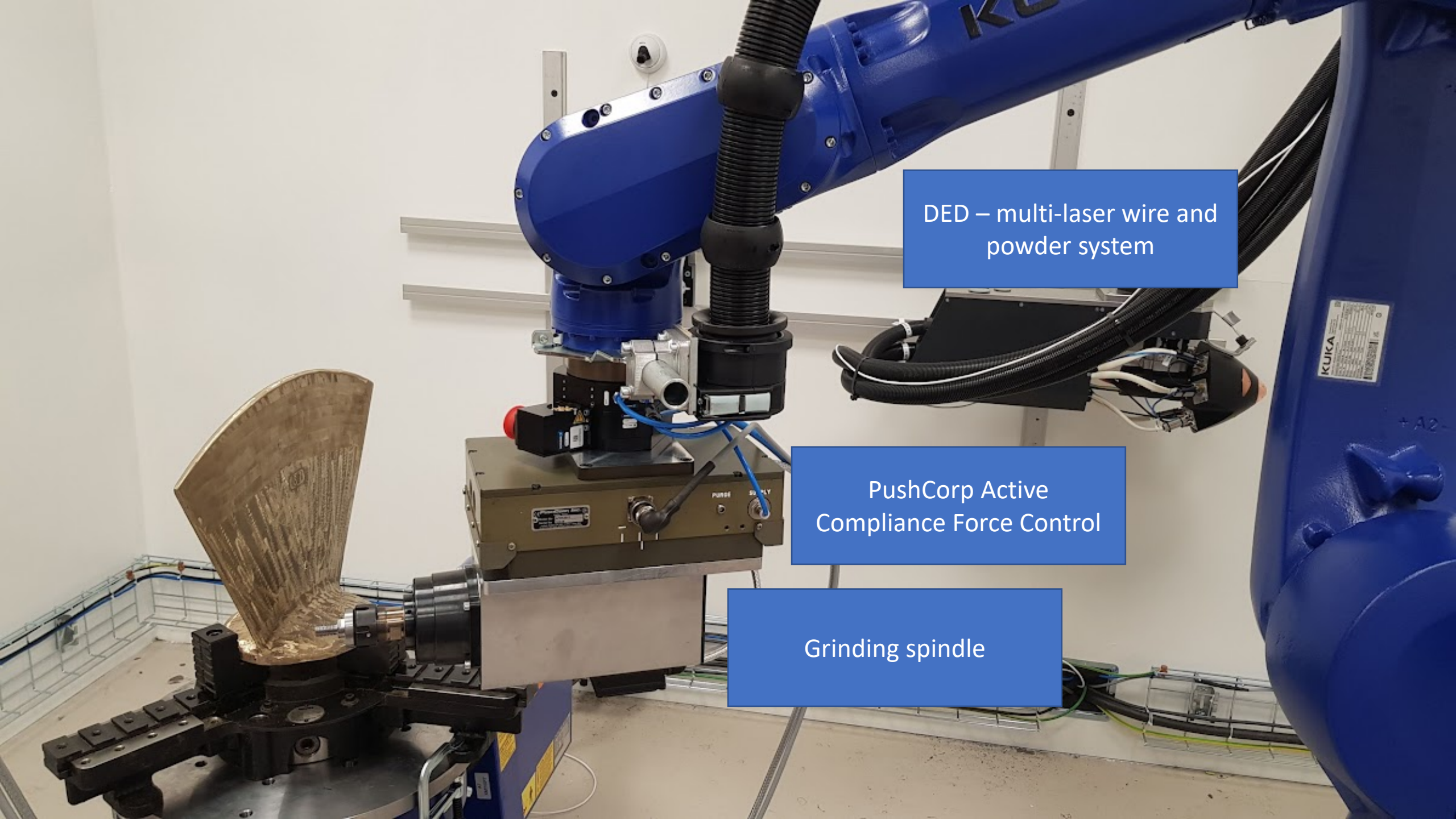




Multi-laser DED-prosess i den hybride cella

Vegard Brøtan, PhD
Forskningsleder Additiv Faggruppe
SINTEF Manufacturing



DED – multi-laser wire and powder system

PushCorp Active Compliance Force Control

Grinding spindle

Kompetanse – Avdeling Produksjonsteknologi

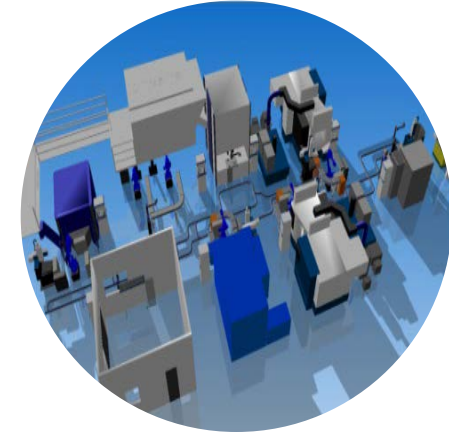
- **Industriell automasjon og robotikk**

- Fleksibel og adaptiv automatisering, maskinsyn, datafangst og analyse og autonome produksjonssystemer



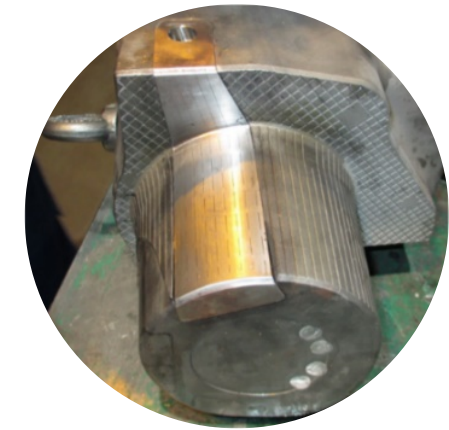
- **Produksjonssystemer- og styring**

- Design av integrerte produksjonssystemer og programvareløsninger for operativ styring



- **Additiv tilvirkning**

- Fokus: Metall Additiv Tilvirkning og omkringliggende prosesser
- Materialteknologi, produksjons- og produktutvikling, dataprosessering og maskinnettverk



ISO/ASTM 52900:2015 Additive manufacturing — General principles — Terminology

The categories – metals

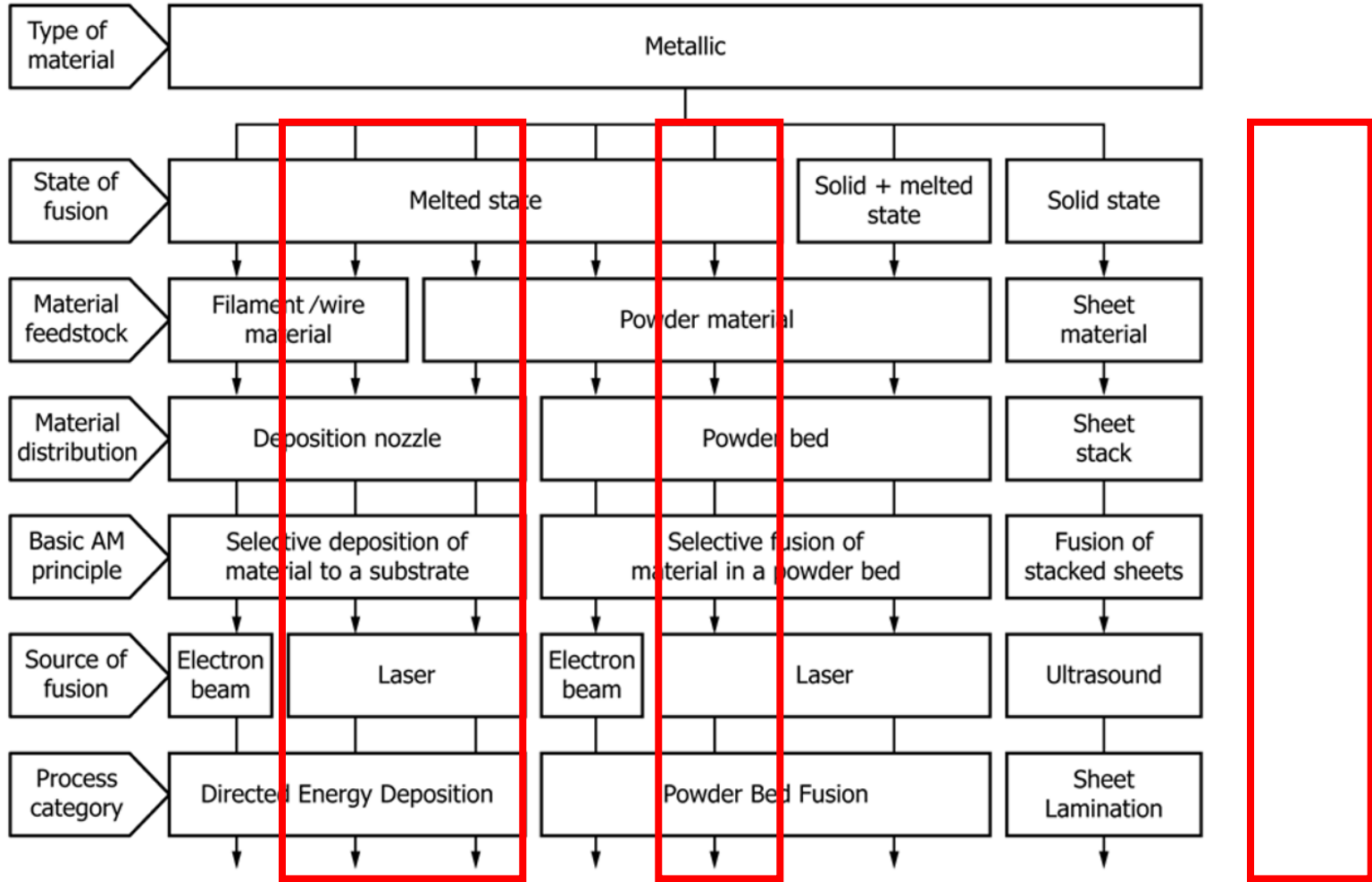
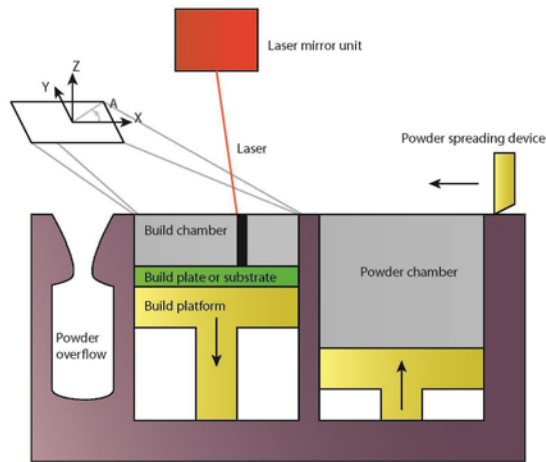
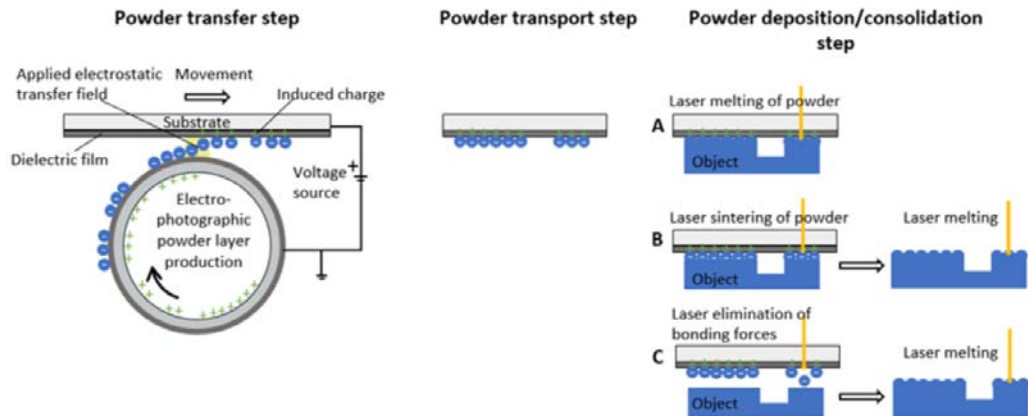


