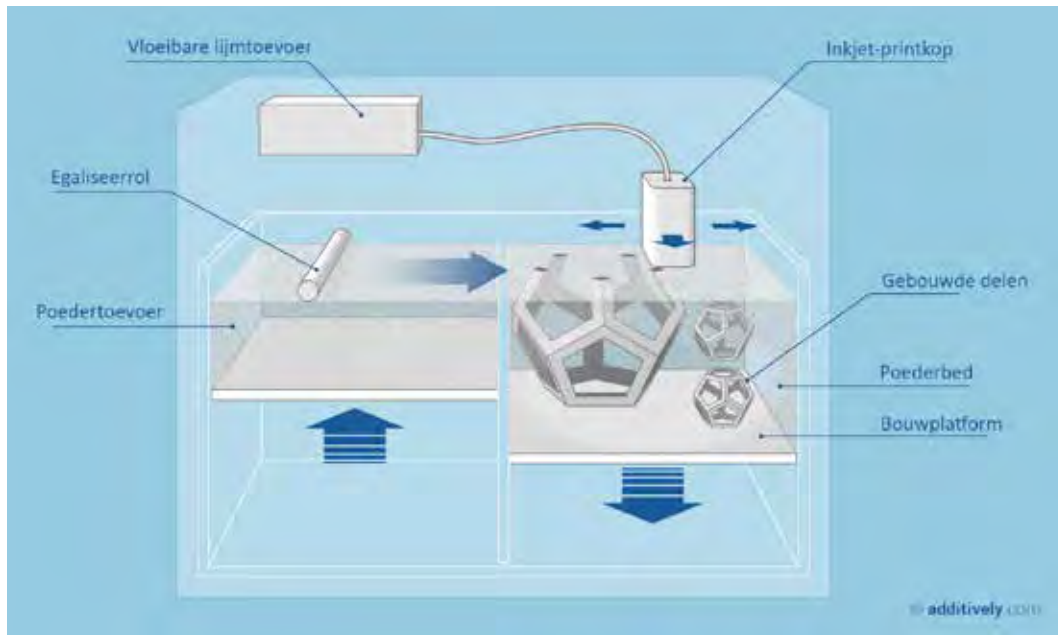
Materialen

- UV-lichtgevoelige harsen
- Fotopolymeren op acrylaatbasis (thermoset)



Binder Jetting

“Additive manufacturing proces waarin een vloeibaar bindmiddel selectief wordt gedeponeerd om poedermaterialen te verbinden”, volgens ISO/ASTM 52900-18



Voordelen

- 50-100 x sneller dan PBF
- 20 x goedkoper dan PBF
- Geen supports nodig
- Geschikt voor zeer complexe delen en grote series
- Goede resolutie

Nadelen

- Beperkte grootte (<400x300x200 mm)
- Verschillende processen nodig om het uiteindelijke deel te verkrijgen (printen □ debinder □ sinteren)
- Complexe manipulatie van “green parts”
- Contractiecontrole tijdens het sinteren
- Beperkte wanddikte (5-10 mm)

Toepassingen & Sectoren

- Fijnmechanica
- Automobiël industrie
- Prototyping
- Medisch

Materialen

- Staal
- Ni- gebaseerd
- CoCr legeringen
- W, WC

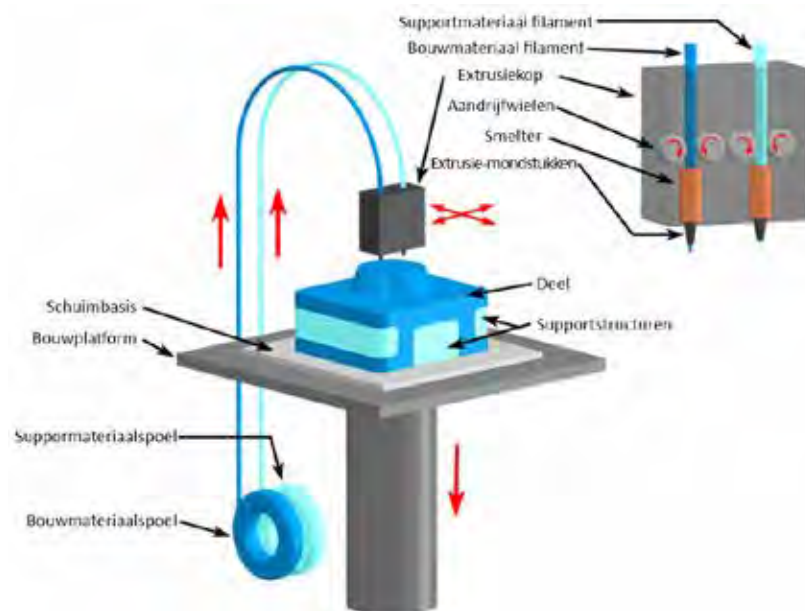




Foto: Michal Kamaryt / CTK / Alamy

Materiaal Extrusie

“Additive manufacturing proces waarin materiaal selectief wordt afgegeven via een mondstuk of opening”, volgens ISO/ASTM 52900-18



