

LASER

3-05 *nytt*



**Claes Magnusson
– hedersmedlem i Lasergruppen**

- Vital laserforskning och nordisk förbrödning ■ EMO 2005
- Schweissen und Schneiden 2005 – högre lasereffekt och robotisering
- Mikrobearbetning med laser – en snabb överblick ■ Rapport EALA
- En perfekt strålkälla för Mikrobearbetning ■ Tankar från styrelsen



CEPA Laserteknik AB blir VILAS

Ägarförhållanden i företaget har ändrats och i samband med detta ändrar vi företagsnamnet till Väsman Invest Laserteknik AB, i dagligt tal kallat VILAS. Det innebär att företaget fått ett nytt utseende, ny webbplats och nya epostadresser. Gå in på www.vilas.se för närmare information. Namnbytet gäller endast Ceba Laserteknik AB.

VILAS - precision i nytt ljus

www.vilas.se

Väsman Invest Laserteknik AB

LUDVIKA | Svetsarevägen 1 | 771 42 Ludvika | Telefon växel: 0240 - 131 70 | Fax: 0240 - 131 90

LUND | Bondevägen 8 | 227 64 Lund | Telefon växel: 046 - 19 07 00 | Fax: 046 - 13 12 20



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

- 3 Claes Magnusson – hedersmedlem i Lasergruppen
- 4 Tankar från styrelsen
- 5 Vital laserforskning och nordisk förbrödning
- 9 EMO 2005 – flera axlar ökar produktiviteten
- 15 Schweissen und Schneiden 2005 – högre lasereffekter och robotisering
- 20 Mikrobearbetning med laser – en snabb överblick
- 24 En perfekt strålkälla för Mikrobearbetning
- 26 Sammanfattning av "Die Elefantenrunde" vid 2005 års EALA-konferens
- 31 Rapport från 6th European Automotive Laser Application Conference
- 35 Rapport från 6th European Automotive Laser Application Conference – lite efterskörd från konferensen
- 40 Konferenser och Mässor

Claes Magnusson – hedersmedlem i Lasergruppen

Lasergruppen har utsett professor Claes Magnusson till hedersmedlem i Lasergruppen. Claes var en av initiativtagarna till att bilda Lasergruppen i slutet av 1980-talet och var där forskningsansvarig under de första åren gruppen var verksam.

Claes har aktivt arbetat med laserbearbetningsteknik som professor vid avdelningen för Bearbetningsteknik vid Luleå tekniska universitet i mer än 15 år och har varit en stor laserentusiast och pådrivare för att introducera lasertekniken i svensk industri.

Under Claes ledning har också sex tekniska doktorer examinerats i laserteknik.



Professor Claes Magnusson är hedersmedlem i Lasergruppen.

Tankar från styrelsen

Hur Sokrates kunde ha funderat om potentiella lasertillämpningar

Av Sokrates, Aten – fritt tolkad av Alexander Kaplan,
Luleå tekniska universitet

Visst har vi alla lärt oss bra:

- Tillverkningsteknik A är billigare än B
- Den nya konstruktionsidén kan inte tillverkas med A, bara med B
- A fungerar bra, det blir en för stor förändring att byta till B
- osv.

Visst har vi alla lärt oss bra att så småningom på ett rationellt sätt reda ut hur att konstruera och producera mest lönsamt.

- Hur bedömer jag B? På grund av genomtänkt underlag eller rykte?
- Varför har jag inget genomtänkt underlag? Finns sådant inte? Eller hade jag tidsbrist?
- Hur bedömer mina kolleger tillverkningsteknik B?
- Går det enkelt att "sabotera" visionen B från person C bara genom att person D i företaget är emot?
- Varför är D emot? Underlag, rykten, känslor, konservativ tänkande, egna visioner, negativ erfarenhet, negativ kemi mellan D och C, ansvar för konsekvenser, på dåligt humör idag för att D missade fiket, etc.? Är jag C – eller ibland D?
- Vill beslutfattare E ha sådan bedömningsprocess?
- Är E medveten om det?
- Blir allt nu plötslig för komplext?
- Och hur dyrt är det långsiktigt att ha missat den konkurrensfördel som B innebär – egentligen bara för att allt blev för komplext och personberoende?

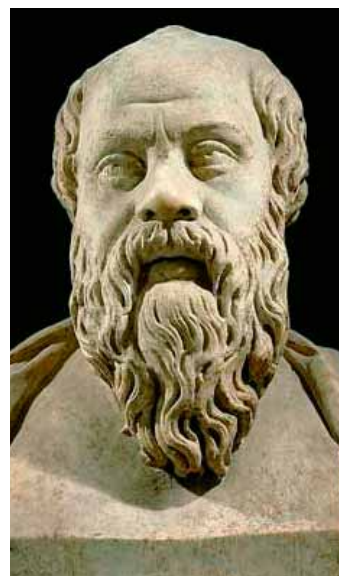
Frågor över frågor...

En "utmärkelse" hos den unika och geniala grekiska filosof Sokrates (468–399 BC) var hans kommunikationsmetod att så småningom leda sin samtalspartner till den rätta slutsatsen

genom att på varje svar komma med en nästa, välgrundad fråga. Hans samtalspartner blev aldrig arg, bara förvånad vart hans perspektiv hamnade genom denna dialog.

Hur kunde Sokrates ha lett en företagsintern dialog om teknik B?

N.B.: Associationen att B är laserbearbetning är tillfällig och inte avsiktlig av författaren ...



Sokrates.



Alexander Kaplan, Luleå tekniska universitet.

NOLAMP 10:

Vital laserforskning och nordisk förbrödning

Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Den nordiska laserforskningen är fortfarande stark och vital. Detta visade den 10:e Nordic Laser Materials Processing Conference, som är mera känd under sin akronym; NOLAMP. Under tre dagar i augusti gavs hela 41 presentationer och trenden från tidigare år håller i sig; det är laserhybridsvetsning som fortfarande är hetast inom laserforskningen.

Denna gång arrangerades NOLAMP av Luleå tekniska universitet som nu höll i värdskapet för 3:e gången sedan konferensen startade 1987. Vi hade valt att lägga NOLAMP 10 på Pite Havsbad som har en förträfflig konferensanläggning i naturskön miljö vid en härlig och lång sandstrand vid Bottenviken.

NOLAMP är en trevlig tillställning och mötesplats för den nordiska laserfamiljen där man träffar gamla vänner och kollegor och där också unga forskare får tillfälle att visa upp sig själva och sina arbeten. Så nordisk förbrödning är en viktig del av NOLAMP. Vad kan då vara bättre än att börja med lite avkopplande golf, så vi bjöd in

till en inofficiell match på Havsbadets utmanande 9-håls korthålsbana och minigolfspel för de som ville känna sig på säkrare mark och slippa leta bollar i vattenhindren. Det är bara att konstatera, laserforskare har bollsinn, och speciellt vissa av de danska har en

utomordentlig känsla för hur man ska hantera en golfboll. Från att ha varit fullständiga noviser så ökande träffsäkerheten stadigt och vid slutet av rundan så var det mera träff än luftsvingar.

Hur gick då den inofficiella matchen om vilket land som hade flesta bidrag till NOLAMP? Jo, det är en stor favör att ha hemmamatch så Sverige segrade med 19 bidrag, men Finland bjöd på starkt motstånd med 12 bidrag (kunde ha varit 13 men en deltagare backad ur i sista minuten), Danmark hade heder samma 6 presentationer medan Norge tyvärr inte hade någon. Dessutom fanns 4 bidrag från andra europeiska länder.

Industrin hade hela 11 presentationer vilket var mycket glädjande. Likaså att NOLAMP lockade 58 deltagare, vilket är i god nivå med tidigare konferenser.

Flest bidrag inom hybridsvetsning

Hybridsvetsning är fortfarande mest intressant för de nordiska forskarna och vi ägnade en hel förmiddag till de nio föredragen; ytbehandling har av tradition varit ett

stort område och håller fortfarande stilen för här gavs 7 presentationer. Därefter följer svetsning med 6 stycken, mikrobearbetning 4 stycken, skärning och rengöring 3 stycken och modellering och fundamentala studier 3 stycken. "Automotive" har också en stark ställning genom Johnny Larsson, Volvo Personvagnar, som förutom ett intressant "key-note speech" även berättade om två andra intressanta arbeten.

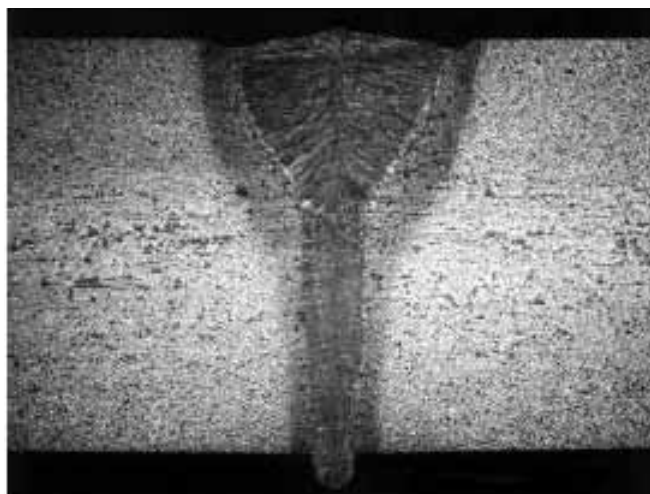
Laserhybridsvetsningen utvecklas kraftigt och metoden förutspås av



NOLAMP 10 lockade 58 deltagare till Pite Havsbad där konferensen hölls i trevlig atmosfär.



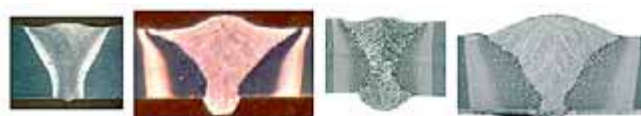
Än kan "gamla" professorer lära. T.h. en stilstudie på Flemming Olsen, Danmarks Tekniske Universitet, som under en 9-håls runda på Havsbadets korthålsbana gick från fullständig golfnovis till en glad golfare. T.v. Steen Erik Nielsen, FORCE Technology, är en intresserad nybörjare med goda framtidsutsikter



Tvärsnitt i 15 mm tjock laserhybridsvetsat stål, 3-S355, med 0,8 mm spalt.

många att bli framtidens svetsmetod. Jens Kristensen, FORCE technology, visade att man kan få utmärkta svetsresultat i 12 och 15 mm stål med spalter upp till 1 mm. Men för att få full penetration i 15 mm plåt vid noll-spalt måste man använda en V-fog med 8 graders öppning och en bred rotnäsa. Problemet med steltningspipes (solidification flaws) som ofta uppstår vid lasersvetsning i tjockt material förekommer även vid laserhybridsvetsning, men man tror att tekniken att ta fram säkra parameterfönster som utvecklats för lasersvetsning, även kan användas för laserhybridsvetsning.

Laserhybridsvetsning är en komplicerad process med många parametrar och man förstår inte ännu fullt ut hur laserstråle och ljusbågen samverkar. Men man kan läsa

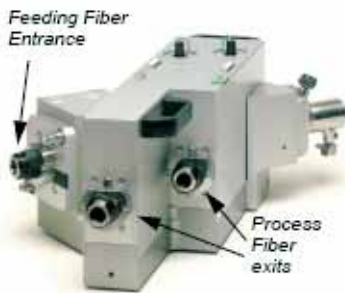


Svetstvärsnitt i 6 mm Weldom 900: a. Laser-MAG, b. Tandem MAG, c. Rapid Arc, d. MAG (referens)

sig mycket genom att visuellt observera processen som Anna Fellman, Lappeenranta University of Technology, har gjort genom att använda höghastighetskamera och belysning med diodlaserljus. Hennes studier visar bl.a. att det fortfarande är viktigt att vara noggrann när man positionerar laser och MAG-process trots att metoden är mindre känslig än ren lasersvetsning.