FIG. A1.2 Overview of single-step AM processing principles for metallic materials

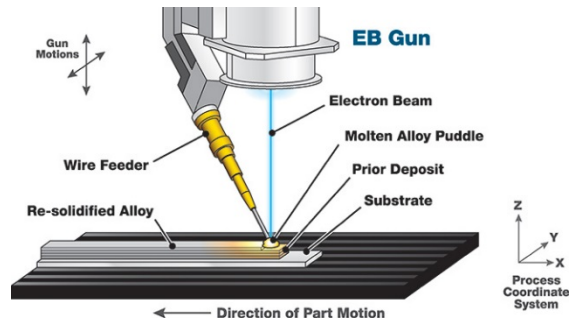
Powder Bed Fusion



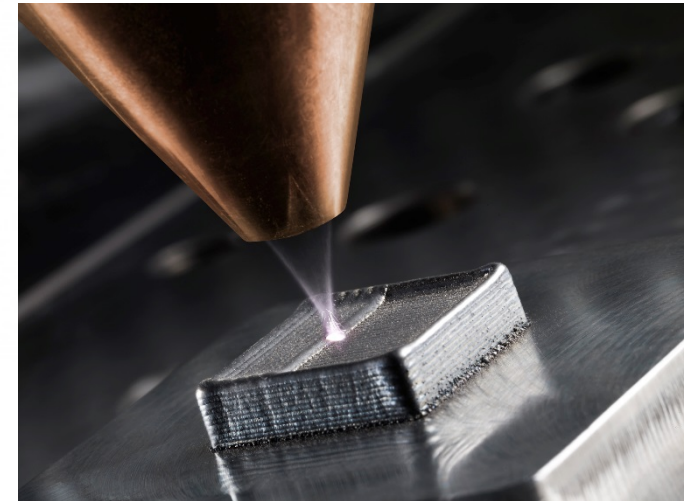
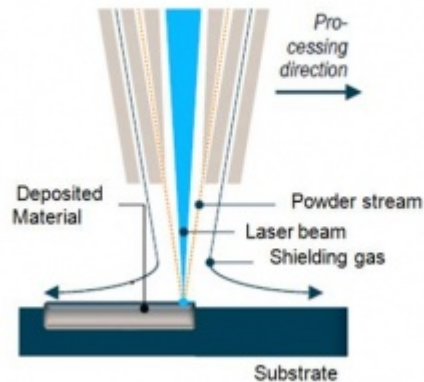
Electrophotographic



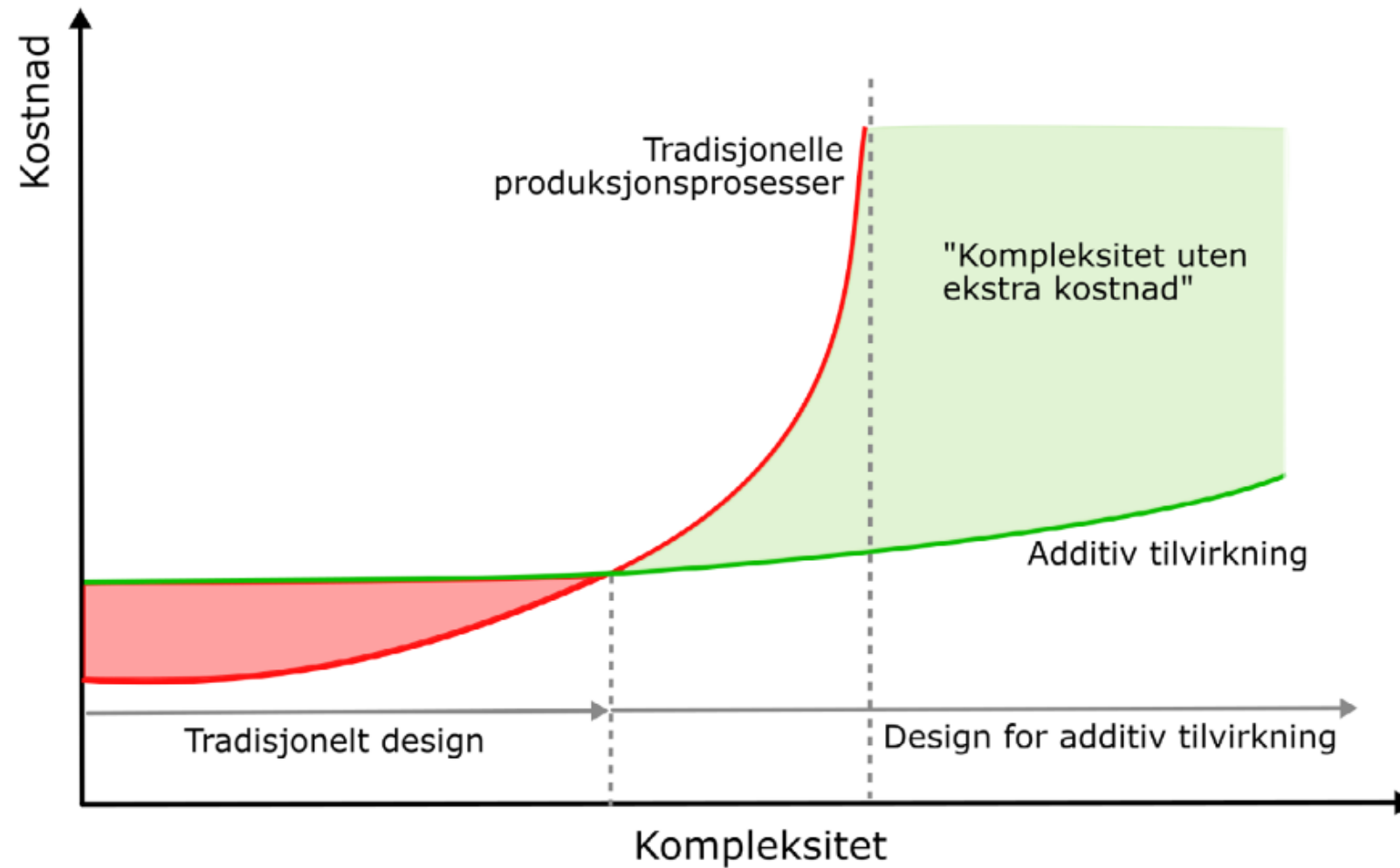
Directed Energy Deposition



Laser Metal Deposition (LMD)



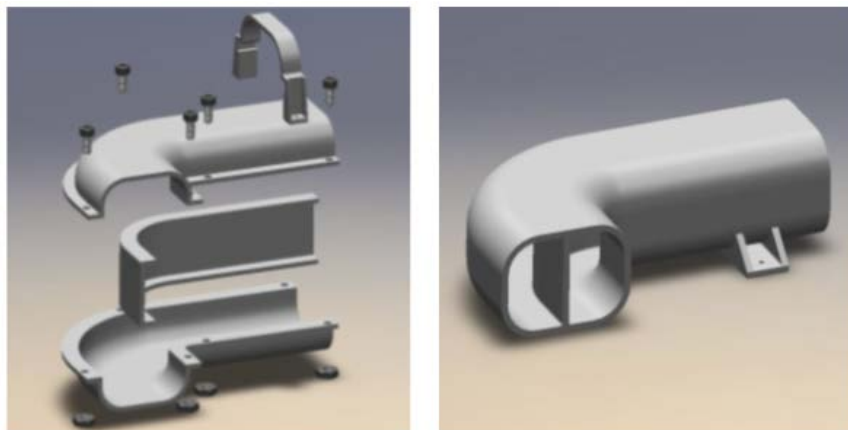
Tilnærmet gratis del-kompleksitet!



