

LASER

2-05 *nytt*



Succé för Lasergruppens studieresa till Tyskland

- Tankar från styrelsen ■ Tailored Blanks vid Laserdagen i Trollhättan
- Pemectra Lasertech först i Sverige med Tailored Blanks
- Succé för Lasergruppens studieresa i Tyskland ■ Nya Laserutbildningar
- Unik lasercell vid tillverkning av Volvos nya C70-modell ■ EALA 2005

Lasernytt utkommer med 3 nummer/år
och ges ut av
Lasergruppen inom Teknikföretagen
Box 5510, 114 85 Stockholm
Telefon: 08-782 08 78
Fax: 08-660 33 78

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
E-post: per.westerhult@teknikforetagen.se
Annika Wannerberg
E-post: annika.wannerberg@teknikforetagen.se

Lasernytt på Internet

www.lasergruppen.org

© Lasergruppen inom Teknikföretagen,

Produktion: Breakwater Publishing AB,
www.breakwater.se, info@breakwater.se

Tryck: Majornas Copyprint, Göteborg 2005

- 2 Tankar från styrelsen
- 3 Tailored Blanks vid Laserdagen i Trollhättan
- 5 Pemectra Lasertech först i Sverige med Tailored Blanks
- 7 Succé för Lasergruppens studieresa till Tyskland
- 15 TRUMPF och ESAB: Gemensamt seminarium
- 18 Unik lasercell vid tillverkning av Volvos nya C70-modell
- 19 Lasertekniken knackar på dörren hos Volvo
- 20 LIM – Lasers in Manufacturing Stor europeisk laserkonferens i München
- 28 Starkt fokus på Remote-tekniken vid årets EALA-konferens
- 38 Redaktörens reflektioner
- 38 Maskinab Teknik AB – Ny medlem i Lasergruppen
- 40 Konferenser och Mässor
- 40 Nya Laserutbildningar

Tankar från styrelsen

*Öka produktiviteten med upp till flera hundra procent
– tankar efter Laser Welding Days i Alingsås, April 2005*

Av Hubert Wilbs, Trumpf Maskin AB

Hela dagen var huset fyllt av diskussioner runt laserskärning, lasersvetsning och andra processer med laser som verktyg. Mer än 50 deltagare från Sverige, Norge, Danmark och Finland deltog i den första dagen av "Laser Welding Days", ett gemensamt arrangemang av ESAB och TRUMPF. Under dag två behandlades ämnet Laserhybridsvetsning vilket attraherade ännu fler deltagare.

I förra veckan, april 2005, kunde man läsa i pressen att 40 procent av tillfrågade inköpschefer inte tror att svenska underleverantörer kommer att klara konkurrensen från lågkostnadsländer på längre sikt.

Skandinavisk industri är på alerten och kommer att överleva genom användning av den senaste tekniken.

Där tror jag att inköpscheferna har fel! Genom användning av lasersvetsning och laserhybridsvetsning kan man öka produktiviteten med upp till flera hundra procent.

Utnyttjar man sedan också möjligheten att köra "Estetic Welding" med lasersvetsen sänks även kostnaderna för efterbearbetning. Skandinavisk industri är på alerten och kommer att överleva genom användning av den senaste tekniken.



Hubert Wilbs, Trumpf Maskin AB.

Tailored Blanks vid Laserdagen i Trollhättan

Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Laserdagen i Trollhättan den 15 maj 2005 hölls hos Pemectra Lasertech AB och därmed kom mycket att handla om Tailored Blanks, eller som vi ibland säger i Sverige, ämnesskarvning. Pemectra har installerat en utrustning för ämnesskarvning i Trollhättan och en i Olofström (se artikel på annan plats i LaserNytt) och är därmed först i Norden med sådan produktion. Det är intressant och glädjande att ett mindre svenskt företag kan ta upp kampen med jättar som Thyssen och andra stora europeiska stålverk som tillverkas tailored blanks.



Laserdag i Trollhättan hos Pemectra Lasertech AB.

Rigorös kvalitetskontroll

Kvalitetskontrollen vid denna tillverkning är rigorös för bilindustrin ställer mycket höga krav på svetsarnas hållfasthet och utseende för dessa produkter. Föredragen kom därför mycket att handla om olika typer av metoder och utrustning för att kunna försäkra sig om att lasersvetsade produkter håller rätt kvalitet efter tillverkning.

Hans Engström, Luleå tekniska universitet, gav en presentation över vilka tekniker som står till förfogande. Principiellt kan kvalitetssystemet delas in i tre grupper efter vilket område runt svetsstället som det arbetar inom:

- före svetsprocessen: här sker faktisk kvalitetsstyr-

ning genom fogföljning, dvs en sensor identifierar fogens läge och tillhörande utrustning positionerar laserstålen i önskat läge

under svetsprocessen: detektorer registrerar temperatur, plasmabildning och återreflekterad laserstrålning vars signaler jämförs med signaler för godkända svetsar. Om signalerna ligger inom de gränser som användaren har bestämt så godkänns svetsen, i övriga fall ges larm som talar om att något är onormalt. Användaren får sedan identifiera felet och avgöra om produkten kan användas.

- efter svetsprocessen: detektorer och kamerasystem avbildar svetsfogen och genom bildbehandling så kan övervakningssystemet avgöra om svetsen kan godkännas enligt de kriterier som användaren bestämmer.

Alltså, det är bara med fogföljningssystemet som vi aktivt kan utföra kvalitetsstyrning (positionering av laserstrålen), i övriga fall handlar det om kvalitetsövervakning.

"On-line-monitoring"

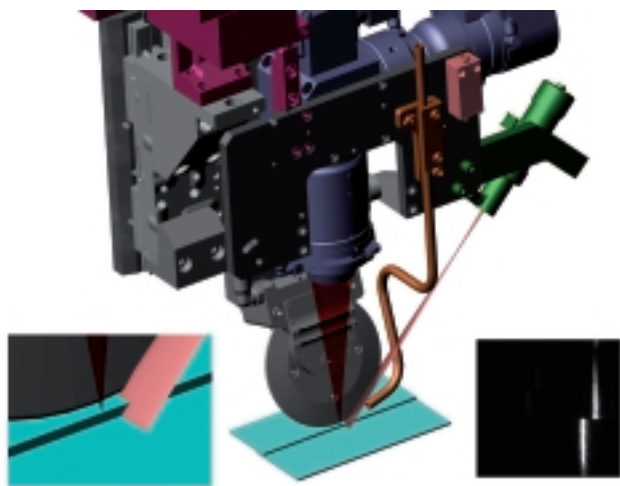
System som registrerar vad som händer under svetsprocessen, s.k. "on-line monitoring" visar på goda möjligheter att urskilja svetsdefekter. Systemens noggrannhet bygger dock på vilka larmgränser som användaren sätter för respektive signal. Tillförlitliga gränser kan man få genom att köra ett flertal, typiskt 10 stycken, godkända svetsar och registrera signalerna från dessa svetsar. Larmgränserna ställs sedan efter dessa gränser med en viss tillåten variation, t.ex. +5%. Systemet kan upptäcka många olika svetsfel, t.ex. kraftig porbildning, bindfel, ofullständig penetration, vilka kan bero på ofullständig skyddsgastillförsel, felpositionerad laserstråle, spalter, felaktigt fokalläge, mm, mm. Speciellt värdefullt är möjligheterna att upptäcka fel som inte kan identifieras visuellt.

On-line monitoring kan användas för alla lasertyper och för såväl kontinuerlig som pulsad svetsning. Även hybridsvetsning kan övervakas med goda resultat. Alla svetsar kan sparas i ett databassystem för fullständig spårbarhet och det finns ett flertal system på marknaden vilka har visat sin tillförlitlighet under många års drift i kvalificerad industriell svetsning.

Dessa typer av system sparar mycket tid och kostnader i kvalitetssäkringsprocessen.

Avancerad fogföljning

Men en hel del svetsfel kan undvikas med korrekt positionering av laserstrålen och om detta berättade Tore Salmi, Permascand Lasersystem AB. Deras svetshuvuden som finns i olika varianter för olika processer, (se Laser-Nytt 2/2003) har ett snabbt och tillförlitligt inbyggt fogföljningssystem. Det kan också ställa in korrekt fokalläge. En nyhet är att systemet också har mönsterigenkänning vilket ger stora möjligheter att positionera stålen exakt där man vill vid t.ex. kantsvetsning av zink-belagd plåt. Systemet kan också ge larm för plasmautbrott och utföra trendanalyser av inkommande detaljers fixering



innan sammanfogningen. På detta sätt kan man spåra upp och rätta till felaktiga processer bakåt i tillverkningskedjan.

Svetshuvuden från Permanova Lasersystem AB har integrerad fogföljning, här visat med tryckhjul, för snabb och säker positionering av laserstrålen.

Ämnesskarvning i snabb tillväxt

Tillverkning av skraddarsyddna ämnen är "big business" inom bilindustrin. I år beräknas tillverkningen till 245 miljoner ämnen, 260 miljoner år 2006 och 300 miljoner år 2007, berättade Daniel Wenk, Soudronic Automotive, vid Laserdagen. I Europa finns det i snitt 6 ämnesskarvade plåtar i varje bil, medan Mercedes E-klass lär vara värst med 14 stycken.

Soudronic är ett världsomspännande företag med bas i Schweiz och de tillverkar maskiner och system för tillverkning av metallförpackningar inom "Metal Packaging" och inom "Automotive" gör de system för



Daniel Wenk, Soudronic Automotive, berättade om system för ämnesskarvning.

ämnesskarvade plåtar och rör, bränsletankar och kvalitetsövervakningssystem. Soulas-systemet tillverkar ämnesskarvade plåtar med linjära svetsar medan Soutrack är till för icke-linjära svetsar. De har levererat ämnesskarvingsmaskinerna till Pemectra som är helautomatiska system.

Soudronic maskinerna har ett patenterat system för att eliminera spalter vid svetsningen som kallas SOUKA. Man deformerar ena kanten med ett tryckhjul som effektivt sluter eventuella spalter.

Kvalitetsövervakning vid ämnesskarvning

Maskinerna innehåller också avancerad kvalitetsövervakning genom att upp till tre olika system kan integreras. De går under beteckningen SOUVIS 1, 2 och 3. SOUVIS 1 är ett fogföljningssystem som också mäter spaltbredd och linjering av ämnena. SOUVIS 2 mäter svetsprofilen och svetsbredd på rotsidan. SOUVIS 3 detekterar lokala fel som porer och hål. Systemet avgör om plåtarna skall godkännas eller ej.

Kvalitetsövervakningen grundar sig på kriterierna för olika svetsklasser som de är definierade i ISO 13919-1, vilken är den aktuella standarden för kvalitetsbestämning av lasersvetsar.

Soudronic har också kvalitetsövervakningssystem för laserlödning.

Synliga ytor nästa steg

Laserdagen gav en intressant inblick i den industriella massproduktionen av ämnesskarvade plåtar där lasersvetsning verkligen har utvecklat tekniken. Nu är siktet inställt på att använda ämnesskarvning även på synliga ytor och Soudronic är med i den utvecklingen.

Pemectra Lasertech först i Sverige med Tailored Blanks

Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Pemectra Lasertech AB har investerat stort i utrustningar för att tillverka tailored blanks, skräddarsydda plåtmöten, till bilindustrin. En anläggning finns i Olofström och en i Trollhättan. Den senare har varit i drift sedan 2004 och den fick deltagarna i årets Laserdag titta närmare på.

Pemectra Lasertech, som tidigare hette Permascand Laser, ägs av EKA Chemicals, Pemectra AB och Industrifonden berättar Åke Lindberg, marknadschef vid företaget. Vår affärsidé är att förenkla och effektivisera våra kunders produktion genom att leverera kompletta detaljer/produkter baserat på laserbearbetning; att producera till marknadens högsta kvalitet på produkter och leveransåtaganden och att finnas nära kunden.

Pemectra Lasertech har två affärsområden, 2D-, och 3D laserbearbetning samt tailored blanks. Man har 35 anställda och beräknas omsätta 100 MSEK under 2005.

Fredrik Thyr guidar oss vid anläggningen som svetsar tailored blanks. Den är levererad av Soudronic Automotive och har en ny 6 kW CO₂-laser från Trumpf, även om själva anläggningen köptes begagnad. Den är helautomatisk där plåten går på palletter och vagn till en robotinmatare som lägger ämnena i position för svetsning.

En speciell utrustning deformerar ena plåtkanten lätt för att eliminera eventuella spalter. Svetsning sker sedan med fogföljning och svetskvaliteten övervakas av ett



Välkommen till Pemectra Lasersystem i Trollhättan hälsar värden för Laserdagen Åke Lindberg, marknadschef vid företaget.

kamerabaserat vision system, Souvis, som analyserar svetsfogen och larmar om porer och svetsgeometrierna ligger utanför tillåtna gränser. Även undersidan kollas. Med 40 000 stycken 1.8 m långa svetsar per vecka förstår vi snabbt att en automatiserad kvalitetskontroll är oundgänglig. Dock finns inget system för spårbarhet utan man får OK eller Ej OK för varje svets.

– En operatör sköter anläggningen, berättar Fredrik, och för att klara säkerheten när han är ensam på företaget har han ett fall larm kopplat till Securitas. För att han ska kunna ta raster utan att stanna anläggningen larmar den om det produceras mer än tre ”vargar” i rad.



Fredrik Thyr visar robotinmatningen av ämnena i tailored blanks anläggningen.



Kvalitetskontrollen är helautomatiserad och mycket sofistikerad i Soudronic anläggningen.



Ett färdigt skräddarsytt ämne är klart för leverans till Volvo Personvagnar.

Antalet är ställbart. Vi har inga reklamationer ännu vilket är ett konkret bevis på att kvalitetsövervakning fungerar.

Ställtiden är 4.5–45 minuter för dagens produktionsflora och man gör 6–7 timmars underhåll under en produktionsvecka då anläggningen går 168 timmar.

Sista operationer i anläggningen är märkning med år, vecka och löpnummer samt ”dimpling” (präglning av små vårtor) innan de färdigsvetsade ämnena staplas.

Men Pemectra tillverkar inte bara skräddarsydda

plåtämnen. Den andra stora verksamheten är 2D- och 3D laserskärning, berättar Gert Guldbrand.

– Vi startade redan 1990 med 3D-skärning med en ”fattigmans 3D”, nämligen en 500 W Nd:YAG och robot. Men 1996 så kunde vi investera i ”riktig” 3D-laser, en Prima Rapido, och den följdes 1998 av ett andra Prima Rapido system med 2 kW CO₂-laser. Nu planerar vi för en ny maskin på 5 kW. Vi har också köpt en ny 230 tons kantpress från Trumpf som dock inte är installerad ännu.

En nyckelprocess i 3D-laserskärningen är naturligtvis programmeringen som sker med ett off-line

system, Catia Fasttrim, som med sin fixturmodul även kan generera skärprogram för fixturer. Prototypdetaljerna som skärs till bilindustrin är produktionslika med tolerans på ± 0.5 mm. För kontroll av bearbetade detaljer används en CE Johansson mätmaskin.

För planskärning används en Trumpf L3040 på 3.2 kW.

LaserNytt tackar för ett intressant besök och önskar Åke Lindberg och hans medarbetare lycka till i kampen som underleverantör till bilindustrin.



Gert Guldbrand visar en Prima Rapido för 3D-skärning, en av trotjänarna vid företaget.



Programmering av 3D-detaljer sker i ett Catia off-line programmeringssystem.

Succé för Lasergruppens studieresa till Tyskland

Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Lasergruppens studieresa till södra Tyskland i juni blev en stor succé. Det tre intensiva dagarna fyllda av intressanta besök för de 21 deltagarna och resan gav också värdefulla kontakter och nya affärsmöjligheter.

– Den mest givande studieresa jag har varit på sa Bengt Johansson, LaserCentrum i Gnosjö.

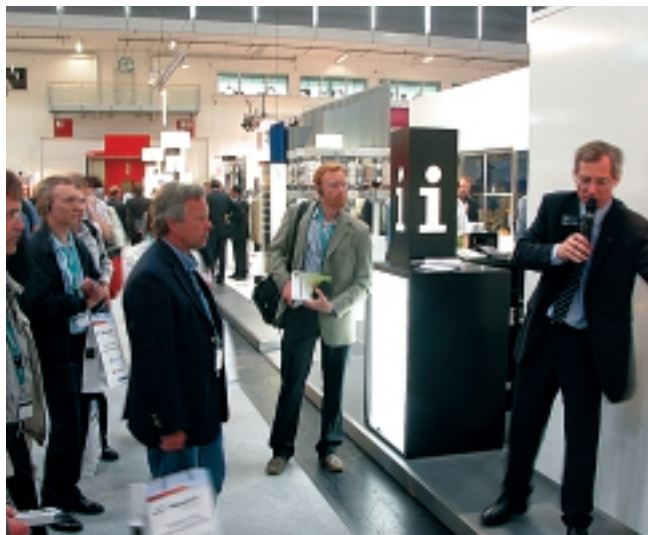
Resan startade med ett besök på mässan "Laser 2005" i München där Hubert Wilbs, vd på Trumpf Maskin AB i Sverige visade oss runt i deras monter. Som vanligt hade Trumpf mycket att visa och Huberts entusiasm för lasertekniken är alltid lika trevlig att få uppleva.

Trumpf visade ett axplock av sitt produktprogram för laser. Där fanns bl.a. märklaser som säljs under beteckningen VectorMark. Trumpf har olika laserar som arbetar med våglängderna 1064 nm och 562 nm berättar Hubert. Lasermärkning är på stark frammarsch och i Sverige har Trumpf en säljare som arbetar heltid med enbart lasermärkning. Märksystemen finns i prisklasser från ca 20–120 000 Euro inklusive scanneroptik. Märklasern som visades hade en 120 W Nd:YAG-laser med integrerat visionsystem. Det ger en fokalpunkt på 0,5 mm och märkdjupet är typiskt 0,3 mm. Den har också pulsformning som gör det möjligt att skräddarsy effektfördelningen över tiden i varje puls.

Trumpf har arbetat länge med att utveckla den diodpumpade disklasern och nu visade man en version på 4 kW. Den höga strålkvaliteten gör den speciellt lämplig för s.k "remote welding" eller som vi brukar säga i Sverige fjärrlasersvetsning. Ett såande problem för både disklasern och den diodpumpade Nd:YAG-laser har varit livslängden på de dyra laserdioderna. Enligt Hubert Wilbs så håller laserdioderna normalt ca 20 000 timmar. Konceptet är nu så välutvecklat att man enkelt byter diodpaketen ute i "fält". En 4 kW laser har 4 pumpmoduler med vardera 4 diodpaket.

– Men, säger Hubert Wilbs lite diplomatiskt, både lamp- och diodpumpade lasrar har en framtid.

Trumpf visade också sin variant av diffussionskyld CO₂-laser, TCF1. Lasertypen presenterades första gången för två år sedan och nu visad men en 2 kW version. Kon-



Hubert Wilbs, vd Trumpf Maskin AB visar Trumpfs monter på Laser 2005 i München.