Laserhybridsvetsning står sig också bra jämfört med andra moderna svetsmetoder visade Klas Nilsson, Luleå tekniska universitet, som i ett svenskt samarbetsprojekt med bl.a. KIMAB har jämfört laserhybridsvetsning med tandemsvetsning och Rapid Arc. För vanlig stumsfogs-vetsning i 6 mm material bedöms laserhybridsvetsning bäst genom att den har högsta svetshastighet och minsta värmetillförsel och där de statiska, mekaniska egenskaperna för svetsarna är likartade för alla metoder. Laser och Rapid Arc behöver inte rotnäsa vilket är en stor fördel. För 6 mm kälfgas så är tandemsvetsning snabbare än laser, 1,5 m/min mot 1,0 m/min, men ger högre värmetillförsel, 1,1 kJ/mm mot 0,43 kJ/mm, men endast lasersvetsning ger full penetration. Man nådde svetskvalitet B för samtliga metoder.

Slutsatsen från dessa och de övriga presentationerna



Två vägs fiber till fiber koppling med en matningsfiber och två processfibrer.

om laserhybridsvetsning är att det är en högproduktiv svetsmetod och att den har stor potential inom många branscher.

Med högproduktiv menar jag förmågan att sammanfoga material med hög hastighet, liten mängd tillsatsmaterial och låg värmetillförsel och inte som är vanligt i konventionella svetskretsar att man stirrar sig blind på hur mycket tillsatsmaterial man kan tillföra, vilket egentligen är ett rent slöseri!

Fiber till fiber koppling med små förluster

Optiska fibrer används sedan lång tid standardmässigt för att överföra laserstrålen från laser till arbetsstycke. Fiber till fiber kopplingar är också standard i dag, berättade Sven-Olof Roos, Optoskand AB. Resultat från mätningar som han har gjort visar att man kan använda fiber till fiber koppling med totala förluster som är mindre än 5 % och med en ökning av strålparameterprodukten på 10–20 %. För industriellt bruk finns sedan juni 2005 en 6-vägs strål-switch installerad.

Upptäck svetsfel innan de uppträder

Lasersvetsning är en metod som normalt är mycket tillförlitlig och den används som bekant i många krävande tillämpningar med höga kvalitetskrav. Men trots den höga tillförlitligheten kan det finnas anledning att installera system som övervakar svetsprocessen och som kan ge information och larm om något onormalt händer med svetsprocessen.

Anna Fellman, Lappeenranta University of Technology har tittat på hur fotodiod signaler från ett vanligt använt övervakningssystem från Precitec KG kan användas vid svetsövervakning. Hon konstaterar, att genom att detektera plasma och temperatur, att det är möjligt att se om parametrar som svets hastighet, lasereffekt, strålens position i förhållande till fogen mm förändras under svetsprocessen. Anna menar därmed att det faktiskt är möjligt att upptäcka dessa förändringar i parametrarna innan de orsakar några svetsdefekter. Därmed blir det möjligt att stanna processen eller att justera parametrarna under svetsningen.

Mycket tid och pengar kan sparas med dessa system

genom att man kan minska den manuella svetskontrollen avslutade Anna Fällman.

Använd skyddsgas

Svetsning med eller utan skyddsgas är en intressant fråga, speciellt när tekniken med fjärrlasersvetsning (remote welding) utvecklas genom robotburna scannerhuvuden och nya lasrar som skiv- och fiberlaser med hög strålkvalitet introduceras. Mark Faerber, Linde Gas har tittat på frågan och konstaterar att syre vid svetsstället påverkar ytspänningen och leder till oxidation och man kan också få svetsfel som kan initiera sprickbildning, speciellt vid utmattningspåkända konstruktioner.

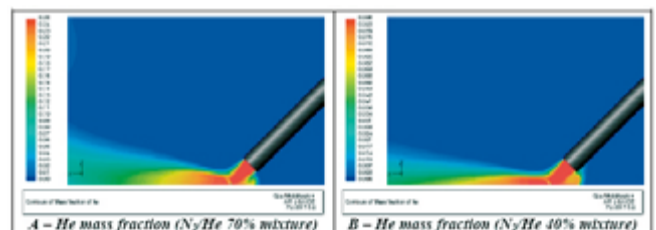
Nitrogen tas upp i svetsgodset om det finns närvarande vid svetsstället och upptaget är betydligt större för CO₂- än för Nd:YAG-lasersvetsning, troligen beroende på att plasma temperaturen är betydligt högre vid CO₂-lasersvetsning. Nitrogen i svetsgodset ökar hårdheten och minskar formbarheten.

Mark Faerbers slutsatser är att oxygen och nitrogen ska uteslutas vid svetsning med CO₂-laser. Vid Nd:YAG-lasersvetsning ska också oxygen uteslutas. Alltså använd skyddsgas! Som skyddsgas rekommenderar Mark helium för CO₂-laser och argon eller nitrogen för Nd:YAG-laser. Dessutom påpekar Mark Faerber att om man använder s.k sidoblås vid svetsningen så ska man ha stor diameter (ca 10 mm) på munstycket och ett flöde på minst 25 l/min för att utesluta luft från svetsstället.

Även K.Chouf, Air Liquide, har tittat på skyddsgassituationen när man använder sidoblås. Hans visade genom simulering att tillsats av nitrogen till helium hjälper till att transportera bort luft från svetsstället. Samma verkan förutses också om argon blandas till helium. Genom att använda ett speciellt utformat skyddsgasmunstycke som delvis omsluter svetsstället kan man också öka skyddsfaktorn.

1000 m/min skärhastighet

Skärning av papper med laser har pågått sedan 1970-talet men fortfarande så är antalet tillämpningar få i industriellt bruk. Men i Finland vet man att det är en



Tillsats av nitrogen ökar mängden helium vid svetsstället enligt K. Chouf, Air Liquide.



Besök vid Storforsen var en uppskattad upplevelse för många deltagare.

utmärkt teknik och man arbetar målmedvetet på att kunna utnyttja laserns fördelar. Heidi Malmberg, Lappeenranta University of Technology arbetar med att skära belagd kartong (250g/m^2) med CO_2 -laser. Hennes slutsatser är att kartong belagd med ett ytskikt av mineral t.ex. CaCO_3 eller lerpigment går utmärkt att skära om lasereffekten är i nivån 900-100 W. Detta ger skärhastigheter på 850-1000 m/min, vilket är tillfredsställande för industrin. Men högre effekter ger inte högre skärhastigheter, utan i stället minskar den samtidigt som skärnsnittet blir bredare. Troligen beror detta på att CaCO_3 spjälkas till CaO och CO_2 vilket är en endotermisk reaktion som kan förbruka energi från laserstrålen. CO_2 har ju också en förmåga att absorbera CO_2 -laser strålning, vilket också kan påverka situationen.

Gott och blandat från industrin

Förutom de tre föredragen från Johnny Larsson, Volvo Personvagnar, som speglade utvecklingen inom fordonindustrin, så bjöd Tore Salmi, Permanova Lasersystem på tre föredrag om utrustning och system som de tillverkar och säljer. Hubert Wilbs, Trumpf Maskin AB berättade om trender och state-of-the art inom laserskärning och R. Laitinen, Rautaruukki Oy, presenterade ett välgjort arbete om hybridsvetsning av ultrahöghållfast stål.

Förbrödring vid Storforsen

Som sagt, NOLAMP är inte bara teknik och vetenskap utan den sociala förbrödringen och utbytet är också ett inslag i evenemanget. Så när vi nu var i Norrbottens kustland vad kunde då vara bättre än att visa den kanske största naturbegivenheten i området, Storforsen. Det är en magnifik 8 km lång fors som faller totalt 80 m, men ca 60 meter av fallhöjden finns under sista delen där forsen kastar sig utför bergssidan. För att flottningen i forsen skulle gå lättare så stängde man av en del av forsen och koncentrerade älven till ena sidan. Det gör att man



kan gå torrskodd i den torrslagda delen. I anslutning till forsen har man anlagt ett skogsbruksmuseum som visar miljöer från en svunnen tid, som dock fortfarande fanns kvar så sent som under 1950-talet. Vår kunnige guide lärde oss bl.a. hur man gör tjära i en traditionell tjärda.



Konferensmiddagen blev också en trevlig tillställning där Åsa Persson, Piteås svar på "Babben" Larsson, bjöd på sig själv i rollfiguren Belinda Bengtsson och annan glad underhållning.

Detta var bara ett litet axplock ur det välfyllda NOLAMP programmet 2005. Nordisk laserforskning håller fortfarande hög klass och det sker också mycket intressant utveckling inom industrin, vilket tillsammans speglar utvecklingen för teknologin. Det ger väl inte så stora odds när jag förutsäger att en del föredrag på kommande NOLAMP konferenser kommer att handla om hur vi kan använda skiv- och fiberlaser för svetsning.

Finland satsar hårt på laserteknologin och utvecklingen för tankarna till hur Tyskland satsade på laser under 80- och 90-talet. Vad passar då bättre än att NOLAMP 11 går i Lappeenranta, sydöstra Finlands metropol, i augusti 2007. Då får vi säkert se en massiv finsk laserdemonstration.

Du som är intresserad att ta del av hela NOLAMP 10 konferensen kan köpa ett Proceedings av "10th NOLAMP Conference". Kontakta då Karin Soini (karin.soini@ltu.se) så ordnar hon ett ex. av den 444-sidiga publikationen (ISBN 91-631-7228-3, Editor Alexander Kaplan).

Väl mött i Lappeenranta 2007!

EMO 2005 – flera axlar ökar produktiviteten

Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Prima Industries presenterade en världsnyhet på EMO i Hannover, Prima Synkrono, som är en helt ny skärmaskin. Den har ett innovativt, nytt skärhuvud med två inbyggda axlar som ger 6 g i acceleration och där rörelserna är synkroniserade med huvudaxlarna.

- Detta ger fantastiska prestanda, säger Thomas Hägglund, vd på Prima Scandinavia.

EMO, den stora europeiska mässan för verktygsmaskiner hölls detta år i Hannover, och man hade fyllt 17 hallar med allt i maskinväg. Lasermaskiner för alla processer fanns exponerade men satsningarna gick inte riktigt upp mot vad som normalt visas på BLECH, alltså specialmässan för plåtbearbetning. Dessutom gick ju världens största svetsmässa Schweissen und Schneider samtidigt i Essen (se artikel). Men trots det var det ändå en upplevelse att ta del av alla nyheter, som toppades av Primas nya Synkrono. Kan den bilda en ny klass av laserskrämaskiner i framtiden?

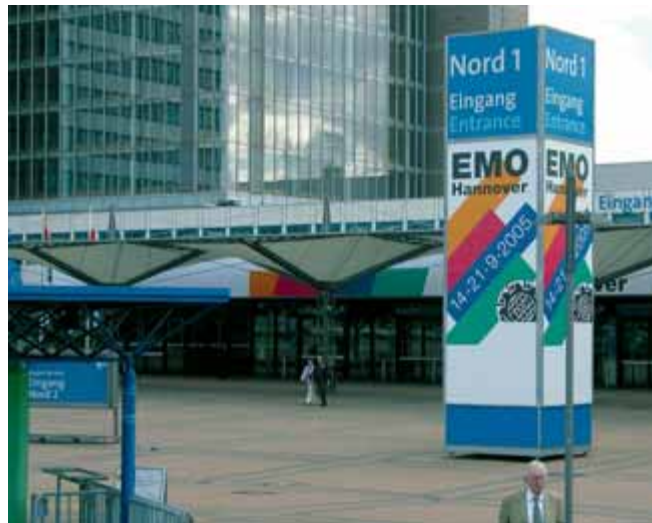
Ny 6 kW RF –exiterad CO₂-laser från Bystronic

Men låt oss börja med nya lasrar. Bystronic presenterade en världsnyhet; en helt ny 6 kW RF-exciterad CO₂-laser, ByLaser 6000.