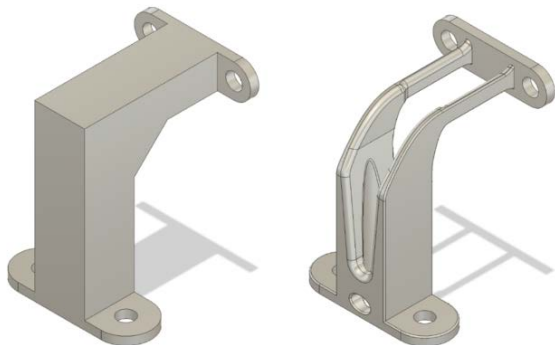
Reparasjon og økt levetid



Ett-trinns produksjon



Lavere vekt med reduserte kostnader



Forbedret geometri

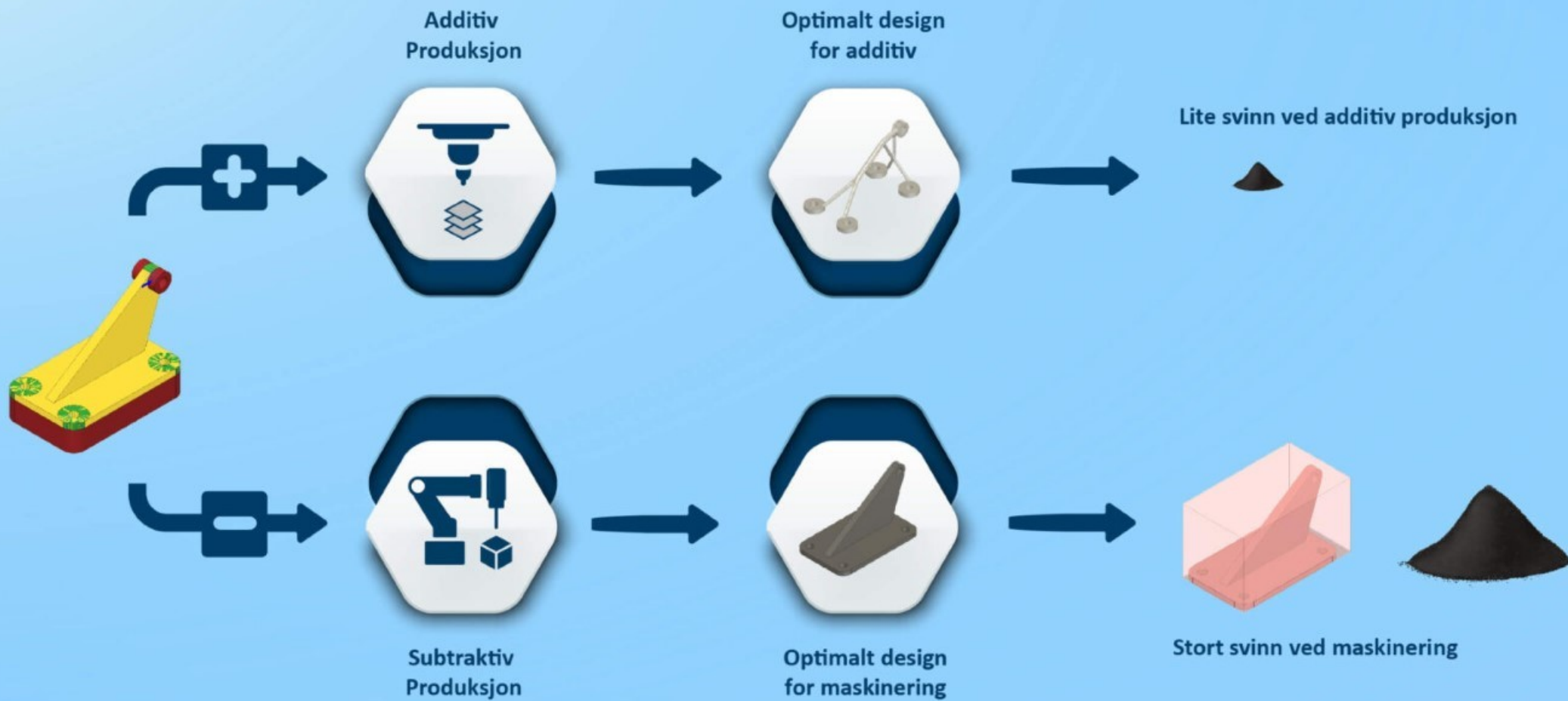
- ☐ Fremstille komplisert innvendig geometri
- ☐ Sammenstilling av mange komponenter
- ☐ Funksjonelt optimalisert design
- ☐ Designet er produktet (kunst, sportsbiler, interiør)

Minimert materialforbruk

- ☐ Minimere behov for maskinering
- ☐ Redusere svinn av kostbare materialer
- ☐ Lettere produkt
- ☐ Frigjøre plass til flere integrerte funksjoner

Effektiv verdikjede

- ☐ Forenkle produksjonskjeden
- ☐ Redusere verktøykostnaden
- ☐ Redusere ledetiden
- ☐ Utnytte muligheter for høy grad av kundetilpasning

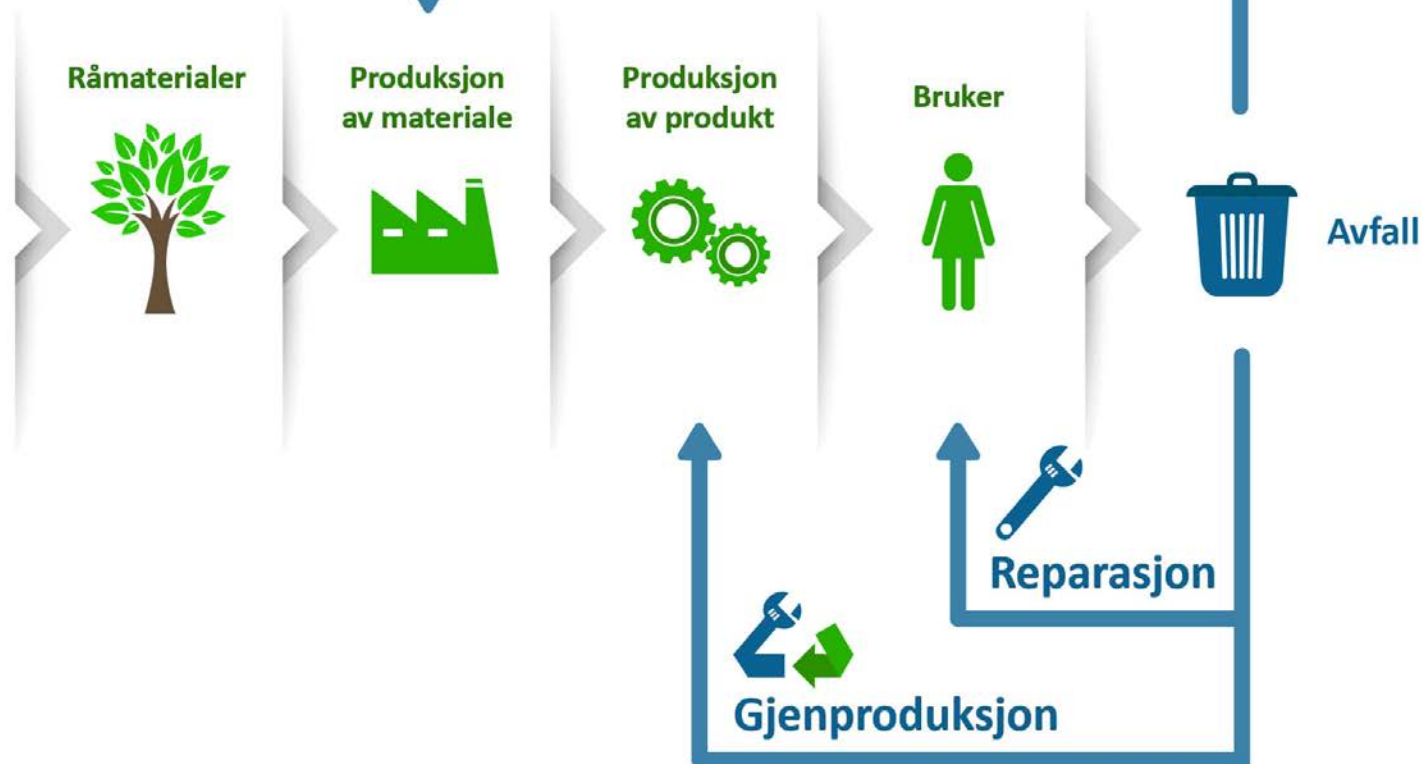




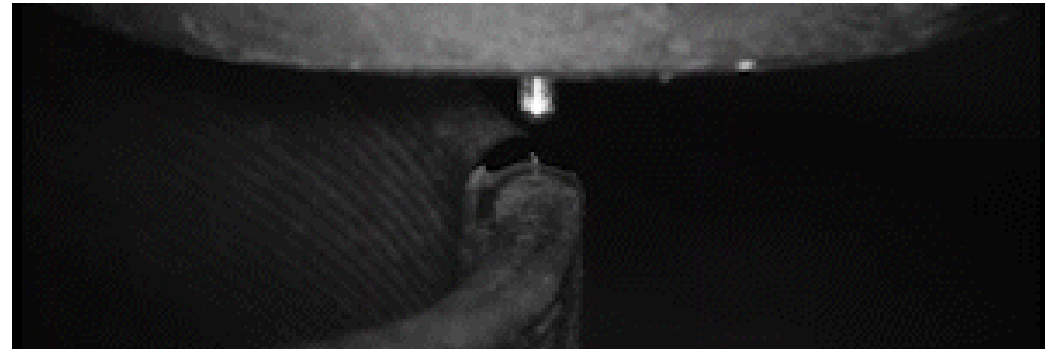
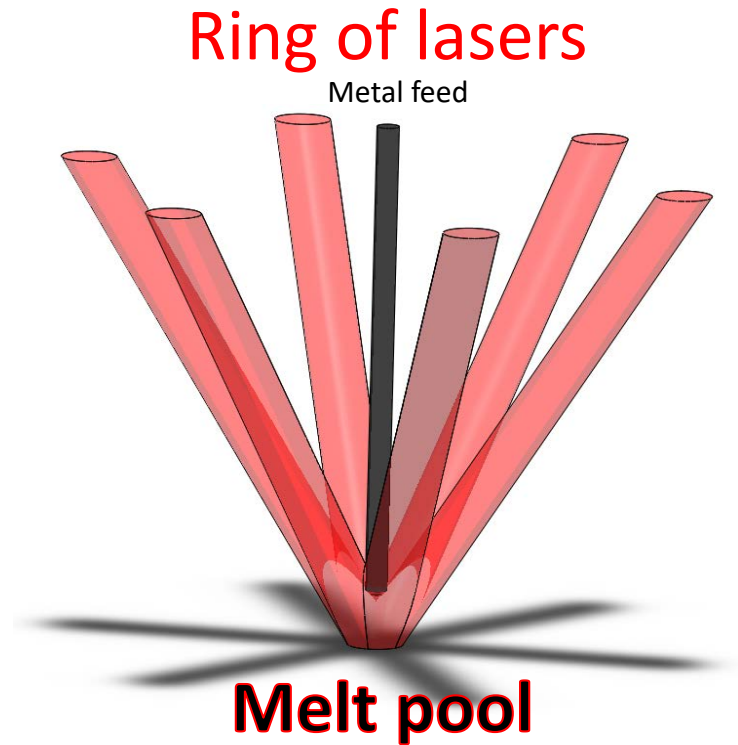
SINTEF



