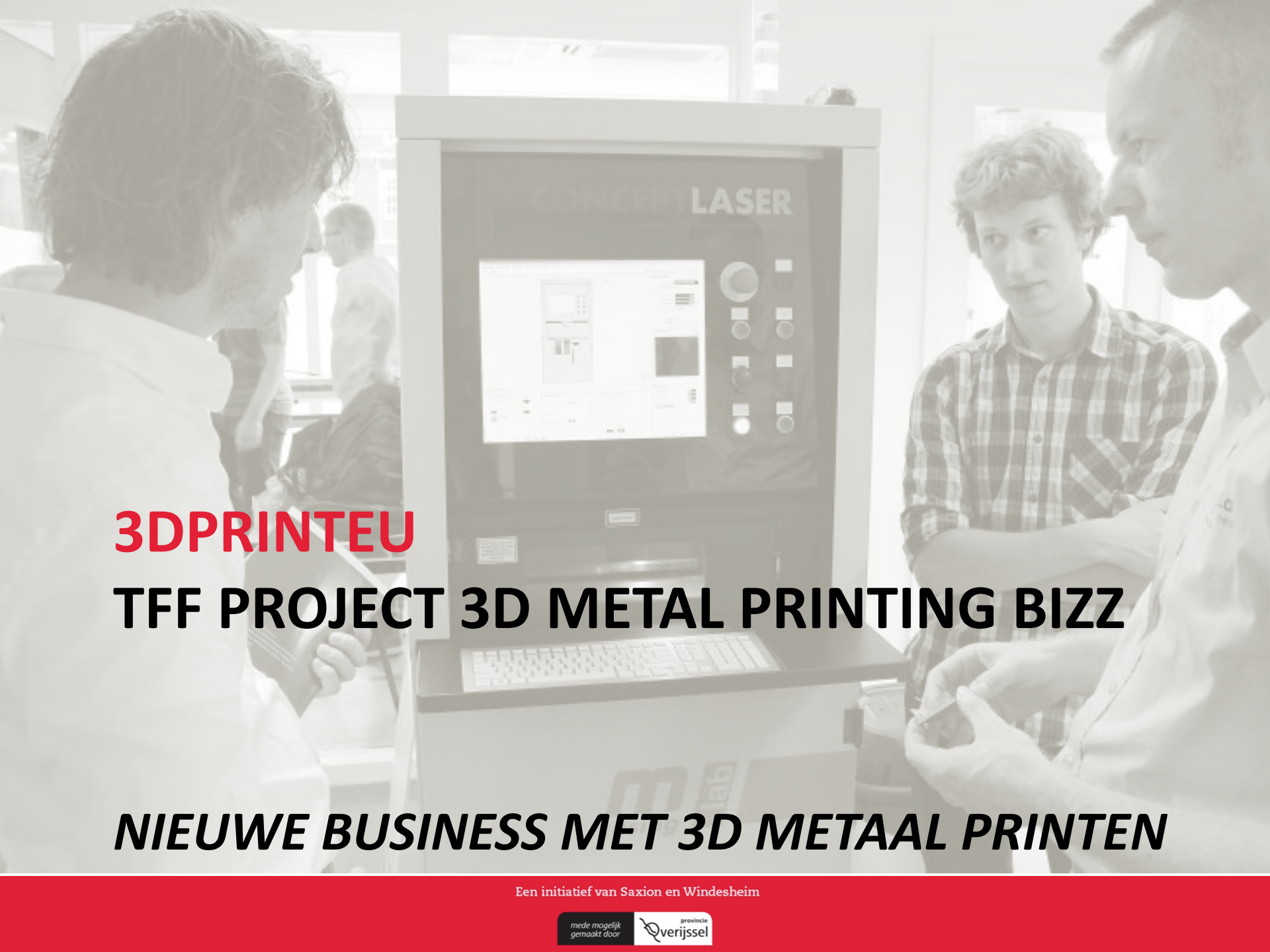




3DPRINTEU

TFF PROJECT 3D METAL PRINTING BIZZ

NIEUWE BUSINESS MET 3D METAAL PRINTEN

Een initiatief van Saxion en Windesheim



Deelnemende bedrijven:

- Thales
- Aebi-Smidt
- PM Bearings
- Prototyp
- Herwi
- 3Dealise
- Saxion FabLab Enschede
- Landre – Pontus - terHoek

Lectoraten:

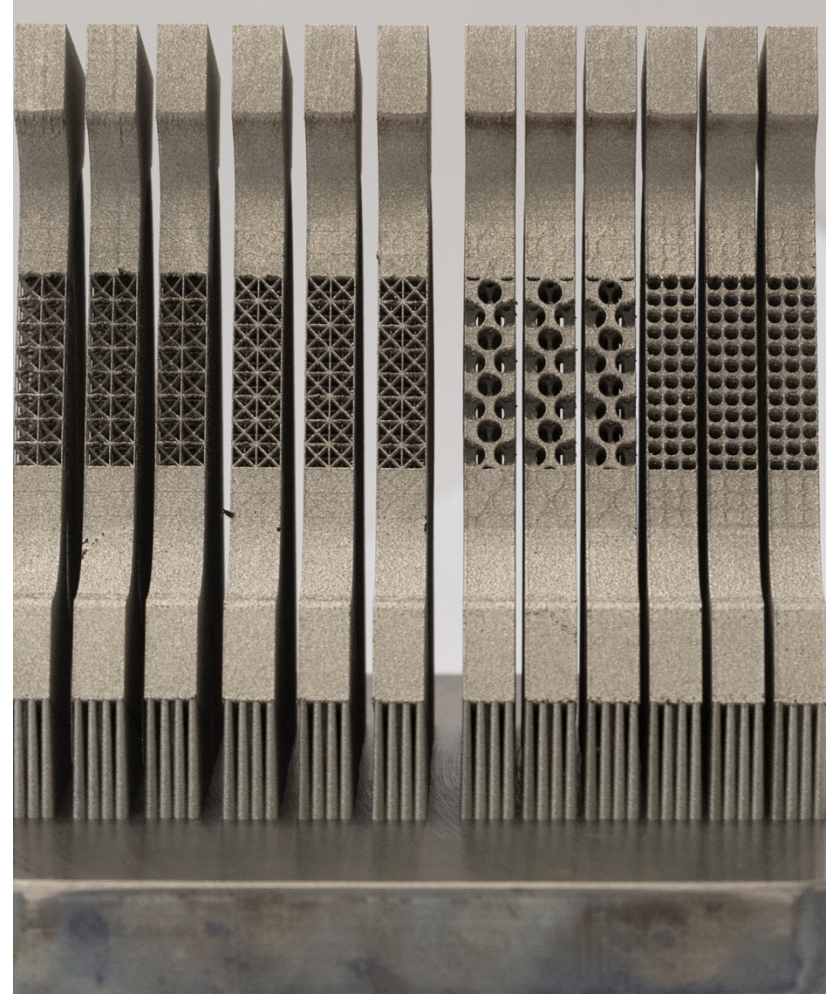
- Industrial Design
- Mechatronica
- Lichtgewicht Construeren