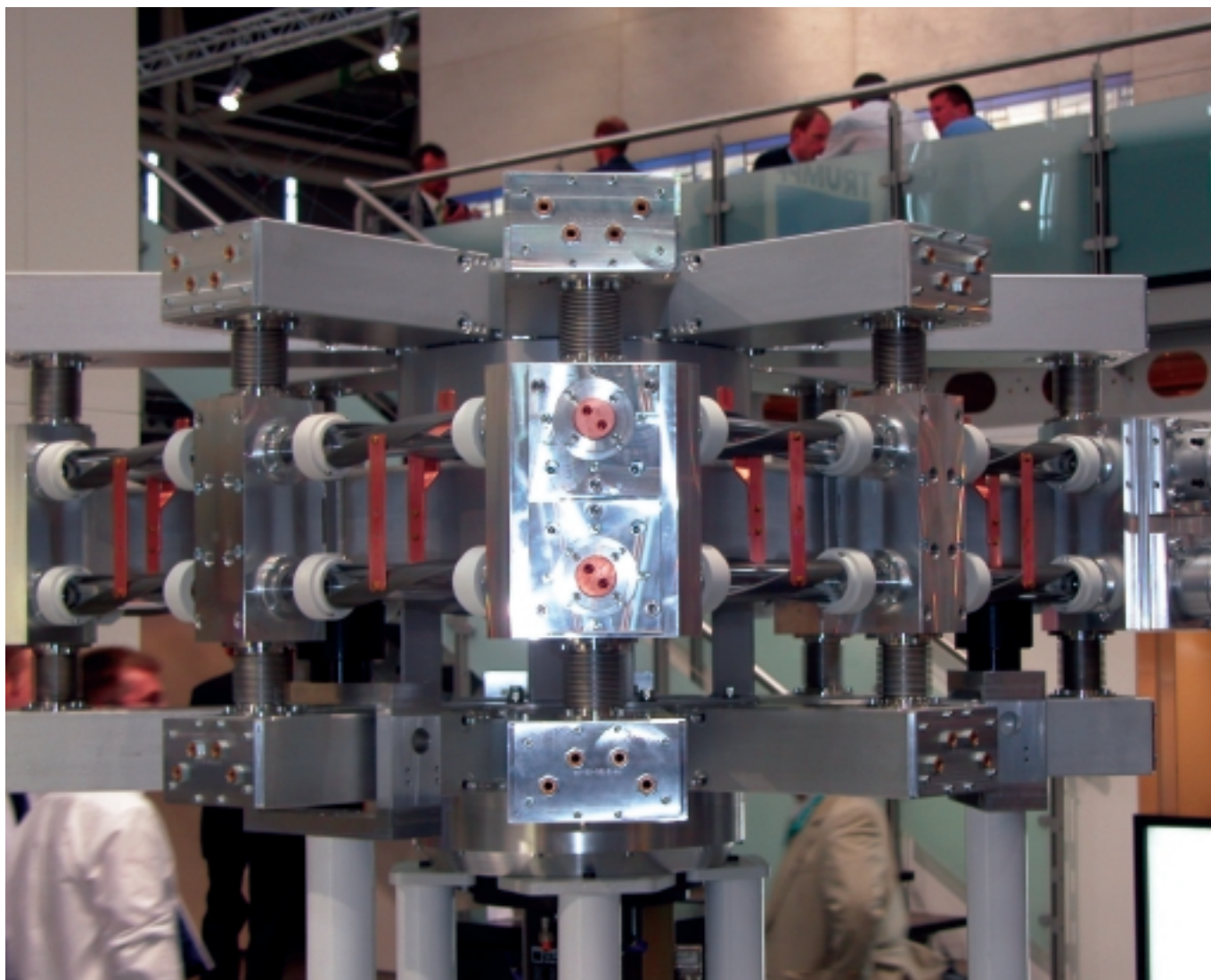
struktionen är speciell med dubbelrör för resonatorn och teleskop. En är speciellt lämplig för skärning av tunnplåt.

Trumps CO₂-laser program går med en serie från 0,7 till 7 kW med upp till 6 kW för skärning. En annan serie går från 7–20 kW. Dessutom har man flera varianter anpassade för skärning och svetsning. En variant är också speciellt framtagning för skärning av polymerer.

Vi hann också med en snabb rundvandring på mässan, som dock inte är koncentrerad på stora tunga lasermaskiner utan här visas istället mycket av mindre lasrar,



Byte av laserdiodpaketen går snabbt och enkelt, visar Hubert Wilbs.



Resonatorn till en 20 kW CO₂-laser från Trumpf är uppbyggd i två våningar.

mätssystem, elektrooptik, laseroptik mm. Men några intressanta industrilaser visades dock. Rofin Sinar presenterade en 8 kW slablaser DC08W med en strålkvalitet $K > 0.9$



Slablaseren ökar i effekt. Detta är en 8 kW modell från Rofin Sinar.

Även fiberlasern utvecklas och här går det rasande snabbt. IPG Photonics visade en 20 kW modell och de säger enligt uppgift att man har 40 kW på gång!! Man pratar också om 200 kW som en möjlig effekt!!!



20 kW fiberlaser från IPG Photonics.

Från mässan gick färden vidare till Linde AG för att titta på deras utvecklingsenhet. Linde är ett världsspännande gasföretag och det har väl inte undgått någon att de köpte AGA för några år sedan. Vård för besöket på Linde var den alltid lika trevlige Mark Faerber som arbetar uppe i Hamburg.

Ett gasföretag som Linde arbetar naturligtvis inte bara med laser utan där finns mycket annat att se. En verksamhet är flamvärmning för att för- och efter värma detaljer innan svetsning eller för att rikta stora detaljer efter svetsning. För dessa ändamål utvecklar Linde speciella brännare som optimeras för respektive uppgift. Linde arbetar med acetylen och tryckluft.

Men man har också en laseranläggning i form av en Prima Domino 3D-maskin med Convergent CO₂-laser på 4 kW. Systemet var under installation och skall användas för att utbilda sin personal och för att utveckla laserskärtekniken vidare. Man planerar nu också att undersöka hur kvävgasgeneratorer fungerar i praktiken ute i fält hos kunderna för att få svar på fråga om och när dessa är mera ekonomiska och tillförlitliga jämfört med traditionell gasleverans.

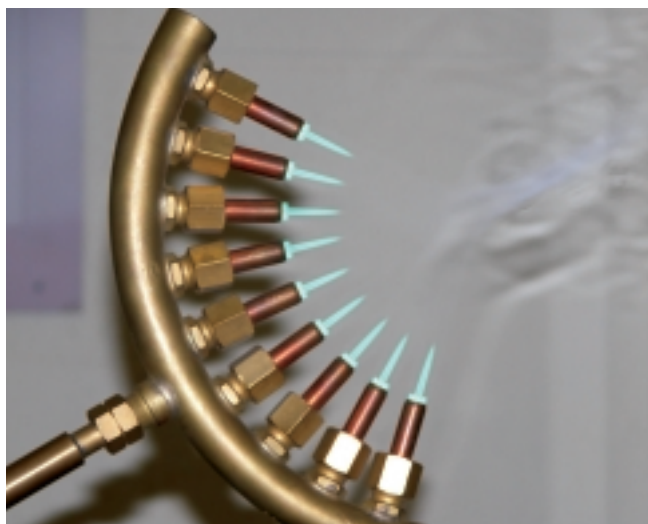
En intressant teknik för ytbeläggning av höghastighetsflamsprutning som ger partikelhastigheter på 550-600 m/s vilket ger en metallurgisk bindning av det påsprutade skiktet till grundmaterialet. Linde har utvecklat tekniken för många material och visade beläggning av slagytan på en golfklubba (TaylorMade?) som man hade fått patent på.

Svetsning är naturligtvis ett stort och viktigt område för Linde och på utvecklingscentrat finns utrustning för de flesta svetstekniker. Dubbeltråd och tandemsvetsning är t.ex. "nya" svetstekniker som man arbetar med. En intressant utrustning är densk. Ljusbågsprojektorn som man använder i svetsutbildningen. Den projicerar en bild av ljusbågen samtidigt som man kan se inställda ström och spänningsvärden på en annan skärm. Mycket illustrativt och lärorikt.

Och utbildning behövs. På Linde säger man att bristen på bra svetsare hämmar utvecklingen av nya svetstekniker som t.ex. tandemsvetsning.



Studiebesök hos Linde vid deras utvecklingsenhet.



Linde utvecklar kundanpassade flamvärmningssystem. Här ett för värmning av en cirkulär detalj.



Höghastighetsflamsprutning av golfklubbor är ett Linde patent.



Ljusbågsprojektorn är en Linde "uppfinnning" som används i svetsutbildningen. Man kan samtidigt se ljusbågen och inställd värden på ström och spänning.

Besöket på Linde avslutades med en stor och gemytlig tysk middag på värdshuset Alter Wirt.

BMW 3-serietillverkning i München

BMW började redan 1916 med att konstruera flygplansmotorer och deras logga, som symboliserar en flygplanspropeller, härrör sig från den tiden. Münchenfabriken byggdes 1922 och från 1923 så byggdes motorcyklar där. 1928 startade också biltillverkning. På den tiden låg fabriken ute på landet men idag så ligger den i stadsbebyggelse. Idag har fabriken ca 11000 anställda från 50 länder.

BMW tillverkar bilar i sju fabriker och i München sker tillverkning av 3-serien samt 6-, 8-, 10 och 12 cylindriga motorer till samtliga modeller. Tillverkningstakten är uppskruvad till ca 850 bilar per dag eftersom försäljningen går bra. I München tillverkas också ca 1200 motorer per dag.

Vår rundvandring följde den klassiska "Production Mile" där vi fick se pressverkstaden, karosseriverkstaden, måleriet och monteringen. Det som är frapperande med denna fabrik är dess kompakthet. Man har idag inga möjligheter att expandera tomtytan utan man packar istället funktionerna allt tätare och fabriken har flera våningar vilka utnyttjas maximalt.

Tillverkningen följer det klassiska upplägget för biltillverkning så vår rundvandring får illustreras med ett litet bildkollage hämtat från BMW. Titta gärna in på BMWs hemsida : www.bmw-plant-munich.com/ så kan Du få alla detaljer om fabriken och tillverkningen.

Som slutkläm på vår rundvandring fick Lasergruppens Annika Wannerberg provåka en nymonterad bil i rull-

testen. Den kördes efter ett särskilt program med accelerationer, kurvtagning, högfartstest och inbromsningar. Annika såg faktiskt lite blek ut när hastighetsmätaren pekade på 150 km/tim men färden slutade lyckligt.

Detta var ett mycket intressant besök hos en av världens främsta biltillverkare som jag är glad över att ha fått uppleva. Det är inte utan att jag blev imponerad av BMW som efter detta besök seglar upp som ett aktuellt bilmärke vid nästa bilbyte.

KUKA – en jätte inom produktionssystem

Efter besöket hos BMW så gick färden vidare till KUKA Schweissanlagen GmbH och deras Technical Center i Augsburg.

KUKA Schweissanlagen ingår i IWKA AG Group och har verksamheter inom fordonsindustrin, robotteknologi och konsumentprodukter. Försäljningen inom gruppen 2004 var 2352 MEuro och företaget har 13000 anställda.

KUKA Schweissanlagen arbetar med automatisering av produktionsprocesser, där fordonsindustrin är den viktigaste marknaden. KUKA tillhandahåller allt från enskilda robotar till hela produktionslinjer. Försäljningen 2004 var 705 MEuro och företaget har 3300 anställda varav 1300 arbetar i Augsburg. För att nämna några exempel har KUKA installerat produktionssystem för VW Touareg/Porsche Cayenne, Volvo XC90, VW Touran, VW T5, Mercedes B-klass och BMW 1-serien. Laserinstallationer finns hos VW, BMW, Ford, GM och Daimler Chrysler.

KUKA Tech Center visades med stor entusiasm av Dr Peter Rippl. Här arbetar man med forskning och utveckling och man utvecklar också applikationer åt sina kunder. Det ideala förhållandet enligt Dr. Rippl är 30% R&D, 30% applikationsutveckling och 30% kundorder.

Tech Center är en ljus och trevlig upplevelse där man arbetar med vitt skilda projekt men allt syftar i slutändan till produktivetsförbättringar hos kunden. Det kan gälla hantering av detaljer i svetsprocessen, processtyrning av kraft och tryck under svetsning, mätning och kalibrering av robotar, vidareutveckling av konventionella processer som falsning etc.

På lasersidan arbetar man både med CO₂-,Nd:YAG- och fiberlaser för svetsning och lödning. Man har t.ex. utvecklat ett eget hybridsvetshuvud där svetspistolen kan rotera 200 grader runt laserstrålen och därmed är svetsprocessen inte längre riktning beroende.

En annan "innovation" är KUKAs version av fjärrsvetsning (Remote Welding) RoboScan, som är en variant av Mercedes patenterade RobScan-process. I KUKAs process sker svetsning utan scanning-optik utan roboten

sköter hela rörelsen. Svetsavståndet är 1.5 m och man räknar med ca 90% "on-time". För denna process har man vidareutvecklat robotar med extra hög bannogranhet, ± 0.1 mm.

Enligt Dr. Rippl så förutses Remote Welding ta 8 % av den aktuella svetsmarknaden.

Det var imponerande att se både bredden och djupet i utvecklingsarbetet vid KUKA Tech Center. Det speglar naturligtvis företagets syn på vikten att hänga med och även leda teknikutvecklingen inom utvalda områden. Definitivt tar man lasersvetsning och laserlödning på största allvar och ser en allt



KUKA hybridsvetshuvud har en egen programmerbar axel som gör det möjligt att rotera svetspistolen runt laserstrålen



En trevlig middag på Krone Keller i Gerlingen gav tillfälle till att diskutera dagens upplevelser hos BMW och KUKA.





Dipl. Ing Christop Deininger var värd för besöket på IFSW i Stuttgart. Här visar han en svetscell där man arbetar med laserhybridsvetsning.

ökande marknad, speciellt för de nya metoderna "remote welding" och "hybridsvetsning".

En bra studieresa är inte bara arbete utan då finns det också tid för umgänge och avkoppling. Vi hade tid för två trevliga middagar på genuina tyska värdshus. Så efter Augsburg och resan till Ditzingen så blev det tid för en god middag på Krone Keller i Gerlingen.

IFSW-laser och processutveckling i världsklass

Den sista dagen på resan började med ett besök IFSW, Institut für Strahlwerkzeuge i Stuttgart, som startade sin verksamhet 1986. IFSW är ett av de ledande instituten i Tyskland och är knuten till Universitätt Stuttgart. Institutet leds av tre professorer: Thomas Graf, Friedrich Dausinger och Adolf Giesen och har 11 fast anställd personal.

Professor Giesen ansvarar för laser- och optikutveck-

ling och är kanske mest känd som "fadern" till skivlasern. Professor Dausinger arbetar med processutveckling inom både mikro- och makrobearbetning.

Inom mikroområdet arbetar man mycket med borrar och strukturer av ytor. Arbetet handlar om modellering, processutveckling och även diagnostik. Typiska exempel på applikationer är borrar av spridare till dieselmotorer och strukturer av cylinderfoder i bilar för att minska oljeförbrukning.

Inom området makrobearbetning arbetar man mest med svetsning och man spänner över hela området från process, processövervakning till applikationsutveckling. Några exempel på arbeten är

utveckling av aluminiumsvetsning för Audi A2-modellen, processformning med "twin-spot" optik samt applicering av ett elektriskt magnetfält för att minska porbildning.

Nytt diagnostiskt centrum

Ledarna för IFSW har bildat ett icke vinstgivande forskningsbolag Forschungsgesellschaft für Strahlwerkzeuge mbH, FGSW, och där planeras ett diagnostiskt centrum för laserprocesser. Det ska erbjuda de mest moderna teknikerna för att övervaka och diagnostisera olika laserprocesser. Centrat finansieras med 1.5 MEuro från delstaten Baden-Württemberg inom sitt framtidsprogram "Zukunftsoffensive III".

Utan tvekan håller IFSW världsklass i sin verksamhet, vilket bl.a. utvecklingen av skivlasern exemplifierar.

Trumpf håller stilen

Studieresan avslutades med ett besök hos Trumpf i Ditzingen. Det är inte utan att man blir imponerad när man stiger in i deras lokaler som uttrycker modern tysk design där också laserbe-



Exempel på mikroberarbetning vid IFSW, Stuttgart.

arbetning ingår som ett uttrycksmedel. Trumpf är privatägt av Prof Berthold Leibinger och det arkitektkontoret där hans dotter arbetar som har ritat den nya byggnaden vid huvudkontoret.

Vår värd Dr Zefferer berättade att Trumpf-gruppen omsatte 1221 MEuro under 2003/2004 med 5790 anställda. Machine Tool är störst med 992 MEuro och därefter följer Laser Technology med 365 MEuro i omsättning. Speciellt glad var Hubert Wilbs över att försäljningen i Sverige ökade med 12% 2003/2004 medan den totalt sett för Europa minskade med 4%. I Trumpf-gruppen finns också Electronics & Medical Tools samt Power Tools.

Området Laser Technologies omfattar tre bolag: Trumpf Laser & Systemtechnik som tillverkar CO₂-lasrar och CO₂-lasermaskiner; Trumpf Laser som finns i Schramberg och där sker utveckling och tillverkning av Nd:YAG-lasrar, och Trumpf Marking Systems, som tillverkar märksystem.

Vi startade vår rundvandring i utställningshallen och där såg vi först en Trumatic 3000 kantpress med en 2 kW TCF CO₂-laser. Maskinen är ny för i år och kan



Utsmyckningen i receptionen vid huvudkontoret hos Trumpf består av laserskurna fyrkant-profiler. En effektfull symbol och hyllning till lasertekniken!



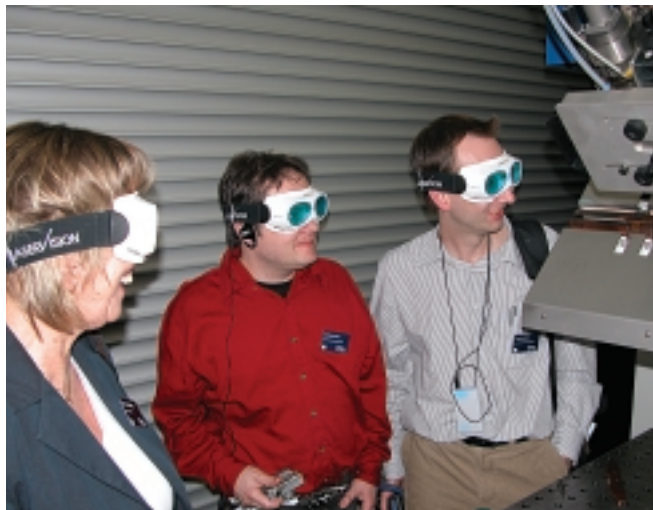
Trumatic 3003 är en ny kombinationsmaskin som har roterande verktyg och kan utföra formningsoperationer.



Estetisk svetsning med Nd:YAG och robot ger produkter med hög finish.



Fr. v. Johan Andersson, KIMAB, Bo Nilsson, Alfa Laval Lund och Richard Wegner, Alfa Laval Lund tittar närmare på en detalj som tillverkats i en Trumatic 3000.



Linjärsvetsning är en annan laserapplikation som Trumpf har utvecklat. Annika Wannerberg, Lasergruppen, Bengt Johansson och Stefan Frylebäck, LaserCentrum i Gnosjö studerar tekniken på nära håll.

utrustas med 19 verktygsstationer med totalt 190 verktyg. Roterande verktyg och formningskapacitet på 165 kN utmärker maskinen.