– Den börjar säljas i mars 2006, berättar Johan Elster,



Johan Elster, vd vid Bystronic AB visar den nya RF-exciterade 6 kW CO₂-lasern. Den har bl.a. en egenutvecklad RF-enhet som inte innehåller sändarrör.



EMO 2005, den stora europeiska mässan för verktygsmaskiner hölls i år i Hannover.

vd Bystronic AB, som har tagit över försäljningen av Bystronics produkter från Pullmax, och därmed är all Bystronic verksamhet i Sverige koncentrerad till Stockholmsområdet.

Bystronic har hållit fast vid likströmsexiterade CO₂-lasrar, förutom en kort period mellan 1990 och 1993, då man också tillverkade RF-(växelström) exciterade lasrar. Men eftersom DC-lasrarna hade bättre verkningsgrad så blev detta den lasertyp man satsade på enligt Johan Elster.

– Men vi ser att RF-exitering ger vissa fördelar, bl.a. en mera stabil strålkvalitet och ökad optisk effekt per urladdningssträcka, vid dessa höga effektnivåer som är aktuella för ByLaser 6000.

ByLaser 6000 ger ett M² värde mellan 2.2 - 3 berättar utvecklingsingenjören som utvecklat lasern. Den har en egenutvecklad RF-enhet, som enligt Bystronic inte har sändarrör, vilka har en begränsad livslängd. Man har istället ett RF-aggregat som inte förslits med tiden i drift, vilket sparar mycket pengar eftersom sändarrören är dyrbara reservdelar.

RF-enheten har också 12% verkningsgrad vilket betecknas som hög av Bystronic. Stråldiametern är 18 mm och gasförbrukningen är 37 l/tim. Den totala effektförbrukningen är 75 kW vid 6 kW uteffekt. ByLaser 6000 kommer först att säljas tillsammans med ByStar-

maskinerna eftersom de är anpassade för tjockt material.

Under 2006 lanserar Bystronic en "hot line" för fjärrdiagnostik av sina lasrar. Med detta så kan Bystronics servicetekniker få tillgång till processrelaterade laserdata och statusen på delsystem och komponenter, vilket ger kortare tid att lösa serviceproblem hos laseranvändarna.

– Jag tror att sådana diagnosystem fungerar bra för övervakning där det finns PLC-system som t.ex. hos lagersystem, säger Johan Elster. Laserstatusen går också bra att övervaka men systemet klarar inte att tala om varför man får dålig skärkvalitet.

Bystronic visade också sin nya programvara för programmering, BySoft 6.6.2 där man har integrerat programvara för att beräkna plåtutbredning ur 3D-CAD filer. Dessutom finns en modul för programmering av bockning i Bystronics kantpressar. BySoft 6.6.2 är därmed en komplett "systemprogramvara" som ger snabb och rationell programmering av hela tillverkningssekvenser där laserskärning och bockning ingår.

– 2004 har varit ett fantastiskt år med starkt ökade försäljningssiffror, säger Martin Engel, försäljningsansvarig hos Bystronic.

Prima Sincrono – en världsnyhet

Det var med ganska stora förväntningar jag sökte upp Prima Industries monter för där skulle man enligt deras förhandsinformation få se en revolutionerande världsnyhet. Och man höll vad man lovade. I montern fanns en 5-axlig bäddlaser för planskärning och en del av det unika är att Prima har byggt in de två extra axlarna (u, v) i skärhuvudet. Man har alltså dubbla x- och y-axlar där de två axlarna i skärhuvudet har en acceleration på 6g. Deras rörelser synkroniseras med huvudaxlarna vilket gör att fyra axlar samtidigt är i rörelse för att generera skärkonturen.

– Huvudaxlarna i x och y kan röra sig med 100 m/min och med en acceleration på 1.2 g berättar Thomas Hägg-



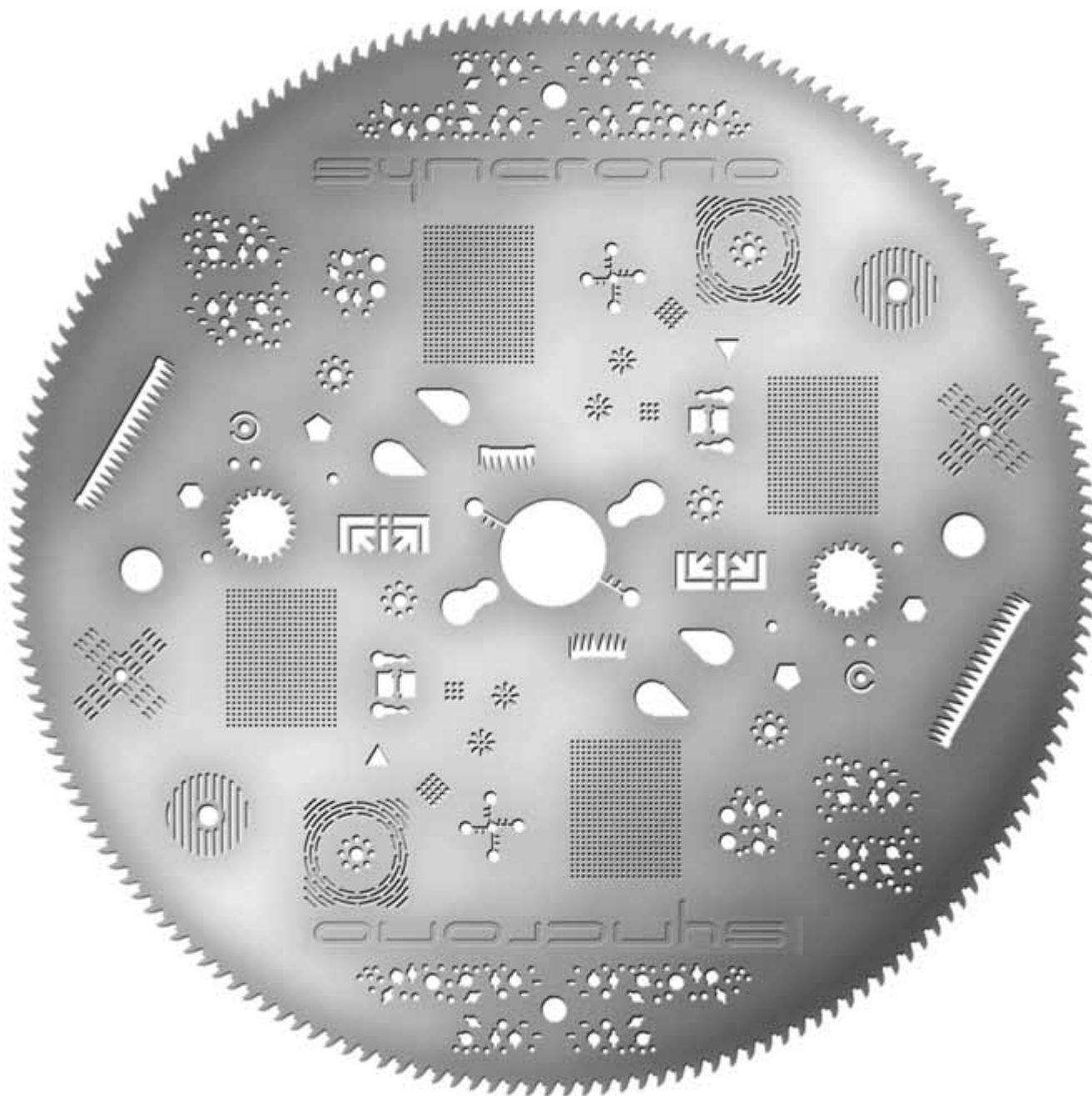
Thomas Hägglund, vd Prima Scandinavia AB visar Primas världsnyhet, Prima Sincrono, där två extra axlar inbyggda i skärhuvudet ger fantastiska prestanda.

lund, vd vid Prima Scandinavia AB. De svarar alltså för de stora rörelserna över skärbordet, medan u- och v-axeln, som har 100 mm slaglängd vardera, svarar för de små och snabba. Och allt sker synkroniserat, vilket ger mycket höga prestanda.

Thomas visar tre skurna detaljer som presenteras i Primas broschyr och där är Prima Sincrono upp till 40 % snabbare än de bästa konkurrenterna.



Prima Sincrono har också ett aktivt antivibrationssystem inbyggt i skärhuvudet för att dämpa ut alla vibrationer.



"Virtuoso", så kallades den detalj i stålplåt som skars som demonstration under EMO med Prima Sincrono. Diametern är 650 mm och tjockleken 1 mm. Total skärtid 365 sekunder. Den har 4x500 2 mm hål med 3 mm avstånd, 494 hålkonturer i 103 olika former, två Prima logotyper, två Sincrono logotyper, en komplett sågbladsgeometri (diameter 650 mm).

– Sincrono skär inte snabbare, säger Thomas, men vi kan dra nytta av de synkroniserade rörelserna och u- och v-axlarnas höga acceleration vid snäva geometrier och tvära riktningsförändringar och det sparar mycket bearbetningstid.

– Dessutom är skärhuvudet aktivt vibrationsdämpat så vi har anledning att anse att livslängden på maskinen kommer att bli lång.

Skärhuvudet är patenterat (naturligtvis) och uppfinnare är Franco Sartorio, som 1977 grundade Prima

Industries. Han hade länge och med viss vanda betraktat konkurrenternas framgångar med snabba tillförlitliga maskiner och förstått att Prima måste hitta ett eget alternativ, bättre än konkurrenterna, och alternativet blev Sincrono. Maskinen har testats några år, berättar Tomas Hägglund innan lanseringen på EMO.

Precisionen går inte av för hackor: Thomas Hägglund uppger att positionering/bannoggrannhet för x-y-axlarna är 0.03 mm och för u- och v-axlarna 0.02 mm vid full hastighet. Sincrono är utrustat med Primas styrsystem,



Stefan Wallén visar en färdigsvetsad detalj tillverkad i Trumpfs automatiserade tillverkningssystem

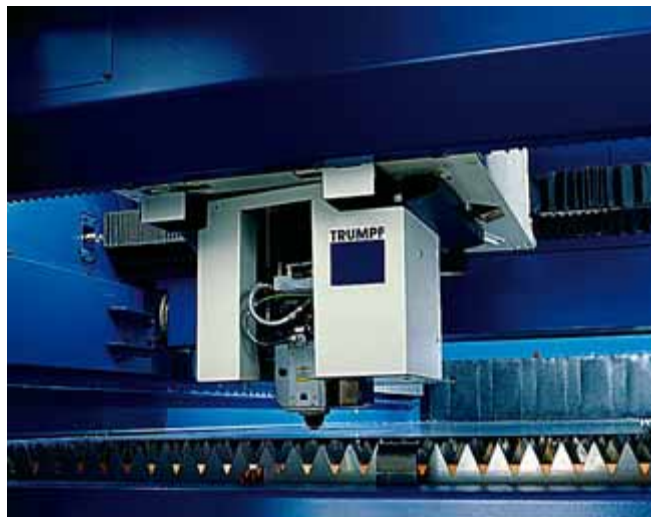
Prima 20L, som tillverkas av Prima Electronics. Detta är ett fristående företag, som också har andra kunder än Prima Industries. De levererar t.ex. all styrelektronik till Atlas Copco.

Prima Synchrono klarar med 4 kW Prima Convergent lasern 20 mm i svart material, 12 mm i rostfritt och 8 mm i aluminium. Stativet är en svetsad stålkonstruktion med vikt på 11,5 ton och den kräver inget speciellt fundament utan kan ställas direkt på fabriksgolvet om det håller industrikvalitet och har en tjocklek på 120-150 mm. Senare kommer Synchronon's stativ som en monolitisk struktur liknande den som finns hos Prima Platino.

