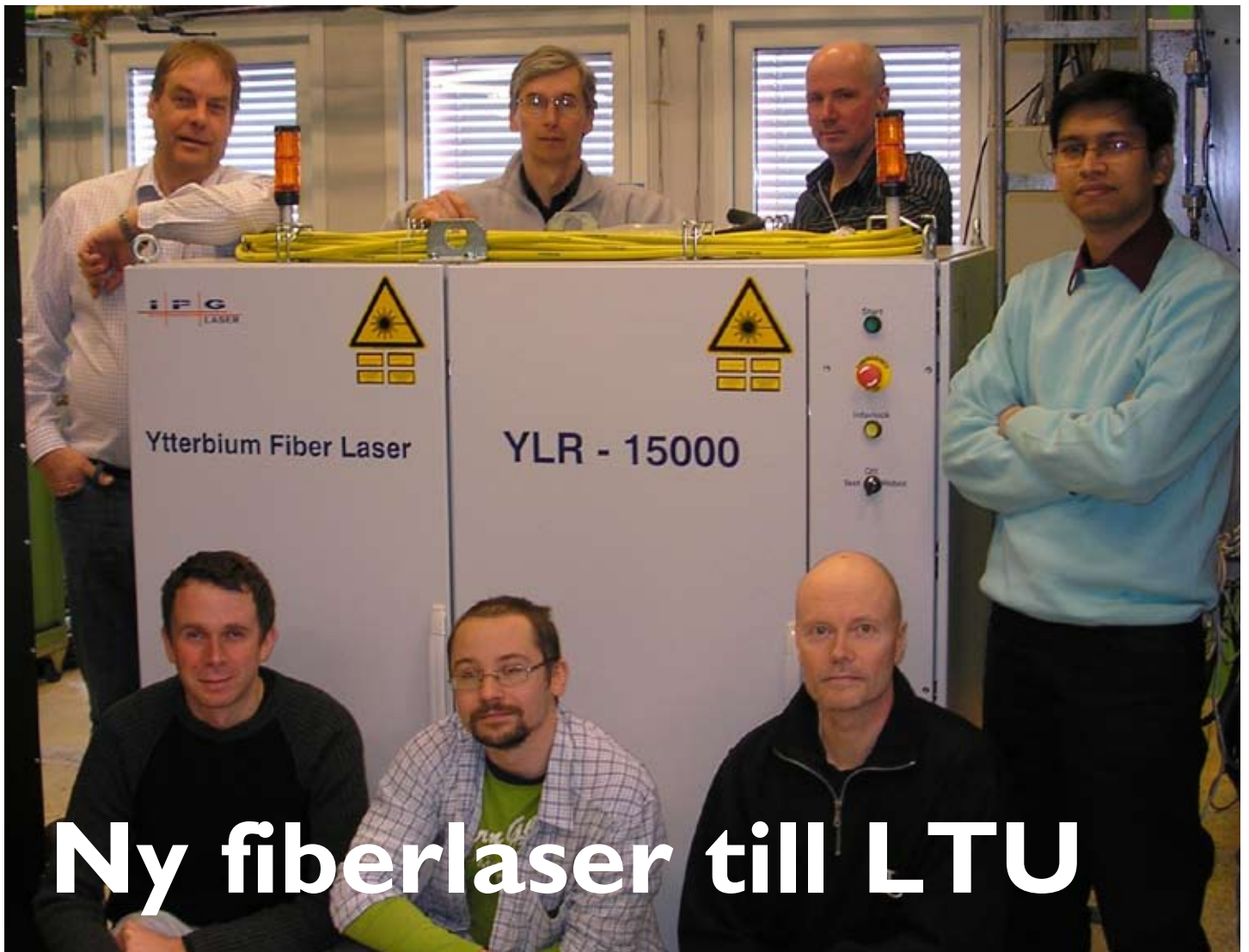


# LASER

1-08

*nytt*

Lösnummer pris 85 kr



## Ny fiberlaser till LTU

- Ett nytt tillskott till Norrskenet: en av världens ljusstarkaste lasrar till Luleå
- Dr Mariana G. Forrest - en kontakt för laserteknik i USA
- Skärning och svetsning med fiberlaser
- Laserverksamheten i Danmark
- Laserseminarium på Konga Bruk AB
- ICALEO® 2007 – den bästa på länge, del I
- En liten historik över laserutvecklingen inom Volvo Personvagnar
- ”Vi bjuder på ett revolutionerande verktyg ”

[www.se.trumpf.com](http://www.se.trumpf.com)

Välkommen  
till vår monter  
C03:02 på  
Svenska Mässan  
i Göteborg den  
6-9 maj

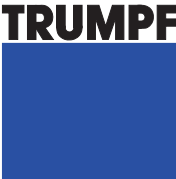


Shape the future with light.



Laser:TRUMPF.

Laser:TRUMPF.



Lasernytt utkommer med 3 nummer/år och ges ut av Lasergruppen c/o Svetskommissionen Box 5073, 102 42 Stockholm Telefon: 08-791 29 37

#### Redaktör

Hans Engström  
Telefon: 0920-49 12 69  
Växel: 0920-49 10 00  
Fax: 0920-49 22 28  
E-post: hans.engstrom@ltu.se

#### Redaktionellt arbete och kansli

Per Westerhult  
Telefon: 08-791 29 37  
E-post: per.westerhult@svets.se

#### Ansvarig utgivare Per Westerhult

#### Lasernytt på Internet

www.lasergruppen.eu

Produktion: Breakwater Publishing AB,  
www.breakwater.se, info@breakwater.se  
Tryck: Majornas Copyprint, Göteborg 2008  
Omslagsbild: Forskargrupp vid avdelningen för produktionsutveckling, LTU

- 3 Tankar från styrelsen
- 4 Ett nytt tillskott till Norrskenet: en av världens ljusstarkaste lasrar till Luleå
- 5 Dr Mariana G. Forrest - en kontakt för laserteknik i USA
- 6 Skärning och svetsning med fiberlaser
- 10 Laserverksamheten i Danmark
- 11 Laserseminarium på Konga Bruk AB
- 14 ICALEO® 2007 – den bästa på länge, del I
- 33 En liten historik över laserutvecklingen inom Volvo Personvagnar
- 37 ”Vi bjuder på ett revolutionerande verktyg ”
- 40 Laserkalendarium 2008

## Tankar från styrelsen

Av Tore Salmi, Permanova Lasersystem AB



Mycket finns att läsa i tidningarna just nu om bolånekrisen i USA och hur den väntas påverka (och redan påverkar) vår del av världen, när det gäller framtidstro och investeringsvilja. Samtidigt ser vi på Permanova en enorm aktivitet hos våra kundföretag, där vi tillsammans

använder laserprocesser för att vässa deras produktion.

Eftersom framtiden är så svår att förutsäga, finns det väl bara ett rimligt sätt att förhålla sig till den, nämligen att själv skapa framtiden. Vad innebär detta på person- och företagsnivå för svensk industri i allmänhet, och Lasergruppens medlemmar i synnerhet?

Till att börja med att man gör en analys av läget, vad är hoten och möjligheterna? Exempelvis fortsätter en global industrialisering (Kina, Indien...) i en rasande takt, med stora möjligheter för oss, men där västvärlden

ställs mot en konkurrens med i första läget lågavlönad arbetskraft, men i nästa läge också en ökande kompetens. Vad kan vi göra?

Bli duktigare! Vi måste höja vår kompetens och vi måste satsa på en allt effektivare produktion, med den bästa organisationen och de effektivaste tillverkningsprocesserna och maskinerna. Då kan vi både fortsätta med produktion på hemmaplan, och leverera produkter och utrustning till globala marknader.

Höj blicken! Investera i miljöer och utrustning för morgondagens produktionsfolk. Det kanske inte klirrar i kassan idag, men garanterat på lite sikt.

Ett exempel på detta just nu är den färiska västsvenska satsningen på PTC i Trollhättan, med Volvo Aero, Saab och Högskolan Väst som viktiga deltagare, och där nu allt fler mindre företag deltar. Både laser och annan teknik ingår.

Ett annat exempel som kan få en nytändning är laseraktiviteterna hos Luleå Tekniska Universitet, där man i dagarna fått hem sin 15 kW fiberlaser. Industrin i norr har ju redan vaknat, i spåren av IKEA i Haparanda.

# Ett nytt tillskott till Norrskenet: en av världens ljusstarkaste lasrar till Luleå

Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Luleå tekniska universitet ska installera världens näst ljusstarkaste laser för forskning inom industriell materialbearbetning. Den 15 kW starka fiberlasern kan fokuseras till en brännfläck som är mindre än 200 mikrometer, vilket gör den till en av världens mest kraftfulla för lasersvetsning och laserskärning. Detta nya tillskott till laserlaboratoriet vid LTU gör det möjligt för universitetet att fortsätta sin ledande forskning inom det snabbt växande området industriell laserteknik.

## Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse finansierar

I 29 år har avdelningen för Produktionsutveckling funnits i forskningsfronten inom industriell laserbearbetning, där vi har koncentrerat oss på viktiga områden som lasersvetsning, laserskärning, laserytbehandling, rapid prototyping och mikrobearbetning. Med bidraget på 11,5 miljoner kronor från Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse, ska LTU installera en 15 kW fiberlaser, som blir den näst ljusstarkaste i världen, och som ger hög effekt och effekttäthet. (det tyska institutet BAM i Berlin har den ljusstarkaste med 20 kW och 200 mikrometer fiberdiameter).

## 50 000 000 W/cm<sup>2</sup> i fokus

Forskningsprojekten inom lasersvetsning får direkt nytta av den nya fiberlasern när den installeras i april. Våra industriella partners är speciellt intresserade av denna nya teknologi för svetsning och skärning i tjockt material. Med en brännfläck på bara 200 mikrometer kommer effekttätheten att bli i storleksordningen 10<sup>8</sup> W/cm<sup>2</sup>, dvs 50 miljoner W/cm<sup>2</sup>, vilket är ca 10 gånger mer än föregående lasergeneration.

15 kW fiberlasern från IPG Laser GmbH är uppbyggd av många fiberlasermoduler som kopplas samman till en fiber med diameter 0.2 mm. Varje modul kan stängas av individuellt om så önskas.

Samarbetet med företag och akademiska organisationer kommer att stärkas genom att de får tillgång till den nya fiberlasern via CyberLab, vilket är ett interaktivt system för Web-konferenser och distansöverbyggnad experiment, som nyligen har utvecklats av LTU. En bred uppsättning av fokuseringsoptik och snabba



Delar av forskargruppen vid Avd. för Produktionsutveckling, LTU; samlad vid den nya 15 kW fiberlasern. Sittande fr.v: Alexander Kaplan, Peter Norman, Tore Silver. Stående fr.v Hans Engström, Greger Wiklund, Torbjörn Ilar, Minhaj Alam.



Fiberlasern från IPG Laser GmbH är uppbyggd av många fiberlasermoduler.

bearbetningssystem gör det möjligt att studera ett brett spektrum av bearbetningsförhållanden.

Den ultrahöga effekttätheten i laserstrålen kommer att göra det möjligt för forskarna vid LTU att studera förekomsten av inte tidigare undersökta fysikaliska mekanismer och därmed gränser och potential för industriella laserprocesser. Vår breda erfarenhet av analytiska och experimentella metoder som matematisk modellering och höghastighetsfilmning kommer att hjälpa till att öppna ett nytt kapitel av tillämpningar för industriell laserteknik.

## Fakta om LTUs fiberlaser:

Tillverkare IPG Laser GmbH (D Max. effekt 15 kW, cw, puls max. 5 kHz (min 20 µs-puls), våglängd: 1070 nm,

Storlek (LxBxH) utan kylare 1500 x 800 x 1500 mm

Verkningsgrad 30 %

Fiberdiameter 200 µm, fiberlängd 30 m, strålparameterprodukt BPP = 10,5 mm mrad

Fokuseringsoptik: Precitec, svetsmunstycke (koncentrisk eller från sidan), kollimator 150 mm, fokallängd 150/200/250/400 mm  
200/267/333/400 µm

Max hastighet: nu 20 m/min (olika robotar), senare 100-150 m/min (en linjäxaxel)

Lasersvetsning: som ovan

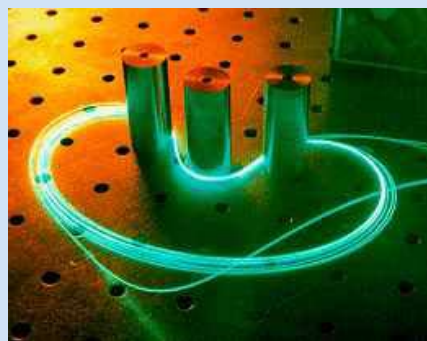
Laserskäring: max 5 kW, fokus 100/150/200 µm; optik för högre effekt kommer senare

Laserytbehandling: pulvermatning från sidan, lämplig optik (t ex linjefokus, koncentrisk pulvermatning) kommer senare

### Övrigt

Höghastighetsfilmning: nu 1000 bilder/sek max upplösning (1 Megapixel, ca. 10 µm/pixel), från hösten 20 000 bilder/sek, shutter t ex 1 µs, diodlaserbelysning Thermokamera (CMOS) ca. 1000 bilder/sek

Läs mer om laserutrustning vid LTU på vår hemsida: [www.ltu.se/tfm/produktion](http://www.ltu.se/tfm/produktion) och om fiberlaser i LaserNytt 1/2007.



Fiberlasern är ett revolutionerande koncept som baseras på en lång optisk fiber, dopad med Yb- (ytterbium) joner, som exciteras av ljus från en uppsättning av fiberkopplade diodlasrar.

## Dr Mariana G. Forrest - en kontakt för laserteknik i USA

Av Johnny K. Larsson, Volvo Cars AB

Behöver Du en kontakt för att utveckla dina affärer eller kontaktnät i USA eller kanske för hämta hem ny teknik?

Dr. Mariana G. Forrest, f.d. Daimler Chrysler och en "kollega" till Johnny K. Larsson, Volvo Cars AB har startat ett eget konsultbolag inom avancerad tillverkningssteknik, LAsAp i Troy, Mi., USA. Hon arbetar gärna på konsultbasis åt Lasergruppens medlemmar som behöver hjälp i USA. Dr. Forrest har bred industriell erfarenhet, se nedan:

*"Dr. Forrest is the founder and president of LAsAp, an engineering and manufacturing consultancy dedicated to accelerating the development pace and to transferring into production of advanced manufacturing technologies. The company is located in Troy, MI.*

*Prior to founding LAsAp, Dr. Forrest held various technical, R&D and executive management positions in engineering and manufacturing with Control Data, Chrysler and DaimlerChrysler. Most recently, she was Senior Manager of Advanced Joining Technologies Development group, part of Materials Engineering Department at DaimlerChrysler Corporation in Auburn Hills, MI. She represented DaimlerChrysler on several major industry*

*and university consortia, providing technical direction and actively promoting collaborative R&D work in advanced automotive manufacturing process technologies.*

*Dr. Forrest is a graduate of the Chrysler Institute of Engineering, and holds an MSEE from the University of Michigan and a Ph.D. in EE from Wayne State University. She holds several patents in the area of advanced joining processes, published in professional journals, organized international conferences, and has taken a leadership role in promoting the application of laser technology for automotive Body-In-White processes. Dr. Forrest represented DaimlerChrysler on various industry and university consortia related to advanced manufacturing technology and is a member of American Welding Society (AWS) and of Laser Institute of America (LIA)."*

Mer information: Kontakta Johnny K. Larsson, Volvo Cars AB.



Marian G Forrest, PhD.

# Skärning och svetsning med fiberlaser

Av Tore Salmi, Permanova Lasersystem AB

IT-sektorns sammanbrott ca år 2001 blev startskottet för formidabel utveckling av fiberlasertekniken utanför kommunikationsindustrin. Tillverkarna av kommunikationslasrar sökte nya användningsområden för sina produkter, och lasrar för bearbetning blev ett intressant område.

Mest lyckosam i jakten på höga uteffekter med bra strålkvalitet har IPG varit, med kommersiella lasrar etablerade på 20 kW, och 30 kW under lansering.

Går man ned i effekt till effektområdet under 1 kW, finns det ett stort antal leverantörer. Exempel är SPI, etablerade på 200 W, men med ambitioner uppåt.

Vad gör då de större etablerade lasertillverkarna?

Jodå, Trumpf lanserar hårt sina disklasrar, nu bekväma på 8 kW, och ytterligare skalbara uppåt i effekt, med 12 och 16 kW. Samtidigt ser man uppenbarligen till att följa fiberlasertekniken, och har släppt en egen fiberlaser på 300 W, och har gått in i ett joint-venture med Jenoptik.

Rofin-Sinar Laser ligger kvar på lägre disklasereffekter, och verkar förbereda sig för en egen fiberlaser-serie. Man har presenterat en 1 kW fiberlaser, och gjort ett par företagsförvärv inom fiberlaserområdet.

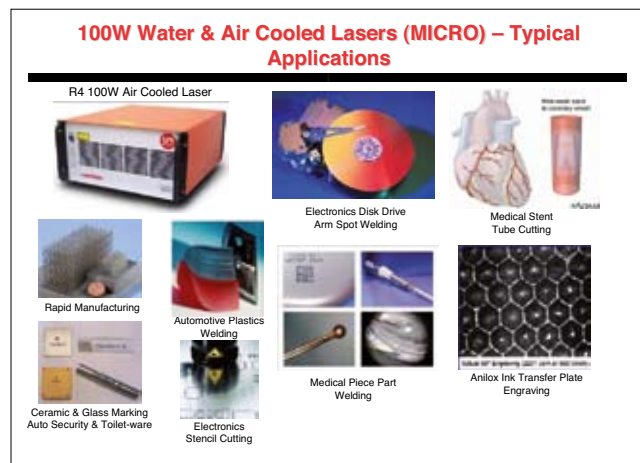
Kliver man fullt ut ned i mikrobearbetning med fiber-

laser, så är aktiviteten mycket hög, med många fler spelare. Mikroområdet har i sig en spännande utveckling med de nya möjligheter som mycket korta laserpulser öppnar för (nano-, pico-, femto-sekundpulser).

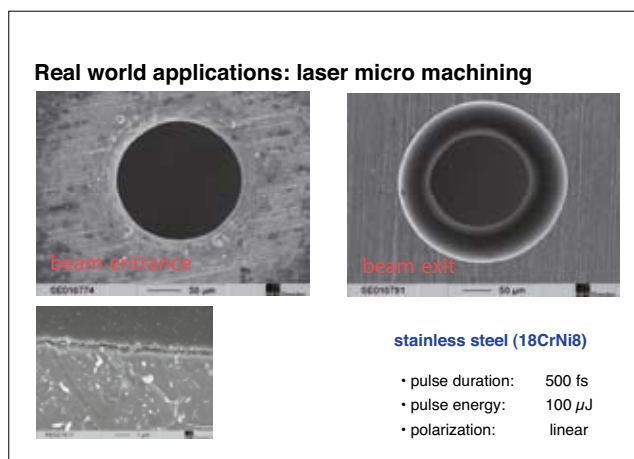
Fiberlasern har ett forum för sin teknik i den årligen återkommande workshop hos Fraunhofer-IWS i Dresden. I november 2007 gick "The 3rd International Workshop on Fiber Lasers" av stapeln, med många intressanta föredrag. Nedan följer några aktuella axplock.

## Skärning

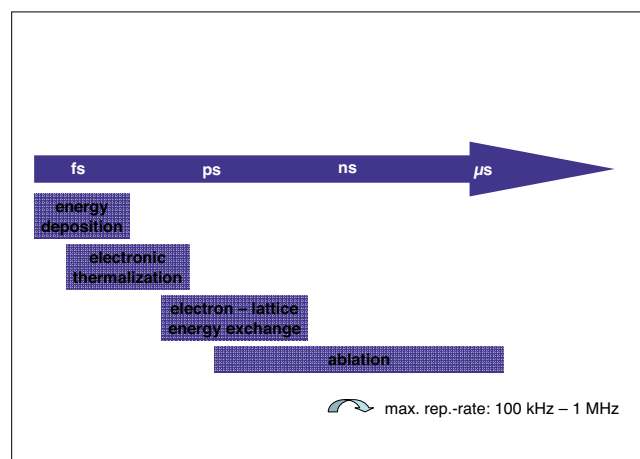
Prof.Dr. Andreas Tünnermann, Fraunhofer IOF, Jena, höll ett mycket intressant föredrag om vad man kan



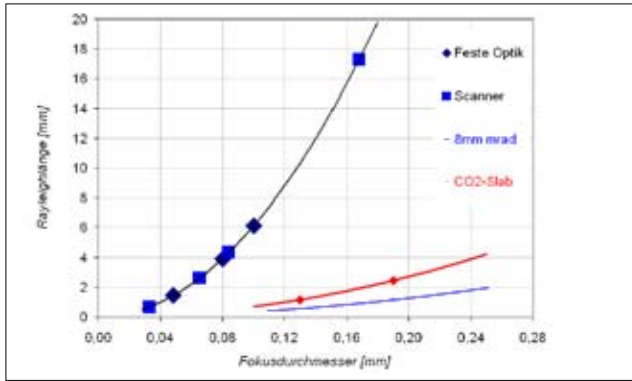
Figur 3. Mikrobearbetning med 100 W fiberlaser från SPI.