Voordelen

- Breed scala aan printmaterialen (plastics)
- Makkelijk en gebruiksvriendelijk proces (FDM)
- Lage start- en lopende kosten
- Kleine machines i.v.m. andere AM-methodes
- Lage productiekosten (voor metaal)
- Geschikt voor kleine, zeer complexe delen (50 mm)
- Geschikt voor kleine series

Toepassingen & Sectoren

- Rapid Prototyping
- Automobiël industrie
- Gezondheidszorg

Nadelen

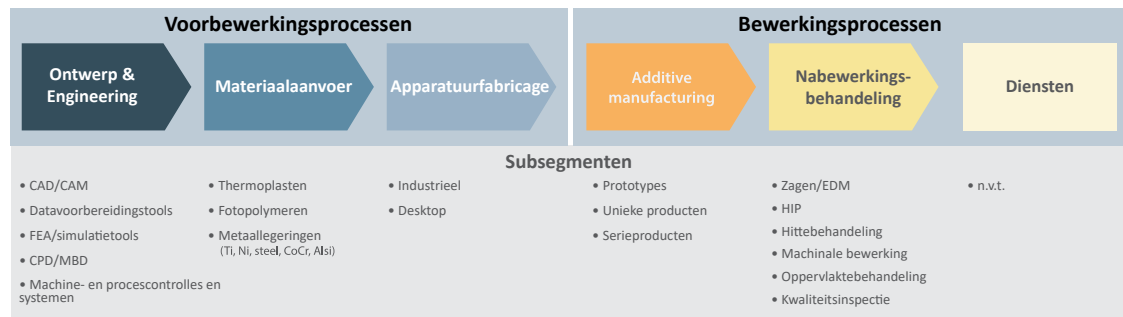
- Toxische printmaterialen (bepaalde thermoplasten)
- Krimp door sinteren (voor metalen)
- Beperkte wanddikte (voor metalen: 5-10 mm)

Materialen

- Thermoplasten (PLA, ABS, PC)
- Composieten (Versterkte plastics)
- Metalen (Staal, Cu, Inco625)

02 Waardeketen In AM

De waardeketen wordt gedefinieerd als de reeks activiteiten in een proces, van onderzoek tot markt, om waarde te genereren en toe te voegen.



Opmerkingen: FEA = Finite element analyse; CPD = Composites part design; MBD = Model-based definition; EDM = Electrical discharge machining; HIP = Hot isostatic pressing
Source: L.E.K. analysis

Toegevoegde Waarde door AM

Toegevoegde waarde: set van additionele product- of dienstkenmerken, die iets aantrekkelijker maken voor een klant, in vergelijking met concurrerende producten of diensten.

- Maatwerk
- Productie in-situ en op aanvraag (zonder voorraden)
- Minimale "time-to-market"
- Duurzaam en energie-efficiënt
- Onderscheidend design
- Design verbetering:
 - Integratie van onderdelen
 - Licht van gewicht
- Kostenverbetering:
- Kleine hoeveelheden
 - Dure materialen

Wat is het beste AM-proces voor mijn product?

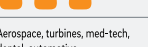
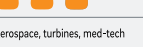
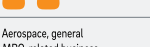
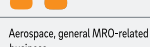
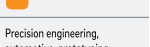
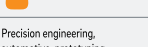
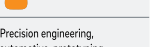
Additive manufacturing technologies

	TECHNOLOGIE	MATERIALEN	TYPISCHE MARKTEN	RELEVANTIE VOOR METAAL	
Fusie	 Power bed fusion - Thermische energie smelt selectief, bepaalde gebieden in een poederbed samen.	Metalen, polymeren	Prototyping, direct deel		AM technologies for metal objects
	 Directed energy deposition - Gefocusseerde thermische energie wordt gebruikt om materialen samen te smelten terwijl ze gedeponeerd worden	Metalen	Direct deel, reparatie		
	 Sheet lamination - Bladen van een materiaal worden met elkaar verbonden om een object te vormen	Metalen, papier	Prototyping, direct deel		
Sinteren	 Binder jetting - Vloeibaar bindmiddel wordt selectief gedeponeerd om poedermaterialen te verbinden	Metalen, polymeren, gietrijzand	Prototyping, direct deel, gietvormen		
	 Material Jetting - Druppels uitgangsmateriaal worden selectief gedeponeerd	Polymeren, wassen	Prototyping, gietpatroon		
	 Material extrusion - Materiaal wordt selectief afgegeven via een mondstuk of opening.	Polymeren	Prototyping		
	 Vat Photopolymerization - Vloeibaar fotopolymeer in een vat wordt selectief uitgehard door lichtgeactiveerde polymerisatie	Fotopolymere	Prototyping		