Maskinen är en produktionsmaskin och är utrustad med kassett för snabbt byte av lins och munstycke. Den har också kollisionsskydd som fungerar så att x- och y-axeln bromsas, samtidigt som u och v-axeln dras tillbaka (mot rörelseriktningen). Räcker inte det utan det blir en kraftigare kollision så finns ett brytskydd som sista säkerhetsåtgärd. Priset för Synchronon känns inte helt avskräckande eftersom det "bara" är ca 30 % högre än för Prima Platino.

– Prima satsar också på att ge kunden stor trygghet, avslutar Thomas Hägglund. Vi ger kunden ett tak för driftskostnaden, dvs. service och reservdelar under 36 000 timmar, förutsatt att vi gör service på maskinen. Detta gör att det aldrig blir några obekanta, negativa överraskningar med driftskostnaderna under lång tid.

Det är onekligen ett intressant koncept som Prima lanserar med sin Synchrono. Snabbhet och precision med två extra axlar och innovativt tänkande med aktivt antivibrationssystem kan sätta en ny standard för laserskärmaskiner för framtiden. Eller som Prima uttrycker det: "En



Trumpf Trumatic L3040 är utrustad med en extra x_p -axel monterad på y-axeln, vilket kan korta bearbetningstiderna med upp till 30 %.

ny era för laserskärteknologin." Men innan dess är det upp till bevis under många, långa och krävande skift i den hårda industriella verkligheten.

Trumpf lägger till en axel

Även Trumpf tycker idén med extra axlar är intressant för att öka produktiviteten vid laserskärning. Men man nöjer sig med en extra axel i sin nya Trumatic L 3040. Där har man i y-sliden integrerat en extra snabb x_p -axel med slaglängd 300mm. Det gör det möjligt att accelerera och retardera de separat drivna x_p - och y-axlarna. Maximal acceleration är 15 m/s^2 . Den extra axeln gör det möjligt att positionera skärhuvudet mycket snabbt och Trumpf uppger att bearbetningstiderna kan reduceras med upp till 30 %, allt givetvis beroende på detaljens utformning.

Fördelarna med en extra axel är mest påtagliga upp till ca 3 mm plåttjocklek och för detaljer med många positioneringspunkter. Trumatic L3040 kan utrustas med en 3.2 eller 4 kW laser och har många av Trumpf tekniska lösningar för effektiv produktion: snabbt utbytbar skärhuvud, skärdatas, högtrycksskärning mm. För att underlätta skärning i tjockt material finns ett processövervakningssystem, ett programmerbart system för fokalläget och ett plasmaövervakningssystem.

Trumpf visade också sitt koncept för automatiserad plåtbearbetning som man kallade "Från idé till färdig produkt". Där ingick automatiserad skärning med Trumatic L3040 som betjänades av en LiftMaster och SortMaster för hantering av plåt in- och ut ur ett höglager respektive sortering av skurna detaljer. Detta var kopplat till en kantpress, TrumaBend V130, som betjänades



Rofin DS030 HQ är en ny 3 kW skivlaser med hög strålkvalitet.

av en BendMaster, vilken hämtar plåtämnen och hantear plåten under bockningen. Därefter gick de bockade detaljerna till en laserrobotcell för svetsning, som dock laddades manuellt.

3 kW skivlaser från Rofin

Rofin Sinar presenterade en ny 3 kW skivlaser med beteckningen DS 030 HQ som har en strålkvalitet bättre än 10 mm x mrad. Detta gör det möjligt att använda en 200 mm optisk fiber för stråldistribution. Det nämndes att en 4 kW version kommer på marknaden inom ett halvår. På mässan demonstrerades skivlasern tillsammans med ett nytt scanner-svetshuvud (Scanner Welding System, SWS) som bars av en industrirobot.



Rofin's scanner-svetshuvud, SWS, med industrirobot kan ersätta punktsvetsning inom t.ex. bilindustrin.



Adige LaserTube LT 905 D är en helt ny maskin för 3D-skärning formade rör och profiler.

SWS täcker en volym på $200 \times 240 \times 80 \text{ mm}^3$ och avlänkning sker snabbare än 50 ms. Robotens precision förstärks via mjukvaran vilket gör att systemets noggrannhet blir bättre än 0.1 mm. Svetsning sker "on-the-fly", alltså roboten rörelser synkroniseras med avlänkningsspeglarnas och roboten behöver därför aldrig stanna upp. SWS har sitt största användningsområde när många svetsar ska svetsas på en produkt och speciellt när de är fördelade 3-dimensionellt över hela komponenten. Detta är ju speciellt vanligt förekommande inom fordonsindustrin.

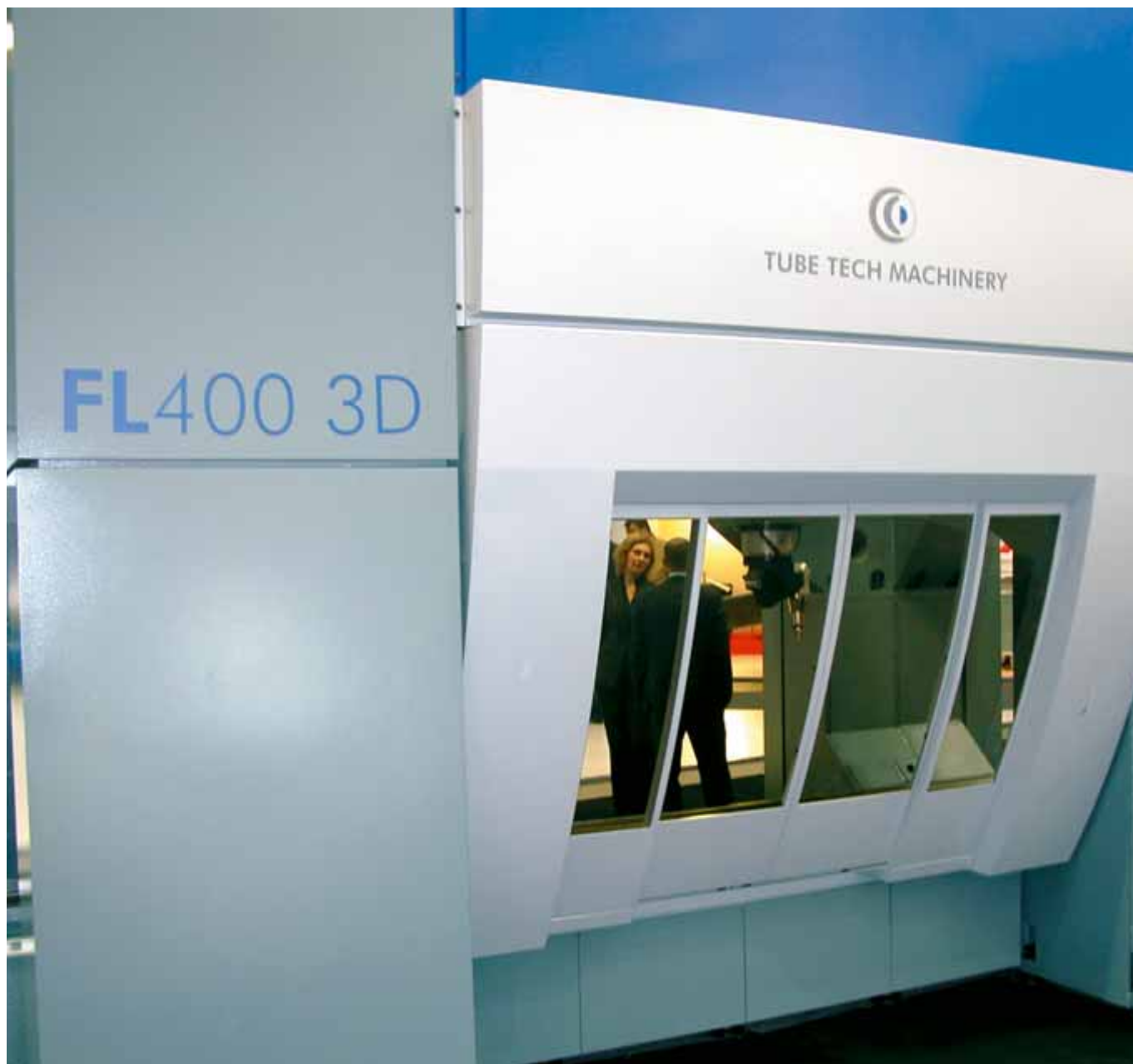
Rofin visade också en försluten 600 W CO₂-laser, Rofin SCx60, som baseras på deras slablaserteknologi. Förslutna CO₂-lasrar har hög strålkvalitet ($k > 0.8$) är väl anpassade för skärning och strukturering av plast, textilier, trä och för skärning och svetsning av glas.

Ett stort område är märkning och där visade Rofin ett märksystem för etiketter, Labelmarker E som märker och skär mycket snabbt.

Hemligheten är att utskärningen av etiketterna också ska gå mycket snabbt, annars förlorar man vitsen med den snabba märkningen. Volvo har nyligen köpt två system enligt Rofin.

Ny 3D- rör skärmaskin från Adige

AdigeSala, som tillhör BLM Group, och som är kända i laservärlden för sina rörskräningsmaskiner visade en helt ny 5 axlig maskin, LT 905 D Lasertube, för 3D-skärning av formade



Rörskärnings maskin modell större från Tube Tech Machinery, Italien.

rör- och profiler, t.ex. bockade rör och hydroformade detaljer. Maskinen är byggd på en svetsad ramkonstruktion med en rörlig bom där ett skärhuvud är fäst och liknar till sin uppbyggnad Trumpf's välkända TLF koncept.

För övrigt fanns det några konventionella laserskärmaskiner som inte visade upp några speciella nyheter. En sådan maskin kom från Gasparini S.P.A., Italien och en annan från Ermak Machinery CO., Turkiet.

Den senare är den första bäddlasern tillverkad i Turkiet och har en Fanuc 4 kW laser och Fanuc styrsystem. Tube Tech Machinery är ett italienskt företag som tillverkar rörskärningsmaskiner i den grövre kalibern. På

EMO visade man en maskin med laser som tar 14 m långa rör med diameter 280 mm.

Märksystem fanns i mängder; ACI Laser GmbH, ACSYS Lasertechnik GmbH, och Electrox är några exempel på tillverkare. Även maskiner för Rapid Prototyping visades av t.ex. 3D Systems, men här upptäckte jag inga speciella nyheter.

EMO är den stora mässan för verktygsmaskiner och här finns allt i maskinväg. Den känns dock inte lika stor för laserbearbetningsmaskiner som Blech även om det fanns mycket att titta på. Den stora nyheten var Primas Sincrono som jag vill utnämna till "king of the show". Utan den hade EMO 2005 nog känts lite tunn.

– högre lasereffekter och robotisering

Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Världens största mässa för svetsning och skärning, Schweissen und Schneiden i Essen hölls samtidigt med EMO i Hannover och det splittrar utställarna i laserbranschen som känner att de bör vara på båda ställena. Men trots det så visade även S&S en intressant exposé över den senaste lasertekniken.

Rofin vidareutvecklar

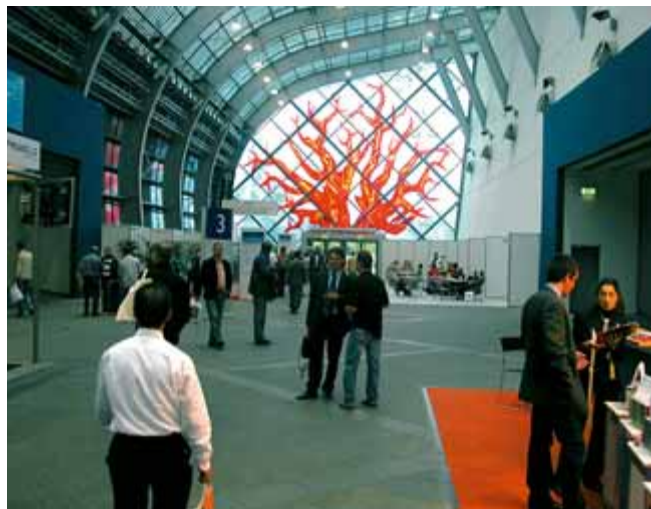
Rofin Sinar visade en ny 8 kW slablaser, Rofin DC 080 W Compact, med fantastisk strålkvalitet. K-värdet är större än 0.9 vilket måste betraktas som exceptionellt vid denna effektnivå.