Trumpf satsar mycket på att utveckla applikationsom-

rådet för lasersvetsning och ett led i den riktningen är tekniken för "estetisk svetsning", dvs. svetsning med sådan finish att den klarar höga estetiska krav (slät och blank). Man visade ett standardsystem med HLD 4506, KUKA robot och vridbord. Ett sådant system finns nu i Sverige.

"King of the Show" är nog Trumpfs största bäddlaser Trumatic 4050 med en 6 kW CO₂-laser. Den svetsar 25 m svart material med f7.5" och 25 mm rostfritt med f10. Med f3.75" kör man FlyCut i 25 m/min i tunnplåt. Optiken sitter färdigmonterad i kasseter som man snabbt byter. Maskinen har också automatisk kalibrering av höjdhållningssystemet och övervakningssystem.

Rundvandringen går vidare till monteringen av stansmaskinerna där man nu har infört line-tillverkning och därmed halverat genomloppstiden.

I laserfabriken sker montering av resonatorn i renrum vilket ska göra att det inte behövs något underhåll på optiken. Livslängden på en utgångsspegel anges till ca 4 år.

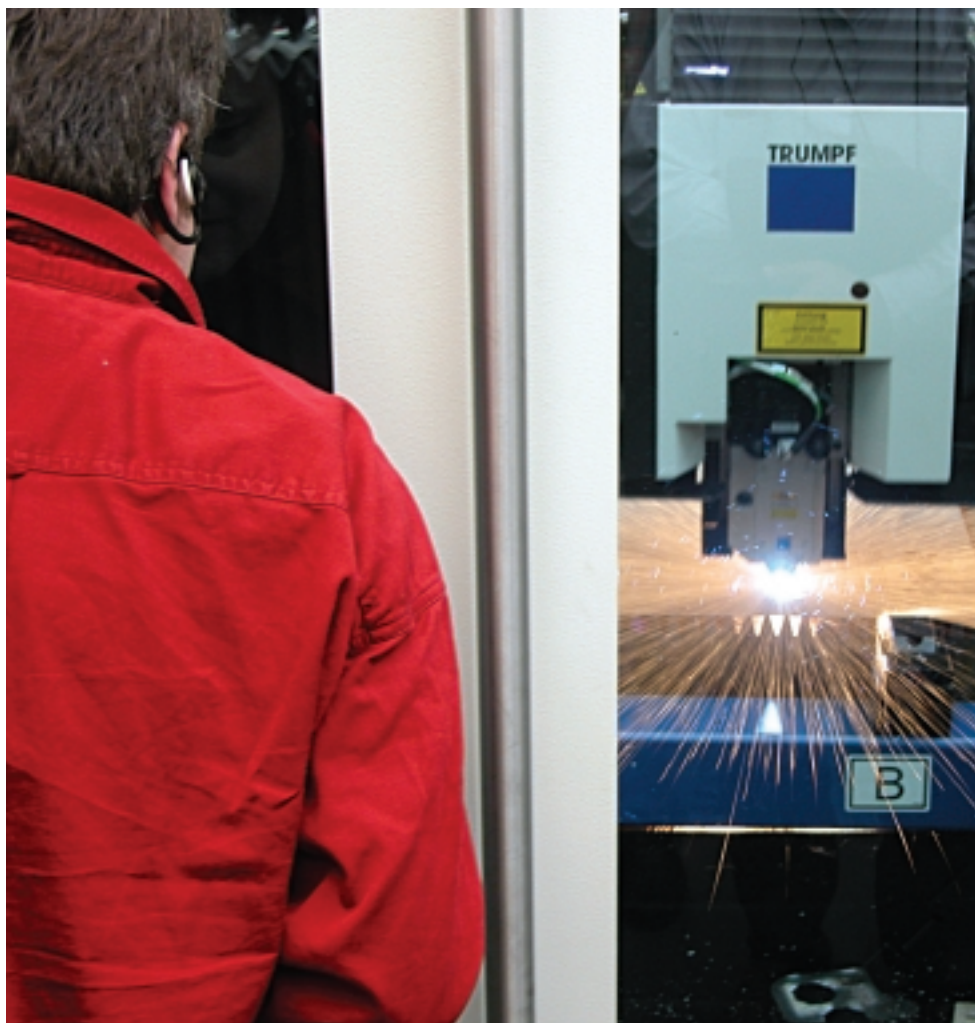
Besöket hos Trumpf avslutades med en titt på applikationslabbet där det finns lasrar från 3 till 15 kW.

Vad säger då några av deltagarna om varför de följde med på resan?

- Kennert Johansson, produktionschef vid BT Products: "Jag är nyfiken på lasertekniken och vill hålla mig uppdaterad"
- Richard Wegner, produktionsingenjör Alfa Laval Lund: "Jag följde med av intresse eftersom jag jobbar med laserteknik och söker nya impulser".

Lasergruppen vill speciellt tacka Mark Faerber, Linde AG och Hubert Wilbs, Trumpf Maskin AB, för all tid ni har lagt ner på att hjälpa till att arrangera resan, men också för den ekonomiska hjälpen med transporterna och de trevliga middagarna. Stort tack!

Trumatic 4050 "in action".



TRUMPF och ESAB:

Gemensamt seminarium

Med skarpa ögon granskar han den nyss lasersvetsade stycket i tunnplåt. Han tittar extra noga på innerfogen.

– Det ser bra ut, säger Mikael Johansson från Metso paper i Grästorp. Många vill se och känna på resultatet av testkörningen nyss. Mikael lämnar över den svetsade plåtstycket till andra granskande ögon.

Tillsammans med 50 andra representanter från verkstadsindustrin från hela Norden är han på "Laser Welding Days" hos TRUMPF i Alingsås under två dagar i april 2005. Dagen efter fortsätter seminariet hos ESAB i Göteborg. Mikael trängs i det lilla rummet där Nd YAG-lasern står.



Tomas Bubel från TRUMPF laser GmbH föreläser över ämnet "Remote welding techniques with SW laser".



Seminariepass. Många lyssnar intensivt.

– Vi använder vår laser till 10 procent av vår produktion, säger Mikael.

Metso paper i Grästorp tillverkar siltrummor till pappersindustrin. Nu har han sett fler tillämpningar som han hoppas kunna använda hemma i Grästorp.

– Jag ser fram emot morgondagen på ESAB då de ska visa hur Hybrid-svetsning går till.

Stort gensvar

I vimlet står TRUMPFs vd i Sverige Hubert Wilbs.

– Vi är glada att så många har kommit trots att inbjudan gick ut så sent.

Hubert menar att det stora gensvaret visar på att det finns ett stort intresse att förändra och söka nya vägar. En ny väg kan vara att använda laserhybridsvetsning i sin produktion

– Vi ville göra något tillsammans med ESAB för att kunna visa hybriden, säger Hubert.

Hybridtekniken är gammal teknik som kombinerar lasersvetsning med konventionell MIG/MAG-svetsning. Den stora fördelen är sin förmåga att fylla igen stora fogspalter. Jämfört med MIG/MAG-svetsning ger den också ökad produktivitet och lägre sträckenergi som minskar deformationen. Laserhybrid-tekniken används redan mycket i både varvs och bilindustrin och passar bäst på plåtar mellan 4 och 8 mm.

– Hybridtekniken är ett sätt att kombinera det bästa från två världar, säger Hubert i sorlet från alla de nordiska språken som blandas med engelskan som är gemensamt seminariespråk.

Mer vanlig i Sverige

Henri Granberg från Finland sätter på sig skyddsglasögon och för att se TRUMA WELD-lasern arbeta. Han ser lasern arbeta. Snabbt och metodiskt. Han har kommit till TRUMPF mest för att kolla läget i Sverige.



Grundlig husesyn hos TRUMPF i Alingsås.



Kari Erik Lahti, informerar vid rundvandringen.

– Jag tror laser är mer vanligt i Sverige, säger han efter testkörningen och tar av sig skyddsglasögonen.

På High Metal Production, som ligger två mil från Helsingfors har de använt laser i fem år och funderar på att köpa en till. Han ser ingen direkt konkurrens från öst.

– De polska fabrikerna kan endast göra de enkla arbetena, säger han.

Han menar att konkurrens kommer från andra företag i Finland.

– För att bättre betjäna våra kunder måste vi satsa på framtiden och veta vad som är på gång utanför Finland, säger han med glasögonen i handen.

Han tittar noga på det lasersvetsade ämnet och konstaterar ”det ser bra ut”.

Har du fått fler argument nu för att övertyga chefen om att köpa en ny laser nu?

– Det behövs inte, han tycker redan att lasern är bra, säger han.

Han tycker sin se en svag uppgång i konjunkturen i Finland och vill möta den ökade efterfrågan med en ny laser.

– De är både snabba, effektiva och minskar efterarbetet, säger han.

Vid ett av fika borden står Max Andersson från Tre-stads Svets i Trollhättan. Kycklingspettet i thaisås smakar bra.

– Det här pastasalladen var också god, säger han på sin breda skånska.

De har sex TRUMPF-maskiner hemma i Trollhättan. De tillverkar stationära gasturbiner till bland annat oljeindustrin. Kunderna ställer höga krav så därför ser han



Mikael Johansson
(randig tröja i mitten)
från Metso paper
synar fogarna efter
visningskörningen i
Nd YAG-lasern.

fram emot morgondagen då laserhybridsvetsning ska visas på ESAB.

Full av idéer

Några dagar senare är han alldeles full av idéer hur man kan använda hybriden i sin tillverkning.

– Jag tror vi kan halvera tiden för vissa fogar om vi använder oss av hybridtekniken, säger han i telefon.

Idén fick han i hos ESAB i Göteborg. Nu görs fogarna i två steg. Först med lasern sedan med en TIG-svets.

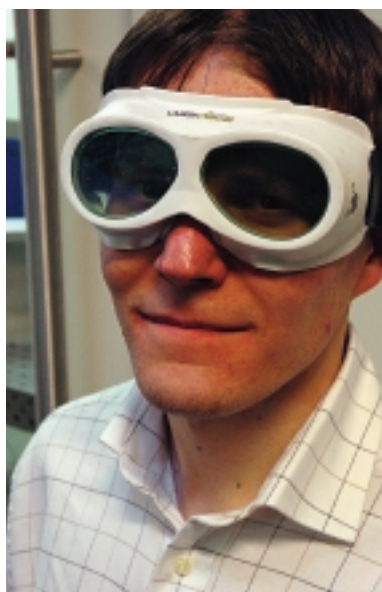
– Med en nya hybridtekniken kan vi utnyttja laserns penetration och MIG-svetsens täckande egenskaper och få en bättre yta, säger han.

Nu hoppas han komma igång med provkörning så snart som möjligt, och skicka några prov till kunden.

– De ställer stora krav på kvaliteten så jag tror på den här idén om att gå över till laserhybridsvetsen, säger han.



Kari Erik Lahti från TRUMPF
föreläser om "Why invest in laser
technology".



Henri Granberg,
från High Matal
Productin i Finland,
har satt på sig
skyddsglasögonen.



Max Andersson (i mitten) från Trestads svets.

Unik lasercell vid tillverkning av Volvos nya C70-modell

Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Vid Lasergruppens traditionsenliga vårseminarium i serien "Laser- möjligheternas teknik", som denna gång hölls i Alingsås avslöjade Johnny K. Larsson, Volvo Personvagnar AB, en "världsnyhet": vid tillverkningen av den nya Volvo C70-modellen kommer en avancerad och unik lasercell att användas: I cellen skärs, svetsas och löds komponenter. Mer kunde dock inte Johnny avslöja utan vi får vänta till hösten innan dimmorna skingras.

Laserseminariet höll annars det vanliga upplägget: Hans Engström, Luleå tekniska universitet gav en överblick och allmän orientering om laserteknik innan Johnny K. Larsson tog vid och berättade om riktlinjer för tunnplåtskonstruktion. Tore Salmi, Permanova Lasersystem AB och Hubert Wilbs, Trumpf Maskin AB berättade sedan om industriella lasertillämpningar. Dagen avslutades senare med ett studiebesök hos Trumpf Maskin AB.

Johnny K. Larsson berättade att Volvo hade svetsat ca 8000 km lasersvets sedan tekniken började användas. Huvudsakligen är det taksvetsning som utförs. Men jäm-



Vid tillverkningen av Volvos nya modell C70 kommer en unik lasercell att sättas i produktion. Foto: Vi Bilägare

fört med Volkswagen ligger Volvo i lä: VW lasersvetsar nu ca 140 km per dag i en bilmodell, nämligen VW Golf. Totalt uppskattar Johnny att VW har 700-800 lasrar i drift world-wide. Den massiva satsningen på lasersvetsning är tillverkningsdrivet och speciellt sparar man en massa dyr golvyta. För svetsning av sidopaneler är besparingen -50% och för "underbody" -33%.

"Remote Welding" eller fjärrlasersvetsning är en teknik på stark frammarsch berättade Johnny. Tekniken används av t.ex. BMW för Compact-modellen av 3-serien och av Mercedes för S-Klasse. Mercedes svetsar 10 cirkulära svetsar på 9 sekunder och 52 "Staples" på 28 sekunder vilket ger en total svetstid på ca 40 sekunder. Detta ersätter 2 konventionella punktsvetsceller vars svetstid var 161 sekunder.

Tore Salmi konstaterade att Permascand Lasersystem AB nu har mer än 100 system levererade och berättade om företagets olika "Welding Tools" och olika industriella applikationer för bl.a. svetsning inom bilindustrin och lasermärkning.

Hubert Wilbs anser att automatisering blir allt viktigare i framtiden och speciellt viktigt är riggningstiden vid omställningar. Skärhastigheten är inte lika viktig. Som exempel nämnde Hubert att riggningstiden för företag i Tyskland kan vara 3 min vid laserbearbetning och 5 minuter vid kantbockning. Laserkärning och formning med upp till 25 mm höjd kan ske i samma kombinationsmaskin och här ser Trumpf en positiv trend i tunnplåt upp till 6 mm tjocklek. Hos Trumpf finns det nog inga stansmaskiner utan bara kombinationsmaskiner inom 10 år tror Hubert



Laserseminariet på studiebesök hos Trumpf maskin AB i Alingsås.

Wilbs. En annan trend är att 2D-skärning ersätts allt mer med 3D-skärning och svetsning.

Trumpf går bra i Sverige enligt Hubert med en omsättningsökning på 12% under 2003/2004 vilket ger en total omsättning på ca 156 miljoner kronor. 28 anställda sköter verksamheten.

Under rundvandringen på Trumf i Alingsås visades en bäddlaser L3050, en kombimaskin 300L, en svetsstation med KUKA robot med Nd:YAG-laser och lägesställare, en kantbockningsmaskin V1300 och en linjärsvetsstation.



Bäddlasern L3050 från Trumpf med 6 kW CO₂-laser är en "baddare" på planskärning i både tunt och tjockt. Bilden illustrerar skärning med 25 m/min i 1 mm svart plåt med FlyCut-teknik. Flexibiliteten är mycket stor för denna maskin. Under demonstrationen skars 4 mm hål i 15 mm svart plåt; 25 mm svart plåt efter byte av dysa; 2 mm aluminium i 23,5 m/min efter byte av skärhuvud och slutligen demonstrerades FlyCut tekniken.

Lasertekniken knackar på dörren hos Volvo

Av Mikael Mimer, Volvo Materialteknik

I de fabriker runt om i världen där Volvo tillverkar och monterar sina lastbilar av de tre varumärkena Volvo, Renault och Mack förekommer ingen sammansättning med hjälp av laser. Därmed är det inte sagt att lasersvetsning är ointressant som sammansättningsmetod för tunga kommersiella fordon.

En starkt bidragande anledning till att lastbilsindustrin inte har anammat lasersvetsning i samma utsträckning som våra kollegor inom personbilsindustrin är att nya lastvagnsmodeller inte kommer ut på marknaden i samma takt som personbilar. Historiskt sett så har Volvo fasat ut en modell till förmån för nästa generation med ett intervall på 10–15 år. För drygt 10 år sedan, då den senaste nyutvecklade tunga lastbilen från Volvo introducerades, låg lasersvetsningen i startgroparna inom fordonsindustrin. Inom Volvo valdes då lasersvetsning bort till förmån för punktsvetsning som ansågs vara en mer mogen och kostnadseffektiv metod.

Efter uppköpet av den amerikanska tillverkaren Mack samt lastbilsverksamheten hos Renault pågår nu ett intensivt arbete att hitta synergier. Det gäller att hitta rätt arbetssätt inom organisationen för att dra nytta av

fördelarna med att vara en av de dominerande spelarna på världsmarknaden för tunga fordon. Det plattformstänkande som känns igen från personbilsindustrin gäller även här. Vissa komponenter ska vara gemensamma för flera varumärken, vilket ger volymfördelar. När det gäller sammansättning med laser är just volymen viktig, eftersom lasersvetsning medför stora investeringar jämfört med den traditionella sammansättningsmetoden, nämligen punktsvetsning. För kommande generationer av lastbilar kommer alltså punktsvetsningen få konkurrens av lasersvetsning.

Utvecklingen inom lasersammansättning följs noga inom Volvo. Genom flera laserprocesser och applikationer är det möjligt att tekniken kan komma att nyttjas i produktion av kommande produkter. De fördelar som gör lasern intressant och konkurrenskraftig är naturligtvis dess höga produktivitet och flexibilitet. Egenskapsmässigt är den statiska och dynamiska vridstyvheten man kan uppnå genom en kontinuerlig fog mycket tilltalande. De laserprocesser som kan bli aktuella som fogmetoder är inte bara traditionell lasersvetsning, utan även laser-hybridsvetsning med MIG/MAG samt laserlödning.

Om och i vilken omfattning lasertekniken kommer att utnyttjas i nästa generations lastvagnar från Volvo kommer att visa sig då de helt nyutvecklade lastbilarna rullar ut ur fabrikena runt om i världen.

Stor europeisk laserkonferens i München

Av Alexander Kaplan, Luleå tekniska universitet

Konferensen Lasers in Manufacturing, LIM 2005 hölls åter igen i München den 13-16 Juni 2005, samtidigt och integrerat med både den stora lasermässan LASER 2005 och med konferensen CLEO Europe/EQEC. LIM 2005 handlade mycket om nya högeffektlasrar, nya svetsmetoder, innovativa processer och om bearbetning i submikro-dvs. nanoområdet.

	CO ₂	Lamp-pumped Nd:YAG	Diode-pumped Nd:YAG	Yb-fibre (multi-mode)	Thin disc Yb-YAG
Lasing medium	Gas mixture	Crystal-line rod	Crystal-line rod	Doped fibre	Crystal-line disk
Wavelength, nm	10,600	1060	1060	1070	1030
Beam transmission	Mirror, lens	Fibre, lens	Fibre, lens	Fibre, lens	Fibre, lens
Typical delivery fibre Ø, mm	-	0.6	0.4	0.1-0.2	0.15-0.2
Output powers ^a , kW	Up to 15kW	Up to 4kW	Up to 6kW	Up to 20kW	Up to 4kW
Typical beam quality ^b , mm.mrad	3.7	25	12	20	7
	3.7	12	<12	1.8	4
Maintenance interval, hrs	2	0.8-1	2-5	100 ^c	2-5
Power efficiency, %	5-8	3-5	10-20	20-30	10-20
Approximate cost per kW, k\$	60	130-150	150-180	130-150	130-150
Footprint of laser source	large	medium	medium	small	medium
Laser mobility	low	low	low	high	low

Notes:

a) Commercially available.

b) The top figures are for the max. available output powers, the bottom figures for the same type of laser but configured for optimum operation at 1kW.

c) Manufacturer's claim.

