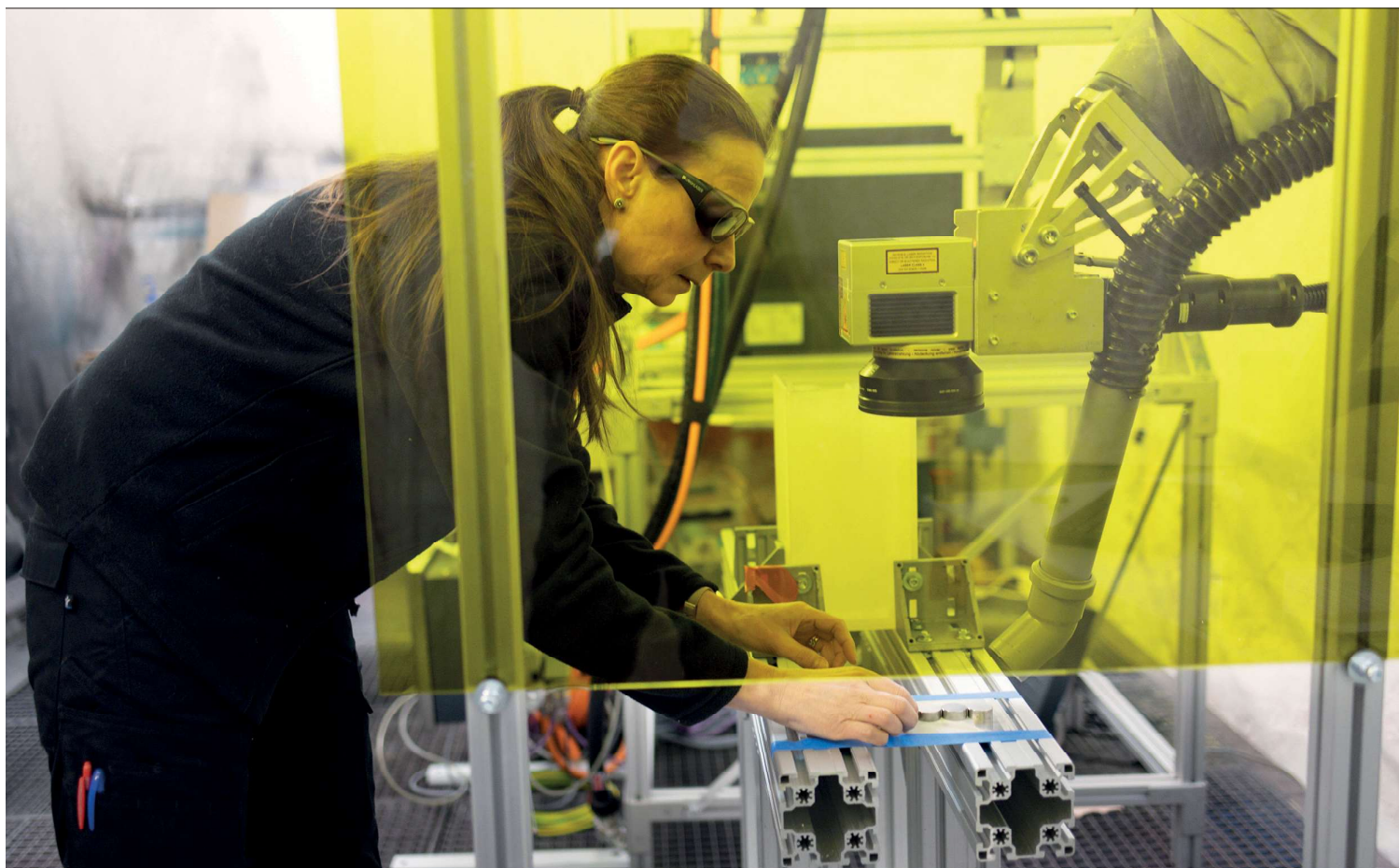


Lasernytt



1-2025



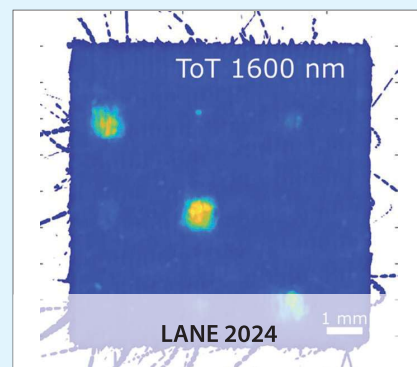
Laserförbehandling för en effektiv och hållbar tillverkning



Rapport från Laserdag II



Laserablation Aluminium





20th Nordic Laser Materials Processing Conference 26th – 28th of August 2025

NOLAMP20 highlights the latest laser R&D from industry, institutes, and academia, featuring scientific and industrial contributions in:

- Laser materials processing and applications
- Laser technologies and systems innovation
- Process monitoring and smart manufacturing

Event webpage

Further information will be announced in due time on the conference website: dtu.events/nolamp20

Venue

The conference will take place at the Lyngby Campus of Technical University of Denmark.

Keynote speakers



POLITECNICO
MILANO 1863

Bianca Maria Colosimo,
Full Professor, Polimi



Upadrasta Ramamurty,
*Full Professor, NTU
Presidents Chair*



Chu Lun Alex Leung,
*Associate Professor, UCL
Co-Director MSM Group*



Dermot Brabazon,
*Full Professor, DCU
Director APTRC*



Roland Logé,
*Associate Professor, EPFL
PX Group Chair*

Kontakt: Michael Andersson, Conference Coordinator Phone: +45 452 562 56 mica@dtu.dk

Sponsorship Packages

- **Premium sponsor** – 1200 €
Includes 1 Industry talk, 1 ticket and promotional materials
- **Gold sponsor** – 2500 € (limited availability)
Includes 1 Industry talk, 1 booth, 1 ticket, and promotional materials
- **Diamond sponsor** – 3000 € (limited availability)
Includes 1 Industry talk, 1 booth, 2 tickets, and promotional materials



Lasernytt ges ut av
Lasergruppen c/o Svetskommissionen
Grev Turegatan 12 A, 114 46 Stockholm
Telefon: 08-120 304 00

Redaktör
Lars Hamrebyörk

Redaktionellt arbete
Lars Hamrebyörk
Telefon: 070-630 22 17
E-post: lars.hamrebyork@construedo.se

Ansvarig utgivare
Joakim Ekeröth

Lasernytt på Internet
www.lasergruppen.eu

Layout: Marcus Dahlin, Dahlin grafisk design.

Tryck: Haninge Tryckeri



INNEHÅLL

Laserförbehandling för en effektiv och hållbar tillverkning	4
Lasergruppens konferens Lasersäkerhet	7
Laserdag II – GKN Aerospace i Trollhättan	8
Välkommen till Laserdag I, 2025	12
Gambling and lasers at LANE 2024	14
ICALEO summary – Lasers in Hollywood	20
Gröna kortet	24
Nya kompetenser behövs för att möta förändrade krav inom industrin	25
Kalendarium	29
Handhållen Laser	30
Laserablation aluminium	32
Gaser för laserskärning – nyckeln till perfekta resultat	35
Termer och definitioner lasersvetsning	36
Ny teknologi lyfter lasersvetsning och 3D-printning	38
Medlemsföretag	39

Tankar från styrelsen

Europa i Förändring: Lokal Produktion och Hållbarhet

När jag började skriva på denna spalt i januari tänkte jag ta upp några mindre förändringar. Som exempel ser vi att det installeras skärlasermaskiner med 60kW i Norden och att det finns upp till 120kW på marknaden. Sen hände något och när jag nu sitter i slutet av mars vet jag inte riktigt var jag skall börja. Det enda jag med säkerhet kan säga är att det kommer ske stora förändringar inom industrin på grund av det ändrade världsläget. Europa behöver ställa om snabbt för att kunna möta ett ökat behov av lokal produktion. Försvarsindustrin, som en del har sett som problematisk, har hamnat i ett helt annat läge. Dels har vi tvingats inse att vi eventuellt kommer behöva ansvara till större del för vårt eget försvar utan hjälp från annan makt, dels har anslagen ökat lavinartat och kommer med stor sannolikhet att fortsätta öka. Denna vecka gick Sveriges regering ut med att man skall satsa 300 miljarder extra under en 10 års period. De pengarna kommer till stor del att hamna i industrin. Givetvis inte bara i Sverige, men även det som hamnar i Europa kommer att påverka oss.

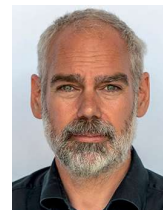
Det har alltid varit svårt att spå om framtiden. För ett år sedan hade jag med stor sannolikhet pratat om e-mobility och de möjligheter vi har där. Jag tror fortfarande att det finns en stor marknad där under kommande år, men att kartan ritats om och vi behöver hitta nya vägar. Behovet finns helt klart.

När vi blickar framåt finns det flera spännande teknologier som kan komma att spela en avgörande roll i industrin. En av dessa är additiv tillverkning, även känd som 3D-printing. Denna teknik möjliggör produktion av komplexa komponenter

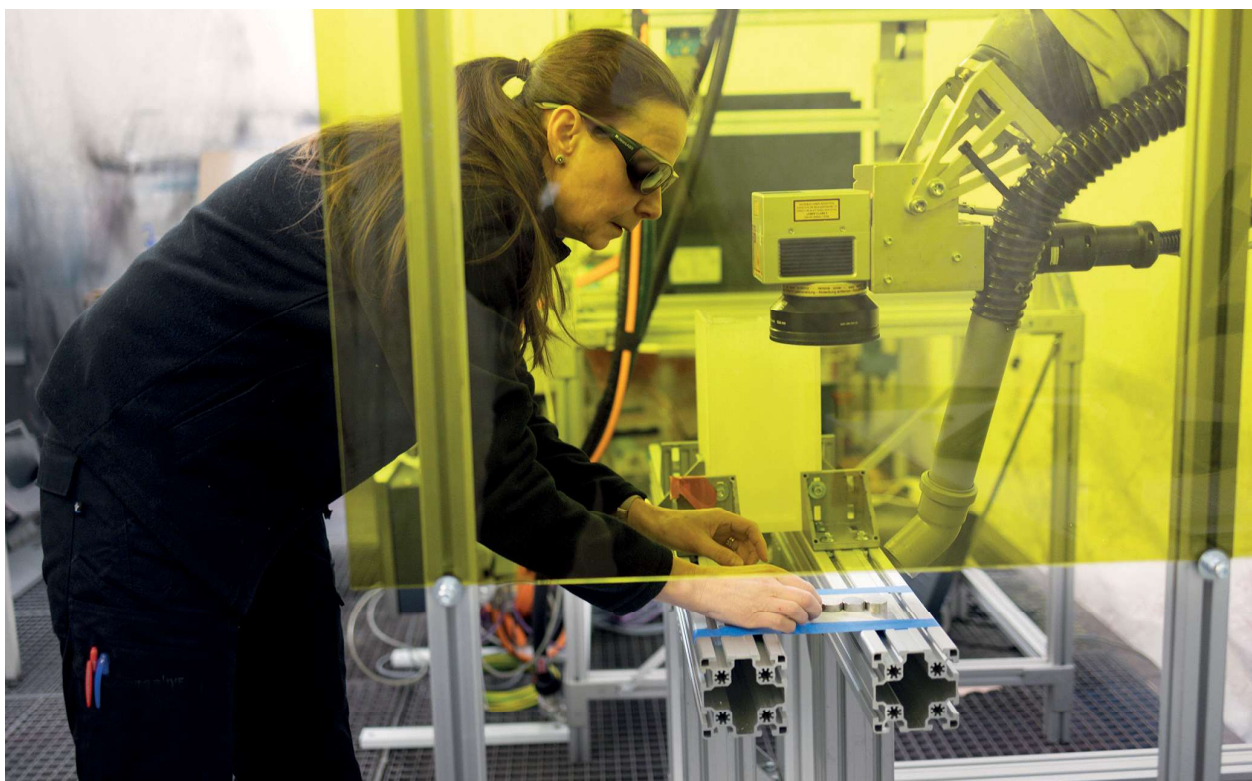
med hög precision och minskat materialspill. Additiv tillverkning passar utmärkt för lokal produktion och kan minska behovet av transporter, särskilt över gränser som tidigare varit öppna men nu är stängda av politiska orsaker eller tullar. Om alla stater i Europa skall skala upp sin industri kan det bli materialbrist, och då är additiv tillverkning ett utmärkt exempel på en teknik som sparar på materialet.

Automatisering och digitalisering är också nyckelfaktorer för att öka effektiviteten och konkurrenskraften. Genom att integrera avancerade teknologier som robotik och artificiell intelligens kan företag förbättra sina produktionsprocesser och möta de ökande kraven på hållbarhet och flexibilitet. Det är också viktigt att investera i utbildning och kompetensutveckling för att säkerställa att arbetskraften är redo att hantera den nya tekniken.

Avslutningsvis kan jag bara konstatera att vilken väg industrin och samhället än tar så kommer lasertekniken att vara en del av den, då det är dagens men framför allt framtidens teknik!



Författare Björn Lekander
Permanova



Laserförbehandling för en effektiv och hållbar tillverkning

Förbehandling av ytor – varför? Ytförbehandling är en viktig process som förbereder en yta för nästa tillverkningssteg, såsom limning, svetsning, målning eller beläggning. Detta steg är avgörande för att säkerställa kvaliteten och hållbarheten hos den slutliga produkten. Vanliga förbehandlingsmetoder inkluderar mekaniska, kemiska, elektrokemiska och termiska tekniker. Den önskade resulterande ytan beror på den specifika efterföljande processen, som kan kräva olika nivåer av renhet från partiklar och oljor, samt jämna ytor med specifik yttopografi. Att uppnå dessa krav är avgörande för den tillverkade delens funktion och hållbarhet.

Förbehandling inför termisk sprutning

Termisk sprutning är en beläggningsmetod som används för att snabbt skapa tjocka beläggningar med extra funktionalitet och hållbarhet, och är utmärkt för återtillverkning och reparation av komponenter.

Under beläggningsprocessen sprutas ett smält material på ytan där det stelnar i form av splatter och genom successiv överlappning bygger upp beläggningen. För optimala egenskaper är beläggningens vidhäftning till ytan avgörande. Denna vidhäftning är främst mekanisk eftersom beläggningarna bildas och fäster genom successiv överlappning

av träffande partiklar som stelnar och krymper över substratets ojämnheter. Detta innebär att ytan som ska beläggas behöver visa en viss grad av ytråhet. Idag erhålls den grovheten nästan uteslutande genom sandblästring, en process där substratyten bombarderas med sandkorn som skapar kratrar. Den i sin tur ger upphov till tekniska och miljömässiga aspekter som begränsar en utbredning av termiskt sprutade applikationer. Dagens ökande efterfrågan på mer hållbara och motståndskraftiga produktionssystem uppmanar till sökandet efter alternativa förbehandlingslösningar.



Cecilia Goyenola

Tekn.Dr., Material och produktion,
Avd. Tillverkningsprocesser, Rise

Att skapa ytstruktur med laser

Förbehandlingen med laser bygger på att när en laserstråle i det infraröda spektrumet lyser på en yta med tillräcklig kraft, absorberas laserenergin av ytan och omvandlar den till termisk energi. Resultatet blir borttagning eller omsmältning av det översta lagret och att föroreningarna förångas. Beroende på effekten och hur laserutrustningen är utformad transformeras även ytstrukturen och topografin. Laserförbehandling

kan vara en snabb, ren, flexibel, robust och miljövänlig process, som både kan användas i lokala mönster eller heltäckande över ytan. Dessutom kan laserbehandlingar bidra till att minska koldioxidavtrycket från tillverkningsprocessen jämfört med traditionella förbehandlingsprocesser.

Jämförelsen mellan sandblästring och lasertexturering

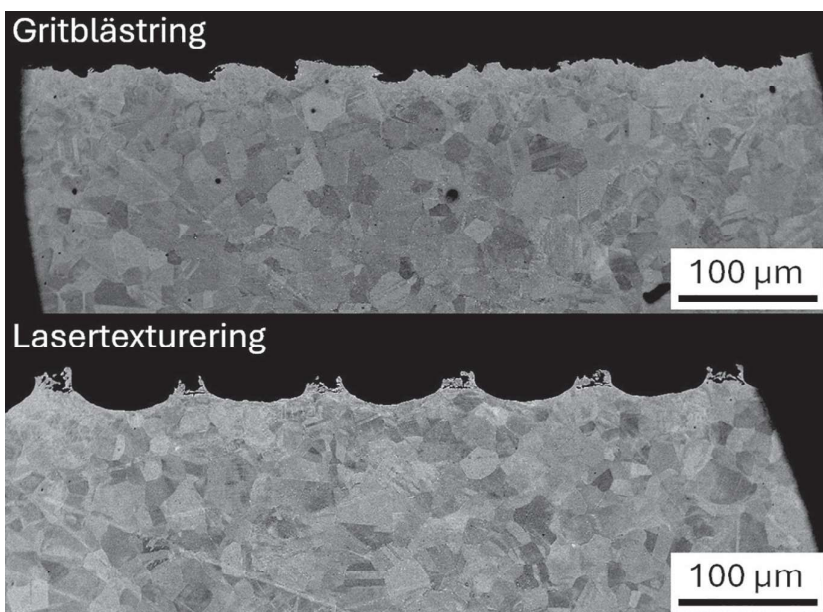
Nackdelar med sandblästring är den slumpmässiga yta som bildas, sandresor i substratet och ibland formförändringar, som kan leda till komponenthaveri. Med lasertexturering förbättras kontrollen över yttopografi avsevärt, vilket ger möjlighet att designa texturen för en specifik applikation med hög repeterbarhet. Denna skillnad syns tydligt i Figur 1, där den sandblästrade ytan visar en slumpmässig topografi, medan den lasertexturerade ytan visar en ordnad topografi av kullar och dalar av liknande storlek och separation.

Vidare kräver sandblästring ytterligare steg, såsom kemikaliebaserad rengöring/avfettning före blästring, bortblåsning av dammet som bildats under processen och eventuell komponentmaskering. Detta leder till en flerstegs, tids- och resurskrävande förbehandlingsprocess. I stället skapar laserstrålen ett mönster genom att ta bort och omsmälta mikrometertunna lager av material utan inblandning av verktyg eller processvätskor, vilket gör ytan kemiskt ren och uppruggad samtidigt i ett svep.

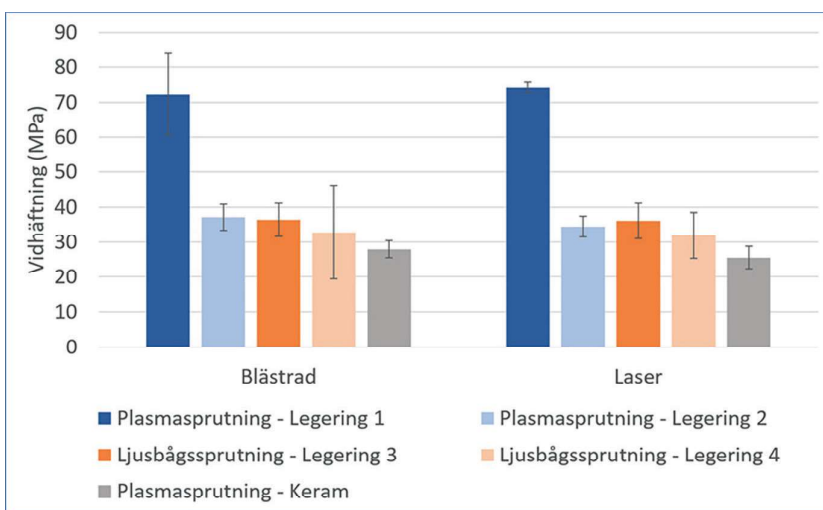
Kan man nå termisk sprutnings krav med laser? Ja

Under några år har forskare vid RISE undersökt möjligheten att ersätta dagens förbehandling med lasertexturering. Fram till nyligen fanns det endast begränsade exempel och forskning inom området, tillämpade på mycket specifika fall. Därför var det svårt att översätta dem till det stora utbudet av material, beläggningar och tekniker som finns inom termisk sprutningsindustri.

För att fylla kunskapsluckan och utvärdera om lasertexturering är en relevant process för industriell implementering inför termisk sprutning, startade en grupp företag verksamma inom tekniken, ledd av RISE tillsammans med Högskolan Väst, det industriella forskningsprojektet LaTeX år 2021.



Figur 1: Svepelektronmikroskopi, tvärsnittsbild av en stålbaserad komponent efter ytpreparering med sandblästring och laserbehandling.



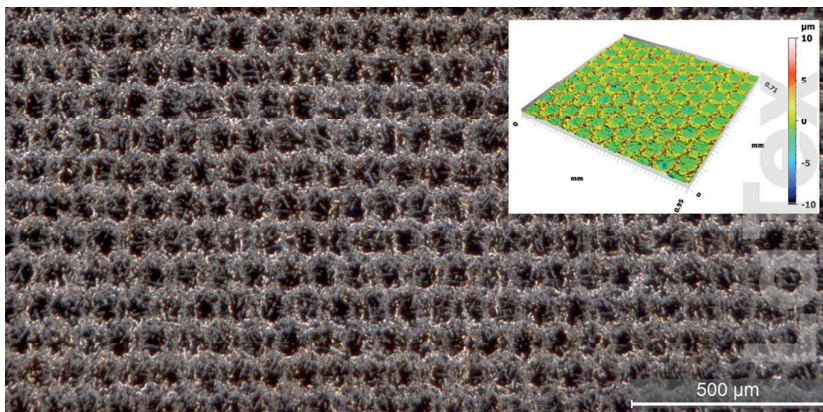
Figur 2: Vidhäftning med fem olika termiska spraytekniker/beläggningsmaterial på samma metalliska substrat efter sandblästring respektive laserbehandling.