– Man kan välja mellan Gaussian eller doughnut-mode, berättar Pierre Scheyvaerts, som leder Rofins verksamhet i Belgien. Stråldiametern är 25-30 mm i området upp till 10 meter från lasern. Lasern har utgångsspegeln tillverkad av diamant, vilket ger den minsta termiska distorsionen av spegeln.

Och laser är verkligen kompakt som beteckningen antyder. Måtten är 2800 x 1000 x 1962 mm³ (lxbxh)



Pierre Scheyvaerts, Rofin Sinar, visar den nya 8 kW slablasern, DC080 W Compact som har en strålkvalitet på $K > 0.9$.



Schweissen und Schneiden, världens största mässa för svetsning och skärning hölls i Essen i september 2005.

och därmed ska det väl inte vara några problem att hitta en plats som passar. Pierre Scheyvaerts berättar att man redan har sålt denna laser till en applikation för ämnesskarvning.

Rofin visade också ett nyutvecklat Remote Welding System (RWS), alltså en utrustning för vad vi kallar fjärr-lasersvetsning. Systemet ger större arbetsvolym än tidigare, 2900 x 1800 x 1000 mm³ och optiksystemet är nytt. Det ger fokallängder på upp till 2 meter. På mässan visade man systemet med en 6 kW slablaser, DC 060 W. Även denna laser har mycket hög strålkvalitet (< 5 mm x mrad) vilket är en förutsättning för att kunna arbeta med dessa långa fokallängder.

10 kW från Laserline

Laserline GmbH, den kända tillverkaren av diodlasrar har nu effekter upp till 10 kW i sin serie av direktverkande lasrar. De är lämpliga för bl.a. olika typer av laseryt-behandling t.ex. härdning och påsvetsning. Strålkvaliteten för 10 kW uppges till 60 x 300 mm x mrad och det ger en strålstorlek på 0.6x3.0 mm² vid 100 mm fokallängd. Den fiberkopplade serien går nu upp till 6 kW och vid den höga effekten så kan strålen kopplas in



Kari Erik Lahti visar en produkt svetsad i laserrobot-cellen.

i en fibrer med diameter 1.0 mm. Det ger också en fokalkpunkt på 1 mm vid 100 mm fokallängd. Laserline tillverkar också kundanpassade lasrar och lasersystem.

20 kW från IPG

Den ledande tillverkaren av högeffekt fiberlasrar i världen, IPG Photonics Corp., visade en 20 kW fiberlaser. Samma laser visades också på Laser 2005 i München tidigare i år. Strålkvaliteten är så hög att den kan användas med en 200 μ m fiber. Fibern var kopplad till ett Precitec svetshuvud.

IPG driver utvecklingen mot högre effekter i ett rasande tempo; en uppgift gör gällande att man sålt en 36 kW laser till ett japanskt företag som bl.a. arbetar inom kärnkraftsindustrin. Svetsning av mycket tjockt material är nog den troliga användningen.

Robotiserad lasersvetsning intressant

Trumpf fanns naturligtvis också på S&S men hade inga speciella nyheter att visa på lasersidan. Det man visade var linjärsvetssystemet, TrumaWeld L1000, lasersvetsrobotcellen T3087 och Trumatic L2510, en laserskärmskin speciellt anpassad för tunnplåt.

– Det har varit stort intresse för robotiserad lasersvetsning, speciellt i rostfritt, säger Kari Erik Lahti, som representerade svenska Trumpf i montern. Speciellt det vi kallar ”estetisk” svetsning, alltså värmeledningssvetsning med skyddsgasatmosfär som ger helt släta och oxidfria svetsar, tilldrar sig stort intresse.

Svetskvalitet övervakas

Soudronic Automotive visade ett system för kvalitetskontroll av lasersvetsade och laserlödda fogar som kal-



Laserline diodlasrar finns nu i effekter upp till 10 kW.



Souvis 500 är ett kamerabaserat system från Soudronic Automotive för att kontrollera ytkvaliteten hos lasersvetsade och laserlödda fogar



Laserhybridhuvud från Carl Cloose Schweisstechnik GmbH är riktnings-oberoende eftersom det har en inbyggd rotationsaxel som roterar svetspistolen runt laserstrålen.

las Souvis 5000. Det är ett kamerasystem som också inkluderar två diodlaserlinjer. Med denna kombination så kan man dels kontrollera ytdefekter som porer ned till 0,2 mm storlek och få en 3D profil över svetsfogen tvärs svetsriktningen för att avslöja t.ex. svetsdiken.

– Systemet används mest för ämnesskarvning, berättar Johann Härtl, men vi har också 25 fristående system installerade inom fordonsindustrin. Bosch har t.ex. en utrustning för svetskontroll av deras ”common rail” system för dieselmotorer. Själva systemet kostar runt 50 000 Euro men vi kan också erbjuda kompletta celler.



Reis robot för svetsning och skärning med inbyggd strålgång, här med Trumpf 2 kW TCF-laser

Souvis 5000 har två PC där en används för svetsanalys och den andra för statistikbehandlingen.

Hybridsvetsning utvecklas

Carl Cloose Schweisstechnik GmbH är ett tyskt ”svetsautomationsföretag” med 900 anställda som säljer ca 300 robotsvetsssystem per år bestyckade med egna MIG/MAG och TIG-svetsmaskiner till främst fordons- och tågindustrin.

På mässan visade man, väl skyddat av en plexiglasbur, robotkoncept med olika huvuden för svetsning och lödning som växlad automatiskt. Alla huvuden kunde försees med fogföljning.

Det kanske mest intressanta var ett laserhybridsvets huvud med en fristående programmerbar rotationsaxel för MIG/MAG-pistolen. Axeln kontrolleras av robotens kontrollsystem. Därmed så kan svetspistolen roteras runt laserstrålen och systemet blir riktningsoberoende. Som laserkälla använder Cloos en Fanuc 4400 LD som är en 4,4 kW diodpumpad Nd:YAG-laser. Fanuc lämnar enligt, Manfred Zissel, divisionschef för specialmaskiner, en garanti på 20 000 timmar för diodpaketen.

Reis GmbH & Co. KG tillverkar och levererar industrirobotar och systemlösningar. Man har utvecklat robotar speciellt anpassade för lasersvetsning och laserskärning där laserstrålen avläskas inne i roboten. Reis har lösningar för CO₂-, Nd:YAG-lasrar och även för diodlasrar. Bjässen i sammanhanget har en Trumpf 2 kW TCF-laser ”på ryggen”. Roboten är naturligtvis specialanpassad för den extra vikten.

Laserhybrid tandem ny innovation

Fronius är ju som bekant ett aktivt företag inom lasers-



Fronius laserhybrid-tandem svetsning. Bilden ovan visar att svetsställena är klart separerade från varandra. Svetsutrustningen (snett t.h.), med tandempistol integrerat till laserhybridhuvudet. Svetsresultatet, t.h. är en "maffig" fog med ett utseende som borde tillfredsställa alla svetsare



AC laserhybridsvetsning från OTC Daihen med 5 kW fiberlaser.



vetsteknik och här har man tidigare utvecklat ett eget laserhybridhuvud. På S&S visade man en intressant utveckling i form av laserhybrid tandem, där alltså man kombinerade ett vanlig laserhybridhuvud med ett tandem MAG. Man demonstrerade systemet genom att svetsa ett 8 mm tjockt stålrör med 1 m/min vid 4 kW lasereffekt.

OTC Daihen visade AC laserhybridsvetsning i rostfritt och aluminium med en 5 kW fiberlaser. Man hade valt överlappsfog för att svetsa ett tre-plåt förband med tjocklekar 1.0/0.5/2 mm. Svetshastigheten var 4 m/min

och för rostfritt användes 2 kW MIG-effekt och för aluminium 3 kW. Lasereffekten var konstant 5 kW.

AC svetsmekniken gör det enkelt att kontrollera värmeflödet och tillåter större spalter enligt Shinichi Hasegawa, OTC Daihen. Man har ett standardhuvud, ett "slim type" huvud för ökad åtkomlighet och ett huvud för TIG-hybrid.

Mobil laser reparerar

Reparationssvetsning av verktyg med laser är nu en etablerad teknik och en av de första på marknaden var



Wolfgang Seifert, vd vid Alpha Laser visar företagets nya mobila laser för reparationssvetsning av t.ex. verktyg.



Alpha Laser GmbH som lanserade sin första utrustning 1998.

Hittills har det bara funnits stationära laserutrustningar, vilket har begränsat storleken på de verktyg man har kunnat reparera.

Men nu lanserar Alpha Laser en mobil utrustning, ALM 150 mobil, med 150 W Nd:YAG-laser som ger 100 J i pulsenergi. Den höga pulsenergin gör det möjligt att smälta trådar upp till 2 mm i diameter och få en bra bindning till verktygsmaterialet.

Laserarmen är motoriserad och styrs med en joy-stick. Den kan positioneras exakt över det skadade stället och genom en fotpedal så aktiveras lasersvetsningen. Vikten är bara 280 kg så utrustningen kan enkelt fraktas dit den behövs.

Schweissen und Schneiden 2005 var en intressant och trevlig upplevelse med en tät mässatmosfär. Den visade att lasertekniken fortfarande utvecklas snabbt med högre lasereffekter, ny processteknik, mera automatisering och nya tillämpningar.

Mikrobearbetning med laser – en snabb överblick

Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Lasermikrobearbetning har utvecklats till att bli en betydelsefull samling metoder för bearbetning i mikroskala. De processer som presenteras i denna korta överblick är mikrosvetsning, mikroskärning, mikroborrning och mikrostrukturering.

Faktum är att mikrosvetsning har varit föremål för forskning och utveckling sedan mitten på 1960-talet och med tiden har många viktiga tillämnningar vuxit fram. Vad gäller lasersvetsning så var det den låga effekten på de första CO₂- och Nd:YAG-lasrarna som begränsade de första tillämpningarna till små, tunna komponenter och där processen byggde på värmeledning. Men så småningom utvecklades högeffektlasrar och då kom nära två decenniers intensiv utveckling av nyckelhålssvetsning. Men trenden är sedan många år att tillverka produkter som blir allt mindre i storlek men alltmer komplex i funktion. Miniatyrisering är ett bra ord för utvecklingen.

Utvecklingen av nya laserkällor som fiberlasern och skivlasern som passar bra för bearbetning i mikroområdet har också öppnat nya möjligheter att bearbeta och tillverka komponenter i mikrosystem, speciellt i området i gränslandet mellan mikro-makro. Mot slutet av 1990-talet hade ett flertal av dessa processer börjat användas inom elektronik, medicin, aerospace, och fordonsindustrin.

Sedan laserteknikens barndom är det den pulsade Nd:YAG-lasern som har varit frekvent använd för mikrobearbetning och speciellt mikrosvetsning. Dessa lasrar har möjlighet att både leverera stålen till arbetstycket direkt eller via fiberoptik. Man kan ha flera fiberoptiska utgångar från en laserkälla, så att ett flertal svetsar kan utföras samtidigt från en laserpuls. Med fiberoptik så kan stålen delas både i tid och energi så att en välbestämd och avgränsad energimängd kan levereras till varje svetsställe.

