

Laserfusing

- en kombination af laserteknik og termisk sprøjtning til overfladeforbedringer -**

**Steen Erik Nielsen
FORCE Technology**

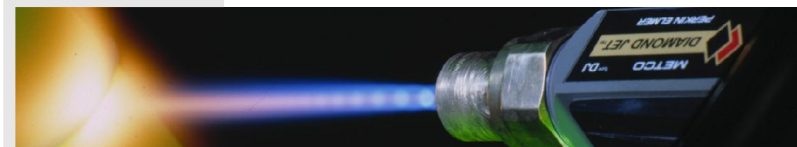
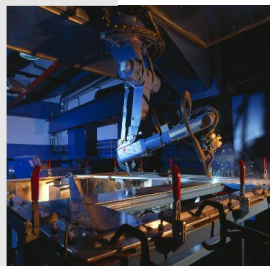
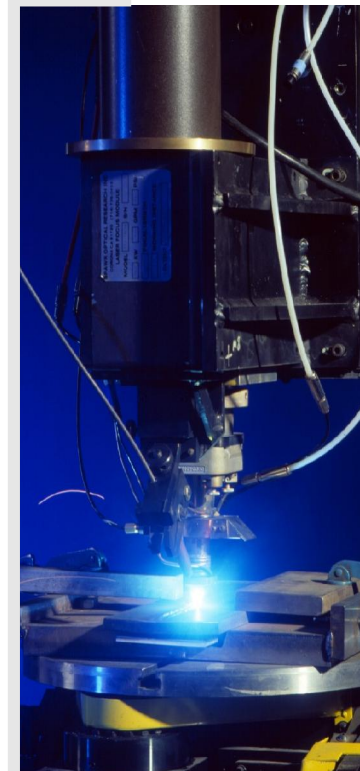
Divisionen for Svejse- og Produktionsinnovation

Divisionen for Svejse- og Produktionsinnovation



Steen Erik Nielsen 

- **Mekanisering, automatisering og robotisering**
- **Svejseteknologi:**
 - **Laser, elektronstråle, plasma, MIG/MAG, TIG, friktions- og modstandssvejsning**
 - **Lodning og limning**
- **Skæring:**
 - **Flamme, plasma og laser**
 - **Vandstråle**
- **Overfladebehandling:**
 - **Termisk sprøjtning**
 - **Laser processering**
- **Arbejdsmiljø / sikkerhed**
- **Brudanalyse og styrkeberegninger**
- **Produktionsledelse og produktionndforberedelse**
- **Informationsteknologi, Svejse- og skæresoftware**
- **Konsultation og afholdelse kurser indenfor nævnte områder**
- **EFW og IAB godkendt undervisningscenter**



Laserudstyr på FORCE Technology.



Steen Erik Nielsen 

CO₂ laser

3 kW Howden
17 kW Rofin Sinar

Nd-YAG laser

400 W JK Lumonics
5 kW HAAS

Diode laser

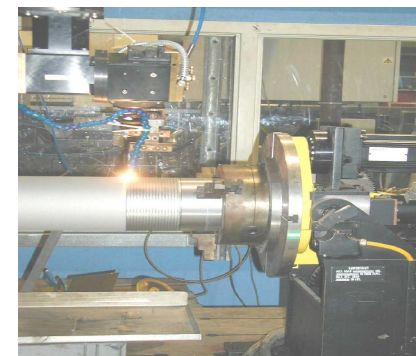
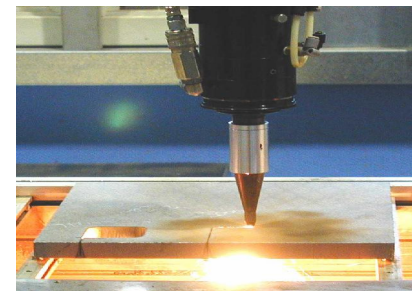
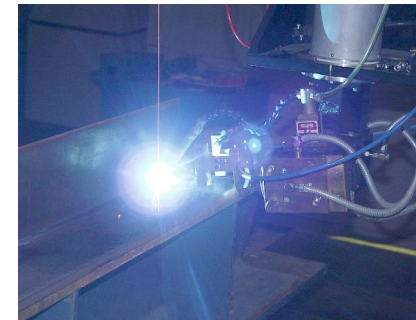
60 W Rofin Sinar

Manipulators

X, Y, Z, R, (200 x 1000 x 150 mm)
X, Y, Z, R, T₁, T₂ (1000 x 500 x 400 mm)
X, Y (1000 x 1000 mm)
X, Y, Z, R, T, (2500 x 1500 x 1000 mm)
Robot, (R1800 mm, Load 50 kg)

Best tol., 2 µm

Max load, 2000 kg



Typiske processer

- transformationshærdning
- påsvejsning / cladding
- oplegering
- nitrering

Karakteristiske forhold

- lavt varmeinput
- høje proceshastigheder
- tynde overfladelag
- begrænset opblanding
- lokal bearbejdning



Anvendelser

- komponenter til bil-, fly-, og skibsmotorer
- boreværktøjer m.m. / olieindustrien
- letvægtskomponenter
- turbineblade
- aksler / lejedele
- formværktøjer
- støbeværktøjer
- værktøjer til trykning og papirbearbejdning
- skærende værktøjer
- maskiner til fødevarefremstilling
- medicinsk udstyr