Source: ASTM international Committee F42 on Additive Manufacturing Technologies; Roland Berger

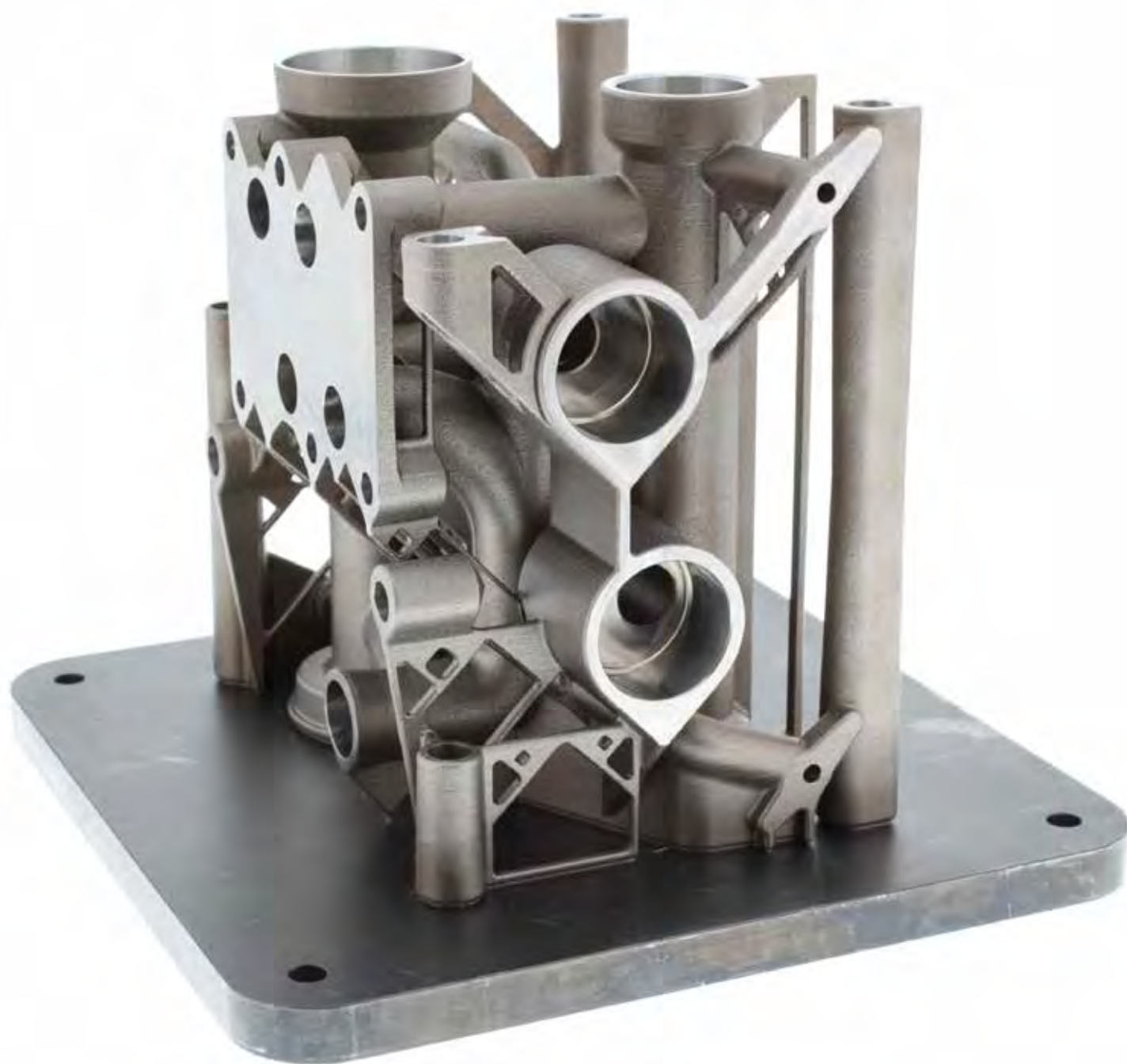
Established and challenger technologies for metal AM

Several new metal AM technologies are emerging alongside powder bed fusion or direct energy deposition – Simplified overview (schematic)

