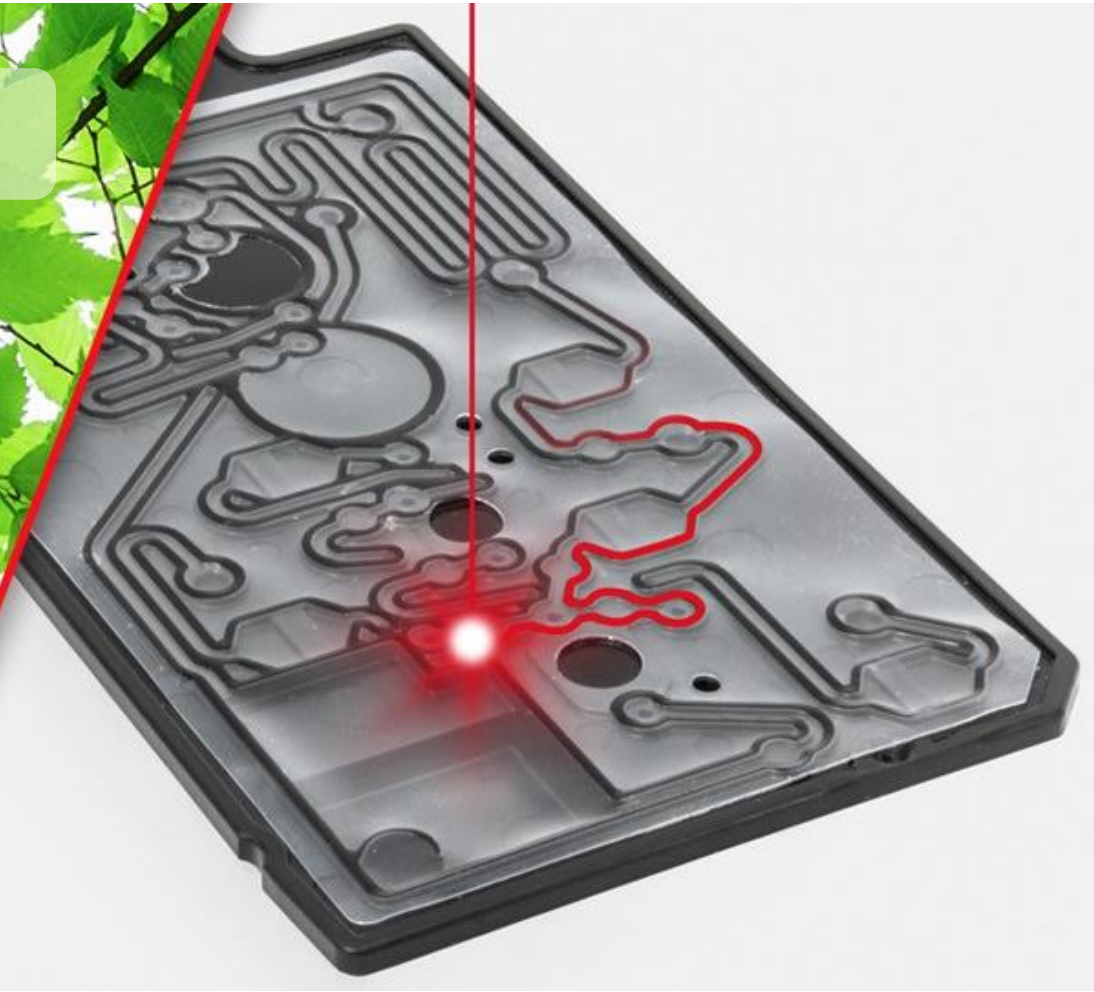


probilas  
probylas



**SEPLAMA**

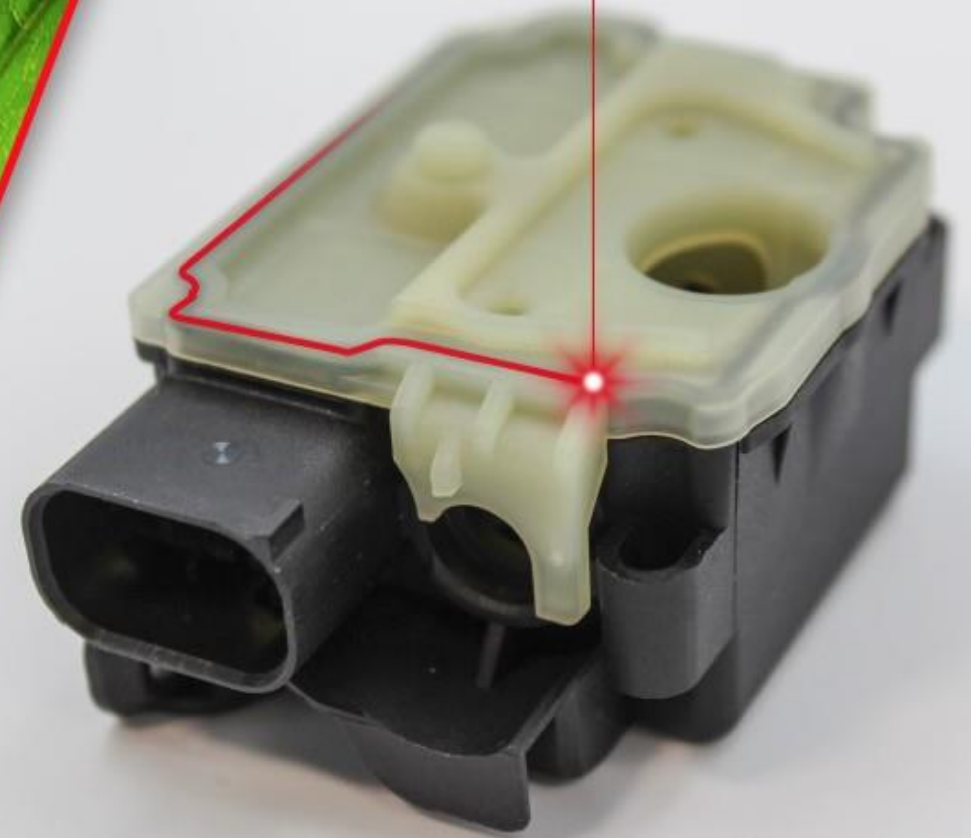
*precise & concise – clean & green*



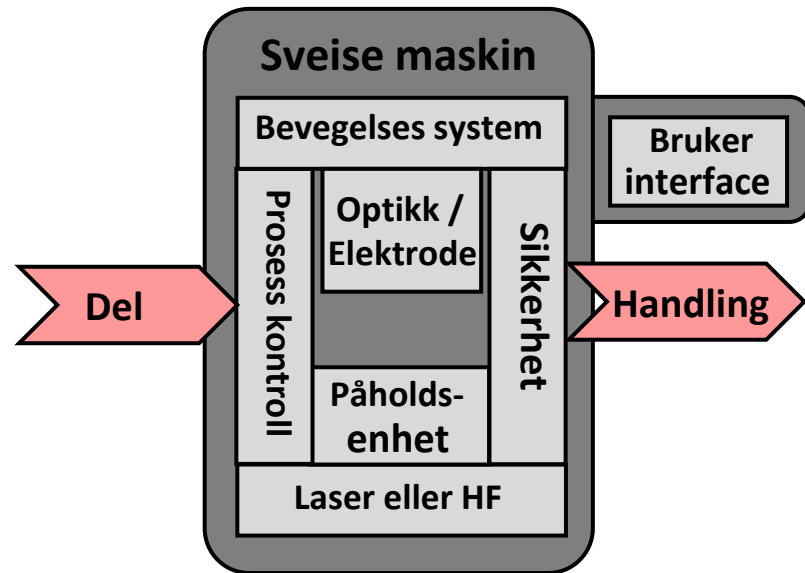
***Laser Sveising Plast***



- (1) Introduksjon LPW  
(laser plastic welding)**
- (2) Material egenskaper**
- (3) Design regler**
- (4) Prosess typer**
- (5) Påhold og verktøy**
- (6) Kvalitet og prosess kontroll**
- (7) Maskiner fra ProByLas**



- Modulære maskiner og maskin-moduler for sveising av plast
  - 1<sup>st</sup> produktvariant med laser: lansert oktober 2018
  - 2<sup>nd</sup> produktvariant med elektrisk høy-frekvens under utvikling
- Mål-industri: medisin, bil, elektronikk, væske, tekniske tekstiler, ...
- Grunnlagt august 2017 basert på lang erfaring innen plast sveise teknologi
- Lokalisert i Technopark Luzern, Sveits



# 1. Sammensetting & sveising av plast

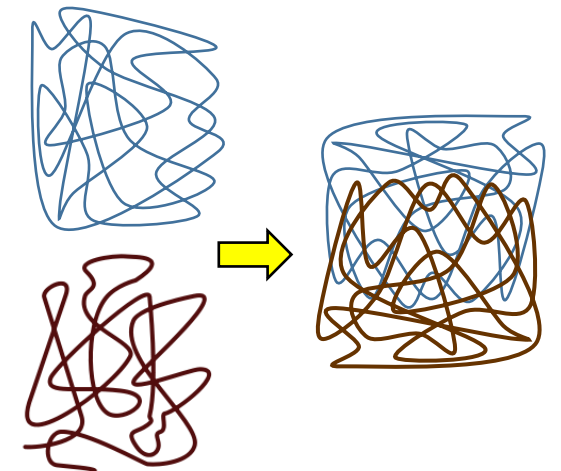
- **sammen-: - mekanisk setting** ⇒ skruing, nagling, snapping, låsing, knoting, sying ...  
⇒ ofte demonterbar, ikke lekkasje-tett (O-ring), ekstra materialer
- **liming** ⇒ lim-dispensere, løsemiddel, tørking, holde tid, ekstra materiell, kombinasjon av ulike materialer mulig
- **sveising** ⇒ ikke-demonterbar, lekkasje-tett, rask, ingen ekstra materialer, ingen løsemidler



- **sveising:**

- ✓ energi for å smelte
- ✓ holdekraft på sveise-sømmen
- ✓ tid for nedkjøling og stabilisering