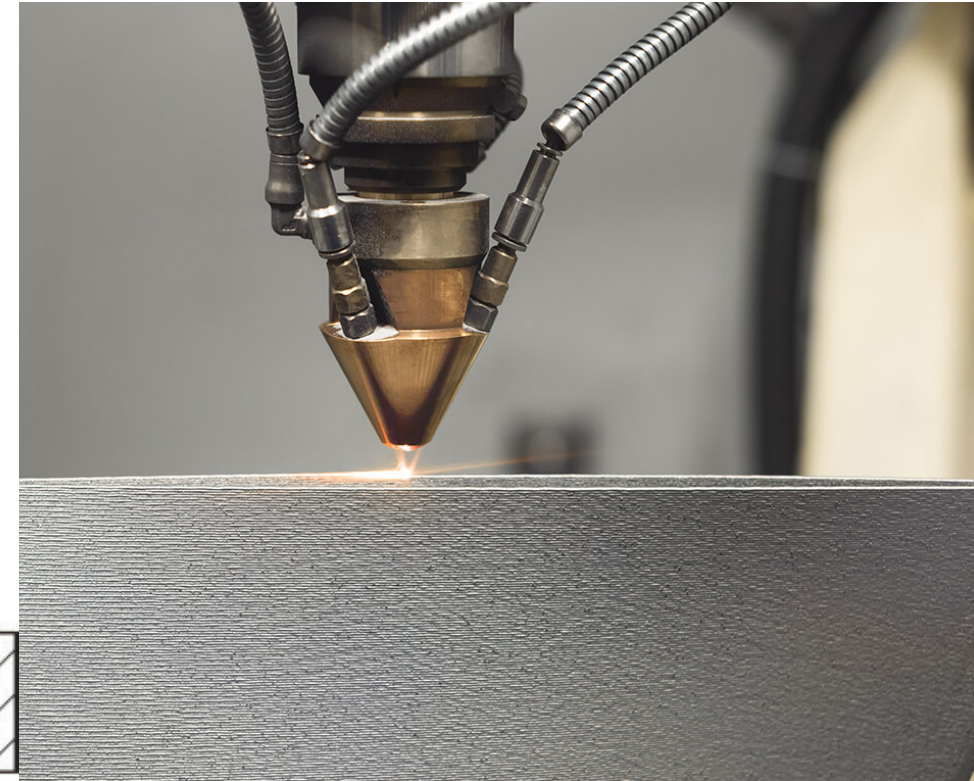
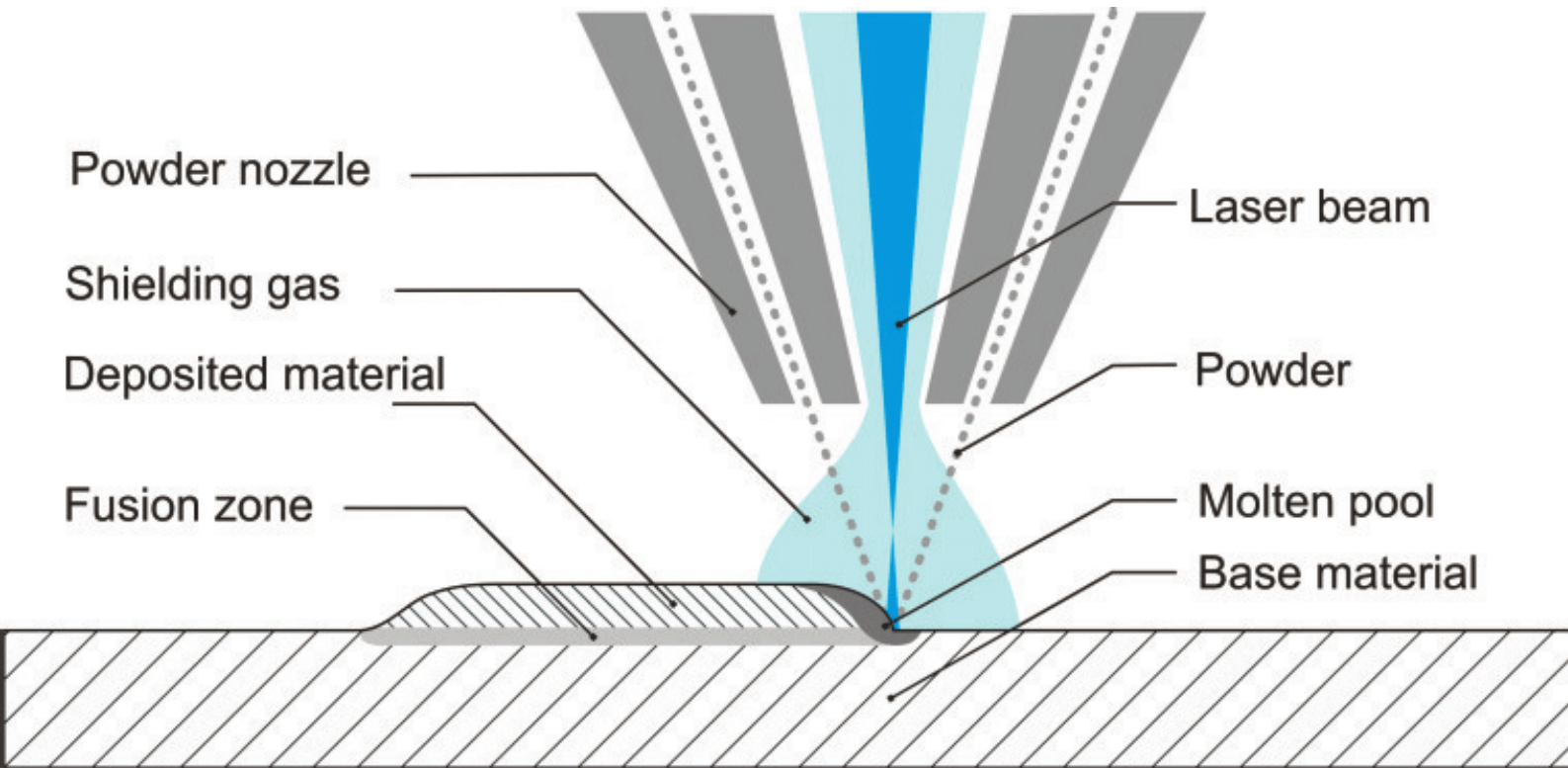
Resirkulering



Robotic Multi-Laser Directed Energy Deposition



"Tradisjonell" DED



Stabilitet:

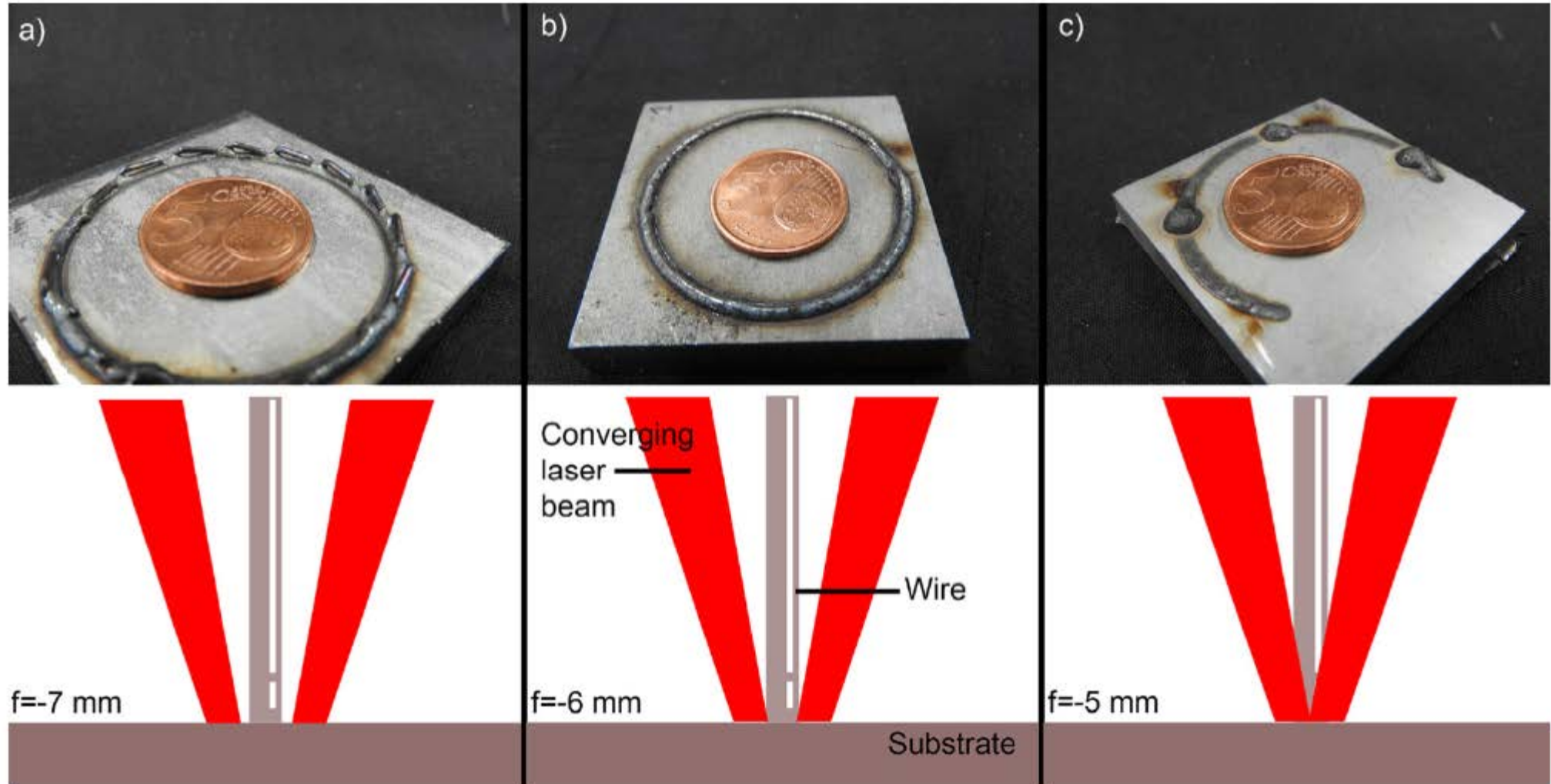
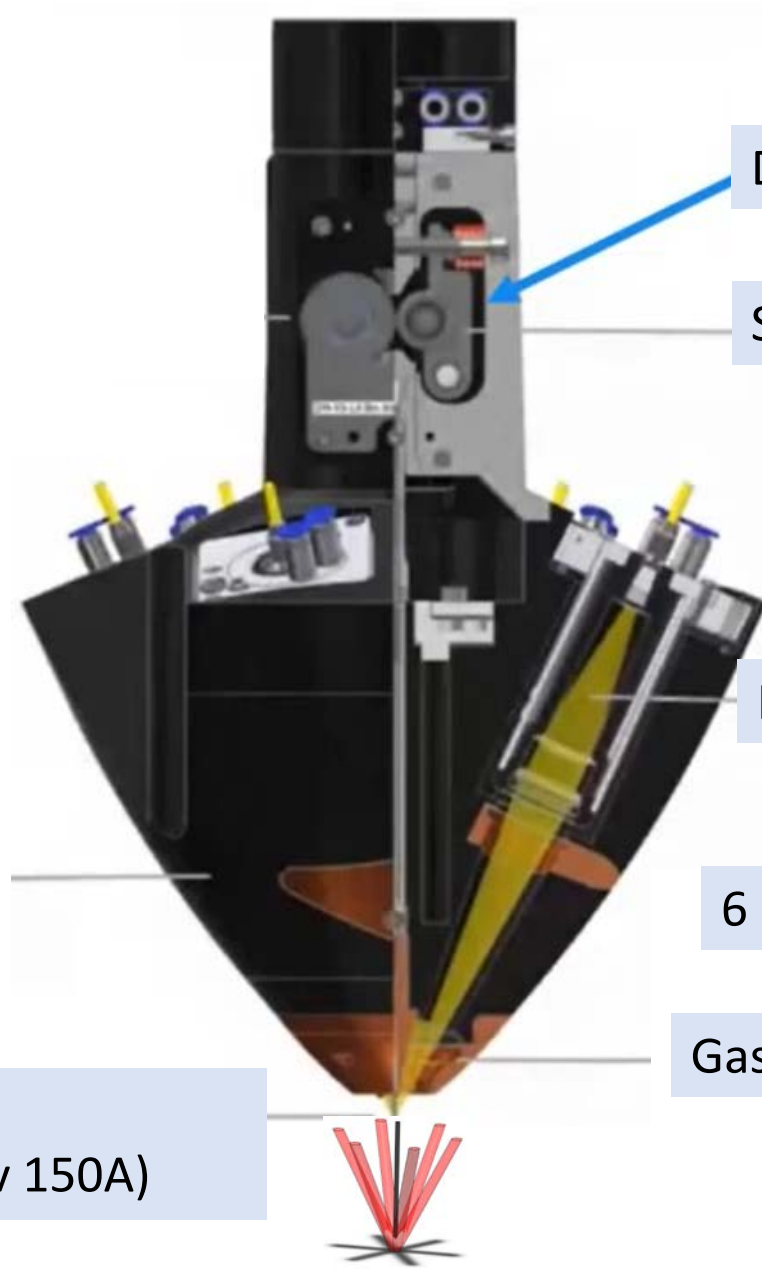