Projektet utnyttjade erfarenheter och kunskap från en mångsidig grupp av aktörer: akademi, institut och olika industribranscher, vilket gjorde det möjligt att testa olika substratmaterial, sprutmetoder, beläggningsmaterial och geometrier. Tester i labbskala visade att beläggningen efter laserbehandling presterar minst lika bra som efter sandblästring. Vidhäftningstester av flera uppsättningar av substrat, sprutprocess och beläggning visar att för liknande grovhetsnivåer blir vidhäftningsstyrkan likvärdig efter sandblästring som laserbehandling. Figur 2 visar vidhäftningsresultat från fem olika plasma- och ljus-

bågsprutade beläggningar på samma typ av substrat.

LaTeX – Industriella försök

År 2024, det sista året av projektet LaTeX, fokuserades aktiviteterna på att skapa demonstratorer baserade på varje industriell partners produktionssteg. Lasertexturering av faktiska komponenter utfördes på RISE med hjälp av labbskaleutrustning, medan termiska sprutbeläggningar applicerades vid partnerernas produktionslinjer. De sprayade beläggningarna testades enligt interna rutiner. Resultaten var överväldigande positiva, med tre av fyra fall som



Figur 3: Optiskt mikroskop toppvy av ytan på ett stålaserat substrat efter laserbehandling, och dess motsvarande topografi.

presterade lika bra som de traditionellt behandlade komponenterna. Det fall som inte uppfyllde förväntningarna gav värdefulla insikter i utmaningarna med implementeringen och hur man kan hantera dem framöver.

Slutsats, sand eller ljus?

Projektet visade effektiviteten och fördelarna med lasertexturering före termisk sprutning i industriella miljöer. Antagandet av lasertexturering i stället för blästring förväntas förbättra arbetsmiljön genom att eliminera partiklar, vibrationer och buller; öka resurseffektiviteten genom att ta bort behovet av kemikalier och blästringsmaterial och avsevärt minska energiförbrukningen; minska antalet komponentfel tack vare konsekventa ytegenskaper; och leda till

nya utvecklingar inom termiska sprutbeläggningar och processer.

En viktig aspekt av laserteknik är arbetsmiljön, eftersom ögonen måste skyddas från det nära infraröda ljuset med antingen speciella glasögon eller genom att placera lasern i ett skåp. En annan utmaning är att laserbehandlingen inte kan utföras manuellt som blästring, vilket kräver automatisering av processen. Det finns andra frågor kvar att besvara för enskilda fall som planeras att besvaras i framtida forskningsprojekt. Vi har dock nu en mycket bättre förståelse för interaktionen mellan laser och material, hur det påverkar belägningsvidhäftning och implementeringsutmaningar. ■

Om du vill veta mer kan du kontakta: Cecilia Goyenola (cecilia.goyenola@ri.se)

Förklaringar av uttryck i artikeln

Projekt LaTex – Lasertexturering före termisk sprutning

- Projektet pågick mellan 2021 och 2024 med följande partner: RISE (koordinator), Högskolan Väst, Agaria, Azelio, IKEA, LEAX Skaraborg, Skandinavisk Ytförädling och Tenneco. Arbetet utfördes inom det strategiska innovationsprogrammet Produktion2030, en gemensam satsning av Vinnova, Formas och Energimyndigheten.
- LaTex undersökte ersättningen av den traditionella flerstegs blästringsprocessen med en enstegs automatiserad lasertexturering som ytbehandlingsprocess före termisk sprutning. Det övergripande målet med projektet var att demonstrera dess effektivitet och fördelar i industriella miljöer. Förhoppningen är att med laser generera en process som är flexibel, mer repeterbar och med lägre miljö- samt arbetsmiljöbelastning än dagens förbehandlingsprocess.
- I projektet användes en Nd:YAG-laser. Laserutrustningen distribuerar korta fokuserade högeffektpulser (i storleksordningen tiotusentals per sekund) som bildar ett rutnät över ytan. Genom att välja olika parametrar (puls-effekten, pulsfrekvensen, rutnätets form osv.) kan man designa och ta fram mycket specifika och reproducerbara texturer. Se *Figur 3*.

Definitioner/förklaringar av använda begrepp i artikeln:

- *Yttopografi, yttextur eller ytstruktur*, refererar till de fysiska egenskaperna hos en ytas mikroskopiska och makroskopiska struktur. Det inkluderar aspekter som ytans grovhet, vågighet, och de små detaljerna som kan påverka hur ytan interagerar med andra material eller processer.
- *Sandblästring*, Att förbereda en yta genom sandblästring innebär att bombardera ytan med ett abrasivt material, ofta aluminiumoxid. När sandpartiklarna träffar ytan skapar de topologiska egenskaper, d.v.s. kratrar, av olika storlekar och djup. Det resulterar i en uppruggad yta som främjar den mekaniska vidhäftningen av de smälta dropparna som bygger upp den termiskt sprutade beläggningen.

Intressant pågående projekt att följa

LaBoCa – Laser-förbehandling för högpresterande fogning.

Projektet handlar om hållbar förbehandling med laser och kvalitetskontroll för högpresterande limning av gjuten aluminium. Projektet har för avsikt att utveckla nära klimatneutrala förbehandlingsprocesser med laser inför limning och lasersvetsning. Processerna är tänkta att användas till elektriska fordon (EV) och förväntas leda till speciellt anpassade ytor. Målen är att generera ökad livslängd hos fogarna genom förbättrad ytkemi och ytstruktur.

För mer info besök: <https://www.ri.se/sv/expertisomraden/projekt/laser-forbehandling-for-hogpresterande-fogning>

Lasergruppens konferens Lasersäkerhet



Peter Nerman
Scania CV AB



Mikael Juntti, Ferruform AB, *Larisa Mileshina*, Strålsäkerhetsmyndigheten, *Peter Nerman*, Scania CV AB, *Joakim Ekeröth*, Svetskommissionen, *Marilla Altersten*, Strålsäkerhetsmyndigheten, *Magnus Dahlström*, Linde, *Kristina Magnusson*, 3M, *Philip Marriott*, Fagon AB, *Carina Haglund*, 3M Ordförande, *Jan Frostevarg*, LTU, *Marcus Wiederkehr*, 3M, *Peter Norberg*, Svetsmaskinservice AB, *Zuheir Barsoum*, KTH, *Robert Leo*, GKN Aerospace Sweden AB, *Niklas Larsson*, LMI AB, *Tim Smit*, LMI AB, *Henrik Andreasson*, GKN Aerospace Sweden AB, *Anders Fors*, LMI AB. **Ej med på bild:** *Martin Lindgren*, Arbetsmiljöverket, *Stefan Andersson*, Tetrapak.

Den 6 mars arrangerades en konferens hos värden 3M i Solna på temat lasersäkerhet i regi av en speciellt tillsatt arbetsgrupp inom Svetskommissionens Lasergrupp. Bakgrunden till detta är att det under de sista två åren börjat komma ut billiga (cirka 30 kSEK) handhållna lasersvetsutrustningar med hög uteffekt (>2 kW) på marknaden. Dessa saluförs ofta på nätet som en sorts ”mirakelmaskiner” som ger goda svetsresultat även för ovana användare med liten/ingen svetserfarenhet, se ovanstående annons införd i SVD Näringsliv den 1 juni förra året (2024).

Säkerhetsaspekterna talas det däremot tystare om och oftast anges endast att det är nödvändigt att använda speciella laserskyddsglasögon. Någon inkapsling/avskärmning nämns överhuvudtaget inte. I princip skulle detta alltså kunna vara något för varje garagemeckare i vårt avlånga land. Då flera av Lasergruppens medlemmar börjat få frågor från allmänheten om denna typ av utrustningar insåg vi att något behövde göras.

Vid konferensen deltog förutom personer från Lasergruppen även speciellt inbjudna från Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) och Arbetsmiljöverket. Under konferensen genomfördes flera presenta-

tioner där de potentiella farorna med denna typ av utrustning belystes tydligt. Alla deltagare insåg att det nu handlar om en helt annan nivå av lasereffekt jämfört med enklare laserpekare med uteffekter i milliwatt-området. De nya handhållna lasersvetsutrustningarna har en uteffekt som är upp till en miljon gånger högre än vanliga laserpekare, vilket gör dem potentiellt farliga för det mänskliga ögat – även på mycket långa avstånd. Det bör dock påpekas att det är stor skillnad mellan de olika handhållna lasersvetsutrustningarna på marknaden. De billigaste har mycket enkla/bristfälliga säkerhetsanordningar i jämförelse med maskiner som saluförs från mer seriöst håll (IPG/LMI).

Vid konferensens slut var alla deltagare eniga om två saker:

1. Att förbjuda handhållna lasersvetsutrustningar bedömdes inte som en framkomlig väg men däremot kan någon form av anmälningsplikt till berörda myndigheter (SSM) vara lämpligt.
2. Behovet av upplysning och utbildning inom området ansågs vara mycket stort varför beslut togs om att inom kort anordna en särskild workshop den 7/5 i år för användare av handhållna lasersvetsutrustningar.

Laserdag II – GKN Aerospace i Trollhättan



En del av de personer som deltog i Laserdag-II samlade för ett gruppfoto. Detta foto fångar engagemanget bland deltagarna under evenemanget. Från vänster i Niclas Sjöstedt, Mikael Blomstrand, Robert Leo, David Koljo, Jan Frostevarg, Daniel Björkström, Eric Edsand, Eleanor Bodling, Mikael Olsson, Esbjörn Lind, Joakim Ekeröth, Matthias Widen. Fotografiet är taget i entréhallen på GKN Aerospace Sweden AB i Trollhättan.



Ordförande Jan Frostevarg, Luleå Tekniska Universitet hälsar välkommen till Laserdagen.

GKN Aerospace – global ledare inom flygindustrin

Robert Leo och Hanna Gertsson, GKN Aerospace AB

GKN Aerospace har 32 tillverkningsanläggningar i 12 länder och betjänar 90 procent av världens flygplans- och motortillverkare. Företaget specialiserar sig på utveckling och leverans av avancerade flygstrukturer och motorsystem. Företagets produkter, system och tjänster är integrerade i majoriteten av dagens kommersiella och militära flygplan, från helikoptrar och affärsjet till passagerarplan och avancerade luftmobilitetsfordon, samt toppmoderna stridsflygplan.

En av dessa anläggningar finns i Trollhättan, Sverige, där företaget spelar en central roll i den lokala och globala flygindustrin. Företagets strävar efter att vara den mest pålitliga och hållbara partnern i luften.

Ett fokuserat företag med tre kärnmarknader

GKN Aerospace är verksamt inom tre kärnmarknader. I Trollhättan ligger fokus på Engines, med ambitionen att vara en Super Tier 1-leverantör – det självklara valet för kunder genom unika lösningar och gemensam produktutveckling. Engines-segmentet omfattar kapacitet för strukturella komponenter, reparationer, samt kommersiella och eftermarknadskontrakt. Företaget är ock-

så OEM-leverantör av RM12-motorn och producerar munstycken och turbinkomponenter för rymdverksamhet. GKN Aerospace arbetar även inom Civil och Defence.

Ledande inom teknologi och innovation

GKN Aerospace har etablerat fyra teknologicenter: Nederländerna, USA, Storbritannien och Sverige, där vi förser verksamheten med unik kunskap genom att utveckla teknologin tillsammans med produkten. GKNs satsning på forskning och utveckling är en av företagets främsta styrkor, vilket gör oss till en av få aktörer som verkligen förstår processen och teknologin bakom produktionen av avancerade produkter. Passagerartrafiken ökar med 5 procent

årligen, då efterfrågan och behoven av att flyga ökar bland världens befolkning. Att investera i forskning och utveckling innebär dock även en betydande risk för företag, vilket har lett till att flygindustrin använder sig av så kallade Risk and Revenue Sharing Partners (RRSP). Dessa avtal innebär att de inblandade parterna delar på kostnader, risker, avkastning och kompetens för ett motorprogram. Till exempel, om ett problem uppstår med motorn som förhindrar driftsättning, delas kostnaderna mellan parterna, även om det inte är GKN som orsakat problemet. Genom att då delta i partnerskap kan GKN specialisera och utveckla sina program för att leverera högkvalitativa och pålitliga produkter som uppfyller de stränga kraven inom flygindustrin.





GKN Aerospace i Trollhättan – Från lokomotiv till flygkomponenter

GKN Aerospace Sweden har en lång och anrik historia som sträcker sig tillbaka till 1850-talet, då Trollhättans Mekanis-

ka Verkstad började tillverka ångmaskiner i Trollhättan. Vid den tiden hade företaget 57 anställda, men i början av 1900-talet hade arbetsstyrkan vuxit till 1000 personer och i samband med detta

bytte företaget namn till NOHAB, vilket stod för Nydqvist & Holm AB. Under de senaste 175 åren har företaget genomgått många förändringar. NOHAB blev uppköpt av Bofors 1936 och senare av Volvo på 1940-talet, som döpte om företaget till Volvo Flygmotor och senare Volvo Aero. Sedan 2012 drivs företaget under namnet GKN Aerospace Sweden.

Tillverkande organisation

I Trollhättan arbetar vi inom tre affärsområden: Commercial, Governmental och Space. Inom affärsområdena Commercial och Governmental tillverkas en rad avancerade komponenter för jetmotorer med fokus på integrerad innovation inom sex specifika områden: Fan Statistics, Compressor Statistics, Turbine Statistics, Rotatives, Parts Repair och Military Systems. För vår rymdverksamhet tillverkar vi rymdmarkomponenter.

I den främre delen av en jetmotor, även kallad den kalla sektionen, använder vi titanlegeringar som är utvalda för att hantera de relativt lägre temperaturerna på upp till 300-650°C som uppstår när luften komprimeras. I den bakre delen av jetmotorn, temperaturen kan nå 1700°C, använder vi superlegeringar för att klara de extrema förhållandena och säkerställa motorns prestanda och hållbarhet.



Sammanfogas genom svetsning med Laser och GTAW blandning mellan plåt och smide och gjutgods.

Inom OE produkt tillverkas

Pratt & Whitney 24K och 30K TEC (Turbine Exhaust Case) i nickelbas material som är placerad i motorns bakre del, bakom lågtrycksturbinen. Fläkten är separerad från lågtryckskompressorn och lågtrycksturbinen via en växellåda som man kan optimera hastigheten bättre Bränsleförbrukningen, buller. Detaljen är designad av GKN inom GKN:s designsystem

Några av dess funktioner:

- Rätar ut flödet från motorn, effektivare framdrivning
- Stödjer lågtrycksturbinaxeln, (lagerhus i slutet av axeln)
- Bakre fästordningen av motorn till vingen
- Försörja lagerhus med olja

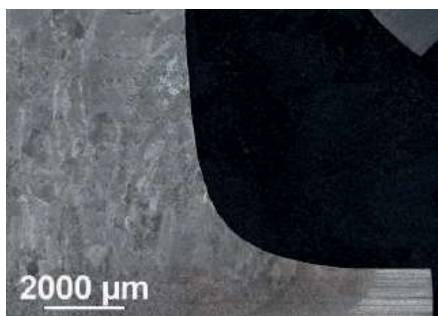
24K TEC sitter på Airbus: A220, flygplanen har en räckvidd på 6390-6700 km. Enkel gång med antal A220 135-160 passagerare. Finns även på Embraer E190-E2 och E195-E2 flygplanen har en räckvidd på 4815-5278 km Enkel gång med antal 106-146 passagerare.

30K TEC sitter på Arbus: A319, A320 och A321neo flygplanen har en räckvidd på 67600 – 7800 km. Enkel gång med antal A319 160 passagerare, A320 189 passagerare, A321 240 passagerare.



Sammanfogas genom svetsning med Laser och GTAW blandning mellan gjutgods, plåt och smide.

General Electric GENx TRF (Turbine Rear Frame) i nickelbas material 1B och 2B sitter på Boeing 787 Dreamliner flygplanen har en räckvidd på 11730 -14010 km. dubbla gånger med antal 248-336 passagerare. TRF är monterad bakom lågtrycksturbinen (LPT) längst bak i GENx och har ett huvudsyfte att stödja den bakre änden av lågtrycksrotorn. På grund av dess placering i motorn är den skapad för att uthärda höga temperaturer samt stora strukturella belastning-



L-DED-w (Laser metal deposition) bossarna tillverkas på plats i laserstationen, och svetsas lager för lager direkt på plåtsvepet med laser och tråd.

ar som förekommer bakom turbinen. Detaljen är ursprungligen designad av GKN inom GEs designsystem.

Några av dess funktioner:

- Rätar ut flödet från motorn, effektivare framdrivning
- Stödjer lågtrycksturbinaxeln, (lagerhus i slutet av axeln)
- Bakre fästordningen av motorn till vingen (två primära, ett sekundärt)
- Försörja lagerhus med olja

Rolls-Royce Trent XWB ICC (Intermediate Compressor Case) i titanlegering sitter på Airbus A350 flygplanen har en räckvidd på 15000-16100km. dubbla gånger med antal 440-480 passagerare.

XWB ICC befinner sig i mitten utav motorn mellan IP- och HP kompressorer och tillhandahåller aerodynamiska, strukturella, sekundära luft-, olja- och



andra stödjande funktioner för motorn, håller lagren för alla tre roterande system. Huvudenheter är lågtrycks- och mellantrycksaxelenheten, högtrycksaxeln och höljesenheten.

Detaljen är designad av GKN inom GKN:s designsystem. ■



XWB ICC består i huvudsak av 60 delkomponenter som sammanfogats genom svetsning med laser, tig och plasmasvets, till en komplett detalj.

Presentationer från Högskolan Väst



Utmaningar, för- och nackdelar med additiv tillverkning med laser och tråd Fredrik Sikström, Högskolan Väst

Additiv tillverkning av metaller med laser och tråd (DED-LB/w) är en stark kandidat bland teknologierna för 3D printing. Anmärkningsvärt är att metoden har kvalificerat sig in i flygmotorbranschen så att delar i många av de plan som flyger idag är delvis printade. Även annan industri ser fördelarna med processen för att förutom vid tillverkning



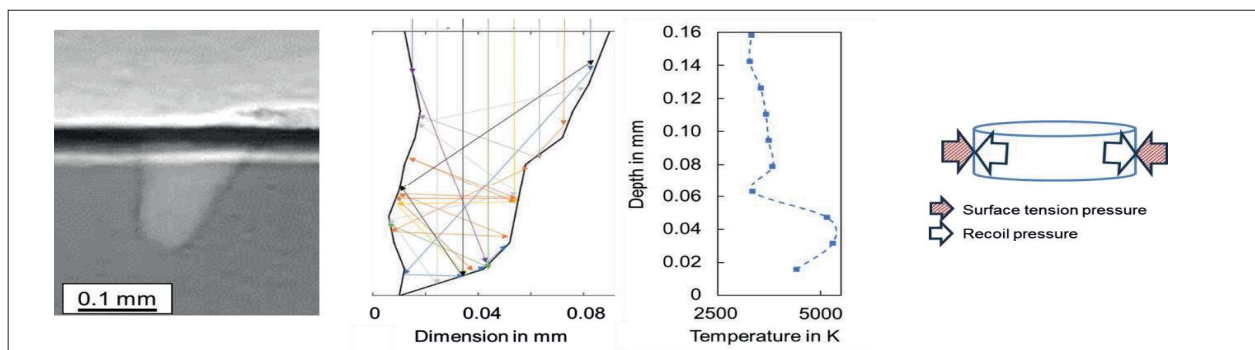
av komponenter också kunna addera funktioner på befintliga komponenter eller reparera och förstärka. Fördelarna med processen är bland annat att:

- man kan nå en hög produktivitet (upp emot 10 Kg/timme),
- byggvolymen är stor och definieras av manipulatorns (robotens) arbetsområde,



- Man använder nästan 100% av tillsatsmaterialet,
- Tillsatsmaterialet är vanlig svetstråd. Det finns förstås också nackdelar:
- höga investeringskostnader,
- höga krav på säkerhet,
- brist på laserkompetens,
- relativt mycket tillförd värme används inte direkt i processen.

Vissa utmaningar kvarstår innan metoden kan nå ännu högre acceptans i industrin något som engagerar industri- och forskning inom området. En sådan utmaning är att ju högre produktivitet



Figur 1: Keyhole i röntgenbild, extraherat keyhole inklusive strålsparning för temperaturhärledning, temperatur i keyhole djupriktning; tryckbalans i segmentet.

desto smalare processfönster vilket kräver återkopplad styrning. Den generella automationsgraden måste också öka så att styrsystemet kan kompensera för störningar och programmera sig själv för att möta den geometri som är given. Smartare automation bygger på att man har sensorer och digitala tvillingar som håller reda på vad som händer i processer. Slutligen visar erfarenhet att man måste utveckla bättre metoder för underhållsövervakning när man tillverkar detaljer som kräver många timmars processtid. Sammanfattningsvis kan man säga att DED-LB/w har kommit för att stanna i industrin i tillämpningar med mycket höga krav på kvalitet samtidigt som det fortfarande finns många intressanta utmaningar som när de tacklats kommer att bredda teknologin mot fler tillämpningar.