Opleidingen:

- Wb, IPO, TN, TI, BK, MIM
- UT Wb
- Totaal 29 studenten

01 | Doelstelling

Kennis ontwikkeling
van 3D metaalprinten
in de regio Oost
door **kennis op te bouwen**
en middels
toegepast onderzoek de
kennis en inzichten te **vergroten**
en deze kennis te **verankeren**
bij de deelnemende bedrijven
middels **bedrijfscases**



01 | Toegepast Onderzoek

Concept Laser Mlab Cusing

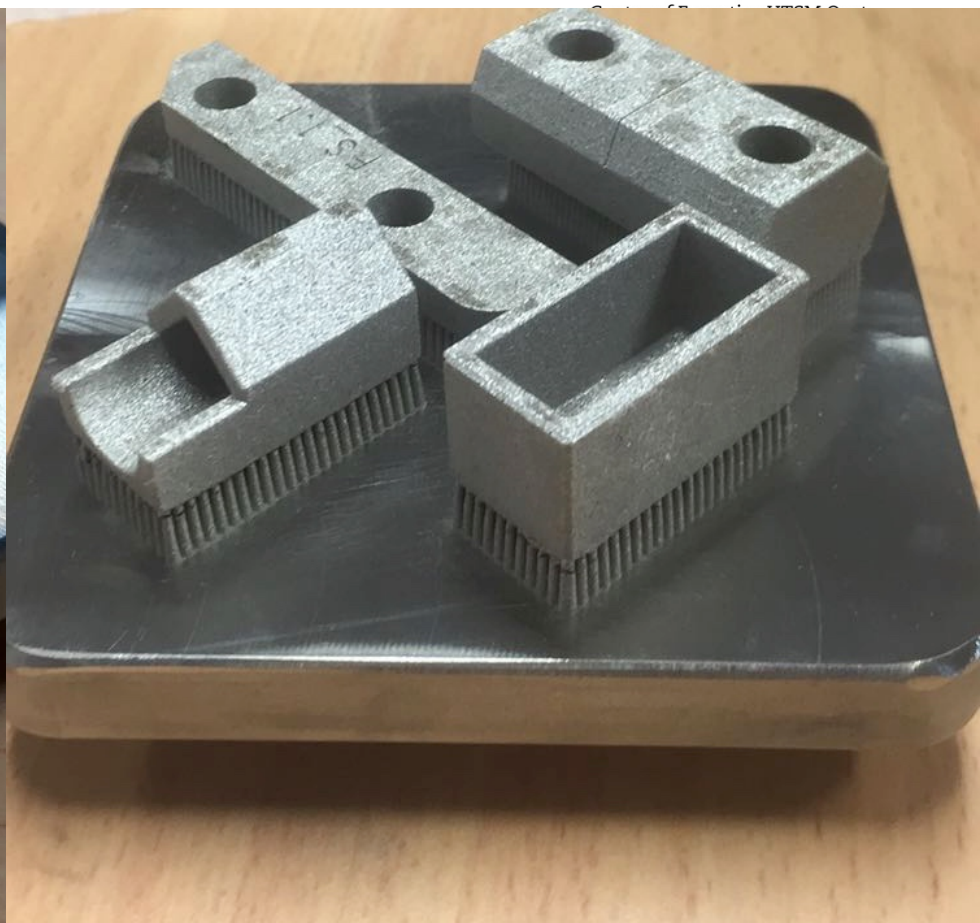
Poederbed printer

Selective Laser Melting / LaserCusing

- 100 W – Fiber Laser
- Roestvrijstaal 316L / CL20ES
- Vaste CL SS316L parameters
- Werkvoorbereiding software
 - Marcam Autofab
 - Netfab Ultimate



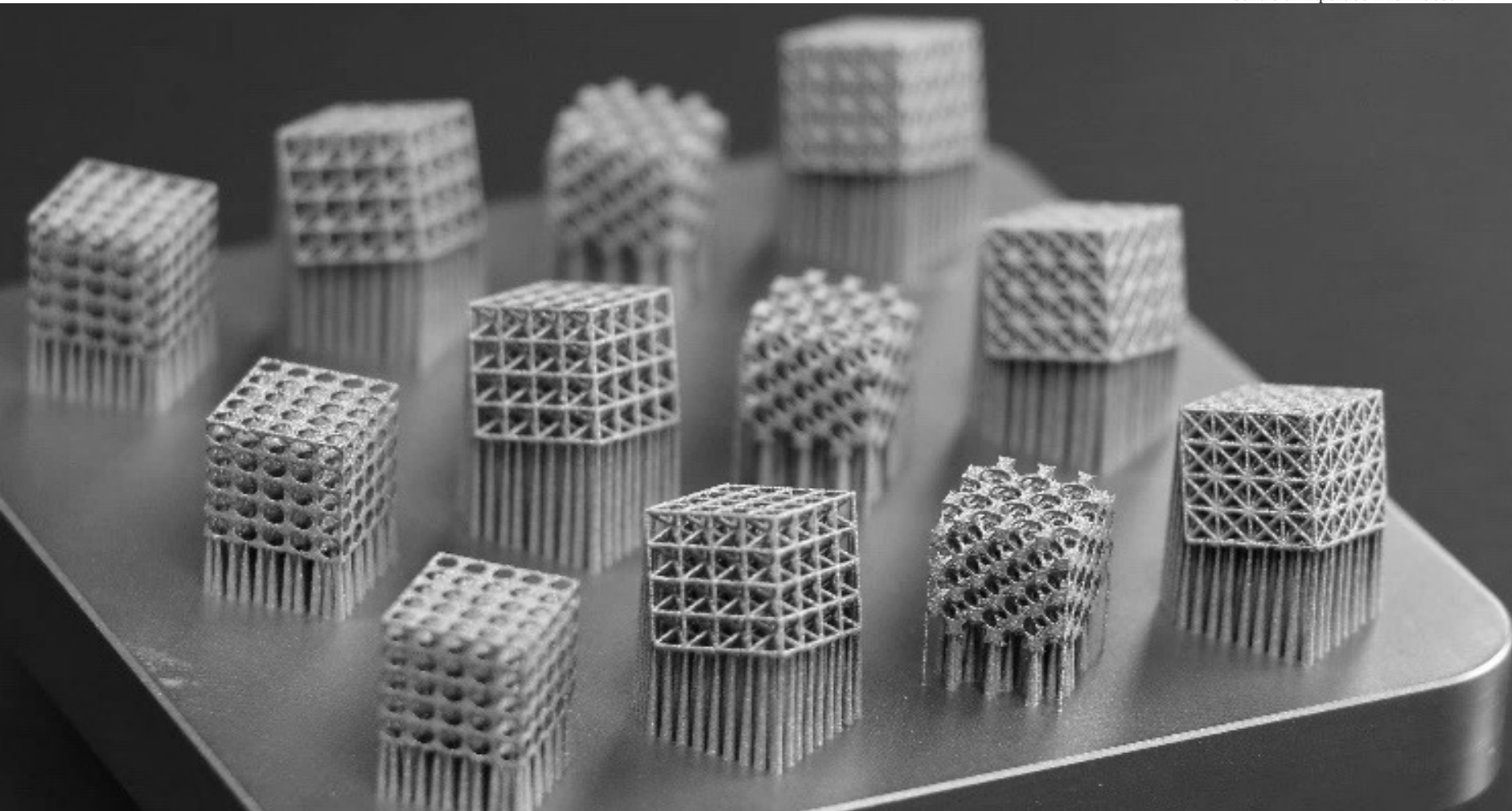
01 | Soms gaat het niet goed



01 | Soms nog slechter ...