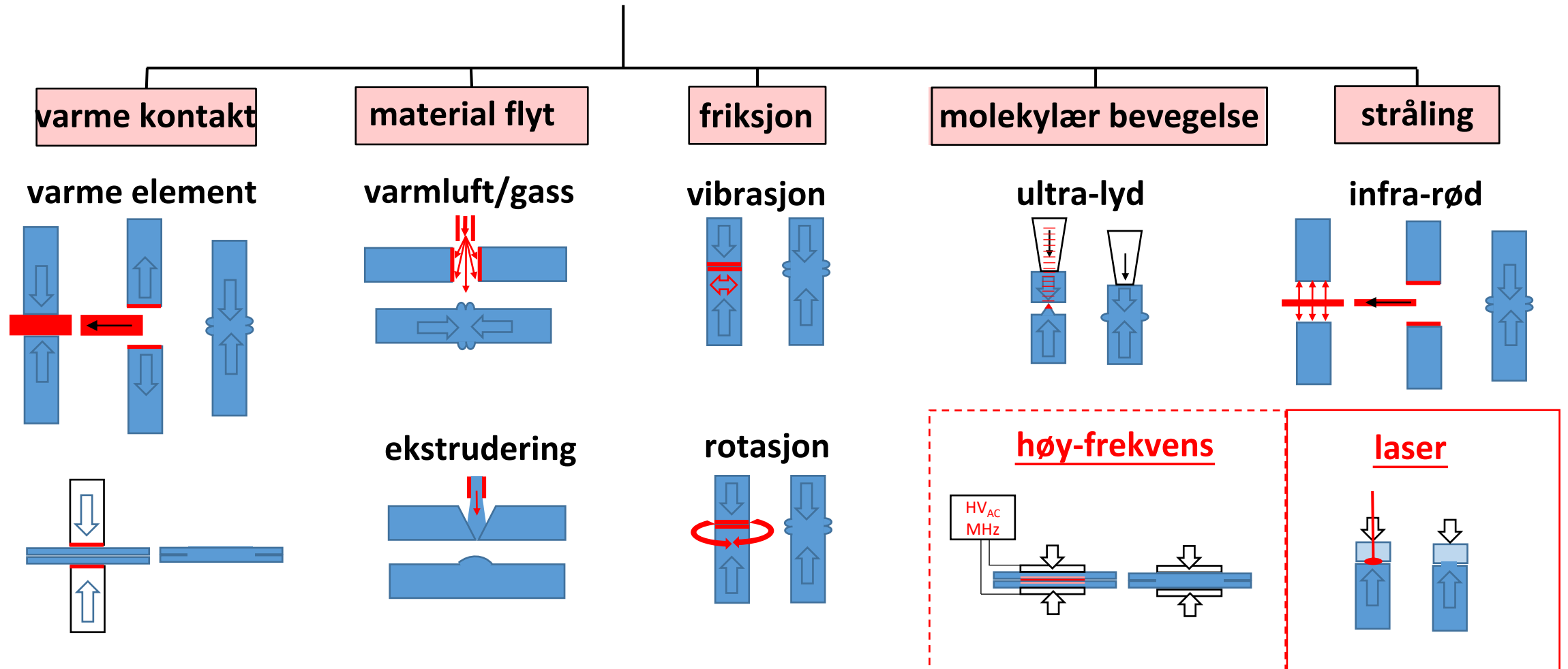
- smeltbar uten nedbrytning – termo-plaster
- samme eller ensartede typer av plast
- hvis lik type av polymer - sammenliknbare smelte-temperaturer
- hvis lik type av polymer - kjemisk miksbar



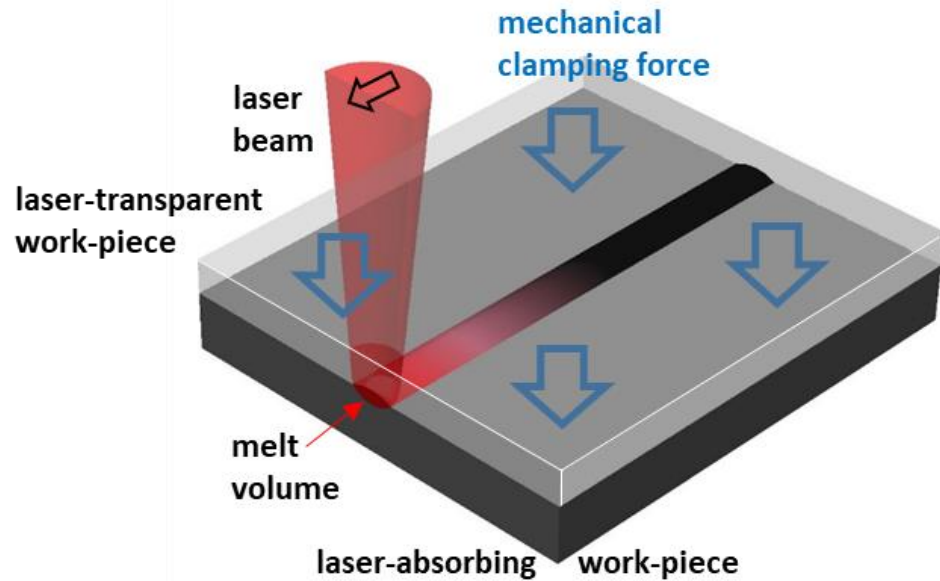


# 1. Forskjellige sveisemetoder for plast

Illustrert etter måten å benytte energi på

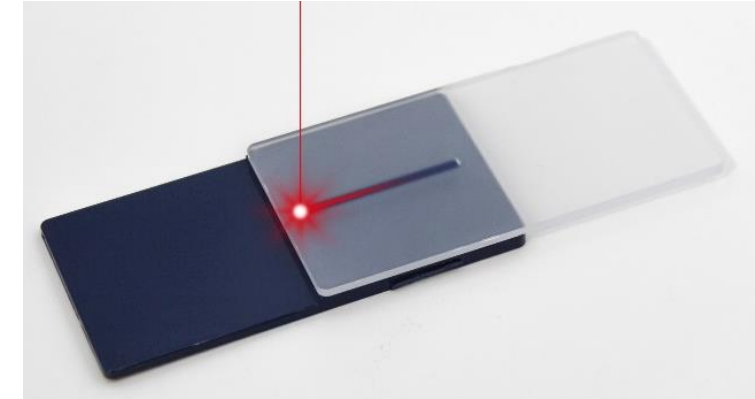


# 1. Laser overføring ved sveising av plast



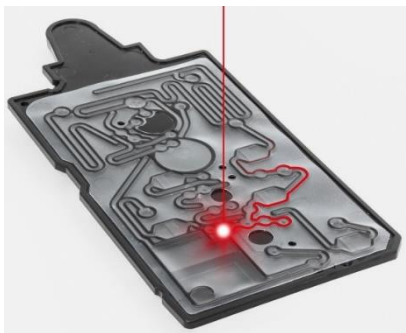
## Fordeler

- nøyaktig energiposisjonering
- bare grunn smelte-soner
- mindre energi behov
- posisjonering før sveising
- mindre materialstress
- ingen vibrasjoner (f.eks. på elektronikk)
- ingen partikler
- ingen utslipp



## Industrier:

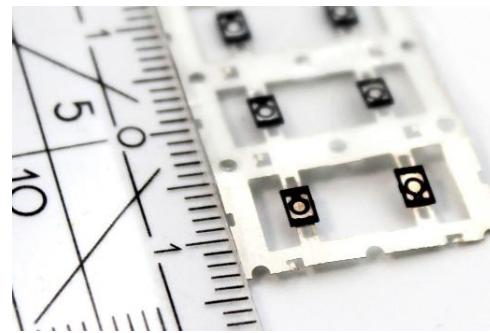
medisin



bil



elektronikk



apparater



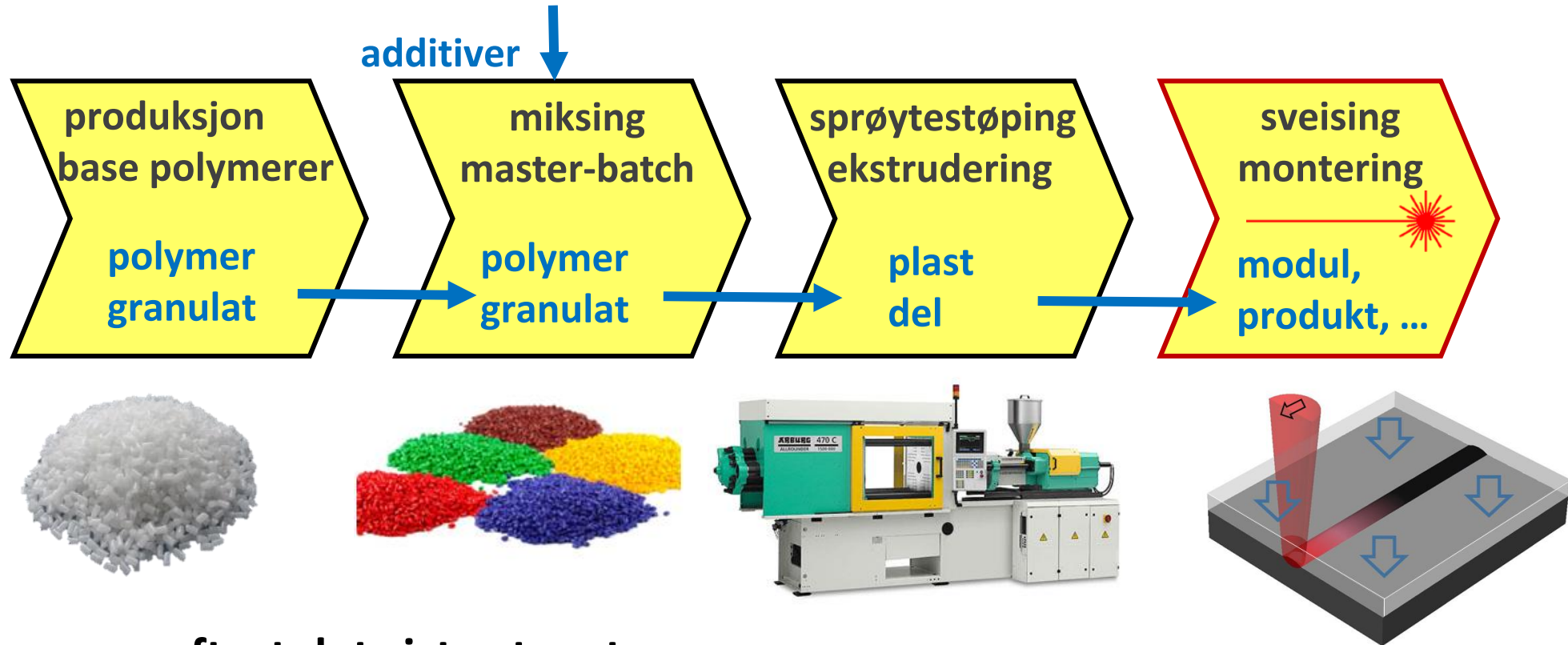
tekniske tekstiler





# 1. Verdikjede i plastindustri

Verdikjeden er vanligvis splittet opp mellom forskjellige firmaer



sveisingen er oftest det siste steget

⇒ hvis feil oppstår i et tidligere steg, kan det påvirke sveisingen –  
f.eks. dårlig innblanding av farge, produsert med for varm polymer, ...

## 2. Materialkrav

- smelter uten nedbryting: termoplast
- samme eller ensartede typer of polymerer (ensartet smeltetemperatur, kjemisk miksbare)
- en del er laser-transparent, en del er laser-absorberende

**polymer + additiv ⇒ plast**



fargestoff, pigmenter  
mineral fyllstoff  
glassfiber  
flammehindrende  
middel

...