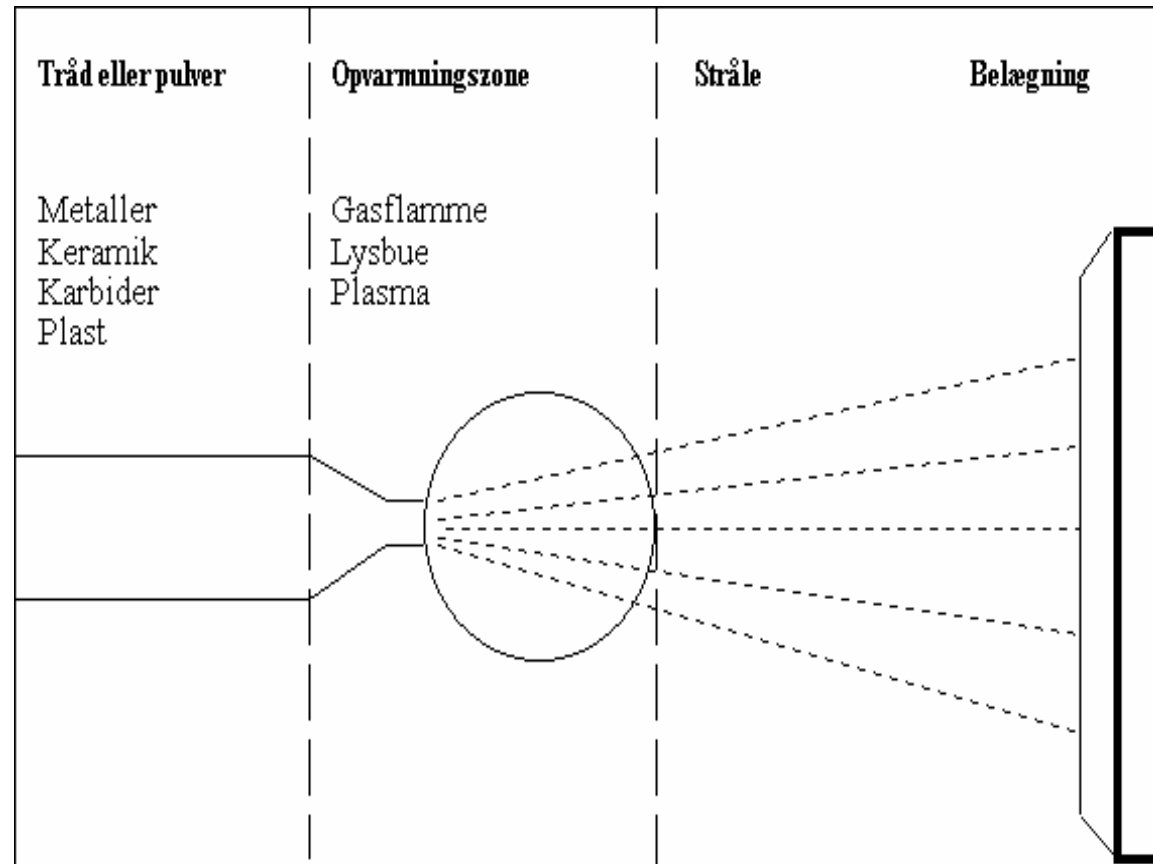
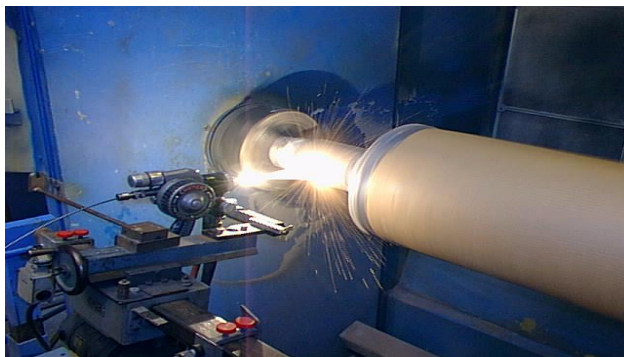
Termisk sprøjtning



Steen Erik Nielsen 

Tråd/pulver
Opvarmning
Kinetisk energi

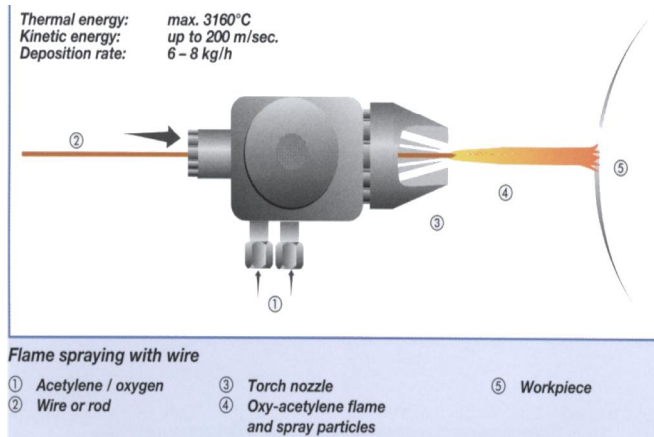
 **belægning**



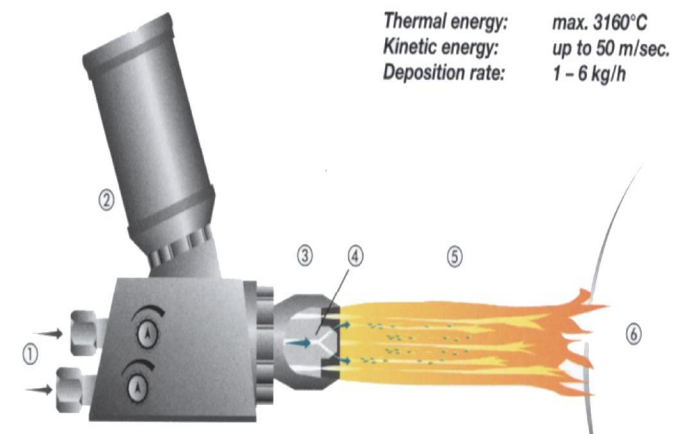
Flammesprøjtning



Steen Erik Nielsen 

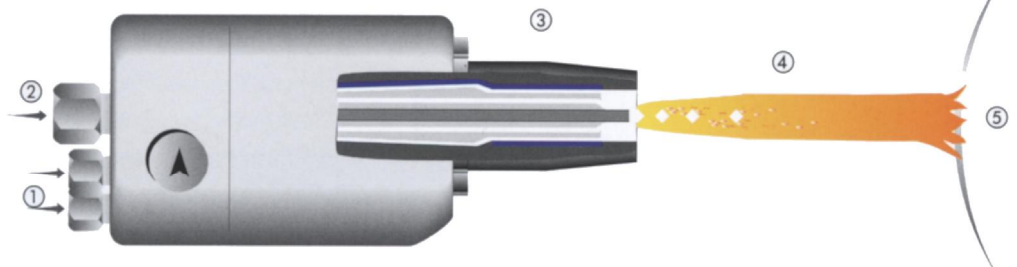


Tråd



Pulver

Thermal energy: max. 3160°C
Kinetic energy: up to 550 m/sec.
Deposition rate: 2 – 8 kg/h