01 | Meestal gewoon goed



Een initiatief van Saxion en Windesheim

01 | Resultaten

- Selectie tool
 - Welke producten/onderdelen aanpakken
- Ontwerp richtlijnen
- Productie richtlijnen
- Bedrijven hebben hele (her)ontwerp – productie proces doorlopen
 - Verrassende uitkomsten
- Inzicht in kosten $\leftrightarrow$ toegevoegde waarde
- Eerste aanzet implementatie

- Direct contact met potentiële medewerkers
- Input voor onderwijs

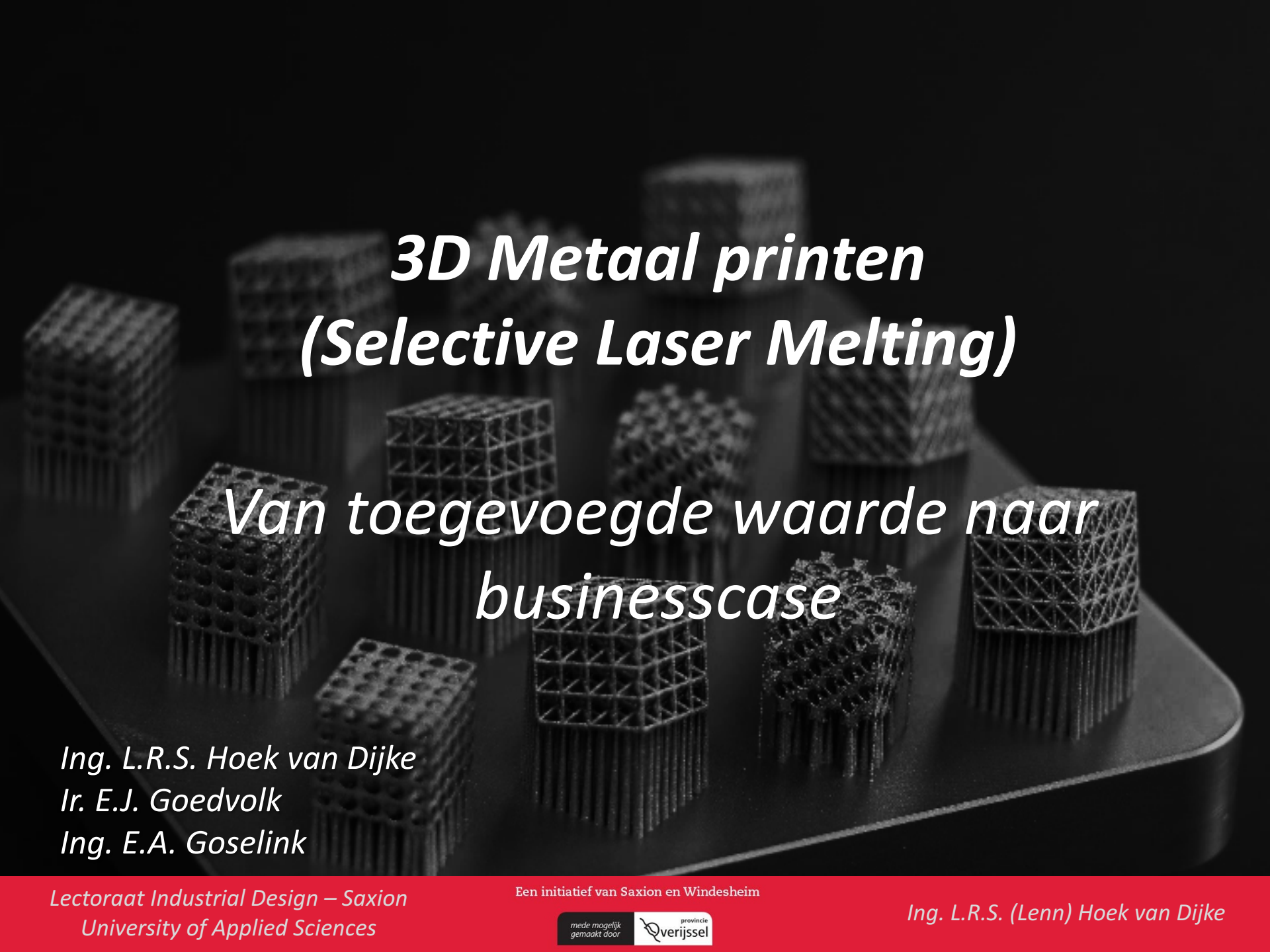
01 | Quotes van bedrijven

Thales

Niet alleen uitwisseling van technische ervaringen, maar ook concrete resultaten!

Prototyp

De ontdekkingstocht om met Saxion onderzoekers en studenten het ontwerp- en productieproces te doorlopen geeft unieke inzichten en resultaten.



3D Metaal printen (Selective Laser Melting)

Van toegevoegde waarde naar businesscase

*Ing. L.R.S. Hoek van Dijke
Ir. E.J. Goedvolk
Ing. E.A. Goselink*



1.1 | Selectiemethode voor 3D print toepassingen in de industrie

Hoe we het potentieel van 3D (metaal) printen kunnen benutten in bestaande en toekomstige producten.

1.1.4 | Toegevoegde waarde



1. **Complexiteit**
2. **Geen product gebonden tooling**
3. **Massa reductie**
4. **Unieke producten en variaties mogelijk**
5. **Functie-integratie**

1.1.6 | Trends samenleving & industrie

- Meer waarde, goedkoper, sneller, beter...
- Verlagen energieverbruik en grondstofgebruik
- Maatwerk in massa / personalisatie van producten
- Functie-integratie → minder onderdelen → minder onderhoud en minder falen

1.1.7 | Voorbeeld

Sterktes

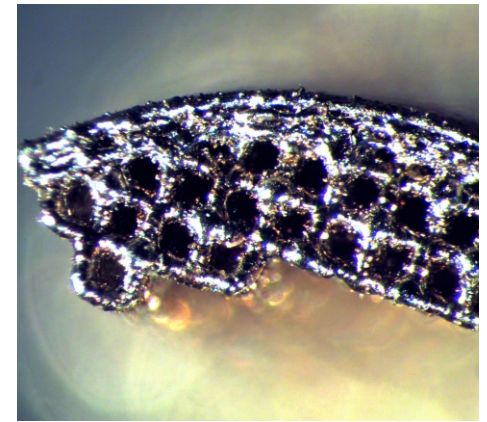
- Functie-integratie
- Complexiteit in vormgeving