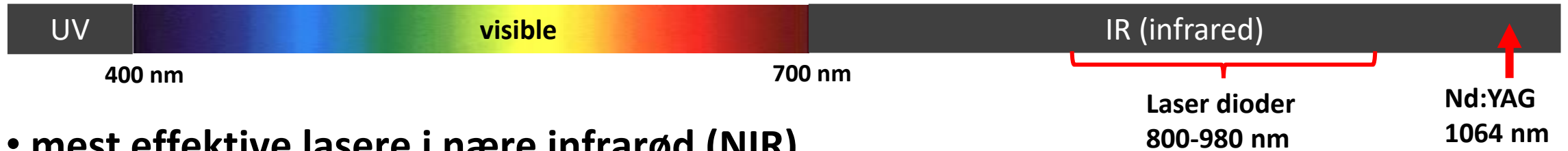


- fysiske egenskaper hos polymer kan endres enormt med additiver
- stor variasjon i forskjellige materialer basert på samme base-polymer





## 2. Laser-transparent i forhold til Laser-absorbering



- mest effektive lasere i nære infrarød (NIR)
- polymerer i nære infrarød NIR transparent  
⇒ miks inn farge for laser absorpsjon
- farge for det menneskelig øye og for laserabsorpsjon kan optimaliseres, uavhengig av hverandre, med passende fargestoff – f.eks.:
  - transparent på transparent laser-absorberende materiale
  - svart laser-transparent på svart laser-absorberende



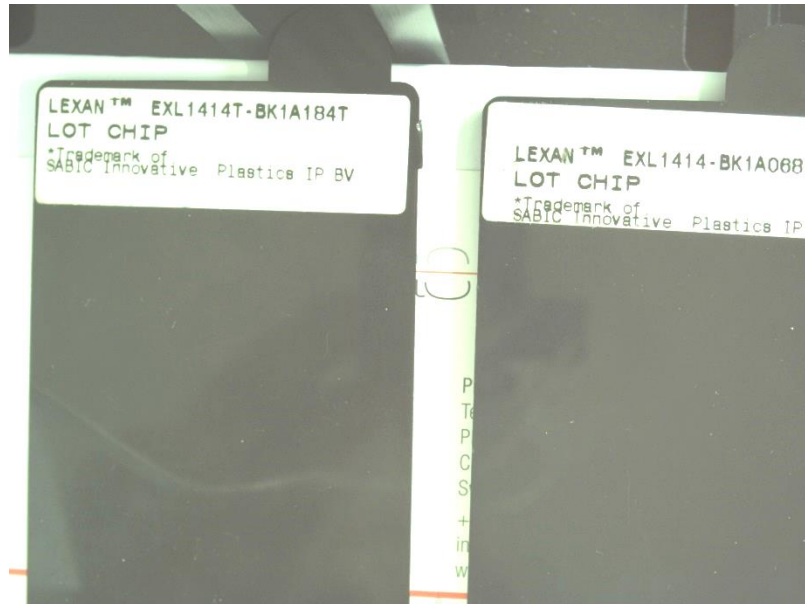
polyamid uten fargestoff (kilde BASF)

**beste og billigste absorbent for laser: carbon black**

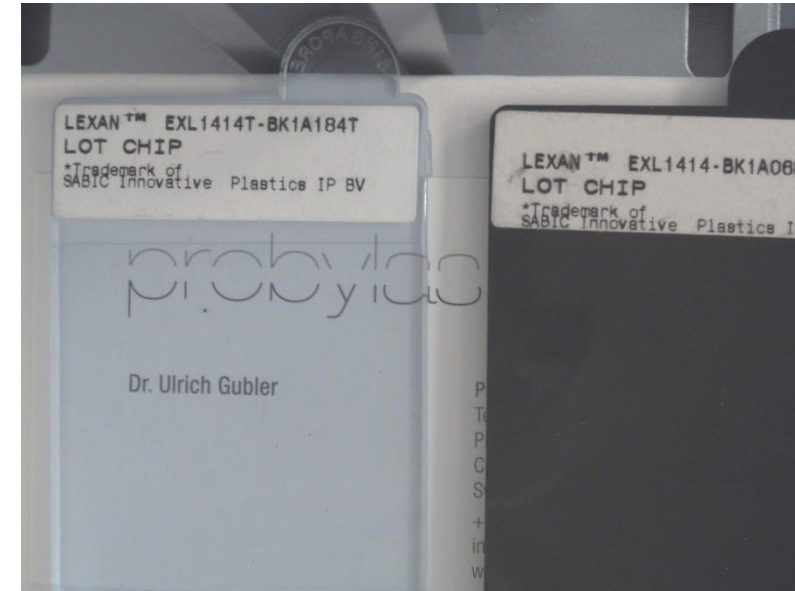


## 2. Eksempel på svart-lasertransparent

Standard kamera med synsfrekvens  
lik det menneskelige øye



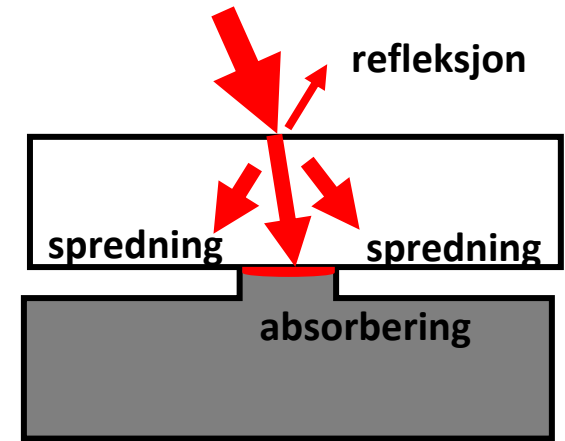
Kamera med nær-infrarød  
filter lik laser-frekvens



## 2. Spredning av laser lyset i plast

- amorfe polymerer som PC, PMMA, ...  $\Rightarrow$  krystal-klare uten spredning av lyset
- semi-krystalinske polymerer & additiver sprer laser lyset  
 $\Rightarrow$  laser strålen blir redusert og brutt

Eksempel: PBT fra BASF: standard og spesial versjon med redusert spredning - Ultradur Lux



Standard-PBT

tykkelse 0.5 mm

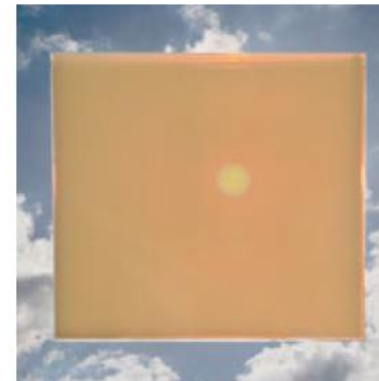


reduksjon av krystallit størrelsen

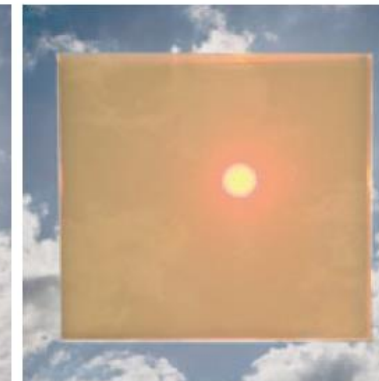
kilde: BASF

Ultradur® LUX

tykkelse 3 mm



tykkelse 2 mm

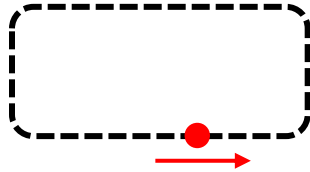


tykkelse 1 mm



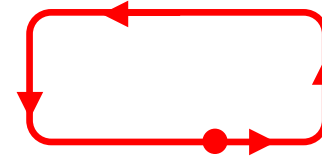
# 3. Prosess metoder for laser sveising

## kontur



- følger konturen en gang
- smelter bare et punkt
- punkt eller ball optikk

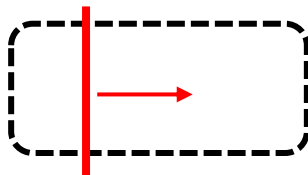
## kvasi-simultan



- kontur mange ganger per sekund
- hele sveise-sømmen smelter samtidig  $\Rightarrow$  mulighet for kollaps
- skanner optikk

pyrometer mulig

## linje eller mal



- sveising av et område
- mønster med mal
- linje optikk

## simultan



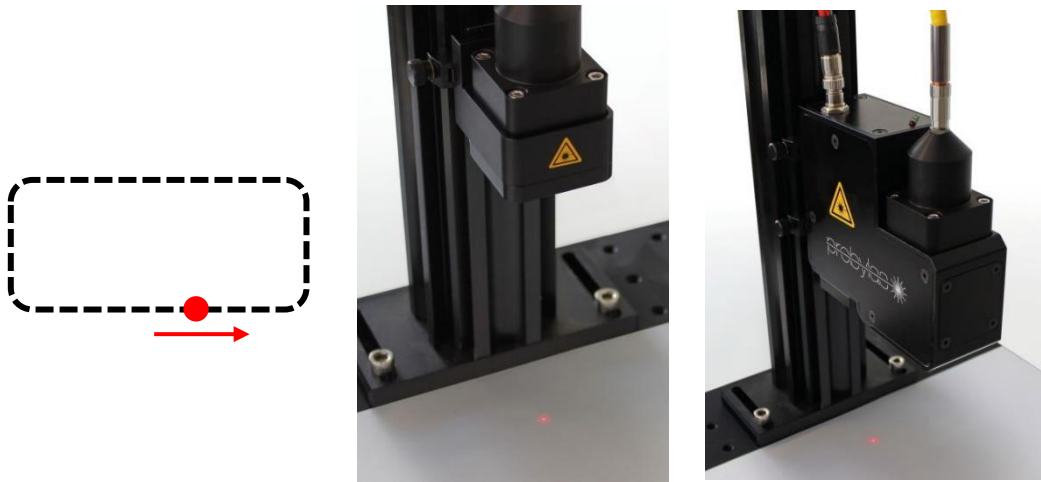
- optikken tilpasses konturen: «one-shot sveising»
- relativt enkelt for sirkel og omkrets
- kompleks kontur med DOE  $\Rightarrow$  høy verktøy kostnad

nedsmelting av ribbe er mulig

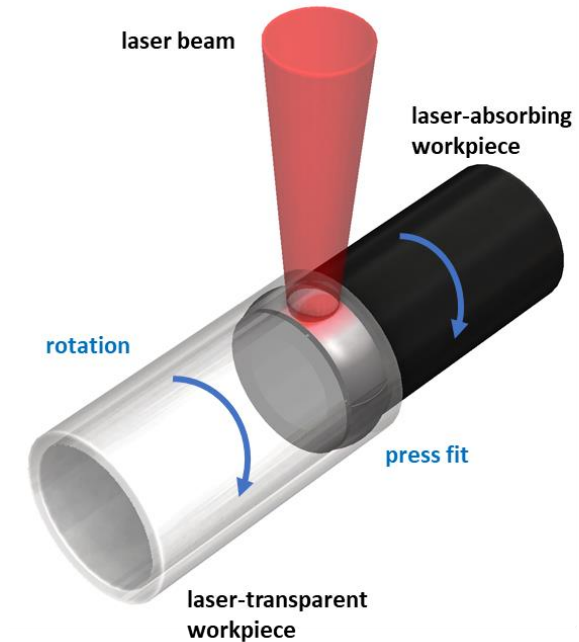
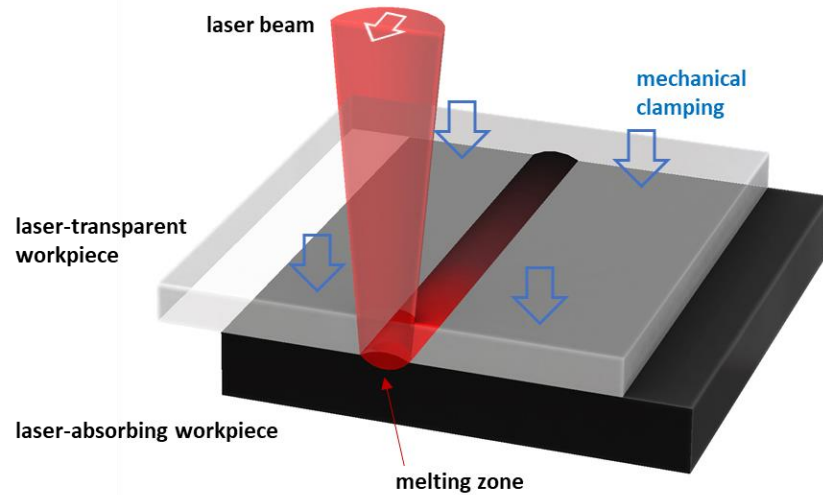