Fig. 3. The effect of focal position to the layer adherence stability.

Byggehode



Dobbel trådmater for tråd mellom 0,8-1,2mm

Skifte av tråd på 4 sek.

Hodet er festet på en kraftmåler slik at systemet stopper om det skulle være uventede store krefter

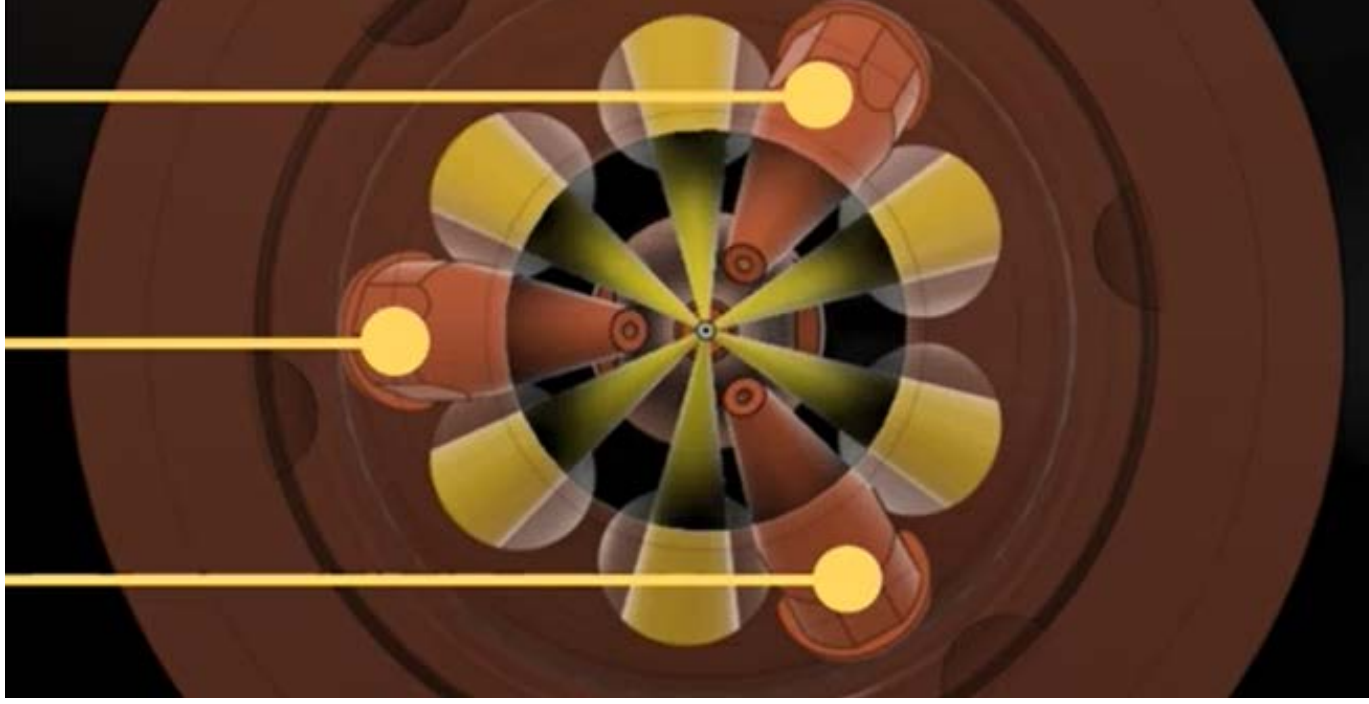
Kollimator (linsesystem for fokusering av laserstråle)

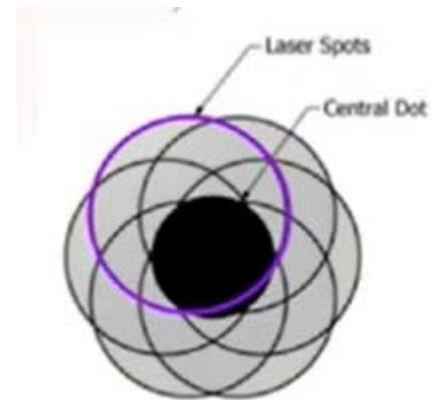
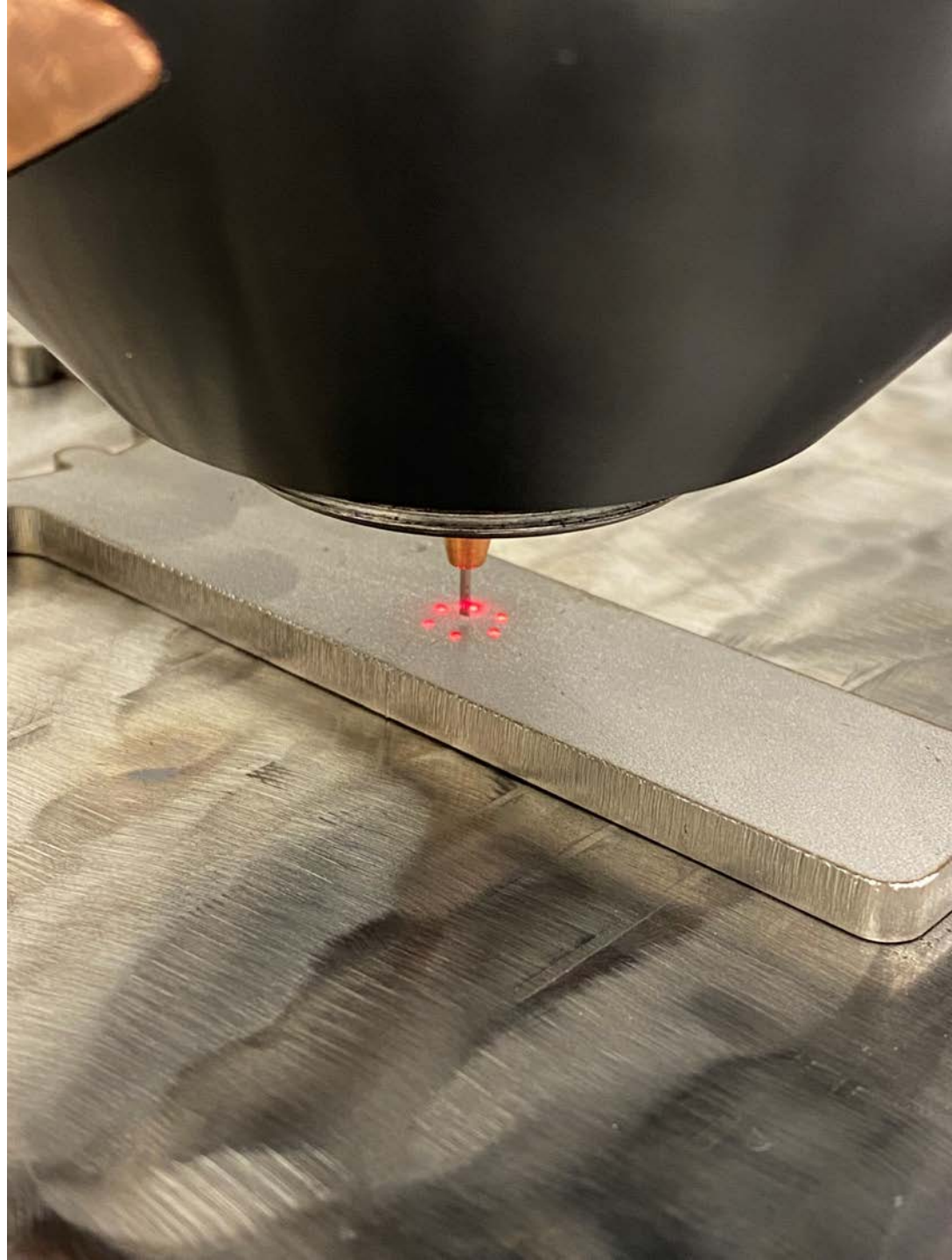
6 diodelasere på opptil 200W hver, 970nm bølgelengde