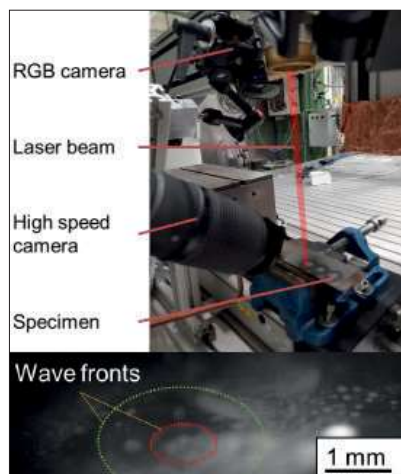
Laserstrålar för ytspänningsmätningar Jörg Volpp, Höskolan Väst

Ytspänning är en elementär egenskap hos material. För metaller är värdena ofta inte tillgängliga, särskilt inte vid höga temperaturer nära koktemperaturer. Ytspänning är en mekanisk kraft på ytan parallellt med en vätskeyta på grund av attraktionskrafter mellan atomer eller molekyler. Vid mycket höga temperaturer långt över smälttemperaturen finns endast knappa data tillgängliga från experimentella mätningar och teoretiska förutsägelser är svåra. Flera effekter som inträffar vid temperaturer närmare koktemperaturen är dock kända för att vara icke-linjära med temperaturen. Eftersom de fysiska förhållandena vid en ökande temperatur ändras avsevärt, verkar en enkel extrapolering från datapunkter som genereras vid lägre temperaturer inte vara lämplig. En linjär minskning skulle också tyda på

att ytspänningen försvinner vid en viss temperatur. Detta tillstånd observerades dock inte ens vid kokande metallytor. Därför bestämdes ytspänningsvärden med röntgenobservationer. Laserinducerade ångkapillärer skapades. Keyholesdimensioner observerades från sidan med hjälp av röntgenbild (figur 1). Den absorberade energin i var och en av keyholessektionerna bestämdes av en kombinerad ångabsorptions- och 2D-strålningsalgoritm. Efter att alla strålar lämnat keyhole igen togs energin i varje element som energitillförseln i alla cylindriskt antagna keyholeselement. Med hänsyn till värmeledningsförluster beräknades temperaturen för keyholessektionerna. Eftersom diametrarna härleddes från röntgenramarna för keyholessektionerna, beräknades den relaterade ytspänningen i varje sektion på djupet.

Ytspänningsvärden bestämdes med användning av experimentell ytvågsanalys av laserinducerade smältpooler (figur 2). När en ythändelse inträffade på ytan, t.ex. initierad av en avgasande gasbubbla, observerades och utvärderades de resulterande ytvågorna. Deras frekvenser och våglängder bestämdes från videoramarna.

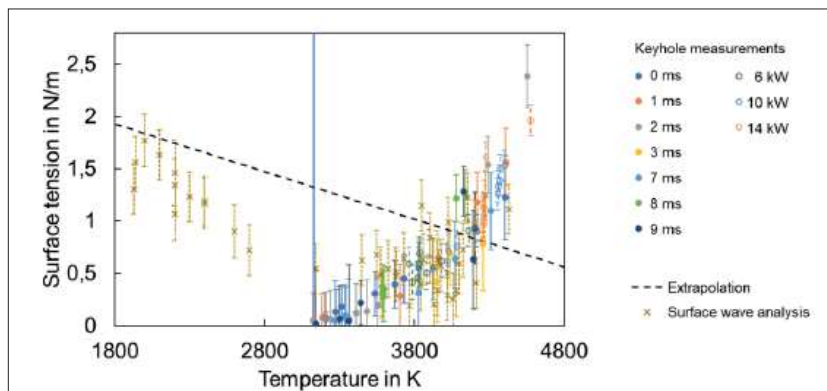
Under koktemperaturen minskar ytspänningen (figur 3). Minskningen är



Figur 2: Inställning och höghastighetsbild för ytvågs-mätningar.

dock brantare än vad extrapoleringen av litteratordata skulle antyda. Över koktemperaturen ökar ytspänningsvärdena.

En ökande tendens av ytspänningsvärden över koktemperaturen observerades. I det laserinducerade nyckelhålet visar de sektioner som absorberar mest energi högsta inducerade rekytryck, vilket bör expandera keyholessektionen. Men eftersom sektionerna uppvisar ganska små diametrar måste ytspänningen öka för att samtidigt motverka det ökade rekytrycket. ■



Figur 3: Ytspänningsmätningar från ytvågs- och keyholesmätningar.

Välkommen till Laserdag I, 2025

Måndag 5 maj 2025 – kl: 16:00 – 19:30

Företagsbesök: Linde Application Technology Center.

Adress: Varuvägen 2, 125 30 Älvsjö

En rundvandring i Lindes lokaler. Lindes egna Foodtruck erbjuder en bit mat och något gott att dricka. Kaffemaskiner finns på plats.

Tisdagen den 6 maj 2025 – kl: 08:00 – 18:00

Seminarier Laserdag I 2025: Vi träffas på Scandic Talk.

Adress: Mössvägen 2, 125 30 Älvsjö – Lokal: Konferenslokal

Lunch: Scandic Talks lunchrestaurang. Kaffe & frukt finns i anslutning till Laserdagens konferenslokal.

Anmälan: via www.lasergruppen.eu/aktiviteter

anmälan är öppen fram till 22 april.

Boende: För boende rekommenderas Scandic Hotel. Hotellbokning sker av deltagarna i egen regi. Vård Laserdag I, den 5 maj är Linde Application Technology Center, Älvsjö i södra Stockholm.

Linde application center, Älvsjö/Stockholm

Linde Application Technology Center (ATC) är en anläggning designad för applikationsutveckling, kundtester, demonstrationer och utbildning inom framför allt svets- och skärområdet. Centret som invigdes i april 2024 är regionalt, och används flitigt av bolagen inom Linde Region Europe North. Förutom applikationsdelen finns också konferensrum. I centret drivs en dynamisk verksamhet där svets- och skärmaskiner kontinuerligt uppdateras med den senaste tekniken inom området. Granne med centret ligger också lab för utveckling av förbränningsteknik i samverkan med stålindustrin.

Om Lasergruppen

Lasergruppen är en samverkansorganisation för främjandet av lasertekniken inom svensk industri. En stark bransch behöver en bra plattform för samverkan, påverkan och utveckling.

Samverkan inom Lasergruppen och medverkan i aktiviteter som temadag: Lasersäkerhet ger viktiga möjligheter till nätverkande och kunskapsutveckling inom ett snabbt utvecklande teknikområde. Medlemskap i Lasergruppen ger tillgång till ett nätverk med Sveriges främsta experter och till information och kunskap om lasertekniken.

Lasergruppen anordnar dessutom Laserdag två gånger per år och ger ut tidskriften Lasernytt.

Välkomna!

Kontaktperson: Jan Frostevarg Luleå Tekniska Universitet Jan Frostevarg jan.frostevarg@ltu.se eller Joakim Ekeröth, Svetskommissionen (www.svets.se/joakim)





Program Laserdag I, 2025 (med förbehåll om eventuella ändringar)

07.30 – 08.00	Årsmöte. Registrering och kaffe	Scandic Talk, konferenslokal
08.00 – 08.55	Årsmöte	Lasergruppen
09.00 – 09.10	Laserdag Registrering och kaffe	Scandic Talk, konferenslokal
09.10 – 09.30	Välkommen till Laserdag I, 2025.	Jan Frostevarg, LTU
	Öppningstal av Lasergruppens ordförande	
09.30 – 09.50	Automation 2D-skärning med laser	Trumpf
09.50 – 10.00	Fri frågestund, diskussion & kort bensträckare	
10.00 – 10.20	Partiklar vid laserskärning, inverkan på lasermaskiner och filterlösningar	Magnus Dahlström, Linde Gas AB
10.20 – 10.30	Fri frågestund, diskussion & kort bensträckare	
10.30 – 10.50	Lasersvetsning hos Swerim	Swerim
10.50 – 11.00	Fri frågestund, diskussion & kort bensträckare	
11.00 – 11.20	Erfarenheter från Laserbearbetning i produktion	
11.20 – 11.30	Fri frågestund, diskussion & kort bensträckare	
11.30 – 11.50	Utveckling och trender inom laserområdet, applikationer och laserteknologi	Jan Frostevarg, LTU
11.50 – 12.00	Fri frågestund, diskussion & kort bensträckare	
12.00 – 12.20	E-mobility, ett område med potential för laserbearbetning	Peter Norman, Scania CV AB
12.20 – 12.30	Fri frågestund, diskussion & kort bensträckare	
12.30 – 13.30	Lunch	Scandic Talk
13.30 – 16.00	Förflyttning till grannfastigheten, Älvsjömässan.	Welding & Automation Expo
16.00 – 18.00	After Work tillsammans med "Expo"	Welding & Automation Expo
18.00 – Kväll	Middag. Separat anmälan för middag	Älvsjömässan
	Via arrangören: Welding & Automation Expo (preliminär kostnad 2000 SEK)	

Gambling and lasers at LANE 2024



Jörg Volpp

Biträdande professor, Avdelningen för
Högskolan Väst

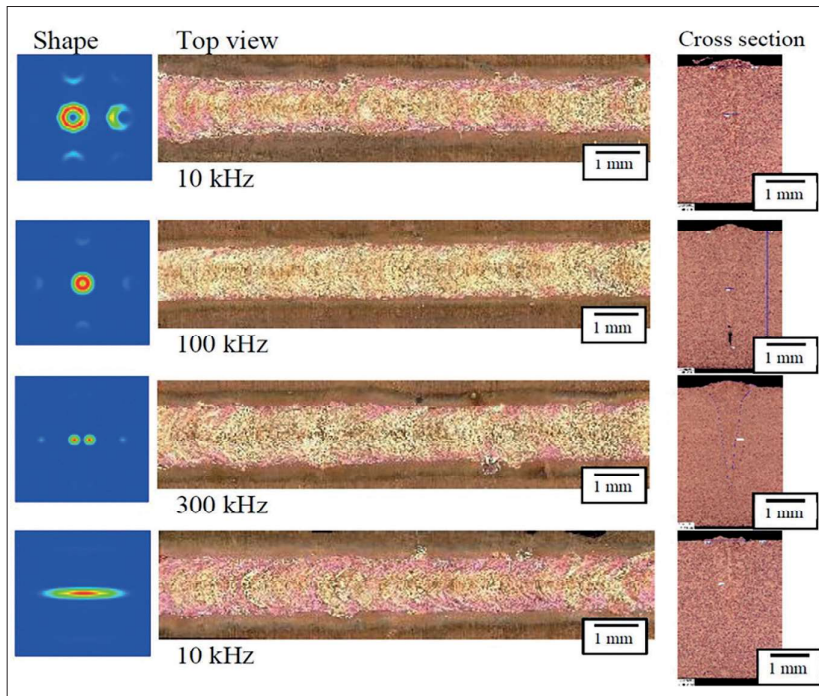


Figure 1: Cu weld seams produced with different dynamic beam shapes.

The 13th CIRP Conference on Photonic Technologies [LANE 2024] started with a social gambling event. During roulette and poker, laser experts from industry and academia met to start discussing new developments in the laser world. More than 300 participants were registered to the four-day event with keynotes and parallel sessions.

Laser welding

The impact of Cu addition during laser welding of 6060-T6 aluminium alloys was investigated. Findings indicated that the modification of chemical composition using filler wires is currently the most efficient approach to improve joint strength, although the Cu additions tend to reduce the weld strength. (Mahsa Rasoulisamar, *Procedia CIRP* 124 (2024) 424–429).

Results obtained during welding copper material using the OPA 6 laser were presented. The novel approach for coherent beam combining of 32 individual beams provides high-frequency beam

shaping with excellent opportunities. For the tested copper material there are several beam shapes available to obtain

qualitatively excellent weld seams with the CBC approach (Fig. 1). (D. Dittrich, *Procedia CIRP* 124 (2024) 724–729)

A different beam shaping approach showed also advantages when welding brass using a laser beam with a core and ring profile. By feeding a brass wire into the seam and melting it with the laser beam, parameters were identified to produce smooth, pore-free welds with reinforcement and strong bonding (Fig. 2). (Daniel Maiwald, *Procedia CIRP* 124 (2024) 399–402).

A similar beam shaping approach was studied using different concentric intensities and tophat distributions. Fundamental interactions between concentric intensity distributions and spatter formation during full penetration welding were determined and summarized in model concepts. In particular, spatter formation can be reduced on both sheet sides using a concentric intensity distribution due to a smaller keyhole geometry with a smaller angle of inclination of the keyhole front (Fig. 3). (Christian Diegel, *Procedia CIRP* 124 (2024) 442–447).

Welding observation using synchrotron radiation was performed. The mechanical effect of the partial shielding was implemented by considering the gas flow induced dynamic pressure. By varying flow rates, a widening, and a reduction in fluctuation amplitude

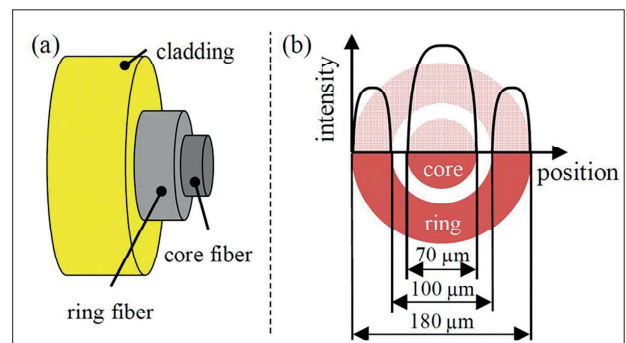


Figure 2: Sketch of a ring-core fiber for static beam shaping.

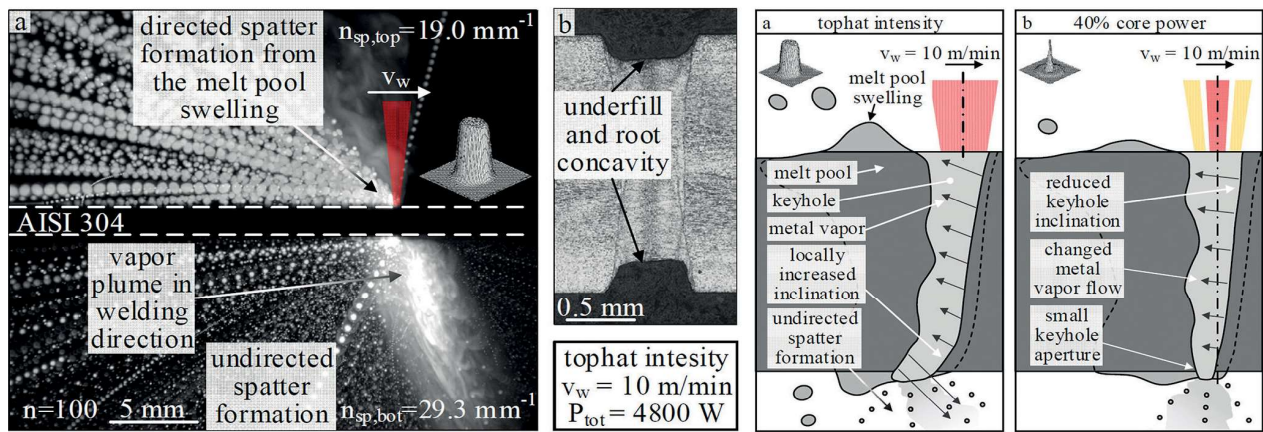


Figure 3: Impact of beam shapes on keyhole and spatter.

de of the keyhole rear wall was detected. Furthermore, the melt flow dynamics were characterized by less flow velocity and melt movement (Fig. 4). The results were validated by a visual comparison with high-speed synchrotron X-ray imaging, showing a high degree of agreement in modeling accuracy of the keyhole dynamics. (Leander Schmidt, Procedia CIRP 124 (2024) 553–558)

When welding dissimilar materials, an image algorithm was presented for the optimization of thick lap joint welds of Cu-Al dissimilar plates. The impact of laser parameters and scanning strategy was correlated to the primary defects occurring in these welds: intermetallic compounds and porosity. The results show an increase of IMCs with energy density for high power and low separation distance between the spirals. A decrease in the separation distance of the welding strategy is beneficial for IMCs due to the lower melted area and allows for reduced pore generation caused by melt-pool instability. (Michele Francioso, Procedia CIRP 124 (2024) 16–19).

During welding of Zn-coated steel, keyhole dynamics and the ejections from the molten pool due to the interaction between high-pressure Zn vapors and the liquid metal were investigated. A ring-only and core-and-ring beam promote a wider keyhole opening, this also enlarges the Zn evaporation zone, leading to instability in the welding process due to increased pressure of Zn vapor jet (Fig. 5). (Qamar Hayat, Procedia CIRP 124 (2024) 579–584).

Welding monitoring was analyzed. The influence of entrapped polystyrene particles in hidden T-joint on the pro-

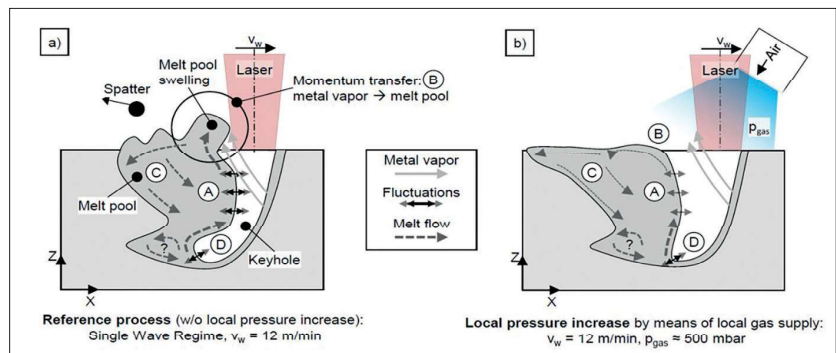


Figure 4: Sketch of the impact of gas shielding on keyhole dynamics.

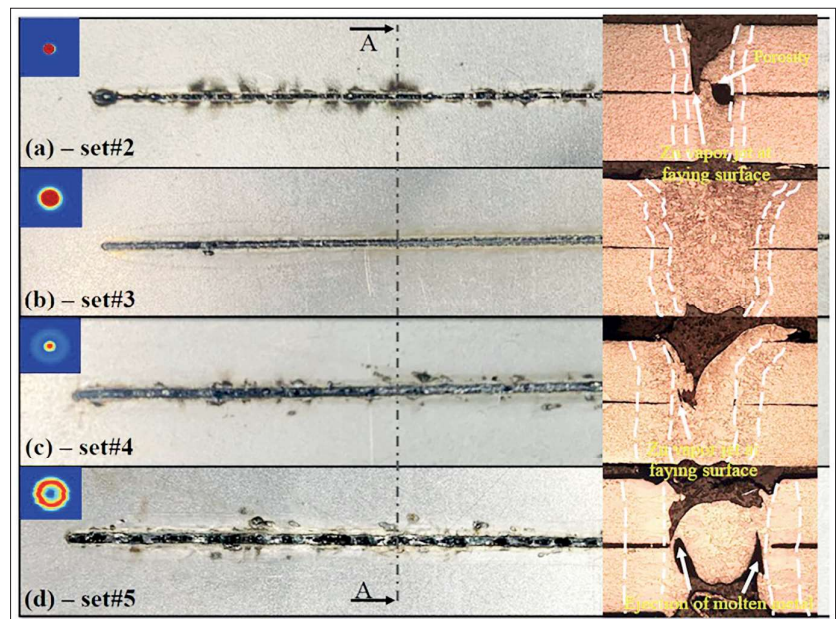


Figure 5: Beam shape impact on weld seam appearances.

cess dynamics and the resulting porosity could be shown. If such residual particles get entrapped, lower welding depth, significant porosity and seam underfill will occur. Due to the redu-

ced welding depth, the OCT and airborne sound sensor can reliably detect the induced process anomalies (Fig. 6). (Andreas Krämer, Procedia CIRP 124 (2024) 526–529).

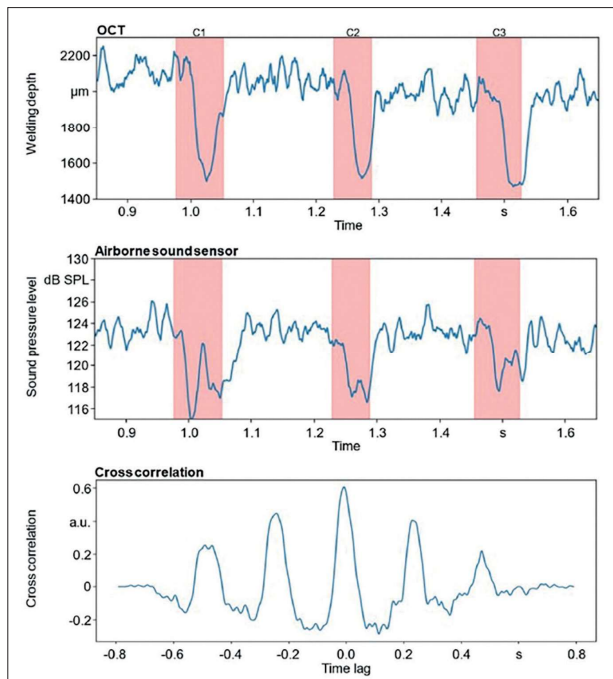


Figure 6: Sensor signals related to process anomalies.

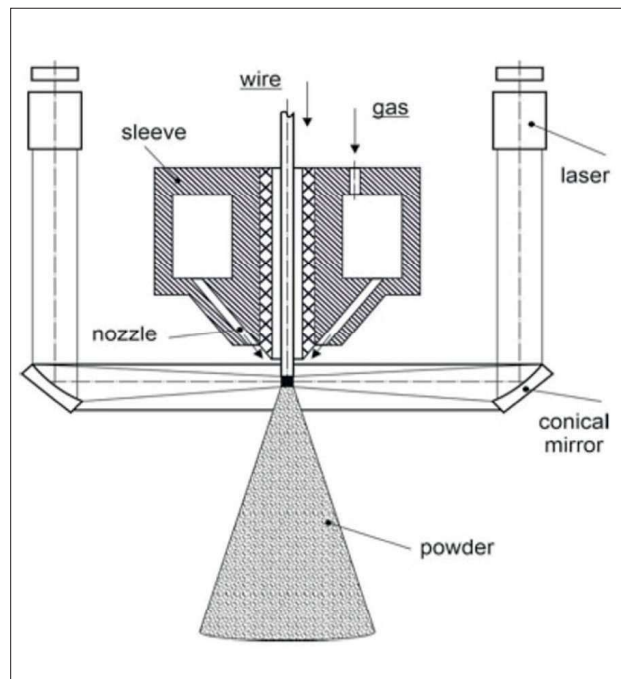


Figure 7: Sketch of a system to produce powder material with laser assist.