Trend

- Maatwerk in massa
- Energiebesparing

Ideerichting

Energiezuinige koeling
in product: *heat pipes*





1.2 | Businesscases

Kostendrijvers Selective Laser Melting

Invloed kostendrijvers 3D metaal printen & vergelijking 3D metaal print t.o.v. CNC Frezen

1.2.5 | Conclusies gevoeligheidsanalyse

Indien draaiuren / bezetting ↓ > kostprijs ↑

Yield factor heeft een **grote invloed** kostprijs

Prijs machine heeft een relatief **lage invloed** op kostprijs

1.2.8 | Hergebruik poeder

- Verlies per print $\pm 5\%$ van totaal
- $\pm 10\%$ bezettingsgraad
- $\pm 85\%$ oud poeder over na elke build job
- Na 50X hergebruik, maar 0,03% oud poeder in bouwkamer

% poeder over na buildjob	% origineel poeder in buildchamber na 50X printen
94%	4,533073%
93%	2,633307%
92%	1,546648%
91%	0,895508%
90%	0,513378%
85%	0,029576%
80%	0,001427%
75%	0,000057%

Berekening:

$(100\% - (\% \text{ verlies} + \% \text{ bezettingsgraad})) ^ \text{aantal keer hergebruik}$

$$0,85 ^{50} = \pm 0,03\%$$

Tabel 1: Statistische benadering hergebruik metaalpoeder



1.3 | Inzicht milieu impact 3D metaal printen

Hoe groen is 3D metaal printen eigenlijk?

Inzicht in milieu impact 3D metaal printen over de gehele levenscyclus

“Geen materiaalverlies meer!”

Redesign is belangrijk. Daardoor kunnen metaalbewerkers ervaring opdoen, en wellicht totaal anders gaan denken. “Boren kan alleen recht. Hierbij kan alles.” Als voorbeeld laat Jansen een speeltje zien. Een balletje in een balletje met een veer er aan vast. Het veert alle kanten op. “Het is uit een stuk gemaakt. Dat is in het oude denken ondenkbaar en dit is bovendien sterk, want er hoeven geen verschillende onderdelen aan elkaar gelast

Het is een ultiem voorbeeld van ‘cleantech’.”

indien het metaalproduct gereed is, wordt het van de basisplaat verwijderd. Daarna kan het een nabehandeling krijgen zoals gloeien, slijpen en/of mechanisch nabewerken. Het metaalpoeder dat niet is versmolten, wordt teruggevoerd naar de voorraadcontainer. Dit kan zonder meer opnieuw gebruikt worden omdat de kwaliteit niet is aangetast dankzij de inerte atmosfeer die in de werkruimte aanwezig is.

“Dempende werking op CO2 uitstoot”

Bron: http://www.mundo-3d.nl/metaalprinten/3d_metaal_printen/

1.3.6 | Energiekosten vs energieverbruik

- Energiekosten zijn **klein deel** ($< 5\%$) van de **totale productkosten**
- Het printen zelf kost veel energie,
- maar energie kost niet zo veel...
- ***‘Energie is goedkoop’*** ... nog wel
- Maar.. energie-efficiënt ontwerp mogelijk!

1.3.6 | 3D printen van een impeller

Energieverbruik totale levenscyclus

- Onderdeel in een CV waterpomp
- Theoretisch 2,5% hoger rendement
- Analyse energieverbruik