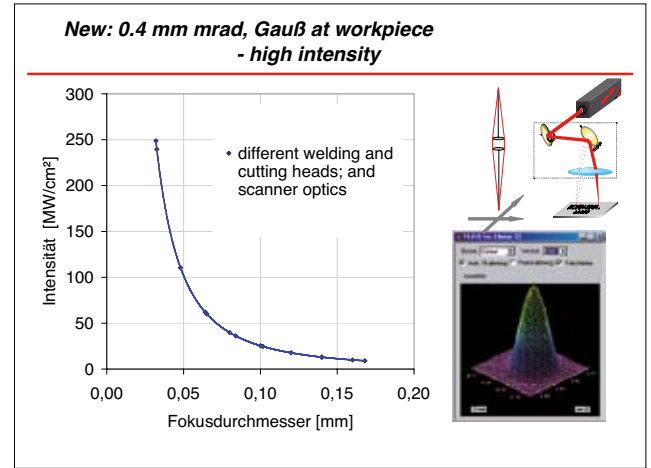
Figur 1. Borrning med ultrakorta pulser (500 femtosekunder) i rostfritt stål.



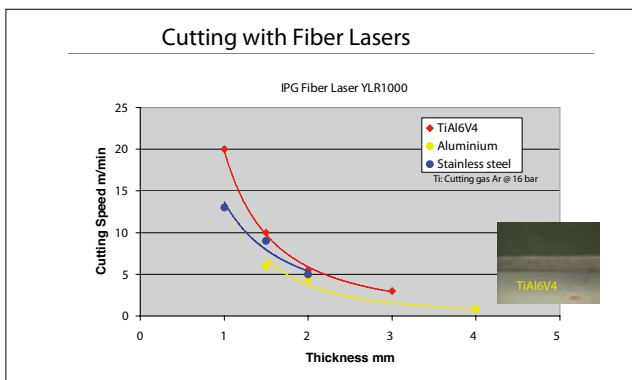
Figur 2. Förloppet vid ablation med ultrakorta pulser.



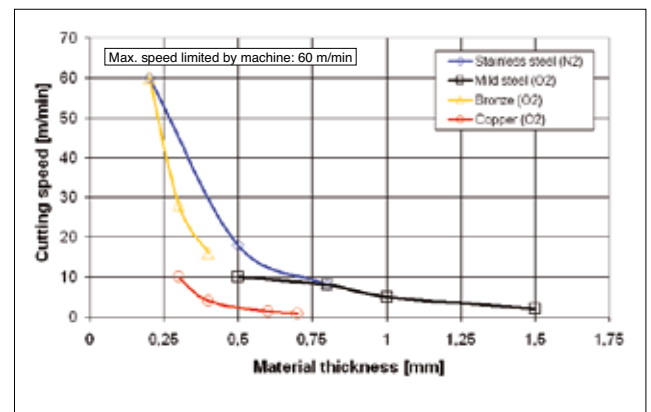
Figur 4. Skärpedjup som funktion av spotstorlek för 1 kW singlemode fiberlaser.



Figur 5. Effekttäthet som funktion av spotdiameter för 1 kW fiberlaser.



Figur 6. Skärning med 1 kW multimode fiberlaser, spot 100-150 mikrometer.



Figur 7. Skärning med 300 W fiberlaser från Trumpf.

göra inom mikrobearbetning med pulserade fiberlasrar med extremt korta pulstider (500 fs). Figur 1 visar ett typexempel på borrar i rostfritt med extremt liten värmepåverkan. Det bearbetade materialet (som kan vara metall, halvledare eller glas) ”hinner knappt fatta vad som hänt” förrän ablation sker.

Figur 2 illustrerar förloppet:

- energi deponeras inom femtosekunder, med påföljande elektroniska ”termalisering”
- den bildade fria elektrongasen deponerar energi till materialets gitter under picosekunder
- ablation sker under pico- till nanosekunder

Mekanismen fungerar teoretiskt med pulsfrekvenser i området 100 kHz – 1MHz, även om dagens Ti:Sapphire-lasrar bara når kHz-området. Redan med några nanosekunder långa pulser slutar mekanismen ovan att fungera, och man får en kraftig värmepåverkan och instabilare process.

Dr Steve Norman, SPI Laser, berättade om mikrobearbetning med deras fiberlasrar. Spotstorlekar kan ligga under 10  $\mu\text{m}$ , och frekvenser upp till 500 kHz. SPI:s fiberlasrar finns etablerade upp till 200 W, med våg-

längder 1070 nm och 1550 nm, se figur 3 exempel på mikrobearbetning med 100 W SPI-laser.

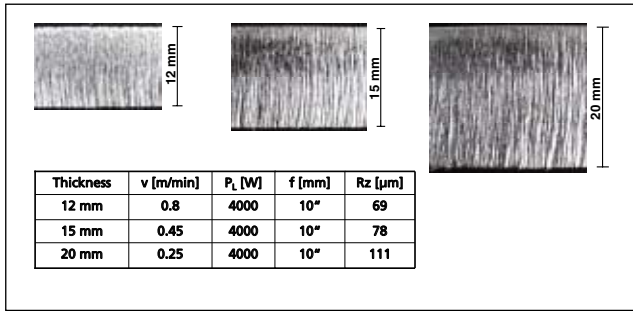
Dr Wolfram Rath, Rofin-Sinar Laser, berättade om deras erfarenheter med sin 1 kW singlemode fiberlaser. Här talar vi om en BPP på ca 0,4 mm x mrad, dvs en mycket liten spotstorlek, hög effekttäthet och stort ”skärpedjup” blir möjligt, se figur 4 och 5.

Dr. Raths erfarenhet var att för plåttjocklekar under 2 mm vid inertgasskärning (kväve) fick man en fördel (högre hastigheter) med den bättre strålkvaliteten, jämfört med t ex en bra CO<sub>2</sub>-laser. Dock blev snittytan sämre vid tjockare material.

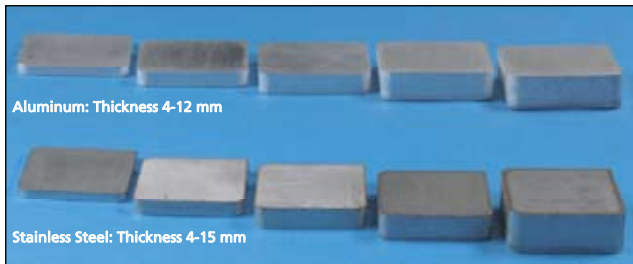
Vid oxygenskärning och tjockare material såg man ingen avgörande fördel.

Michael Grupp, IPG Laser, berättade översiktligt om skärning med fiberlaser, se t ex figur 6, med data från en vanlig multimode 1 kW fiberlaser. Intressant är att flatbäddsskärningsmaskiner med fiberlaser upp till ca 2 kW nu finns kommersiellt tillgängliga.

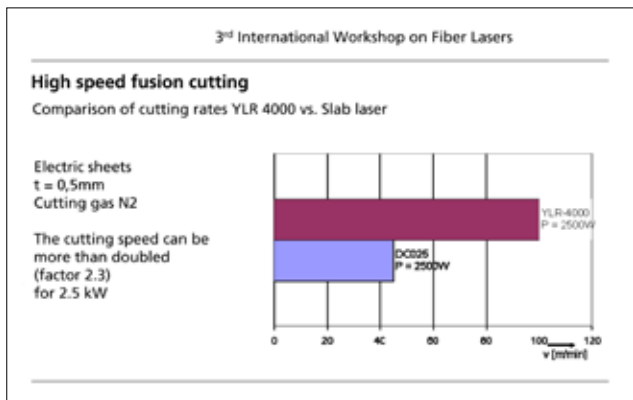
Alexander Hangst, Trumpf, berättade bl a om deras 300 W fiberlaser. I deras koncept har man 3 fiberutgångar med diodpumpstrålar från ett gemensamt kraft-



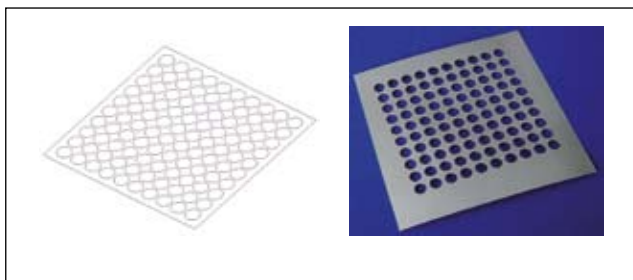
Figur 8. Exempel på snittkvalitet vid nitrogenskärning med 4 kW fiberlaser.



Figur 10. Exempel på skärning av 12 mm Al och 15 mm rostfritt stål.



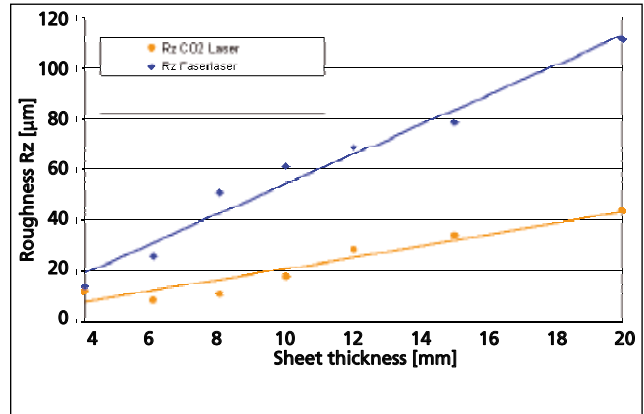
Figur 12. Jämförelse höghastighetsskärning med nitrogen mellan fiber och CO<sub>2</sub>-laser.



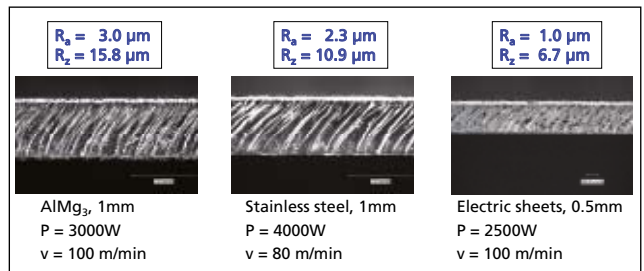
Figur 13. Testgeometri för höghastighets fjärrskärning (med skannerteknik) av hål i tunt material.

skåp ut till respektive 3 enheter med var sin dopad fiber. Från dessa exciteringsenheter går sedan de 5 m långa processfibrerna till respektive fokuseringsoptiker vid bearbetningsställena. Figur 7 visar skärdata för TruFiber 300-lasern.

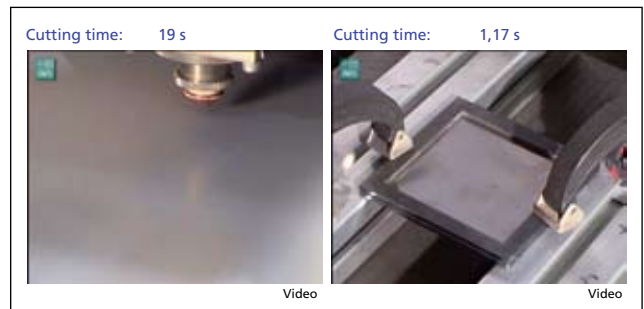
Dr Thomas Himmer, Fraunhofer IWS, redovisade



Figur 9. Ytfinheten är fortfarande bättre med CO<sub>2</sub>-laser än fiberlaser.



Figur 11. Höghastighetsskärning i tunt material med nitrogen.

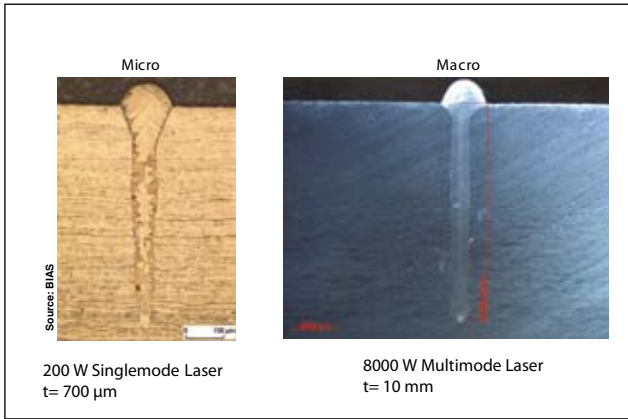


Figur 14. Jämförelse skärtid hålbild med 100 hål i 0,05 mm rostfri folie mellan linjärmotor-maskin och fjärrskärning med skannerprincip. Ca 315 kontra 5200 hål/minut!

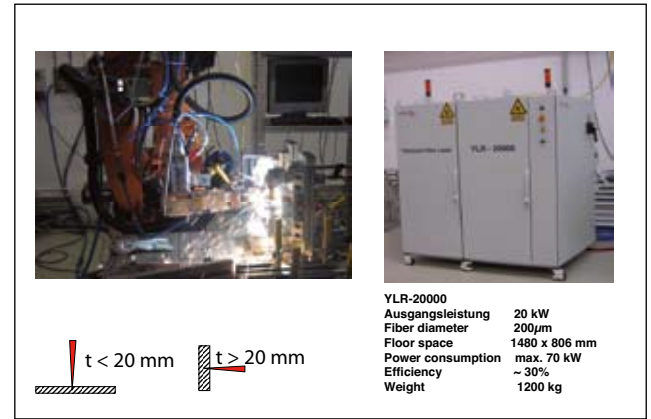
först läget med snittkvaliteten vid skärning av tjockt material med fiberlaser, se figur 8 och figur 10. Snittytan har förbättrats, men är fortfarande rårare än vid CO<sub>2</sub>-laserskärning, se jämförelse figur 9.

Därefter gick Dr Himmer över till skärning av tunt material med nitrogen, och ganska imponerande fakta kom fram. Fiberlasern skär raka snitt ungefär dubbelt så fort som CO<sub>2</sub>-lasern, se figur 11 och 12.

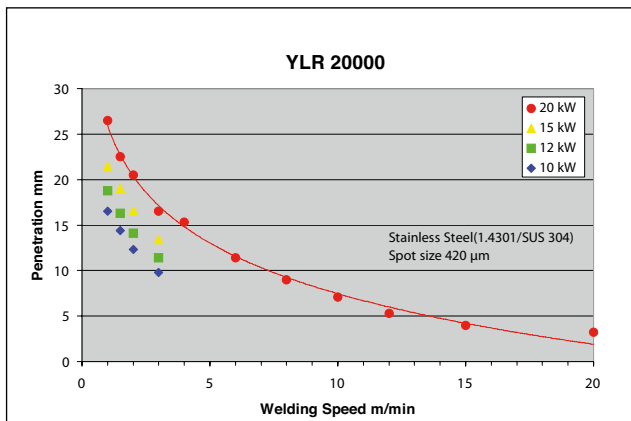
För rostfritt stål från 50 till 200 μm tjocklek hade man utvecklat en fjärrskärningsteknik utan skärgas med skanner, där man gör flera pass vid de tjockare materialen. I en imponerande videojämförelse kunde



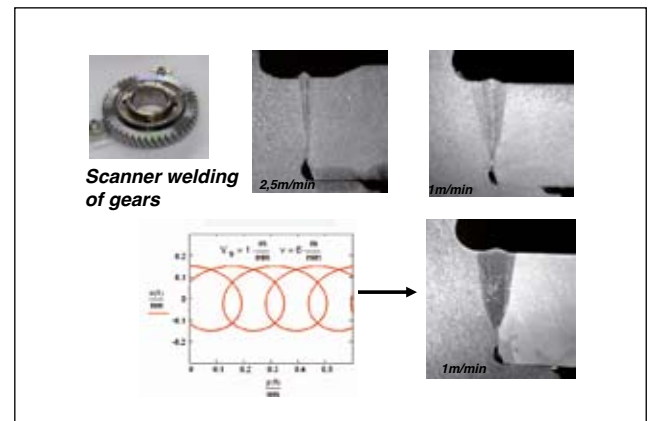
Figur 15. Svetsning med 200 W singlemode resp 8000 W multimode fiberlaser.



Figur 16. Svetsning med 20 kW fiberlaser.



Figur 17. Svetsdata för fiberlasrar upp till 20 kW.



Figur 18. Svetsning med wobbling av strålen för 1 kW fiberlasersvetsning.

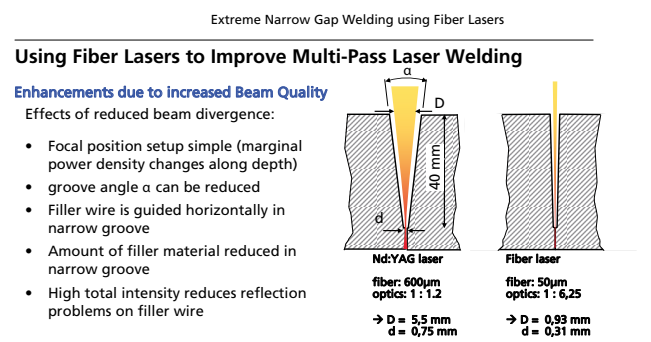
man se en "klassisk" linjärmotorskärning göra ca 315 hål/minut i 50 µm tjocklek rostfritt, medan skanner-tekniken gjorde ca 3150 hål/min, se figur 13 och 14.

### Svetsning

Michael Grupp hade givetvis många exempel på svetsning, både klent och tjockt, se figur 15. IPG har nyligen lanserat 20 kW fiberlaser som standardprodukt, se figur 16 och 17. Man klarar svetsdjup i ett pass på ca 26 mm.

Dr Rath berättade också om wobbling av en 1 kW singlemode laserstråle för att kunna skräddarsy svetsbredden, för den ibland alltför vassa strålen, se figur 18 med exempel på svetsning av en transmissionsdetalj.

Gunther Göbel, Fraunhofer IWS, berättade om tekniker för att klara av att (hybrid)svetsa extremt smala och djupa svetsfogar, se figur 19. Fiberlasern möjliggör en mindre öppningsvinkel i fogen, tillsatsstråden styrs säkrare ned i fogen. Mindre volym tillsatsmaterial krävs, och den högre effekttheten minskar reflektionen från trådytan. Ett problem är dock den långa stickout som krävs för tråden (>25 mm!), och att försmutsning av



Figur 19. Fiberlaserns bättre strålkvalitet utnyttjas för att förbättra lasersvetsning i flera pass.

fogväggarna från föregående pass leder till bindfel för senare pass.

Den höga strålkvaliteten möjliggör oscillering av strålen tvärs svetsriktningen. Därmed deponeras mera energi i fogväggarna, vilket kan skräddarsys för att passa öppningsvinkel i fogen. Tråden kan dessutom "styckas" i lagom bitar, vilket löser problemet med långt stickout, och smälts effektivare. Slutresultatet blir en effektivare överföring av tråd!

# Laserverksamheten i Danmark

Av Erling D. Mortensen, DTU Mekanik, Lyngby

Den danske Laser-ERFA-Gruppen, LEG blev oprettet i 1986 med det erklærede formål at styrke den industrielle anvendelse af laserteknologien i dansk industri gennem udbredelse af viden, stimulering af forskning og udvikling og uddannelse. Midlet til opfyldelsen af formålet var blandt andet etablering af erfaringsudvekslingsmøder, konferencer og en uddannelse for laseroperatører.

Danske laser-forskningsaktiviteter med potentiale for laserskæring i metal var i slutningen 1970-erne startet op på Danmarks Tekniske Universitet, DTU af Fl. O. Olsen og med den voksende industrielle interesse var det i 1986 naturligt at styrke relationerne mellem forskning og industri ved at danne et formelt lasernetværk, der kunne lette overgangen til anvendelse af den nye teknologi i Danmark.

Ved oprettelsen blev det besluttet at knytte LEG til ATV-SEMAPP selskabet, som havde samme adresse på DTU og som kunne levere den nødvendige sekretariatsbistand. ATV-SEMAPP er samtidig sekretariat for en række andre forsknings- og erhvervsfaglige netværk og har i dag i alt knap 500 medlemmer. Heraf er 120 noteret som medlemmer af LEG. Hertil kommer kontakt til yderligere ca. 350 ikke medlemmer med interesse i laserbearbejdning.