HVOF, pulver

HVOF spraying

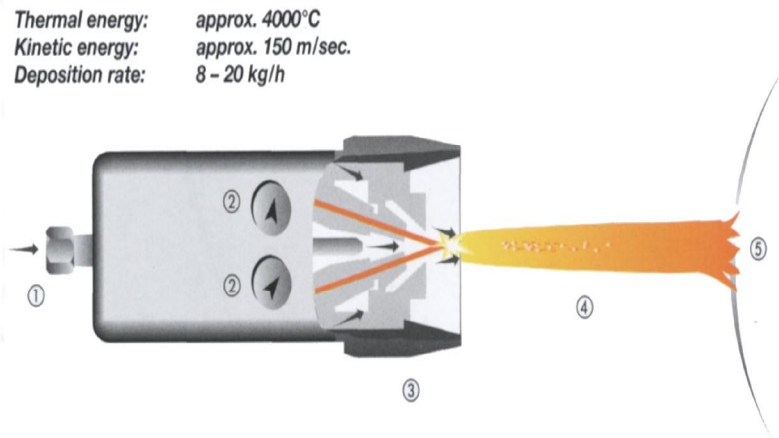
- ① Oxy-fuel
- ② Powder + carrier gas
- ③ Torch nozzle with or without water cooling
- ④ Oxy-fuel flame and spray particles
- ⑤ Workpiece

Linde Brochure

Lysbue- og Plasmasprøjtning



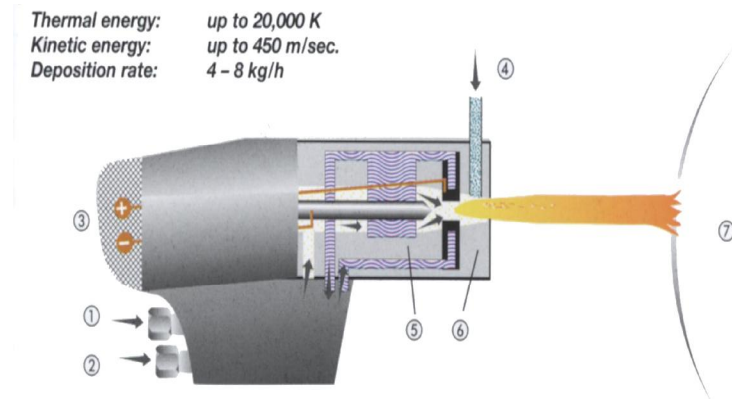
Steen Erik Nielsen 



Arc spraying

- | | | |
|---------------------|--------------------------------|-------------|
| ① Atomizing gas | ③ Torch head | ⑤ Workpiece |
| ② Wire-feed control | ④ Electrically conductive wire | |

Tråd



Plasma spraying

- | | | |
|------------------|---------------------------|-------------|
| ① Rare gas | ④ Powdered spray material | ⑦ Workpiece |
| ② Cooling water | ⑤ Cathode | |
| ③ Direct current | ⑥ Anode | |

Pulver

Linde Brochure

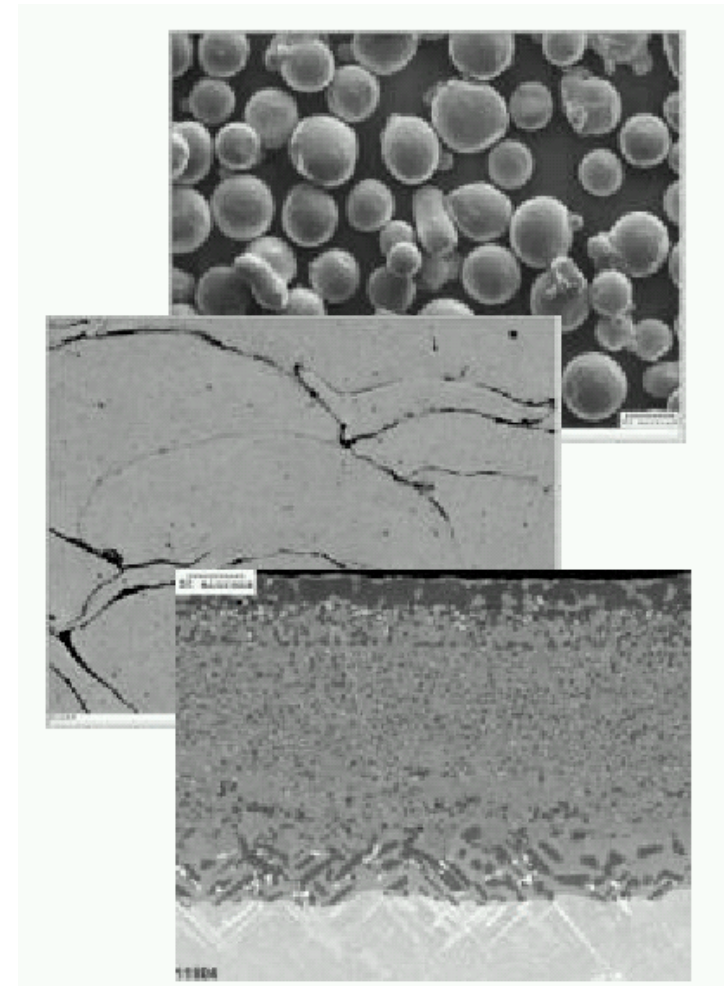
Termisk sprøjtning, belægningskarakteristika.