Design for Metal Additive Manufacturing

Design and production guidelines

Ir. W.W. Weijermars

Ing. L.R.S. Hoek van Dijke

Ir. E.J. Goedvolk

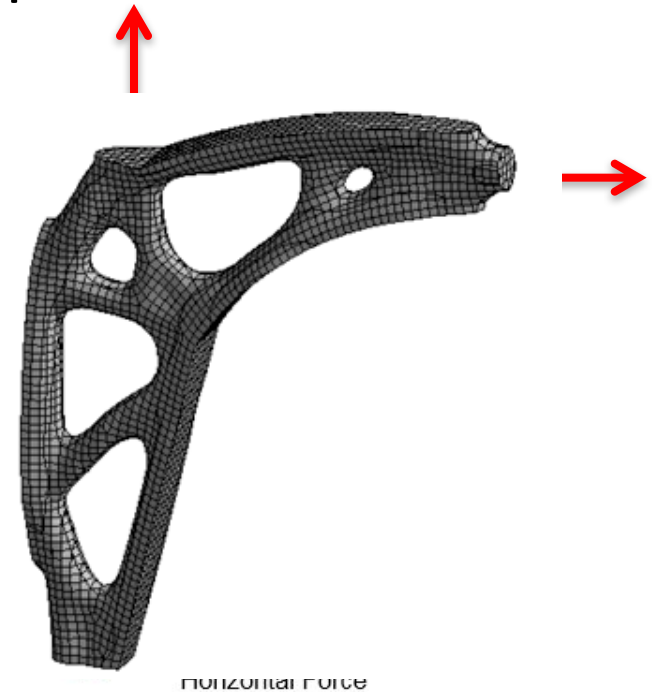
Ing. E.A. Goselink

Y.G. Boevink

Een initiatief van Saxion en Windesheim

Ter informatie

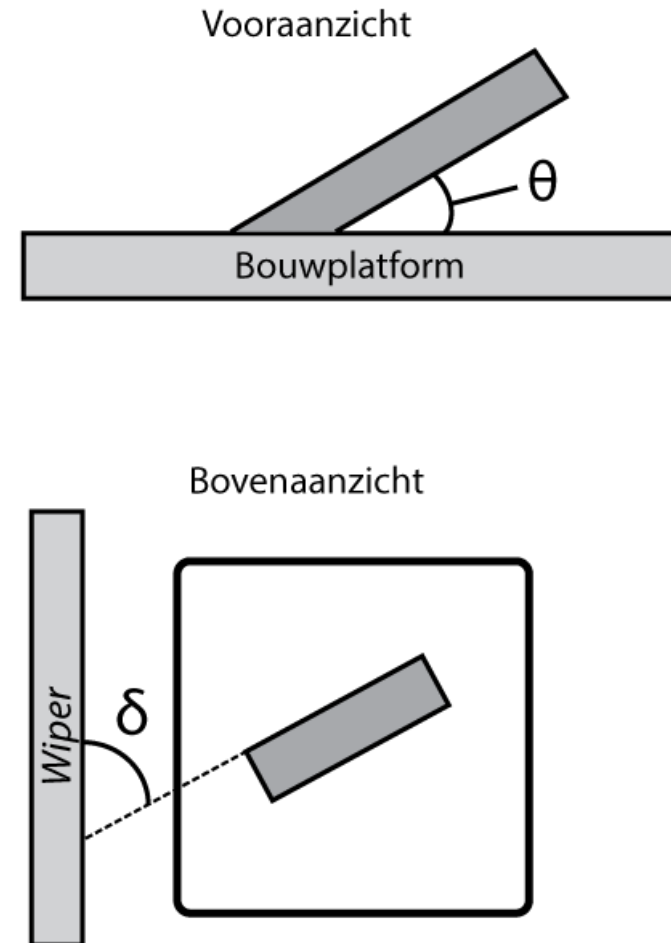
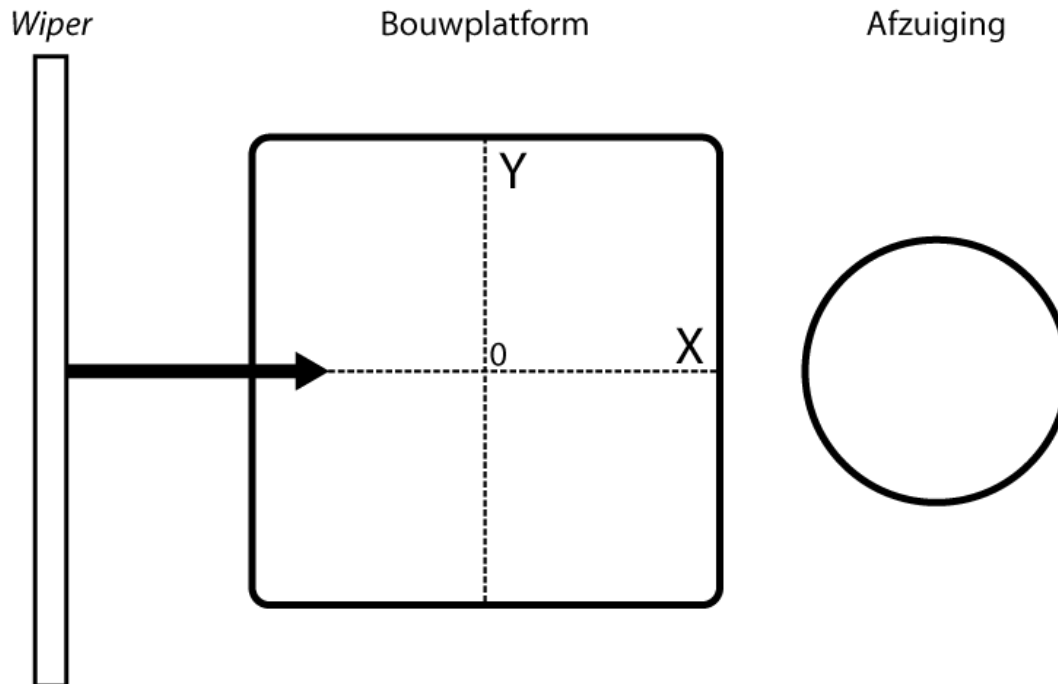
- Handvat voor *ontdekkers* van SLM, maar ook als naslagwerk voor ervaren ontwerpers van SLM
- Denkwijze: 'Omdenken'
- RVS316L
- 20 – 45 μm



<https://caesai.com/blog/what-topology-optimization-and-why-use-it>

Ter informatie

- Oriëntatie en positionering



Ontwerp → Eindproduct

Ontwerprichtlijnen

Productierichtlijnen

Ontwerp

Ontwerp voor
AM

(Lichtgewicht
structuren,
FEA/CFD
topologische
optimalisatie)

Werk voorbereiding

Oriëntatie,
support
structuren &
slicing

Productie

Van inladen
bestand in
printer tot
verwijderen
product uit
machine

Nabewerking

Warmte-
behandelen,
draaien, boren,
frezen, stralen
& polijsten

1 | Productierichtlijnen

- Productierichtlijnen leidend voor ontwerpen

- Werkvoorbereiding
- Productie
 - Machine gereedmaken
 - Object printen



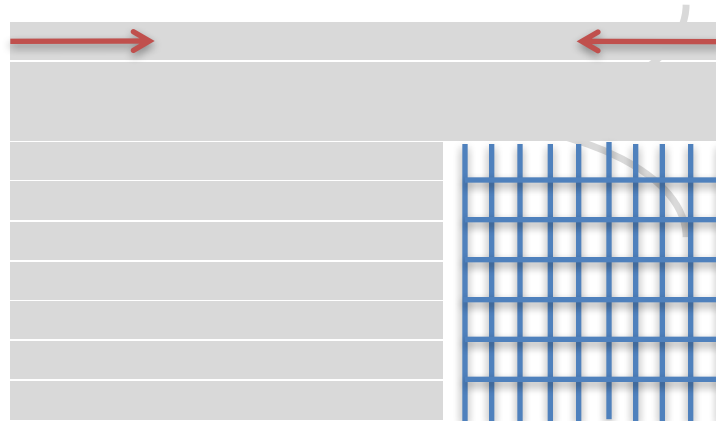
1. Foutenanalyse & Reparatie
2. Positionering & Oriëntatie
3. Support Generatie
4. Slicen & Exporteren

SOFTWARE	ONTWERPEN		WERKVOORBEREIDING			
	Topologische optimalisatie	Lattice structuren genereren	Foutanalyse & reparatie	Positioneren & Oriëntatie	Support Generatie	Slicen & Exporteren
 Altair HyperWorks	✓	✗	✓	✗	✗	✗
 ANSYS SpaceClaim	✗	✓*	✓*	✗	✓*	✗
 AUTODESK FUSION 360™	✓	✗	✗	✗	✗	✗
 AUTODESK INVENTOR®	✓	✗	✗	✗	✗	✗
 AUTODESK MESHMIXER®	✗	✗	✓	✗	✓	✗
 AUTODESK NETFABB®	✗	✓	✓	✓	✓	✓
 Generate™	✓	✗	✗	✗	✗	✗
 MARCAM ENGINEERING	✗	✗	✓	✓	✓	✓
 Materialise 3-matic	✗	✓	✓	✗	✗	✗
 Materialise Magics	✗	✓	✓	✓	✓	✓
 Meshify.dk by Adimant	✓	✗	✗	✗	✗	✗
 nTopology	✗	✓	✗	✗	✗	✗
 RhinoCeros® modeling tools for designers	✗	✓	✓	✗	✗	✗
 INSPIRE solidThinking / WHERE IDEAS TAKE SHAPE	✓	✗	✗	✗	✗	✗