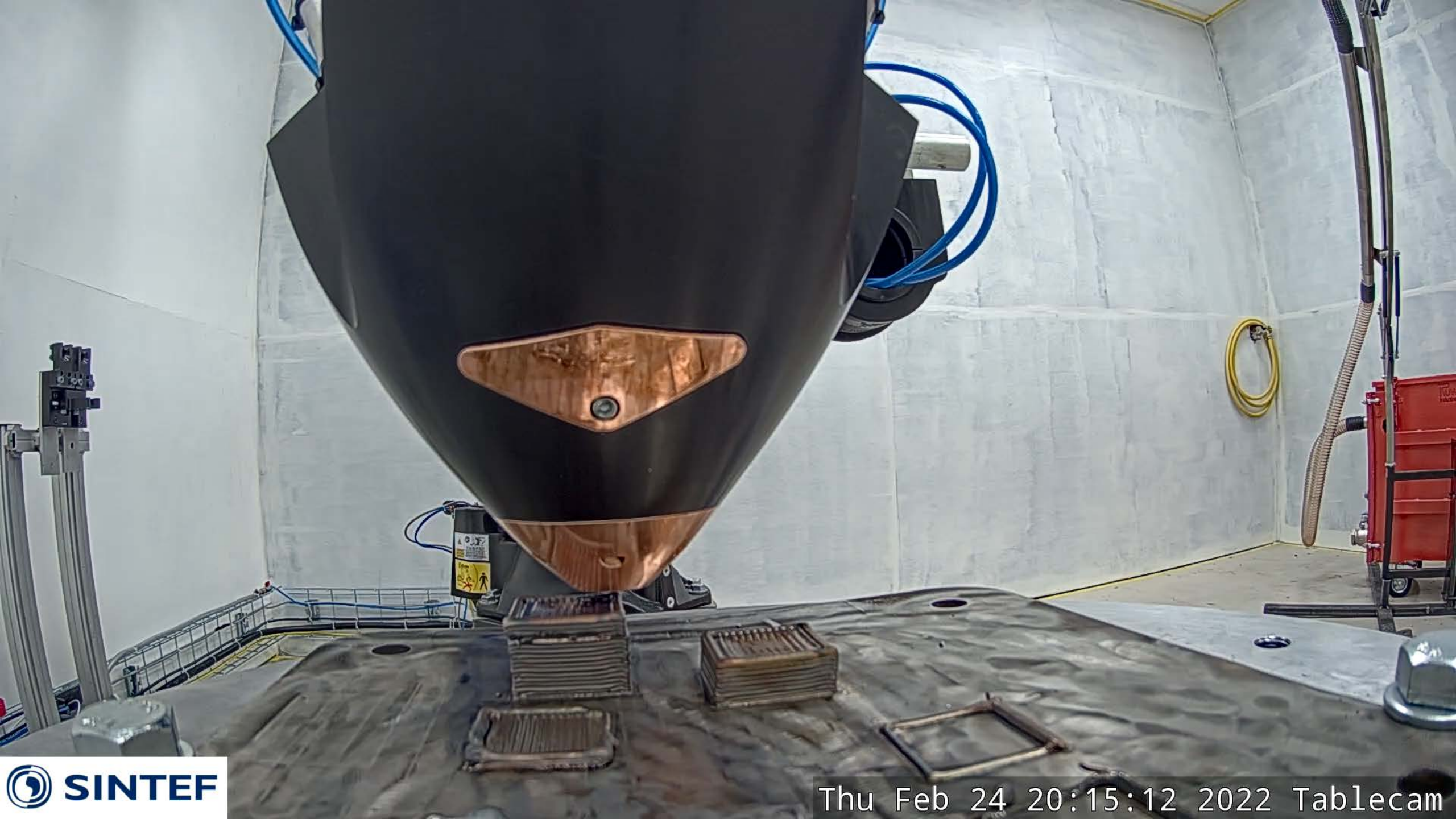
Gasshette i kobber

Koaksial mating
Oppvarmet tråd (maks 5v 150A)