Tabell 1: Jämförelse av nya och traditionella lasrar.

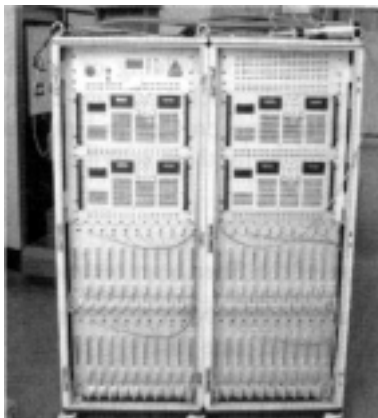
Nya laserstrålkällor, speciellt fiberlasern, står nu starkt i centrum. Paul Hilton från TWI i Cambridge kallar upplevelsen av de nya laserkällorna "Battle of the Sources". Riktigt så farliga är de nu kanske inte – men deras utveckling är i alla fall spännande. TWI har gjort en jämförelse mellan de traditionella lasrarna och de nya DPSS- (diodpumpad Nd:YAG), fiber- (Yb:fiber) och skiv- (Yb:YAG) lasrarna [Tabell 1]. Tyvärr var inte diodlasern med.

Vid sidan om möjlig fokusering (strålkvalitet) och svetshastighet utgör investeringskostnaderna en avgörande skillnad. Dessutom varierar det betydligt mellan de kommersiella effektgränser som finns tillgängliga idag, samt för kostnaden för underhåll. Absorptionsförmågan och fibermöjligheten (en nackdel för CO₂) har ju också sin betydelse. Slutligen är CO₂-lasern fortfarande klart billigare i investering, men det finns ju många tillämpningar med speciella krav som den inte klarar av. Mellan de fiberanvändbara lasrarna är investeringsnivån ganska likartad, och sedan finns det även andra fördelar som gör att fiberlasern just nu ligger så långt framme, t.ex. högre effekt och bättre fokusering. Lasrarna jämfördes också genom olika svetsförsök.

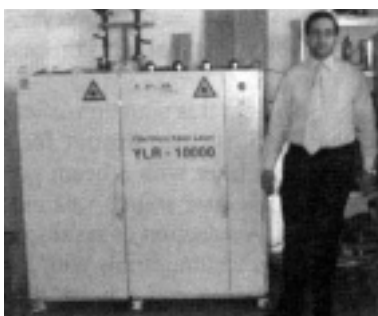
BIAS i Bremen har redan installerat några fiberlasrar [Tabell 2, Figur 1] från monomode 200 W till multimode 17 kW. BIAS har också genomfört en hel del experiment med olika material och parametrar.

	Year of measurement	Max. beam power @ workpiece [kW]	Fiber core diameter [μm]	Focal length [mm]	Spot diameter [μm]	BPP [mm*mrad]
YLR-17000	2005	16.7	200	250	420	11.7
YLR-10000	2004	10.5	200	200	360	11.6
YLR-7000	2003	6.9	300	200	510	18.5

Tabell 2: Basparametrar för tre fiberlasrar installerade hos BIAS i Bremen.



Tre högeffektfiber-lasrar installerade hos BIAS i Bremen.
Figur 1a. 7 kW laser-effekt.



Figur 1b. 10 kW laser effekt.



Figur 1c. 17 kW lasereffekt.

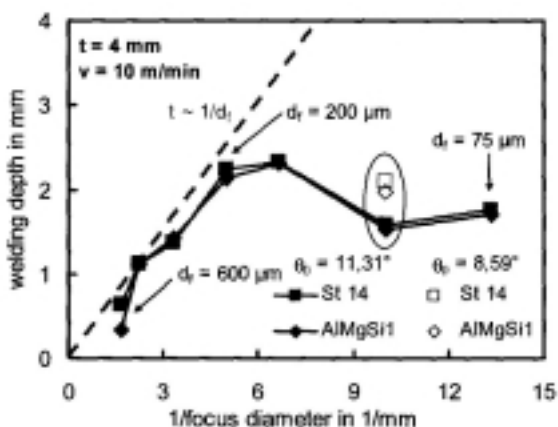
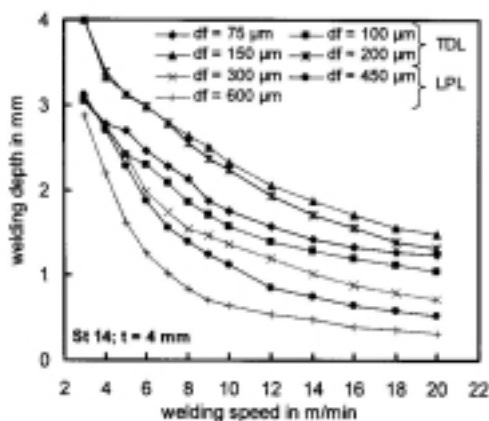
Det som är imponerande i utvecklingen är att den 17 kW laser som installerades ett år senare än 10 kW-modellen har samma strålkvalitet och fokuserbarhet som denna, och att den 7 kW laser som blev installerad ytterligare ett år tidigare till och med är sämre, allt beroende på den snabba vidareutveckling som nu sker.

Man får väl snart vänja sig vid den lilla, nästan elektronstrålliknande svets som de nya lasrarna kan generera. Men vi får se vilken fogningsspalt de måste klara av i industriell tillverkning.

Universitetet i Stuttgart visade svetsresultat för de skivlasrar som de satsar mest på. 3 kW effekt kan fokuseras med en skivlaser till t.ex. 75 μm fokusdiameter med 100 mm arbetsavstånd eller till 150 μm fokus och 200 mm distans. Detta innebär en strålpameterprodukt på 6 mm·mrad. Det visar sig att det blir djupare svetsning eller högre hastighet för mindre fokusdiameterar, mer förklaring om det kommer lite senare. Tittar man på ett vanligt diagram med svetsdjup som funktion av hastighet får man en förväntad trend [Figur 2a]. En ny okonventionell illustration gav däremot en intressant förklaring lite mer i detalj: Från ett diagram med svetsdjup som funktion av inverterad fokusdiameter [Figur 2b] upptäcker man att för stora fokuspunkter (vänster i diagrammet) är beteendet omvänt linjärt, men det finns en gräns där minskande av fokus inte längre ökar svetsdjupet.

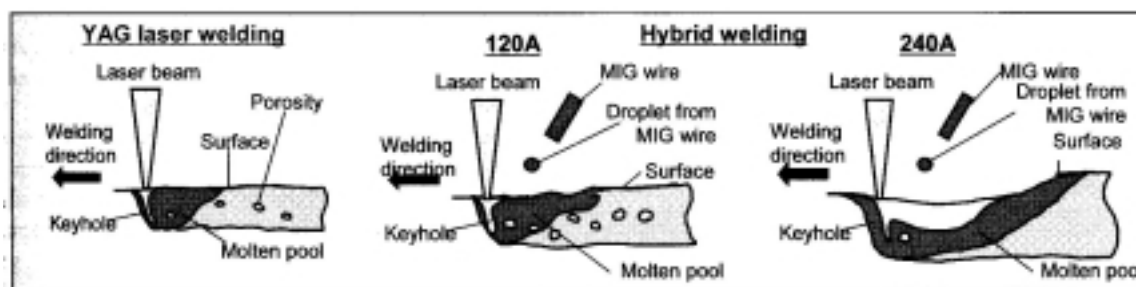
BIAS i Bremen satsar inte bara på fiberlasrar med ultrahög effekt utan även på single-mode fiberlasrar som ju redan finns på marknaden med mer än 1 kW och en strålkvalitet $M^2 < 1.1$. BIAS har använt en 200 W fiberlaser från IPG genom en 7 μm fiber som genom en optik med 50 mm fokallängd ger en fokusstorlek på 15 μm .

Detta innebär ett medelvärde för effekttäthet på 10^8 W/cm^2 , dvs. en 200 W laser som nästan säkerställer nyckelhålsbildning för vilket material och hastighet som helst. Jag föreställer mig att ett sådant litet nyckelhål kan



Figur 2a (längst till vänster). Svetsdjup som funktion av hastighet för olika fokusdiameterar för en skivlaser.

Figur 2b. Svetsdjup som funktion av inverterad fokusdiameter



Figur 3. Teori om minskad porbildning genom hög strömstyrka vid hybridsvetsning

bete sig något annorlunda än normalt, pga. att ytspänningen då skapar ett motsvarande högre tryck mot nyckelhålplasmata. Dessutom blir "aspect ratio" (kvoten bredd/längd) av nyckelhålet även högre, vilket ger ett väldigt långt tunt rör – spännande! (liknande är även känt t.ex. från Mitsubishi Heavy Industries för pulsad högeffektlasersvetsning, fast då var det inte de små nyckelhålen som ledde till en liten svets utan den begränsade värmespridningen). Man ska dessutom inte glömma bort en grundregel för all laserbearbetning: lyckas man med en liten process (t.ex. ett litet nyckelhål, en kort svetsbredd, en kort skärbredd) så blir processerna mer effektiva och en högre hastighet är möjlig. BIAS demonstrerade lasersvetsning av stål, Al, och Cu med hastigheter upp till 70 m/min för 150 μ m tunna material (även 250 m/min rent energetiskt, fast kvalitetsmässigt kunde man inte undvika humping). Man uppnådde även 20 m/min för 0.5 mm rostfritt stål – med 200 W genom en fiber! Svetsbredden blev väldigt liten för stål, och en Al- eller Cu-svets, som ju brukar vara bredare, såg nu ut som en vanlig stålsvets i tvärsnitt. Överlappsspalter upp till 50 μ m, dvs. 25% av materialtjockleken, kunde överbryggas.

På liknande sätt har Herr Kleine från Laser Group, Santa Clara, CA, i samarbete med The University of Liverpool nått svets hastigheter upp till 18 m/min med en fiberlasereffekt på 100 W, vilket ledde till 0.15 mm svetsdjup i rostfritt stål och 0.2 mm i en Titan-legering. SPI-fiberlasern kombinerad med 150 mm optik lyckades skapa en fokusdiameter på 25 μ m, vilket motsvarar en effekttäthet på $2 \cdot 10^7$ W/cm².

Som sagt möjliggör de nya lasrarna (fiber- och disk-laser, men också diffusionskyld CO₂-laser) genom deras utmärkta strålkvalitet små nyckelhål och små svetsbredder och slutligen betydligt högre svets hastighet. Humping (smältbadet omvandlas till stora droppar) är ett typiskt processfel som uppträder vid just hög hastighet. Herr Behler undersökte humping-effekten både teoretiskt och experimentellt upp till 40 m/min. Orsaker som strömningar i smältan och tryckfördelning bekräftades,

men de var ju redan kända sedan tidigare. Däremot pekade Herr Behler på en alternativ möjlig orsak, nämligen kapilläreffekter. Överraskande var också att efter ett humping-intervall med för hög hastighet (som har kapillaritet som orsak) kan man ändå hamna i en stabil process för ännu högre hastighet – och senare hamna tillbaka i humping igen (nu med strömningar smältbadet som orsak).

Remote welding

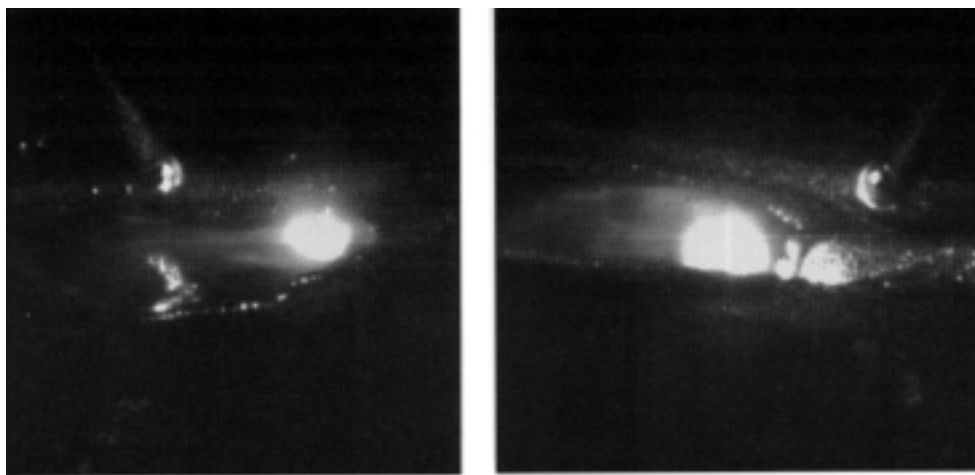
De nya lasrarna med hög strålkvalitet inbjuder också till remote welding som ju behöver utmärkt strålkvalitet för att kunna arbeta på avstånd men samtidigt uppnå en liten fokusdiameter. Dessutom finns det två remote system man brukar skilja på: fast scanner på en brygga eller rörlig scanner på en robot. Prof. Claus Emmelmann, Hamburg TU, har undersökt de viktigaste aspekterna vid remote welding, nämligen laserkällor med låg LCC, standardisering av alla moduler (fiber, robot, scanner, m.m.), positionsdetektion av arbetsstycke, enkel programmering och produktanpassad fixtur. Skyddsgas kan kanske också nämnas som en viktig aspekt.

Herr Rath från Rofin Sinar presenterade ett remote welding system för CO₂-slab-lasrar som ju idag har en strålkvalitet $M_2 = 1.1$ och effekter upp till 8 kW. Tillämpningar och fixturering visades.

BIAS sökte sätt att minska distorsion inom remote welding av stål (distorsion är nu en tyngdpunkt av deras forskning). En viktig slutsats är att distorsion oftast uppkommer i produktion pga. att robotrörelserna tar för lång tid – en nackdel som nästan försvinner med remote welding, dvs. optimal svetsordning kan genomföras utan bekymmer om produktivitet. Lämpliga sensorer för följning av den här speciella tekniken presenterades av IWS Dresden.

Hybridsvetsning

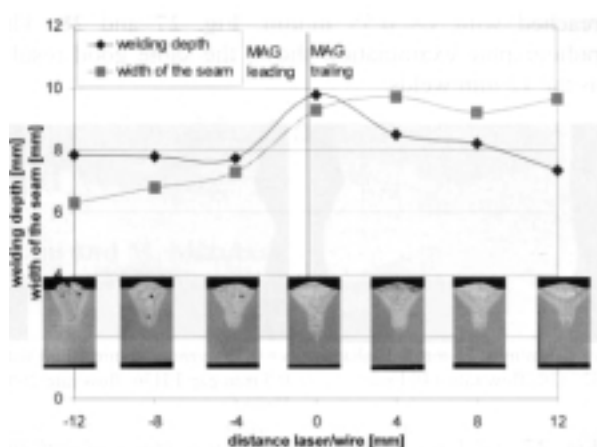
Hybridsvetsning är fortfarande ett huvudtema inom laserfogning. Vid sidan om Dr. Staufers (Fronius) presentation om de kända nya applikationerna för VW



Figur 4. Höghastighetsbilder av nyckelhål och tråd för hybridsvetsning laser-MAG.

4a. Laser ledande.

4b. MAG ledande.



Figur 5. Svetsdjup, -bredd – och -tvärsnitt som funktion av avstånd mellan laser och ljusbåge.

Phaeton och Audi A8, fanns det också grundstudier om själva processen. Mr. Park från Hyundai Heavy Industries, Korea, har undersökt olika laterala och longitudinella avstånd mellan laserstrålfokus och ljusbåg-TCP, upp till 10 mm. Lateral positionering var inte framgångsrik för T-fog. Som vanligt är Prof. Katayamas undersökningar av högst pedagogisk och vetenskaplig kvalitet, både i höghastighetsbilder och i illustrativa förklaringar. Förutom laser-TIG har han också nu börjat med laser-MIG undersökningar som visar skillnaden för bubbelrörelsen i smältbadet med eller utan MIG. I fallet då ljusbågen följer lasern blev det mindre porbildningar för högre ström, vilket Prof. Katayama förklarade med att det sker en nedtryckning av hela smältbadet [Figur 3]. Detta betyder också att övre delen av nyckelhålet är öppet på baksidan.

Ytterligare höghastighetsbilder (1250 bilder/s) från Lappeenranta TU, Finland, [Figur 4] bekräftar att

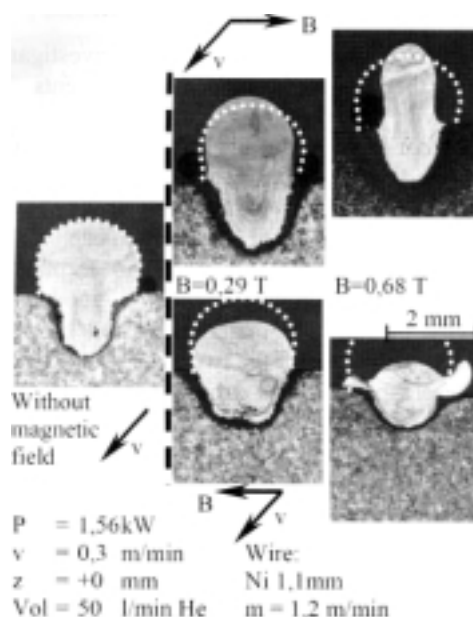
MAG-källan behöver anpassning av den elektriska synergikurvan till hybridprocessen för att skapa ett idealt beteende hos ljusbågen. Även det optimala avståndet mellan laserstråle och ljusbåge (2-3 mm, liknande som för många andra aktörer) kunde förklaras: Vid för nära avstånd sker onödig och störande smältning av tråd genom laserstrålen, vid för stora avstånd kopplas de två värmekällorna ifrån varandra.

Herr Fuhrmann, Aachen, undersökte hybridsvetsbeteen-

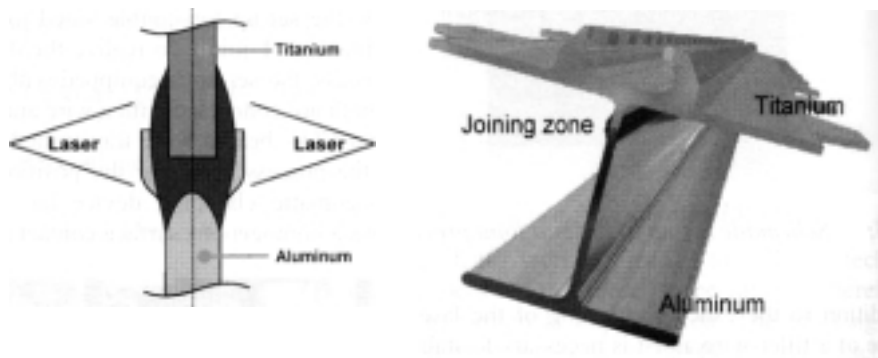
de för olika avstånd mellan laser och MAG [Figur 5]. Dessutom analyserade han stelningsförloppet vid laserhybridsvetsning av 12 till 20 mm tjockt stål. I-stumfogen leder till horisontell kristallisering med risk för "hot cracks" i mitten (liknande problem hade Prof. Dilthey med hybridsvetsning av 18 mm tjocka pipelines), som kan undvikas för Y- eller V-fogberedning med stor vinkel.