1 | Productierichtlijnen

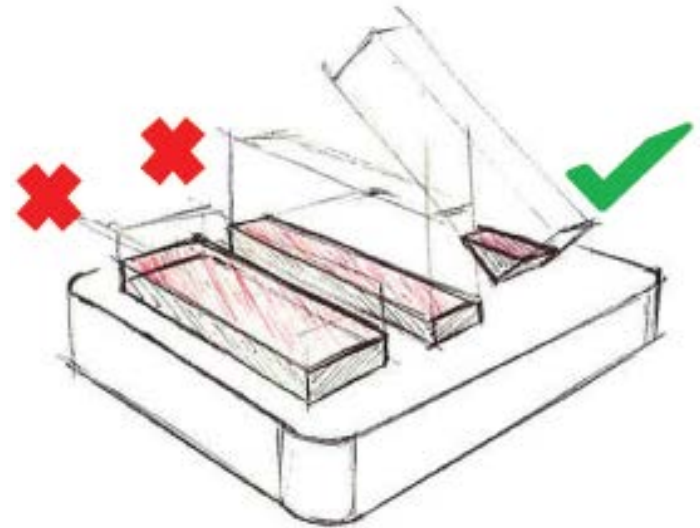
Aandachtspunten

- Doorzakking
- Opkrullen
- Support
- Spanning



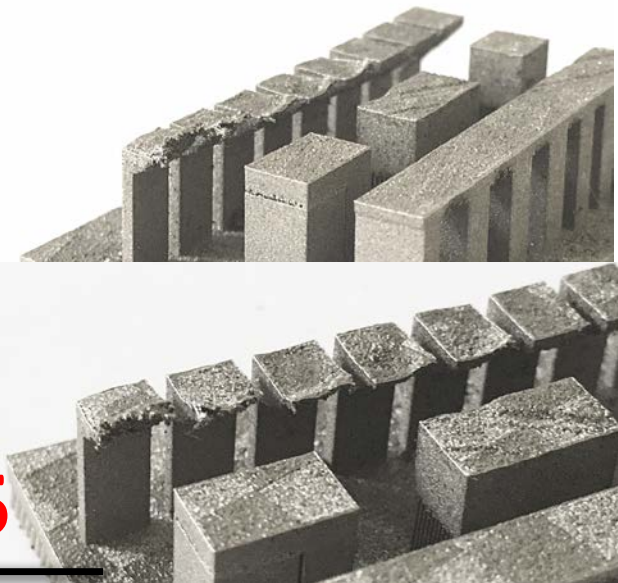
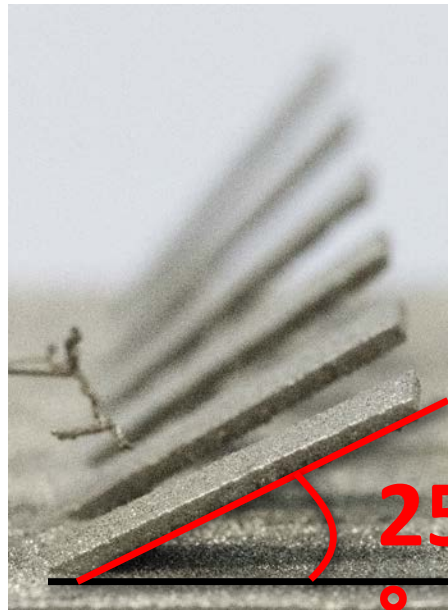
1a | Warmte afvoeren supports

- Probleem: Spanning door warmte-inbreng
- Groot oppervlak → Veel warmte
- Supports voeren warmte af → meer support
- Holle support - massieve support



1b | Overhang zonder support

- Probleem: Overhangend deel zonder support
- Schuine hoek (θ) tot 25°
- Dunne 'lamellen' vs schuin+gewicht



1c | Printen op bestaand object

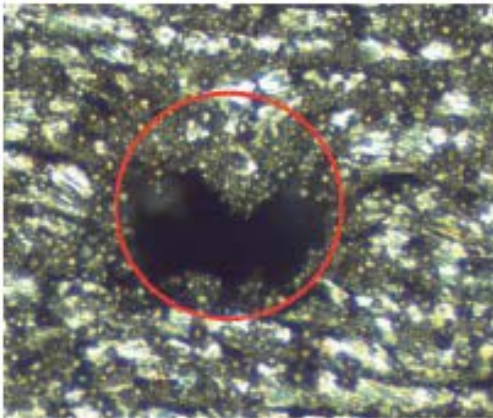
- Probleem: Positionering en fixatie bestaand object
- Extra opnameplaat
- Contactcorrosie na afspoelen met water



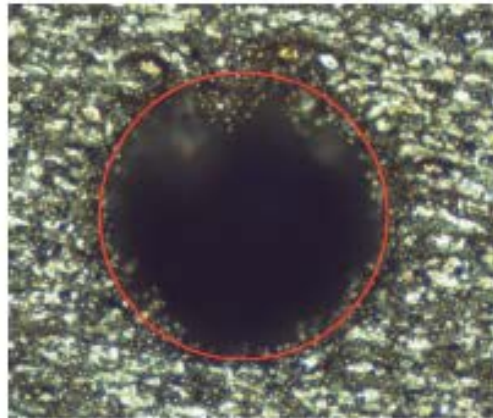
2 | Ontwerprichtlijnen

- Ter ondersteuning van het ontwerpproces
- Opgesteld aan de hand van productierichtlijnen
- Niet alleen richtlijnen, maar ook uitleg