Pulverdyser



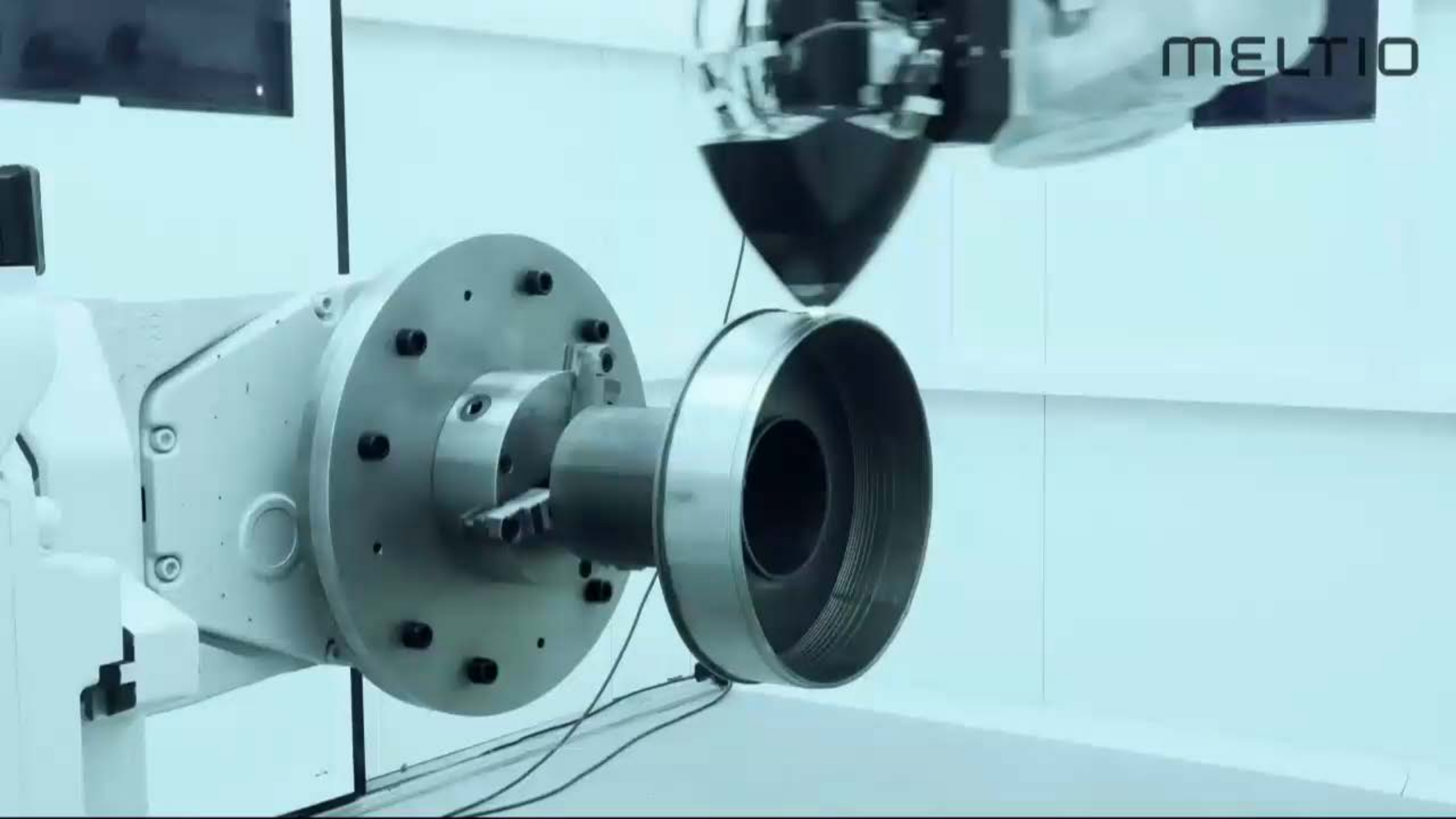




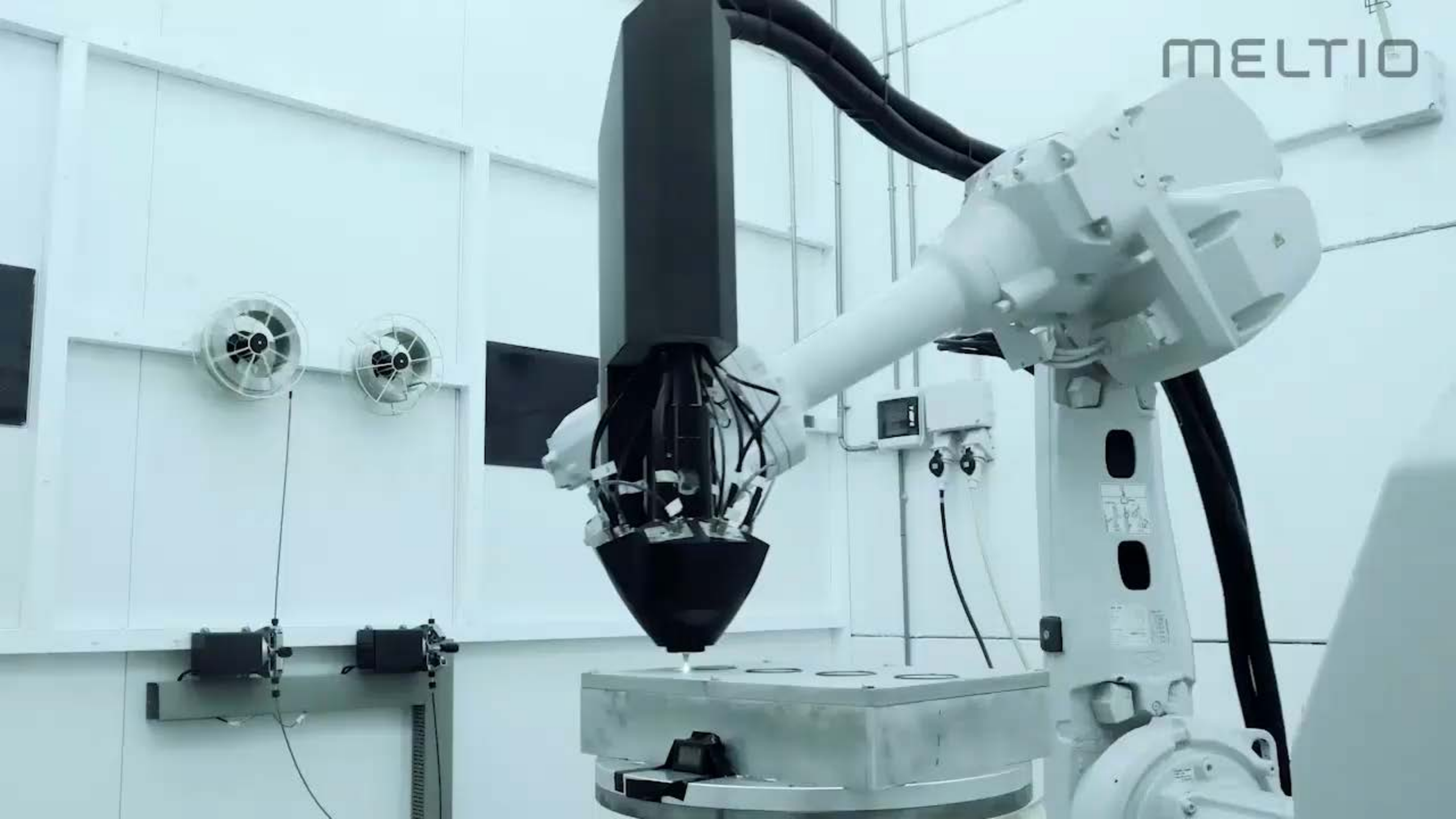




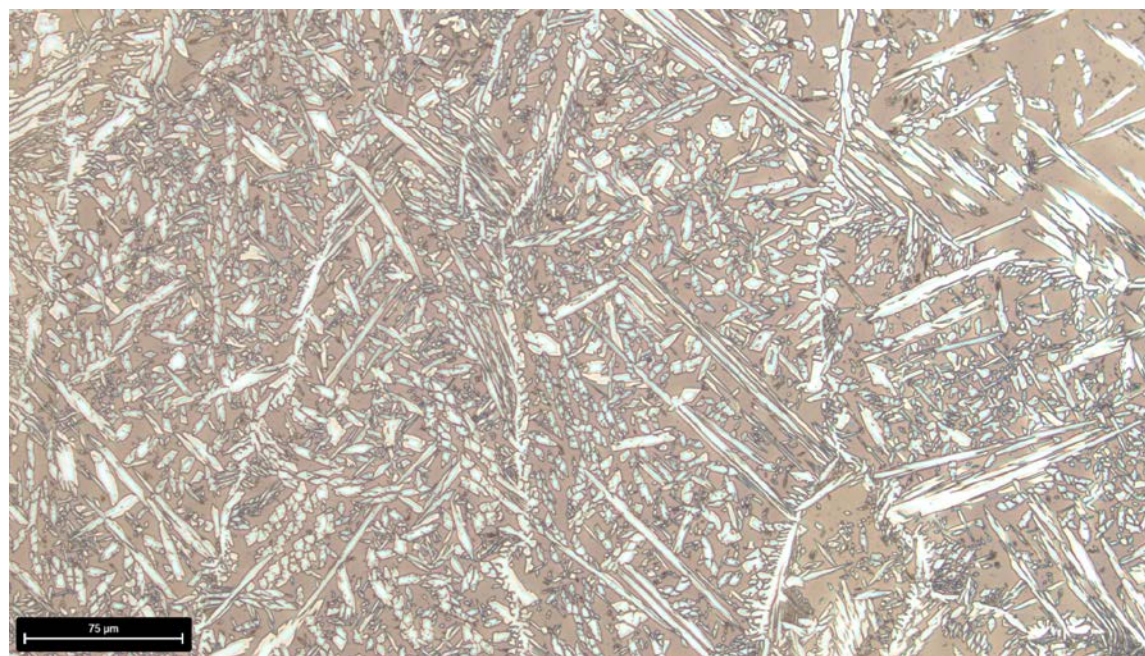
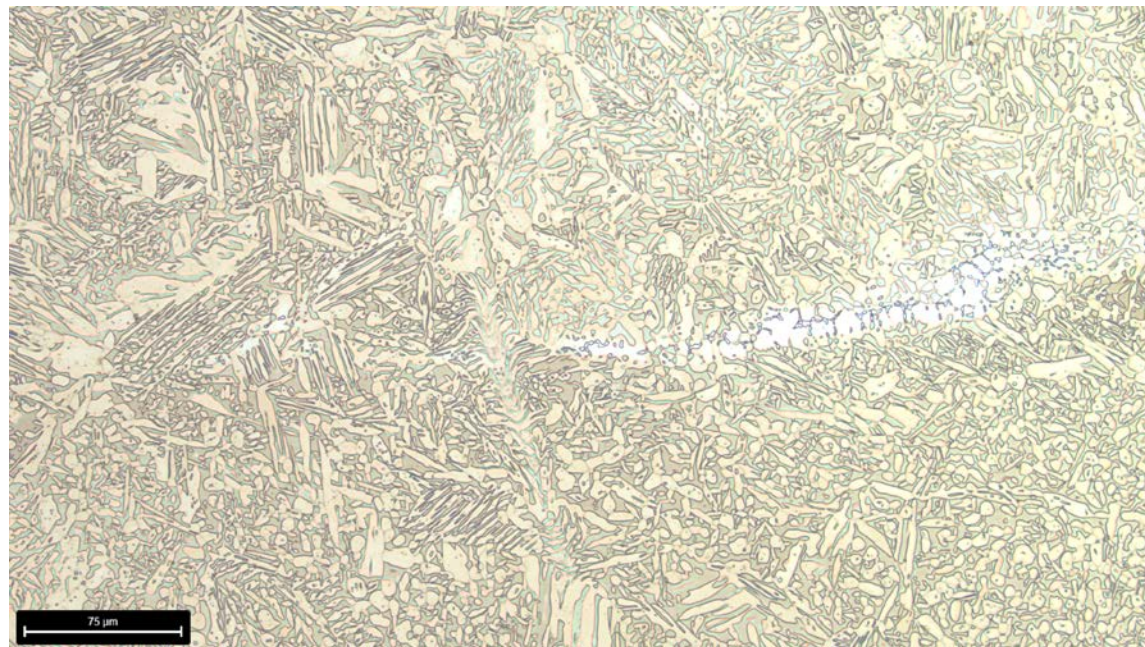
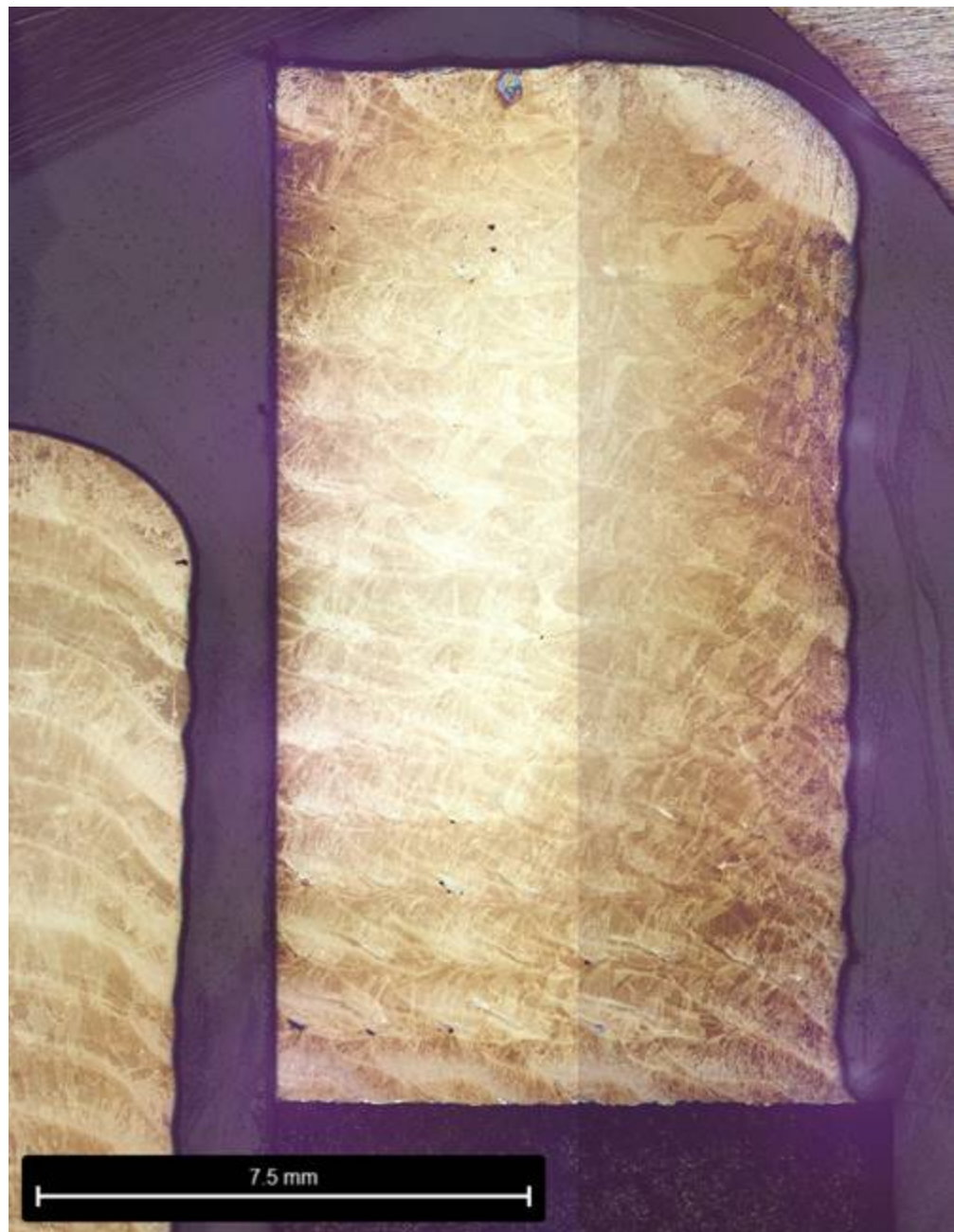
MELTIO