Medlemsvirksomhederne omfatter både virksomheder med egne produkter, f. eks. Danfoss og Grundfos, en lang række laserproces-underleverandør-virksomheder (primært indenfor pladebearbejdning), virksomheder der leverer driftsmaterialer og hjælpeudstyr samt forhandlere af lasere og laserproduktionsudstyr.

Siden starten har LEG arrangeret 47 møder og konferencer med fokus på erfaringsudveksling, applikationer, nyheder og forskning samt kurser for laseroperatører.

## Hvorledes er laser-situationen i Danmark i dag?

Laserforsknings-, rådgivnings og udviklingsaktiviteter m.v. tilbydes af følgende organisationer:

- FORCETechnology (Processer, udvikling og teknologisk assistance, robotprogrammering )
- DTU Mekanik (Processer, forskning og uddannelse)
- Teknologisk Institut (Mikroteknologi, sensorer)
- DTU Fotonik (Optics and Lasers, forskning og uddannelse )



Jacob Skov Nielsen, DTU Mechanical Engineering (t.v.), och Klaus Schütt Hansen, DTU student, under arbete i laserlaboratoriet vid DTU.

- Leverandører af laserudstyr, forhandlere af driftsmidler (gasser mv.) samt laser-industrivirksomheder.

Aktivitetsangivelsen er kun groft vejledende. Kontakt de enkelte institutter og virksomheder for yderligere oplysninger.

Laserprocesser har vundet massivt anvendelse i dansk industri og har navnlig været baseret på CO<sub>2</sub>- og YAG-laserprocesser, men anvendelse af fiberlasere forventes en stor fremtid, indtil videre dog navnlig i forbindelse med sammenføjningsprocesser. Fibersvejsning har for ganske nyligt med succes fundet anvendelse i en dansk industrivirksomhed, så flere applikationer forventes at følge efter.

Primære opgaver for Laser-ERFA-Gruppen i den nærmeste fremtid forventes at være den personlige formidling af nyheder (udviklingen inden for fiberlasere), erfaringsudvekslingsmøder og laserkurser, der har til formål primært at "afmystificere" laserbegrebet og at motivere nye laseroperatører til videre specialisering og personlig udvikling.

Desuden håber vi på et fortsat godt samarbejde på det nordiske plan.

För mera information om Laser-Erfa gruppen i Danmark, kontakta gärna

Erling D. Mortensen  
Laser-ERFA-Gruppen/ATV-SEMAPP  
c/o DTU Mekanik  
Mikro/Nano Produktion og Procesudvikling  
Produktionstorvet , Bygning 427 Syd  
DK-2800 Kgs. Lyngby  
E-post: edm@ipl.dtu.dk

# Laserseminarium på Konga Bruk AB

Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Lasergruppens vårseminarium "Laserteknik - möjligheternas teknik" hölls denna gång i södra Småland med ett spännande studiebesök hos Konga Bruk AB i Konga. Seminariet är inriktat mot konstruktionsteknik för skärning och svetsning med laser och nu deltog ett 20-tal deltagare. Denna gång fanns ett visst fokus på rörsärning eftersom en av lasrarna på Konga Bruk är en rörlaser.

Hans Engström, Luleå tekniska universitet inledde traditionsenligt med att berätta allmänt om laserteknik och lasertyper. Johan Elster, Bystronic AB, informerade om vikten att börja tänka laser redan på konstruktionsstadiet vid lasersärning och Johnny K. Larsson, Volvo Cars AB, gav erfarenheter om hur man konstruerar för lasersvetsning inom bilindustrin. Tore Salmi, Permanova Lasersystem AB och Hubert Wilbs, Trumpf Maskin AB, gav sedan om hur laser används inom industrin och gav exempel



Lars-Åke Skoog, vd och delägare i Konga Bruk AB, berättar om företaget och verksamheten.



Laserseminarium med studiebesök vid Konga Bruk AB i Konga.



Amada FO 4020 NT lasersystem för samtidig borrar och laserskärning.

på tillämpningar. Hubert Wilbs koncentrerade sin presentation på tips på hur laser kan användas för innovativ rörskärning för att skapa fästen, självfixturering och smarta hörn som underlättar och förenklar produktionen. Med rörskärning med laser så kortas dessutom genomloppstiden avsevärt jämfört med konventionell rörbearbetning.

Konga Bruk är idag en modern leverantör till bl.a. den krävande tunga fordonsindustrin där Scania och Volvo är stora kunder. Företaget ägs av Lars-Åke Skoog och Peter Rosell och ingår i en koncern med bl.a. annat Sibultsverken som köptes av Scania 2006.

– Konga Bruk etablerades 1742 under namnet Örmo Bruk och sysslade man med masugnsblåsning och gjutning berättar Lars-Åke Skoog när han presenterar företaget. 1846 köpte Frans Henrik Kockum Örmo Bruk vilket blev starten till Kockums. Sedan dess har Konga Bruk haft ett flertal ägare och man har tillverkat både pappersmassa och sulfitsprit.

Men sedan slutet på 1950-talet har verksamheten orienterats mot fordons- och verkstadsindustrin och har sedan dess bl a ägts av både Volvo och Scania (genom Ferruform Components AB). De nuvarande ägarna köpte företaget hösten 2004 av Ferruform och man tog då det gamla namnet Konga Bruk.

– Konga Bruk har idag ca 145 anställda och vi beräknar att vi ska omsätta ca 300 miljoner kronor under 2008, fortsätter Lars-Åke. Det är en ökning med ca 60 % per anställd sedan 2004. Vi beräknar att omsättningen för koncernen ska öka till 800 miljoner vid slutet av 2008 vilket är en ökning med 15 % under året.

Förnyelsetakten är hög i företaget; 200 miljoner har tillkommit i nya order de senaste två åren.

– Löneandelen i Konga Bruk är 22-25 % och vi stävar mot 14-15 % genom en fortsatt automatisering av tillverkningen. Robotiseringen gör ju att vi kan ha jobben kvar i Sverige säger Lars-Åke Skoog.

Konga Bruk har idag tre lasersystem. Det äldsta är levererat av Amada och är en planlaser med arbetsyta 4000x2000 mm där man har integrerat en borrarutrustning för att ta upp de hål som inte får skäras med laser. Därefter sker bordsväxling och ett optiskt mätsystem gör en referenssökning av bearbetade hål. Lasern skär sedan andra hål och konturer i förhållande till de borrade hålen. Systemet är byggt så att bearbetningen och lasern arbetar parallellt.

Det andra lasersystemet man köpte var en Trumpf 3050 med ett höglager med 29 platser á 3 ton. Den senaste laserinvesteringen blev en Trumpf TubeMatic med 3,2 kW laser som kan hantera 6 m låga rör och skära färdiga längder på upp till 3 m. Den var huvudsakligen avsedd för en profil som ingick i ett byggsystem för prefabricerade hus, men den är numera nedlagd så man fyller nu successivt rörlasern med andra produkter. Ett sånt är en ny order för motorfästen där skärning av rör kompletteras med bockning, svetsning och målning.

Förutom laserskärning finns många andra avancerade processer som plåtpressning, robotsvetsning, värmebehandling, fleroperationsmaskinen, mätmaskin och två målerier. Man har också startat ett nytt projekt för ett nytt måleri/ytbehandlingsanläggning som ska stå klar hösten 2009. Företaget är certifierade och arbetar efter ISO/TS 16949 och ISO 14001.

– Vi har inriktat oss på att äga våra processer, berättar Lars-Åke Skoog. Vi har stora tunga produkter och



Bengt Kläppe, marknadschef, berättar om företagets rörlaser.

transportkostanden till underleverantörer gör 3-4% på priset. Vi ser också gärna att vi har minst 3-4 processer per produkt för att vara attraktiv på marknaden och kunna leverera kompletta produkter. Vi ligger bra till för leveranser till kontinenten och logistik är viktigt för oss. 3 500 lastbilar hämtar gods under ett år. Våra stora



Claes Strindeman, konstruktion/processutveckling, talar varmt för lasertekniken.

lokaler har varit en fördel för vår expansion eftersom vi alltid har haft plats. Vi har också kvalificerad arbetskraft och ett 10-tal civilingenjörer anställda.

– Lasern är en ny erfarenhet för oss som har framtiden för sig, men den måste in redan på konstruktionsstadiet, avslutar Lars-Åke Skoog.



Boggielämsan, parallellstag, löphjulaxlar och sidobalkar är några av de produkter som tillverkas av Konga Bruk.

# ICALEO 2007

## – den bästa på länge, del I

Rapport från 26th ICALEO,  
Lake Buena Vista, FL, USA, 29/10-1/11 2007

Av Johnny K Larsson, Volvo Cars

LIA (Laser Institute of America) hade valt sin hemmasbas Orlando som mötesplats för alla laserentusiaster då man arrangerat 2007 års ICALEO-konferens (International Congress on Applications of Lasers and Electro Optics). Organisationen har ju sedan drygt 20 år tillbaka sitt huvudsäte i Florida, efter att initialt ha grundats i Kalifornien med sin mer direkta "high-tech"-koppling till Silicon Valley. I Orlando höll vi närmare bestämt till vid Lake Buena Vista, som kanske är mera bekant som Walt Disney World Resort, och närvaron av Musse Pigg och hans vänner var påtaglig under hela vistelsen där. För en gångs skull kände man sig som svensk inte helt övergiven på konferensen då vi var hela nio delegater från "fosterlandet". Dock har vi fortfarande en del att hämta in gentemot Finland, vilket, som vanligt är vid ICALEO-konferenserna, var rikt representerat. Vårt östra grannland ställde upp med hela 20 (!) deltagare, undantagandes då bekantingen Henrikki Pantsar, som sedan bara några dagar hade varit anställd vid Fraunhofer Center for Laser Technology (Plymouth, MI), och därmed fick räknas in bland amerikanerna. Flemming Olsen var ensam representant från Danmark, och inte

oväntat lyste norrmännen med sin frånvaro. Den norska laserverksamheten tycks numera vara så diminutiv att arrangörskommittén för NOLAMP-konferenserna överväger att "hoppa över" Norge nästa gång det borde bli deras tur att arrangera denna nordiska laserkonferens, och i så fall skulle "tågordningen" för NOLAMP bli: Danmark 2009, Sverige 2011 och Finland 2013. Detta var i varje fall idéer som framfördes av Veli Kujanpää (Lappeenranta University of Technology, Lappeenranta) vid en privat konversation som jag hade med honom under "President's Reception" på MOTION's Nightclub, Downtown Disney® Pleasure Island, men den som lever får väl se hur det blir med detta.

Konferensen hade samlat totalt 566 delegater från 27 länder vilket är rekord för ICALEO, men förutom detta faktum vill jag redan här påstå att 2007 års upplaga var den bästa ICALEO-konferens som jag någonsin bevisat, och då har jag ändå deltagit vid åtskilliga. Såväl muntliga som sk "poster"-presentationer höll hög vetenskaplig nivå, och de handplockade lärarna till de kortkurser som gavs med jämna mellanrum gav ett mycket gediget intryck av hög laserkompetens. Här hade jag själv nöjet att lyssna till Björn Wedels (HIGHYAG Lasertechnologie GmbH, Stahnsdorf) detaljerade information kring stråldistribution och laserverktyg.

En trolig förklaring till det höga deltagarantalet var att ICALEO nu hade breddats till att också omfatta en "Nanomanufacturing Conference", vilken framgångs-



Figur 1. T.v. artikelförfattaren i angenämt samspråk med professor Flemming Olsen (Danmarks Tekniska Universitet), i mitten flankerar finländarna Antti Salminen och Veli Kujanpää (Lappeenranta University of Technology) en verklig laserpionjär, nämligen förre professorn vid Liverpool University Bill W. Steen, och längst t.h. ses Klaus Löffler (Trumpf GmbH) och Michael Schmidt (Bayerisches LaserZentrum) redo att äntra MOTION's Nightclub på Pleasure Island.

rikt leddes av två greker i "försakingringen", nämligen Haris Doumanidis (National Science Foundation, Arlington, VA) och Costas Grigoropoulos (UC Berkeley, Berkeley, CA). Därutöver erbjöds de traditionella "Laser Materials Processing Conference" (LMP), vilken var den som jag själv, med tanke på Lasergruppens intresseområden, spenderade mest tid på, samt "Laser Microprocessing Conference" (LMF). För den förstnämnda var det välbekante Paul Denney (Connecticut Center for Advanced Technology, East Hartford, CT) som höll i taktpinnen. Efter att, tillsammans med Stan Ream, varit en verklig lasertrotjänare vid EWI (Edison Welding Institute, Columbus, OH) har Paul nu alltså flyttat bopålarerna österut till CCAT. Mikrobearbetningskonferensen, som fö sponsrades av Coherent, leddes på ett förtjänstfullt sätt av Xinbing Liu (Panasonic Boston Laboratory, Cambridge, MA).

I vanlig ordning hälsades vi välkomna av LIAs ordförande Peter Baker, men via videolänk också av Buddy Maier, Orlandos borgmästare. Med tanke på att ICALEO 2008 kommer att hållas i Temecula i Kalifornien, uttrycktes förhoppningar om att Arnold Schwarzenegger då kunde förväntas dyka upp på videoskärmen. Vi fick också lyssna till några korta inledningsanföranden från konferensens huvudordförande Yongfeng Lu (University of Nebraska, Lincoln, NE), vars sjuårige son uttryckt förhoppningen om att som pappan bli laserprofessor och därmed få möjlighet att besöka Disney World, samt av ICALEOs avgående president Bill Shiner (IPG Photonics Corporation, Oxford, MA). Presidenten välj på ettårsmandat, och närmast i tur att bekläda denna prestigefyllda post blir den synnerligen sympatiska Andreas Ostendorf från LaserZentrum, Hannover (LZH).

Plenarsessionen som sedan följde bestod av tre stycken föredragshållare. Att samtliga kom från Tyskland ger en liten indikation om vilken nation som är den tongivande då det gäller forskning och kompetens i allmänhet inom området laserteknik. Först ut var Dr. Reinhard Kienberger (Max Planck Institute of Quantum Optics, Garching), vars tema handlade om fysiken kring attosecond (as)-pulser ( $= 10^{-18}$  sekunder) för laserbearbetning. Vi har ju tidigare hört talas om femtosecond-pulser, men nu har forskarna lyckats åstadkomma en  $10^{-3}$ -potens kortare pulser. Genom att på ett precist sätt kontrollera det elektriska fältet i synligt ljus är det möjligt att manipulera elektronerna i atomer och molekyler, vars rörelser sker i en tidsdomän kring  $400 \times 10^{-18}$ . Våglängdsområdet ligger kring 13 nm med en verkningsgrad mellan  $10^{-5}$ - $10^{-6}$  i laserpulserna. Dr. Kienberger menade att dessa forskningsrön kan bana vägen för en attosecond-baserad röntgenkälla med fyr-



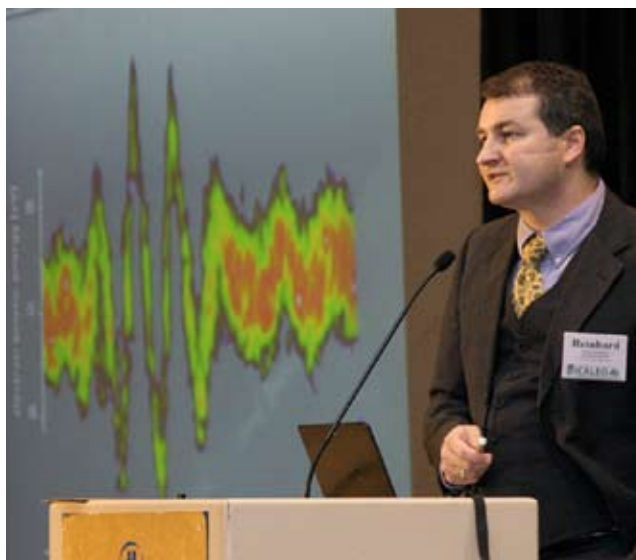
Figur 2a. Konferensens ordförande Yongfeng Lu (University of Nebraska) och Paul Denney (Connecticut Center for Advanced Technology), "chairman" för "Laser Materials Processing" (LMP).



Figur 2b. Peter Baker (t.h.) tackar den avgående LIA-presidenten Bill Shiner (IPG Photonics Corporation).



Figur 2c. Årets Arthur L. Schawlow Award vinnare Dr. Marshall G. Jones (GE Global Research, Niskayuna, NY) med hustru Anne.



Figur 3a. Dr. Reinhard Kienberger (Max Planck Institute of Quantum Optics).



Figur 3b. Dr. Reinhardt Poprawe (Fraunhofer Institute für Lasertechnik).

dimensionell avbildning och med en upplösning som är mindre än atomnivå i tid och rum!

Härnäst i tur stod ILTs (Fraunhofer Institute für Lasertechnik, Aachen) institutionsföreståndare Dr. Reinhardt Poprawe. Han inledde med att konstatera att lasermarknaden kan förväntas tredubblas från 2008 till 2013, och att europeiska tillverkare står för 50% av tillväxten då det gäller någon form av laserunderstödd tillverkning. Under de senaste två åren har den lättillgänglige Reinhardt arbetat med att försöka övertyga Europakommissionen om nödvändigheten av framtida forskningsinsatser inom laserområdet, något som sammanfattas i programförklaringen Photonics21. Det hela handlar främst om nätverksskapande, och Photonics21 innefattar idag 700 medlemmar (varav den svenska Lasergruppen är en) från 35 länder. Nätverket är en s.k. ETP (European Technology Platform) och erhåller årligen i storleksordningen 100 miljoner euros från EUs sjunde ramprogram. Verksamheten är uppdelad i sju arbetsområden, och för den intresserade kan jag rekommendera ett besök på hemsidan [www.photonics21.org](http://www.photonics21.org).

Stefan Kaielerle, också han från ILT, berättade om en annan europeisk teknikplattform, nämligen Manufuture, som handlar om att vidareutveckla den flexibla produkttillverkningen genom att använda sig av adaptiva och kunskapsbaserade produktionssystem. Drivkraften är att skapa möjligheter för europeisk verkstadsindustri att kunna möta den konkurrens som utgörs av ekonomier i utveckling, såsom Kina och Indien. Den alltid lika sympatiska Herrn Kaielerle menade på att lasertekniken

har sin självklara roll i detta scenario. Därefter gick han över till att kortfattat beskriva några av de senaste utvecklingsområdena där lasern spelar en framträdande roll. T.ex. har ju SLM (Selective Laser Melting) blivit en "storsäljare" då det gäller tillverkning av tandimplantant. Vidare så har laserpåläggning med avancerade material blivit något av "State-of-the-Art" då det gäller reparation av s.k. "Blisks" (Intergrally Bladed Rotor Disks) och andra förslitningsdetaljer i motorer för flyg- och aerospaceindustrin. Här ville den gode Stefan emellertid slå ett slag för nödvändigheten av tillförlitliga simuleringsverktyg för att kunna simulera åtkomsten för laserverktyget vid dylika reparationsaktiviteter. Laserskärning- och svetsning med ett och samma verktyg, det s.k. "Kombi-Kopf" är ju en annan ILT-innovation. Detta verktyg säljs numera kommersiellt under beteckningen LF2-Y av företaget L"SERFACT. Slutligen gav Dr. Kaielerle ett exempel på "closed-loop"-kontroll vid överlappssvetsning. Man hade vid överlappssvetsning kunnat finna en korrelation mellan smältans utseende och spalten mellan de plåtar som skall sammansvetsas. Sålunda medför en större spalt en smalare och i svetsriktningen mer utdragen smälta. För att kunna justera smältans geometriska utseende har kollegorna i Aachen utvecklat ett ko-axialt fogföljningsverktyg (Fig. 4) där man efter behov kan justera fokuspunktens läge i horisontalplanet med hjälp av en "scanner"-spegel och på så sätt få en optimal smälta.