# 3. Kontur - Proses metoder

standard med punkt optikk på xy(z)-aksene



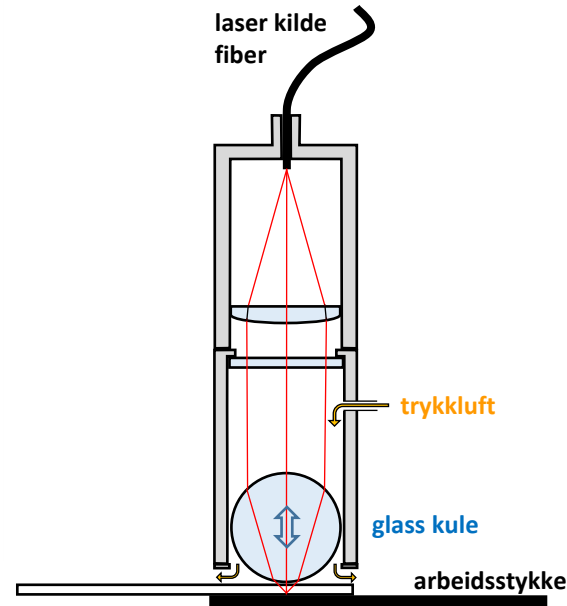
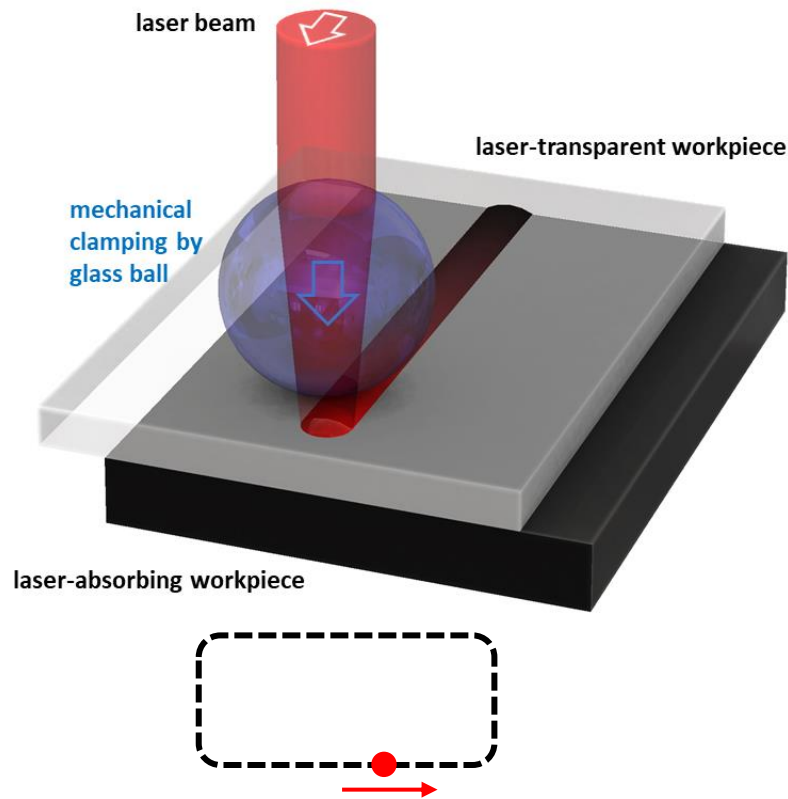
variant med punkt optikk og roterende akse



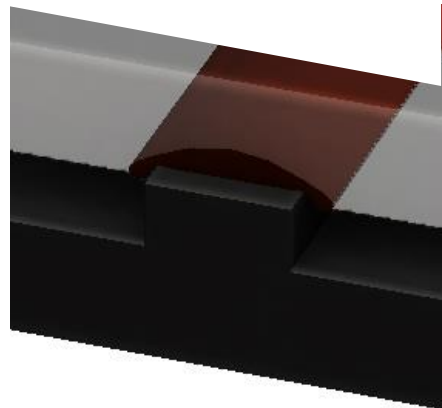
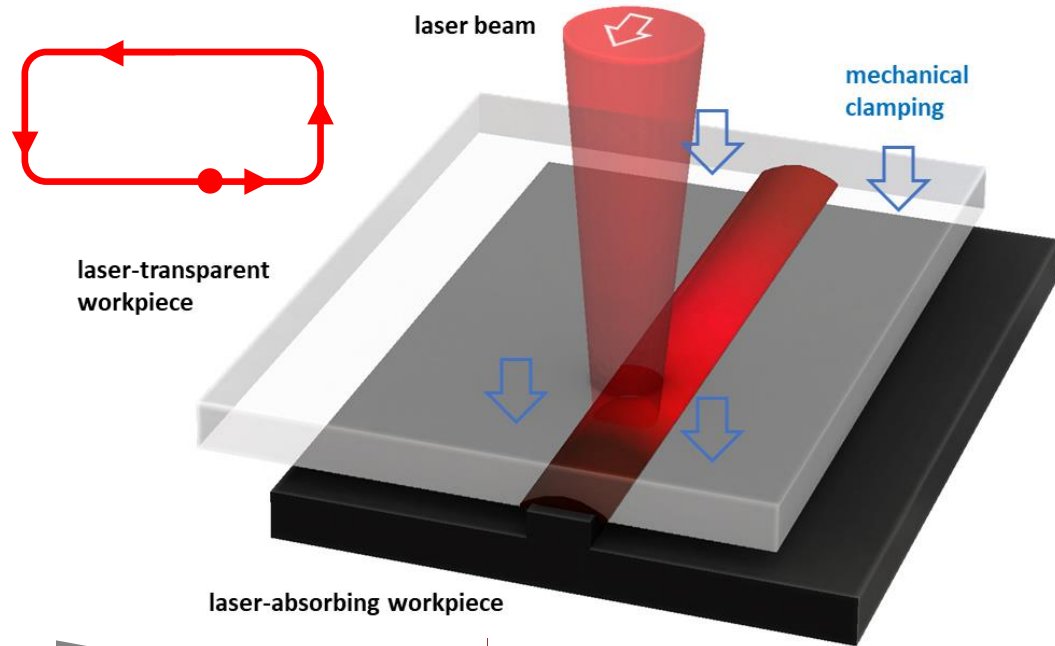
# 3. Kontur - Proses metoder

kule optikk: fokuserer laser strålen og lokalt påhold samtidig

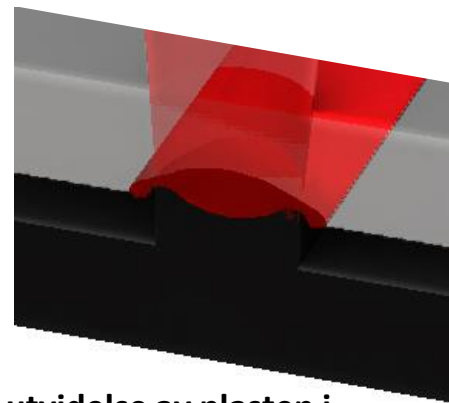
⇒ sveising av store fleksible deler som lokk på beholdere, folier, tekstiler, ...



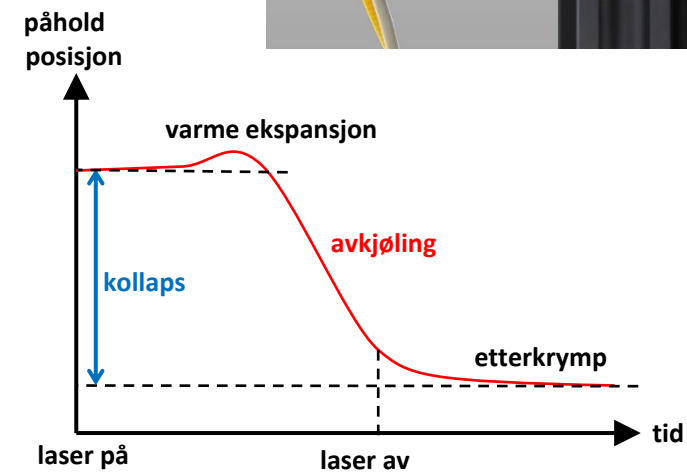
# 3. Kvasi-simultan prosess



rektangulær sveise-ribbe i nedre arbeidsstykke



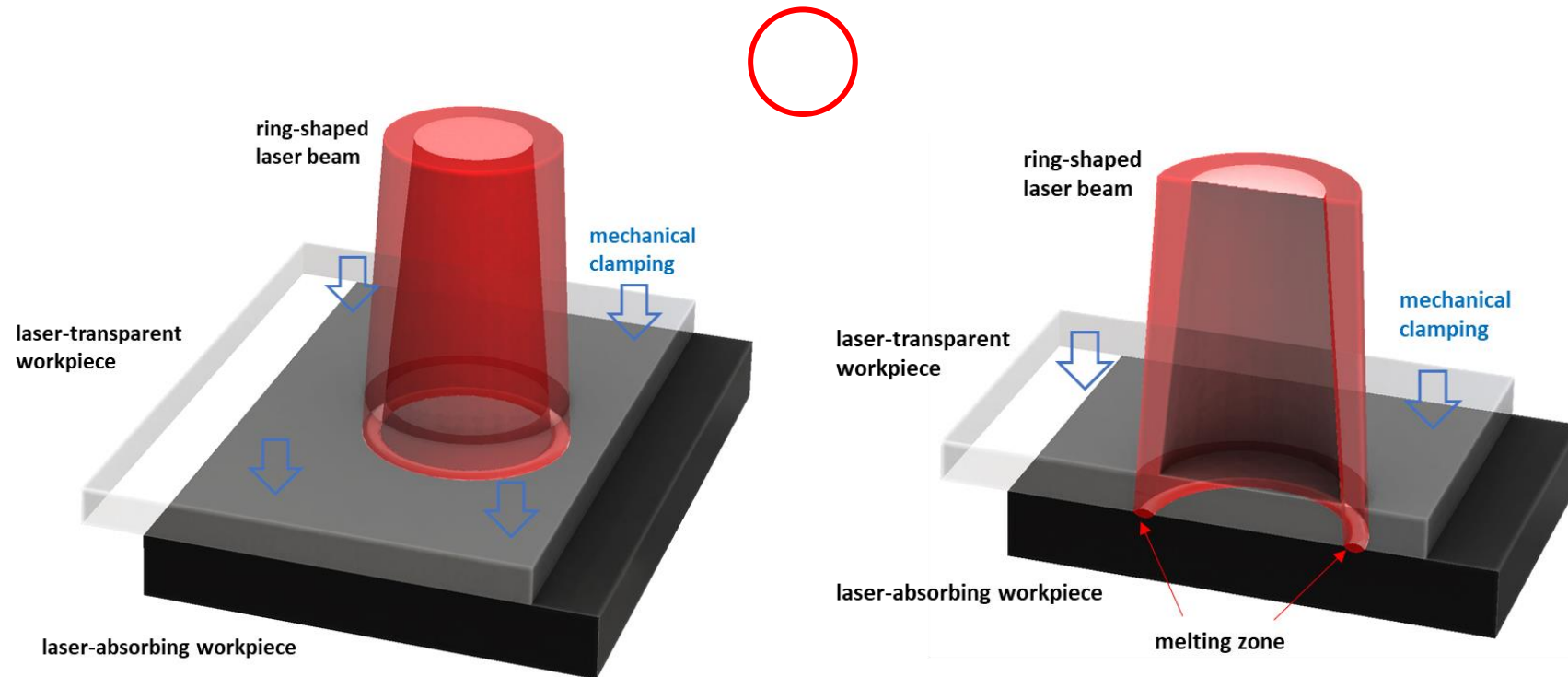
utvidelse av platen i smeltesonen under kollapsen