Steen Erik Nielsen 

A Comparison of Thermal Spraying Process and Coating Characteristics

	Particle Velocity m.s^{-1}	Adhesion MPa	Oxide content %	Porosity %	Deposition rate kg.hr^{-1}	Typical deposit thickness mm
Flame	40	<8	10-15	10-15	1-10	0.2-10
Arc	100	10-30	10-20	5-10	6-60	0.2-10
Plasma	200-300	20-70	1-3	5-10	1-5	0.2-2
HVOF	600-1000	>70	1-2	1-2	1-5	0.2-2



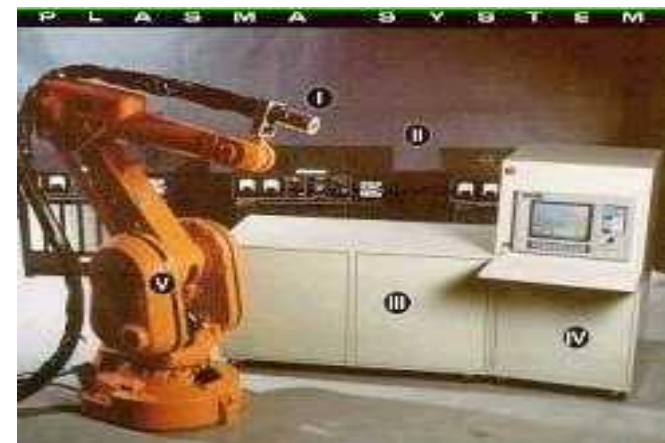
Termisk sprøjtning



Steen Erik Nielsen 

Fordele ved termisk sprøjtning som materialetilførselsteknik.

- Høje belægningshastigheder
- Små og store arealer kan belægges hurtigt
- Høj produktivitet
- Begrænset materialespild
- Ensartet lagtykkelse
- Flere lag muligt / sandwich
- Fortræffelig som reparationsteknik

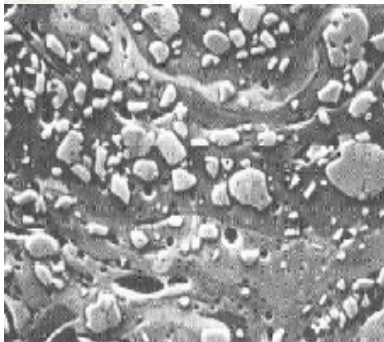
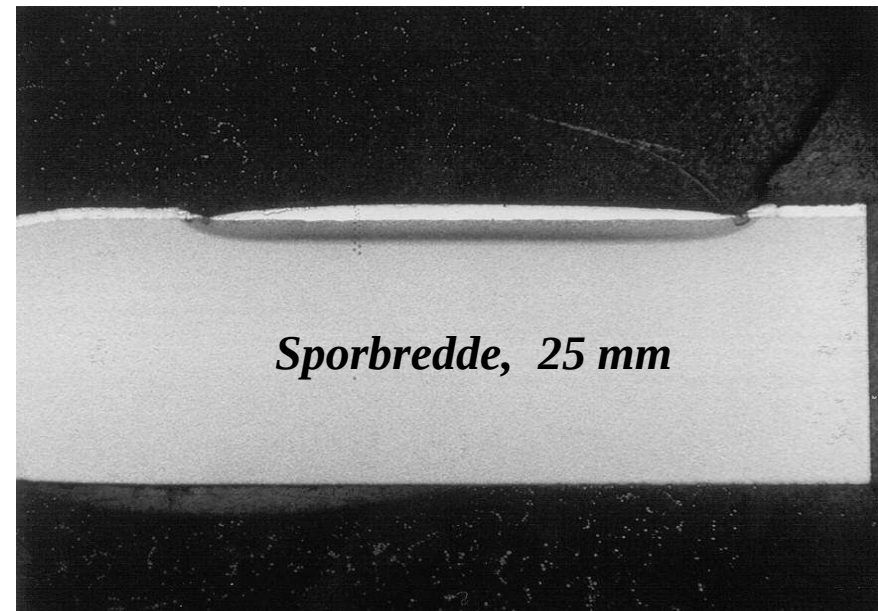
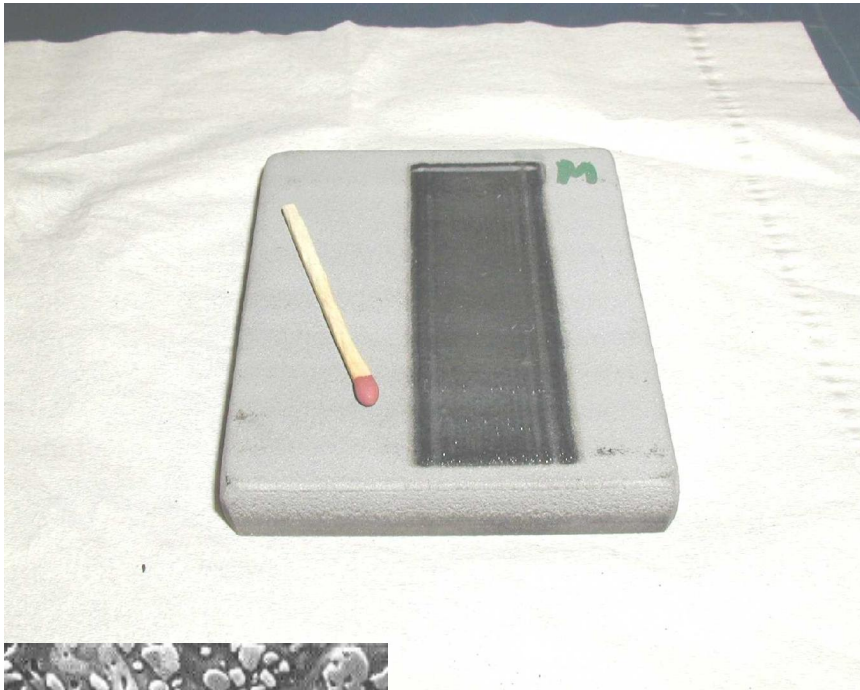


Laserfusing, WC/Ni-balance.

Sporbredde 25 mm, Lagtykkelse, 0.5 mm.



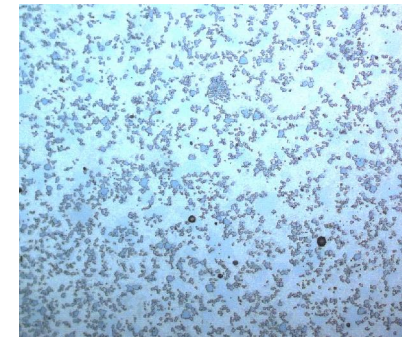
Steen Erik Nielsen 



HVOF-sprøjtet
Fotobredde, 0,1 mm.

Metco 439, 50%WC, Ni-balance.