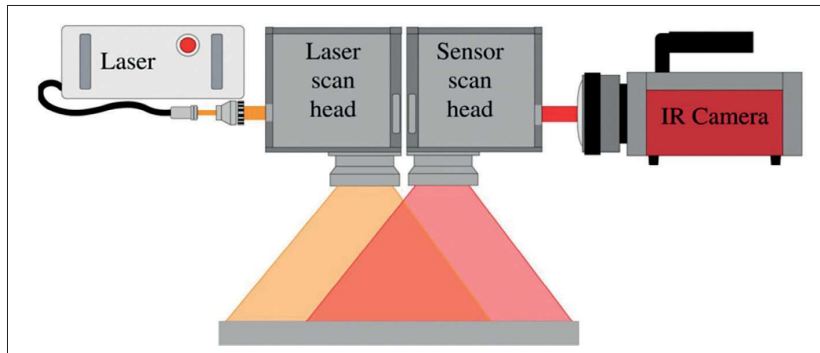


Figure 8: Temperature gradient measurement method.

Laser powder bed fusion

A new process of laser gas powder production has been developed to obtain a spherical metal powder with a particle size of 30–100 μm using laser beams of conical geometry (Fig. 7). (Yu. Chivel, Procedia CIRP 124 (2024) 759–762)

For preparation of powder material, furnace and vacuum drying of powders

with a high moisture content presumably leads to the growth of an oxide layer around the particles. The growth of this oxide layer further reduces the achievable sample density. Only in-process drying enables a reduction in moisture and hydrogen pores in samples. However, the drying energy must be set low to prevent the powder particles from sinter-

ring during drying. (Victor Lubkowitz, Procedia CIRP 124 (2024) 135–140)

A Synchronized Path Infrared Thermography was demonstrated as a system for non-destructive defect detection during PBF. The dual approach of analyzing temperature gradients and employing second derivatives of temperature values across the specimen's surface allows for the identification of defects of varying sizes with high precision (Fig. 8). (Christian Sauer, Procedia CIRP 124 (2024) 283–286)

A new scan strategy was developed and aims to enable the support-free manufacturing of parts with horizontal overhangs (Fig. 9). The overhanging region was divided into four zones with tailored laser powers. This approach enabled the successful manufacturing of the specimens within a derived process window. (Kai-Uwe Beuerlein, Procedia CIRP 124 (2024) 129–134)

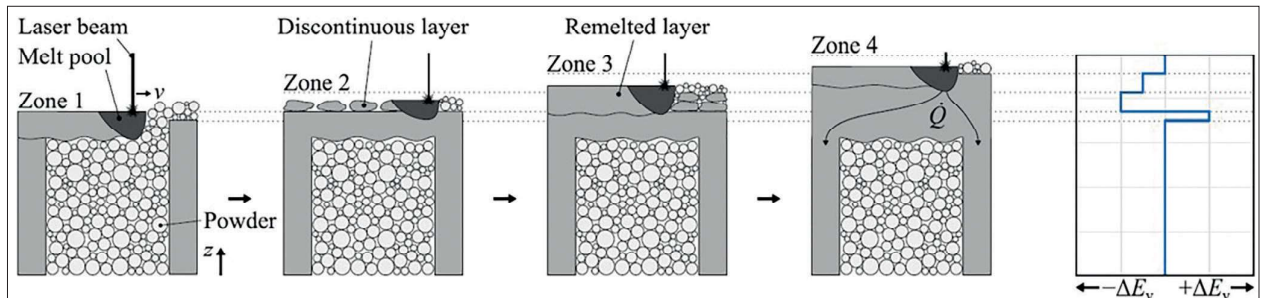


Figure 9: Sketch of the scan strategy for building support-free structures.

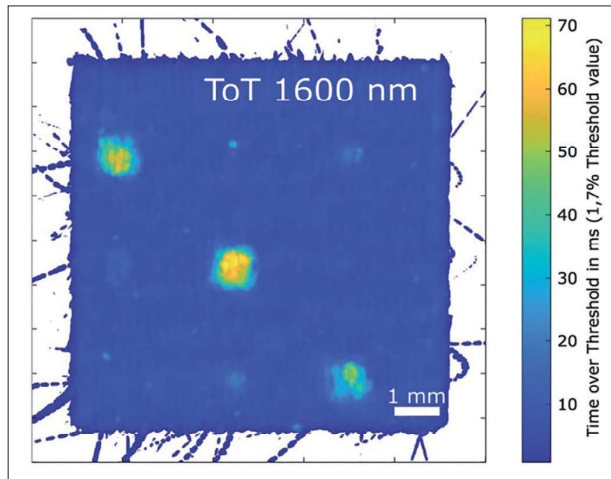


Figure 10: Time over threshold map.

For monitoring and control, the thermographic signatures during the creation of artificially provoked defects by local parameter variations in test specimens made of a nickel alloy for two different wavelength ranges were compared. All defects with sizes of 0.5 mm x 0.5 mm x 0.8 mm size or larger showed clear signatures in the Time-over-Threshold maps (Fig. 10). (Nils Scheuschner, Procedia CIRP 124 (2024) 301–304)

The influence of the defocusing distance was investigated. The melt pool becomes shallower and wider as the defocus distance increases, but also has a more uniform shape at high scan speeds compared to the focused beam. Furthermore, defocusing of the laser beam results in denser parts at scan speeds of up to 1800 mm/s, potentially facilitating higher build rates. (Florian Nahr, Procedia CIRP 124 (2024) 182–185)

A high frequency beam oscillation (wobbling) strategy was implemented for improving process control during laser powder bed fusion of single weld tracks on Inconel 625. Highspeed imaging and X-ray radiography reveal an optimized process parameter window for reducing spatter, improving absorptivity and creating a stable melt pool (Fig. 11). (Thejaswi U. Tumkur, Procedia CIRP 124 (2024) 366–371)

It was found that two-channel pyrometric based temperature measurements with a spectral range of 1.65 μm to 1.80 μm and 1.45 μm to 1.65 μm are influenced only marginally by fume, so that in case of active shield gas circulation. The measurement itself is not affected and that the process itself is strongly influenced by fume, whereby a

strong defocusing effect seems to occur and a correlating process temperature reduction can be seen. (Sven Müller, Procedia CIRP 124 (2024) 287–290)

An open-source, open-architecture PBF-LB/M research system was developed accessible for everyone (Fig. 12). The system aims for collaborative system improvement, it will increase the comparability and reproducibility of results, and it will facilitate the entry into the field for new researchers. (David L. Wenzler, Procedia CIRP 124 (2024) 295–300)

By means of combination of cw-laser with ultrafast laser a combined additive-subtractive process was developed. The combined process allows for ablation of material with ultrashort laser pulses after adding a layer in a PBF-

LB/M process with a cw-laser (Fig. 13). The results show that the combined approach provides high potential to significantly exceed the limitations of the individual processes. (Christian Hagenlocher, Procedia CIRP 124 (2024) 153–156)

Laser cladding and Directed Energy Deposition

Using blue light high-speed laser cladding can improve bronze light absorption and lower the heat input to the substrate, as most of the energy is coupled directly into the powder which is melted in flight. This work compared bronze-on-steel coatings made by IR laser cladding and coatings were produced with a higher single-layer surface deposition rate and a lower power input

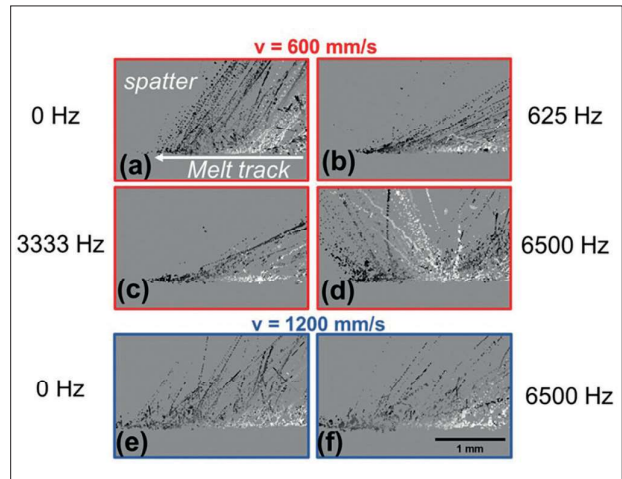


Figure 11: Impact of wobbling frequencies on spatter occurrence.

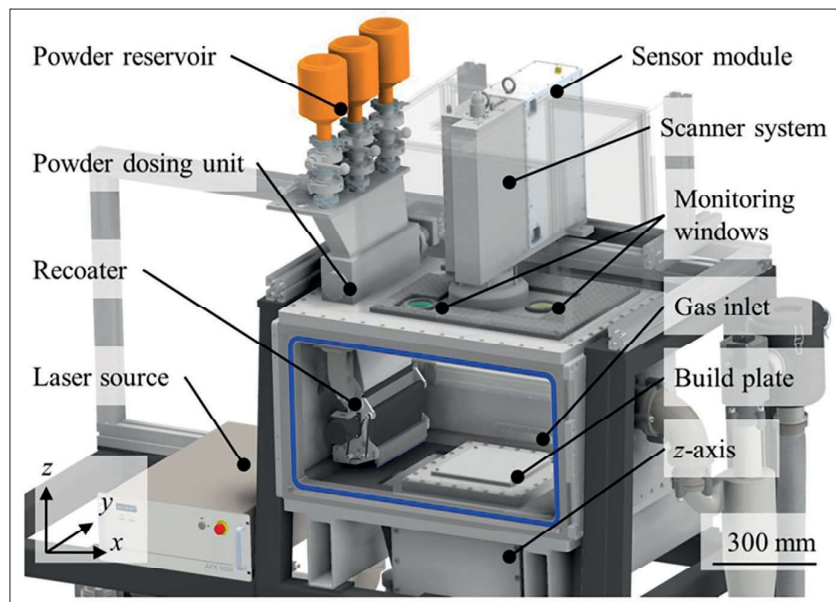


Figure 12: Developed open-access powder bed machine.

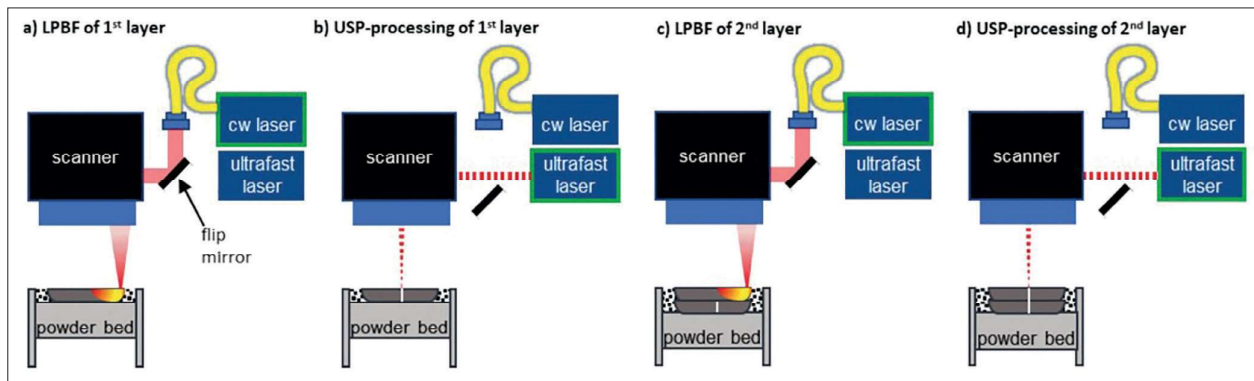


Figure 13: Schematic of the combined cw and pw PBF process.

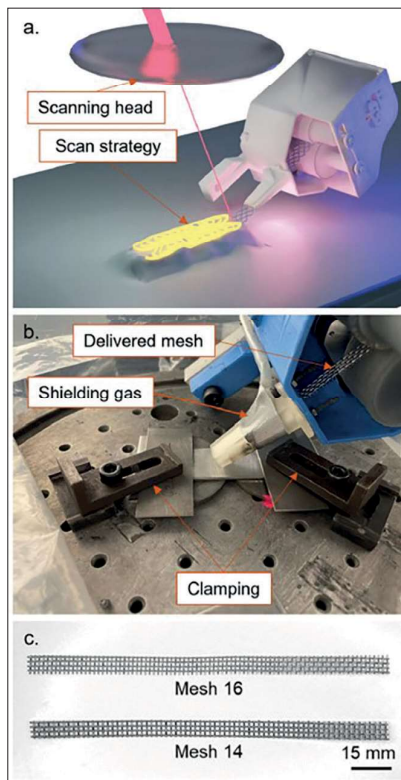


Figure 14: Newly introduced laser mesh cladding.

than IR-LC coatings. (Francesco Rippa, *Procedia CIRP* 124 (2024) 248–253)

A new approach of DED was investigated by implementing a new control method for energy beam scanning oscillation and utilizing a new feedstock, namely metallic meshes (Fig. 14). This represents the first exploration of ‘laser mesh cladding (LMC)’. 5 mm wide metallic meshes were successfully deposited by varying the energy input and material input, leading to fully dense mesh clads with no large pores observed in the cross sections. (Thomas Girerda, *Procedia CIRP* 124 (2024) 200–204)

A novel calibration method for fast infrared thermal measurement systems

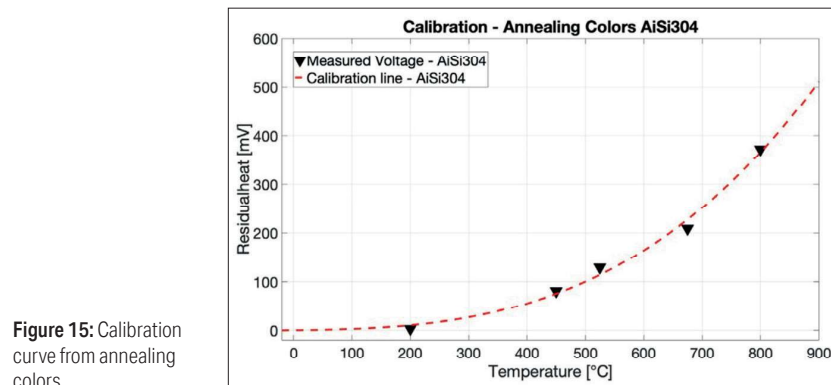


Figure 15: Calibration curve from annealing colors.

was developed. The used system was based on an IR-Radiometry setup, which reflects the infrared radiation using two paraboloid mirrors, through a Ge-filter to a HgCdTe-Photodiode cooled with liquid nitrogen. The temperature dependence of oxide film formation on AISi304 was used to create the calibration (Fig. 15). (Alexander Kaiser, *Procedia CIRP* 124 (2024) 621–624).

Artificial Intelligence use

An application of additional output constraints to a physics-informed hybrid model to further improve the compliance of the model with physics was demonstrated. Gaussian processes are used for the machine learning model and output warping is used to incorporate the output constraints directly into the model. The approach was demonstrated at the example of a hybrid model for the prediction of the threshold of deep-penetration laser welding. (Michael Jarwitz, *Procedia CIRP* 124 (2024) 789–792).

AI for parameter prediction was used. Machine learning algorithms can be used to identify appropriate process parameters, enabling economic and resource-efficient process development. The results

show that the chained Long Short-Term Memory has the highest deviation, whereas the XGBoost algorithm proves to be the most accurate. (Pascal Paulus, *Procedia CIRP* 124 (2024) 781–784).

Other applications

While the decommissioning of oil rigs is already underway, the number of wind turbines that need to be repaired or dismantled will increase in the coming years and decades due to exceeding their lifespan, showing the need for appropriate dismantling technologies. For the cutting of mild steel with medium thickness it has been shown that standard cutting systems can be modified to serve for underwater use (Fig. 16). (Jörg Hermsdorf, *Procedia CIRP* 124 (2024) 499–504)

During laser drilling, acoustic emissions were recorded by an optical microphone during the laser structuring of the diffusion media for fuel cells. Acoustic emissions were created by the vapor and the plasma generated from the ablated material, while the amplitude of the emissions provided information about the ablation depth and material transitions occurring in the media. Surface defects could also be detected in the sig-



Figure 16: Underwater dismanteling.

nal. (Christian Geiger, Procedia CIRP 124 (2024) 51–56)

The laser was used to do surface tension measurements using falling drops (Fig. 17). This method can be also used for high temperature steel droplets. Derived surface tension values are lower than linear extrapolations predict. (Jörg Volpp, Procedia CIRP 124 (2024) 590–593)

A high-throughput laser surface hardening using a high-power of 120kW industrial fiber laser was demonstrated. A significant hardening of 160 HV100 to 600 HV100 was achieved with a track width of 10 mm and a depth of 0.6 mm of homogeneous hardness. (Stefan Reich, Procedia CIRP 124 (2024) 751–754)

PBF on moon dust is planned on the moon. On earth, samples were made from regolith simulant that showed varying porosities depending on their dimensions. Remelting two-dimensional samples can reduce their porosity by up to 51% (Fig. 18). (T. Eismann, Procedia CIRP 124 (2024) 494–498) ■

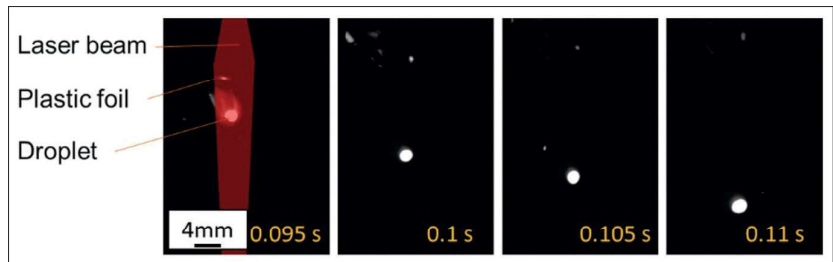


Figure 17: Falling drop for surface tension measurement.

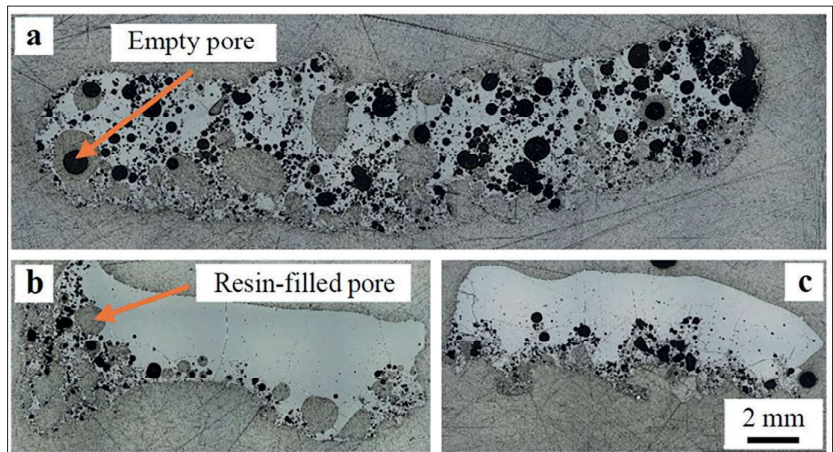


Figure 18: Moon dust powder bed test tracks.

Ordlista (LANE)

OPA (optical phased array)
Coherent beam combining
Brass
Keyhole (vapor channel)
Synchrotron radiation
Cu
Al
IMC (intermetallic compound)
Zn

optisk fasad array
koherent strålkombination
mässing
nyckelhål
Synkrotronstrålning
koppar
aluminium
intermetallisk
förening
zink

OCT

Defocusing distance
Build rate
X-ray
PBF
cw
IR
Deep-penetration
welding
AI

optisk koherens-
tomografi
oskärpa avstånd
bygg hastighet
röntgen
pulverbäddfusion
kontinuerlig våg
infraröd
djup penetrations
svetsning
artificiell intelligens

ICALEO summary

– Lasers in Hollywood



Jörg Volpp
Biträdande professor, Avdelningen för
Högskolan Väst

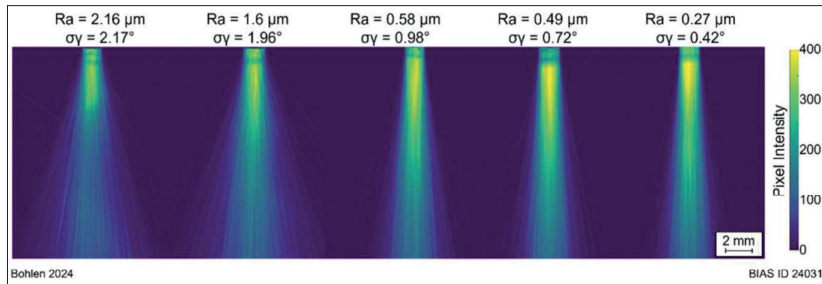


Figure 1: Intensity map of the particles' locations for different inner channel roughness Ra.

Loews Hollywood Hotel, right by the Walk of Fame, became the center of laser technology in November 2024. Experts from around the world met for discussions about lasers and applications during the 43rd annual International Congress of Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO 2024). During the Welcome Reception, the participants could already meet in a nice atmosphere with live music. The President's reception on the first conference day was held at a bowling center with many participants showing their bowling and even karaoke talents. Every morning, the early birds had the chance to do the laser run to wake up. Posters and industry exhibitions offered many possibilities to mingle and network as well. The visit at Petersen automobile Museum concluded the conference.

And the Oscar goes to: Laser technology. Surprised? It is actually true that the keynote speaker Greg Niven received the technical Oscar for his contribution to laser-based solutions for modern cinema pictures in 2024. Unfortunately, there is no statue for the technical Oscars.

Richard Black from Microsoft gave an overview and outlook how data storage in the future will be managed. The project Silica developed a laser-based data storage possibility in transparent glass cubes using pulsed lasers for writing. It is very likely that this kind of data storage will be used soon in a large scale. The expected bottleneck will be the enormous number of lasers needed. So, laser manufacturers: be prepared.