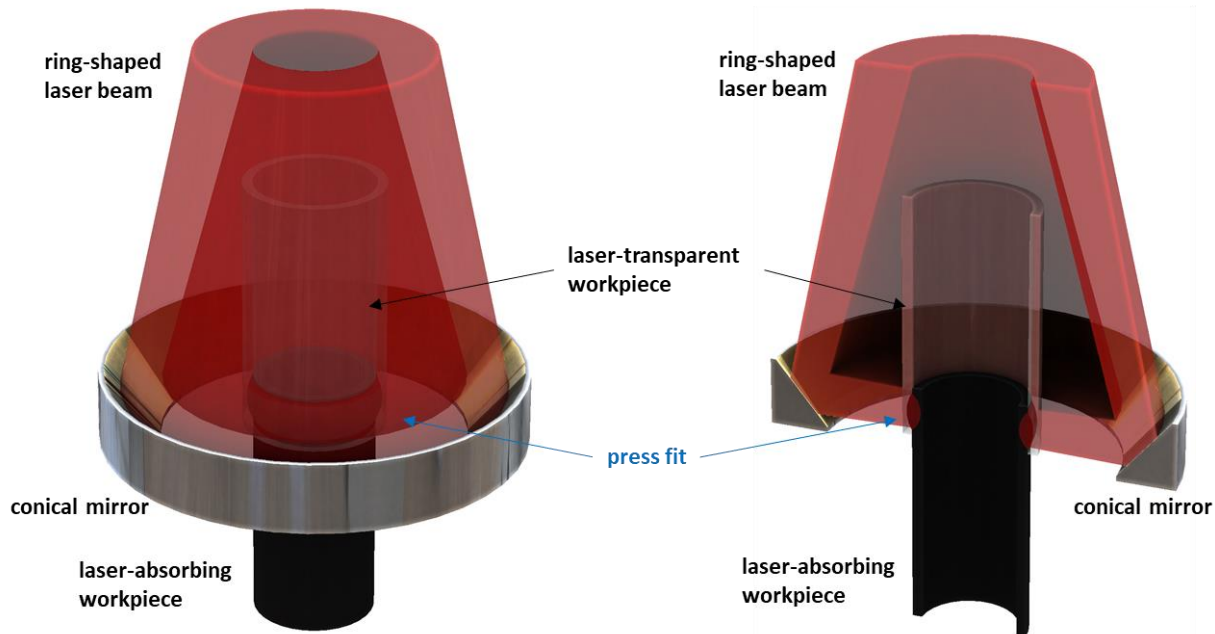
### 3. Simultan prosess

## Ring optikk for sirkulær “one-shot” sveising



# 3. Simultan prosess

## Sveising av omkrets i "one-shot" med radial optikk



åpen lab versjon med rørtilkobling



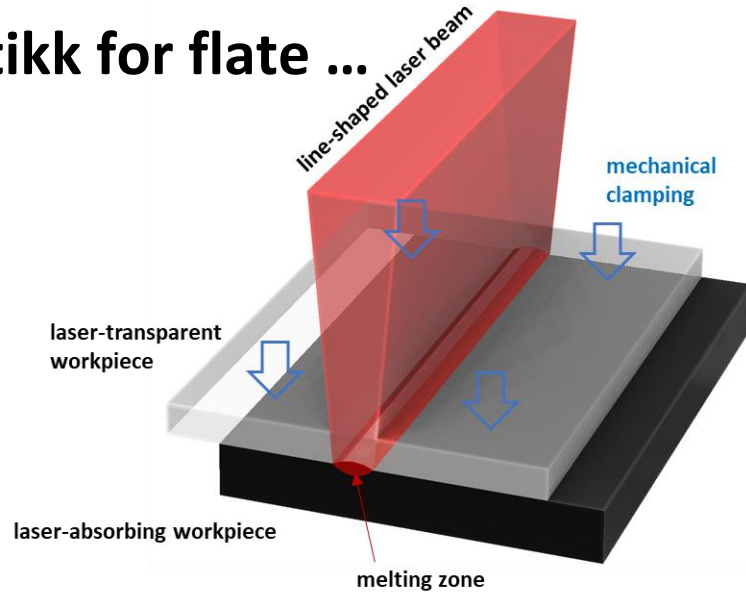
laser stråle tegnet rød



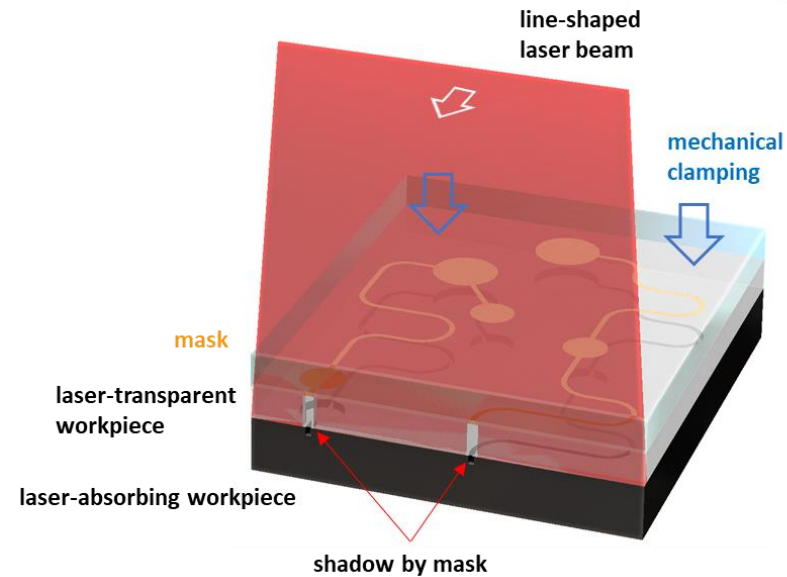
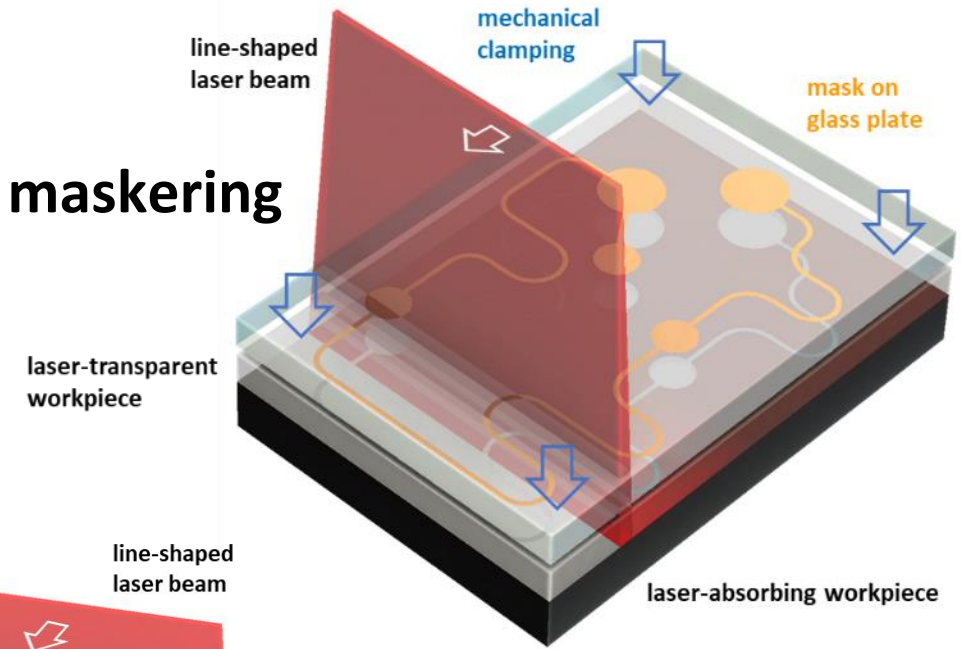
standard lukket versjon

# 3. Linje- og maskeringsprosess

## Linje optikk for flate ...



## ... og i tillegg maskering

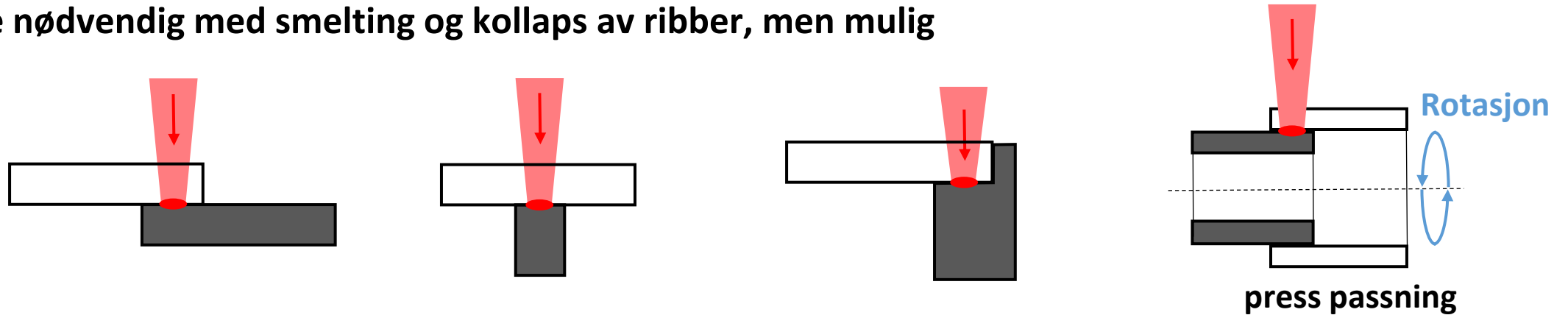




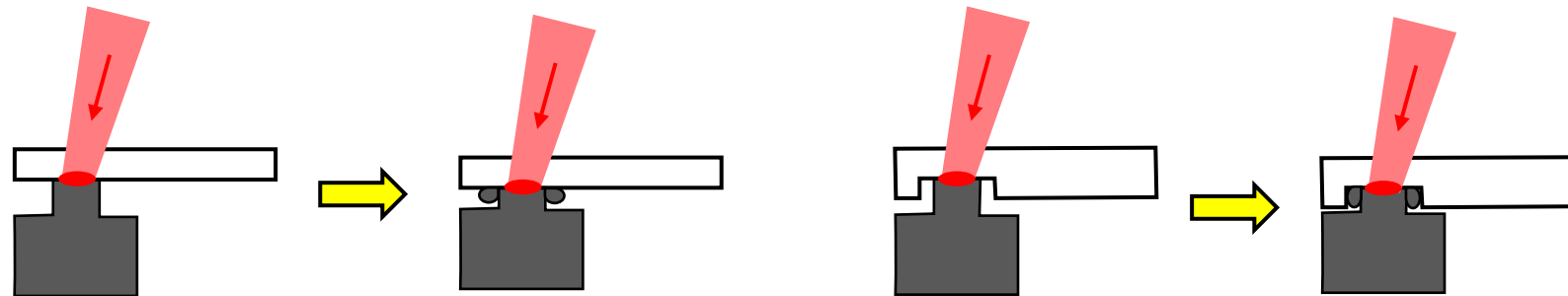
# 4. Design av sveisesøm

## Flate-på-flate

- ikke nødvendig med styring av energien eller ribber som med ultralyd eller vibrasjons-sveising
- ikke nødvendig med smelting og kollaps av ribber, men mulig

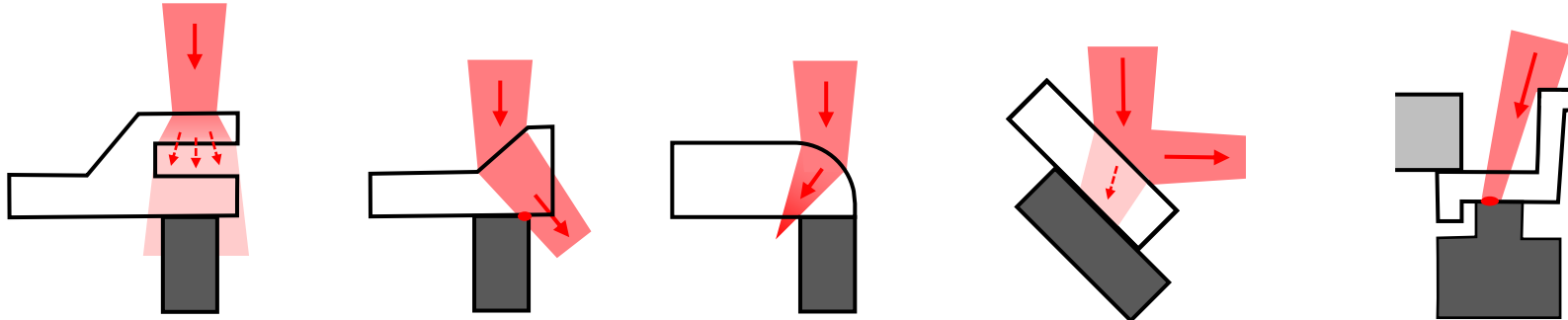


## med smelting av ribbe

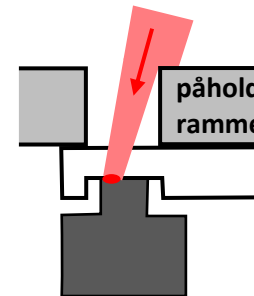


## 4. Umulige design av sveisesøm

- ingen skygging eller avbøying av lasterstrålen over sveisesømmen i det øvre arbeidsstykke (framspring, vinklede eller avrundede overflater, , ...)