Laserfuset
Fotobredde, 0,1 mm.



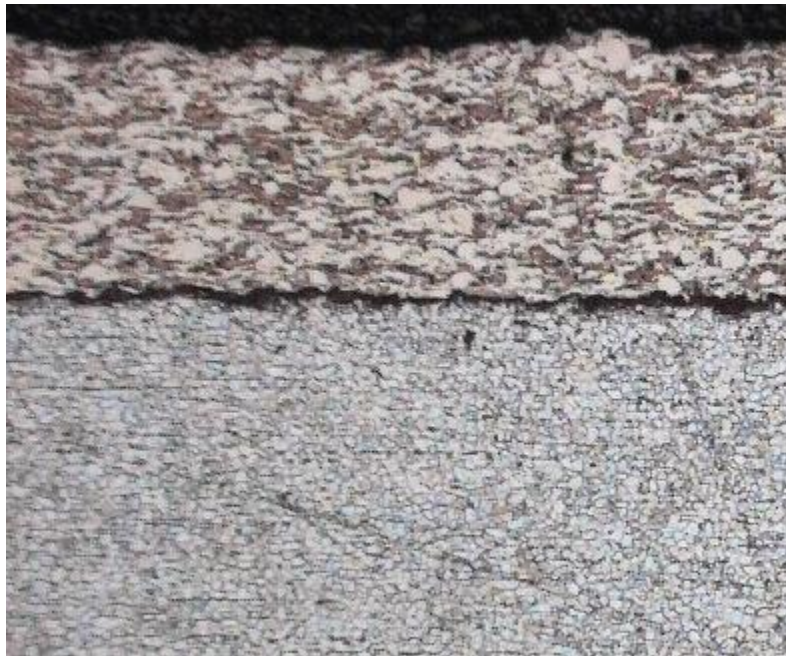
Hårdhed, 1100 HV.

Laserfusing, WC/Ni-balance.



Steen Erik Nielsen 

Lagtykkelse, 0.5 mm , Hårdhed, 1100 HV(0.3)



HVOF-sprøjtet belægning

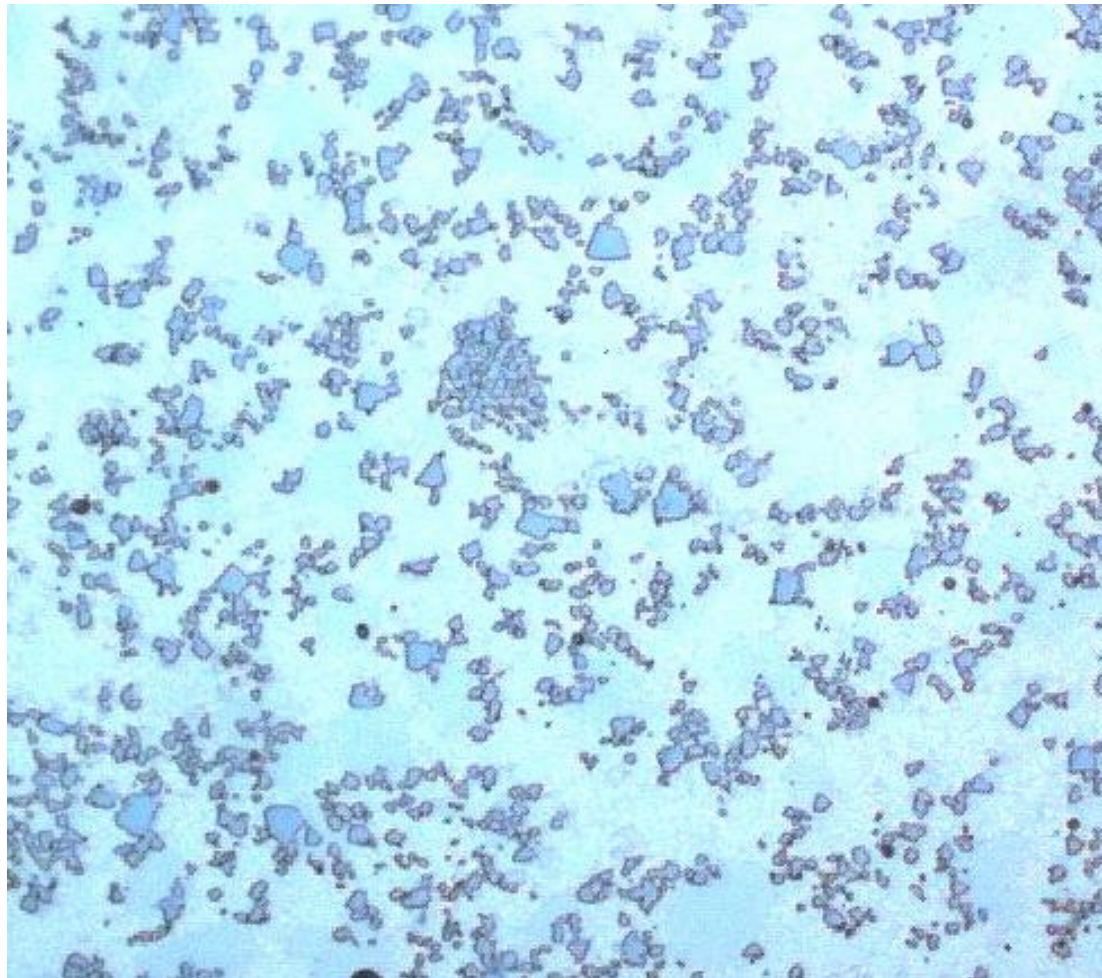


Laserfuset belægning

Laserfusing, WC/Ni-balance. (*Lagtykkelse, 0.5 mm.*)