Laser Additive Manufacturing

The impact of the inner surface roughness of powder channels on the divergence angle of the powder stream and the velocity and flight angle of individual particles was investigated by Bohlen & Seefeld [Bohlen, A., & Seefeld, T. (2024). Influence of the inner roughness of powder channels on the powder propagation behavior in laser metal deposition. *Journal of Laser Applications*, 36(4)]. With smoother inner powder channels, if a specific particle velocity is required, a lower carrier gas flow rate can be used to achieve this (Fig. 1). This results in a potential reduction in process costs.

Beam shaping using the Cailabs technology in an Aconity Mini powder bed

fusion machine at ILT in Aachen [Ziat et al., Increase of theoretical build rate in Powder Bed Fusion Laser beam of metal through adapted laser intensity distribution, LAM502] was shown to enable three times higher speeds and thereby a higher use of laser power compared to a regular tophat beam. In addition, lower spattering was seen at ring shape processing.

Umanath et al. from Lawrence Livermore National Laboratory [Spatio-temporal Laser beam shaping in laser powder bed fusion, LAM501] showed that the phase and polarization of the laser beam can be used as beam shaping techniques. The optical phase influences the microstructural phases! Beam oscillation in kHz range was shown to reduce spatter due to increased length of the melt pools.

Schmidt et al. [Schmidt, M., Partes, K., Naesstroem, H., & Volpp, J. (2024). Relating vapor emissions to melt pool behavior during laser processing. *Journal of Laser Applications*, 36(4)] evaluated the vapor plume during laser Directed Energy Deposition with powder to get a better idea where the emissions come from. The spectral emissions were generated by short power modulations without influencing the track probabilities (Fig. 2). It was observed that laser power and measured temperature signals from the melt pool surface correlate with vapor plume intensity and spectral signal strength. Emissions most likely do not originate from temperature fluctuations due to their constant trends, but more likely originate from vaporized material expelled by the melt pool.

A real-time control system for the layer height in laser metal deposition with coaxial wire feeding was investigated [Bernauer, C., Thiem, S., Garkusha, P.,

Geiger, C., & Zaeh, M. F. (2024). Real-time monitoring and control of the layer height in laser metal deposition with coaxial wire feeding using optical coherence tomography. *Journal of Laser Applications*, 36(4)]. Accurate height measurements during the deposition process were enabled by an in-axis distance sensor employing the measurement principle of optical coherence tomography (Fig. 3). A steady-state relationship between the wire feed rate and the measured layer height was determined. A dedicated closed-loop control system was designed, incorporating a linear reduction in the control action around the setpoint to avoid overshoot.

Glushych et al. [Glushych, V., Dall, N., Zimmermann, M., Schopphoven, T., Meiners, W., & Häfner, C. L. (2024). Fundamentals of simultaneous machining and coating (SMaC) through combination of extreme high-speed laser material deposition (EHLA) and turning. *Journal of Laser Applications*, 36(4)] presented a combined high-speed coating and cutting process (Fig. 4). The parallelization of the deposition and machining processes appears to have a positive effect on the roughness of the resulting surfaces. This effect was primarily observed at a higher surface speed of 150 m/min, leading to an average roughness as low as $R_a = 0.25 \mu\text{m}$. At 100 m/min, the surface roughness reached $R_a = 0.79 \pm 6 \mu\text{m}$ for both simultaneous and sequential machining.

Reflected laser radiation was monitored during bead-on-plate welds at different laser power levels and different positions [Wittemer, M., Ferle, F., & Wudy, K. (2024). In-line process monitoring in laser welding and powder bed fusion of metals using directional reflection measurements. *Journal of Laser Applications*, 36(4)]. It was shown that the onset of a vapor depression formation in the process zone can be detected with the system via a characteristic shift of the predominant reflection direction due to the interaction zone's changed morphology (Fig. 5).

In powder bed fusion, the potential of three ring-shaped beam profiles with different power ratios between a Gaussian core and a surrounding ring (core/ring) to produce specimens with a density of more than 99.5% (Fig. 6)) and their respective electrical conductivity was investigated [Bauch, A., Kohlwes, P., & Kelbassa, I. (2024). Laser

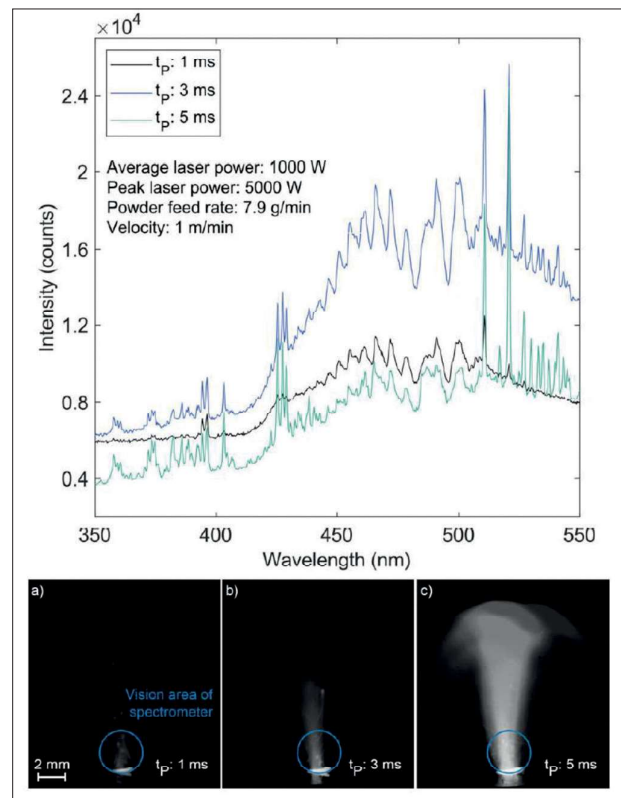


Figure 2: Single spectra and simultaneously recorded, layered high-speed-images of peak power interaction at varying durations 1 ms (a), 3 ms (b) and 5 ms (c)

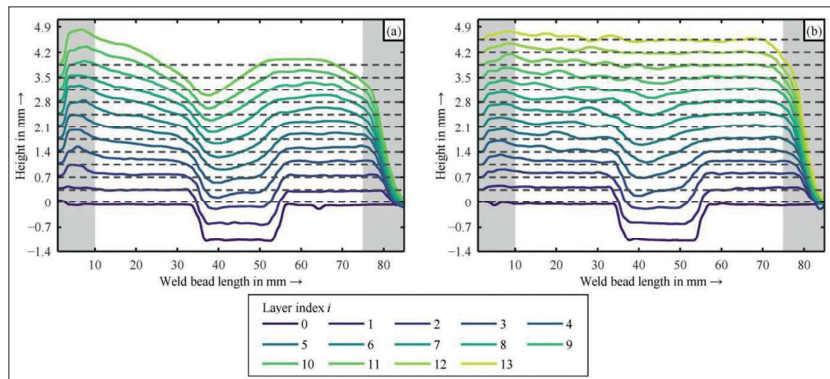


Figure 3: Individual layer heights of the samples deposited over the groove with a depth of 1 mm for (a) the open-loop and (b) the closed-loop process.

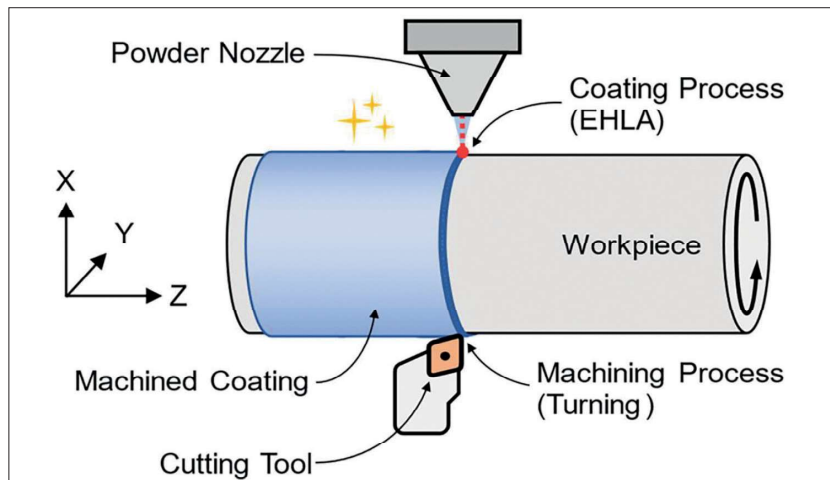


Figure 4: Schematic representation of the operating principle behind simultaneous machining and coating.

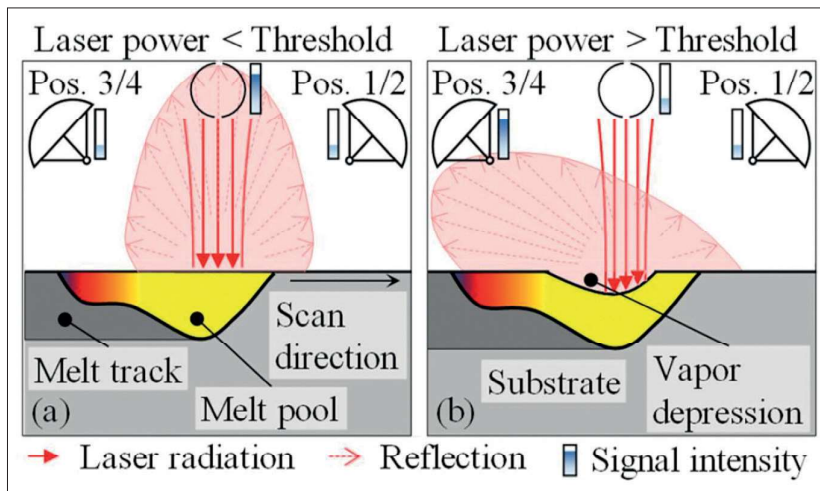


Figure 5: Schematic depiction of the reflection propagation (a) with and (b) without the presence of a vapor depression and the qualitative signal intensity for each detector.

powder bed fusion of pure copper using ring-shaped beam profiles. *Journal of Laser Applications*, 36(4).]. A linear relationship was observed between the density and electrical conductivity of the cube samples.

Laser Materials Macro Processing

Yang et al. [Yang, F., Meng, X., Putra, S. N., Bachmann, M., & Rethmeier, M. (2024). Assessment of keyhole stability in laser beam welding with external magnetic field using numerical simulation. *Journal of Laser Applications*, 36(4)] developed a time-averaged keyhole geometry reconstruction algorithm to evaluate the keyhole stability. The keyhole diameter during welding of steel was decreased under the external magnetic field impact. The standard deviation was used to quantify the keyhole stability. The standard deviation is lower

compared to that without a magnetic field, which means the keyhole stability is enhanced.

Pordzik & Seefeld [Pordzik, R., & Seefeld, T. (2024). Identifying the direction of weld path deviations in laser deep penetration welding of hidden T-joints by means of OCT. *Journal of Laser Applications*, 36(3)] investigated whether it is possible to employ optical coherence tomography (OCT) measurements to distinguish between the directions of lateral weld path deviations in laser deep penetration welding of hidden T-joints consisting of pure nickel (Fig. 7). The OCT frequency distribution shows a significant dependence on the direction of the lateral OCT spot deflection regarding the peak prominence and the relative peak size above threshold of the last local peak in the distributions. Artificial

neural networks have been proven to be suitable for a time-resolved prediction of the direction of the lateral weld path deviation. It has been shown that it is possible to detect the beam path deviation before the laser beam leaves the web sheet position of the hidden T-joint, hence indicating the possibility of preventing weld seam defects caused by misalignments.

Laser in battery manufacturing

Moeller et al. [Advancements in laser-based E-mobility production: From Battery Cell Production to Sustainable Recycling and Beyond (BAT101)] presented recent works at Trumpf GmbH. It was shown also during in-situ X-ray measurements at DESY in Hamburg that beam shaping helps to keep the keyhole open during aluminum gas-tight welding of cooling plates. Artificial Intelligence use for position detection of hair pins using pattern matching was shown to increase the reliability of the welding process. In addition, battery cells were welded. Foil stacks of up to 200 layers of copper foils can be welded with the laser. But also recycling ideas are ongoing regarding dismantling of the battery packs by laser cutting and recycling of electrodes and removal of copper coatings by laser ablation.

Frontiers in Laser Applications

Sasnauskas et al. [Novel Metal Additive Manufacturing using innovative polymer-metal composite, LAM202] presented a new way of Additive Manufacturing using powder sheets instead

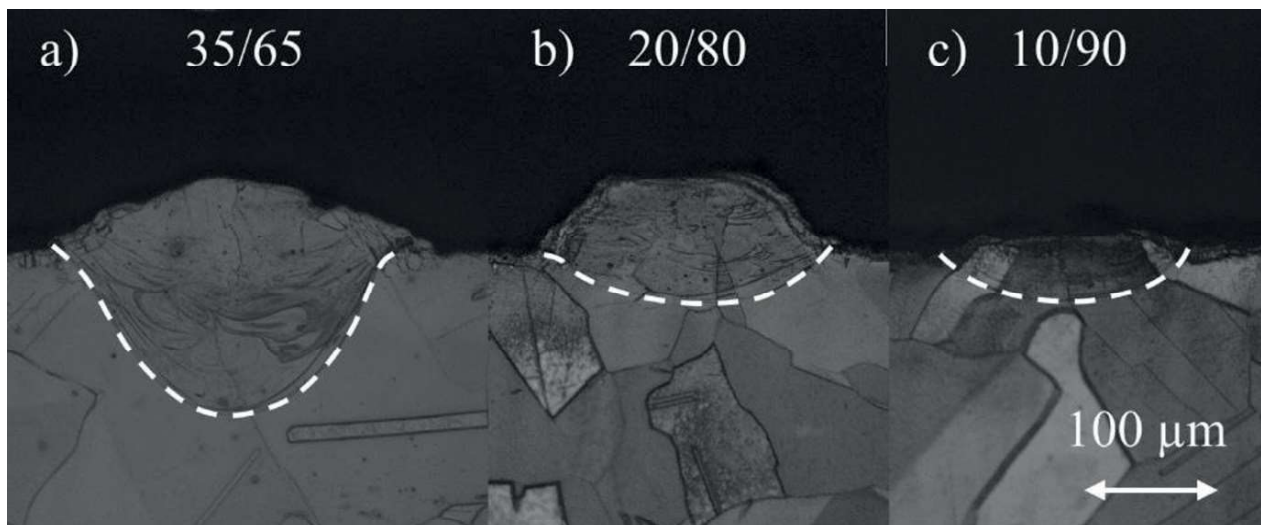


Figure 6: Etched single-track cross sections for a power ratio of (a) 35/65, (b) 20/80, and (c) 10/90.

of loose powder as feedstock material. For enabling the production of powder sheets, a polymer binder is used, which showed to have the possibility to change the material properties after processing. Therefore, a cleaning process was suggested to vaporize the binder just before processing.

Using advanced dynamic beam shaping with the Civan laser technology, different keyholes were produced during deep penetration welding of steel [Volpp, J., Zaiss, F., Hagenlocher, C., & Graf, T. (2024). Surface tension derivation from laser-generated keyholes. *Journal of Laser Applications*, 36(3)]. The pattern frequency showed a minor impact on the keyhole dimensions. Using ray tracing on circular-shaped keyholes extracted from high-speed x-ray imaging, surface tension values at different temperatures could be extracted showing an increasing trend above the boiling temperature (Fig. 8). It is suspected that the vaporization of surface atoms can increase the surface area and forces.

The next ICALEO will be held in the home of the Laser Institute of America in Orlando, Florida from October 13th to 16th 2025 at Caribe Royale Orlando. ■

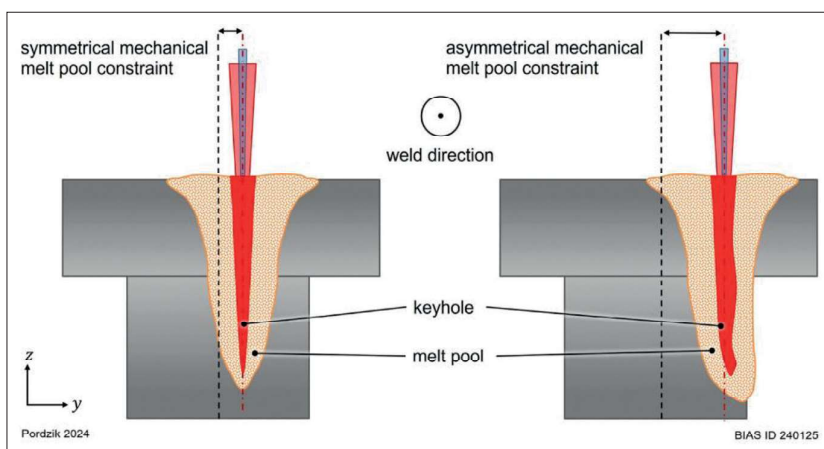


Figure 7: Schematic illustration of potential influences of asymmetric melt pool boundary conditions on the process zone.

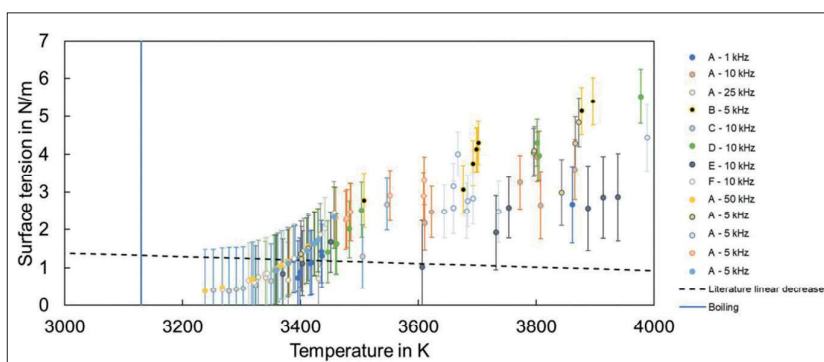


Figure 8: Surface tension measurement results during boiling at ambient pressure.

Ordlista (ICALEO)

Powder stream
Divergence angle
Laser metal deposition
Build rate
Beam shaping
Vapor plume
Directed Energy Deposition
Layer height
Coaxial
Monitoring
Control
Optical coherence tomography
Coating
Electrical conductivity
Keyhole
DESY
Hair pin
Ray tracing
X-ray

Pulverström
Divergensvinkel
Lasermetallavsättning
bygg hastighet
Strålformning
Ångpym
Riktad energideposition
Lagerhöjd
Koaxial
Övervakning
Kontroll
Optisk koherenstomografi
Beläggning
Elektrisk ledningsförmåga
Nyckelhål
Tysk elektronsynkrotron
Hårnål
Strålspårning
Röntgen

GRÖNA KORTET

– Säker hantering av handhållen laser

Lasersäkerheten blir ej bättre än kompetensen hos personalen på arbetsplatsen oavsett vem det är: Lasersvetsare, kontrollpersonal, generell verkstadspersonal, LSO, chef eller VD osv.



Peter Norman
Svetsdoktorerna



Joakim Ekeröth
Svetskommissionen

Kategori	Instruktioner	Länkar
Utbildning & Certifiering	Genomgå specialiserad lasersäkerhetsutbildning. Bekanta dig med lagkrav, interna rutiner och de risker som är förknippade med handhållen laser.	EU-direktiv 2006/25/EC SSM krav
Riskbedömning	Utför en riskbedömning före varje användning. Identifiera faror såsom ögon- och hudskador, brandrisk och risker med reflektioner.	Mall för riskbedömning (Exempelvis via Arbetsmiljöverkets resurser) AFS 2023:10 - Risker i arbetsmiljön
Personlig Skyddsutrustning	Använd lasersäkerhetsglasögon med rätt optisk densitet. Vid behov, komplettera med skyddskläder för att minska risken för oavsiktlig exponering.	Riktlinjer för personlig skyddsutrustning
Tekniska Säkerhetsåtgärder	Kontrollera att lasersystemet är utrustat med nödstopp, interlock-system och/eller strålhölje. Säkerställ att varningsskyltar och fysiska barriärer finns på plats.	Tillverkarens manual (Anpassa efter aktuell utrustning) Tekniska säkerhetsrutiner
Kontrollerad Arbetsmiljö	Använd lasern endast i en avgränsad och kontrollerad miljö. Se till att endast behörig och utbildad personal har tillgång till arbetsområdet.	Arbetsmiljöverkets föreskrifter
Drifts- & Underhållsprocedurer	Följ tillverkarens anvisningar för drift, underhåll och kalibrering. Utför regelbundna kontroller och uppdatera riskbedömningen vid förändringar i arbetsmiljön.	Underhållsmanual (Se tillverkarens specifika dokumentation)
Incidentrapportering & Uppföljning	Rapportera omedelbart alla avvikelser, incidenter eller skador. Dokumentera händelser och uppdatera rutiner vid behov.	Mall för incidentrapportering (Exempelmallar finns ofta via Arbetsmiljöverket eller interna system)

Handhållna klass 4 lasrar utgör en betydande risk för allvarliga **ögon- och hudskador** då de avger extremt koncentrerad strålning.

Den höga energidensiteten medför även en **stor brandrisk**, och indirekta reflektioner kan leda till skador även om direkt exponering undviks. Därför är det avgörande att nya användare genomgår en specialiserad **lasersäkerhetsutbildning** för att förstå riskerna och gällande lagkrav. Konsekvent användning av personlig **skyddsutrustning**, såsom lasersäkerhetsglasögon och skyddskläder, är nödvändig för att minimera risken för skador. Tekniska säkerhetsåtgärder, exempelvis **interlock-system**, **nödstopp** och **fysiska barriärer**, måste implementeras för att säkerställa att lasern används i en kontrollerad miljö. Det är viktigt att **följa tillverkarens instruktioner** noggrant vid drift, underhåll och kalibrering för att undvika ökad risk.

Regelbunden riskbedömning och uppföljning är nödvändig för att se till att exponeringsgränserna inte överskrids och att skyddsåtgärderna förblir effektiva.

Genom att strikt följa denna guide kan risken för olyckor minimeras och både användare och omgivning skyddas mot allvarliga laserrelaterade skador.