Stefan avslutade sin presentation med ett citat av Darwin som passade väl in i hans tema, men även vad gäller vår svenska och europeiska konkurrenskraft:

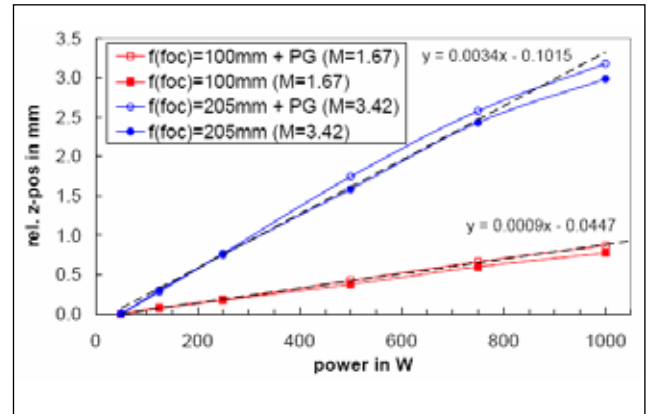
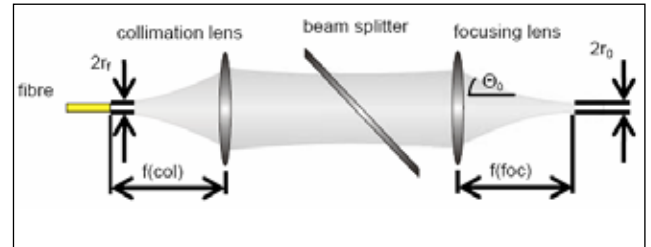


Figur 4. Det av ILT utvecklade, och modulärt uppbyggda ko-axiala fogföljningsverktyget CPC (Coaxial Process Control System).

”It’s not the strongest species that will survive, nor the most intelligent, but the one most responsive to change!”

### Session ”Processing with High Brightness Lasers”, Del I

De nya laserkällorna, fiber- och disklasrar, rön som vid andra konferenser ett stort intresse även vid ICALEO 2007. Två avsnitt var öronmärkta, ett för vardera lasertypen, och vi började med att avhandla fiberlaserns förträfflighet vid en välbesökt session som styrdes med fast hand av Henrikki Pansar som ordförande. Förste talare var Felix Abt från FGSW (Forschungsgesellschaft für Strahlwerkzeuge MbH) vid Stuttgart Universität. Fiberlasrar kan ju idag uppvisa stralkvaliteter som nar sig gränsen för vad som är fysikaliskt möjligt, nämligen  $M2=1$ . När man användar sådana lasrar med stark fokuserbarhet blir självklart känsligheten för degradering av stralkvaliteten betydelsefull. En fokuspunktsforskjutning på mellan 0.8-3.2 mm/kW har kunnat konstateras (Fig. 5) och för att kunna mäta fokuspunktsdiametrar ner till 1  $\mu\text{m}$  slog Herrn Abt ett slag för Primes’ verktyg Highpower MicroSpotMonitor (PH-MSM, Fig. 6). Denna förskjutning av fokuspunktslaget beror främst på att laserljus absorberas i optiklinserna och förändrar dessas brytningsindex. Men även s.k. ”cover slides” eller skyddsglas kan påverkas, varför det är bäst om dessa tillverkas i kvarts. Närvaron, alternativt avsaknaden, av en ”cross-jet”-funktion kan innebära en 10%-ig skillnad i fokuspunktsdiameter, men det är framförallt de optiska komponenterna som var för sig utgör en potentiell risk för försämrad strålkvalitet. Flertalet av de optiska defekterna ar dessutom inte synliga för blotta ögat utan kan utgöras av förångad metall eller processrok.



Figur 5. Längst upp en schematisk avbildning av en typisk fokuseroptik för hogeffektsapplikationer. Ovan, den avsevärda fokuspunktsforflyttning man får vid olika lasereffekter och fokallavstand.

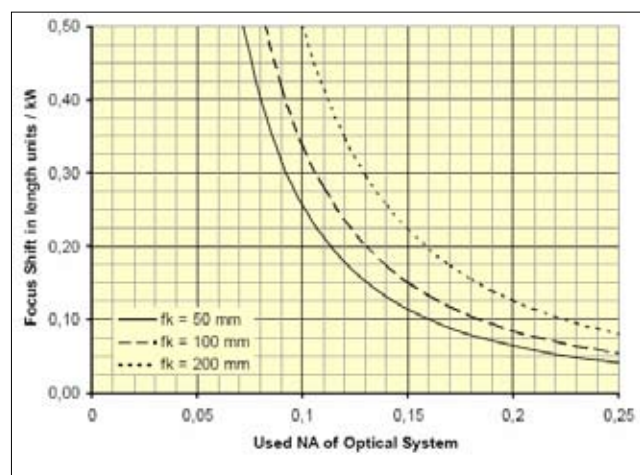


Figur 6. Primes’ Highpower MicroSpotMonitor kompletterad med en extern stralforminskare för att kunna mäta små fokuspunktsdiametrar vid höga effekter.

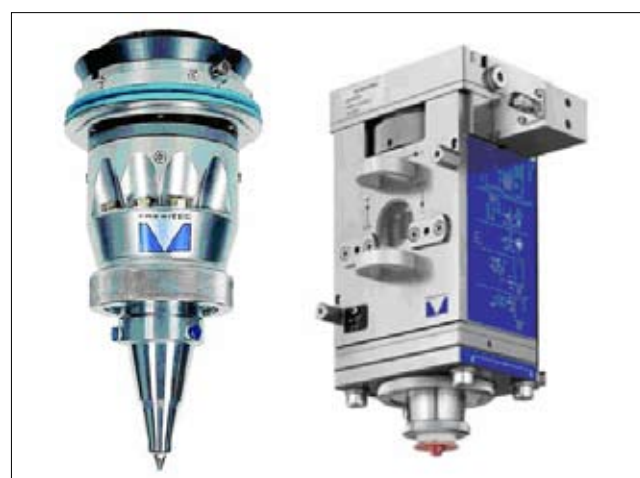
Björn Wedel för HIGHYAG Lasertechnologie i Stahnsdorf spann vidare på samma tema där han kunde konstatera att risken för ändringar av fokallaget ökar då den tillfordra värmen medför radiella temperaturgradienter och påverkar linsernas brytningsindex. Störst betydelse i detta sammanhang har den optiska förstoringen ( $b = ffoc/fcol$ ), medan fokallängden ar av underordnad betydelse (Fig. 7). Dylika problem går emel-

lertid att avhjälpa genom att använda bättre och mer reflektivt material i optikkomponenterna samt att reducera antalet optiska element. Även olika former av adaptiva system är tänkbara, och detta exemplifierade den gode Björn med HIGHYAGs RLSK-verktyg, vilket är lämpat för ”scanner”-svetsning (RLW = Remote Laser Welding) och som medger en z-kompensation av fokuspunktens läge inom  $\pm 100$  mm. KUKAs patenterade Roboscan-lösning är försedd med en likartad funktion, integrerad i robotkontrollens A-axel, där fokallängden kan varieras mellan 300-1200 mm inom en tidrymd av 100 ms.

Enligt professor Eckhard Beyer (Fraunhofer IWS, Dresden) lär ju fiberlasern vara den enda lasertyp man behöver ha i framtiden, och detta framgick inte minst

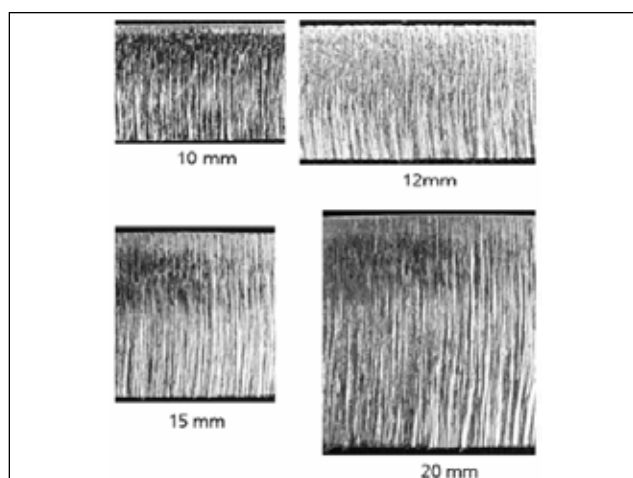


Figur 7. Fokalförskjutningen per kilowatt plotad som funktion av laserstrålens numeriska apertur (N.A.)



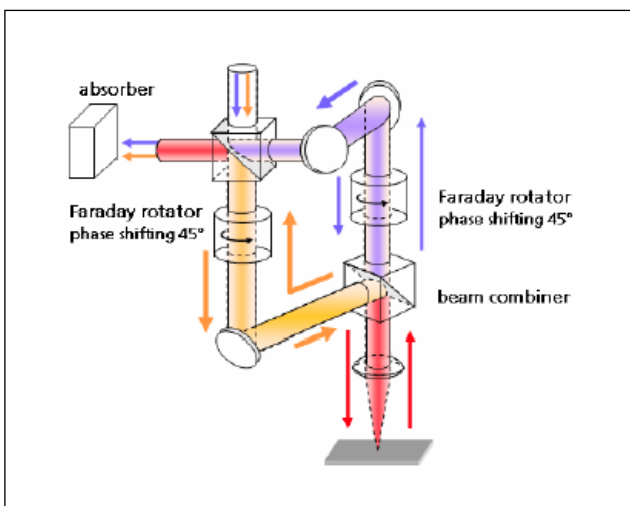
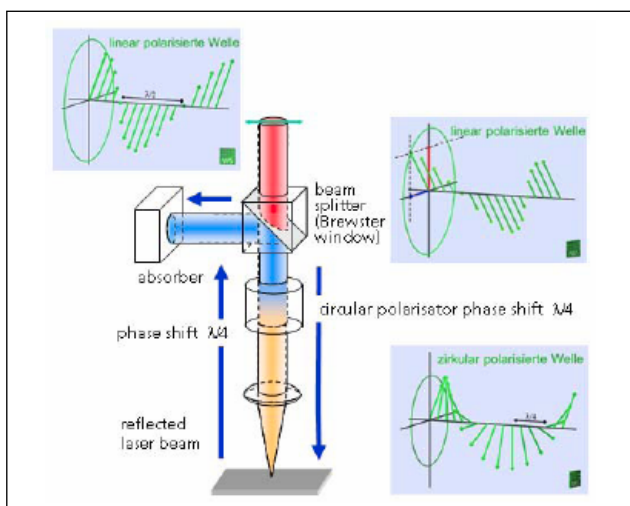
i denna session där inte mindre än tre presentationer framfördes av kollegorna vid IWS (Institute für Werkstoff und Strahlwerkzeuge). Först ut var Thomas Himmer som berättade om resultat från laserskäring med de fiberlasrar som står till buds vid deras institut. Man har en 1 kW YLR-1000 från IPG Photonics med en strålkvalitet på  $0,34 \text{ mm} \cdot \text{mrad}$  där strålen distribueras i en  $14 \mu\text{m}$  grov fiber. Därtill har man en kraftfullare 4 kW-enhet (YLR-4000) med  $50 \mu\text{m}$  fiber och en strålkvalitet på  $2,5 \text{ mm} \cdot \text{mrad}$ . Med den senare hade man skurit det rostfria materialet 1.4301 i olika tjocklekar med följande resultat: 10 mm (0,8 m/min), 20 mm (0,45 m/min) och 30 mm (0,25 m/min) (Fig. 8). Nitrogen hade använts som skyddsgas. Herrn Himmer påpekade att skärkvalitén med fiberlaser aldrig blir densamma som med en  $\text{CO}_2$ -laser, och detta beror på att skärspalten blir så smal att avverkat material inte tillåts försvinna på ett naturligt sätt. Detta kan man råda bot på med att gå ner i skärhastighet, men då förlorar man samtidigt de fördelar som fiberlasern erbjuder och som kan exemplifieras med att en 3 kW slab-laser (RofinSinar DC030) och en 1 kW fiberlaser (IPG YLR-1000) vid försök visat sig ge likvärdig skärhastighet. Då det gäller tunna material kring 1,0 mm ligger rekorden hos IWS idag på 80 m/min i rostfritt med 4 kW uteffekt och med endast 3 kW har man skurit aluminium AlMg3 med 100 m/min!

Tidigare under året blev vi på NOLAMP-konferensen bekanta med begreppet RLC (Remote Laser Cutting) då Bernd Kessler från IPG beskrev metodiken där man från ett längre avstånd ”scanner” laserstrålen i ett antal repetitioner till dess man kommit igenom materialet. Nu visade Herrn Himmer på resultat från dylik



Figur 8. T.v. exempel på två typer av skärverktyg (YK 52 resp. HP 1,5'') använda vid laserskärexperiment utförda vid IWS. T.h. erhållna skärsnitt i 10, 12, 15 och 20 mm tjockt rostfritt material skurna med en 4 kW fiberlaser.

skärning av tunna folier i tjocklekarna 50, 100 och 200  $\mu\text{m}$ . För att skära 100  $\mu\text{m}$  hål tog det 1,17, 1,92 resp. 2,55 sekunder! För de tunnare materialen krävdes 2-3 repetitioner medan 10 "scanningar" använts för 200  $\mu\text{m}$ -material. Man bör dock hålla i minnet att detta trots allt är 10 gånger längre processtid jämfört med vad som kan åstadkommas i en konventionell laserskärmaskin med linjärmotorer som kan prestera hastigheter kring 300 m/min och accelerationer runt 4g. Avslutningsvis kan nämnas att det i Tyskland pågår forskning kring att förbättra strålkvaliteten hos diodlasrar så att man även skulle kunna använda dessa som skärverktyg. Detta "miljonprogram" kallas BrioLas (Brilliant Hochleistungs-Diodenlaser) och finansieras, liksom tidigare tyska laserprojekt, till stora delar av BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung).



Figur 9. T.v. grundprincipen att vända en återreflekterad laserstråle med linjär polarisation till en cirkulär sådan för att undvika skador på övriga optiska komponenter. Vid en mer ospecificerad polarisation hos den återreflekterade laserstrålen används en uppsättning som den i mitten där strålen bryts i två mot varandra vinkelräta polarisationer och via två Faraday isolatorer och en strålkombinator återkopplas till en utgående laserstråle. T.h. ett verktyg som bygger på den senare principen och som använts vid skärförsök på reflektiva material som koppar och aluminium.

Patrick Herwig, även han från Fraunhofer IWS i Dresden redogjorde för erfarenheter från lasersvetsning av koppar. Vid svetsning av högrelektriska material finns ju alltid risken att laserstrålen kan återreflekteras in i optiken och förstöra delar i densamma. Detta hade kollegorna vid IWS löst med hjälp av en optisk barriär i form av ett s.k. Lambda/4 fönster eller en Faraday isolator, en funktion som "vänder" strålen från linjär polarisation till cirkulär dito i händelse av återreflektion (Fig. 9). Verktøget har man valt att kalla FILAP (Fiber Laser Protection), och en variant kan även användas för laserkällor med en mer ospecificerad polarisation. I ett sådant fall kombinerar man en "beam-splitter" med en cirkulär polarisationsenhet. Dock skall man vara medveten om att dylika tillsatsenheter medför effektförluster i storleksordningen 10%.

Siste IWS-talare var Gunther Göbel som berättade om djupsvetsning med hjälp av fiberlasrar. Att åstadkomma motsvarande svetsdjup med andra lasertyper kräver vanligtvis höga effekter (Fig. 10), alternativt någon form av hybridmetod. Om vi jämför svetsbredden på ett tvärsnitt där svetsningen utförts med en fiberlaser ligger den på mellan 15-30% jämfört med vad som erhålles vid motsvarande svetsning med en Nd:YAG-laser. Nackdelen är emellertid att roten vid fiberlasersvetsning blir nålliknande och därmed en initiator för sprickpropagering. Dessutom ökar kravet på god fogberedning vid stumsvetsning. Hursomhelst, allt går att råda bot på, och Herrn Göbel visade på experiment där

*fortsättning sid. 23*



# UTVECKLINGEN FORTSÄTTER: TA LEDNINGEN MED PRIMA!



syncrono

platino

rapido

maximo



Snabbaste planlasern, > 6g  
acceleration under skärning!



Kostnadseffektiv laser med  
flexibla automationslösningar!



Snabbaste 3D-lasern,  
> 4g i acceleration!



Lasern utan begränsningar,  
upp till 36 meter utan omtag!



**PRIMA SCANDINAVIA AB**

Mölnadalsvägen 30C • 412 63 Göteborg

Tel: 031 834470 • Fax: 031 831475

E-post: [info@primascandinavia.com](mailto:info@primascandinavia.com)

[www.primascandinavia.com](http://www.primascandinavia.com)



**VISLANDA MASKIN AB**

Snedgatan 1 • 342 50 Vislanda

Tel: 0472 36000 • Fax: 0472 30420

E-post: [mail@vislandamaskin.se](mailto:mail@vislandamaskin.se)

[www.vislandamaskin.se](http://www.vislandamaskin.se)



# Skruva upp kvaliteten

Valet av gasleverantör påverkar effektiviteten i din laserprocess på flera sätt. Det avgör vilken skärhastighet du kan hålla, vilken kvalitetsnivå du kan uppnå och hur mycket tid och pengar du behöver lägga ned på service, reservdelar och efterbearbetning.

AGA LASERLINE® lasergasprogram är ett helhetskoncept för garanterat pålitlig och lönsam produktion. Konceptet omfattar inte bara gaser med högsta renhet utan även servicefunktioner, utrustning och installation.

Läs mer på [www.aga.se](http://www.aga.se)

**AGA – ideas become solutions**

Linde Gas } **AGA**

AGA Gas AB | 08-706 95 00 | [www.aga.se](http://www.aga.se)



# PERMANOVA

## Lasersystem ab

### Nyckelfärdiga lasersystem

-tar Dig från Din produktidé till löpande produktion!



- Snabb, effektiv processintrimning
- Snabb variantanpassning
- Hög tillförlitlighet
- Skärning, Svetsning, Lödning, Märkning, Hybridsvetsning, Påsvetsning och Härdning

### Lasersystem



- Erfarenhet av komplex projektledning
- Säker produktion

### Processverktyg



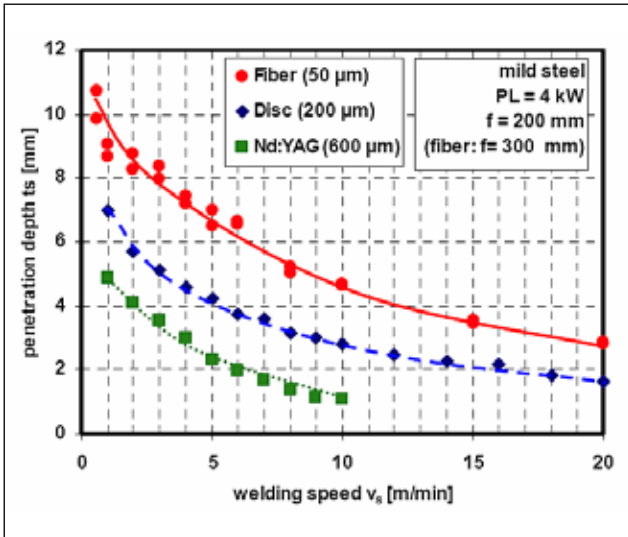
- Snabb variantanpassning
- Flexibla moduler

### Tjänster



- Applikationslabb
- Service, reservdelar
- Utbildning

www.permanova.se  
031-706 1980



Figur 10. Jämförelse av penetrationsdjup vid svetsning med olika lasertyper (samtliga på 4 kW) och fiberdiametrar.

fortsättning från sid. 19

man svetsat 20 mm grova plåtar med en fiberlaser på endast 4 kW effekt. Genom att oscillera laserstrålen i en V-fog samtidigt som man utförde en flersträngsoperation kunde man få till ett optimalt svetsresultat (Fig. 11). Man utförde 15 strängar med fokuspunkten bibehållen i samma vertikalläge, men där trådmatningen successivt lyftes upp. Speciellt fascinerande var att se den höghastighetsfilmning som medföljde presentationen och där man tydligt kunde se hur laserstrålen successivt klippte av tillsatsstråden.