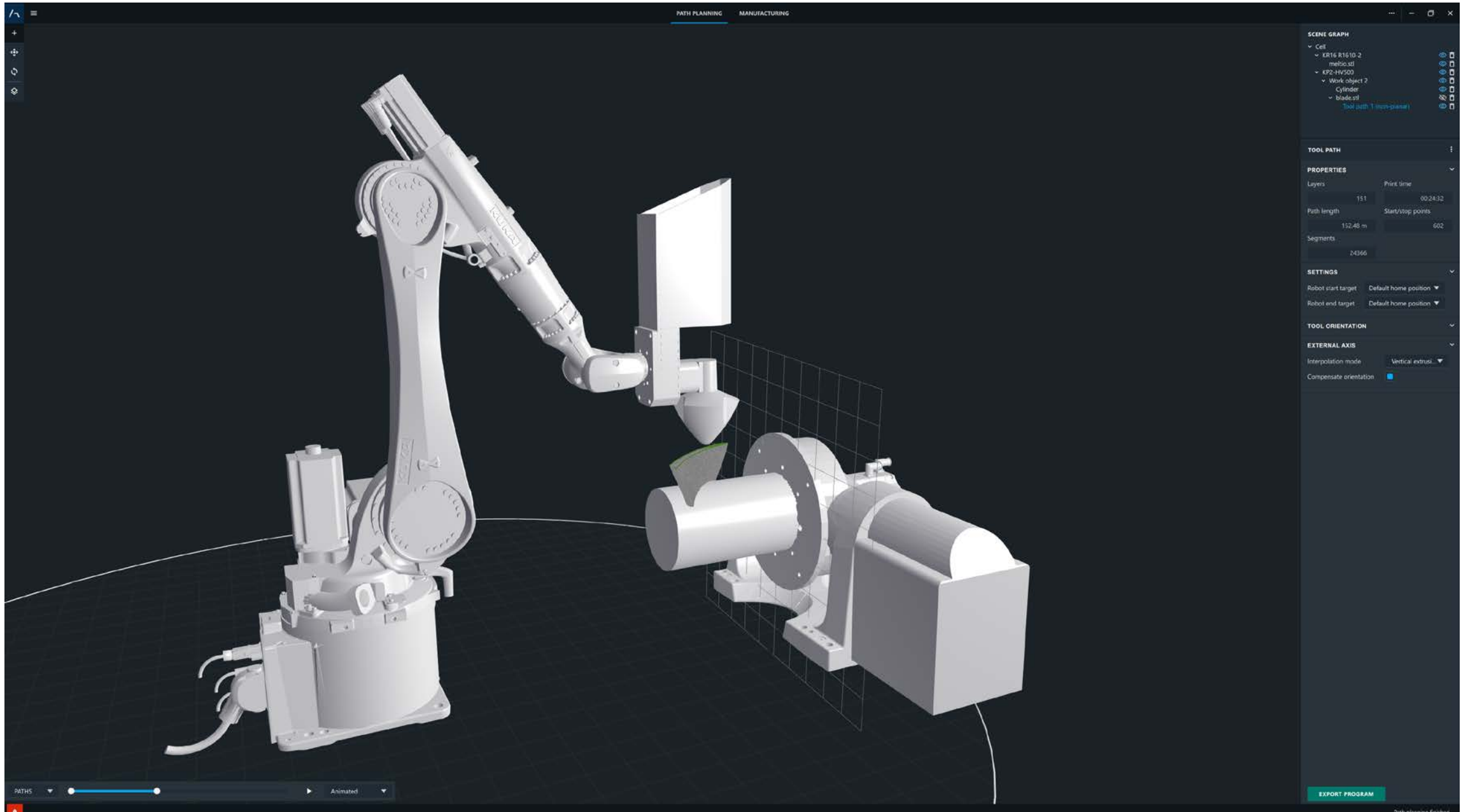
MELTIO







Adaxis – AdaOne



Tråd vs. Pulver

Tråd:

- + Med tråd kan oppimot 100 % av tilsatsmaterialet utnyttes
- + Stort materialutvalg, primært i form av sveisetråd for GMAW/MIG
- + Ingen store HMS-bekymringer
- + Lettvint lagerhold og håndtering av trådruller
- + Billigere materiale enn pulver

Pulver

- + Blanding av pulver in-situ
- + Godt etablert metode innen AM
- + SINTEF har jobbet med pulver AM i over 20 år.

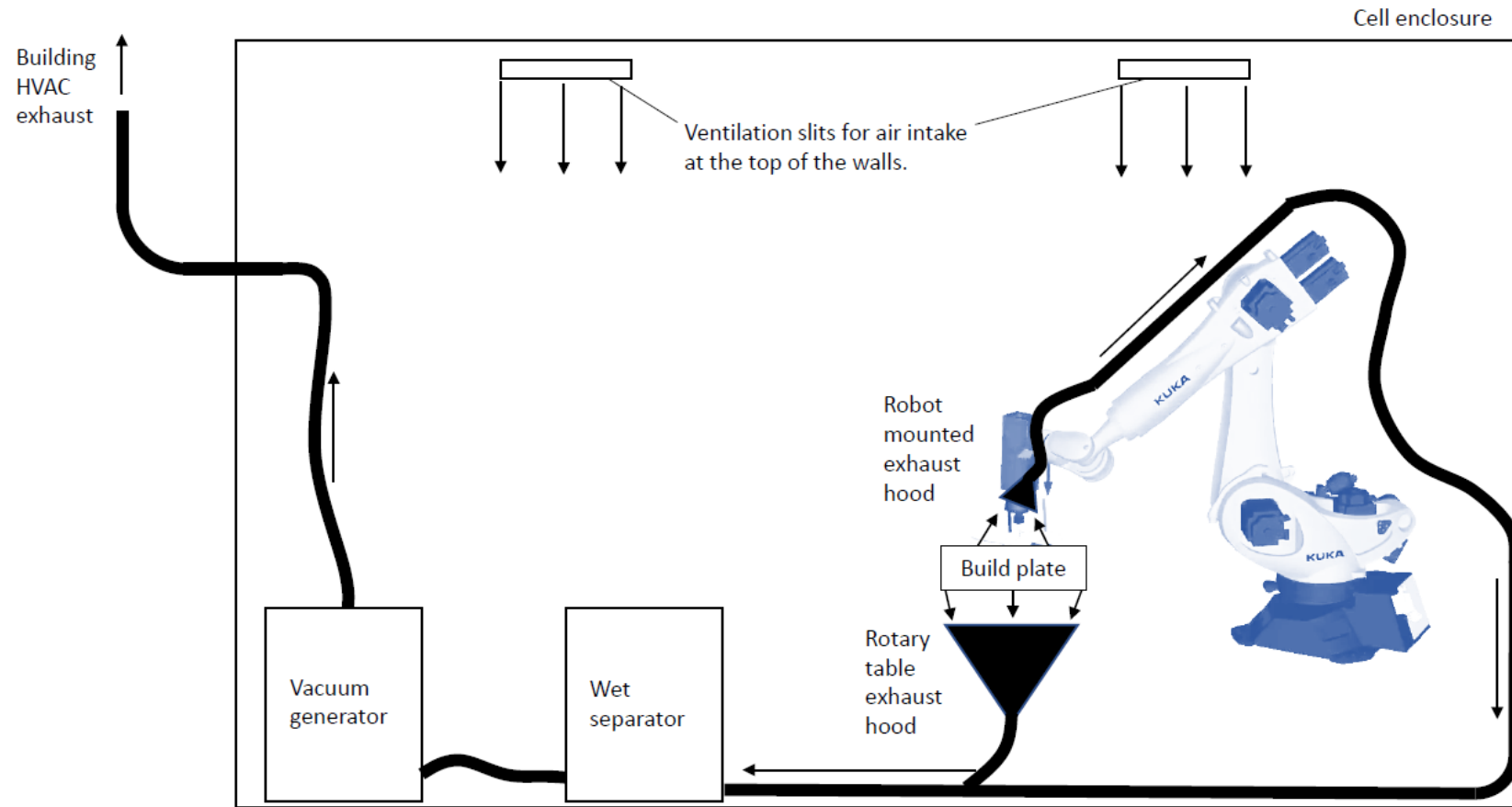


Fordeler med Diodelasere

- Mye billigere – flere kan plasseres inn i samme prosess og det vil fortsatt være en brøkdel av prisen.
- Flere lasere betyr mindre lasere, som gir mindre problemer med fiber-kvalitet.
- Kontroll på plassering av smeltebad. Liten DOF
- Kortere bølgelengde – mindre lys-refleksjon



ISO/ASTM DIS 52931
Additive manufacturing of metals —
Environment, health and safety —
General principles for use of metallic materials



Robot model courtesy of: <https://robodk.com/blog/wp-content/uploads/2018/07/KUKA-Robot-Machining.png>

Robotic Multi-Laser Directed Energy Deposition

- **Enkelt bytte av materiale:** To trådmatere og to pulvermatere med bytte "on the fly"
- **Størrelse:** Ingen begrensinger i komponentstørrelse
- **HMS:** Tråd gir langt færre HMS-hensyn, men vi er også rigget for pulver.
- **Rimelig:** Minst halve utstyrskostnaden, lav materialkost. (Meltio-system 1,6MNOK, Robotssystem 0,6MNOK) Totalt 3,0 MNOK.
- Reparasjon, re-manufacturing
- Bygge seksjoner
- Blande tråd og pulver
- Bygge multi-materiale deler
- Åpent for mye sensorikk
- Åpent for adaptiv styring

Industrialisering!

- Kunnskap om byggeparamtere mot materialegenskaper
- Rask prosess optimalisering for nye materialer
- Prosess og materialsimuleringer – "First part right!"

Nasjonal AM konferanse i Trondheim

- 29.-30.november
- Arrangeres av SINTEF og eies av Norwegian AM Cluster
 - en industritung nasjonal forening for bedrifter med interesse i additiv teknologi. Ledes av Equinor
- Nettside vil komme snart



Takk for oppmerksomheten
Spørsmål?