ASUS (*Analys, Samverkan och Utveckling av Svets kompetens* och är ett projekt initierat av Svetskommissionen) har just kartlagt kompetensbristen inom svensk industri, se artikeln på nästa sida – *Nya kompetenser behövs för att möta förändrade krav inom industrin*. Målet med ASUS är att ta fram en kompetensförsörjningsplan för branschen. En del i det arbetet är en heldag om Handhållen Laser onsdag 7 maj i anslutning till Welding & Automation på Stockholmsmässan i Älvsjö. Se inbjudan på sid 30.

Nya kompetenser behövs för att möta förändrade krav inom industrin



Joakim Ekeröth
Svetskommissionen

Det råder stor brist på kompetent personal inom svensk svetsindustri, vilket drabbar både yrkesarbetare och ingenjörer. Utbildningarna täcker varken pensionsavgångarna eller det befintliga underskottet av svetsare, och framtidsprognosen är dyster. Industrirådet bedömer att 8 500 svetsare kommer att behövas inom tre år, men dagens utbildningssystem möter inte denna efterfrågan. Sju av tio företag har svårt att hitta kompetens, vilket hämmar tillväxten och tvingar dem att själva stå för utbildningen, med negativa konsekvenser för både företagen och arbetsmarknaden.

Kompetensbristen inom svensk svetsindustri har flera orsaker:

- 1. Teknologisk omställning och pensionsavgångar:** Många yrkesverkssamma går i pension, och få unga söker sig till yrkesutbildningar. Detta har lett till att flera svetsutbildningar lagts ned.
- 2. Mansdominerad och ålderdomlig branschbild:** Svets- och verkstadsarbete upplevs som smutsigt och slitsamt, vilket minskar attraktionskraften bland unga och vuxna.
- 3. Kostsamma utbildningar:** Svetsutbildningar kräver stora investeringar i personal, utrustning och lokaler, vilket också avskräcker arbetsgivare.
- 4. Brist på svetsteknologi i ingenjörsutbildningar:** Avsaknaden av grundläggande svetsteknologi i ingenjörsutbildningar skapar ytterligare kompetensluckor.
- 5. Hög avhoppningsfrekvens:** Många avbryter svetsutbildningen på grund av svårigheter eller rekryteras innan utbildningen är avslutad, vilket innebär att industrin inte får tillräckligt med kvalificerad arbetskraft.

ASUS – Kartläggning av svetsbranschens kompetensbehov

ASUS står för *Analys, Samverkan och Utveckling* av Svets kompetens och är ett projekt initierat av Svetskommissionen

med stöd från Svenska ESF-rådet och Europeiska socialfonden.

Målet med ASUS är att ta fram en kompetensförsörjningsplan för branschen. Genom intervjuer, enkäter och workshops samlas insikter om industrins behov. Dessa ska leda till bättre åtgärder och mer effektiv kompetensutveckling. Planen kommer att omfatta samarbetsmodeller och åtgärder för sysselsättning, utbildning och livslångt lärande, med särskilt fokus på likabehandling och en jämnare könsfördelning i branschen.

Kompetensförsörjningsplanen undersöker:

- Industrins verkliga behov av svets kompetens
- Yrkenas utveckling i förhållande till nuvarande utbildningsinnehåll
- Om branschen kan påverka myndigheter att tänka mer långsiktigt vid upphandling av svetsutbildningar
- Undersöka möjligheten att i framtida projekt skapa kortare kompetenshöjande utbildningar för redan arbetande ingenjörer inom konstruktion, kvalitet och inköp utifrån de långa befintliga utbildningarna

Vid en anonym enkät under Laserdag-II-2024, samt ett efterföljande utskick till Lasergruppens medlemsföretag, framkom följande vid analysen av 18 enkätsvar.

Innehållsförteckning

ASUS – Kartläggning av svetsbranschens kompetensbehov

Första avsnittet i enkäten:

Allmänt om din arbetsgivare

Fråga 1, Företagets storlek

Fråga 2, Företagets verksamhet

Fråga 3, I vilken region finns företaget (där kompetensen huvudsakligen finns)?

Fråga 4, Andel kvinnor i företaget (din uppskattning)?

Fråga 5 & 6, Är företaget medlem i Lasergruppen? Är företaget medlem i Svetskommissionen?

Fråga 7, Vilken roll har du på företaget?

Fråga 8 & 9, Din ålder & fördelningen män/kvinnor som deltagit i enkäten?

Andra avsnittet i enkäten:

Kompetensförsörjning nuläge

Fråga 10, Hur enkelt eller svårt är det för ditt företag att nyrekrytera personer med rätt svetskunskaper?

Fråga 11, Hur enkelt eller svårt är det för ditt företag att vidareutbilda den befintliga personalen inom området?

Fråga 12, Hur har ditt företag huvudsakligen hanterat sitt behov av personal med svets kompetens under de senaste tre åren?

Fråga 13, Hur har företaget rekryterat de senaste tre åren?

Fråga 14, Hur har företaget huvudsakligen löst kompetensen för tillsyn vid svetsning ("svetsansvar" etc, ISO 14731)?

Fråga 15, Hur stort anser du att företagets behov är av tillskott av följande kompetenser? (För att klara era mål avseende tillväxt och konkurrenskraft)?

Fortsättning innehållsförteckning
Tredje & sista avsnittet i enkäten:
Kompetensförsörjning framtid

Fråga 16, Hur välutvecklad anser du att ditt företags rutiner/strategi för kompetensförsörjning är?

Fråga 17, Vad passar bäst in på ditt företags nuvarande strategi och rutiner avseende framtida kompetensförsörjning? Företaget har

Fråga 18, Vad är ditt företags största utmaning avseende kompetensförsörjning? Redovisning av enkätsvar utan inbördes sortering:

Fråga 19, Har du några idéer om hur vi skapar en bättre kompetensförsörjning i vår bransch?

Första avsnittet i enkäten: Allmänt om din arbetsgivare

Fråga 1, Företagets storlek

En tydlig trend bland de som svarat på enkäten är att de antingen är anställda vid mindre företag med färre än 50 anställda (18 %) eller vid stora företag med över 250 anställda (76 %).

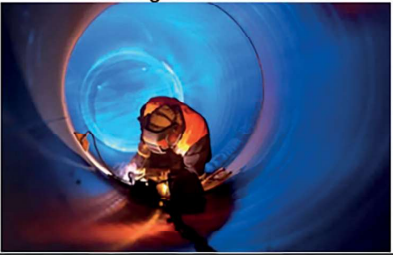
Fråga 2, Företagets verksamhet

Fråga 3, I vilken region finns företaget (där kompetensen huvudsakligen finns)?

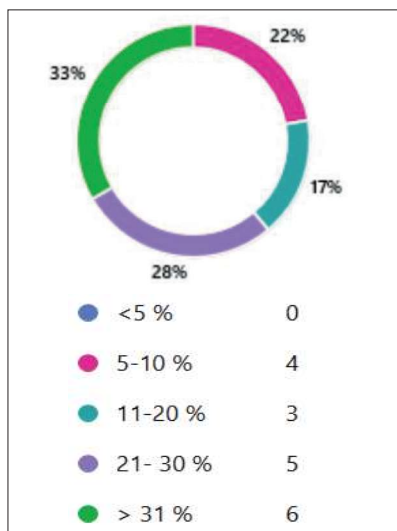
Fråga 4, Andel kvinnor i företaget (din uppskattning)?

Fråga 5 & 6, Är företaget medlem i Lasergruppen & eller medlem i Svetskommissionen?

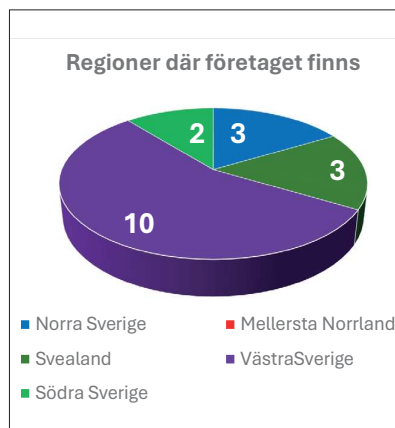
89% av de som svarat på enkäten är medlemmar i Lasergruppen och alla är med i Svetskommissionen.

Företagets verksamhet:		Verksamheter som ditt företag gör. (Siffran till höger anger hur många företag i enkätsvaren som gör <u>aktiviteten på</u> respektive rad).
		
Svetsande tillverkare (Metallisk smältsvetsning)		7
Laserskärning		1
Värmebehandling med laser		-
Ablation		1
Metallisk Yt-modifiering & Märkning med laser		2
Oberoende kontroll & eller certifieringsföretag		1
Utbildning		4
Myndighet/Branschorganisation		2
Bemanningsföretag (konsult)		-
Tillverkare & leverantörer av maskiner, utrustning & mjukvara för produkter inom laser, -svetsning, -skärning, -lödning samt reglerutrustning för skyddsgas svetsning		1
Leverantör av tillsatsmaterial: Grundmaterial, Gas till lasermetoden, Tillsatsmaterial-, Maskinelement-leverantör		3
Akademin, FoU inom fogningsområdet		2
Annat		4

Fråga 2



Fråga 4



Fråga 3

Fråga 7, Vilken roll har du på företaget?

I bokstavsordning:

- Applikationsingenjör
- Biträdande professor
- Chef
- Forskningsingenjör
- Metodägare
- Produktchef
- Professor
- Professor och enhetschef
- Projektledare
- Senior Key Account Manager
- Specialist
- Svetsansvarig
- Svetsansvarig tekniker
- Svetsingenjör
- Svetstekniker
- Säljare inom laserteknik
- VD (två personer)



Fråga 7

Fråga 8 & 9, Din ålder & fördelningen män/kvinnor som deltagit i enkäten?

Fördelning av män & kvinnor som svarat på LG-enkät? En kvinna har svarat på enkäten av totalt 18 svar.

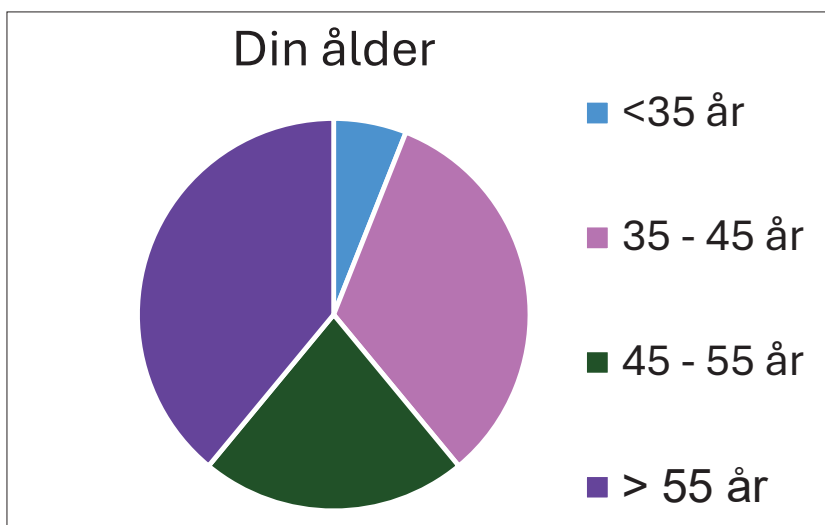
Andra avsnittet i enkäten: Kompetensförsörjning nuläge

Fråga 10, Hur enkelt eller svårt är det för ditt företag att nyrekrytera personer med rätt svetskunskaper?

I nuläget anger medlemsföretagen att det är relativt svårt att nyrekrytera personer med rätt svetskunskaper.

Fråga 11, Hur enkelt eller svårt är det för ditt företag att vidareutbilda den befintliga personalen inom området?

I nuläget anger medlemsföretagen att det är relativt svårt att vidareutbilda den egna befintliga personalen inom området.



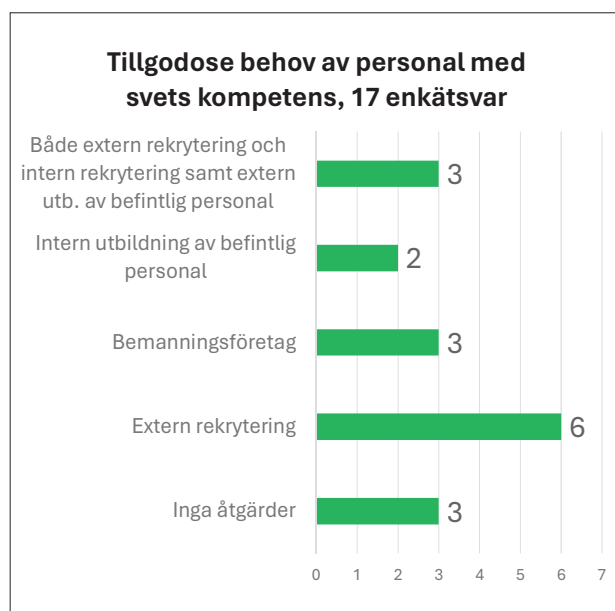
Fråga 8 och 9

Fråga 13, Hur har företaget rekryterat de senaste tre åren?



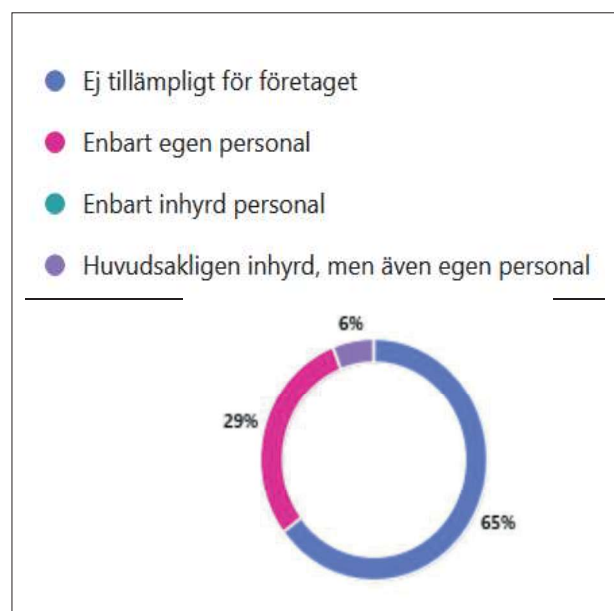
Fråga 13

Fråga 12, Hur har ditt företag huvudsakligen hanterat sitt behov av personal med svets kompetens under de senaste tre åren?



Fråga 12

Fråga 14, Hur har företaget huvudsakligen löst kompetensen för tillsyn vid svetsning ("svetsansvar" etcetera, ISO 14731)?



Fråga 14

Fråga 15, Hur stort anser du att företags behov är av tillskott av följande kompetenser? (För att klara era mål avseende tillväxt och konkurrenskraft)?

IW-utbildad svetsare, ISO_9606-X MIG/MAG, TIG, MMA	Ej tillämpligt: Inget behov Litet behov Stort behov Mycket stort	56 % 11 11 22 -
ISO_14 732 Operatör lasermaskin Svetsning	Ej tillämpligt: Inget behov Litet behov Stort behov Mycket stort	44 % - 22 33 -
ISO_14 732 Operatör Hybrid lasermaskin + MIG/MAG	Ej tillämpligt: Inget behov Litet behov Stort behov Mycket stort	67 % 11 17 5 -
ISO_14 732 Operatör laserskärning	Ej tillämpligt: Inget behov Litet behov Stort behov Mycket stort	72 % 6 17 5 -
ISO_14 732 Operatör Robot	Ej tillämpligt: Inget behov Litet behov Stort behov Mycket stort	33 % 17 - 50 -
Oförstörande Provning: Praktiska kontroller av tillverkningens kvalitetsnivå. ISO_13919-laser eller 12932-Hybrid eller 9013-Skärning, kontrollpersonal	Ej tillämpligt: Inget behov Litet behov Stort behov Mycket stort	47 % 6 17 24 6
Konstruktörer med kunskap/expertis om lasermetoder	Ej tillämpligt: Inget behov Litet behov Stort behov Mycket stort	39 % 11 22 17 11

Fråga 15-1

Tredje & sista avsnittet i enkäten: Kompetensförsörjning framtid

Fråga 16, Hur välutvecklad anser du att ditt företags rutiner/strategi för kompetensförsörjning är?

Förklaring: Vad är NPS (Net Promoter Score)?

Net Promoter Score är en metod för att mäta hur väl utvecklade rutiner och strategier en organisation har, baserat på feedback. Det beräknas genom att ta den procentuella andelen som har svarat ”Väl utvecklade rutiner, strategier” (de som ger betygen 9–10) och subtrahera den procentuella andelen som svarar ”Det finns ingen rutin” (de som ger betygen 0–6).

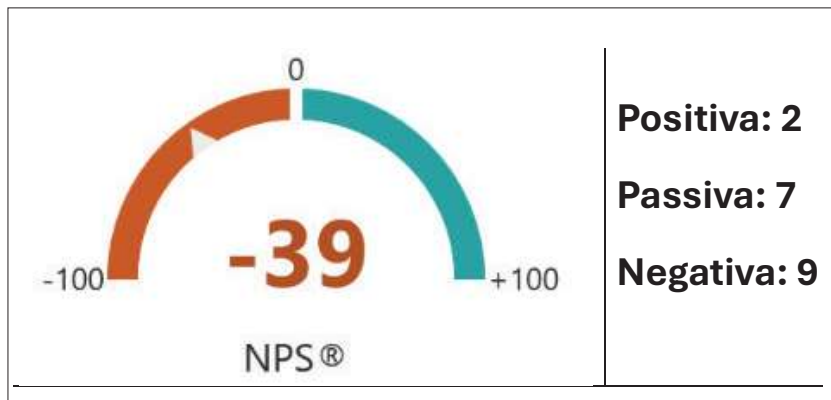
NPS-resultatet ligger på en skala från -100 till 100:

Höga poäng (närmare 100) indikerar fler nöjda LG-medlemsföretag med väl utvecklade rutiner och strategier.

Låga poäng (närmare -100) tyder på ett stort missnöje och bristande rutiner.

Fråga 15-2

Laser Svets Lärare	Ej tillämpligt: Inget behov Litet behov Stort behov Mycket stort	33 % 17 22 28 -
Forsknings personal	Ej tillämpligt: Inget behov Litet behov Stort behov Mycket stort	28 % 11 22 33 6
Personal för tillsyn av delar eller hela svetsprocessen (Svetsansvarig), ISO_14 731	Ej tillämpligt: Inget behov Litet behov Stort behov Mycket stort	50 % 5 22 17 6
Svetsingenjör-IWE	Ej tillämpligt: Inget behov Litet behov Stort behov Mycket stort	33 % 6 17 44 -
Svets tekniker-IWT	Ej tillämpligt: Inget behov Litet behov Stort behov Mycket stort	44 % 6 11 39 -
Svets specialist-IWS	Ej tillämpligt: Inget behov Litet behov Stort behov Mycket stort	44 % 6 11 33 6
Arbetsmiljöexpert enligt AFS 2009:7 för artificiell optisk strålning (Laser Safety Officer) Not: AFS 2009:7 ersatt av AFS 2023, se verkets paragrafnyckel)	Ej tillämpligt: Inget behov Litet behov Stort behov Mycket stort	29 % 6 47 12 6
Expert på utomeuropeisk standard ex. ASME	Ej tillämpligt: Inget behov Litet behov Stort behov Mycket stort	33 % 22 28 % 17 -
Expert på EU-standards ex. SS-EN ISO	Ej tillämpligt: Inget behov Litet behov Stort behov Mycket stort	22 % 6 55 11 6
IW-utbildad svetsare för Handhållen lasermetod	Ej tillämpligt: Inget behov Litet behov Stort behov Mycket stort	44 % 17 33 6 -



Fråga 16

Vad är ett bra NPS-resultat?

0 till 30 anses vara ett bra resultat, vilket indikerar att fler är nöjda än missnöjda.

Under 0, se diagram -39, signalerar att det finns fler missnöjda än nöjda medlemmar, vilket innebär att åtgärder krävs för förbättring. Ett högre NPS-resultat reflekterar bättre rutiner & strategier och nöjdare LG-medlemsföretag.

Fråga 17, Vad passar bäst in på ditt företags nuvarande strategi och rutiner avseende framtida kompetensförsörjning? Företaget har ...

Fråga 18, Vad är ditt företags största utmaning avseende kompetensförsörjning? Redovisning av enkätsvar utan inbördes sortering:

- Kompetens
- Hitta erfaren personal
- Att behålla yngre medarbetare
- Behålla personal och lång inlärningskurva.
- Hitta tillräckligt med kompetent arbetskraft.
- För tillfället att hinna rekrytera i takt med företagets utveckling och behov.
- Att hitta expertkompetens inom området, eller sådana som vill bli doktorer.
- Att hitta kompetent och pålitlig arbetskraft

● inga utarbetade rutiner eller strategier	4
● har rutiner för rekrytering	4
● har gjort en aktuell kompetensmatris och kan med hjälp av den lista nödvändiga kompetenser som...	4
● har en långsiktig strategi för kompetensförsörjningen inklusive rutiner för att rekrytera internt eller extern...	6
● Annat	0

Fråga 17

- Få svenska intressenter, som är civilingenjör.
- Att det saknas strategi för att både rekrytera kompetens och internutbilda personal.
- Svårt för litet företag att synas för sökande
- Minskande rekryteringsbas + hitta folk med rätt kompetens

Fråga 19, Har du några idéer om hur vi skapar en bättre kompetensförsörjning i vår bransch?

- Nuförtiden vill vi alla rekrytera färdiga personer, men det går ju inte. Vi behöver få samsyn om att alla behöver hjälps åt med att utbilda sitt folk.
- Svår fråga. Tror att det måste ske i samverkan med näringsliv och lärosäten. Nu känns det som om att nå-

gon annan skall lösa problemet men det finns ingen "någon annan."