Ytterligare resultat som presenterades var problematiken kring oxid på fogkanten, optimal fokusposition in i material för att bredda svetsen, reduktion av porbildning och undvikande av plasmaskärmning med ett nyutvecklat munstycke.

Prof. Gleb Turichin från St. Petersburg State Universi-



Figur 6. Olika utformning av tvärsnitt inom laserpåsvetsning (Ni på Cu) genom påverkan av ett magnetfält.



Figur 7a. Teknik för lasersvetsning av aluminium med titan. Figur 7b. Skena för infästning av stolar som demonstrator i flygindustrin

ty beräknade det förenklade tillstånd av blandat plasma från ljusbåge och nyckelhål, som kan skapa en "högljuddande kanal" i mitten av laserplasmamolnet, som i sin tur ökar effekttätheten på ytan.

Innovativa svetsmetoder

Några forskargrupper har ju under den senaste tiden börjat undersöka en möjlig påverkan av magnetfält vid laserbearbetning, speciellt vid smältströmning. Herr Wilken från Illenau TU, Tyskland, demonstrerade för många olika metaller en möjlighet att starkt förändra tvärsnittet vid påsvetsning genom att arrangera ett magnetfält på olika sätt [Figur 6].

Herr Ambrosy från IFSW, Stuttgarts Universitet, har använt sig av en Lorentzkraft via en magnet anordnad under materialet för att accelerera smältan i vertikal riktning, antingen uppåt eller nedåt. Riktas kraften ned blir svetstvärsnittet bredare på ovansidan, riktas den upp utformas en kavitet på smältbotten. Resultaten visade en minskning av porer för tillräcklig vertikal kraft nedåt. Genomförda simuleringar hjälpte till att delvis förklara sammanhang och involverade mekanismer.

BIAS har å andra sidan använt ett oscillerande magnetfält med horisontell kraftpåverkan som stimulerar blandningen i smältbadet och som t.ex. förbättrade kisel-fördelningen från en tillsatstråd i ett basmaterial av aluminium.

Våra kolleger från Stuttgart har dessutom använt ytterligare metoder för att påverka smältbad och därmed svetstvärsnitt: Ytspänningen manipulerades med hjälp av CO₂-gas så att Marangoni-strömningen kan byta riktning; ett arrangemang med tre (!) laserstrålar (kom ihåg att Stuttgart uppfann twin-spot welding) gör nya nyckelhålsgeometrier möjliga, t.ex. med större eller längre tvärsnitt. Återigen var motivationen att förbättra Si-inblandning i aluminium, men att samtidigt undvika porbildning.

ILT Aachen har upfunnit och patenterat en svetstek-

nik som kallas SHADOW (Stepless High Speed and Accurate Discrete One Pulse Welding). Det liknar "stitch welding" med syfte att skapa en snabb men stabil svets som skapar en begränsad söm men avbryter innan fel (t.ex. humping) riskerar uppträda. Tekniken kombinerar fördelar från både söm- och punktsvetsning, dvs. bra ytkvalitet men också hög hastighet och liten värmepåverkan. SHADOW har undersökts

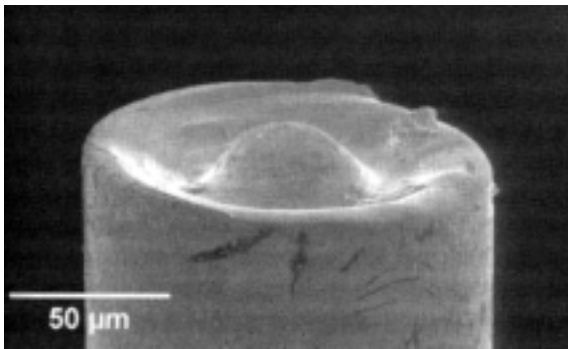
för överlappssvetsning av stål på koppar, vilket har lett till annan svetsgeometri och annat parameterbeteende. SHADOW körs så korta sträckor att humping-effekten inte uppstår.

En annan metod att svetsa olika material är tillsatsmaterial som agerar som matchande buffer, något som använts för svetsning av koppar med aluminium, både i överlapp eller som stumfog. Att använda sig av en silverfolie som buffermaterial leder till bättre metallurgisk kompatibilitet och bättre anpassad termisk expansion. Istället för att placera en folie emellan, kan "Laser Droplet Welding" användas, vilket tillför buffermaterial med tråd, fast med kontrollerad droppbildning, t.ex. genom en annan laserstråle som smälter och separerar droppen. Bägge metodernas användbarhet för elektronikindustrin demonstrerades av BLZ i Erlangen.

Svetsning av TiAl6V4 med Aluminium AA6016 för flygplanstillverkning har lyckosamt genomförts med olika foggeometrier. Viktigast var som vanligt för två-materialsvetsning att man begränsar övergångszonen med intermetalliska faser till några mm, här 2-5 µm. Denna förstudie har lett till en demonstrator, nämligen skena för infästning av stolar (seat track elements) upp till 1 m i längd [Figur 7].

Antalet konferensbidrag om plastsvetsning med laser ökar. Det finns stora möjligheter vad gäller färg, fogarrangemang och absorptionskontroll och det är en tack-sam process pga. att den inte är alltför komplicerad att undersöka.

Skönt att se är att man fortsätter utforska två metoder som idag oftast är hanterade på bas av rykten eller eget "husrecept" för att en grundlig förståelse saknas: det gäller svetsning med pulssade laserstrålar och laserskärning med vattenstöd. Trumpf erbjuder system med pulsformprogrammering och forskningsresultat stödjer tidigare undersökningar från Osaka Universitet att risken för sprut (sputter) är stor. Strategier emot detta kan antingen vara en kort pulsspets i början eller ett lång-



Figur 8: Parabolisk mikrolins skapad vid fiberavslutning, fiberdiameter 50 mm/125 mm (kärna/mantel).

samt uppbyggande av pulsen så att hög effekt kommer in något senare i svetsförloppet. Risken av onödig energiförlust vid omsmältning av redan svetsat material inom pulsad laserbearbetning pekade Herr Kaiser från Trumpf också på.

Herr Naem från Lumonics förevisade också beteendet vid laserpunktsvetsning för olika upprampnings-, nedrampnings- och förpulsfall. Sprickkänsliga material som rostfritt stål, Ti- och Ni-legeringar kunde svetsas med vanliga rektangulära pulsformer, men för aluminiumlegeringar, mässing och Al-Cu kombinationer kunde sprickor och porbildning undvikas genom användning av nedrampade pulsar.

Vad gäller den andra okontrollerade tekniken, laserskärning med vatten, så visade Synova SA, Schweiz, att en mikrovattenjet som stödjer laserskärning leder till en annan process med betydligt bättre avlägsnande av material pga. att den kinetiska energin blir betydligt högre. Trots det är vanlig laserskärning ändå mer effektiv, men för vissa nischtillämpningar som skärning av kiselskivor (wafers), eller skärning av masker eller av medicinska stents kan en mikrojet leda till betydligt bättre kvalitet.

Ytmodifiering och Rapid Prototyping

Förutom mängden av installerade fiberlasrar, uppmärksammade BIAS i Bremen oss också på deras stora satsningar på deformationsstudier. Inom laserhårdning har de lyckats med FEM-prediktion av spänningsbildningar, dessutom visades bra överensstämmelse mellan predikterad sannolikhet och experimentellt observerad lokalisering av sprickbildningar.

Förståelsen för pulverflödet från munstycke till bearbetningszon inom laserytmodifiering är fortfarande väldigt vag. Prof. Yang från Tianjin Polytechnic University, Kina, visualiserade pulverflödet både med avbildning och med hjälp av modellering, vilket kändes nyttigt för att öka medvetenheten om den väldigt okontrollerade

pulverfördelning som är avgörande för homogeniteten vid ytmodifiering.

KETEK center och Tampere TU i Finland har visat en hel del tillämpningar av laserpåsvetsning, t.ex. för ventiler, och har utvecklat kriterier för industriella applikationer.

Frits de Lange från Twente University, Holland, visade på det sammanhang som finns mellan laserstrålintensitet och tvärsnitt vid påsvetsning. Han betonade speciellt substratsmältning, för vilken ökad risk uppstår då strålprofilen är av Gaussisk typ, varför en top-hat profil brukar föredras.

Nanopulver (dvs. submikrometerpulver) visades leda till finare strukturer inom Rapid Prototyping (SLS-teknik) jämfört med pulver med 10 μm partikel storlek.

Att använda tråd istället för pulver vid Direct Laser Deposition (DLD) för Rapid Prototyping eller Rapid Manufacturing blir mer och mer populärt, bl.a. för att det nästan leder till obefintliga materialförluster. The University of Nottingham undersökte ett fall med en diodlaser DLD och en tråd av Ti-legering och det har lett till god kvalitet vad gäller liten porbildning med bra bindning och liten deformation.

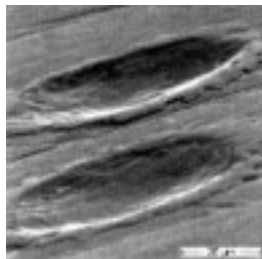
BLZ, i Erlangen, har utvecklat en ny metod för LOM (Laminated Object Manufacturing) genom att stapla laserskurna tunna metallfolier (100 μm tjocklek), punktsvetsa dem och smälta ihop dem i en ugn. Nya konstruktionsdetaljer kunde realiseras, t.ex. komplexa geometrier för plasmasprutverktyg eller kylningskanaler för komplicerade produkter.

Inom SLS (Selective Laser Sintering) uppvisades en hel del applikationer för olika material som t.ex. blandningar av SiC och grafit, men också metalliska pulverblandningar som Fe med K eller NiFe med ZrO_2 . Dessutom har programmerings- och modellbaserade optimeringsstrategier för SLS utvecklats, som ju är en tidskrävande förberedningsprocess.

Mikro- och nanobearbetning

Tillverkning av fiberavslutning med VUV F_2 -laserablation visades kunna skapa en mikrolins-geometri direkt på fiber, dvs. man slipper den efterföljande fokuseringsoptiken för kollimatoren. Sådana mikrolinser av olika geometrier skapades [Figur 8] för fiber med kärndiametrarna 200 μm och 50 μm. Naturligtvis blir fokallängd och arbetsavstånd begränsat, motsvarande kärndiameter blev fokallängden omkring hälften av kärn/lins-diametern, t.ex. bara 140 μm för en 200 μm fiberkärna.

En intressant tillämpning, som man ofta har funderat på, visades av Trumpf Laser, nämligen kontrollering av



Figur 9. Grunda fördjupningar genom Q-switchad laserablation i syfte att förbättra de tribologiska egenskaperna.

smörjmedelbeteende och förbättring av tribologiska egenskaper av verktyg eller maskinelement genom att skapa grunda fördjupningar (t.ex. 4 μm djup och 40 μm i diameter) på ytor med Q-switchad laserablation [Figur 9].

En systematisk jämförelse av ns-, ps- och fs-lasermikroborrning av metall har visat att drossbildning av smält material som driver ut på ovansidan blir mindre när man trappar ner från ns- till ps-pulsar och faktisk försvinner för fs-pulsar. Istället kan geometrieregelnheten uppträda (antagligen för att effekttätheten är så hög), vilket kan undvikas genom optimering.

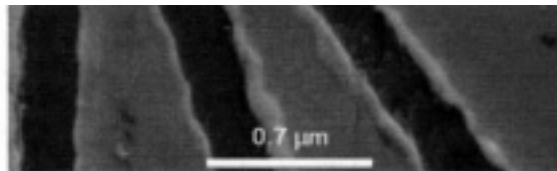
En speciell effekt kunde demonstreras med hjälp av en excimer laser, nämligen en lokal höjning av ytnivån i Polyetylen (LLDPE) med upp till 4 μm , dvs. skapandet av en annan ytmorfologi. Med optimal UV-laserbestrålning förändras PE från halvkristallin till amorf struktur, vilket leder till en volymökning.

Några presentationer demonstrerade möjligheten att skapa submikrostrukturer med laser, vilket innebär strukturer med storlek mindre än våglängden. T.ex. kunde ytstrukturer skapas med en periodisk strukturbredd 4-5 gånger mindre än laservåglängden. 40 nm tunna guldfilmer kunde lateralt kapas resulterande i en 350 nm bred spalt [Figur 10], men man hade också lyckats skära till 125 μm tjock PET eller kapton med submikrometerspalt med en 300 fs Yb:Glass laser (1040 nm). Dessutom visades periodiska hål med 280 nm diameter, 20 nm kantupplösning och 100 nm avstånd i PES eller liknande i stål, med våglängd 745 nm (Ti:Sapphire) och 150 fs puls.

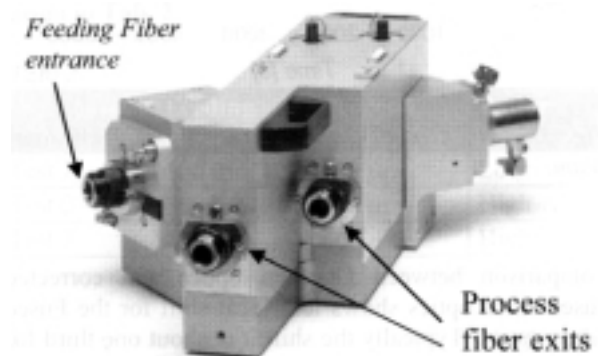
Visst känner man redan till strukturer av 200-300 nm från litografier av fotoresister av halvledarmaterial, men det gäller för UV och VUV laser. Hög numerisk apertur och korta pulsar är en förutsättning, men inte hela förklaringen till varför strukturer mindre än våglängden kan skapas. Icke-linjärt materialbeteende, speciellt förångningströskeln (ablation threshold), är nämnd som en möjlig förklaring.

Lasersystem och tillbehör

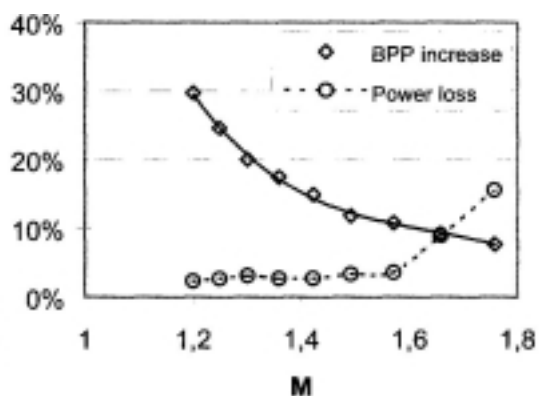
Inom temat lasersystem behandlade Herr Blomster och



Figur 10. 350 nm bred spalt i tunn guldfilm med en Yb:Glass laser med 1040 nm våglängd



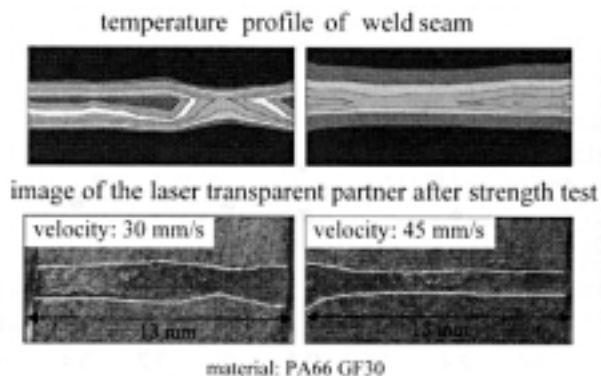
Figur 11a. Fiberkopplingssystem.



Figur 11b. Layout av system för en bra kompromiss mellan förlust av lasereffekt och av strålkvalitet (ökning av BPP), här för koppling från 400 μm fiberdiameter till 600 μm fiberdiameter.

Sven-Olov Roos från Optoskand AB i Mölndal behovet av fiber-fiber koppling [Figur 11 (a)] för att öka arbetsavstånd men även för att möjliggöra avkoppling av fiber-lasrar från fokuseringssystem. Det senare för att reducera risker med bakreflektionsskador från processen. Fiber-fiber koppling (som bygger på samma koncept som kollimator-fokuseringsoptik för vanliga bearbetningshuvuden) visade sig vara möjlig. Här gäller det att hitta en kompromiss i layout mellan förlust av lasereffekt (t.ex. 5 %) och av strålkvalitet (t.ex. 10-20 %) [Figur 11 (b)].

Processövervakning av laserplastsvetsning (transmis-



Figur 12. Processövervakning med termokamera för plasts-vetsning; fågelperspektiv för två olika hastigheter.

sionsteknik) kan göras på ett elegant sätt med en kamera som visar temperaturfält och geometriska förändringar över ett längre svetsavstånd [Figur 12]. Från en pyrometer, arrangerad koncentriskt med laserstrålen, får man också en meningsfull koll på temperaturförloppet över tid.

Allmänt blir kameror, som alternativ till fotodioder, allt mer och mer populära för processövervakning. Med rätt filter, belysning och signalbehandling kunde tydliga bilder visas på svets- och nyckelhålsgeometrier från ovensidan [Figur 13], men också på sprut. Även integrering av processövervakning i scannerbox i remote welding system är nu möjlig (Precitec).

Temperaturövervakning och även reglering inom laserpåsvetsning har ju lyckats redan långt tidigare – det var ändå skönt att se en vidareutveckling av den metoden, som t ex. för påsvetsning av ett skärverktyg eller av en tunn axel.

Bra korrelation mellan temperatursignal och kvalitetsproblem som substratmålning eller oxidbildning kunde hittas, vilket leder till en reglering av lasereffekt eller av skyddsgasflöde.

En intressant variant av fogföljning utvecklades av Twente University, som arrangerar tre linjefokus triangulärt för att på så sätt undvika beroende av riktning. Demonstrationen lyckades bra för olika fogtyper, arrangemanget är dock stort vilket naturligtvis begränsar rörligheten.

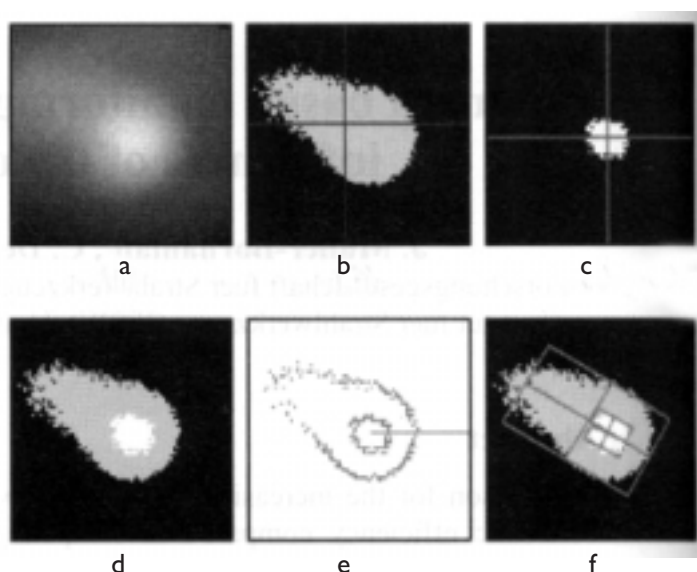
Fixturering är ett gammalt men likaså alltid aktuellt problem och därför är forskning och vidareutveckling inom detta område alltid välkommet. Herr Roeren från Munchen TU undersökte möjligheter för flexibel fixturering med variabel tryckkraft.