- ingen skygging av påholdet



- overflatebelegg kan være kritisk da det kan forårsake separering av lagene for polymer smelten

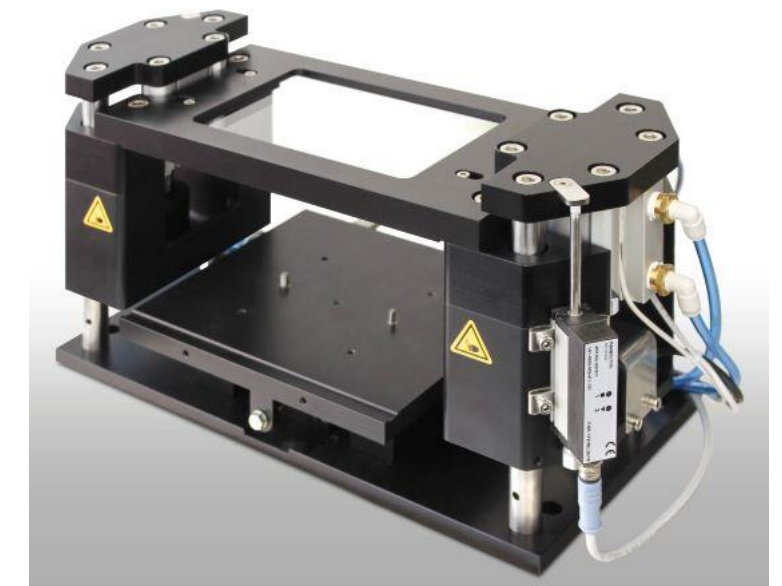
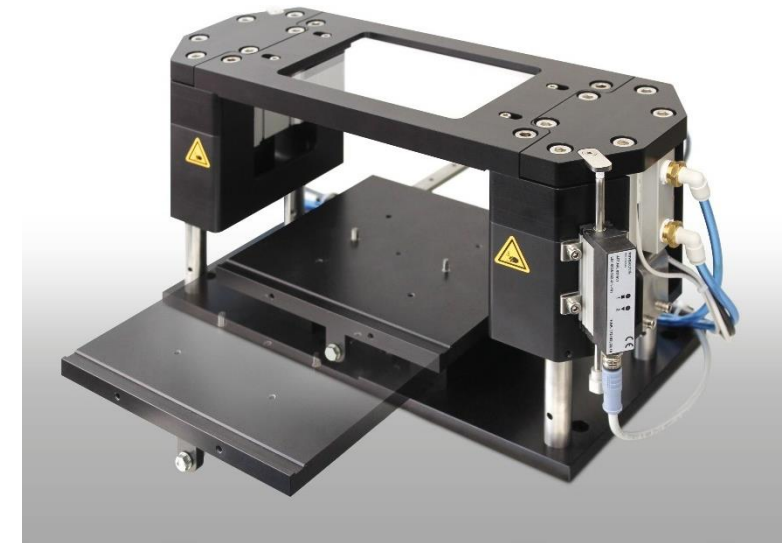
## 5. Påhold enhet

**Påhold kraft:** - pneumatisk – standard vandring 20 mm  
- eller elektrisk

**Nedre verktøy:** - søyler på siden muliggjør ulike høyder  
- vanligvis frest av aluminium  
- for prototyping også 3D-print

**Øvre verktøy:** - glass plate

**Sensorer:** - påholdramme av metall  
- veisensorer for å måle sammenpressing  
- kraft sensorer  
- koding av verktøy  
- sensorer for arbeidsstykke på plass  
- ...





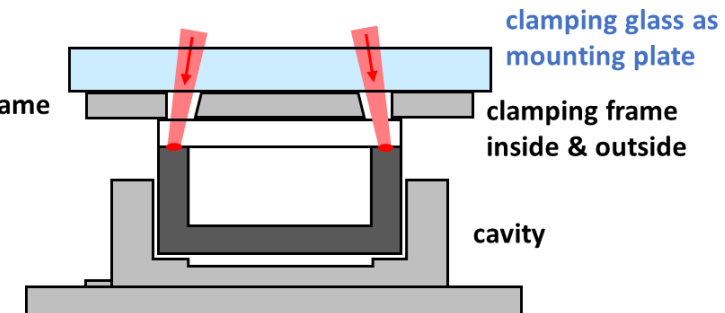
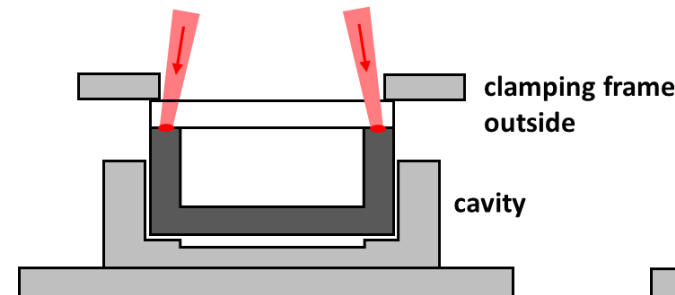
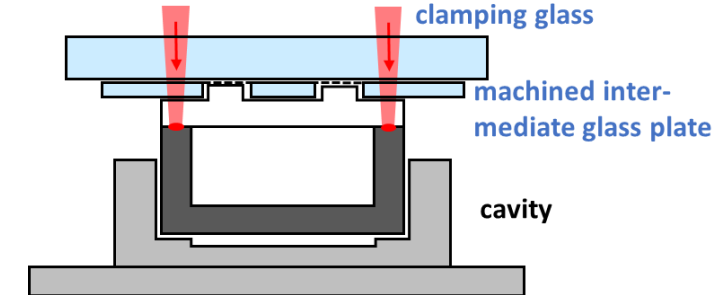
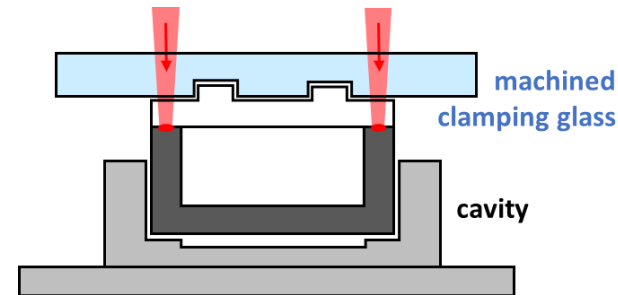
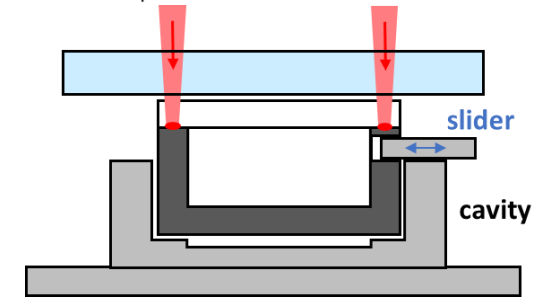
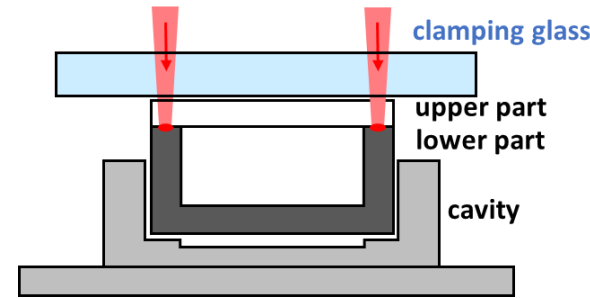
# 5. Design av verktøy

## Design av det nedre verktøyet:

- støtter undersiden av sveisesømmen
- hull for kjerne i veggen som støtte

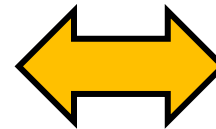
## Design av det øvre verktøyet:

- presser ned mot sveisesømmen
- det er best med glassplater
- hvis overflatestrukturer - skjær ut i glassplata eller benytt mellomplate
- metall ramme fra utsiden
- metall ramme på innsiden
- hvis liten avstand mellom indre og ytre metallet - ramme av glassplate



## 6. Kvalitet – Forskjellige krav

- Hva er kvalitet?
    - mekanisk styrke?
    - lekkasje-tett (væske, luft, gass, trykk)?
    - optisk kosmetisk utseende
  - Prosess kontroll:
    - målt verdi som påvirker prosessen
    - "closed loop"- kontroll
  - Kvalitets kontroll:
    - måle verdi under eller etter prosessen
    - analysere og evaluere for OK/ikkeOK
    - "open loop"
- ⇒ den best teknikken avhenger av arbeidsstykke, tid, og krav!