- Synliggöra att vi är en attraktiv, efterfrågad, framgångsrik bransch.
- Samverkan mellan industrier och skolor/utbildningar. Fånga dem tidigt. Marknadsförs industrijobb som attraktiva.
- Nå ut tidigt till studenter
- Introducera till yrket i tidigt skede.
- En bra mix mellan praktik och teori. Ta fram en utbildningsplan som innefattar båda delar. Specialistutbildningar?
- Utbildning i tidig ålder, Göra tv av vad man gör i industrin idag motsvarande på tv 3 typ bärga bilar, tunnelbanan väktare osv.
- Riktad utbildning ■

Kalendarium 2025

Maj

- 5-6 **Laserdag I, Stockholmsmässan, (www.lasergruppen.eu/aktiviteter)**
6-7 **Welding & Automation Expo, Stockholmsmässan, (www.svets.se/massa2025)**
7 **Handhållen Lasermetod, Stockholmsmässan, (www.lasergruppen.eu/aktiviteter)**

Juni

- 22-27 **IIW – 78th Annual Assembly and International Conference, Genua, Italien, (www.iw2025.com)**

Augusti

- 26-28 **NOLAMP20, DTU, Köpenhamn, (www.dtu.events/nolamp20)**

September

- 15-19 **Schweissen & Schneiden 2025, Essen, (<https://www.schweissen-schneiden.com>)**

Oktober

- 13-16 **44th Annual ICALEO 2025, Orlando, USA, (www.icaleo.org)**

Välkommen till lasergruppens Samverkansgrupp:

Handhållen Laser

Onsdag 7 maj 2025 – kl: 09:00 – 15:00

Linde Application Technology Center.

Adress: Varuvägen 2, 125 30 Älvsjö

Lunchrestaurang/Catering. Kaffemaskiner finns på plats.

Anmälan: via www.lasergruppen.eu/aktiviteter

anmälan är öppen fram till 22 april.

Boende: För boende rekommenderas Scandic Hotel. Hotellbokning sker av deltagarna i egen regi. Värd Laserdag I, den 5 maj är Linde Application Technology Center, Älvsjö i södra Stockholm.

Linde application center, Älvsjö/Stockholm

Linde Application Technology Center (ATC) är en anläggning designad för applikationsutveckling, kundtester, demonstrationer och utbildning inom framför allt svets- och skärområdet. Centret som invigdes i april 2024 är regionalt, och används flitigt av bolagen inom Linde Region Europe North. Förutom applikationsdelen finns också konferensrum. I centret drivs en dynamisk verksamhet där svets- och skärmaskiner kontinuerligt uppdateras med den senaste tekniken inom området. Granne med centret ligger också lab för utveckling av förbränningsteknik i samverkan med stålindustrin.

Om Lasergruppen

Lasergruppen är en samverkansorganisation för främjandet av lasertekniken inom svensk industri. En stark bransch behöver en bra plattform för samverkan, påverkan och utveckling.

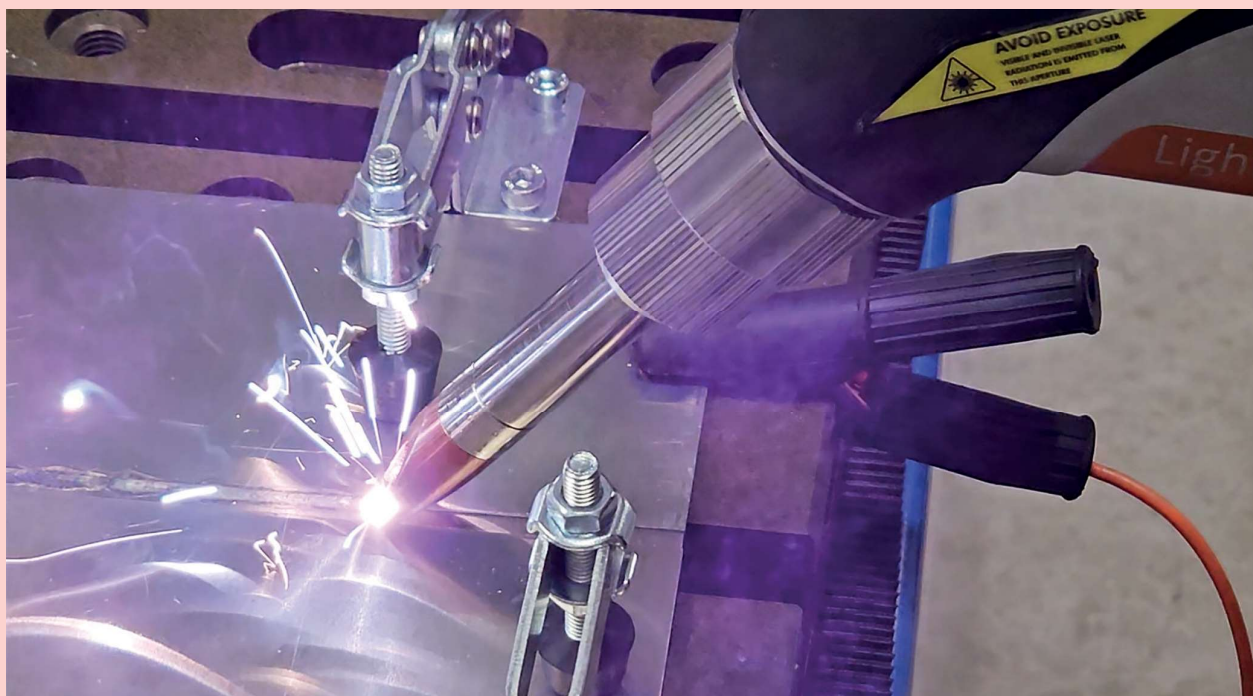
Samverkan inom Lasergruppen och medverkan i aktiviteter som temadag: Lasersäkerhet ger viktiga möjligheter till nätverkande och kunskapsutveckling inom ett snabbt utvecklande teknikområde. Medlemskap i Lasergruppen ger tillgång till ett nätverk med Sveriges främsta experter och till information och kunskap om lasertekniken.

Lasergruppen anordnar dessutom Laserdag två gånger per år och ger ut tidskriften Lasernytt.

Välkomna!

Kontaktperson: Jan Frostevarg Luleå Tekniska Universitet Jan Frostevarg jan.frostevarg@ltu.se eller Joakim Ekeröth, Svetskommissionen (www.svets.se/joakim)





Program Handhållen Lasermetod

med förbehåll om eventuella ändringar

0830 - 08.55	Registrering, kaffe & mingel	
09.00 - 09.15	Välkommen till temadag: Handhållen Laser Introduktion, varför vi är här idag	Lasergruppens ordförande Jan Frostevarg, LTU
09.15 - 10.00	Praktisk användning av handhållen laser.	Tim Smith, LMI AB
10.00 - 10.15	Bensträckare	
10.15 - 10.40	Manuell handhållen laser @ GKN Aerospace	Robert Leo, GKN Aerospace
10.40 - 10.50	Bensträckare	
10.50 - 11.10	Genomgång efter Lasersäkerhets konferens hos 3M den 6:e mars	Jan Frostevarg, LTU
11.10 - 12.00	Diskussion (dialog) summering förmiddag, vad finns/vad saknas gällande Handhållen laser?	Jan Frostevarg, LTU
12.00 - 13.00	Lunchpaus	
13.00 - 13.20	Processtabilitetens påverkan för HHLW i olika material med argon eller kvävgas som skyddsgas, och rengjorda eller inte rengjorda ytor	Jan Frostevarg, LTU
13.20 - 13.30	Fika, bensträckare	
13.30 - 13.45	Diskussion; (dialog) förberedelse "Actionplan", vad finns/vad saknas?	Jan Frostevarg, LTU
13.45 - 14.00	Fika, bensträckare	
14.00 - 14.30	Dagens VIKTIGASTE punkter! Sammanfattning och "Actionplan framåt" från workshop.	Jan Frostevarg, LTU
14.30 - 15.00	Avslutande-rundvandring => DEMO stationer	Alla deltagare

Laserablation aluminium



Olivia Taivalkoski
Laboratorieingenjör
Studsvik Nuclear AB



Figur 1: Laserablation av topplåt.

2021 gjordes examensarbetet ”Laser ablation of aluminium before welding; effect of weld preparation on number and sizes of pores” den här artikeln är en sammanfattning av det examensarbetet. Examensarbetet gjordes på Swerim i samarbete med Hydro och Agaria. Hydro tillverkar aluminium och Agaria jobbar med ytbearbetning av plast och metall med (bland annat) laser.

Rengöring och oxidborttagning innan svetsning av aluminium är mycket viktigt för att undvika porer i svetsen. Fukt och fett kan bilda vätgas inne i materialet vid svetsning vilket kan bilda porer när svetsen svalnar. Aluminiumoxiden på materialet kan på olika sätt bidra till att porer bildas. Därför är det också viktigt hur materialet har förvarats innan svetsningen. Har det förvarats fuktigt kan oxiden innehålla fukt som då ger dubbelt bidrag till porositetsbildning.

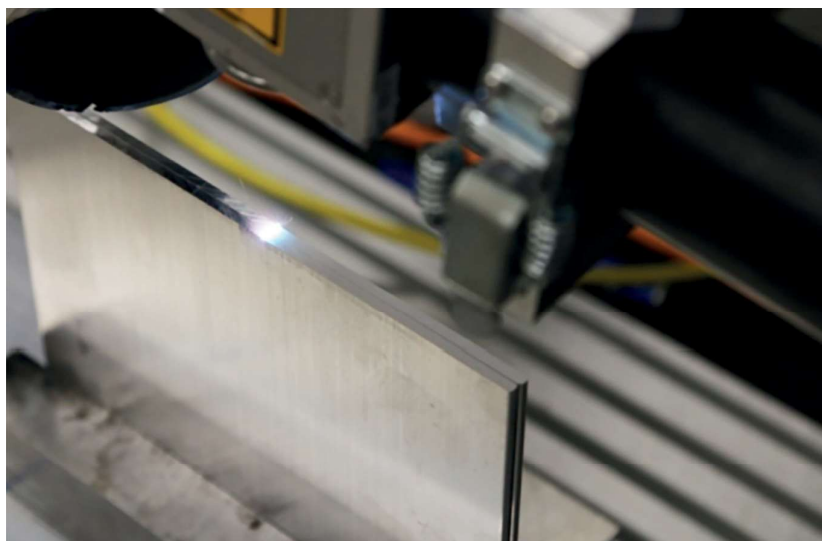
Examensarbetet gick ut på att jämföra tre olika sätt att rengöra och förbereda för svetsning av aluminium. De tre metoderna var rengöring med etanol, borstning med stålborste sedan rengöring med etanol och laserablation av området som ska svetsas.

Laserablationen gjordes med en light-CASE CL 100 med en Nd:YAG laser från Agaria. I tabellen nedan ses använda parametrar.

Laserpunktstorlek	80 nm
Lasereffekt	100 W
Pulsfrekvens	100 kHz
Pulslängd	50 ns
Scanningsbredd	10 mm

För att material ska ableras av laser krävs två saker: 1) energi till att värma, smälta, slå sönder eller förångas materialet, och 2) mekanisk kraft till att slå bort materialet som smält, slagits sönder eller förångats. Hur detta går till exakt, med vilken process det sker, beror bland annat på materialets och laserns egenskaper.

Det finns olika sorters lasrar, som bygger på olika ämnen till att göra laserljuset. Det gör att olika lasrar har olika våglängder, till exempel har Nd:YAG (niodium-dopad yttrium aluminium si-



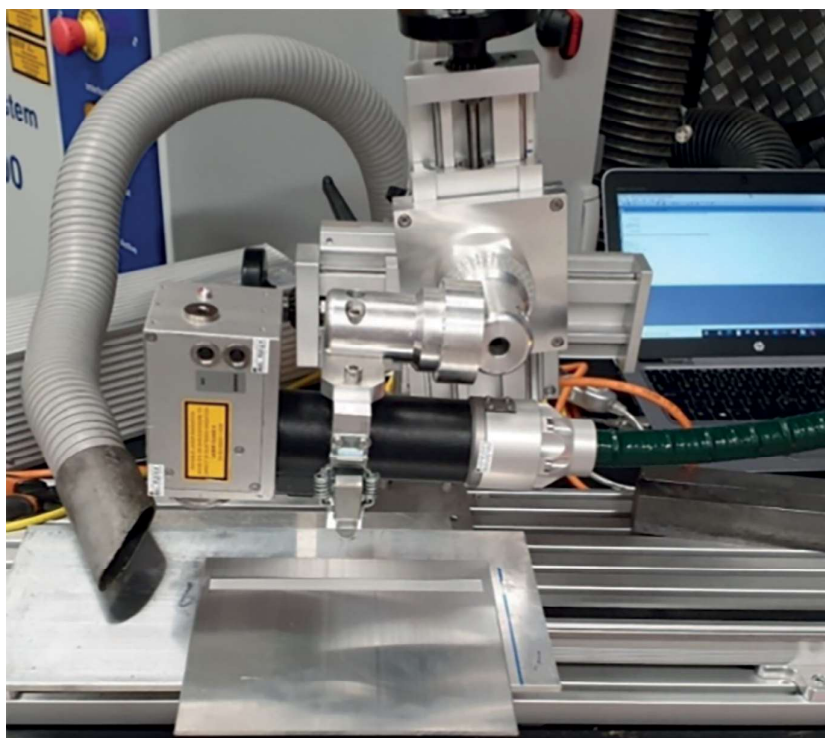
Figur 2: Laserablation på kanten av topplåt.

likat-kristall) våglängden 1064 nm. Olika Material absorberar olika våglängder olika bra. Aluminium absorberar relativt bra med våglängden 1040 nm och därför passar Nd:YAG laser bra för laserablation av Aluminium.

Laserablation görs med pulsad laser. Lasern pulsas genom "Q-switching" vilket startar och stoppar lasern snabbt och kontrollerat. Under stoppet byggs energin upp inne i lasermediumet vilket ger en hög energi i laserpulsen. I allmänhet gör en längre laserpuls att mer energi behövs för att ablera materialet.

Eftersom aluminiumoxid har högre smältpunkt än aluminium sker laserablationen av oxiden antagligen genom spallation; materialet under värms upp vilket ger ett tryck utåt från materialet som slår sönder och skjuter då i väg oxidskallet som små flisor (om det spricker upp). Eventuell fukt och fett som kan finnas på ytan tas också bort, då genom uppvärmning och förångning. Det värms antingen direkt från laserljuset, om fettet absorberar tillräckligt med energi, eller uppvärmning från underliggande materialet under den korta tid det är uppvärmt.

Svetsningen gjordes med en ABB robot och MIG svetsning med samma pa-



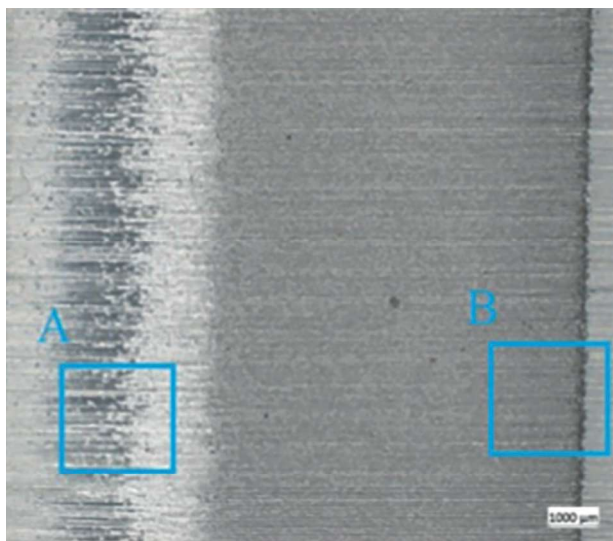
Figur 3: Lasersystemet.

rametrar för varje svets som kan ses i tabell nedan. Materialet som svetsades var 3 mm tjocka aluminiumplåtar i materi-

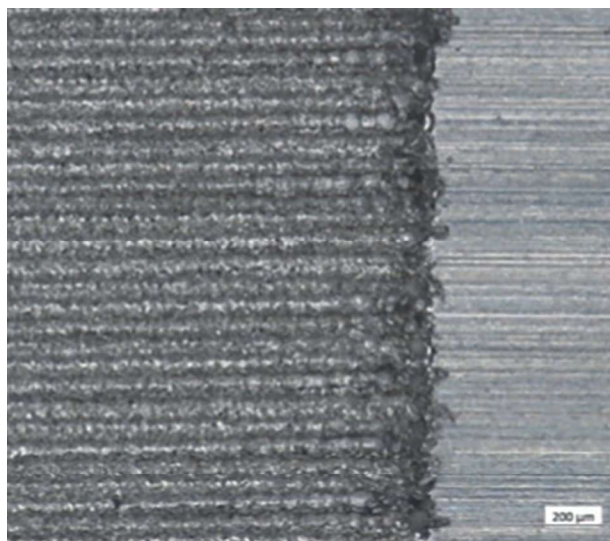
alet EN AW6082 T6, plåtarna hade förvarats inomhus i ca 2 år. Tillsatsstråden var 1,2 mm tjock 4043 aluminium tråd,



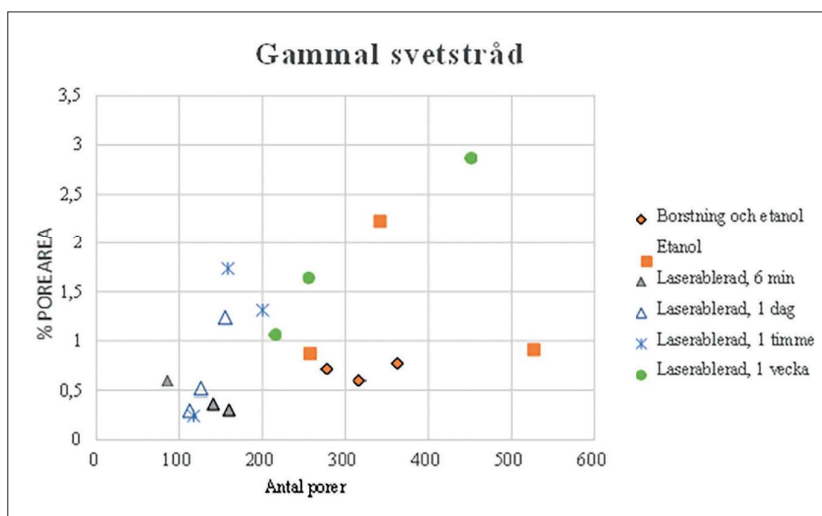
Figur 4: Uppdelning av svets för LOM-provtillverkning.



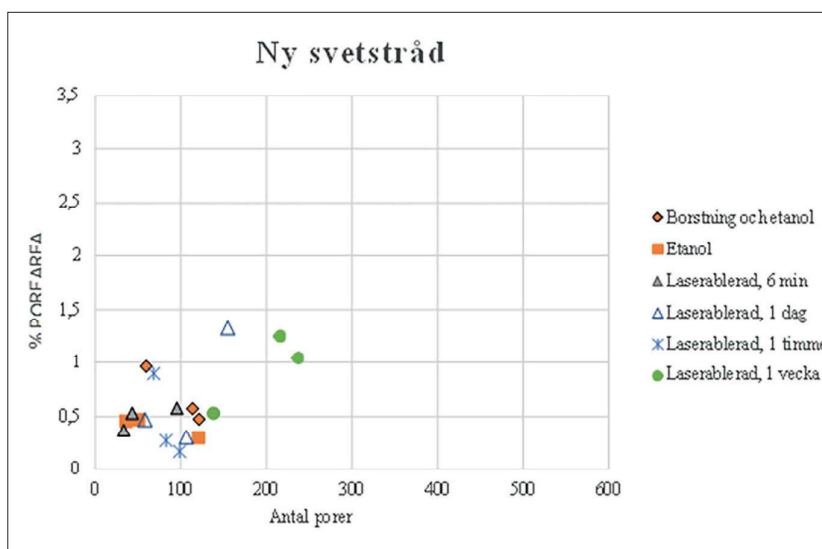
Figur 5: Foto av laserablerad aluminiumyta.



Figur 6: Laserablerad aluminiumyta, bild från Ljusoptiskt mikroskop.



Figur 7: Resultat med gammal svetstråd.



Figur 8: Resultat med ny svetstråd.

en som var öppnad och användes inom 2 veckor från öppnandet, och en som förvarats i öppenförpackning i ca 2 år. Svetsarna kapades sedan i tre delar var, som slipades och polerades för att sedan

fotograferas med ljuoptisk mikroskopi. Bilderna användes sedan till bildanalys i programmet Fiji-imageJ för att räkna areaprocenten av porer i tvärsnittet av svetsen.

Det skulle visa sig att det som påverkar resultatet (antal och area% porer) var vilken tråd som användes. I de svetsar som gjordes med den nya tråden var skillnaden i porositet inte särskilt stor mellan de olika rengöringsmetoderna. Däremot, i svetsarna gjorda med den gamla tillsatstråden gav rengöringsmetoden en ganska stor påverkan på resultatet.

För att sätta resultaten i perspektiv jämfördes dem mot standarden ISO 10042:2018 "Welding -- Arc-welded joints in aluminium and its alloys -- Quality levels for imperfections". Där anges bland annat hur stora porer som får finnas i en svets i de olika kvalitetsnivåerna. Den största poren som får finnas i lägsta nivå är 6 mm i diameter och i den högsta nivå är motsvarande 4 mm, men detta beror också på godstjockleken. För en godstjocklek på 3 mm, som användes i dessa försök, är den största tillåtna pordiametern 0,6 mm i högst/bästa kvalitetsnivå. Procenten av hur många jämnt utspridda porer som får finnas i en svets i högsta kvalitetsnivå är 1%.