Från FE-analysis och experiment kunde samband mellan distorsion och fixturering delvis förklaras, vilket ska underlätta optimal fixtureringskonstruktion.

Slutsats: revolutionen fortsätter

Vi kan således konstatera att det inte har skett någon ny revolution, men den pågående revolutionen för nya högeffektslasrar har lett till många förstudier, undersökningar och nya koncept.

En jättespännande process som längtar efter mogenhet är nu på gång!



Figur 13. Med bildbehandling kan den ursprungliga bilden (a) omvandlas till tydligt mätbara gränser (f), t.ex. här mellan nyckelhål, smält och omgivande material.

Starkt fokus på Remote-tekniken vid årets EALA-konferens

*Rapport från 6th European Automotive Laser Application Conference
Bad Nauheim/Frankfurt a.M., 2–3 februari 2005*

Av Johnny K Larsson, Volvo Cars

2–3 februari var det så åter dags för europeisk bilindustris "Alte Laser Haasen" (ty. gamla laser-rävar) att samlas för sin årliga sammankomst vid 6th European Automotive Laser Applications workshop eller EALA som konferensen kort och gott kallas. Några interkontinentala delegater fanns också på plats i form av Mr. Stan Ream (Edison Welding Institute, EWI), Dr. Mariana Forrest (DaimlerChrysler), Mr. Turai (Nissan Motor Co.) och Dr. Chang (Hyundai & Kia Motors) samt ytterligare ett tjugotal intensivt filmande och fotograferande japaner. De sistnämnda störde i hög grad inte minst vår värd Herrn Ebert (Automotive Circle International) som vid ett flertal tillfällen strängt måste tillrättavisa och påpeka att vid dessa evenemang råder strikt förbud mot all form av dylik dokumentation.

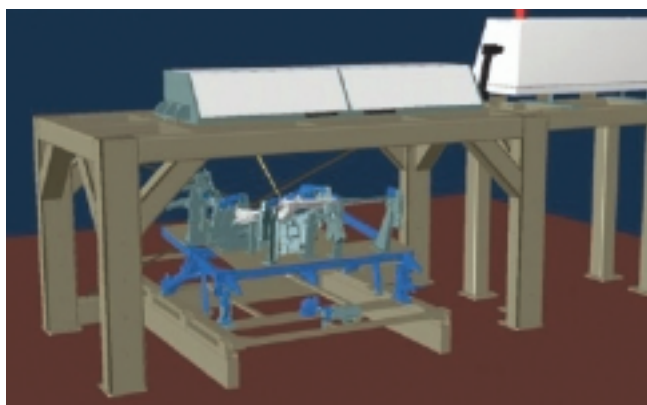
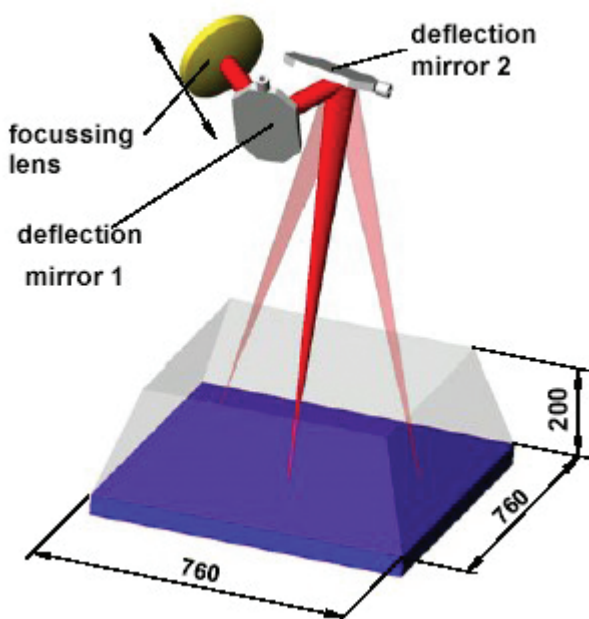
Drygt 200 experter hade samlats, och denna gång kunde jag för svenskt vidkommande registrera en majoritet av deltagare från lastbilsbranschen, och därför kan vi kanske snart förvänta oss att hitta några intressanta laserapplikationer hos Scania (Yngve Bergengren) och Volvo (Robert Ritzen & Mikael Mimer). Förutom jag själv representerades Volvo Cars av Niclas Palmquist och dessutom hade SSAB valt att sända Tony Nilsson till



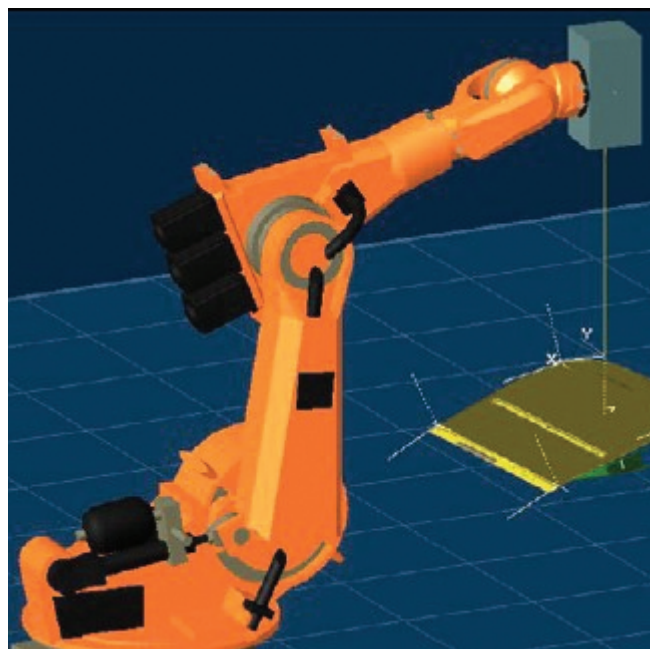
Figur 1. Intressanta "laser-karosser" visades upp i utställningshallen. Främst kan urskiljas en BMW 6 coupé, därefter Volvo S40 och i bakgrunden Audi A6 Avant. Längst till höger en del av Permanovas monter.

EALA för att hålla ett öga på vad som kom att visas rörande lasersvetsning av EHSS (Extra High Strength Steels) och UHSS (Ultra High Strength Steels). Slutligen deltog Permanova Lasersystem med tre representanter, där såväl Ulf Sandström, Urban Widén som Tore Salmi hade bråda dagar med att fylla sina orderböcker med nya, spännande utmaningar. Kul för Permanova som verkligen gjort sig ett renommé inom bilindustrin som installations- och verktygsleverantör.

Kollegorna från Mölndal hade sällskap av ett tjugotal andra utrustningsleverantörer på lasersidan, som t.ex. LaserLine, HighYag, KUKA, FFT-EDAG, ThyssenKrupp Drauz m.fl. Dessutom fanns några exempel på lasersvet-



Figur 2. Till vänster, principen för "remote laser welding" (RLW) med två galvo- eller "scanner"- speglar. Ovan, en animation av en s.k. "remote welding system" -(RWS) uppställning.



Figur 3. En PFO (Programmable Focusing Optics) scanner-enhet från Trumpf och (ovan) en animation av ett typiskt "Coupled Axis System" (CAS).

sade karosser uppställda utanför konferenssalen, och här hade Volvo S40 hamnat i gott sällskap mellan en BMW 6-Reihe coupé och en Audi A6 Avant [Figur 1].

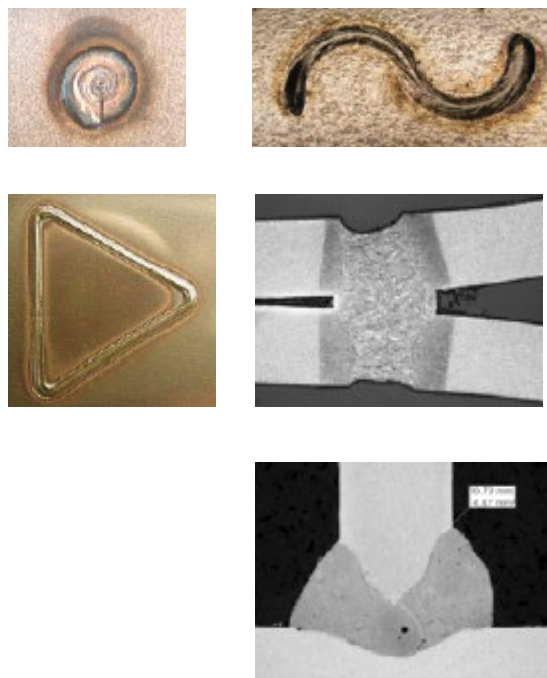
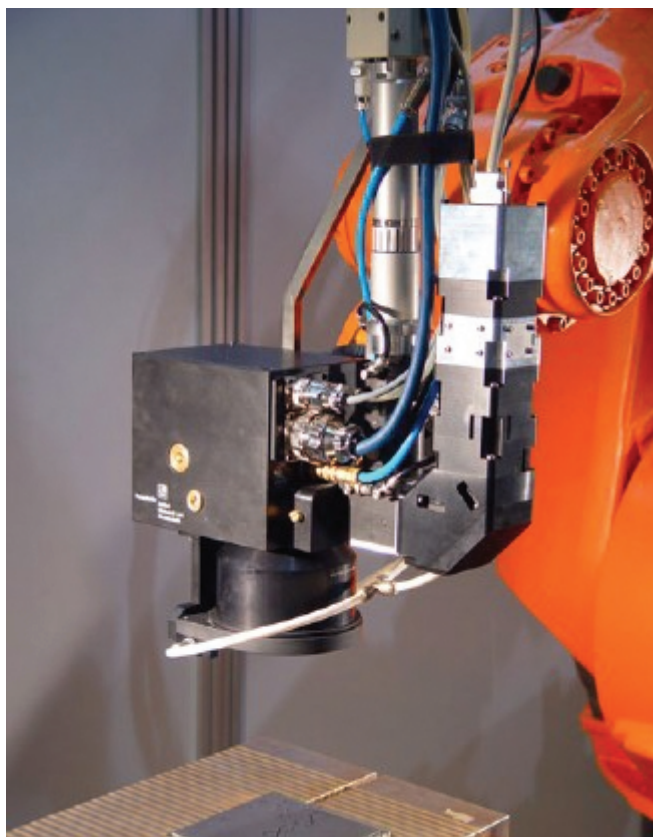
I denna artikel kommer jag att begränsa min redogörelse till just Remote Laser Welding (RLW) eller "fjärrlaser" som torde vara en adekvat svensk översättning. Det betyder att jag sparar rapporteringen om andra laserapplikationer och användningsområden till kommande nummer av LaserNytt.

Remote Laser Welding

Vid den första sessionen om Remote Laser Welding eller Scanner Schweißen som tyskarna gärna själva kallar tekniken tjänstgjorde min kollega Niclas Palmquist som ordförande med den äran. Förste talare här var gamle bekantingen Andreas Ostendorf från Laser Zentrum Hannover (LZH), sedan ett antal år tillbaka också bekant som eldsjelen bakom LMF-delen (Laser Micro-Fabrication) vid ICALEO-konferenserna. Som inledning beskrev han de grundläggande definitionerna av remote-tekniken där man, med hjälp av en fokallängd på omkring en meter samt en eller två galvospeglar, med hög hastighet kan avlänka laserstrålen till olika områden av ett arbetsstycke och därmed utföra ett stort antal stegsvetsar på kort tid [Figur 2]. Härmed minimeras den icke-produktiva tiden och man kan ha ett effektivt utnyttjande av lasern (>90% "on-time"). Vidare kan

man bibehålla en konstant framföringshastighet av laserstrålen även om svetsgeometrin är komplex med många tvärs riktningssomkastningar, och genom att optimera svetssekvensen vid stegsvetsning minimeras risken för värmeförvridningar.

I ett projekt kallat ProFi har en företagsgrupp bestående av bl.a, LZH, Audi AG, Haas Laser GmbH och TUHH (Technische Universität Hamburg-Harburg, där gamle Rofin-kollegan Claus Emmelmann numera huserar) undersökt och utvecklat RLW-teknikens potential. Intressanta data som angavs var att ompositioneringshastigheten av laserstrålen ligger på över 700 m/min vid en speglrörelse på 2 m/s. 1983 presenterade Haas Laser ett tidigt koncept för RLW kallat SAB50 (StrahlAblenk-Baustein) som hade en pulsad Nd:YAG-laser som källa, men redan då insåg man nödvändigheten av en hög strålkvalitet. Dr. Ostendorf menade att det är endast CO₂-, disk- eller fiberlaserkällor som duger. Han exemplifierade med fasta, s.k. RWS- (Remote Welding System) system och robotmanipulerade dito. Bland de senare hittar vi koncept som Trumpfs PFO-system [Figur 3] och KUKAs RoboScan samt Comaus AgiLaser. Det förstnämnda kan även användas separat utan robot och är då att betrakta som ett exempel på s.k. "2,5D-system", medan de två senare är fullvärdiga 3D-lösningar. Längre fram kommer jag att mer detaljerat redogöra för vad som karakteriserar dessa olika CAS-system



Figur 4. IWS' SAO1.06-verktyg monterat på robot. Ovan: olika svetsmönster åstadkomna med remote-teknik samt tvärsnitt som uppvisar en överaskande god svetskvalitet.

(Coupled Axis System). Dr. Ostendorf avslutade sin redogörelse med att nämna remote-teknikens välbekanta svagheter; tillsatsmaterial kan inte användas, skyddsgastillförseln är besvärlig och fixturutformningen blir typbunden och komplex.

Näste man på podiet var Dr. Morgenthal som redogjorde för vad teamet, som bland andra inkluderat professor Beyer, Frau Klotzbach och Herrn Fleischer, på IWS (Institut für Werkzeug und Strahltechnik) i Dresden åstadkommit inom remote-området på senare tid. Bl.a. visade han på några innovativa verktygslösningar där speciellt deras SAO1.06 (StrahlAblenkenOptik för 1.06 μm -våglängd) framhölls [Figur 4].

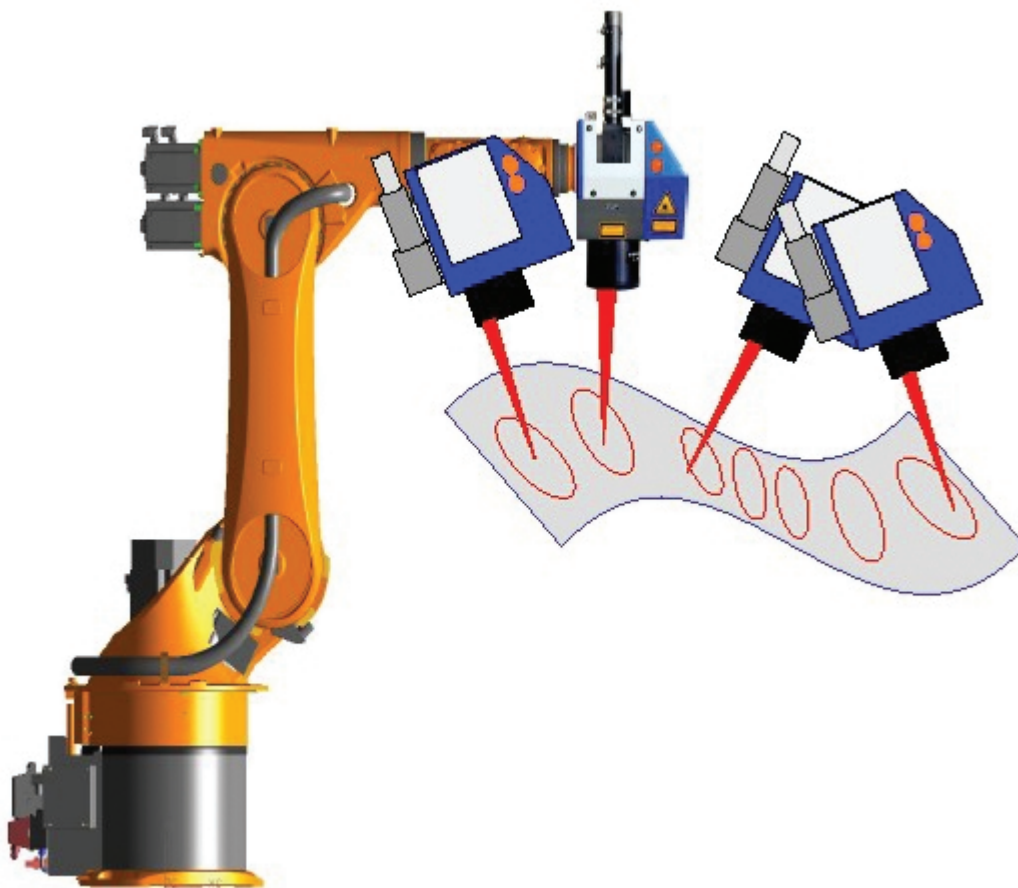
Detta är en 2D-modul för strålavlänkning med en F-Theta-lins och dikroisk spegel. Därtill kommer en Z-modul för att reglera fokallängden, och man har integrerad kylflödeskontroll samt cross-jet funktion för att

skydda linsen. Att strålkvaliteten har en betydelse för storleken på det arbetsområde som kan bearbetas exemplifierades på följande sätt: Med en BPP (Beam Parameter Product) på 15 mm*mrad (fiberdiameter 0.4 mm) är arbetsområdet 200x100x100 mm, medan med BPP = 8 mm*mrad (fiberdiameter 0.2 mm) kan 400x200x200 mm klaras.

Vid IWS har man utvecklat en processdiagnos som bygger på monitoring av återreflekterad stråle via en CCD-kamera. Detta övervakningssystem hade utvärderats i en fallstudie där man stegsvetsat ett antal av de numera klassiska Volvo-dummies i form av T-noder som utvecklades inom ett tidigare EU-projekt benämnt RemoWeld. Utrustningen bestod av ett SAO1.06-verktyg monterat på en Comau-robot och med en diodpumpad DY044 Nd:YAG-laser från Rofin Sinar. 20 stycken stegsvetsar à 40 mm längd svetsades under en processtid

Figur 5. Ett välfyllt auditorium ser fram emot diskussionsrundan där några välkända profiler från laser- och utrustningsleverantörerna deltog.





Figur 6. Principen för robotburen remote-svetsning, här illustrerat med KUKAs "Robot PFO"-koncept.

av 23.4 sekunder där 22.3 sekunder utgjorde svetstid, vilket betyder att lasern har en "on-time" på ungefär 95%.

Diskussionsrunda

Efter dessa inledande föredrag var det meningen att starta en diskussionsrunda under Dr. Niemeyers (AUDI AG) ledning. Därför bänkades experter som Dr. Rütinger (Rofin Sinar), Dr. Mann (Haas Laser GmbH), Herrn Petschik (ScanLab) och Herrn Hentschel (SEF Roboter) på podiet [Figur 5]. Men då Dr. Niemeyer lämnade ordet fritt till auditoriet att ställa frågor blev det pinsamt tyst. Detta kan än en gång tolkas som att remote-tekniken visserligen erbjuder ett antal unika fördelar, men att det i verkligheten är svårt att hitta applikationsområden för densamma.