Sessionen avslutades med två presentationer från JWRI (Joining and Welding Research Institute) vid Osaka University. Först ut var Hiroyuki Nagayama som presenterade resultaten från aluminiumsvetsning med institutets 10 kW fiberlaser. Denna garanterar en



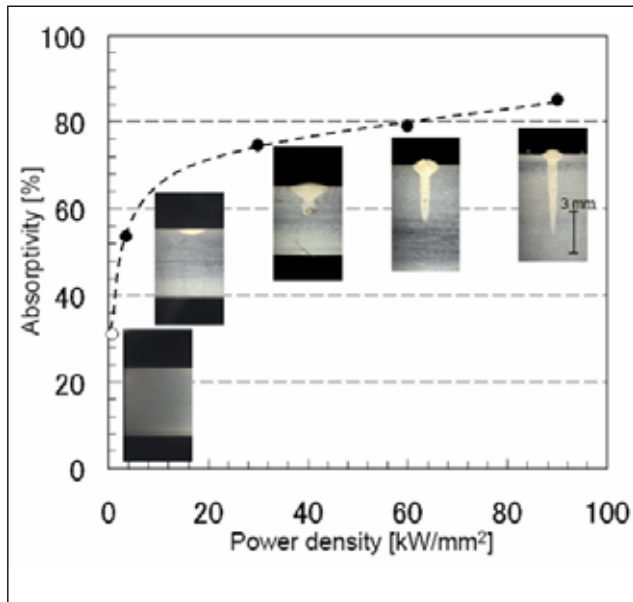
Figur 11. Tvärsnitt genom en lasersvetsad V-fog utförd med oscillerad stråle och lagd i flera strängar.

strålkvalitet på 4,5 mm\*mrad och laserstrålen distribueras i en 100  $\mu\text{m}$  grov fiber. Man hade utfört BOP- (Bead-On-Plate) svetsning av legeringen AA5083 i tjocklekarna 10 och 20 mm (Fig. 12). Vid låga svets hastigheter (2 m/min) erhöles visserligen djup penetration, men på bekostnad av porer och andra inneslutningar. Genom att fokusera strålen till en energitäthet runt 1,5 MW/mm<sup>2</sup> på arbetstycket och öka svets hastigheten till 8 m/min kunde nästintill defektfria svetsar åstadkommas i 10 mm-materialet. För att klara samtidig djuppenetration och defektfrihet presenterade Dr. Nagayama några "möjliggörare". Med en liten fokalfunktion är det fördelaktigt att ha en s.k. "stickande" orientering av svetsverktyget, ungefär 50° mot vertikallplanet. Svetsdefekterna kan vidare minimeras genom ett högt skydds-

| $P_f$ : 6 kW, $\alpha$ : 6°, @focus, $D_s$ : 560 $\mu\text{m}$ , Shielding gas: Ar (15 l/min) |         |         |         |          |
|---|---------|---------|---------|----------|
| Welding speed   |         |         |         |          |
|   | 2 m/min | 3 m/min | 8 m/min | 12 m/min |
| Bead surface  |         |         |         |          |
| X-ray inspection  |         |         |         |          |
| Cross section   |         |         |         |          |
| Penetration depth   | 8.2 mm  | 5.9 mm  | 3.2 mm  | 2.1 mm   |

| $P_f$ : 10 kW, $\alpha$ : 6°, $v$ : 6 m/min, @focus, Shielding gas: Ar (15 l/min) |                   |                   |                   |                   |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Spot diameter   |                   |                   |                   |                   |
|   | 130 $\mu\text{m}$ | 200 $\mu\text{m}$ | 360 $\mu\text{m}$ | 560 $\mu\text{m}$ |
| Bead surface  |                   |                   |                   |                   |
| X-ray inspection  |                   |                   |                   |                   |
| Cross section   |                   |                   |                   |                   |
| Penetration depth   | 10.8 mm           | 12.0 mm           | 9.0 mm            | 7.7 mm            |

Figur 12. Inverkan av svets hastighet (t.v.) och fokalfunktionens diameter (t.h.) på svetskvalitet och penetrationsdjup vid BOP-svetsning av aluminiumlegeringen AA5083.



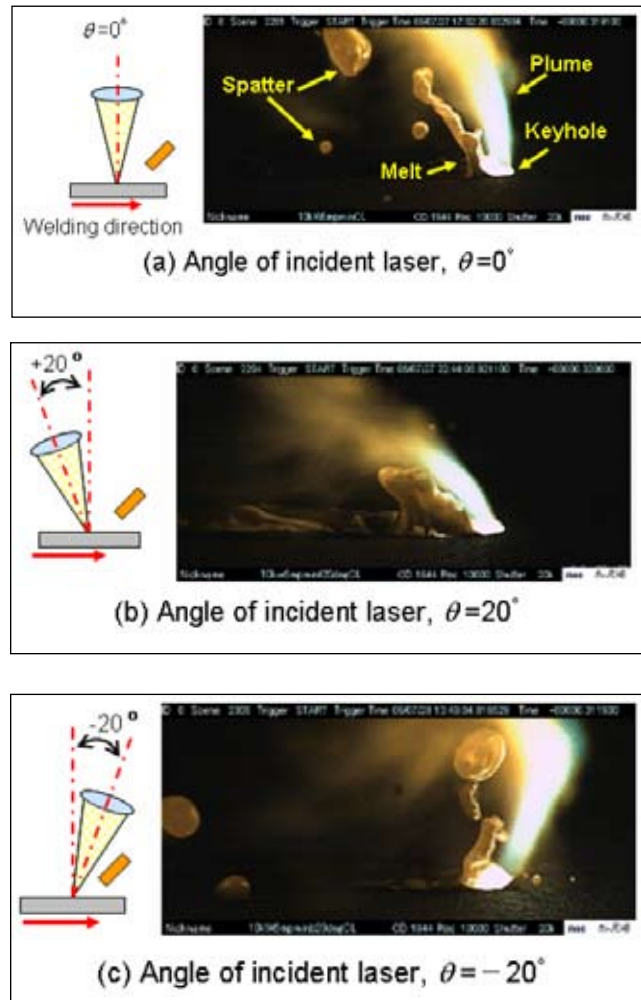
Figur 13. Relationen mellan absorption och effekttäthet och dess inverkan på penetrationsprofilen vid svetsning i rostfritt 304-material.

gasflöde (50 l/min) samt genom att byta Argon mot Nitrogen som skyddsgas. Den senare ger visserligen en något lägre penetration genom att laserljuset absorberas i aluminiumnitriden, men svetsen blir näst intill porfri.

Dr. Nagayama följdes av sin chef, institutionsförestandaren vid JWRI, Seiji Katayama. Samma 10 kW fiberlaser som omnämns ovan hade använts vid svetsning av rostfritt 304-material. För att utvärdera effekten av olika fokalpunktsdiametrar hade tre olika fokallängder använts: 150, 250 och 680 mm. Vid låga svetshastigheter i 20 mm grovt material kunde man inte se någon ökande penetration då man minskade fokalpunkten. Professor Katayamas slutsats var här att endast en effekttökning kan påverka penetrationsdjupet vid svetshastigheter under 2 m/min. Vidare gick det att konstatera att absorptionen av laserljus ökar med ökad effekttäthet (Fig. 13). Liksom vid aluminiumsvetsförsöken visade det sig vara fördelaktigt med hög energitäthet och tillika hög svetshastighet för att erhålla en sprutfri process och defektfria svetsar. Dock finns i vanlig ordning ett optimum för hur snabbt man kan svetsa utan att drabbas av s.k. ”humping”. En 20°-lutning av svetshuvudet i stickande orientering var ytterligare en åtgärd som kan rekommenderas för att erhålla en stabil svetsprocess (Fig. 14).

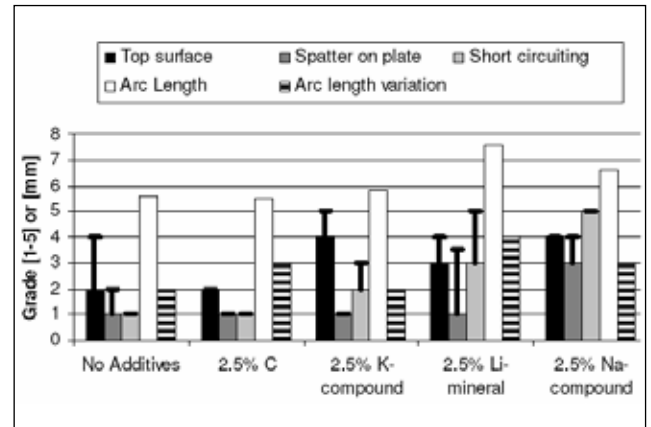
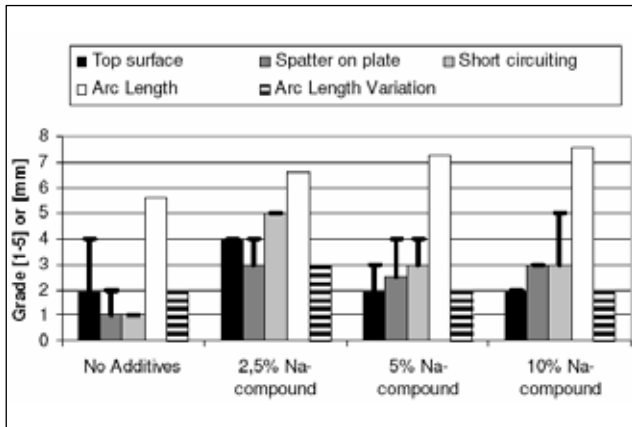
### Session “Hybrid Welding”

Laserhybridssvetsning röner fortfarande mycket uppmärksamhet, och den här sessionen inleddes av vår svenske kollega Pål Dyberg (ESAB AB), vilken hade kämpat med att finsnickra på sin presentation in i det



Figur 14. Högstighetsfilmning av laserplasmats beteende och förekomsten av svetsssprut vid olika lutningsvinklar för den infallande laserstrålen, där en ”stickande” orientering av laserstrålen (mitten) tycks ge den bästa processtabiliteten.

sista. Den gode Pål hade tittat på olika typer av fyllda rörtrådar (MCW = Metal Core Wire) och dess inverkan på processtabilitet, bågledning samt svetsens utseende och penetrationsprofil. Försöken hade utförts på 6 mm tjockt kolstål i V-stumfog, och här kunde Pål börja med att konstatera att hybridssvetsning kräver en snävare fogberedning (8-15°) jämfört med traditionell gasmetallbågs svetsning (~30°). De rörtrådar som använts i försöken hade små additiv av Kol, Kalcium, Litium eller Natrium. Natrium tycks vara det mest lovande legeringselementet då det minimerar risken för kortslutning av bågprocessen (Fig. 15). 2,5% Na tycks vara något av ett optimum och resulterar i en godkänd processtabilitet, minimalt svetsssprut och kvalitativa svetsar. Projektgruppen, i vilken även Luleå Tekniska Universitet ingår, fann också en god korrelation mellan de från svetsförsöken erhållna resultaten och Sahas ekvation, där man beräknar elektrondensiteten för de grundäm-



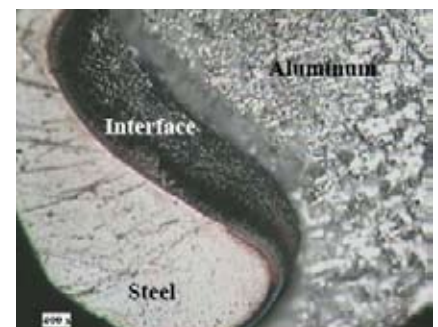
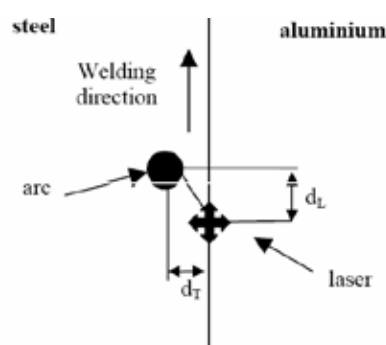
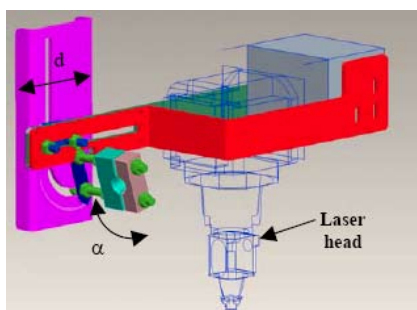
Figur 15. Inverkan på svetskvalitet och båg stabilitet från olika additiv i rörtrådar använda vid laserhybrid-svetsning av kolstål. T.h. olika procentsatser av inblandad Natrium vilket tycks vara det i sammanhanget mest rekommendabla additivet.

nen som ingår i tillsatsmaterialet som en funktion av temperaturen.

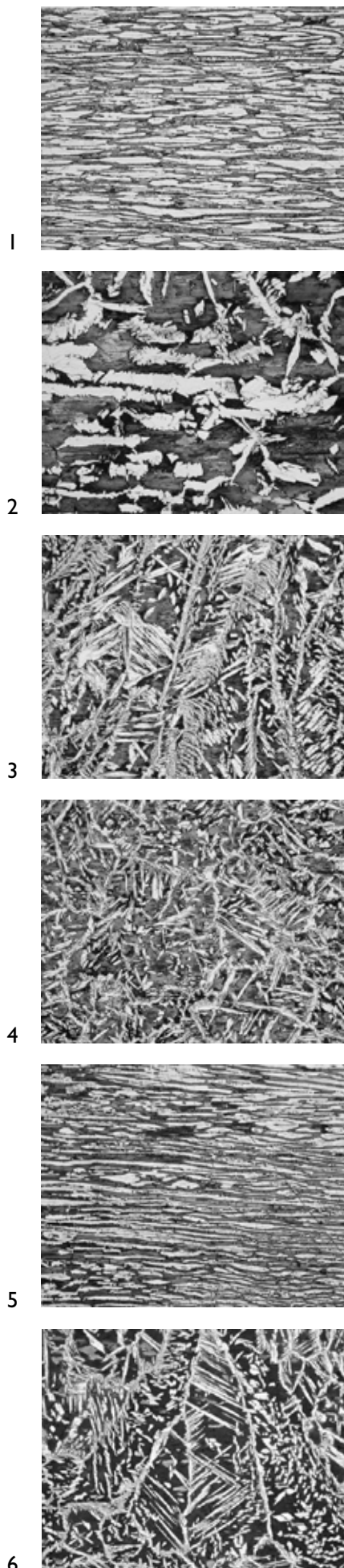
Italienaren Carlo Rella (DIMeG Politecnico di Bari) redogjorde för en övning där man stumsvetsat aluminium AA5005 till rostfritt L304 med hjälp av hybridteknik. Laserkällan var en 3 kW CO<sub>2</sub>-enhet från Trumpf och MIG-strömkällan av typen Miller S-64M. Man hade inlett med en linjär uppställning av de två svetsmunstyckena med lasern placerad i "ledande" position och provat med såväl rostfri som aluminiumtillsatsstråd. Denna set-up gav en tillfredsställande penetration, men resulterade i spröda intermetalliska faser med låg hållfasthet. För att råda bot på detta roterades uppställningen och nya svetsförsök genomfördes där laserstrålen positionerades som "följande" men alltid just på fogen mellan de två materialen (Fig. 16). Beroende på om MIG- (Metal Inert Gas) bågen träffade stål- eller aluminiumsidan valdes tillsatsmaterialet därefter. Olika interavstånd och vinklar hade studerats och bäst resultat erhöles med MIG-bågen positionerad på det rostfria

stålet. En sådan uppställning minimerade omrörningen av de två materialen i svetsmältan och därmed formeringen av spröda faser. Vid dragprov erhöles en maximal spänning på mellan 30-70 MPa, dock alltid med sprödbrottsbeteende.

Ambroise Vandewynckele från det spanska forskningsinstitutet AIMEN i Porriño adresserade problemet med laserhybridsvetsning av det rostfria duplexa materialet SS2205 vilket används i de tankers för kemikalier och olja som byggs vid varvet Factorias Vulcanos S.A. i Vigo. Duplexa material har ju en ungefär 50/50-fördelning mellan ferrit- och austenitfas, men det snabba svetsförlopp som blir aktuellt så fort laserteknik används ger en övervägande ferritisk struktur i svetsgodset, något som äventyrar såväl korrosionsegenskaper och hållfasthet och ej heller godkänns i skeppsbyggnads-sammanhang av klassificeringssällskap som exempelvis Det Norske Veritas. Svetsförsöken hade genomförts i 12 mm tjockt material i såväl stum- som T-fog. Som laserälla använde man en 4 kW diodpumpad DY044-



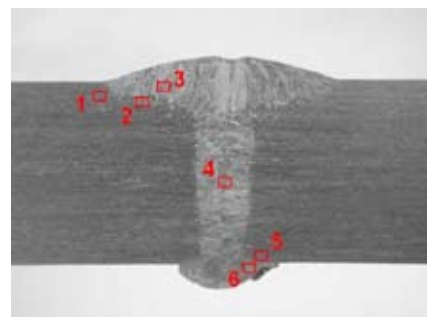
Figur 16. T.v. principen för rotation av MIG-pistolen så att den kan positioneras på stål- alternativt aluminium-sidan vid laserhybridsvetsning av en dylik blandskarv. Längst t.h. ett tvärsnitt som visar den omrörning av materialen som sker i svetsmältan.



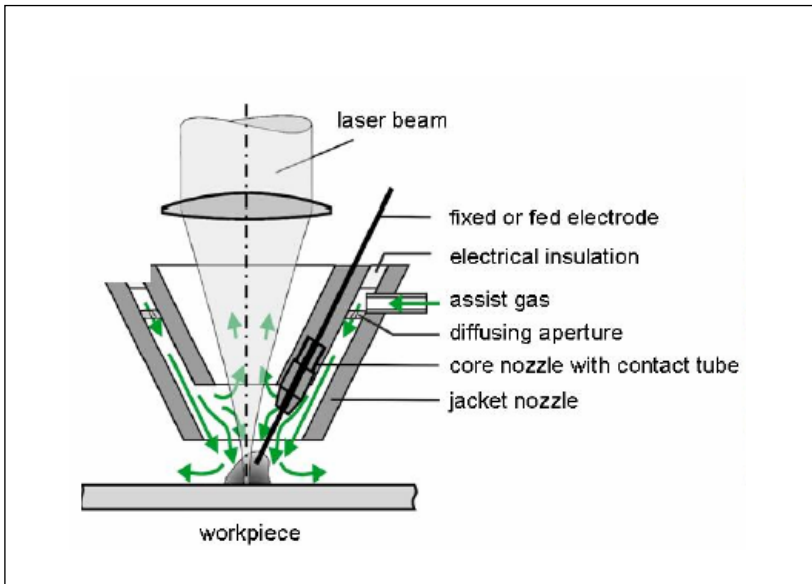
modell från RofinSinar, och olika rörfyllda trådar som exempelvis Elga 2209 T1-4 och ESAB 309T med en diameter av 1,2 mm hade utvärderats. Framföringshastigheten låg på 10 mm/s med lasern som "ledande", MAG- (Metal Active Gas) pistolen lutad 45° och ett interavstånd på 2 mm. Med dessa processparametrar fick man ett icke godkänt ferrit-innehåll kring 70% i svetsgodset. Därför hade svets hastigheten reducerats till 5 mm/s och då erhöles betydligt bättre värden där ferrit-halten i den värmepåverkade zonen låg mellan 60-64% och i själva svetsgodset mellan 51-59% (Fig. 17).

Näste talare var gamle bekantingen Dirk Petring från Fraunhofer ILT i Aachen som presenterade några av resultaten från det RFCS- (Research Fund for the Coal and Steel) finansierade projektet HYBLAS. Försöken var ämnade att kartlägga hybridteknikens yttersta möjligheter beträffande plåttjocklek och spaltöverbryggning, förhindra uppkomsten av värmesprickor samt kartlägga hybridsvetsarnas utmattningsegenskaper. Därför hade 30 mm tjock plåt i kvaliteterna S275JR, S355 och AH36 ingått i studien. Laserkällorna utgjordes av såväl en 20 kW CO<sub>2</sub>-laser från Trumpf som en 8 kW Nd:YAG (DY080) från RofinSinar, den senare med stråldistribution via en 600 µm fiber. Strömkällan för MAG-processen var en TPS450-enhet från Fronius. Tillsatsmaterial utgjordes av konventionell GSi3-tråd vars matning sker integrerat i hybridmunstycket, en ILT-innovation som tillåter en brantare och gynnsammare inmatningsvinkel av tillsatstråden (Fig.18). Man hade kunnat konstatera att ett interavstånd på mellan 3-5 mm samt en fokuspunktspositionering 6-9 mm ner i materialet var de bästa förutsättningarna för en god svetskvalitet vid svetsning i den här tjockleken av material.

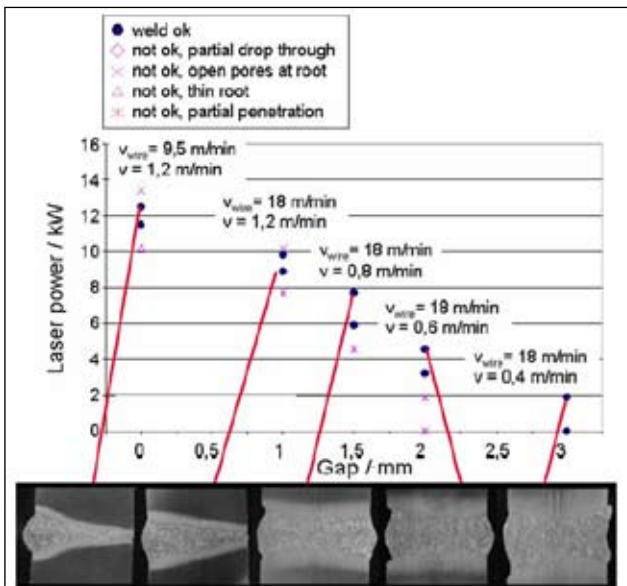
Ett undersökningsområde var som nämnt att studera



Figur 17. Tvärsnitt genom en laserhybridsvetsad stumfog i duplex SS2205-material med olika mikrosnitt illustrerande ferrit/austenit-balansen.