Det man kan se är att laserablation gav ett konsekvent bättre resultat även om andra parametrar också gav bra resultat men med större spridning. Detta gäller då svetsning utfördes i närtid efter laserrengöringen (här ca 6 minuter efter laserablering). Nya försök efter en vecka från laserablering till svetsning gav upphov till en ökning av porer i svetsen. Notera att då utfördes ingen ytterligare rengöring och eftersom ytan efter laserablering blir "skrovlig" är det möjligt att dessa plåtar då hade format mer ytoxid än innan rengöring, pga större ytareal och då också kanske mer fukt och eller smuts. ■

Fogtyp	Överlappsfog
Svetsposition	PB
Skyddsgas	MISON Ar
Gasflöde	16 l/min
Elektroposition	1,5 mm från kanten av topplåten
CTWD (contact tip to work distance)	15 mm
Framföringshastighet	90 cm/min
Arbetsvinkel	45°
Framföringsvinkel	15°
Volt	20,8 V
Ström	167-159 A
Trådastighet	6,5 m/min

Följ Lasergruppen
på Linkedin och
Facebook



Gaser för laserskärning

– nyckeln till perfekta resultat

AQ Special Sheet Metall AB, ett ledande företag inom metallbearbetning, har nyligen tagit ett stort steg framåt i sin produktion genom att investera i en ny laserskärmaskin med optimerade gasblandningar, specifikt designade för att effektivisera skärningen.



Företaget som är baserat i Pålssboda, tillverkar produkter i metall till fordonsindustrin och är huvudsakligen specialiserade på produktion av fästelement. För att hänga med i utvecklingen och kunna möta kundernas efterfrågan var investeringen i den nya laserskärmaskinen nödvändig.

Genom att kombinera den senaste tekniken med anpassade gasblandningar har de lyckats ta sin produktion till nya nivåer. Valet av gas har varit avgörande för laserskärningens prestanda, och gasernas roller handlar om att hitta rätt balans mellan skärkvalitet och produktivitet utifrån materialet som ska bearbetas och de krav som ställs på slutprodukten.

”För oss som tillverkar komponenter till bilindustrin är rena svetssömmar guld värda”, förklarar en representant från företaget. ”Vi behöver minimera efterarbetet för att hålla nere kostnaderna, och där spelar gasvalet en stor roll”

Rätt gas är nyckeln till att få ut det där lilla extra ur laserskärmaskinen. Nitrogen och Oxygen är huvudsakligen de två gaserna som används, men deras egenskaper skiljer sig åt avsevärt:

Nitrogen - ger snabbast laserskärning: Nitrogen är en inert gas som inte reagerar kemiskt med materialet som skärs,

under högt tryck. Detta ger en mycket ren och skarp skärkant, utan oxidation eller missfärgning. Nitrogen är perfekt för material som rostfritt stål, aluminium och koppar där en snygg och felfri yta är viktig och där högsta skärhastighet är ett krav.

Skärning med Oxygen ger lägre gasförbrukning: Oxygen är en oxiderande gas som reagerar kemiskt med materialet under skärprocessen vilket innebär att man kan skära med betydligt lägre tryck.

Vid valet av gasförsörjning tas det hänsyn till önskad kvalitet, tryck och gasförbrukning, vid högre förbrukning erfordras en gascentral. I sådana fall är en central som automatiskt växlar mellan gaspaket att föredra, då avbrott i gasförsörjningen kan resultera i oönskad och kostsamma driftstörningar.

AQ Special Sheet Metall har samarbetat med specialister ifrån Nippon Gases och AMADA för att hitta de perfekta gasblandningarna för sina olika material och applikationer. Detta har resulterat i en konkurrenskraftig laserskärning där företaget kan erbjuda både hög kvalitet och effektivitet.

Som exempel kan en blandning av Nitrogen med en liten del Oxygen användas vid laserskärning av aluminium för att öka skärhastigheten, minska oxidförekomsten samt mängden skärskägg i skärsnittet. ■



LaserSan® gasblandningar från Nippon Gases Sverige AB

För skärning och svetsning av plåt med laser måste resonatorgasen, skärgasen och svetsgasen vara mycket rena. Nippon Gases har årtionden med erfarenhet av gasproduktion och en portfölj av rena gaser och blandningar som uppfyller alla krav från maskinleverantörerna.



Laserskärmaskin från AMADA Scandinavia AB

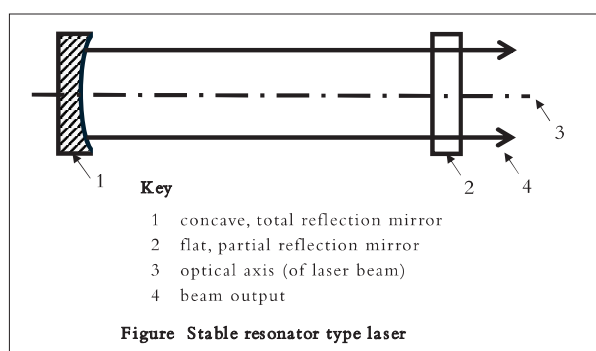
- Kraftfull AMADA laser på 12kW som möjliggör skärning av tjockare stål med nitrogen som tar bort sekundärprocess, så som oxidborttagning
- REGIUS laser med hög axelhastighet på 340m/m och 5G acceleration tillsammans med rätt gas kan ersätta upp till två Co2 maskiner

Termer och definitioner

lasersvetsning

International Institute of Welding, IIW, Commission VI Terminology, har ett pågående standardiseringsprojekt för terminologi för lasersvetsning. Standardförslaget betecknas ISO/WD 25901-5 "Svetsning och besläktade förfaranden – Terminologi – Del 5: Lasersvetsning" och innehåller ett drygt 100-tal termer med definitioner. Ett urval av termerna och definitionerna kommer att översättas till svenska och presenteras löpande i Lasernytt.

English term: Stable resonator type laser



Definition

Laser emitted from a resonator equipped with a pair of mirrors, one concave total-reflection mirror and one flat or concave partial-reflection mirror.

Note 1 to entry: "stable" means that the light is reflected back and forth by the concave mirrors that are focused along the beam axis, and does not emit light outside of the mirrors.

Note 2 to entry: The light transmitted by a partial-reflection mirror is used as a laser beam in the case of stable resonator type laser.

Note 3 to entry: See Figure.

Svensk term:

Laser med stabil resonator

Figur: Laser med stabil resonator

Index

1. Konkav totalreflekterande spegel
2. Plan delvis reflekterande spegel
3. Optisk axel (för laserstrålen)
4. Strålutgång

Definition

Laser som emitteras från en resonator utrustad med ett par speglar: en konkav total-reflekterande spegel och en plan eller konkav delvis reflekterande spegel.

Notis 1 till posten: "Stabil" innebär att ljuset reflekteras fram och tillbaka av de konkava speglarna som fokuseras längs strålxeln, och att det inte emitterar ljus utanför speglarna.

Notis 2 till posten: Ljuset som passerar genom en delvis reflekterande spegel används som laserstråle i fallet med en laser med stabil resonator.

Notis 3 till posten: Se figur.

Källa JIS Z 3001-5:2013, 54005

English term

DC discharge excited laser

dc electric discharge type laser

Definition

Gas laser which uses direct-current discharge for excitation.

Svensk term

DC-urladdningsexciterad laser

Definition

En laser där det aktiva lasermediet exciteras (energisätts) genom likströmsurladdning (DC), ofta i gaslasrar där elektrisk ström passerar genom gasen.

Källa JIS Z 3001-5:2013, 54008

English term

CO₂ laser

Definition

Gas laser whose active laser medium is CO₂.

Svensk term

CO₂ laser

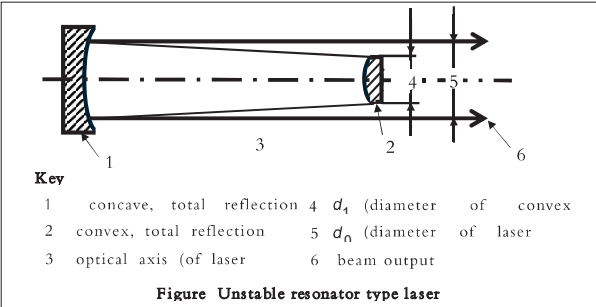
Definition

Gaslaser vars aktiva lasermedium är CO₂.

Källa IIW Commission VI

English term

Stable resonator type laser



Definition

Laser emitted from a resonator equipped with a combination of a concave total-reflection mirror and a convex total-reflection mirror

Note 1 to entry: One axial ray stays in the resonator as long as diffraction is neglected.

Note 2 to entry: The output beam in an oscillator is a ring shape, and the ratio of the outside diameter d_0 and the inside diameter d_1 is called beam magnifying power (M).

Note 3 to entry: See Figure

Svensk term

Laser med instabil resonator

Figur: Laser med instabil resonator. Index

1. Konkav totalreflekterande spegel
2. Konvex totalreflekterande spegel
3. Optisk axel (för laserstrålen)
4. d_1 (diameter för konvex spegel)
5. d_0 (diameter för konkav spegel)
6. Strålutgång

Definition

Laser som emitteras från en resonator utrustad med en kombination av en konkav totalreflekterande spegel och en konvex totalreflekterande spegel.

Notis 1 till posten: En axiell stråle stannar i resonatorn så länge diffraktion försummas.

Notis 2 till posten: Utgångsstrålen i en oscillator har en ringform, och förhållandet mellan ytterdiametern d_0 och innerdiametern d_1 kallas strålförstorings effekt (M).

Notis 3 till posten: Se figur.

Källa JIS Z 3001-5:2013, 54006, with addition of key 6 in the figure

English term

High frequency current discharge excited laser

Definition

Gas laser which uses high frequency discharge for excitation

Note 1 to entry: This term is also called "radio-frequency discharge excited laser".

Svensk term

Högfrekvensströmsurladdningsexciterad laser

Urladdningsexciterad laser med hög frekvens

Definition

Gaslaser som använder högfrekvensurladdning för excitation

Notis 1 till posten: Denna term kallas även "radiofrekvensurladdnings-exciterad laser".

Källa JIS Z 3001-5:2013, 54009

English term

Coaxial type laser

axial flow type laser

Definition

Laser in which the laser beam axis, the gas-stream direction of an active laser medium, and the electric discharge direction correspond

Svensk term

Koaxiell laser

Laser med axiellt flöde

Definition

Laser där laserstrålens axel, gasflödets riktning för det aktiva lasermediet och den elektriska urladdningens riktning sammanfaller

Källa JIS Z 3001-5:2013, 54016

English term

Helium-neon laser

Definition

Gas laser whose active laser medium is a helium-neon gas mixture

Note 1 to entry: The most common version produces red light of wavelength 632,8 nm used for guiding the laser beam to the welding point.

Svensk term

Helium-neonlaser

Definition

Gaslaser vars aktiva lasermedium är en helium-neon-gasblandning. *Notis 1 till posten:* Den vanligaste varianten producerar rött ljus med våglängden 632,5 nm som används för att rikta laserstrålen till svetspositionen.

Källa IIW Commission VI

Ny teknologi lyfter lasersvetsning och 3D-printning



Yongcui Mi, Högskolan Väst.

Yongcui Mi har utvecklat banbrytande teknologi som gör det möjligt att i realtid forma och styra laserstrålen vid lasersvetsning och laserbaserad additiv tillverkning i metall. Innovationen bygger på samma spegelteknik som finns i avancerade teleskop för astronomi.

Inom några år kan ny teknologi skapa effektivare och mer tillförlitliga sätt att använda högeffektlasrar vid svetsning och additiv tillverkning med tråd (även kallat 3D-printning). Tillverkningsindustrin får nya möjligheter att bygga mer robusta processer som uppfyller höga kvalitetskrav.

– Vi är först med att använda formbara spegelteknik för den här applikationen. Spegeloptiken klarar lasereffekter på flera kilowatt och med hjälp av datorseendeteknik och AI går det att forma laserstrålen i realtid så att den anpassas till variationer i stumfogar, förklarar Yongcui, ny doktor i produktionsteknik, Högskolan Väst. Industrin har idag stora utmaningar när det gäller svetsning med högeffektlasrar utan tillsatstråd. Det uppstår ofta defekter i fogarna eftersom fogspaltens bredd kan variera.

Dynamisk laserstrålförformning

– För att få en stark och felfri fog krävs att laserstrålens form anpassar sig efter

de olika bredder som uppstår längs en svetsfog. Med hjälp av den här teknologin kan man under svetsprocessen forma strålen form så att den överbrygger fogspalter på upp till 0,6 millimeter vid svetsning av stålplåtar som är 2 millimeter tjocka.

– Laserstrålens form kan växla inom 10 millisekunder och med olika ellipsformade laserstrålar kan vi också få högre kvalitet på svetsfogen än med vanlig cirkulär statisk laserstråle. Våra tester visar att det går att minska deformation i arbetsstycket med upp till 80 procent.

Yongcui har även testat den nya teknologin för laserbaserad additiv tillverkning med tråd. Även här kan dynamisk laserstrålförformning skapa effektivare och mer tillförlitliga processer för högeffektlasrar.

Spar tid och pengar

– Resultaten från min forskning visar att det finns stor potential för dynamisk laserstrålförformning både vid lasersvetsning och laserbaserad additiv

tillverkning. Med den här teknologin blir processen mer flexibel och når högre kvalitet. Dessutom minskas materialspillet och energiåtgången väsentligt, vilket spar tid och pengar.

Den formbara spegeln har tagits fram i nära samarbete med Dynamic Optics – ett italienskt företag som främst tillverkar spegeloptik till avancerade teleskop för astronomer. Spegeltekniken utvecklades på 1950-talet av italienska Padua universitet och bidrog till att teleskop ger mer exakt återgivning av stjärnor, planeter och andra himlakroppar.

Skraddarsyddas speglar

Spegeln för vårt projekt har anpassats för vår specifika applikation. Att integrera, felsöka och validera en prototyp för den här banbrytande teknologin i de utmanade processerna var nog den mest utmanande och tidskrävande delen av forskningen. Yongcui har även samarbetat med högskolans industripartner GKN Aerospace, Brogren Industries och Procada. Intresset för teknologin är stort bland industrier som arbetar med högeffektlasrar, exempelvis tillverkare av framtidens flygmotorer, elektrifierade fordon och andra industriellt utmanande tillämpningar.

– Nu krävs ytterligare forskning för att teknologin ska bli mogen för att implementera i skarp produktion inom några år. Jag hoppas kunna fortsätta min forskning och bidra med bredare och djupare kunskaper inom området.

Ta del av Yongcui Mis avhandling

”Dynamic beam shaping with a deformable mirror for control of high power laser processes”



3M

0241-624 00
Ernst Hedlunds väg 35
785 30 Gagnef

AB Alvenius Industrier

016-16 65 00
Kungsgatan 75
681 07 Eskilstuna

Alfa Laval Corporate AB

046-36 65 00
Rudeboksvägen 1
226 55 Lund

Cummins-Meritor

0581-840 00
Meritor HVS AB
Ishockegatan 3
711 34 Lindesberg

Ferruform AB

092-07 65 94
Box 815
971 25 Luleå

GKN Aerospace Sweden AB

052-09 38 33
461 81 Trollhättan

Högskolan Skövde

0500-44 80 00
Institutionen för Ingenjörsvetenskap
541 28 Skövde

Högskolan Väst

0520-223 000
461 86 Trollhättan

Laser Machining Inc. LMI AB

028-13 07 16
Storbygatan 7
780 53 Nås

Lasernova AB

063-18 08 80
Odenskogsvägen 1
831 48 Östersund

Lasertech LSH AB

058-68 48 00
Bofors Industriområde
691 80 Karlskoga

Linde Gas AB

08-706 95 00
Products & Applications
Box 30193, 104 25 Solna

Luleå Tekniska Universitet

0920-49 10 00
Avd. för produktionsutveckling
971 87 Luleå

Nippon Gases Sverige AB

076-501 08 00
Box 51
731 22 Köping

NKC Manufacturing Sweden AB

031-337 11 39
Kvibergs Broväg 10
402 52 Göteborg

Oerlikon Metco Europe GmbH

070-683 84 11
Metco Norden Filial
Gesällvägen 6, 145 63 Norsborg

Pepab Produktionspartner AB

0270-42 91 51
Bröksmyravägen 33
826 40 Söderhamn

Permanova Lasersystem AB

031-706 19 80
Krokslättsfabriker 30
431 37 Mölndal

Scania CV AB

08-553 704 10
151 87 Södertälje

SSAB Emea AB

024-37 00 00
781 84 BORLÄNGE

SSAB Oxelösund AB

0155-25 40 00
613 80 Oxelösund

Strandmöllen AB

037-21 55 40
Nasvägen 22
341 34 Ljungby

Swerim AB

08-440 48 70
Isafjordsgatan 28A
Box 7047
164 07 Kista

TeknikCentrum i Gnosjö

037-927 29
Gunnarsvägen 1
335 31 Gnosjö

Tetra Pak Dairy & Beverage Systems AB

046-36 55 59
Ruben Rausings gata
221 86 Lund

Trumpf Maskin AB

0322-66 97 00
Box 606
441 17 Alingsås

Volvo Construction Equipment AB

016-15 10 00
631 85 Eskilstuna

Volvo Lastvagnar AB

090-70 74 77
Bölevägen
Box 1416
901 24 Umeå

Volvo Powertrain Corporation AB

073-902 33 51
405 08 Göteborg

Norska sektionen**GKN Aerospace Engine Systems Norway**

+47 32 72 84 00
PO Box 1004
N-3601 Kongsberg
Norge

Hedersmedlemmar**Claes Magnusson**

044-10 05 61
Kanalgatan 38
291 34 Kristianstad

Bertil Pekkari

070-550 91 15
Vendergatan 1
442 47 Kungälv

Welding & Automation

STOCKHOLM

Expo

Svetskommissionen bjuder in till en mötesplats för alla i svetsbranschen.

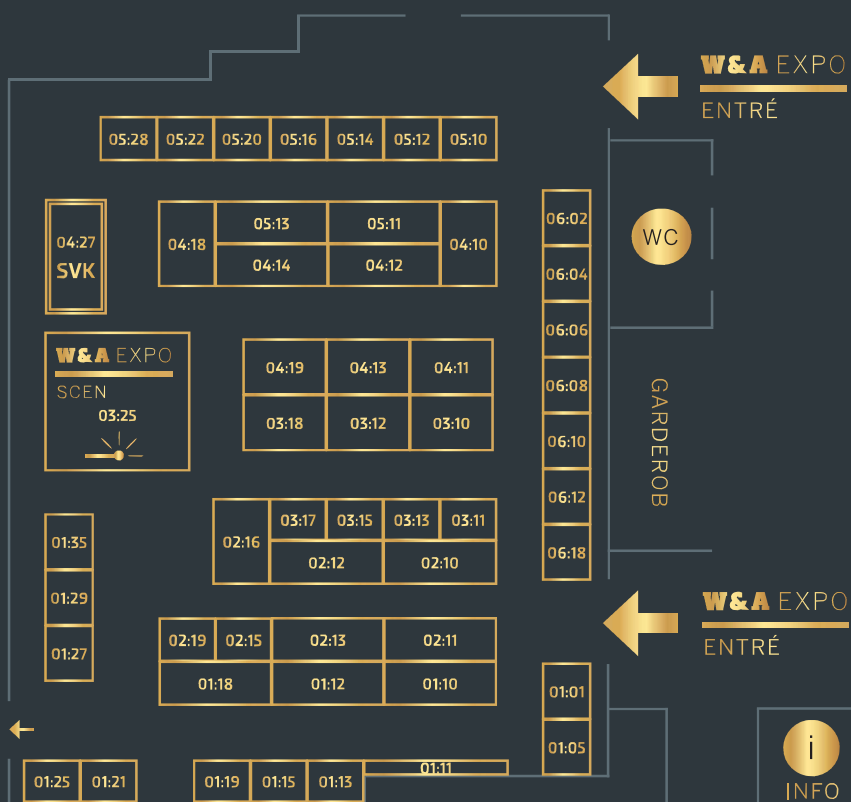
Tillsammans med de främsta leverantörerna inom svets och fogningsteknik samt svetsautomation blir detta en av årets viktigaste branschhändelser. Det här är vår inbjudan till dig. Vi hoppas att träffa just er där.



6–7 maj Victoriahallen på Stockholmsmässan i Älvsjö

- **En mäsia av och för branschen** – med drygt 50 utställare och cirka 2 500 besökare från hela Norden.
- **Eventet är nischat mot att vara ännu mer av en social**, hjärtlig och välkomnande tillställning.
- **Bra möjligheter att umgås:** scen, mat, pub, mingel och gemensam middag.
- **Mer information | anmälan:** www.svets.se/WAE | www.bit.ly/wae2025

05:10 ABUS
01:35 Afry
05:14 Alligo
02:11 Axson
05:11 Cavitat oy
03:11 Collett
01:21 Dekra
03:12 Elga/ITW
04:18 ESAB
03:18 ewm
01:01 Exportreform/Dalex
06:06 Fagon AB
06:04 Fanuc
01:10 Fumex
03:13 Gasiq
05:28 Högskolan Väst
03:17 IbeRobot
03:10 Intercut
06:02 JE RobotTeknik
02:12 Kemppi
06:08 Kiwa
02:15 Kobelco
01:29 Lincoln
02:13 Linde
04:13 Lintool
01:12 Lundqvist/Air liquide
02:19 Meltolit
04:11 Migatronik
03:15 Nederman
02:10 Nippon
06:18 Norsk Sveiseteknikk AS
06:12 Novatic
05:12 SA Svetseteknik AB
04:12 Saint-Gobain
05:13 SALUCO
01:11 SE Automation
04:14 Strandmøllen
01:05 Svenska Elektrod
04:27 Svetskommissionen
04:19 Svetsmaskinservice
05:16 TDRI
01:19 Tech Products
01:27 Teddington
01:18 Tyrolit
01:25 Utools
04:10 Valk Welding
01:13 VepaxVerktyg/Böhler
01:15 VepaxVerktyg/Tecnomec
05:20 VisualComponents
05:22 Wemag
06:10 Witeria
02:16 Yaskawa



Ingång västra entrén
Stockholmsmässan

SVETS
KOMMISSIONEN