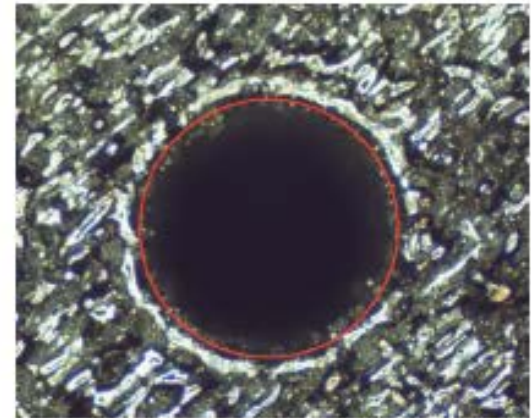
2a | Gaten



1: 0,5 mm horizontaal



2: 1 mm horizontaal

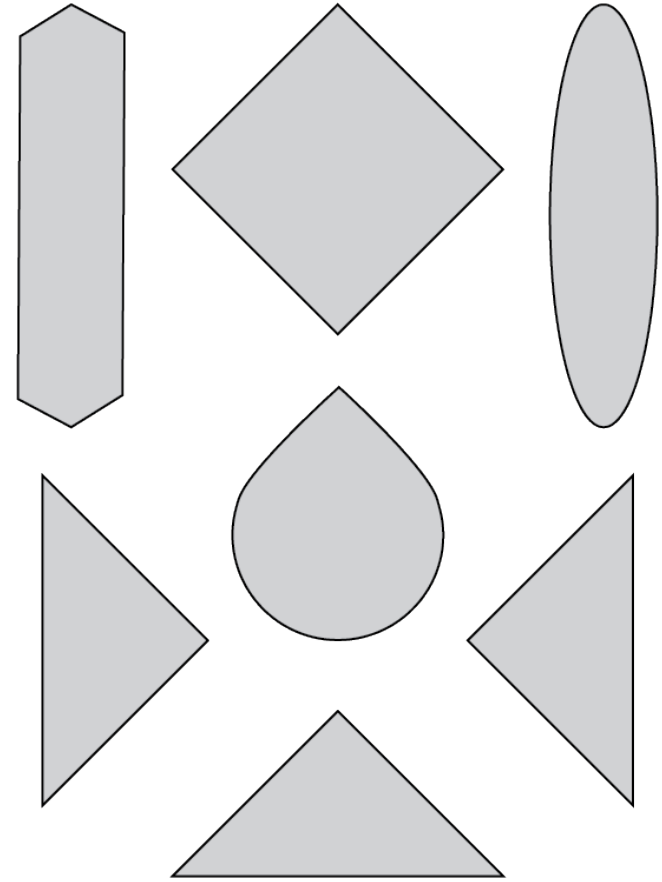


3: 1 mm verticaal

- Maatvaste gaten → Verticaal
- Horizontaal → 1 – 8 mm zelf-ondersteunend

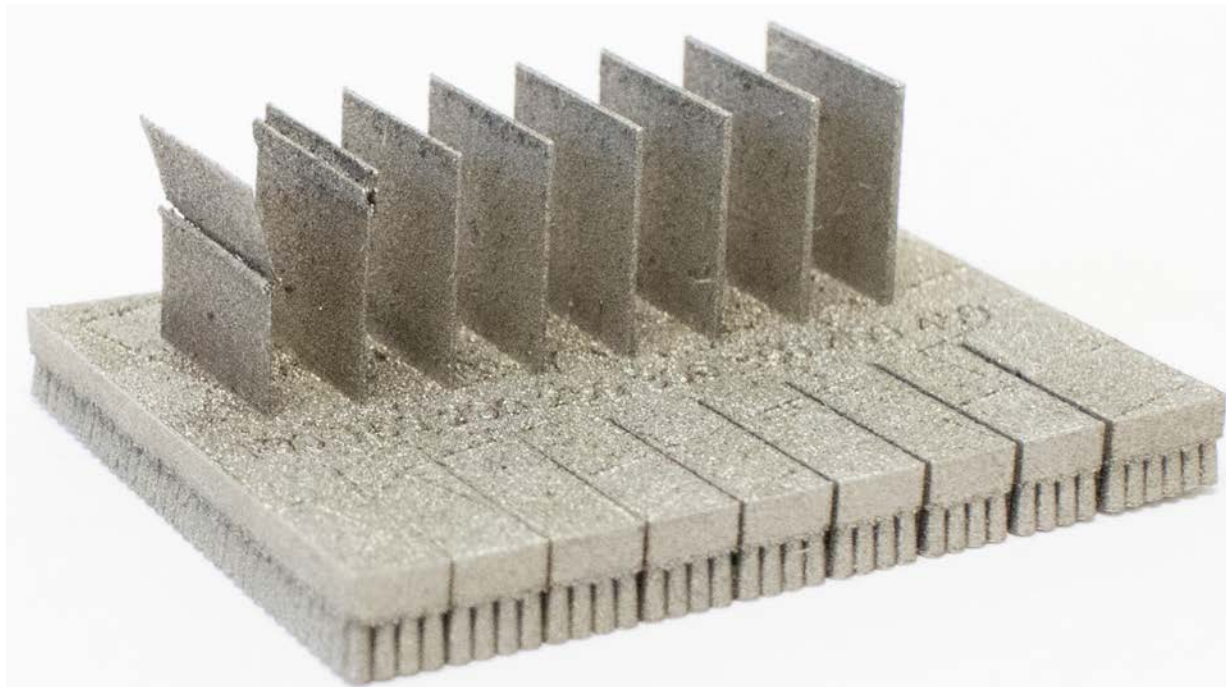
2a | Gaten

- Gaten groter dan 8 mm → Support of zelfdragend
- Nabewerken voor maatvastheid



2b | Details en wanddikte

- Minimale wanddikte 200 μm
- Minimale grootte uitsparingen 200 μm





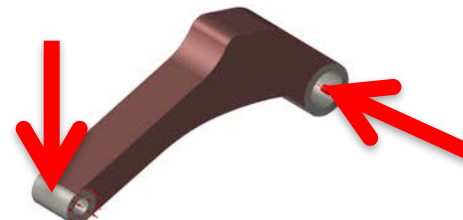
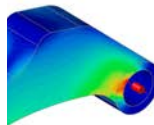
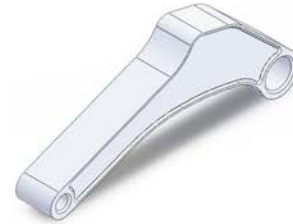
Original machined bracket



Design 1: Opti-Opti



Design 2: Opti-Trad



Let op!
Software pakketten houden geen rekening met printbaarheid

<http://www.metal-am.com/wp-content/uploads/sites/4/2016/06/Metal-AM-Spring-2016-Vol-2-No-1-dp.pdf>



Original machined bracket



Design 1: Opti-Opti



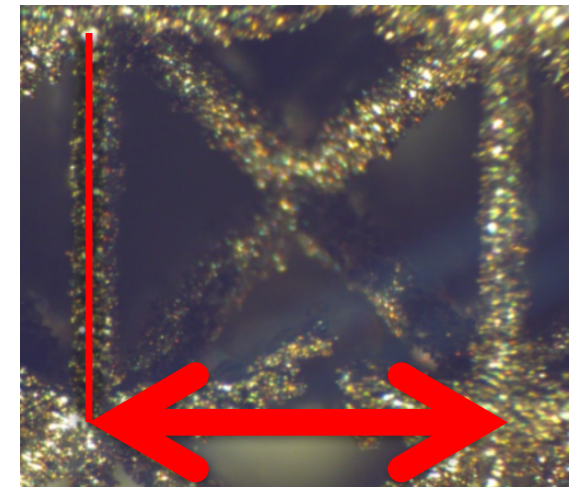
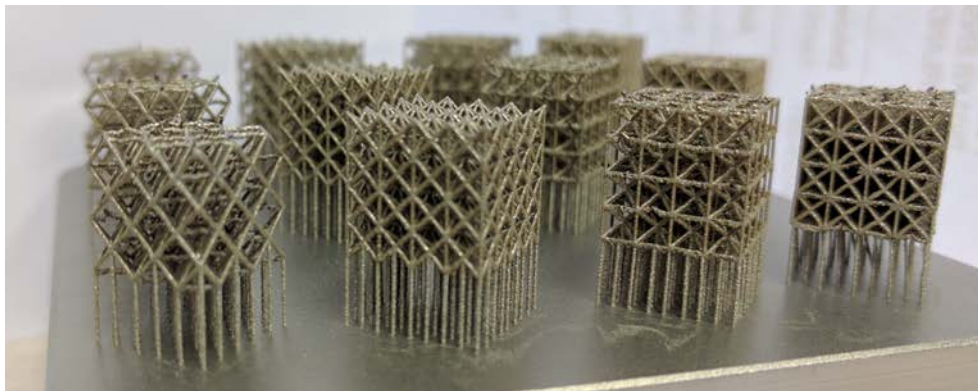
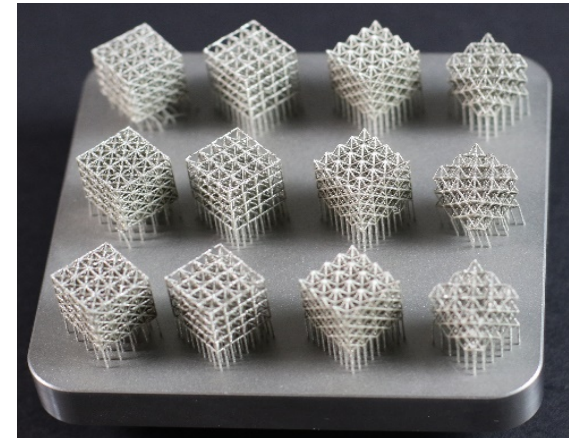
Design 2: Opti-Trad