Allteftersom lasrarnas prestanda utvecklas och därmed det parameterområde som de skapar så kan vi bearbeta material och komponenter i allt mindre storlek. Därmed flyttas ständigt gränserna för vad som kan betecknas som mikrobearbetning och det finns därför ingen entydig definition av vad som kan betraktas som mikrobearbetning. Ett försök att ringa in området kan vara att man avser

bearbetning av komponenter mindre än typiskt 1 mm eller att man skapar geometrier eller strukturer dimensionsområdet 1–100 µm.

Mikrosvetsning

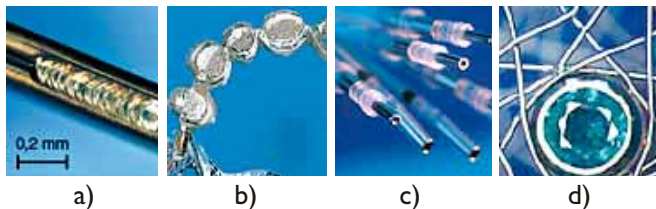
För att man ska uppnå största möjliga fördelar med laser-mikrosvetsning så krävs det att produkten konstrueras för processen. Processstillförlitligheten påverkas av såväl valet av foggeometri och material som värmebalansen mellan delarna och den värmepåverkade zonen som skapas av laserstrålen. Det primära målet för designen av foggeometrin för att uppnå svetsbarhet är att använda en geometri som påverkar värmebalansen mellan de två delarna som svetsas samman. Om möjligt ska man använda en geometri som ger ett tvådimensionellt värmefflöde runt fogen. Dimensionerna och egenskaperna hos den värmepåverkade zonen och ytkvaliteten på båda delarna blir också allt viktigare, både för funktion och utseende när storleken på de svetsade delarna minskar. För tillämpningar som förslutning av elektronikkomponenter så är det naturligtvis viktigt att begränsa värmeflödet så att inte elektroniken skadas. Det kan göras antingen genom att minska storleken på svetsen eller öka smälteffektiviteten genom att öka effekt och svetshastighet.

När man arbetar med nyckelhålssvetsning och när man skalar ner processen till dimensioner som är mycket mindre än 1 mm, så är ”nyckeln” till framgång att hitta ett område av tröskelintensiteter som ger den smälta man vill ha utan att förorsaka sprut, dvs. utan att man börja laserborra. Detta är normalt inte kritiskt när man arbetar med värmeledningssvetsning, men hursomhelst är det viktigt att finna tröskelintensiteter som ger önskat smältdjup för given geometri, material och svetshastighet.

Laserpunktsvetsning betraktas som den enklaste formen av lasermikrosvetsning och här arbetar man med värmeledningssvetsning. Pulsade Nd:YAG-lasrar har länge varit favoriten bland lasrar för denna process tack vare sin kostnadseffektivitet.

Rofin t.ex. har utvecklat en mikrosvetsningsmodul till sina pulsade lasrar som minskar den fokuserade stråldiametern till mindre än 0,1 mm. Det gör det möjligt att svetsa 20 µm tunna trådar eller 10 µm tunna folier med hög reproducerbarhet och svetskvalitet.

Mikrosvetsning med laser har utvecklats till en stor process med många, många tillämpningar inom flera



Figur 1. Några exempel på mikrosvetsning: a) tråd, b) titan, c) miniaturisering, d) svetsning av platinatrådar.

KÄLLA: ROFIN.

områden som elektronik, medicin, smycken och inte minst plastsvetsning. Plaster mikrosvetsas med framgång inom t.ex. bilindustrin, medicinsk teknik och elektronik. Ett exempel är miniatyrmikrofoner som svetsas till säkerhetsbälten i bilar. Här måste svetsen vara av så bra kvalitet att mikrofonen inte kan slitas bort, men samtidigt får inte bältets hållfasthet minska. Dessutom får inte elektroniken i mikrofonen förstöras. Hörselapparater innehåller mycket sofistikerad miniaturiserad elektronik som innesluts i färgade plasthöljen som svetsas med laser. Höljen till reläer och mikroelektronik i s.k. smart card är andra tillämpningar på plastsvetsning.

Det finns många, många exempel på lyckade tillämpningar för mikrosvetsning med laser. Titta gärna in på laserleverantörernas hemsidor så tittar du fler exempel.

Nd:YAG-lasern och dess varianter har varit basen för mikrobearbetning under lång tid, men nu börjar också fiberlasern göra entré på marknaden. För mikrobearbetning är det lågeffektfiberlasern, som har bästa strålkvalitet, som mest har kommit till användning. Tillämpningar finns inom mikrograving, svetsning och skärning. Den höga strålkvaliteten gör det möjligt att få fokuspunkter mindre än 0.1

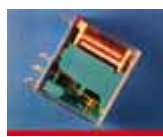
mm, vilket ger mycket smala svetsar. Figur 3 visar svetsbredden som funktion av laser-effekten vid två olika pulslängder samt svets-



Figur 2a. Svetsning av miniatyrmikrofon till säkerhetsbälte



Figur 2b. hörselapparat.

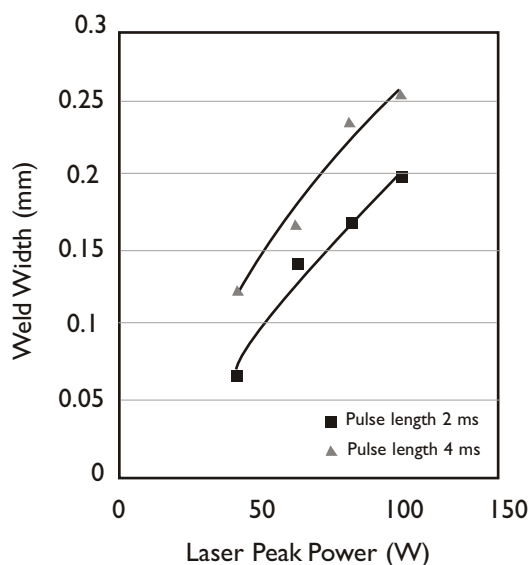
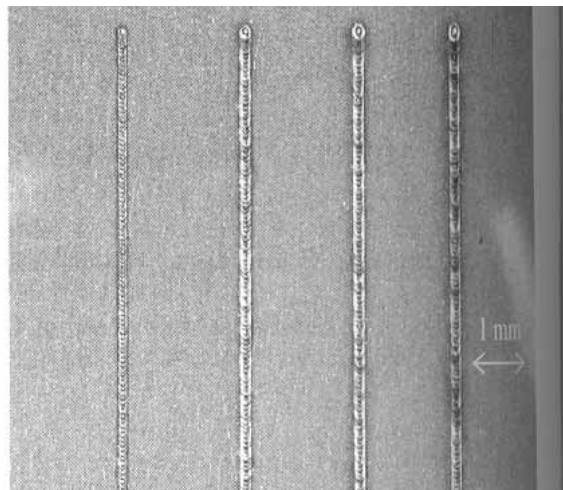


Figur 2c. reläer.



Figur 2d. smart cards.

KÄLLA: ROFIN



Figur 3. Pulsad svetsning med fiberlaser i rostfritt stål för 40, 60, 80 och 100 W lasereffekt. Frekvens 200 HZ, pulslängd 2 ms och 4 mm/s svets hastighet med Argon som skyddsgas.

sarnas utseende. Fokuspunktens storlek var 25 μ m. Svetsning med fiberlasern går också att göra med kontinuerlig stråle och även i detta fall rapporteras typiska

svetsbredder på 25–200 μm för 100 W med svets hastighet 100–300 mm/s i rostfritt stål.

Mikroskärning

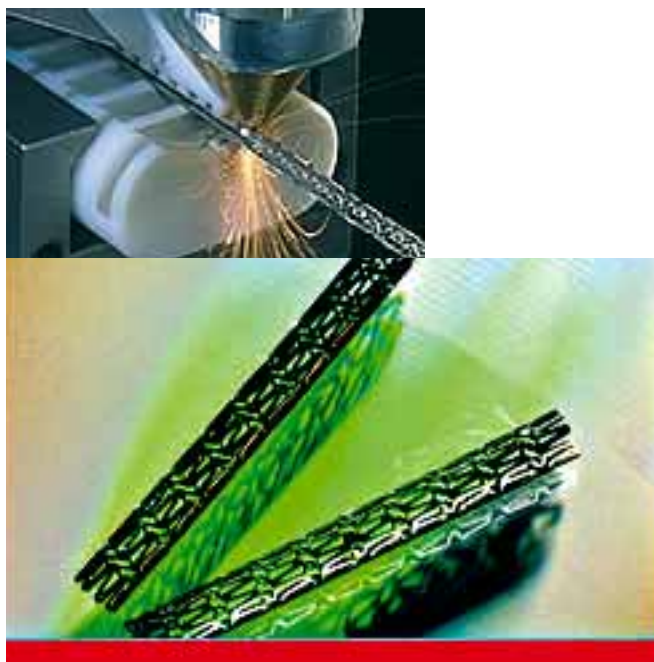
Moderna fast-kropps- och gaslasrar kan skära nästan alla metaller och metallegeringar snabbt och exakt och kan därmed möta de allt ökande kraven på att framställa mycket små och exakta strukturer speciellt för tillämpningar inom medicin- och elektronikindustrin.

I princip kan tre olika skärprocesser användas: brännskärning (med oxygen), smältskärning (med inert skärgas, t.ex. nitrogen) eller sublimer-skärning (förångning). Vilket man väljer beror på applikationen.

Fördelarna med laserskärning är många: liten värme-påverkad zon (typiskt $< 3 \mu\text{m}$) och höga skärhastigheter. Skärkanterna är så rena så oftast behövs ingen rengöring efter skärning. Ett typiskt exempel kan man skära 100 mm tjock metallfolie med en snittbredd på 18 mm med en hastighet av 10 $\mu\text{m/s}$. Flexibiliteten är ju också mycket hög tack vare CAD/CAM programmering och hög automatiseringsgrad. Den höga skärkvaliteten uppnås med pulsad laserskärning där pulserna överlappar varandra. Pulsfrekvenser på 1000–4000 Hz kan vara nödvändiga för att få tillräcklig överlappning.

Nedan följer ett kollage med tillämpningar av mikroskärning.

En klassisk tillämpning är skärning av s.k. stents inom den medicinska tekniken. Stents används för att vidga blodkärl.



Figur 4. Två exempel på tillämpningar för mikroskärning av s.k. stents, som används inom medicinsk teknik för att vidga blodkärl.

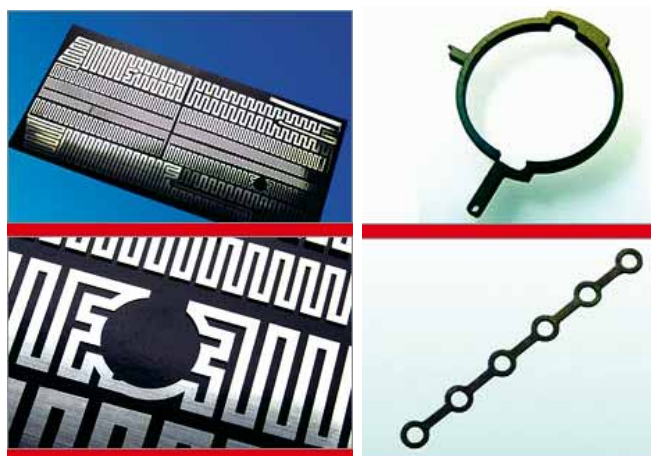
KÄLLA: ROFIN.



Andra tillämpningar på mikroskärning:

Figur 5a. Nål.