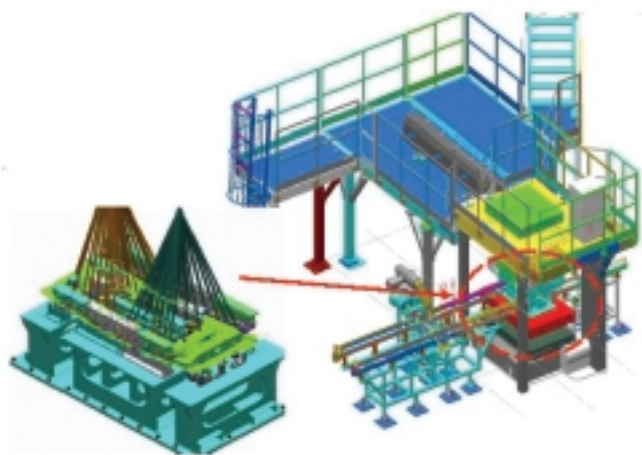
Nåväl så småningom kom frågorna igång, och dessa handlade då mestadels om farhågor och begränsningar med tekniken. Sålunda var Stan Ream orolig för vad som händer med linserna vid hög kontinuerlig effektbelastning, men här menade leverantörerna att det kvarts-material som används skall garantera linsernas bestående höga kvalitet. Dynamiske Dr. Peter Rippl från KUKA

Schweißanlagen kommenterade problemet vid scanner-svetsning på kompletta karosser och avsaknaden av fixering. Vid konventionell punktsvetsning använder man sig idag av själva svetstången som fixtur. Dr. Rütinger hade en direkt fråga till de närvarande OEM-representanterna (Original Equipment Manufacturer, dvs. biltillverkarna) där han undrade om hans företag Rofin Sinar borde satsa på CO₂- eller Nd:YAG-baserade remote-system? Här fick han svaret att valet var helt och hållet applikationsbundet, och att båda systemlösningarna med all sannolikhet kommer att finna sina användningsområden.

Annars blev utbytet från denna podiediskussion mest det som presenterades av laser- och verktygstillverkare. Sålunda vurmar numera Dr. Mann för ett CO₂-baserat (faktiskt!) system, sedan han tidigare talat sig varm för Haas' 4 kW disklasers som den ultimata källan vid RLW. Trumpfs nya produkt heter TrumaScan L4000, alltså en 4 kW CO₂-laser, med två separata scanner-optiker, vilket antingen medger två olika arbetsstationer eller en stor sådan med ett arbetsfält som sades vara 1.500 mm i diameter. ScanLab, som alltså här representerades av Herrn Petschik, är världsledande på scannerlösningar och erbjuder såväl 2- (6–70 mm i apertur) som 3-axliga system. Produkterna heter "Power-Scan" och passar alldeles utmärkt för skärning av organiska material, t.ex. textilier. Senaste produkten heter "HurryScan" och är utrustad med F-Theta-objektiv och kan erhållas med 20, 25 eller 30mm apertur.

Remote System Technology

Nästa session som hade titeln "Remote System Technology" inleddes av Herrn Bunsendal från KUKA, som i detalj redogjorde för remote-lösningen "Robot PFO". Konceptet innebär att man placerar ett av Trumpf utvecklat scanner-verktyg (PFO) på robotaxeln och däri-



Figur 7. Bilvärldens första applikation för "remote laser welding" – bakkörren till Chrysler Jeep Liberty. Produktionen påbörjades i Sterling Heights' pressverk 2001 och för installationen (t.v.) svarade Utica Inc.

genom får en fullständigt flexibel lösning för tredimensionell remote-svetsning [Figur 6].

Föredraget kom mycket att handla om programmeringsaspekter för robotbanan för att få en så jämn svetshastighet som möjligt, även vid komplexa svetsmönster. Som hjälpmedel härför har Trumpf utvecklat ett mjukvaruprogram benämnt WinLas med vilket man kan beskriva foggeometrin. De felkällor som kan uppstå vid robotburen scanner-svetsning var enligt Herrn Bunsendal:

- Att en ny svetsgeometri påbörjas innan den tidigare är klar.
- Att fokuspunkten hamnar utanför scanner-enhetens arbetsområde.
- Att roboten stannar.

Han avslutade med att nämna de huvudsakliga fördelarna han menade att "Robot PFO"-konceptet erbjuder:

- Det går att göra svetsmönster med mycket små radier.
- Den geometriska utformningen av svetsmönstret är i princip obegränsad.
- Man kan åstadkomma en konstant svetshastighet även om robotens framföringshastighet varierar
- Man kan göra avsevärda cykeltidsbesparingar

Därefter var det dags för bilföretagens representanter i form av DaimlerChrysler att ta över föreställningen. Här inledde sympatiske Dr. Debschütz med att ge en tillbakablick över företagets erfarenheter från remote-svetsning, och självklart inledde han då med den scanner-svetsning som hans amerikanska kollegor introducerade på Jeep Liberty-modellen 2001 [Figur 7].

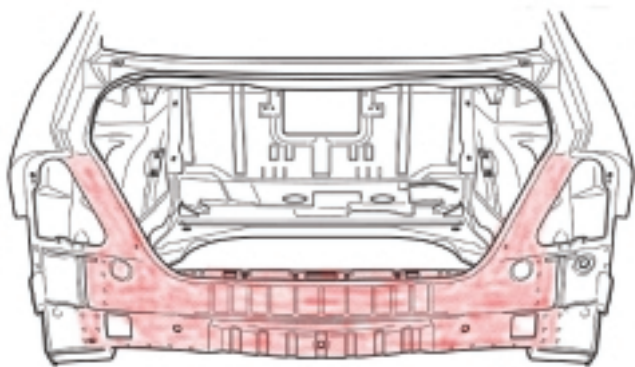
Detta är ju en applikation som jag beskrivit i tidigare LaserNytt [nr. 2-01, sid. 13], och där man sammansvetsar bakkörren med hjälp av en 3 kW CO₂-laser och två scanner-enheter. Ryktet säger emellertid att Chrysler

numera gått tillbaka till en punktsvetsad lösning för denna "swing-door".

Dr. Debschütz fortsatte med att redogöra för Rob-Scan-konceptet som är DaimlerChryslers beteckning på en robotburen scanneroptik, snarlik det ovan nämnda "Robot PFO"-konceptet. Eftersom det krävs en laser-källa med god strålkvalitet har man valt att satsa på den typ av disklasrar som Haas har i sitt kommersiella program från och med detta år. Vid scanner-svetsning blir det alltid en kompromiss mellan att ha en liten fokalfpunkt, som tillåter en högre svetshastighet, eller ett långt arbetsavstånd. Vid stegsvetsning är uppkomsten av ändkratrar så gott som omöjlig att undvika, vilket Dr. Debschütz illustrerade medelst några höghastighetsfilmer av svetsförloppet. Som on-line monitoring rekommenderar man QUALAS®-principen, där den termiska emissionen i smältan mäts och registreras via en CCD-kamera med 1000 bilder/sekund.

Bland de konstruktiva fördelarna med remote-tekniken är att man kan skraddarsy svetsmönstret med hänsyn till de belastningsfall på karossen som föreligger. Dessa tankar framfördes ju redan av DC-kollegan Dr. Becker vid LANE-konferensen 2004. I samband med framtagningen av dimensioneringsdata för stegsvetsar hade man utfört spänningssimulering av olika svetsmönster vid kvasi-statisk skjuvdragprovning. Även statisk tryckning av svetsade fyrkantbalkar hade gjorts, och här visade sig de cirkelformiga lasersvetsarna vara överlägsna punktsvetsade dito i hållfasthet. Framtida mål för remote-svetsningen var enligt Dr. Debschütz önskelista: 6 kW med $\leq 6 \text{ mm} \cdot \text{mrad}$ strålkvalitet, investeringskostnader i paritet med CO₂-system med motsvarande effektuttag samt systemlivslängder ≤ 100.000 driftstimmar.

Därpå var det dags för Dr. Debschütz' kollega Herrn



Figur 8. Intressant remote-lösning hos DaimlerChrysler i Sindelfingen; Bakstycket ("Heckmittelstück") till senaste S-Klasse modellen.

Bernhard att komma in på ett "skarpt" applikationsexempel hos DaimlerChrysler. Man måste ge Sindelfingen-kollegorna en eloge för deras positiva inställning till att pröva nya innovativa tillverkningsmetoder. Den minnesgode läsaren kanske kommer ihåg att man i mitten på 90-talet introducerade en "multiplex"-lösning för svetsning av främre stötfångaren på den tidigare E-Klasse modellen. Detaljerna som skulle sammansvetsas fixerades med spännen, varpå man hade en fiber med tillhörande svetsoptik kopplad till varje spänne. Genom att snabbt växla den från en lampppumpad Nd:YAG-laser genererade strålen mellan de olika fibrerna kunde detaljerna sammansvetsas med punktformiga lasersvetsar under en mycket kort cykeltid. Men detta är numera historia och idag har man fört in en ny höghastighetssvetsning i form av scanner-svetsning av bakstycket under bagageluckan på nya S-Klasse modellen (projektbeteckning W220) [Figur 8]. De huvudsakliga vinsterna är reducerade flänsbredder ner till 10-12 mm, förbättrad formnoggrannhet samt inte minst kostnadsreduceringar.

Applikationen består av en 0.6 mm tjock inre detalj och en 0.8 mm yttre, vilka båda är zinkbelagda. Därtill kommer en slutförstärkning à 2.0 mm vilken fästs till innerdetaljen. I den ursprungliga punktsvetslösningen svetsades först förstärkningen till innerdetaljen med 10 punktsvetsar vilket tog 26 sekunder. I samma station häfts svetsades sedan innerdetaljen till ytterditen, vilket tog ytterligare 39 sekunder. Därefter flyttades detaljerna till en andra station för färdigsvetsning under 96 sekunder, alltså en svetstid på inalles 161 sekunder. I remote-upplägget med RobScan-koncept svetsas först förstärkningen till innerdelen med 10 spiralformiga lasersvetsar vilket tar 9 sekunder. Därefter blir detaljerna kvar i stationen och färdigsvetsas med 52 klammersvetsar under

28 sekunder. Detta innebär en skillnad i svetstid mellan de två uppläggen på 124 sekunder. Lägg därtill att man i remote-fallet endast behöver en arbetsstation, vilket leder till avsevärda besparingar i lokalyta. Inte undra på att kollegorna på DaimlerChrysler valt att satsa på remote-tekniken. Som tidigare nämnts använder man sig av en RobScan-lösning med ett arbetsfält på 180x100 mm och ett arbetsavstånd på cirka 340 mm.

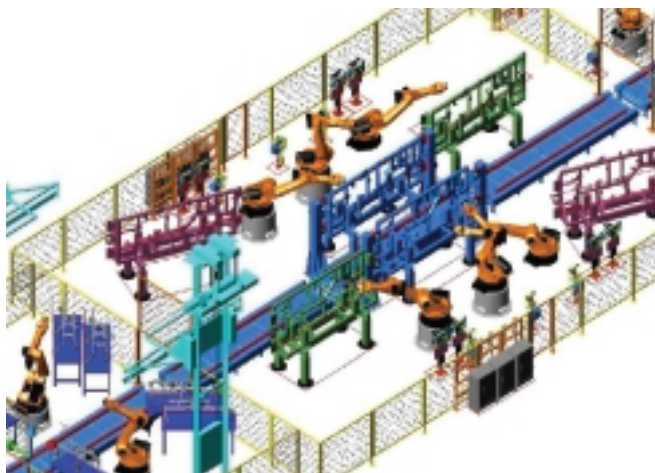
Efter Herrn Bernhards presentation utspann sig en omfattande diskussion från vilken jag hämtar några axplock:

Alltid alerte Hans Hornig från BMW undrade om det inte krävs någon form av eftertätning då flera av de aktuella svetsarna är placerade i korrosionskänsliga områden och det inte är möjligt att anbringa tätningsmedel mellan flänsarna p.g.a. laserprocessens inkompatibilitet med dylika material. Herrn Bernhard menade emellertid att om svetsningen är rätt utförd uppstår inga korrosionsproblem - fan tro't. En rimligare förklaring är nog den att Mercedes alltid har använt sig av ett speciellt förapplicerat korrosionsskydd i form av ett vax på sina karossplåtar, och det är säkert detta koncept som gör att Sindelfingarna är mindre oroliga för uppkomsten av rostskador.

Christian Elsner från DaimlerChrysler menade att för "hans" motor- och transmissionsdetaljer är remote-tekniken föga intressant då det för dessa komponenter oftast rör sig om höga hållfasthetskrav på svetsarna, vilket i sin tur kräver kontinuerliga sådana.

Vidare menade Herrn Hornig att en så extremt god strålkvalitet som 6 mm*mrad är till föga nytta vid operationer som aluminiumsvetsning och lödning.

Slutligen hade han och Dr. Peter Rippl en lång diskussion som gick ut på idén om att använda konventionell



Figur 9. Till vänster: en animation av KUKAs "AirFlex"-koncept.
Till höger: utprovning av spännfixturer för remote-svetsning vid laboratoriet i Augsburg.

punktsvetsning för att skapa bra fixering av detaljerna inför efterföljande RLW.

Remote technology in volume series production

Andra dagen av konferensen fortsatte med temat "Remote laser welding and scan technology". Första sessionen kallades "Remote technology in volume series production" och inleddes med ett föredrag av Dr. Rippl från KUKA Schweißanlagen i Augsburg, och här repeterades de grundläggande principerna för remote-svetsning som vi hade fått oss till livs under föregående dag. Med speciell förkärlek uppehöll sig Dr. Rippl vid det s.k. RobScan-konceptet som är utvecklat i samarbete med DaimlerChrysler och Trumpf. Principen är att robotbanan kan programmeras "mjukt", medan scanner-optiken tar hand om skarpa radier och vinklar på svetsgeometrin. P.g.a. toleranser och passningar lämpar sig remote-tekniken inte för kant- eller kälsvetsar utan det är överlappssvetsar som gäller!

AirFlex är KUKAs benämning då man använder RoboScan i samband med framing, d.v.s. då man gifter ihop karossgolvet med sidorna och taket [Figur 9]. Då använder man sig också av ett koncept benämnt Kuka-Hydra, vilket är en form av robotburna spännfixturer. Dr. Rippl visade vidare på ett exempel med fast fixtur med integrerad skyddsgastillförsel där man scanner-svetsade en aluminiumsidodörr. Slutligen visades en film där man i laboratoriet i Augsburg remote-svetsade en karosida med ett femtiotal stegsvetsar av olika dimension, allt gjort med ett avstånd på cirka 2 meter mellan arbetsstycke och scanner-optik. Man fick onekligen en nostalgisk minnesbild av stjärnornas krig.

I en efterföljande diskussion mellan Dr. Rippl och



Figur 10. Senaste remote-applikationen hos BMW; tvärbalk över bakruta på 3Reihe-modellen, där 19 punktsvetsar har ersatts med 40 stegsvetsar, vilka representerar en total svetsstid av blott 26 sekunder.

Monsieur Kielwasser från PSA Peugeot-Citroën rörande fixering och spännteknik, menade Dr. Rippl att en punktsvetsstång alltid bygger in en viss spänning över svetspunkten oavsett hur väl tången är avvägd via existerande "equilizer-funktioner". Liknande problem uppstår inte vid den beröringsfria lasersvetsningen. Vidare ifrågasatte Dr. Niemeyer från Audi AluminiumZentrum i Neckarsulm robotnoggrannheten vid så långa arbetsavstånd. Som den praktiker Dr. Niemeyer är påpekade han att en kall robot vid arbetsdagens början har andra prestanda än en varm robot i slutet av ett arbetsskift, en synpunkt som väl inte till fullo delades av Dr. Rippl.

Så var det åter dags för en OEM-representant att presentera en RLW-applikation. Nu var det Herrn Schupp från BMW som redogjorde för den senaste användningen av scanner-svetsning på 3Reihe-modellen. Tidigare har man ju remote-svetsat en mellanbrädedetalj (Trenwand Aggregatenraum) på denna modells kompaktversion. Nu har man valt att gå vidare med RLW för tvärbalken över bakrutan (Heckfensterrahmen oben) [Figur 10] för 3Reihe-modellerna vilka tillverkas i Werk München. Komponenten består av två varmförzinkade pressdetaljer med en tjocklek på vardera 0.6 mm som sätts samman så att de bildar en sluten balksektion. Den

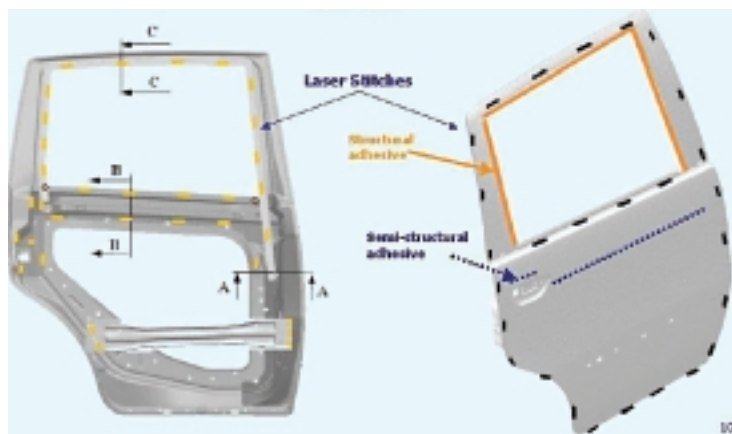
ursprungliga lösningen var tänkt att sättas samman med 19 punktsvetsar. För att innehålla uppsatta cykeltidskrav skulle detta kräva två separata arbetsstationer. Med RLW klarar man av att svetsa två balkar i en och samma cell. Och inte nog med detta! Varje punktsvets är ersatt med två laserstegsvetsar, vilket ökar styvheten hos den aktuella detaljen med 500%. En snabb överslagsberäkning ger vid handen ett förhållande på 1:8 i processhastighet mellan punktsvetsning och RLW.

Sin vana trogen opererar BMW anläggningen med en 6 kW CO₂-laser från Trumpf, där remote-tekniken ger ett arbetsfält på 760x760x200 mm. Dessutom använder man sig av ett processövervakningssystem som bygger på återreflekterat laserljus. Arbetsavståndet eller fokallängden är cirka 1.5 m och fokalpunkten på arbetsstycket är ≤0.6 mm i diameter. Ompositioneringshastigheten sades ligga på runt 700 m/min. Precis som vid den tidigare mellanbrädeapplikationen väljer BMW att prägla den ena detaljen i de områden där stegsvetsarna appliceras, så att man kan svetsa i präglingens radie och få en effektiv zinkavgasning [Figur 11]. I balkens främre fläns svetsas 30 stycken stegsvetsar vilka samtliga är orienterade tvärs flänsen. I den bakre flänsen sitter 10 stegsvetsar, 8 positionerade tvärs flänsen och 2 parallellt med densamma. Anledningen till det färre antalet svetsar i bakkanten är att denna fläns färdigsvetsas i och med att taket monteras.

Då detaljen är cirka 900 mm lång kräver detta att fixturen indexerar en gång så att man håller sig inom



Figur 11. Detalj som visar den i fixturen integrerade skyddsgastillförseln; ett utloppsmunestycke per stegsvets.