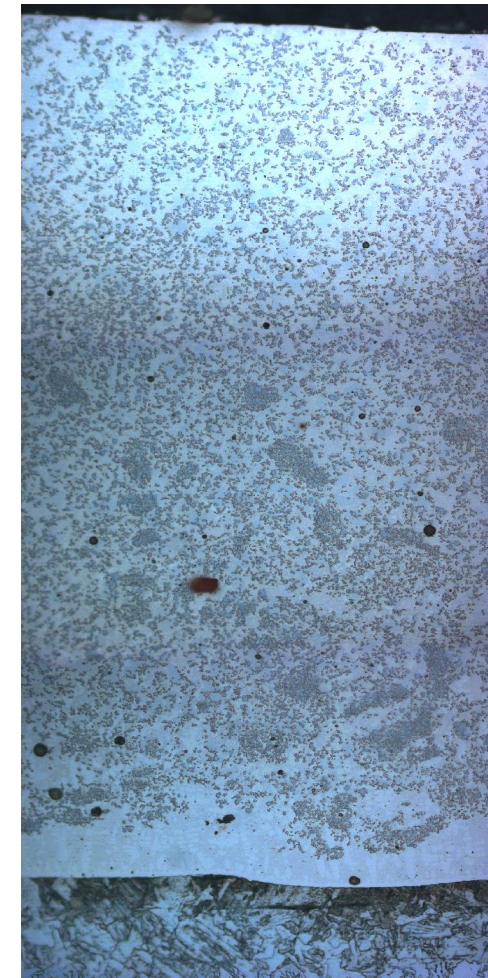


Steen Erik Nielsen 



Fotobredde, 0,05 mm

Hårdhed, 1100 HV(0.3)

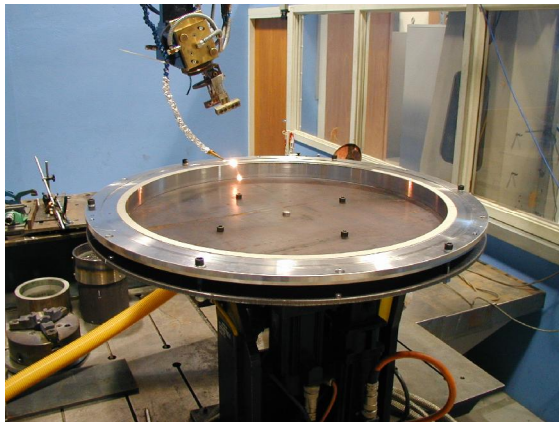


Lagtykkelse, 0.5 mm

Laserfusing, WC/Ni-balance. *(Lagtykkelse, 0.5 mm.)*



Steen Erik Nielsen 



Eks.: Ringelement i stål, Ø1000,

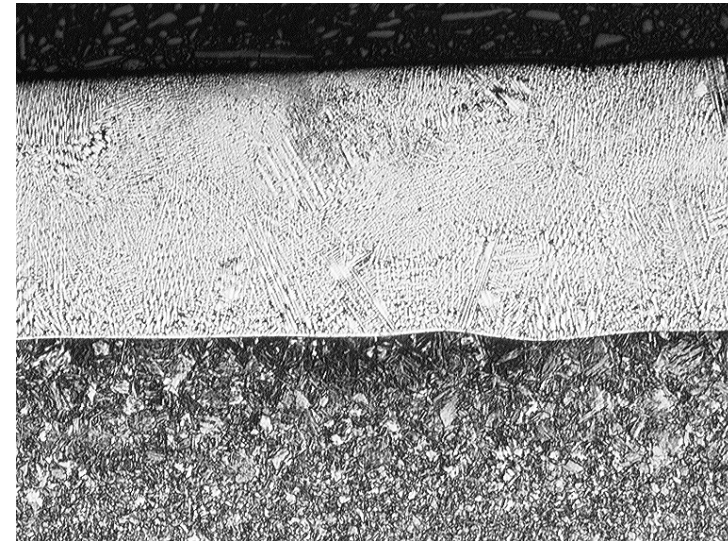
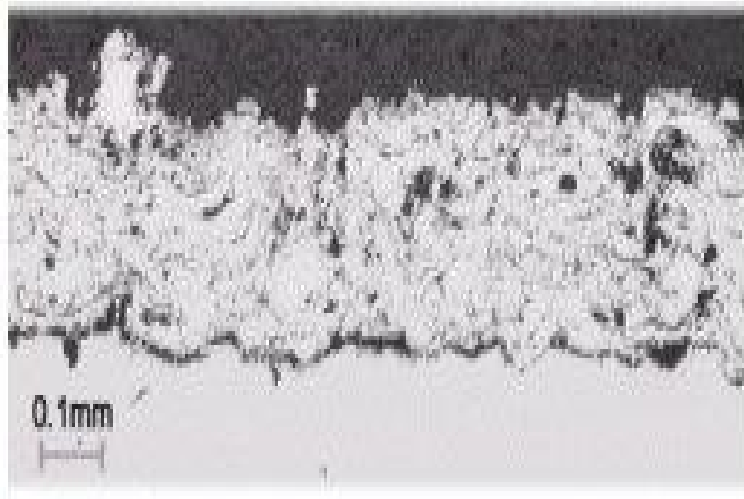


20 mm bredt laserfuset spor.

Laserfusing (Stellite sf6)