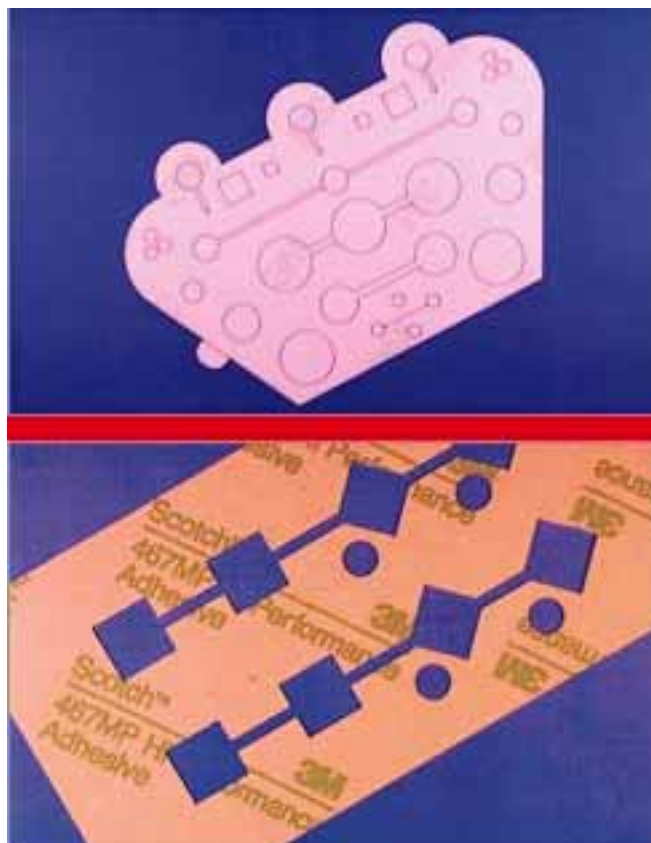
Figur 5b. Medicinsk tillämpning.



Andra tillämpningar på mikroskärning:

Figur 5c. Värmeelement i rostfritt stål.

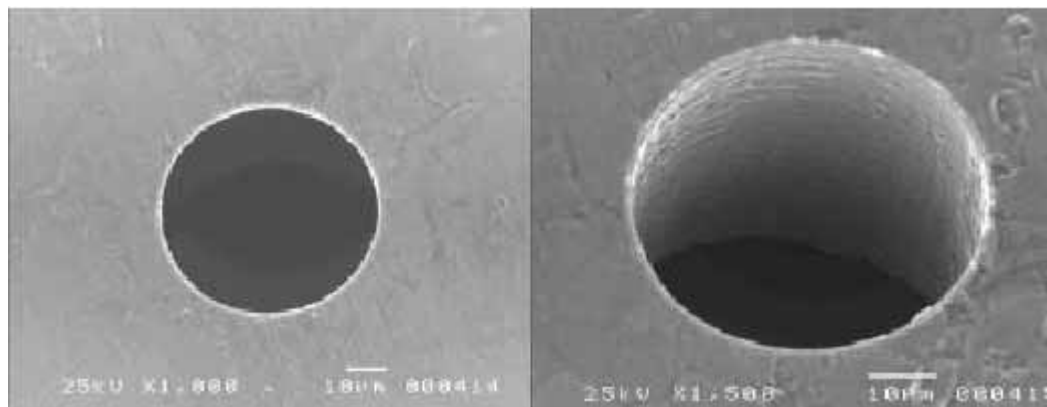
Figur 5d. Detalj i titan.



Andra tillämpningar på mikroskärning:

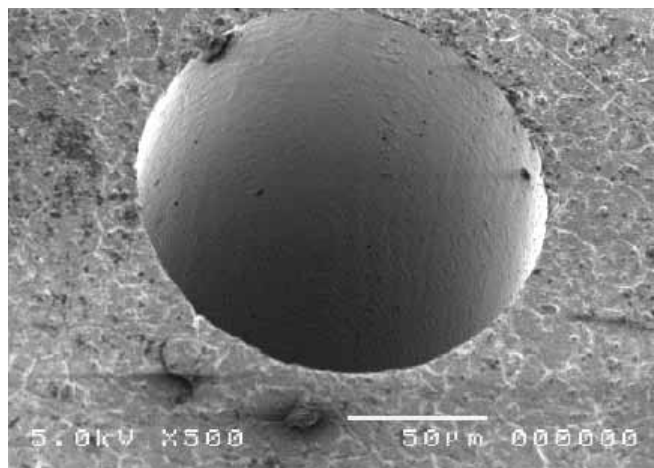
Figur 5e. Papper.

KÄLLA : ROFIN



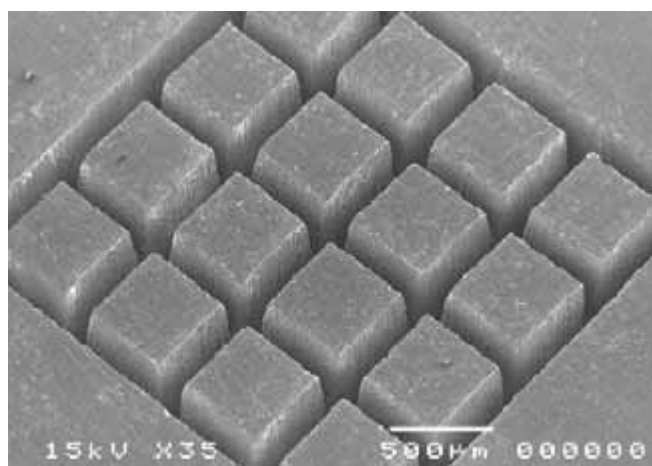
Figur 6. Mikroborrning av hål i skrivarhuvuden i bläckstråleskrivare. Håldiameter 40 µm i 100 µm rostfritt stål.

KÄLLA: OXFORD LASERS.



Figur 7. Precisionsborrat hål med diameter 150 µm i 1 mm tjock rostfritt stål.

KÄLLA: OXFORD LASERS.



Figur 8. Aluminiumplatta med en grupp av 500 µm kuber separerade med 100 µm.

KÄLLA: OXFORD LASERS.

De skärs ur rör av nickel-titan legeringar (minnesmetaller) eller rostfritt där rören har en diameter på 1–10 µm och en väggjocklek på 100 µm.

Skärnitten är gradfria och typiskt 20 µm. Skärhastigheten är flera mm/s. För att skära ett stent på 1 cm längd kan det krävas skärlängd på upp till 40 cm.

Mikroborrning

Mikroborrning är en stor applikation för lasertekniken och här finns tillämpningar inom mängd områden. Två typiska exempel är munstycken hos bläckstråleskrivare (håldiameter 30–60 µm) och spridare i bränsleinsprutningssystem (håldiameter 100–300 µm). Figur 6 och 7 visar tillämpning för bläckstråleskrivare och bränsleinsprutning. För dessa typer av tillämpningar kan med fördel koppar-ånga (copper-vapour) lasrar användas. För dylika tillämpningar av precisionsbearbetning finns de i effekter upp till ca 100 W i våglängderna 511 och 578 nm. Koppar-ångelasern är också utmärkt för mikrostrukturering.

Mikrostruktureing

Bearbetning av små 3D-strukturer och mycket precisa

”blinda” strukturer kan ske med koppar-ångelasrar som ger hög precision och små värmepåverkade zoner. Tekniken ger möjlighet att ”laserfräsa” i de flesta material med mycket hög precision, som t.ex. figur 8 visar.

Även skivlaser används med framgång i mikrobearbetning.

Mikrostrukturering med laser är ett högtintressant applikationsområde och ger oanade möjligheter till nya miniatyrisering av komplexa produkter.

Mikrobearbetning med laser är ett gigantiskt område som inte kan beskrivas på några få sidor och därför sätter jag stopp här. Jag har t.ex. inte skrivit om mikroformning, en teknik för justering av komponenters läge med hög precision, eller mikrobearbetning med femtosekund-lasrar som just nu är under utveckling eller mikrolödnig.

Men du som vill veta mera kan ta del av material från flera forskningskonferenser t.ex. ICALEO som håller en separat konferens för mikrobearbetning varje år eller t.ex. LIM-konferensen i München som innehåller mycket från det området.

Så välkommen att ta del av mera intressant teknik i den ”lilla” världen.

En perfekt strålkälla för Mikrobearbetning

Av Hubert Wilbs, Trumpf Maskin AB

Vid mikrobearbetning av olika material är den termiska påverkan av stor vikt. Laserstrålkällor för mikrobearbetningen måste därför ha speciella egenskaper: perfekt strålkvalitet, korta pulser och högsta stabilitet. Speciellt för sådana krav har TRUMPF utvecklat en ny serie av fastkroppslasrar, TL Q familjen, som presenterades för första gången på lasermässan 2005 i München.

Under de senaste åren har en tydlig trend etablerats mot mikrobearbetning inom industrin för applikationer som mikroskärning, mikroritsning och mikrobörning. För mikrobearbetning utvecklade TRUMPF därför en ny laserserie. För en framgångsrik användning av lasrar inom mikrobearbetning är framförallt tre laseregenskaper av största vikt:

- Utmärkt puls till puls stabilitet
- Hög effektstabilitet
- Konstant strålläge

TRUMPFs nya serie TL Q är optimerat mot dessa kriterier. Enligt specifikationerna är effektavvikelse mindre än en procent, den maximala vinkelavvikelsen av utgångsstrålen mindre än 10 mikro rad.

TL Q serien utvecklades i nära samarbete industrin för de specifika kraven inom industriell mikrobearbetning. I samarbete mellan slutkunder, integratorer och Trumpf skall fältet för framgångsrik mikrobearbetning utvidgas.

Inom mikrobearbetning används laserljuset framförallt för kontrollerat och precis borttagning av material. Mycket höga pulseffekter av flera hundra kilowatt vid lagom hög genomsnittseffekt och extremt korta pulstider påverkar bearbetningsresultatet positivt.

Målsättning är en bearbetning utan någon uppsmältning av materialet för att uppnå yppersta precision.

Höga pulseffekter och höga repetitionsfrekvenser

- TRUMPF TL Q lasrar med Q Switch generar en genomsnittseffekt upp till 35 Watt som ger antingen mycket höga pulseffekter eller höga repetitionsfrekvenser. Den konkreta uppgiften bestämmer vilka pulsegen-

skaper som skall användas. Därför finns det lasrar i TL Q serien med två olika laseraktiva medier:

- TL 20-1 LQ med en YLF-laserstav genererar speciellt höga pulseffekter upp till 4 mJ vid en repeteringsfrekvens av 4 kHz.
- TL 35-1 VQ med en Yttrium-Vanadat (YVO4)-laserstav uppnår frekvenser upp till 200 kHz. Vid 30 kHz är pulsenergin mer än 1 mJ. Pulslängderna är beroende av Pulseffekten och ligger mellan 15 och 80 nsec.

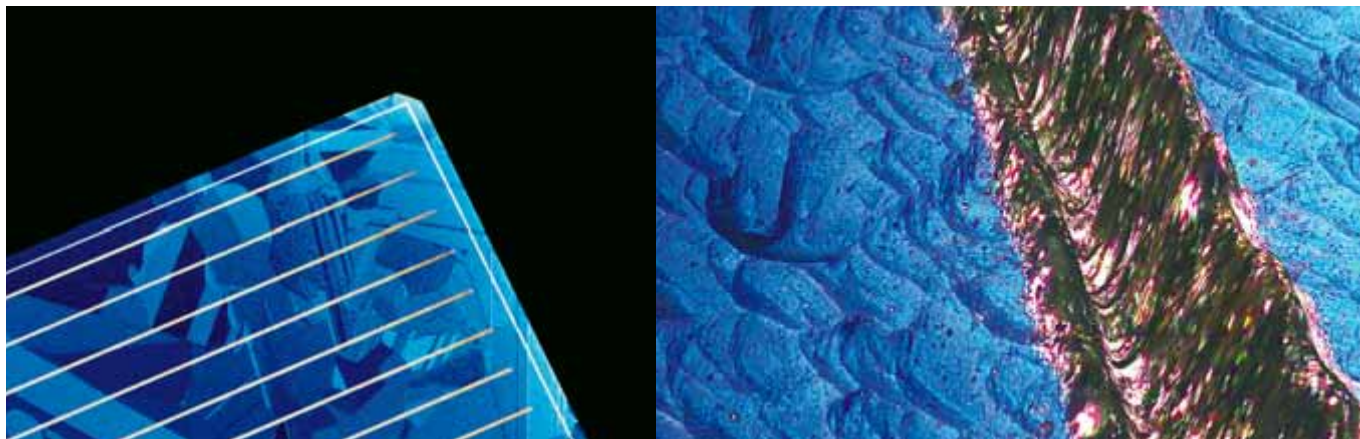
Den speciellt höga effektstabiliteten garanteras genom en teknisk specialitet av den diodpumpade och Q-switchade TL Q stav-fastkroppslaser. Effekttregleringen görs inte genom att styra exciteringseffekten, i stället kontrolleras effekten från puls till puls utanför själva laserresonatorn. Hela det opto-mekaniska resonatorsystemet är under driften i ett jämviktstillstånd.