Figur 18. ILTs integrerade laserhybridmunstycke.



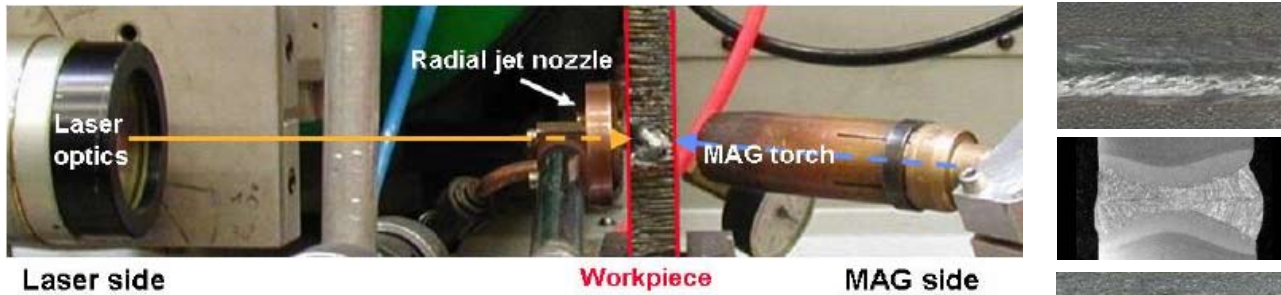
Figur 19. Processfönster för spaltöverbryggnadsförmågan vid laser-MAG hybridsvetsning av 15 mm tjockt konstruktionsstål i horisontal position (6°V, PC) och med ledande MAG.

spaltöverbryggnadsförmågan vid stora spalter utan att smältan ”faller ur” på rotsidan. Genom att använda en inert skyddsgas som rotskydd ökar ytspänningen hos smältan vilket är gynnsamt ur denna aspekt. Det finns en formel för att beräkna maximalt möjlig spalt. Denna innehåller ej någon parameter för bågtrycket, men Dr. Petring menade att dess betydelse kan negligeras! När spalten mellan plåtarna ökar måste lasereffekten reduceras men trådmatningshastigheten samtidigt ökas för att ge ett fullgott svetsresultat (Fig. 19). Genom att svetsa i PC-läge undviks gravitationsfenomen, men samti-

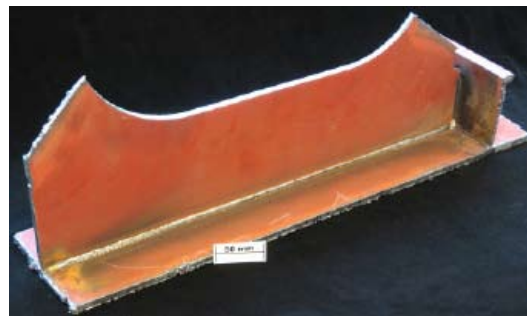
digt tappar man effektiviteten från hybridprocessen, vilken blir alltmer MAG-dominerad och bidraget från laserprocessen avtar, varför man vid rejält stora spalter kan stänga av lasern.

Dr. Petring myntade också begreppet Dual-MAG laserhybrids svetsning, vilket innebär att man förutom den konventionella hybriduppställningen kompletterar med en simultan MAG-svetsning på rotsidan. Med en dylik uppställning hade man med en 20 kW-laser uppnått svetshastigheter kring 0.8 m/min i 30 mm tjock plåt. En annan ILT-innovation är det s.k. ”radial-jet”-munstycket. Med denna teknik ”blåser” man igenom laserstrålen från en sida samtidigt som man förhindrar att smältan faller ur genom att applicera en MAG-ljusbåge från motsidan (Fig. 20). I dylika försök utförda med en 8 kW Nd:YAG-laser kunde fullt penetrerande svetsar erhållas i 12 mm tjockt material med en tryckluftstillförsel på 140 l/min. Ökade man flödes hastigheten till 260 l/min klarade man t.o.m. 50 mm tjockt gods, självfallet dock då med synnerligen moderata framföringshastigheter. Inga synliga sprickor stod att observera och utmattningshållfastheten var utmärkt, d.v.s. med FAT-värden >100 enligt Eurocode 3. Man blir varje gång imponerad av innovationsnivån på ILTs forskning, vilken numera är mycket industriellt anpassad. Ett framtida studiebesök för Lasergruppens medlemmar till detta högrenommerade institut torde därför vara att rekommendera.

Uwe Reigen från professor Ulrich Diltheys forskningsgrupp vid ISF (Institut für Schweißen und Fügeverfahren, RWTH Aachen Universität) berättade om erfarenheter från hybridsvetsning vid Meyerwerft och de nya utmaningar som ges då det handlar om svetsning



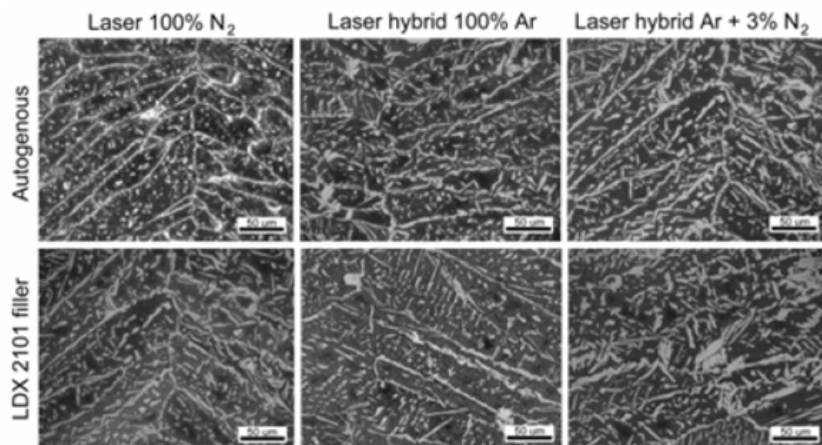
Figur 20. ILT-innovationen "Das Radial-jet" – en laserhybridsvetsvariant där man "blåser" igenom laserstrålen från en sida och har en MAG-process på motsidan som "fångar upp" smältan. T.h. ses överst "laser-toppssidan", därunder ett tvärsnitt med "lasersidan" åt vänster, och underst "MAG-rotsidan".



Figur 21. Svetsuppställning och demonstrator vid försök med laserhybridsvetsning vid Meyerwerft.

i fallande lägen och kring hörn. Meyerwerft är det företag som i störst utsträckning anammat hybridtekniken, och av de sammanlagt 1.400 km svetsning som förekommer på ett genomsnittligt fartyg utgörs 450(!) km av laserhybridsvetsar. Det handlar företrädesvis om 12 mm tjockt, plasmaskuret AH36-stål som svetsas med GSi3-tillsats i V- och kälfog. Trenden går mot alltmer robotiserad svetsning och fiberlasrar med effekter kring 10 kW tycks vara preferensen. En intressant innovation var den att man introducerat en "scanner"-optik för laserstrålen med vars hjälp man kunde kompensera för dålig passning mellan plåtar och därmed undvika bindfel. Denna optik arbetade inom frekvensområdet 50-150 Hz. Av en film som Herrn Reisgen visade framgick det emellertid att man därutöver oscillerade hela hybriduppställningen, inklusive bågsvetsenheten, i samma syfte (Fig. 21). I den klassiska frågan, vilken av metoderna, laser eller gasmetallbåge, som skall vara s.k. "leading", kunde det konstateras att med MAG-pistolen som ledande krävs lägre lasereffekt, men i gengäld erhåller man en något större risk för anvisningseffekter i tån vid kälsvetsade T-fogar.

Denna session avslutades med några materialrelaterade presentationer där hybridteknikens inverkan på svetsgodset hade kartlagts. Först ut var Debby Criel från Arcelors forskningsinstitut OCAS i Zelzate, Belgien. Man hade svetsat den för bilindustrin vanliga materialkvaliteten DP (Dual Phase) 600 i tjocklek 1,4 mm och använt sig av två olika hybriduppställningar: dels en 4 kW diodpumpad Yb:YAG kombinerad med en pulsad MAG-källa, dels en 12 kW CO<sub>2</sub>-laser och kontinuerlig MAG. Försöken hade kompletterats med rena laser- och bågsvetsoperationer. Konklusionen var att det är viktigt att välja rätt tillsatsmaterial för att undvika alltför hög hårdhet genom martensitbildning i svetsgodset. Detta framgick då man i de första proven med ledande laser och övermatchande G3Si1-tillsatsstråd fått en önskad hög martensitandel och hårdhet i såväl svetsgodset som HAZ (Heat Affected Zone). Ett gynnsammare resultat erhöles då man hade bågsvetsmetoden som ledande och gått över till G2Si1 som tillsats. Då fick man istället en gynnsammare fördelning av bainit och martensit i svetsgodset och den värmepåverkade zonen. Vid verifierande dragprov visade den enbart lasersvetsade varianten



Figur 22. Inverkan av tillsatsmaterial och skyddsgasval på svetsens mikrostruktur vid laserhybridsvetsning av den rostfria, duplexa kvalitén LDX2101.

högst hållfasthet. Här gick brottet i grundmaterialet, medan för hybridsvetsarna skedde brottet i HAZ vid spänningsnivåer som låg på mellan 92-99% av grundmaterialets styrka.

Vår svenska kollega Elin Westin från Outokumpu Stainless i Avesta redogjorde för hybridsvetsning i företagets duplexa kvalitet LDX2101. Generellt är ju duplexa rostfria stål mindre lämpade ur svetsbarhets synpunkt, men med sina ”lean”-kvaliteter tycks Outokumpu kunna råda bot på detta. Det som oroade Elin var huruvida den höga stelningshastighet och dito avkylning som blir resultatet vid hybridsvetsning skulle ge oönskat höga andelar av ferrit och kromnitrider i svetsgodset. Svetsningen hade genomförts på Nordic Laser i Mölndal, där man använt sig av en 3 kW diodpumpad Nd:YAG-laser kombinerad med en TIG- (Tungsten Inert Gas) brännare. Genom att använda tillsatsmaterial i samma kvalitet som grundmaterialet samt inblandning av Nitrogen i skyddsgasen var det möjligt att öka austenitandelen i såväl svetsgodset som HAZ på bekostnad av den mindre önskvärda ferritbildningen (Fig. 22). Svetsgodsets egenskaper validerades via dragprov, korrosionsprov i form av CPT (Critical Pitting Temperature) samt hårdhetsmätningar. Dessa prov gav värden som visade på att svetsens egenskaper låg väldigt nära grundmaterialets.

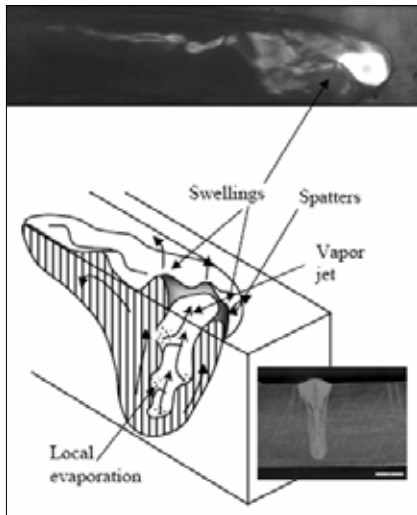
Siste talare i denna session var ytterligare en svensk, låt vara en ”invandrad österrikare”, nämligen professor Alexander Kaplan från Luleå Tekniska Universitet. Han adresserade det välkända problemet vid lasersvetsning i zinkbelagt plåt. Det är allmänt känt att vid överlappsvetsning leder den innesluta zinken till processinstabilitet, svetsstrut och porositet i svetsgodset. Vid stumfogs svetsning borde förutsättningarna för att undvika dessa effekter vara gynnsammare då möjligheterna för den förångade zinken att avgasas är större. Denna förhoppning hade emellertid kommit på skam vid genomförda hybridförsök, och det gällde nu för den gode Alexan-

der att komma med några förklaringsmodeller till de erhållna resultaten. En teori skulle vara att atomerna i den förångade zinken, som har en joniseringsenergi som är 20% högre jämfört med stål, på något sätt attraheras av MAG-ljusbågen och påverkar plasmat. En annan är att man får en katodisk effekt av zinken som påverkar nyckelhålets front. Hursomhelst utspänn sig här en längre diskussion där den ena teorin efter den andra togs fördes. Sålunda hade Argon använts som skyddsgas vid försöken och någon menade att man med en aktiv gas med inblandning av CO<sub>2</sub> kunde få zinken att oxideras och därmed eliminera problemen.

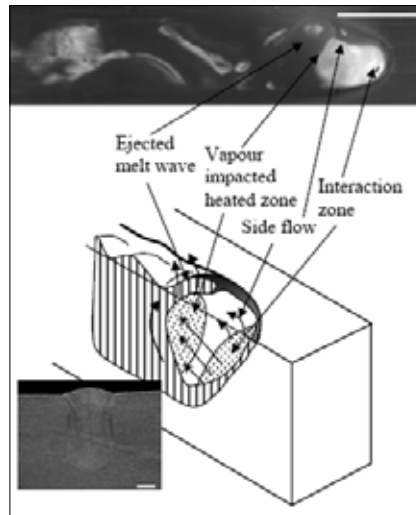
En personlig reflektion är att man med en optimerad pulsfrekvens skulle erhålla en stabilare svetsprocess. ILT presenterade för några år sedan sin HybSys-process med möjlighet till växelvis pulsning av såväl laser som MAG-strömkälla. Kanske även CMT (Cold Metal Transfer) kan ha en positiv inverkan då man får droppbildningen från den smälta tillsatstråden längre bort från förångad och smält zink än vad som är möjligt vid konventionell bågsvetsning. I Luleå avser man främst att via höghastighetsfilmning komma fram till rimliga förklaringar till problemen kring laserhybridsvetsning av zinkbelagd stålplåt. Lycka till!

### Session “Welding of Ferrous Alloys”

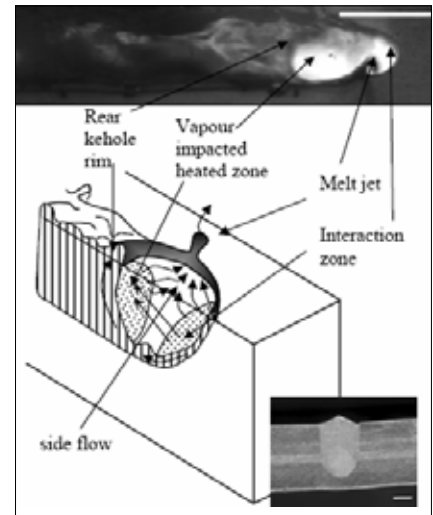
I denna session hade man samlat några materialrelaterade redogörelser för svetsning med högeffektlasrar, och först ut var gamle bekantingen Rémy Fabbro från LALP (CNRS)/GIP GERAILP i Arcueil i Frankrike. Här kände de som deltog i LAMP-konferensen i Kyoto under våren 2006 igen sig eftersom temat var detsamma och handlade om observationer av hydrodynamiken i smältan vid svetsning av rostfritt stål. Man hade använt en klassisk 4 kW lampumpad Nd:YAG-laser från Trumpf, HL4006D, och en 600 µm fiber för stråldistribution, och med höghastighetsfilmning dokumenterat nyckelhålets och plasmats utseende vid olika



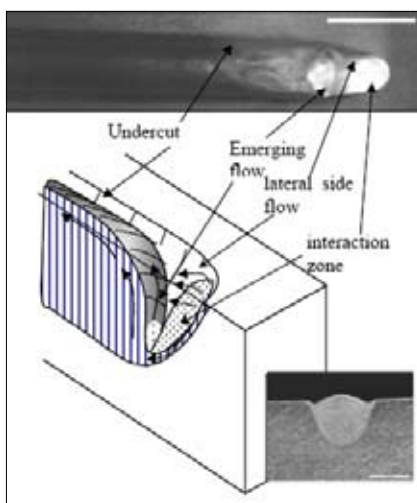
$v \approx 5$  m/min



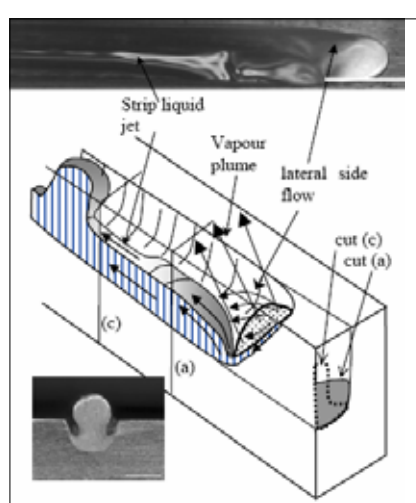
$v = 6-8$  m/min



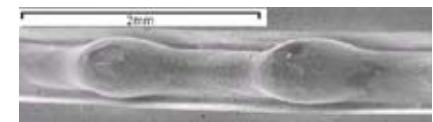
$v = 9-11$  m/min



$v$  12-19 m/min



$v \geq 20$  m/min

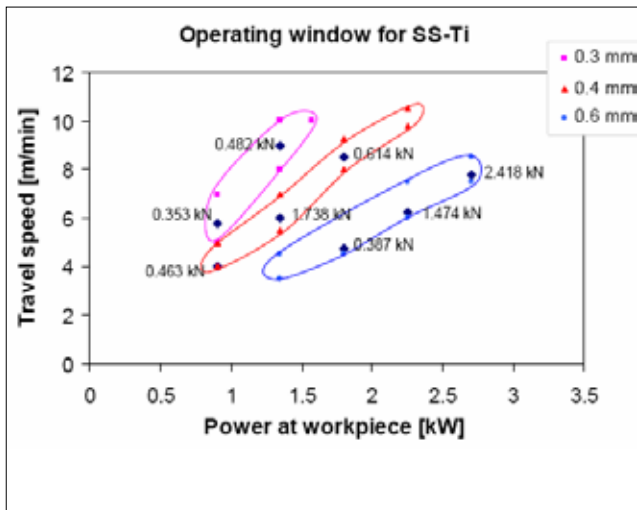
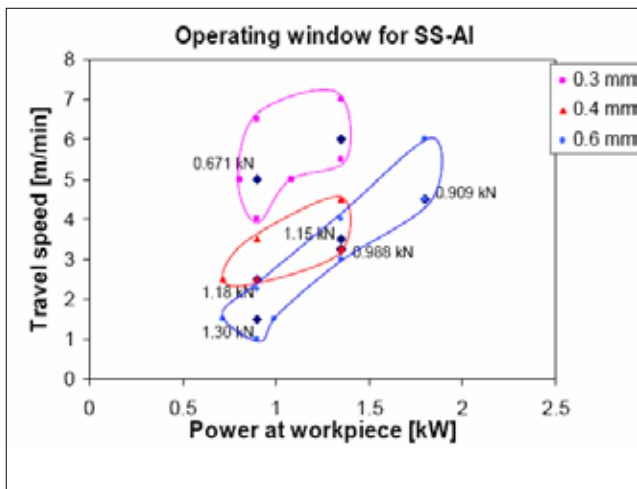
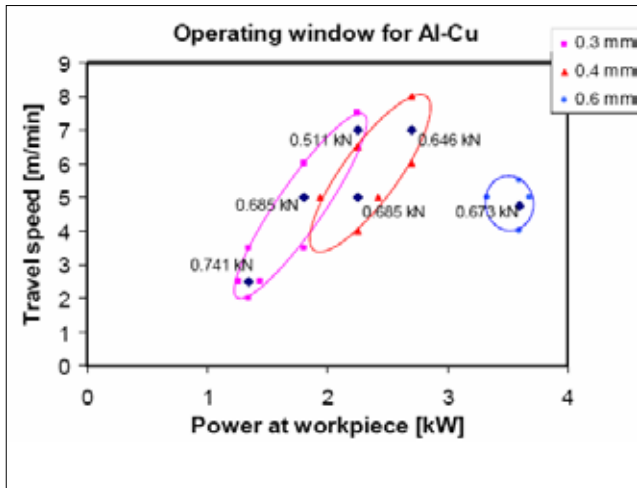


Figur 23. Strömningen i lasersmältan vid svetsning med olika hastigheter. Längst ned till höger den karakteristiska toppytan som erhålls vid s.k. "humping".

svetshastigheter (Fig. 23). Vid låga hastigheter, 4-7 m/min, är nyckelhålet tämligen cirkulärt och ångtrycket i plasmat tvingar smältan att svälla ut åt sidorna och uppåt. Det senare fenomenet gör att tvärsnittet av svetsen får formen av en nål med ett huvud. När svetshastigheten ökas till 9-12 m/min blir smältan avlång och man erhåller inte den tidigare nämnda utflytningen åt sidorna. Nu börjar också det tidigare upprättstående laserplasmata att vinklas bakåt i svetsriktningen, något som tidigare förklarats med att nyckelhålets framkant blir snedare vid ett snabbare svetsförlopp och påverkar riktningen av det dynamiska ångtrycket i plasmat. I området 12-19 m/min, något som Monsieur Fabbro f.ö. kallade "pre-humping regime" erhålls inte längre något nyckelhål, och vid svetshastigheter över 20 m/min uppträder just denna "humping"-effekt, då det

snabba svetsförloppet gör att svetsprocessen inte längre går att hålla stabil. Genom att skicka ner skyddsgas, i detta fall Argon, med högt tryck (8 kPa) i nyckelhålet, visade den gode Rémy på att man lyckats undertrycka "humping"-beteendet.