Steen Erik Nielsen 



Lagtykkelse ca. 0,5 mm

Plasmasprøjtet belægning

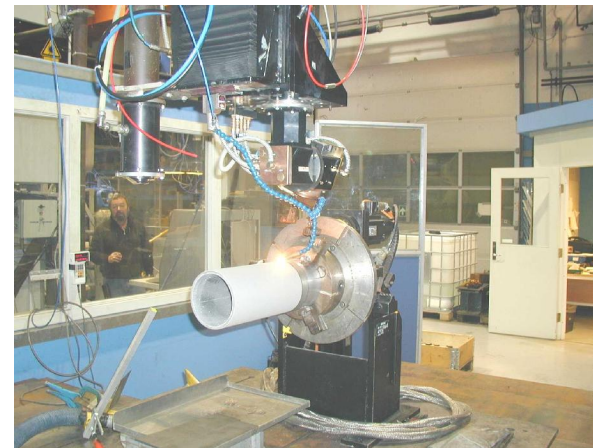
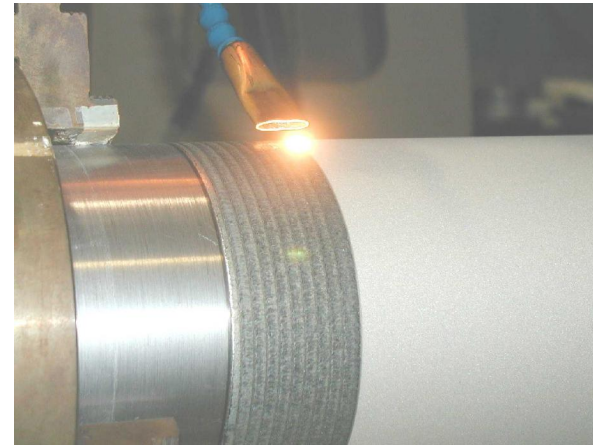
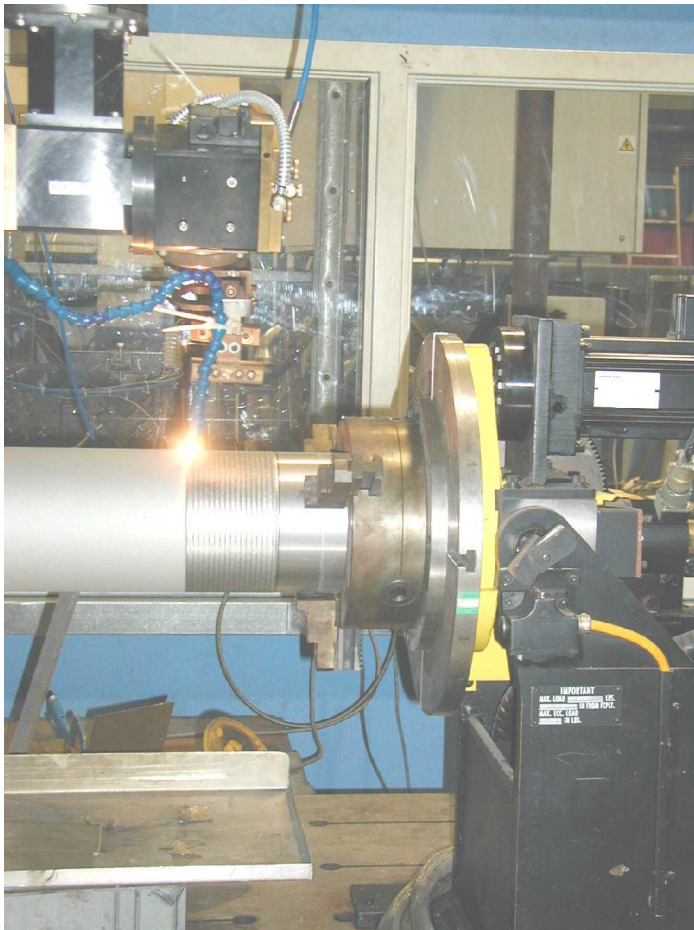
Laserfuset belægning

Hårdhed, 450 - 500 HV.

Laserfusing, udvendigt på rør, Ø170 mm, (Stellite sf6)



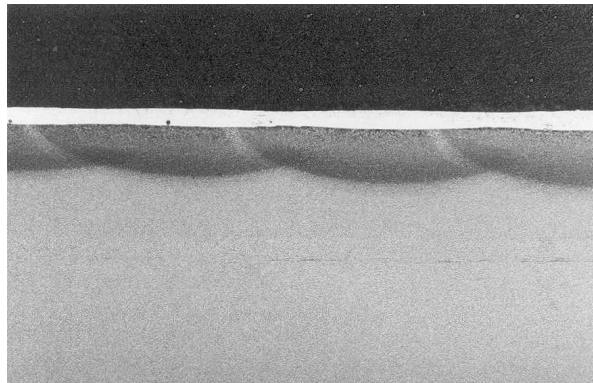
Steen Erik Nielsen 



Laserfusing (Stellite sf6)



Steen Erik Nielsen 

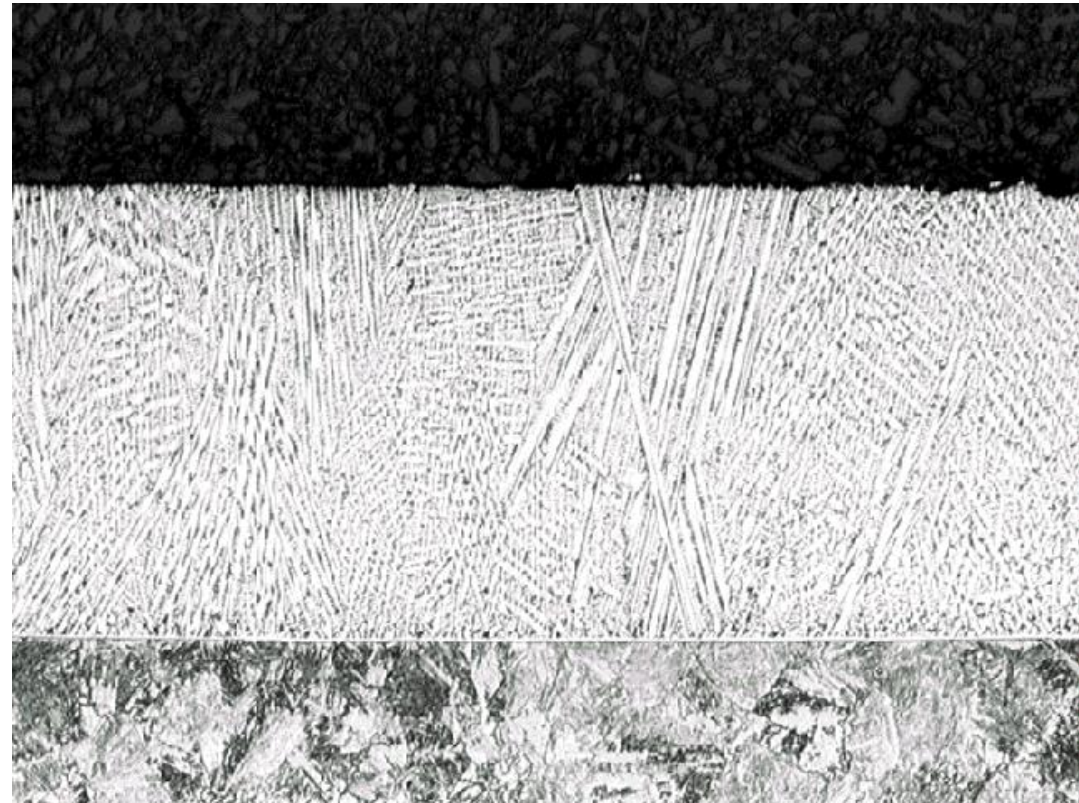


Liniefokus, 7 mm.