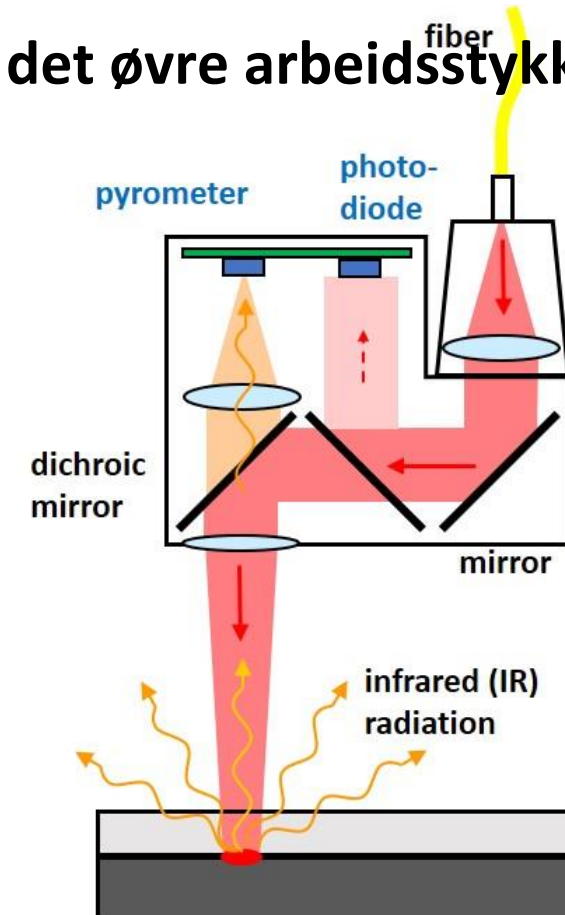
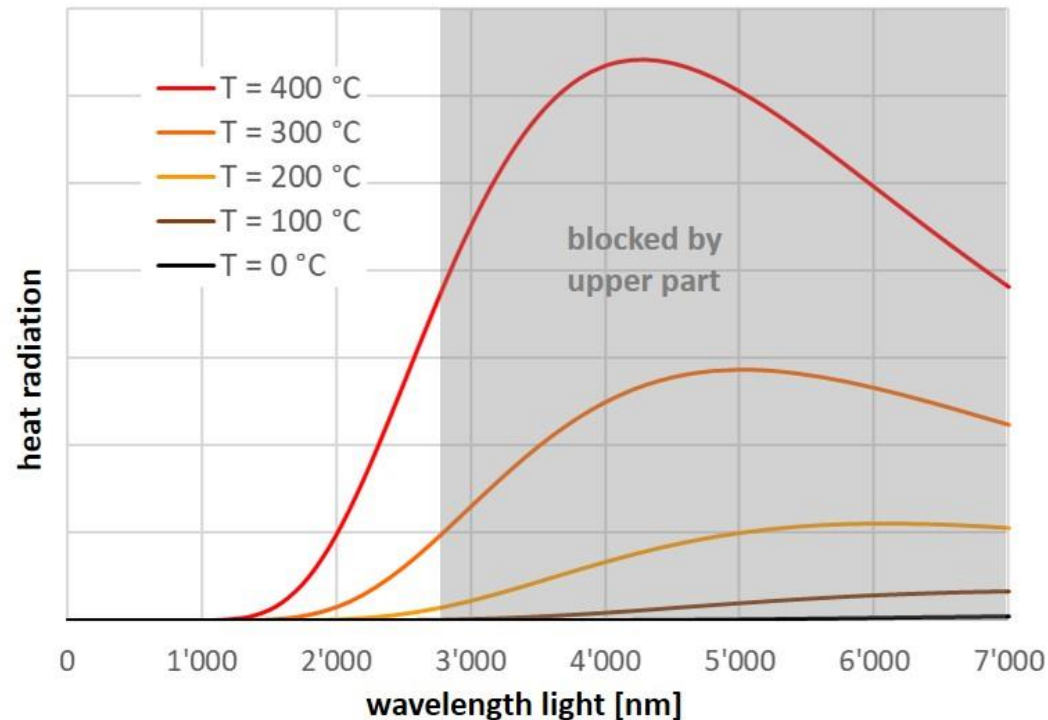
- pyrometri
- registrering av sammenpressing
- kamera-basert søm analyse
- mekaniske tester i reversibelt område under destruksjon
- trykk/lekasje tester
- ultralyd testing
- ...
- X-ray, OCT (optical coherence tomography), ...
- destruktiv testing av eksemplarer (hvis ikke noe annet er mulig)

# 6. Pre-, I-, og Post-Prosess kvalitets-kontroll

pre-prosess	i-prosess	post-prosess
<p>vanlige måle-metoder for kvalitetskontroll innen plast-teknologi</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- dim. på arbeidsstykke</li><li>- smelte-temperatur</li><li>- viskositet på smelten</li><li>- fordeling av additiver</li><li>- urenheter</li><li>- ...</li></ul>	<p>for prosess eller kvalitets-kontroll</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- kollaps vei/trykk</li><li>- pyrometri</li><li>- (bilde analyse)</li><li>- (OCT)</li><li>- ...</li></ul>	<p>vanligvis kvalitetskontroll utenfor sveise-maskinen</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- trykk, vakuum, lekkasje tester</li><li>- mekaniske tester i reversiblet system</li><li>- bilde analyser</li><li>- ultra-lyd testing</li><li>- X-ray, OCT</li><li>- ...</li></ul>

# 6. Kvalitets- og Prosess-Kontroll med Pyrometer

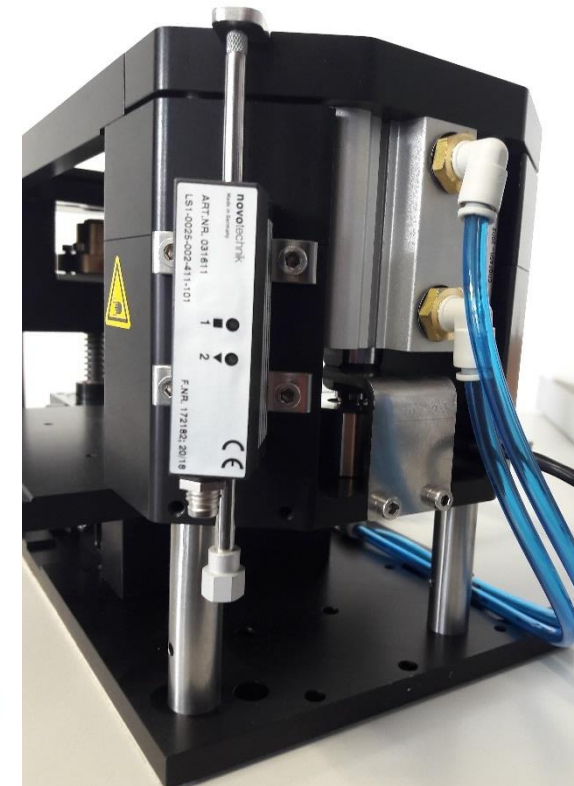
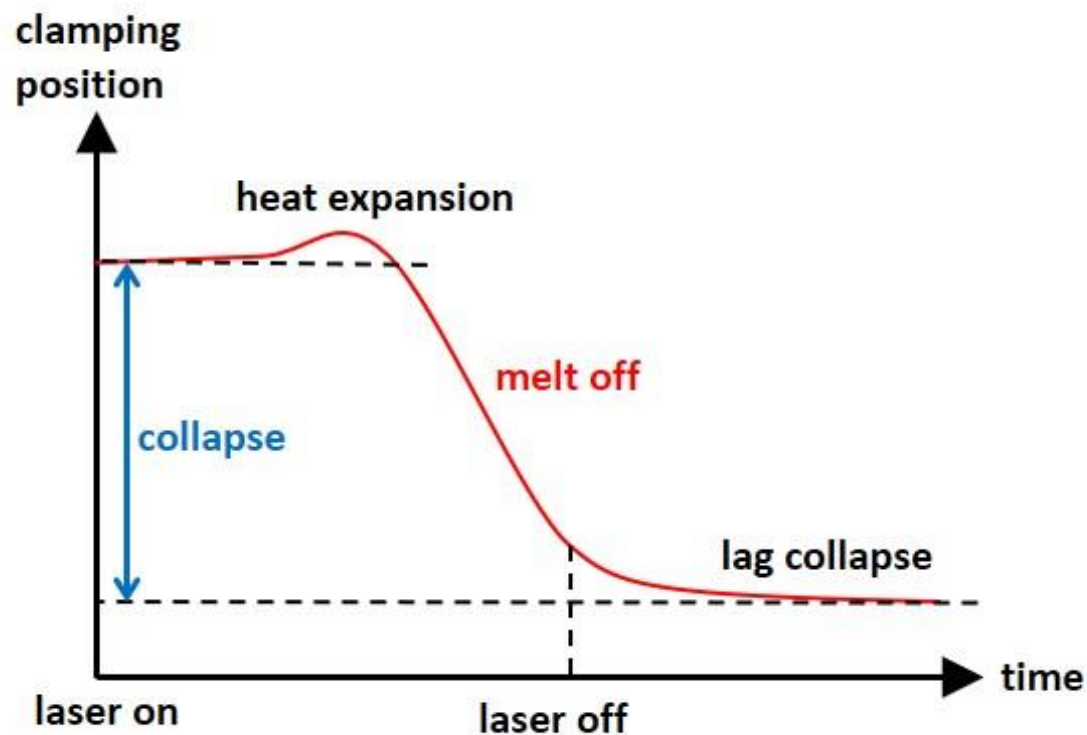
- kontaktløs temperatur-måling basert på infrarød utstråling fra den varme sveisesømmen
- de infrarøde strålene kan bli redusert av egenskapene i det øvre arbeidsstykke  
⇒ ingen absolutt temperatur, men et relativt signal





## 6. Kvalitets- og prosess-kontroll med kollapsen av ribben

- mulig i en simultan og kvasi-simultan prosess
- beroende på materialet - først ekspansjon pga. oppvarming før kollapsen starter
- etter at laseren slås av, fortsetter kollapsen inntil smelten kjøles ned og stivner



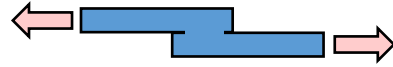
## 6. Destruktiv mekanisk testing

Avhengig av produktet - geometri og fikstur-testing av sveisesømmen for

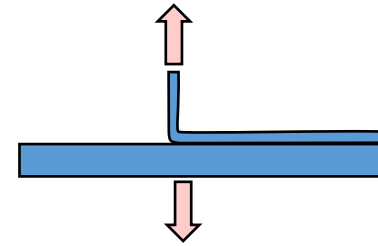
strekk-last



klippe-test



avrivning



styrken på sveisesømmen er  
80-90% av basematerialets styrke

⇒ design sveisesømmen noe  
større enn veggtykkelsen

avrivnings-kraft kritisk!



unngå ved mekanisk  
design hvis mulig

i virkeligheten er en blanding av de  
ulike lastene og stresset tilstede



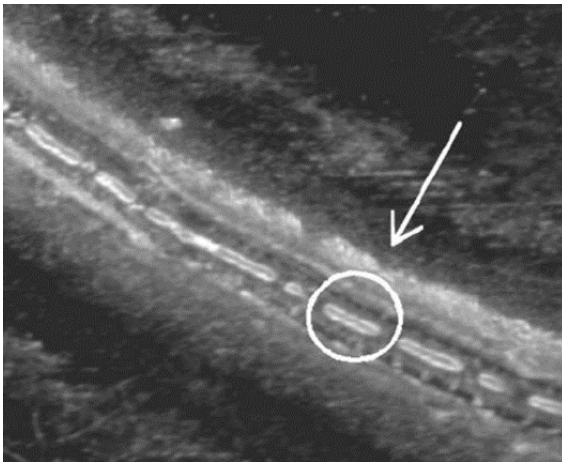
source: Zwick-Roell

## 6. Bilde-analyse av sveisesømmen

mulig hvis produktet er transparent nok for lys

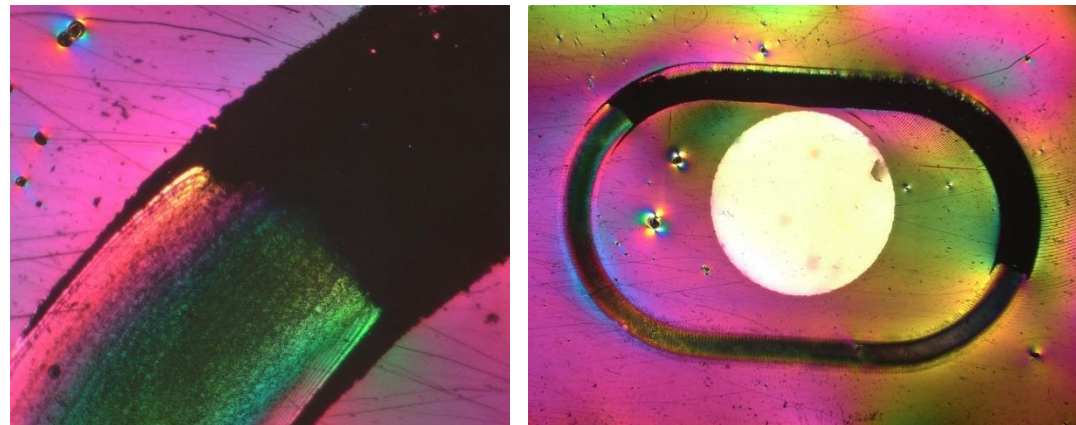
- bredde på sveisesømmen, avbrudd
- bobler i sveisesømmen
- de-laminering av sveisesømmen
- med polarisert lys - stress belastning i materialet