	POWDER BED FUSION		DIRECT ENERGY DEPOSITION	WIRE BY LASER / PLASMA / EB	MATERIAL JETTING	MATERIAL EXTRUSION	BINDER JETTING
	BY LASER	BY ELECTRON BEAM	POWDER BY LASER				
BUILD PRINCIPLE	Thermal energy by laser fuses regions of a powder bed	Thermal energy by electron beam fuses regions of a powder bed	Fusion of powdered material by melting during deposition	Fusion of wire fed material by melting during deposition	Deposition of droplets of molten metal	Dispensing of material through nozzle to form a green part	Joining powder with binding agent to form a green part
MANUFACTURING READINESS FOR AM	Manufacturing readiness reached for selected industries 	Manufacturing readiness reached for selected industries 	So far mainly used for coating, AM only in niche applications 	So far mainly used for coating, AM only in niche applications 	Production capabilities shown 	Production capabilities shown for prototyping 	Manufacturing readiness reached for niche applications 
KEY MATERIALS	Al, Ti, Ni-alloys, CoCr, steel	Ti, Ni-alloys, CoCr	Ti, Ni-alloys, steel, Co, Al	Ti, Ni, steel, Co, Al, W, Zr-alloy, CuNi	Al, steel	Cu, Inco, steel, (others incl. Ti in development)	WC, W, CoCr, steel/bronze, steel, Inco, non-metal molds
MECHANICAL PROPERTIES							
POST-PROCESSING REQUIRED	HT ¹⁾ /HIP ²⁾ , machining, surface treatment 	Machining, surface treatment 	HT ¹⁾ , machining, surface treatment 	HT ¹⁾ , machining, surface treatment 	HT ¹⁾ /(HIP ²⁾), machining, surface treatment 	HT ¹⁾ /(HIP ²⁾), machining, surface treatment 	HT ¹⁾ /(HIP ²⁾), machining, surface treatment 
BUILD COSTS							
CORE APPLICATION INDUSTRIES	Aerospace, turbines, med-tech, dental, automotive	Aerospace, turbines, med-tech	Aerospace, general MRO-related business	Aerospace, general MRO-related business	Precision engineering, automotive, prototyping	Precision engineering, automotive, prototyping	Precision engineering, automotive, prototyping, med-tech, arts and design
EQUIPMENT SUPPLIERS (SELECTION)	Concept Laser, Trumpf, EOS, Renishaw, DMG MORI, SLM Solutions, Additive Industries	Arcam	DMG MORI, Mazak, BeAM, PM Innovations, Trumpf, Optomec	Sciaky, OR Laser, Trumpf, Norsk Titanium	Vader Systems, XJet	Desktop Metal, Markforged, BASF	ExOne, Digital Metal, Desktop Metal
	Established technologies			Challenger technologies			

¹⁾ Heat treatment ²⁾ Hot isostatic pressing
Source: Company information; expert interviews; Roland Berger

 Low degree required  High degree required  Low  High  Proof of concept  Full rate production



AMable

Over

AMable is een groep mensen, uit verschillende organisaties, die een nieuw ecosysteem voor de integratie van additive manufacturing proberen op te zetten. Deze groep beschikt over een uitgebreide deskundigheid op het gebied van technologie, business en training. De Europese Commissie ondersteunt dit consortium in het kader van I4MS, middels financiering uit het H2020 programma, en door middel van begeleiding bij het opzetten van een open platform voor Europese bedrijven.

De primaire doelgroep betreft het midden- en kleinbedrijf (MKB), dat hulp nodig heeft bij de integratie van additive manufacturing in hun processen. AMable streeft er naar om mensen binnen deze bedrijven zelf in staat te stellen hun vaardigheden te verbeteren, in plaats van het werk voor ze uit te voeren. Het ecosysteem zal een breed serviceaanbod ontwikkelen, van wetenschappelijke ondersteuning middels educatie en vaardigheden, tot commerciële ondersteuning.



Contact

projectoffice@amable.eu

www.amable.eu

Coördinatie

Fraunhofer Institute for Laser Technology ILT
c/o Ulrich Thombansen
+49/241/8906-320
ulrich.thombansen@ilt.fraunhofer.de

Neem contact op

Contact

projectoffice@amable.eu

www.amable.eu

Coördinatie

Fraunhofer Institute for Laser Technology ILT

c/o Ulrich Thombansen

+49/241/8906-320

ulrich.thombansen@ilt.fraunhofer.de

© AMable Project Consortium 2020, v1.0

Lead Editors Ana Cardoso (EWF), Pedro Alvarez (LORTEK)



Dit project wordt medegefinancierd door het Horizon 2020 onderzoeks- en innovatieprogramma van de Europese Unie in het kader van subsidieovereenkomst 768775

www.amable.eu