3 kW, 900 mm/min.

Lagtykkelse, 0,5 mm.

Hårdhed, 500 Hv.



Termisk sprøjtning / Laserfusing - *eksempel*



Steen Erik Nielsen 



Reparation af ventilstang, $\varnothing 120$ mm.



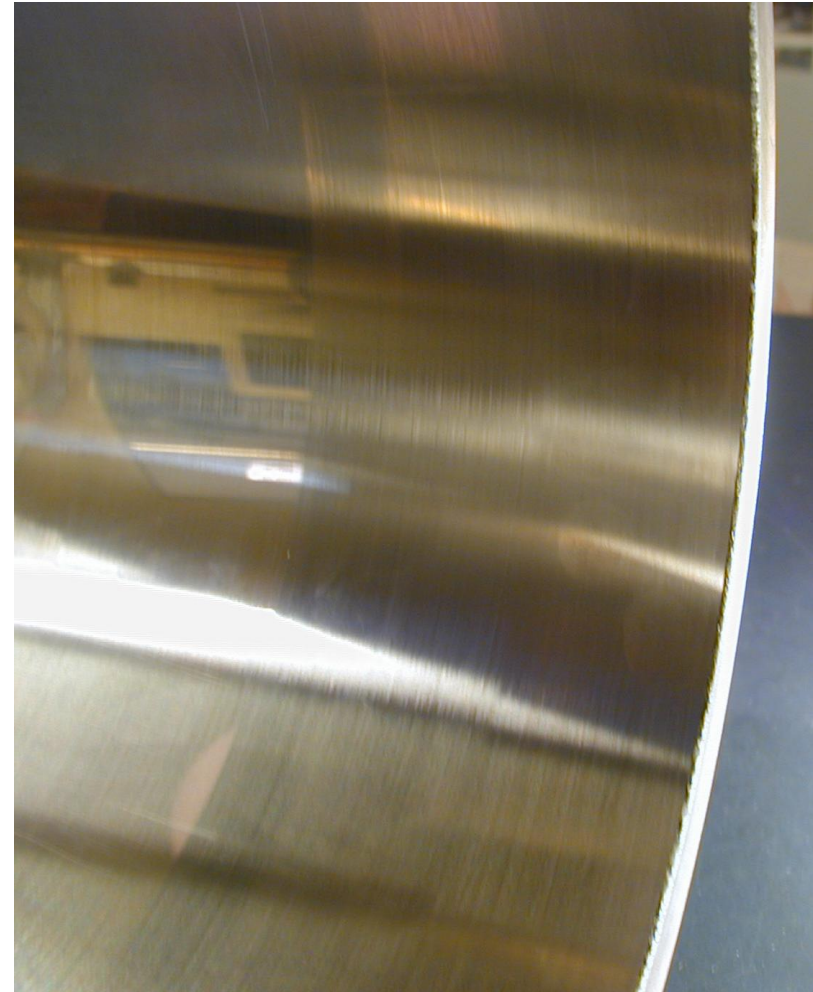
Laserfusing



Steen Erik Nielsen 



*Indvendig laserfusing
af rør*



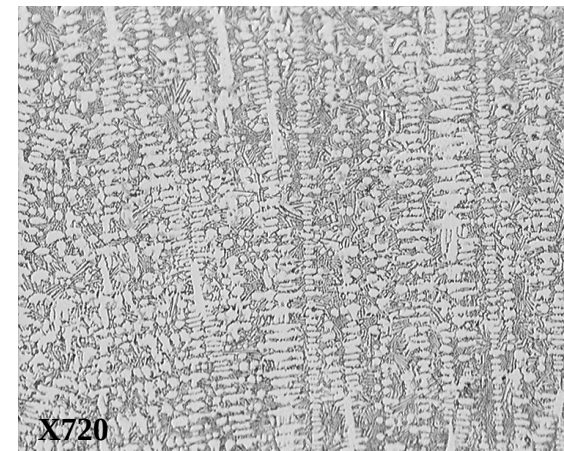
Poleret / honet flade

Termisk sprøjtning / laserfusing (*INCONEL 625*)

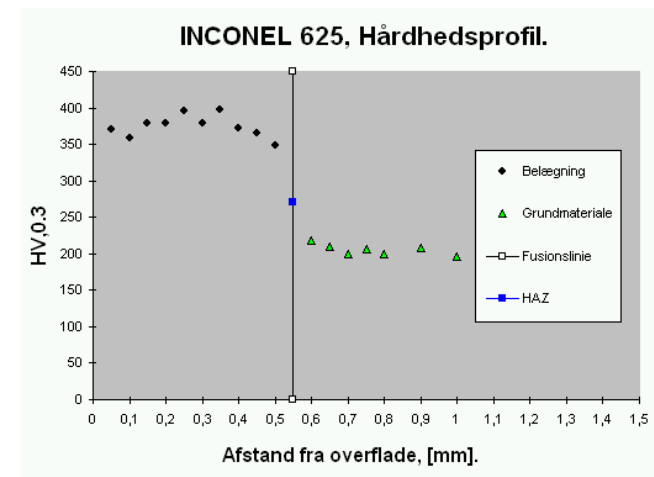


Steen Erik Nielsen 

Coating materiale: Cr22, Mo10, Fe4, Nb3.5, Si3.5, B3.5, C0.2, Co0.2, Ni-balance.



Lagtykkelse, 0,5 mm.



KONKLUSIONER.

Laserfusing af termisk sprøjtede belægninger har vist resultater i form af;

- Fuldt påsvejste** belægninger til slid- og korrosionsformål.
- Tynde belægninger** i tykkelsesområdet 0,5 mm med **begrænset opblanding**.
- Høj produktivitet**, gør selv **større fladearealer** økonomisk fordelagtige.
- Mange **‘skræddersyede’ metallurgiske sammensætninger** er muligt.
- Flerlagsbelægninger **‘sandwich’** er muligt.
- God som **reparationsteknik**.