bobler i sveisesømmen  
⇒ for varmt i midten

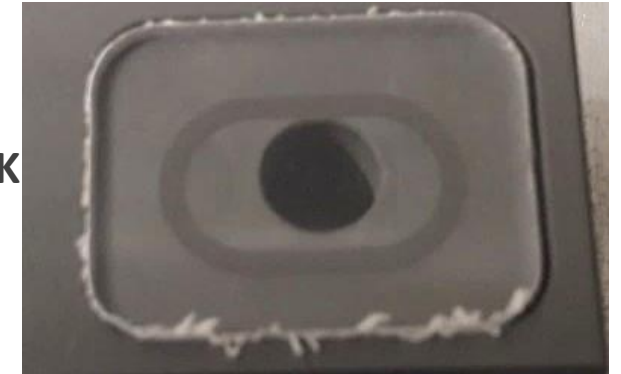


source: memsflow

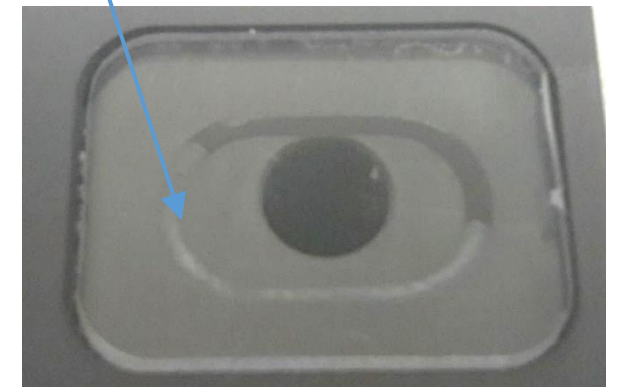
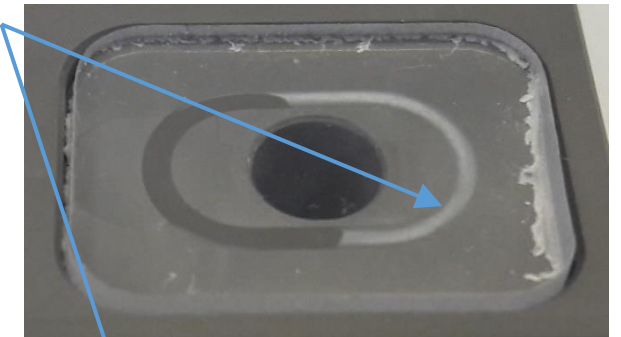
stress i sveiset lokk av polykarbonat  
synlig i polarisert lys ⇒ kan komme fram senere



sveisesømmen OK

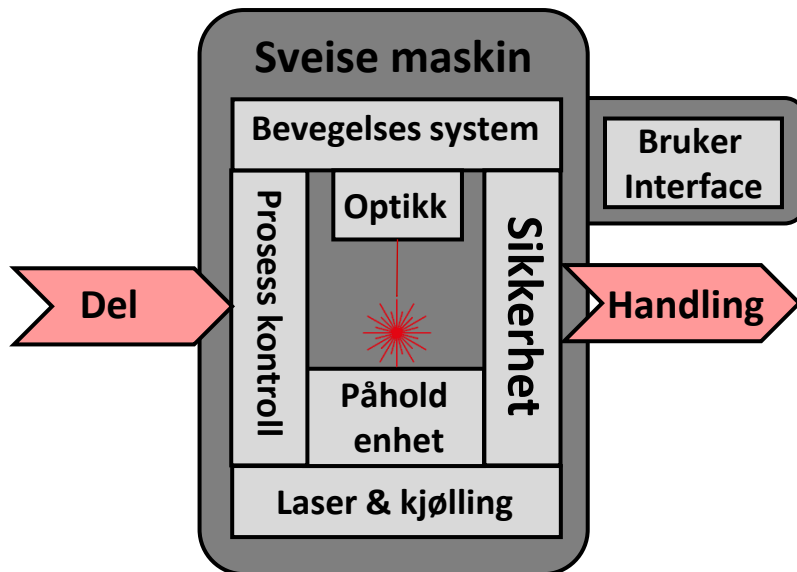


de-laminering



## 7. Generell tilnærming til ProByLas maskinene

- modulære byggeenheter av maskiner & maskin-komponenter
  - ⇒ kan konfigureres avhengig av produkt og kundens krav
    - ingen standard maskin
    - ingen spesialbygget maskin



- luftkjølt diode eller fiber lasere 40-200 W
- innside laser klasse 4, pilot laser klasse 2, uten kapsling og sikkerhet laser class 1
- logisk kontroll og bruker-grensesnitt med industri PC med Windows10
- Ethernet tilkobling for integrasjon i lokalt nettverk eller for fjern-service



## 7. Modulær - Klar-til-bruk - Turnkey S

- Turnkey S er unik i størrelse og fleksibilitet – får plass på bordet
- maksimalt sveise-areal 150x100 mm., scanner 100x100 mm.
- spesifikt verktøy for arbeidsstykke
- skuff eller rotasjons-bord

scanner for kvasi-simultan  
prosess og rotasjons-bord  
for produkt-håndtering

radial optikk uten  
påhold for sveising på  
omkrets

xy-akser og punkt-optikk  
med pyrometer for  
kontur prosess



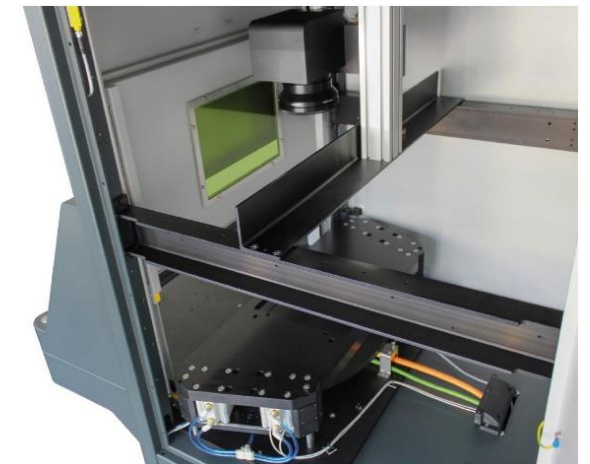
## 7. Modulær - Klar-til-bruk - Turnkey M

- maksimalt sveise areal 500x400x200 mm., scanner 350x350 mm.
- spesifikt verktøy for arbeidsstykke
- skuff eller rotasjonsbord

xyz-akser og punkt-optikk  
med pyrometer for  
kontur prosesser



scanner for kvasi-simultan  
prosess og rotasjons-bord  
for produkt-håndtering



# 7. Modula - Maskin-komponenter til integrering

## Modulære maskin-komponenter til bygging av spesialmaskiner

laser enhet



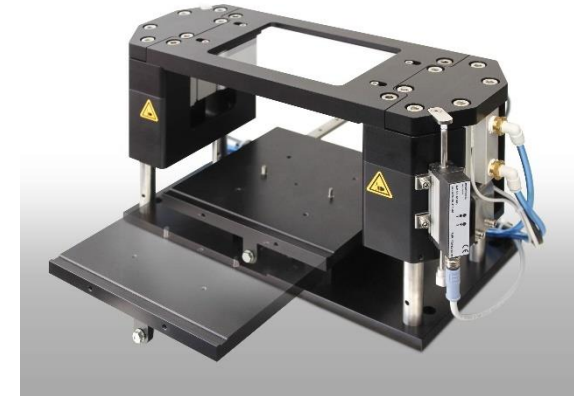
optikk



bevegelses system



påholds-enhet



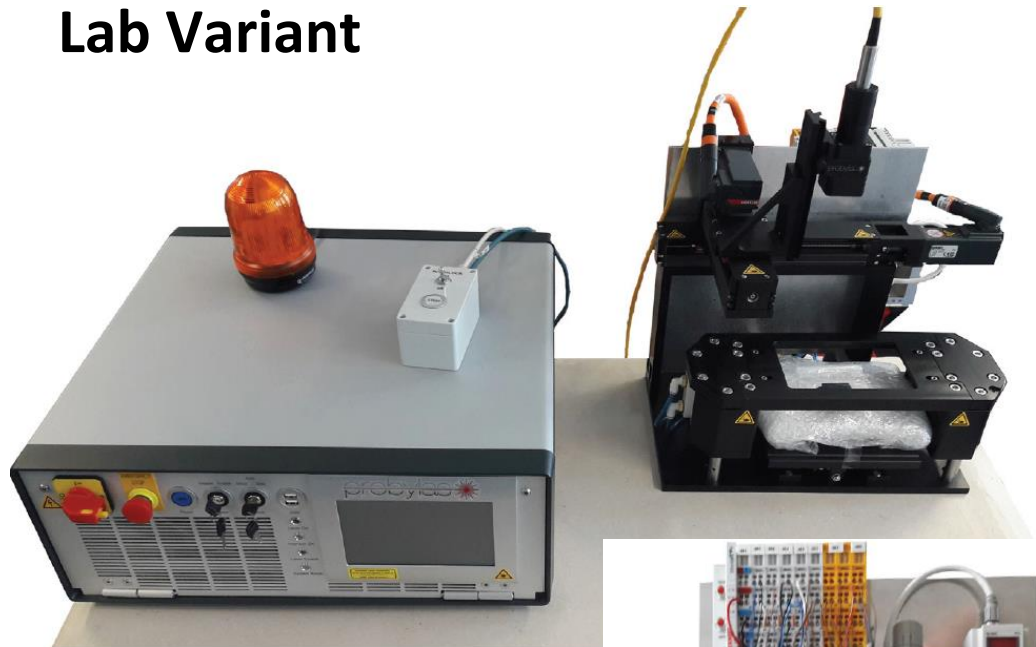
- digitalt og analogt grensesnitt for ekstern kontroll
- dobbel kanal for sikkerhetsbeskyttelse (utførelse nivå E)
- forskjellige muligheter for lokal og fullstendig nød-stopp
- Ethernet-tilkobling for datautveksling og fjern-service
- support fra spesial-maskinbyggere for integrering, sveise-prosess, og sikkerhet kan tilbys



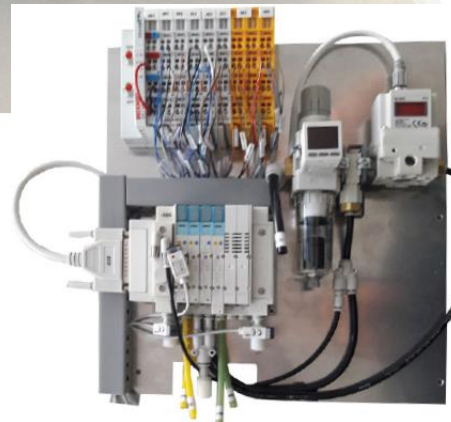
# 7. Modula - Sub-system for montasje

## Modula - montasjemateriell for "stand-alone" bruk eller enklere integrasjon

### Lab Variant



for åpent arbeid i lab  
med laser sikre briller  
(laser klasse 4)



### Inline - Variant med scanner 100x100 mm. for integrasjon på bane eller stort rotasjonsbord







**Contact:**

**ProByLas AG**

**Technopark Luzern, Platz 4**

**CH-6039 Root D4**

**Switzerland**

**Tel: +41 41 541 91 70**

**[www.probylas.com](http://www.probylas.com)**

**[info@probylas.com](mailto:info@probylas.com)**



***I NORGE - [www.seplama.no](http://www.seplama.no)***