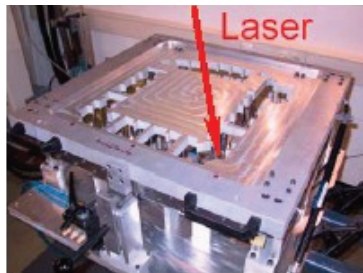
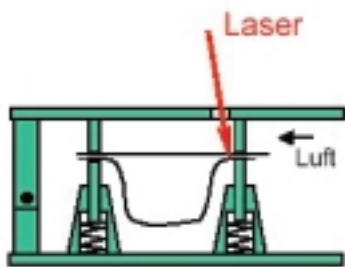
scanneroptikens arbetsfält. Detta medför att cykeltiden blir 43 sekunder varav svetsningen utgör 26 sekunder, vilket föranledde Herrn Bernhard att kommentera att flaskhalsen vid remote-svetsning är dylika ompositioneringsövningar samt in- och urladdning av detaljerna i svetscellen.

Det företag som har längst erfarenhet av remote-tekniken är faktiskt Fiat. Under ett antal år har man hållit på att utvärdera Comaus AgiLaser, och idag kan man visa på ett imponerande sortiment av sidodörrar till olika modeller som sammansvetsas med RLW. Fabrizio Bentini från CRF (Centro Ricerche Fiat) och dess applikationscenter i Orbassano (TO) redogjorde bl.a. för de senaste tillskotten i raden, vilka är de två MPV-modellerna (Multi Purpose Vehicle) Fiat Idea och Lancia Musa, vilka tillverkas i Fiats Mirafiore-fabrik. Uppläggget är i två steg, där man i det första svetsar en bältbalk, en sidokrockbalk samt dörrbågen till sidodörrens innerstruktur, vilken f.ö. är ett laserskarvat ämne. I station nummer två sker merparten av svetsningen då ytterplåten fästs till innerstrukturen med ett trettiotal stegsvetsar. Man svetsar i det område där ytterplåten är falsad runt innestrukturen, och kontrollerar penetrationen med hjälp av laserparametrarna så att man endast svetsar genom två plåttjocklekar och inte får någon inbränning i den del som är en synlig ytteryta [Figur 12]. I dörrarnas underdel har man en något annorlunda lösning för att undvika korrosionsproblem. Här falsas inte ytterplåten utan fogen är en horisontellt orienterad överlappsfog. Viktigt har också varit att förlägga lasersvetsarna på behörigt avstånd från det semi-strukturella lim som appliceras i bältlist- och dörrbågeområdet.

Var och en av stationerna är försedd med en AgiLaser med CO₂-källa och cykeltiden sades ligga på 100 sekunder. Andra remote-svetsade sidodörrar inom Fiat-koncernen är Alfa Romeo 156 (Pomigliano-fabriken) och Fiat Ducato (Sevel-fabriken). Dessutom kommer man att i Melfi-fabriken starta produktionen av en ny Fiat B-Class modell där RLW skall användas vid sammansättningen av sidodörrsstrukturen. Herr Bentini menade på att det är just den här typen av "stand-



Figur 12. Omfattningen av remote-svetsning av sidodörrarna till nya modellerna Fiat Idea och Lancia Musa.



Figur 13. Principutformningen för en fixtur med fjäderbelastade tryckpinnar i underverktyget, samt till höger en dylik fixtur för remote-svetsning av sidodörrar.

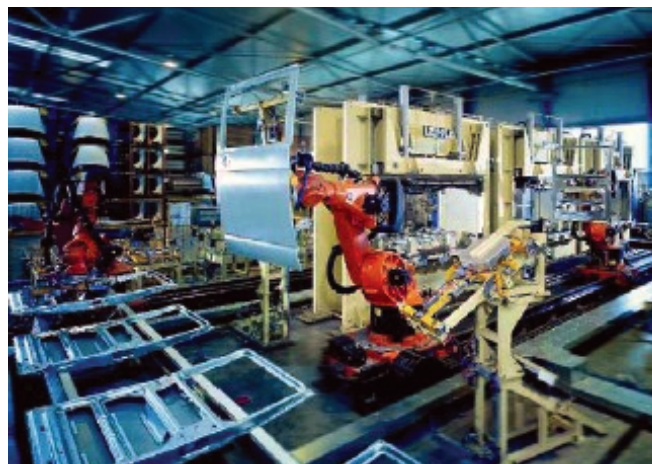
alone"-applikationer, typ dörrar, som lämpar sig väl för remote-svetsning.

Näste talare var Herrn Ringner från Rofin Sinar som informerade oss om att man idag kan erbjuda sina beryktade slablasrar med effekter mellan 1-6 kW. Denna typ av CO₂-laser ger en utmärkt strålkvalitet och är därför synnerligen lämplig vid remote-svetsning. Rofin erbjuder i dag kompletta system med integrerad scannerbox för RWS. Som lämpliga karosapplikationer såg han detaljer med en viss begränsad storlek såsom dörrar, motorhuvar och delar av karossgolv. Eftersom presentationen gjordes tillsammans med Herrn Rauschdorf från Lärple kom mycket att handla om fixturutformning vid remote-svetsning. Man visade bl.a. på en egenutvecklad fixtur för sidodörrar med fasta tryckpinnar i öververktyget och fjäderbelastade sådana i fixturens undre halva [Figur 13]. Vidare påpekades att det är viktigt att vid den geometriska utformningen av såväl fixtur som detalj skapa ett lämpligt utrymme för skyddsgastillförsel. I nämnda fixtur hade man svetsat sidodörrar i obelagt stål, tjocklek 0.6 till 1.5 mm. 56 stycken 15 mm långa svetsar hade utförts på 22 sekunder med en 5 kW CO₂-laser och en fokallängd på 1,400 mm. Man hade till dags dato producerat 270,000 detaljer vilket motsvarar ungefär 270 km lasersvets.

Därpå fick Herrn Ringner några frågor rörande underhåll vid dylik volymproduktion. Han påstod att en scanner-spegel håller i 12 månader, men att det under drift krävs någon form av "cross-jet" för att hålla den ren. I detta sammanhang visade han också på en form av nyutvecklad

automatisk rengöring av fokuseringsspeglarna. Slutligen sade han att målet vid remote-svetsning är att ha 90% "on-time" för lasern, men att man idag ligger på mera blygsamma 68%. Presentationen avslutades av Herrn Rauschdorf som beskrev ett praktikfall som handlade om tillverkning av skjutdörrar till transportfordon (Teublitz-fabriken) [Figur 14]. Dessa tillverkas i tvåskift med en taktid av 120 sekunder per dörr. Dörrgeometrin har en inkonstruerad spalt för zinkavgasning då innerdetaljen är elförzinkad och ytterdetaljen varmförzinkad. Man har hittills producerat 36,500 enheter vilket representerar cirka 730,000 stegsvetsar med en sammanlagd längd på 12,4 km. Maximal lasereffekt är 4 kW, men man kan momentant skapa pulser på 8 kW under 0.5 ms. Tillgängligheten hos lasern sades ligga på 99%.

Så var det till sist dags för "Mr. AgiLaser", Robert Menin från Comau, att presentera företagets lyckosamma koncept. Man arbetar i ett gantry-system, men tack vare att scanninghuvudet kan vridas kring tre axlar skapar man möjlighet till verklig tredimensionell bearbetning. Arbetsvolymen är så pass stor som 4.5¥2.5¥1 m [Figur 15]. Positioneringsnoggrannheten med en AgiLaser är inom 0.2 mm och repeteringsnoggrannheten 0.1 mm. Vanligtvis har man en 3.5 kW CO₂-slablasar från Rofin Sinar (DC035) som laserälla, vilken ger en fokal-



Figur 14. Interiörbilder från Teublitz-fabriken för volymproduktion av skjutdörrar till transportfordon. En 4 kW laserälla används för remote-svetsning och cykeltiden ligger på 120 sekunder per dörr.

punktsstorlek som är mindre än 0.4 mm i diameter vid 1 meters fokallängd. Mr. Menin visade på följande imponerande referenslista vad gäller installerade AgiLaser-system i bilindustrin:

Företag	Fabrik	Projekt	Applikation
Fiat	Mirafiore, Italien	350 BMPVI	Främre sidodörrar
Fiat	Mirafiore, Italien	350 BMPVI	Bakre sidodörrar
Stola	Pomigliani, Italien	9392	Främre/Bakre sidodörrar
Renault	Novo Mesto, Slovenien	C653	Främre sidodörrar
Fiat	Melfi, Italien	1994	Främre sidodörrar 3P
Fiat	Melfi, Italien	1994	Främre sidodörrar 5P
Fiat	Melfi, Italien	1994	Bakre sidodörrar 5P
Sevel	Val di Sangro, Italien	X2505	Främre sidodörrar
Renault	Sandouville, Frankrike	X916	Främre sidodörrar
Renault	Sandouville, Frankrike	X916	Bakre sidodörrar

1) Fiat Idea och Lancia Musa
2) Nya AlfaRomeo 156
3) Nya Renault Clio 3-dörrars
4) Nya Fiat Punto
5) Nya Fiat Ducato
6) Nya Renault VelSatis



Figur 15. Comaus imponerande AgiLaser med möjlighet till tredimensionell bearbetning vid remote-operationer.

Den tekniska tillgängligheten i en AgiLaser-station ligger enligt Mr. Menin på mellan 97-100%, och oftast hänförs sig bortfallet till problem med t.ex. säkerhetsdörrar och rotationsbord för in- och urmatning av detaljer. Ytterst sällan har det skett produktionsavbrott som knutnat relateras till laserkällan eller scanner-enheten. De flesta ovan nämnda installationerna drivs i treskift, fem dagar i veckan.

Comau har också börjat titta på remote-svetsning med Nd:YAG-laser och här refererade Mr. Menin till det för något år sedan avslutade europaprojektet "RemoWeld" där Comau medverkade som en synnerligen aktiv partner. Det koncept som Comau valt är snarlikt KUKAs robot PFO-lösning och har en diodpumpad DY044 från Rofin Sinar som laserkälla.

Sammanfattningsvis kan man säga att när nu några av de större biltillverkarna tycks ha tagit remote-tekniken till sina hjärtan kommer vi att få se en ökande tillväxt av applikationer under de kommande åren. Tekniken är

som sagt lämpligast för sammansättning av vad vi i branschen kallar delsammansättningar eller leveransenheter, såsom dörrar, bakluckor, sidobalkar och stolpar. Dessa har en sådan storlek att de lämpar sig väl för det arbetsfönster som ett RWS-system erbjuder. Produktionssupplägget för dylika detaljer kräver avancerade fixturer oavsett vilken svetsmetod man använder och därmed löser man en av remote-teknikens akilleshälar. Skyddsgastillförsel integrerad i en sådan typbunden fixtur tycks vara en tilltalande lösning bland biltillverkarna. De exempel på scanner-svetsning (med scanning-optik monterad på en robotarm) som visades upp under presentationerna erbjuder självklart en flexiblare lösning med bättre åtkomst, men här accentueras problemen med fixering och skyddsgas. Dessutom krävs hög strålkvalitet och fiberdistribution, vilket indikerar förhållandevis dyra laserkällor såsom disk- eller fiberlasrar. Därför tror jag personligen på en mindre tillväxt av dessa system, och remote-svetsning på kompletta karosser ligger fortfarande långt i framtiden. Ett intressant användningsområde, som vi på Volvo själva kommer att titta närmare på, är att använda robotburen scanner-svetsning i "framing"-stationen där vi "gifter" samman golv, sidor och tak. I denna station är åtkomsten för svetsstänger begränsad på grund av komplexa och skrymmande spännfixturer, varför svetsning med scanneroptiken en meter från arbetsstycket blir tilltalande. Detta utvecklingsprojekt genomför vi tillsammans med KUKA och Trumpf, och jag lär väl få anledning att återkomma i ärendet längre fram!

Redaktörens reflektioner

Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Tro det eller ej men nu har den 10:e NOLAMP konferensen hållits. Vem kunde tro att NOLAMP skulle bli så långlivad när vi mera på kul drog igång detta evenemang 1987 med den första träffen i Oslo? NOLAMP är den nordiska laserkonferensen som hålls vartannat år och som cirkulerar mellan de nordiska länderna. Denna gång var det Sveriges tur (tredje gången) och för andra gången hade vi på LTU, som arrangerar den svenska NOLAMP, valt att lägga konferensen i Piteå.

Den starke kraften bakom NOLAMP var Bernt Thorstensen, då forskningsledare på SI, Senter for Industriforskning i Oslo. SI hade då köpt en 10 kW CO₂-laser från United Technologies och var störst i Norden i lasereffekt. Bernt hade också lyckats etablera ett starkt forskningsgång med många unga och duktiga medarbetare. Det var en hel del diskussioner om namnet NOLAMP för i Japan gick en konferens som hette LAMP och att kalla vår konferens för NOLAMP lät mycket negativt i mångas öron. Associationerna till "inget ljus" och dylika tolkningar var uppenbara. Men Bernt var stark och NOLAMP blev namnet. Redan då var den nordiska förbrödringen påtaglig, vilket yttrade sig på många sätt. Bernt hade bl.a. problem med SIs representationsbestämmelser så vi fick order att handla så mycket tax-free varor vi kunde på flyget över till

Norge. Så tack vare en massiv nordisk insats blev konferensbanketten en minnesvärd tillställning.

"Det finns ju så många goda exempel på lyckade lasertillämpningar som väntar på att berättas".

Och NOLAMP håller stilen. Fortfarande ligger antalet föredrag i nivån 40 stycken med en hel del bidrag från industrin. Men det kunde vara ännu större industrideltagande. Det finns ju så många goda exempel på lyckade lasertillämpningar som väntar på att berättas. Visst, invänder ni, men vi har inte tid och vi berättar inte gärna om våra resultat. Men detta främjar inte lasertekniken. Det visar sig också att företag som är öppna ofta tjänar igen mångfalt på den kunskap man delar med sig av. Den som ger får alltid något tillbaka!

Om två år går NOLAMP i Finland. Det vore trevligt om vi kunde matcha den finländska anstormningen inom laserteknik med många svenska deltagare och föredrag. Så fatta pennan och berätta! Vi syns i Lappeenranta i augusti 2007. För Ni väntar väl inte till 2013 då NOLAMP återkommer till Sverige?



Maskinab Teknik AB – Ny medlem i Lasergruppen

Av Berit Hildén, Maskinab Teknik AB

I Plåt & Teknikstaden Alingsås startade Maskinab Teknik AB 1991. Sedan starten har Maskinab strävat efter att hitta leverantörer av produkter som kan vara till praktisk och ekonomisk nytta för den svenska tunnplåtindustrin. Verksamheten började med försäljning av kantpressverktyg, stansverktyg och presslinier med pressar, hasplar och riktverk. Redan 1993 började Maskinab leverera Haeger monteringspressar för rationell fastsättning av fästelement, med automatisk matning av pressmutter, skruv mm.

Efter flera års efterforskningar hittade vi 1999 en leverantör av linser för CO₂ lasrar som motsvarade våra krav på bra kvalitet till rimliga priser. Redan 2001 intro-

ducerade vi Black Magic som fortfarande är den enda linsen som tillverkas helt utan tillsats av radioaktivt material. Denna lins har dessutom en mycket hård yta som ger längre varaktighet vilket också gör perioderna mellan rengöring längre. Detta spar både tid och pengar. Med facit i hand kan vi glädja oss med att ha bidragit till en halvering av kostnaden för linser och tillbehör för svenska användare av CO₂ lasermaskiner.

Maskinab säljer nu även Comet effektmätare som på ett enkelt sätt mäter effekten efter linsen för lasereffekter mellan 1 – 10 kW.

Välkommen till vår hemsida www.maskinab.se för att se vårt kompletta sortiment.

MASKINAB Teknik AB

Tel. 0322-63 36 35 Fax 0322-63 45 88

When tools have to be repaired faster, TRUMPF lasers come up trumps. Because they repair your moulds immediately and at low cost. With our lasers long downtime or expensive new products are a thing of the past. The laser welding is long-lasting, resistant to wear and tear and needs only minimal finishing. And the properties of tools repaired with lasers are comparable to those of new ones. So, if you want to save time and money, speak to us. TRUMPF Maskin AB, Box 606, S-441 17 Ålingsås, Tel: +46 322 66 97 00, Fax -10, Internet www.se.trumpf.com



If you want your moulds repaired faster,
use our lasers.

Laser:TRUMPF.



KONFERENSER och MÄSSOR

Oktober

13 Laserdag II
Esab AB, Göteborg
Per Westerhult

31-3/11 ICALEO
Miami, Florida

November

17 Workshop – Lasersvetsning
Gnosjö
Per Westerhult

22-24 Laserhybridsvetsning, workshop för ökad produktivitet
Luleå
Alexander Kaplan

30-1/12 Laserskärteknik, workshop för operatörer
Luleå
Greger Wiklund

December

LaserNytt 3/2005
Hans Engström

2006

Februari

1-2 EWF Specialkurs i Lasersvetsning, del 1 (del 2 i mars och del 3 i maj)
Luleå
Alexander Kaplan

Mars

Laserseminarium "Konstruera för Laser"
Per Westerhult

Maj

11 Laserdag I/Lasergruppens årsmöte
Ferruform AB, Luleå
Per Westerhult

LaserNytt 1/2006
Hans Engström

Nya laserutbildningar

Hårdare konkurrens kräver ökad kunskap! Så ta gärna del av erbjudandet att delta i nya utbildningar inom laserteknik som utvecklats inom proDesign – ett utbildningsprogram för den tillverkande industrin i Sverige. Utbildningarna ges av Luleå tekniska universitet.

- 17/10 Lasersvetsning - seminarium inriktat mot konstruktionsteknik, Gnosjö
I samarbete med Lasergruppen inom Teknikföretagen
- 22-24/11 Laserhybridsvetsning, Luleå
Framtidens svetsmetod är här! En workshop under tre dagar där du lär dig de teoretiska och praktiska grunderna i laserhybridsvetsning med både CO₂- och Nd:YAG-laser.
- 30/11-1/12 Laserskärteknik för operatörer, Luleå
Utveckla dina skärkunskaper och utnyttja dyrbara laserskärmaskiner bättre. Kunskap om laserskärprocessen och parametrarnas inverkan på skärresultatet är nödvändigt för att optimera process och effektivitet.
Workshop under två dagar där du utvecklar dina teoretiska och praktiska skärkunskaper.

2006

EWF Specialkurs i Lasersvetsning.

Ny omgång av Sveriges mest omfattande lasersvetskurs för yrkesverksamma!

Kursen omfattar totalt 75 timmar och ger Dig goda teoretiska och praktiska kunskaper om lasersvetsning, men även en överblick över andra laserbearbetningsmetoder. Den vänder sig till Dig som arbetar i job-shops, eller företag som har eller funderar på att använda lasersvetsning i produktionen. Den passar också konstruktörer, utvecklingsingenjörer och utbildare som vill skaffa sig kunskap om lasersvetssteknikens möjligheter för rationell och effektiv sammanfogning.

Kursen är av praktiska skäl delad i tre delar:

Del 1: 1-2 februari

Del 2: 21-23 mars

Del 3: 9-10 maj

EWF Specialkurs Lasersvetsning ges i samarbete med Svetskommissionen.

Hans Engström, 0920-49 12 69 vet mera!
hans.engstrom@ltu.se