Sydafrika representerades vid konferensen av Maritha Theron från Pretoria som redogjorde för svetsning av diverse materialblandningar. Hon och hennes kollegor vid CSIR South Africa i hade med en 4,4 kW Nd:YAG-laser svetsat tre artskilda materialkombinationer, nämligen 316L S/S-Ti64, 316L S/S-Al 5052 och Al 1200-Cu (99,85%), alla i tjocklek 0,9 mm. Man hade undersökt inverkan av tre olika fokuspunktsstorlekar; 0,3, 0,4 och 0,6 mm diameter, och med dessa försökt att fastlägga ett processfönster för godkända svetsar. Processfönstrets två variabler utgjordes av ef-

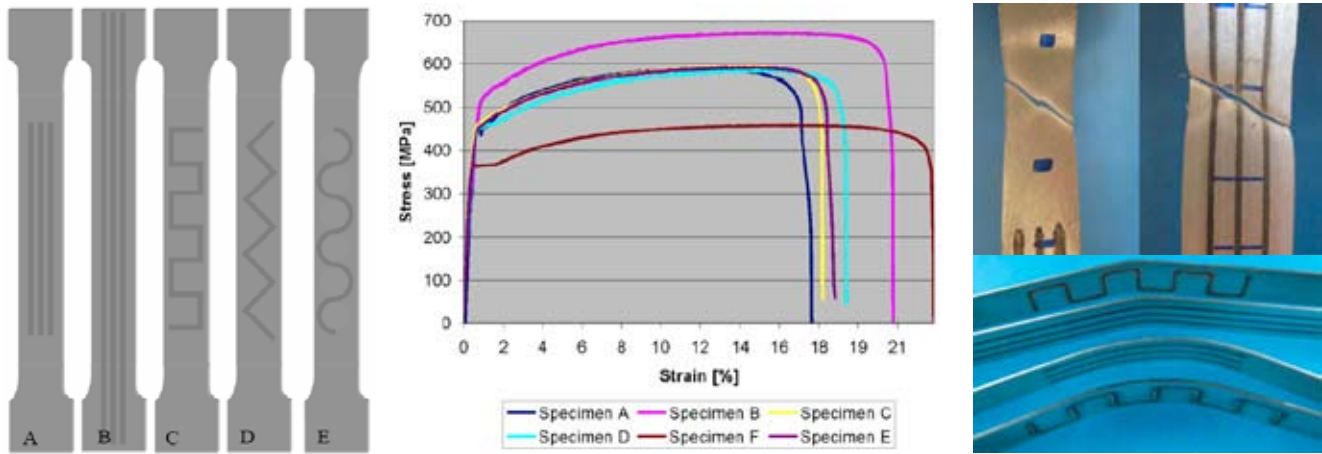


Figur 24. Processfönster för laserhybridsvetsning av blandskarvarna Aluminium/Koppar, rostfritt/Aluminium och rostfritt/Titan.

fekten på arbetsstycket och svets hastigheten (Fig. 24). I det första fallet, och med det rostfria materialet som topplåt hade man fått acceptabla svetsar, låt vara med hårda och spröda intermetalliska faser. Här kunde man observera att en liten fokuspunkt gav ett mer instabilt svetsförlopp. Det motsatta förhållandet rådde vid svetsning av Aluminium (topplåt) till Koppar. Här visade sig en liten fokuspunkt vara nödvändig för att erhålla godkända svetsar. Den svåraste kombinationen att svetsa var rostfritt till Aluminium, men en större fokuspunkt kunde förbättra resultatet något, även om svetsprocessen fortfarande upplevdes som tämligen instabil. Generellt kunde Miss Theron konstatera att en mindre fokuspunkt, och därmed högre energitäthet, drev upp hårdheten i svetsgodset.

En på pappret lovande presentation var den som Mitja Schimek och hans kollegor vid LaserZentrum i Hannover (LZH) hade satt samman. Den handlade om att lokalt öka hållfasthet och styvhet i en plåt detalj genom att lägga blindsvetsar (BOP = Bead-On-Plate) på strategiska ställen. Teoretiskt låter ju detta intressant, men då man börjar fundera över praktiska tillämpningar blir det svårare att finna motiv för detta angreppssätt. Om jag tittar på min egen bransch, karosstillverkning, åstadkommer jag samma effekt genom att prägla mina karosplåtar med ett anpassat mönster. Mönstret finns då integrerat i pressverktyget varför jag erhåller en mycket högre produktivitet jämfört med om jag skulle använda den föreslagna lasermetoden. Möjligtvis kan jag se denna som en lösning i sent skede av produktutvecklingsprocessen då styvhets- och krockkrav inte uppfylls, och då pressverktygen är mer eller mindre färdigtillverkade.

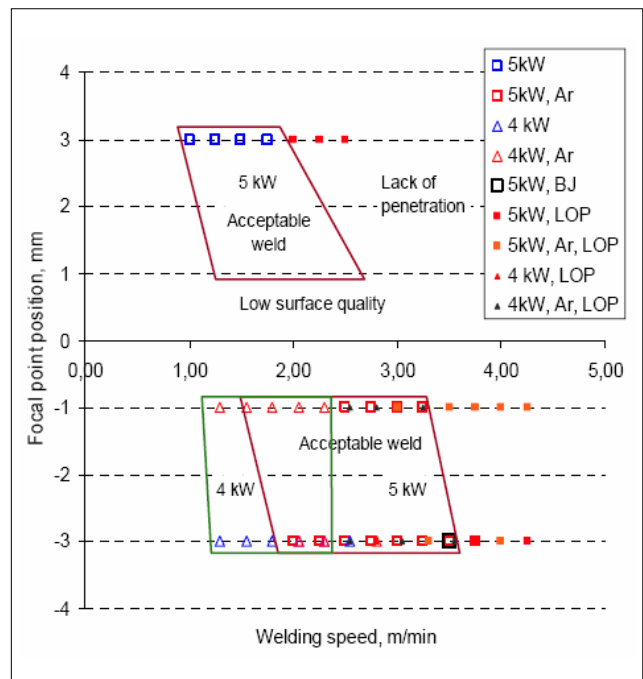
Hursomhelst visade Herrn Schimek på resultat från dylika blindsvetsar av 1,25 mm tjockt H340LD-stål med brotthållfasthet mellan 410 och 510 MPa och där svetsbredden var cirka 1 mm. Man hade svetsat med 3,5 kW och en framföringshastighet på 6,5 m/min och med Argon som skyddsgas. Hållfastheten hade eller skulle verifieras med drag- och böjprov samt utmattningsbelastning (Fig. 25). Här redogjordes för resultat från dynamisk 3- och 4-punktsböjprovning där olika svetsmönster, såsom raka, sågtandformade och sinusformade svetsar, hade testats. Enkelt sammanfattat kan man säga att ju mer sammanlagd svetslängd desto större effekt får man på hållfastheten, något som vi själva kunnat konstatera vid utmattningsprovning av olika svetskonfigurationer på KIMAB (Korrosions- och Metallforskningsinstitutet i Stockholm). Däremot skedde brottet företrädesvis i grundmaterialet i de flesta varianterna, utom i dem som hade mest blindsvets där brottet initierades i svetsgodset. Ett mer avvinklat



Figur 25. T.v. de olika BOP-svetsmönster som utprovats och i mitten resultat från statistiska dragprov, där F-varianten skall förstås som ett rent materialprov. T.h. olika brott-beteenden och deformationer vid dragprov resp. 3-punkts böjprovning.

svetsmönster gav en något högre hållfasthet jämfört med en sinusformad variant. Som referens hade man även provat en osvetsad provplåt, vilken i böjproven uppvisade en max.last som var 30% lägre jämfört med de svetsade varianterna. Så som sagt; mer eller mindre förväntade resultat, men den praktiska nyttan av dylika åtgärder måste ifrågasättas. Ett mer realistiskt alternativ är nog den att använda energin från en laserstråle för att lokalt mjuka upp och försvaga materialet så att vissa komponenter kan deformeras på en kontrollerat sätt vid kollisioner och katastrofsituationer. Dessa s.k. "soft zones" tilldrar sig just nu ett stort forskarintresse världen över.

Siste talare i sessionen var välbekante Antti Salminen från Lappeenranta University of Technology. På universitetet har man sedan en tid tillbaka tillgång till en 5 kW YLR-5000 fiberlaser från IPG, vilken nu flitigt används i forskningen. Antti visade på resultat från BOP- och stumsvetsning av 6 mm tjockt, rostfritt austenitiskt 1.4301-material med Argon som skyddsgas. Laserns strålkvalitet är på ypperliga 4,4 mm\*mrad vilket gör att den kan skickas via en blott 100 µm grov fiber till arbetsstycket, på vilket strålen fokuseras till en brännfläck med 0,16 mm diameter. Man hade huvudsakligen tittat på olika fokalpunktsplaceringar i vertikalplanet, och därmed olika stora brännfläckar på arbetsstyckets toppyta. Bäst kvalitet på svetsarna fick man vid en framföringshastighet på 2 m/min och med en fokalpunktsplacering  $z=-3$ , d.v.s. med fokalpunkten tre millimeter ner i materialet. Då fokalpunkten placeras över plåten erhåller man ett längre och bredare nyckelhål, varför energitätheten i smältan blir lägre. Detta exemplifierades på ett överskådligt sätt med de penetrationsdjup som man



Figur 26. Processfönster för laserhybridsvetsning av 6 mm rostfritt austenitiskt 1.4301-material, där man kan se fokalpunkts-positioneringens inverkan på svetskvalitet och penetrationsdjup vid 4 resp. 5 kW lasereffekt.

får vid en och samma svets hastighet. Om fokalpunkten positioneras 3 mm ner i materialet erhåller man vid 4 kW ett penetrationsdjup som är likvärdigt med det för vilket det krävs 5 kW då fokalpunkten ligger ovanför plåten (Fig. 26). En annan observation som gjorts var att för samma penetrationsdjup klarades högre svets hastighet i fallet med stumsvets jämfört med BOP.

*Del II kommer i LaserNytt 2, 2008.*

# En liten historik över laserutvecklingen inom Volvo Personvagnar

Av Johnny K Larsson, Volvo Cars

Idag är det en självklarhet för all världens biltillverkare att använda någon form av laserteknik, t.ex. skärning, svetsning, märkning, härdning, ytmodifiering etc., vid produktionen av sina personbilar. Därför är det lätt att glömma bort det pionjärbete som skedde under 1980-talet och som gjort den omfattande introduktionen av lasrar i företagens karosfabriker möjlig. Självklart är det extra glädjande att kunna konstatera att just Volvo Personvagnar (PV) var ett av de företag som tidigast anammade denna produktionsteknik. Vi har för alltid skrivit in oss i "laserhistorien" som den europeiska biltillverkare som först använde sig av lasersvetsning i karosfabrikens huvudflöde i och med produktionsstarten för modellen "850" i Gent 1991 (Fig.1). Visserligen hade BMW (Bayerisches Motorenwerk) året innan infört lasersvetsning av taket för 3-seriens touring-modell, men denna operation utfördes som en del sammansättning vid sidan av huvudflödet. Den allra första lasersvetsapplikationen såg dock dagens ljus i USA 1988 då GM (General Motors) började lasersvetsa taken på Chevrolet-modellerna Baretta och Corsica i sin Linden-fabrik i New Jersey.

På den tiden var det CO<sub>2</sub>-lasrar som var helt dominerande, då denna lasertyp var den enda som då kunde erbjuda de effekter kring 5-6 kW som krävdes för svetsning. Samtidigt hade bilindustrin, liksom förr och senare andra verkstadsgrenar, börjat med att använda CO<sub>2</sub>-lasern som ett skärverktyg, varför man på detta sätt skaffat sig den initiala kunskapen kring laserbearbetning. Så var det också på Volvo, som 1984 byggde sin första lasercell. Den utgjordes av en femaxlig portalrobot med en 1kW CO<sub>2</sub>-tvärströmningslaser från Rofin Sinar. Lasereffekten hade valts med tanke på vad som ansågs vara nödvändigt för att kunna skära tunn karosseriplåt i tjocklekar kring 1 mm med en rimlig skärhastighet. Skärhuvudet var försett med en kapacitiv höjdsensor som säkerställde en korrekt positionering av fokuspunkten i förhållande till arbetsstycket även vid skärning av tämligen komplexa tredimensionella karosdetaljer.



Figur 1. Taksvetsning på Volvo 850-modellen i karosfabriken i Gent, Belgien.

Installationen kom huvudsakligen att användas för håltagning och renskärning av prototypdetaljer där det rör sig om volymer kring 50-100 enheter och där det inte är ekonomiskt försvarbart att tillverka individuella klipp- och stansverktyg. På detta sätt erbjöd laserskärningen avsevärda tids- och kostnadsbesparingar samtidigt som snittkantkvaliteten blev överlägsen den som erhöles vid manuell klippning och borring. Denna första laserälla kom att bli en verklig arbetshäst och togs ur drift först 1997, då den ersattes av en 1700 W "fast-axial-flow" CO<sub>2</sub>-laser.

1988 utökades laseravdelningen på Pilot plant i Torslanda med en 6 kW CO<sub>2</sub>-tvärströmningslaser med tillhörande 6-axlig portalrobot, och utvecklingsarbetet med lasersvetsning drogs igång. Detta var en följd av att konstruktörer och produktberedare såg vissa fördelar med lasersvetsning jämfört med den traditionella punktsvetsning som vanligtvis används vid karosammansättningen. Genom att lasersvetsa erhöles ett mycket starkare förband, toleransutfallet blev snävare p.g.a. den mindre värmeförlusten, man fick en bättre finish och den "enkelsidiga bearbetning" som lasern erbjuder möjliggjorde nya designutformningar. Detta var något som Volvos konstruktörer tog fasta på under utvecklingen av den då aktuella 850-modellen, där den s.k. taksvällaren utfördes som en sluten sektion för att erbjuda tillräckligt sidokrockskydd. Därmed stod valet av sam-



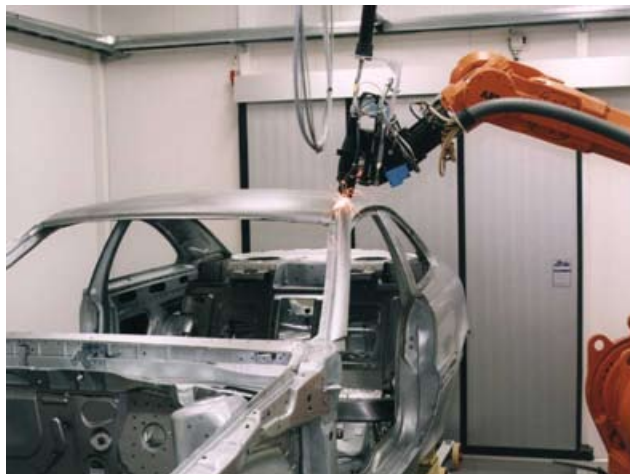
Figur 2. Den ursprungliga Nd:YAG-lasercellen i Pilot plant från 1995.

manfogningsmetod mellan limning och lasersvetsning, men både beträffande produktprestanda såväl som tillförlitlighet i produktionen kom lasersvetsningen ut som vinnare, något som gjorde att tekniken med tillförsikt kunde sättas in i högvolymproduktion (1, 2, 3, 4).

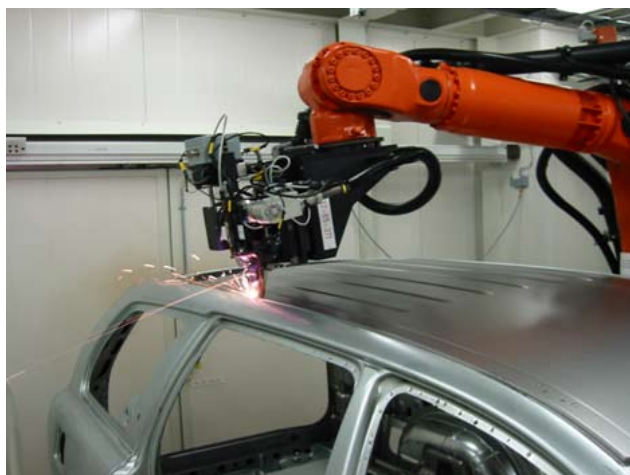
Idag är ju Nd:YAG-laserna de helt dominerande när det gäller svetsning och skärning av personbilskarosser, men det kom att dröja innan lasertillverkarna kunde erbjuda höga effekter och acceptabel strålkvalitet för denna lasertyp. Initialt fick vi på 80-talet hålla tillgodo med några JK-enheter från Lumonics på 400 W. 1989 parallellkopplade vi tre sådana källor och fick på så sätt en total uteffekt av 1,2 kW, låt vara med en undermålig strålkvalitet, men det var på detta sätt vi tog våra första stapplande steg då det gällde skärning och svetsning med Nd:YAG-laser.

Vår första ”riktiga” högeffekt Nd:YAG-laser hade vi på plats i Pilot plant 1995 (5). Det var en 2,5 kW-enhet från Rofin Sinar med fyra kaviteter och åtta lampor och en strålkvalitet på 25 mm\* mrad. Via optiska fibrer kunde laserstrålen ledas till aktuellt verktyg monterat på en industrirobot, vilken i sin tur var monterad på en åkbanan för att ge maximal flexibilitet (Fig. 2). Denna bearbetningscell har successivt byggts ut och uppgraderats och består idag av en 4 kW lampumpad Nd:YAG laser, två separata arbetsstationer, tre robotar och en mångfald av processverktyg inklusive fogföljning och processövervakning. Här kan all Nd:YAG-baserad utrustning kvalificeras innan den förs över till någon av våra högvolympfabriker, men här sker också all lasersvetsning/skärning vid provvagnstillverkning i nya projekt.

Den första Nd:YAG-installationen avsedd för produktion kom i samband med introduktionen av första generationens Volvo C70 1997 (6, 7). Här förlades produktionen till det nybildade bolaget AutoNova, ett s.k. ”Joint Venture” (JV) mellan Volvo PV och TWR (Tim Walkinshaw

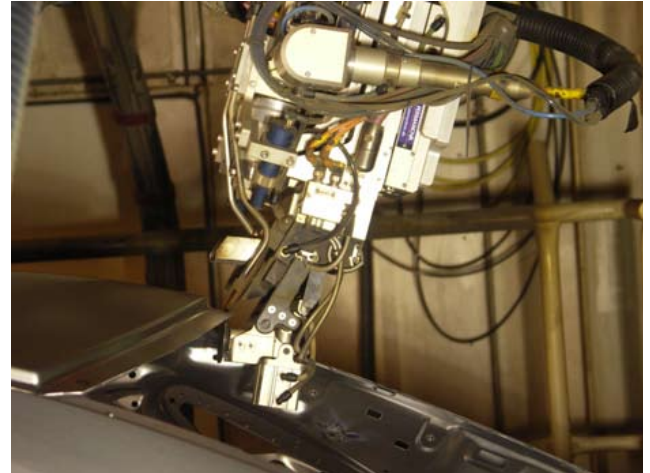


Figur 3. Lasersvetsning (övre bilden) och laserskärning (undre bilden) vid introduktionen av Volvo C70 i AutoNova-fabriken i Uddevalla 1997.



Figur 4. Taklasersvetsning med fogföljningsverktyg praktiserad på XC90-modellen i Torslanda-fabriken.