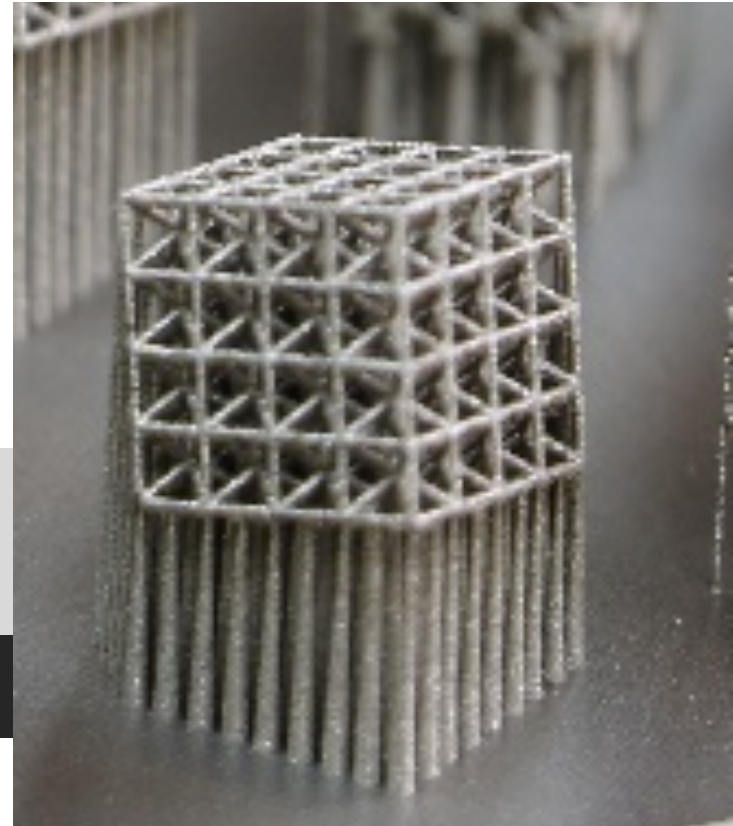
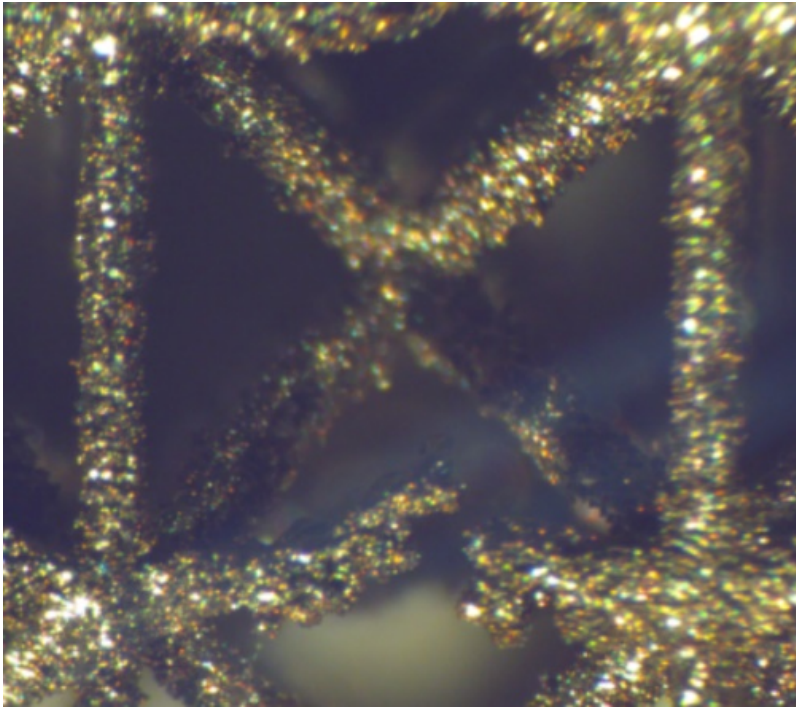
<http://www.metal-am.com/wp-content/uploads/sites/4/2016/06/Metal-AM-Spring-2016-Vol-2-No-1-dp.pdf>

2c | Materiaalbesparende technieken

- Lichtgewicht structuren
 - 'Rooster' structuur
 - Zelfde sterkte → Minder gewicht
- Strut diameter → minimaal 200 μm
- Cell-size (2-3 mm zelf-ondersteunend)



2c | Materiaalbesparende technieken

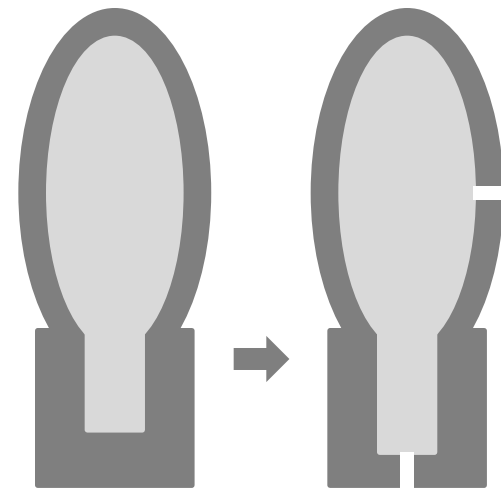
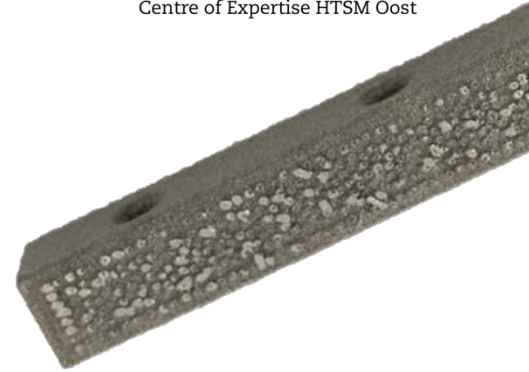


Inhoud

1. Productierichtlijnen
2. Ontwerprichtlijnen
3. Nabewerkingen

3 | Nabewerkingen

- **Warmtebehandelingen**
 - 450° C, tijd afhankelijk van dikte
- **Verwijderen support**
 - Toegankelijkheid: Kanalen & holle producten
- **Holle objecten & verwijderen metaal poeder**
 - Uitgang poeder
- Draadtappen, stralen, schuren & polijsten



Onderzoeksresultaten? Neem contact op met

Lector

Karin van Beurden

k.m.m.vanbeurden@saxion.nl

053 088 019 6550



Projectleider

René Groothedde

r.a.c.groothedde@saxion.nl

053 088 019 6096