Racing), med produktion i Uddevalla. Här kom vi att introducera en annan ”World’s First”, nämligen lasersvetsning och –skärning i en och samma cell i huvudflödet (Fig. 3), låt vara i en lågvolymanläggning avsedd för cirka 20.000 bilar om året. Installationen bestod av en 2 kW Nd:YAG-laser och en standardrobot, samt en verktygsväxlingsenhet som



Figur 5. Lasersvetsning av Volvo S80 med enkelrulle (t.v.) och dubbeltryckrulle (t.h.).

kunde byta mellan svets- och skärverktyg. Applikationerna utgjordes nämligen av taklasersvetsning av coupe-varianten samt precisionshåltagning i de främre fjädertornen på samtliga modeller för infästning av MacPherson-stötdämparna.

Efter de här nämnda premiärinstallationerna har utvecklingen rullat vidare och idag finns cirka 20 stycken högeffekt-lasrar installerade i våra karosfabriker runt om i världen. Några ytterligare milstolpar att nämna är följande:

1994 Den första lasercellen för taksvetsning installeras på Torslanda. Den består av en 6 kW CO<sub>2</sub>-laser och två industrirobotar utrustade med svetsverktyg, och stråldistributionen sker via teleskopiska tuber (8).

1996 Lasercellen i Gent uppgraderas med ytterligare en laserkälla. Portalroboten ersätts med en lösning liknande den i Torslanda.

2000 Startar produktionen av XC90-modellen där vi för första gången praktiserar kantlasersvetsning. Det är också första gången som vi använder en Nd:YAG-laser i högvolymproduktion (9).

2001 Byter vi ut CO<sub>2</sub>-lasrarna i Torslanda mot 4 kW Nd:YAG-enheter, något som sker i samband med introduktionen av första generationens S80- och V70-modeller.

2003 En ny karosfabrik (GA2) tas i drift i Gent för att ta hand om produktionen av de mindre modellerna S40 och V50 då produktionen av dessa flyttas från holländska Born. Fabriken utrustas självklart direkt med faciliteter för lasersvetsning.

2004 Första lasercellen utanför Europa introduceras i och med att Volvo S40 börjar tillverkas i Pretoria, Sydafrika (10).

2005 En helt ny lasercell installeras i Uddevalla, där Volvo PV startat ett nytt JV nu med italienska Pininfarina, i samband med produktionsstarten för andra generationens C70-modeller. Såväl lasersvetsning som -lödning utförs i en och samma station (11, 12, 13).

Detta år tas också de sista CO<sub>2</sub>-lasrarna ur produk-

tion när dessa ersätts med 4 kW lamppumpade Nd:YAG-lasrar i GA3-flödet i Gent-fabriken.

2006 Nya Volvo S80 introduceras med en ny laserlöd baklucka tillverkad i pressverket i Olofström (14).

Overseas-produktionen av S40 flyttas från Pretoria till kinesiska Chongqing, varför en ny lasercell installeras där, samtidigt som ytterligare en börjar projekteras för att kunna lasersvetsa en kinatillverkad LWB- (Long Wheel Base) variant av Volvo S80.

När vi idag (2008) besöker Torslandaverkens karosfabrik kommer vi att få se laserinstallationerna i våra två olika produktionsflöden. I den s.k. "P28-linen" där XC90-modellen tillverkas hittar vi en cell utrustad med en 3 kW-enhet avsedd för svetsning av taket till karosidorna (Fig. 4). Svetsverktyget är här utrustat med ett fogföljningsverktyg från Permanaova Lasersystem vilket gör det möjligt att utföra en kant/kälsvets.

I P2-, eller EuCD-, flödet producerar vi idag modellerna S80, V70 och XC70. Här finns en lasercell för svetsning av taket till karosidorna, men för S80-modellen har denna svetsoperation numera utökats till att även omfatta fram- och bakkanten av taket såväl som dräneringskanalens fastsättning mot karosidan. Denna cell är försedd med två stycken 4 kW Nd:YAG-lasrar och två industrirobotar. Den senare är utrustade med svetsverktyg med dubbeltryckrullar och fogföljningsfunktion (Fig. 5). Något senare i flödet står en cell avsedd för laserskärning, vars huvudsakliga uppgift är att varianthållskära de monteringshål som krävs för "skärmbreddarnas" fastsättning på XC70-modellen (Fig. 6). För ändamålet har här en 750W disk-laser installerats. Allra sist i processflödet hittar vi vår senaste lasercell, vilken är dedicerad för laserlödning av den s.k. "ringrammen" till karosidorna (Fig. 7). Denna cell är försedd med en diodpumpad Nd:YAG-laser på 3 kW och två industrirobotar utrustade med lödverktyg och ett taktilt fogföljar"finger".

Som framgår av denna lilla historiska exposé sker en



Figur 6. Laserskurna monteringshål i bakskärmen på V70-karossens XC-version för fastsättning av de modellunika skärmbreddarna i plast.

successiv tillväxt av laseranvändning inom Volvo Personvagnar, där vi försöker ta tillvara teknikens unika fördelar i form av förbättrad formnoggrannhet på våra karosser, minimal värmepåverkan på de höghållfasta materialkvaliteter som används, samt möjligheten att skapa nya designutformningar. Det senare kommer ytterligare att accentueras då vi i höst börjar producera XC60-modellen i Gent. Den karossen innehåller två konstruktionslösningar, vilka varit omöjliga att realisera om vi inte haft möjlighet att ta till lasersvetsning. Dels presenterar vi en extremt smal vindrutesolpe för att ur säkerhetssynpunkt erbjuda föraren ett optimalt synfält, dels genomför vi en avsevärd viktssänkning för att möta krav på minskad bränsleförbrukning och CO<sub>2</sub>-utsläpp genom introduktionen av den s.k. ”reducerade helsidan”. Men dessa, för bilindustrin unika konstruktionslösningar, räknar jag med att få återkomma till längre fram. Hursomhelst, jag hoppas att de av Lasergruppens medlemmar, som väljer att besöka oss på Torslanda under Laserdagen den 15 maj, kommer att uppleva ett intressant studiebesök som kan komma att inspirera till en utökad laseranvändning i den dagliga verksamheten. Välkomna!

## Referenser

1. Larsson, J.K., “Laser Technology - Making New Engineering Solutions Possible”, Proceedings 3rd Conference on Laser Materials Processing in the Nordic Countries, NOLAMP3, Lappeenranta, augusti 1991, ISBN 951-763-670-9
2. Larsson, J.K., “One Decade of Experience from Laser Materials Processing - A Powerful Foundation for Improved Product Quality”, Proceedings 26th ISATA Conference (plenary paper), Aachen, september 1993, ISBN 0 947719 57 1
3. Hanicke, L. and Strandberg, Ö., “Roof Laser Wel-



Figur 7. Interiör från den senaste laserinstallationen på Volvo Torslandaverken avsedd för laserlödning kring bakdörrsöppningen på V70-modellerna.

ding in Series Production”, Proceedings SAE International Congress, Detroit, MI, mars 1993

4. Larsson, J.K., “The Introduction of Roof Laser Welding in Car Production and the Development of a New Fixation Technique”, Proceedings Laser Assisted Net Shape Engineering, LANE’94, Erlangen, oktober 1994, Meissenbach Bamberg Verlag, ISBN 3-87525-061-3

5. Larsson, J.K., “Focusing the Nd:YAG Laser Beam onto the Automotive Industry”, Proceedings Advances in Materials and Processing Technologies, AMPT’95, Dublin, augusti 1995

6. Larsson, J.K., “The Use of Nd:YAG Lasers in Future Automotive Applications”, Proceedings Laser Assisted Net Shape Engineering, LANE’97, Erlangen, september 1997, Meissenbach Bamberg Verlag, ISBN 3-87525-090-7

7. Hanicke, L. and Johansson, G.: “From CO<sub>2</sub> to Nd:YAG Laser - Development of Tools and Adaptation to Production of Volvo 850 and C70”, Proceedings Automotive Laser Applications Workshop, ALAW’97, Novi, MI, mars 1997

8. Larsson, J.K., “The Mature Technique of Laser Processing in Body Manufacture - Long Term Production Experiences and Recent Developments”, Proceedings Laser Assisted Net Shape Engineering, LANE’01, Erlangen, augusti 2001, Meissenbach Bamberg Verlag, ISBN 3-87525-154-7

9. Larsson, J.K. and Palmquist, N., “Laser Welding on the New Volvo XC90”, Proceedings 9th Conference on Laser Materials Processing in the Nordic Countries, NOLAMP9, Trondheim, augusti 2003

10. Larsson, J.K., “Laser Welding as a Competitive Joining Method in Body-In-White Assembly; An Automotive State-Of-The-Art Report with Complementary

# ”Vi bjuder på ett revolutionerande verktyg”

Av Hans Engström, Luleå Tekniska Universitet

**Luleå tekniska universitet har köpt en ny stor fiberlaser och LaserNytt träffar professor Alexander Kaplan, som leder laserforskning vid Luleå tekniska universitet, Avdelningen för produktionsutveckling, för att få en pratstund med honom om den nya lasern.**

## **Om vi börjar med den klassiska frågan; Hur känns det ?**

– Mycket skönt att få stöd för att köpa en sådan laser! Det är trevligt och kul att ha en utrustning på framkanten av teknologin och som ger utmaningar för framtiden. Den nya lasern visar att det verkligen har hänt något teknikmässigt; med hög effekt och bra strålkvalitet. Den ”revolution” som vi har talat om i teorin upplever vi nu som verklighet.

## **Hur tror du forskningen vid LTU kommer att påverkas?**

– Ja, det är den fokuserade strålen med dess mycket höga effekttäthet som bidrar till forskningen och det extrema processbeteendet. Det andra som t.ex. hög hastighet är en konsekvens. Det blir viktigt att med hjälp av höghastighetsfilmning finna ut vad som händer i processen. Kanske kommer vi att få se andra typer av svetsning och skärning med ett annorlunda processbeteende.

## **Vilken nytta kommer svensk industri att ha av lasern och den andra utrustningen??**

– Den nya fiberlasern känns mycket användbar i fabriken och vi kan visa den för industrin. De kan köra direkta experiment men också använda CyberLab för att få tillgång till den på distans. Fiberlasern, som kan köras från ca 50 till 15000 W, är ju verkligt universell och ger ett spektrum av verktyg att använda. Och med den kan industrin utveckla sina processer och produkter. Det är ju en laser med mycket hög effekt och mycket hög strålkvalitet och det känns som en lasertyp att satsa på. Vi erbjuder ju också mycket kringutrustning som olika optik, höghastighetsfilmning och kommer också att sätta igång en höghastighetsstation där man kan köra processer med 150-200 m/min.

## **Du säger att fiberlaser känns rätt att satsa på. Vad tror du om framtiden för den?**

– Just nu känns fiberlasern som den laser att satsa på om man vill ha den modernaste lasern. Men vill man spara pengar i investeringen är ju CO<sub>2</sub>-lasern fortfarande aktuell. I framtiden kan möjligen diodlasern utvecklas och kanske ta över. Men just nu behöver vi inte oroa oss för framtiden; fiberlasern ger redan så bra fokusering vi behöver i industrin– behovet är snarare att den blir billigare. Singel mode fiberlasern känns mycket intressant för framtiden; nu kan man med 3 kW fokusera ned till 30 mikrometer.

*fortsättning sid. 38*

---

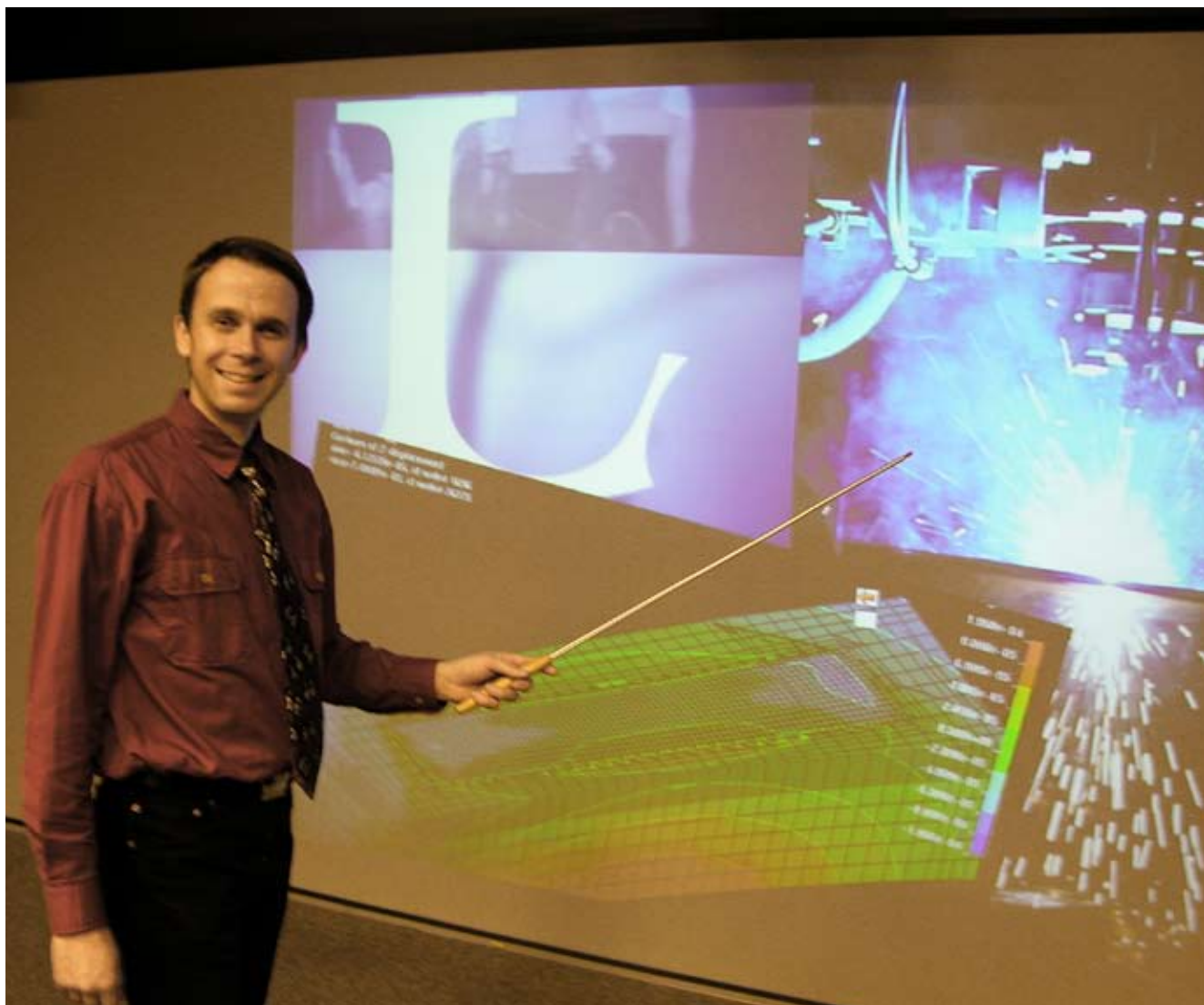
Future Challenges”, Proceedings 10th Conference on Laser Materials Processing in the Nordic Countries, NOLAMP10, Piteå, augusti 2005

11. Larsson, J.K. and Palmquist, N., “Extensive Laser Processing on the New Volvo C70 Convertible”, Proceedings Automotive Laser Applications Workshop, ALAW’06, Plymouth, MI, mars 2006

12. Larsson, J.K., “Laserlöten – Eine neue Technologie für kosmetische Fugen in PKW Rohbau“, Tagungsband Grobe Schweißtechnische Tagung, Aachen, september 2006

13. Larsson, J.K., “Laser Brazing – A New Technology for Cosmetic Joints in the Body Structure”, Proceedings 11th Conference on Laser Materials Processing in the Nordic Countries, NOLAMP11, Lappeenranta, augusti 2007

14. Larsson, J.K. and Palmquist, N., “Various Laser Processing for the New Volvo S80 Luxury Sedan”, Proceedings 8th European Automotive Laser Applications Workshop, EALA, Bad Nauheim, januari 2007



Alexander Kaplan, professor och ledare för laserforskningen vid Luleå tekniska universitet.

### **Hur ser du på samarbetsmöjligheterna med övrig forskning och akademi??**

– Vi bjuder på ett brett spektrum av möjligheter med den nya lasern. CyberLab som utvecklas vidare med en del av anslaget kommer att förenkla och öka samarbetsmöjligheterna. Svensk forskning och akademi är välkommen att samarbeta med oss. Vi har ju redan nu ett stort samarbete internt på LTU. Möjligen kan vi se en utveckling av ”The Swedish Laser Welding Centre” i samarbete med t ex Swerea KIMAB AB och andra. Vi är glada för ett större samarbete på ett sätt som kompletterar kompetenser och ser stor potential i detta.

### **Din vision för framtiden??**

– Ja, vi strävar efter att med utrustning och kompetens bli världsledande inom lasersvetsning. Och just nu har vi den utrustning som behövs för att ligga i forskningsfronten. Jag ser också att vi kan erbjuda en bredare kompetens inom kompletterande områden som t.ex.

konstruktionsaspekter för svetsning och fabriksplanering. Jag vill också gärna att svensk industri i framtiden kan utveckla och erbjuda ännu mer kompetens och utrustning för världsmarknaden. Det finns en stor potential som inte utnyttjas och jag ser gärna att man upptäcker affärsmöjligheter som man ser i andra länder som Tyskland och även Finland.

– Jag tycker det finns en symbolik i att vi nu har en av de bästa lasrarna i världen i Sverige och att vi skulle kunna utnyttja det för utveckling i svensk industri så att de kan ta ett stort steg framåt i sina innovationsprocesser. Vi bjuder på ett ”revolutionerande” verktyg och ger svensk industri möjligheterna till ett dramatiskt utvecklingssteg – en teknikrevolution.

– Jag vill varmt tacka Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse för ett långsiktigt och konsekvent stöd till laserforskningen i Sverige. Det visar att den är viktig för Sverige, nu och i framtiden.

# Air Liquide ger fart åt produktiviteten



Lasern är bara en av flera länkar i en stark kedja. En noggrann och kontinuerlig produktion handlar nämligen också om den rätta gasen, den kompetenta leverantören och den engagerade servicen.

När du använder LASAL-gaser från Air Liquide får du en rad olika fördelar som underlättar och säkerställer din produktion. Gaser och emballage är specialdesignade för att garantera stabilitet och kontinuitet i din process. Men Air Liquide har inte bara rätt gas – vi är också rätt partner när det gäller teknisk rådgivning, installation, utrustning och tjänster.

Vi besöker dig gärna och förklarar hur du kan ha nytta av oss. Ring oss på **040-38 10 00** eller skicka e-post till **[info.sweden@airliquide.com](mailto:info.sweden@airliquide.com)** för att bestämma en tid.



# Laserkalendarium 2008

## Maj

- 10 LaserNytt 1 2008
- 15 Laserdag  
Årsmöte Lasergruppen  
Volvo Car Corporation  
Göteborg  
I samarbete med den danska ERFA-  
Lasergruppen  
Per Westerhult

## Augusti

- 27-28 EWF Specialkurs  
Lasersvetsning  
Luleå  
Hans Engström

## September

- 23-25 EWF Specialkurs  
Lasersvetsning  
Luleå  
Hans Engström

## Oktober

- 15 LaserNytt 2 2008  
Per Westerhult
- 16 Laserdag 2  
Westinghouse Electric Sweden AB  
Västerås  
Per Westerhult
- 29-30 EWF Specialkurs  
Lasersvetsning  
Luleå  
Hans Engström

## November

- 27 Workshop Lasersvetsning  
Pemectra Lasertech, Trollhättan  
Per Westerhult

## December

- 15 LaserNytt 3 2008  
Per Westerhult

---

## Nya medlemmar i Lasergruppen

### Rautaruuki Oy

Harvialantie 420  
FIN-133 00 Hämeelinna  
Kontaktperson: Jukka Siltanen  
Tel. +358 40 542 82 14  
E-post: jukka.siltanen@rukki.com

### Högskolan Väst

461 86 Trollhättan  
Kontaktperson: Kjell Hurtig  
Tel. 0520 - 223 000  
E-post: kjell.hurtig@hv.se

### Outokumpu Stainless Tubular Products AB

Box 48  
644 21 Torshälla  
Kontaktperson: Johan Gemmel  
Tel: 016 - 34 95 00  
E-post: johan.gemmel@outokumpu.com

*LaserNytt hälsar Er välkomna till Lasergruppen och ser fram emot ett givande samarbete.*