Vid sidan av effektstabilitet kräver vissa mikrobearbetningsapplikationer som till exempel laserbörning en perfekt rund strålsprofil. För TL Q serien är avvikelser från rundheten oberoende av utgångseffekten och längs hela utbredningen av strålen, avvikelser från rundheten är enbart några få procent. Fördelen av en symmetrisk stråle är den konstanta effektfördelning utan variationer, före och efter fokus. Symmetrin är av yttersta betydelse för precision och reproducerbarhet av bearbetningsresultatet.

TRUMPF TL Q lasrar för mikrobearbetning används överallt där en beröringsfri, flexibel och precis materialborttagning är fördelaktig.

Laserborttagning av halvledarmaterial, keramik eller metalliska material

Ett exempel är bearbetning av solceller ut av silicium. I den normala produktionsprocessen av solceller blir det i randzonen av plattorna en kortslutning som minskar den användbara strömmen. Hittills tas kortslutningen vanligtvis bort genom att mekaniskt slipa eller kemiskt etsa bort material. En TRUMPF TL Q laser utrustad med ett Scanner huvud möjliggör en ny process: kortslutningen tas bort genom att material förångas. Laserljuset genererar ca 50 till 70 mikrometer breda och 5 till



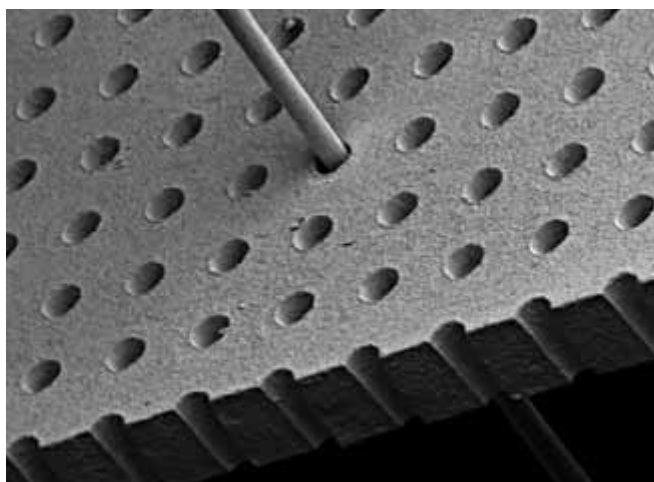
Figur 1. Mikrograving av multikristallin solcell. Spåren är 50–70 μm breda och 5–10 μm djupa.

10 mikrometer djupa spår längs med kanterna. Genom scanneroptiken positioneras laserpulserna mycket snabbt och exakt. På grund av den höga repetitionsfrekvensen genereras spåren i kort tid.

Korta laserpulser lämpar sig också för håltagning (laserdrilling) och strukturering av stål och hårdmetaller. Hål med diameter 50 till 200 mikrometer i en 1 mm tjock stålplatta med en tolerans av 1 mikrometer är producerbara.

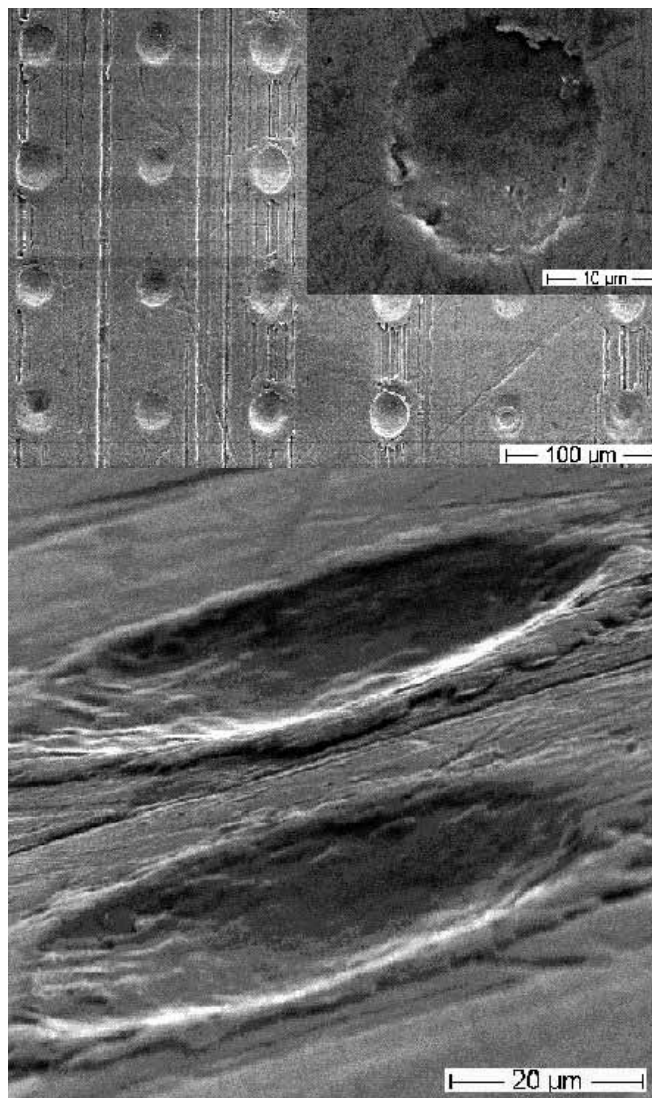
För att förbättra smöregenskaparna (tribologin) på glidytor appliceras mikrostrukturer på glidyten. De tribologiska egenskaperna i kontaktzonen bestämmer till en väsentlig del kvalitén och livslängden av verktyg och detaljer vid pressningsoperationer som vid användning av skär- och stansverktyg.

Mikrostrukturer på glidyten av cylindrar i förbränningsmotorer minskar förbrukningen av motorolja och bränsle.



Figur 2. Laserhåltagning i en 0,2 mm tjock platta av aluminiumoxid. Ett hårstrå är införd i ett av hålen som illustration av dimensionerna.

KÄLLA: FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAHLEWERKZEUGE MBH



Figur 3. Laserstrukturering av glidytor i stål. Fördjupningarna är 40 μm i diameter och 4–6 μm djupa.

Sammanfattning av ”Die Elefantenrunde” vid 2005 års 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.

Det har blivit en tradition vid EALA (European Automotive Laser Applications) att bilföretagens representanter samlas på podiet för att ge en kort beskrivning av State-of-the-Art vid respektive företag. I år hade Herrn Fritz Ebert, ”Mr. Automotive Circle International”, valt att låta representanterna tala i bokstavsordning, vilket innebar att Dr. Niemeyer från Audi var först ut.

Han redogjorde för material och fogtekniker i Audis senast produkt A6 Avant, vilken gått under projektbe-teckningen C6. Karossen består, förutom olika typer av höghållfast stålplåt av 3% rostfritt material (fjädertorn och mellanbrädeskonsoler) och 5 vikts-% aluminium. Det senare används i motorhuv, framskärm samt en intressant detalj i form av en extruderad bottensvällare. I sammanhanget kan det också vara värt att nämna att sedanversionen av A6 har en ryggplåt och en hatthylla i aluminium, vilka båda nitas med 364 stycken SPR (Self-Piercing Rivets) till stålstrukturen. I övrigt sammanfogas karossen med 4,800 punktsvetsar, gärna i kombination med lim (120 meter totalt), 6.8 m MIG-svetsning och 98 stuknitpunkter.

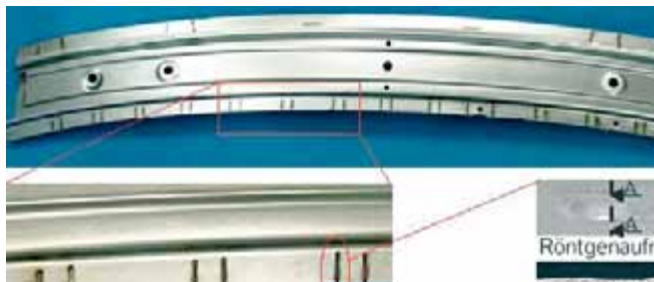
Vad gäller laserapplikationer så laserlöder man taket, med s.k. patenterad Audi-geometri, med en hastighet av 2,3 m/min. Efter lödningen sker en borstningsoperation för att avlägsna eventuellt svetssprut samt jämna till fogen. Man använder också en automatiserad por-detektor, och om ytbrytande porer upptäcks blir dessa föremål för en manuell finish-operation. I golvet förekommer cirka 5 m lasersvets vilken utförs med 4 kW lasereffekt och Audis patenterade ”tryckfinger” med integrerad skyddsgastillförsel, vilket fixerar plåtarna till varandra med en kraft av 100 kg. Svetshastigheten ligger mellan

2.5-5 m/min beroende på applikation, och fogen är antingen en I-fog eller en överlappsfog bestående av maximalt två plåtar. Intressant applikation är bakre hjulhusen där man lasersvetsar två 1 mm tjocka zinkbe-lagda plåtar. Motivet är klassiskt; att minimera fläns-bredd för att få plats med större däckstorlekar. Slutligen laserlöder man bakluckan på A6 sedanvarianten med hjälp av ett taktilt lödhuvud.

Dr. Niemeyer avslutade sin presentation med några ord om framtiden. Han ser gärna en utveckling av stålplåtsmaterial för bättre lasersvetsbarhet (Den har vi hört förr, eller hur?) Vad gäller remote-svetsning kommer såväl CO₂- som Nd:YAG-baserad sådan att ha sitt berättigande vid svetsning av såväl stål- som aluminiumdetaljer. Svetsning och lödning av aluminiumyttertytor var något som han också förutspådde.

Näste man ”till rakning” var Herrn Hornig från BMW. Han inledde med att nämna de faktorer som är av störst betydelse för om huruvida hans företag skall välja laserteknik eller ej för en applikation. Dessa sammanfattades i termer av lönsamhet, designfrihet, tillverkningsflexibilitet för efterföljande modeller, tillförlitlighet och kvalitet. Naturligtvis kunde han inte förbigå remote-tekniken, där hans kollega Herrn Schupp dagen innan hade redogjort för BMWs senaste RLW-applikation, balk över bakruta på 3Reihe-modellen [Figur 1]. Herrn Hornig menade att remote-tekniken har sina begränsningar, där den robotmanipulerade Nd:YAG-lösningen fortfarande erbjuder störst flexibilitet. Vid svetsning av lättmetaller som aluminium och magnesium krävs tillsatsmaterial, vilket gör att dessa lämpar sig mindre väl för remote-svetsning. Annars insåg han den stora produktivitetsför-delen med scanner-svetsning där han menade att 1 robot hinner göra lika många svetsar som 6 stycken punktsvetsrobotar under samma tidsrymd.

Beträffande fiberlaser ställer sig Herrn Hornig och



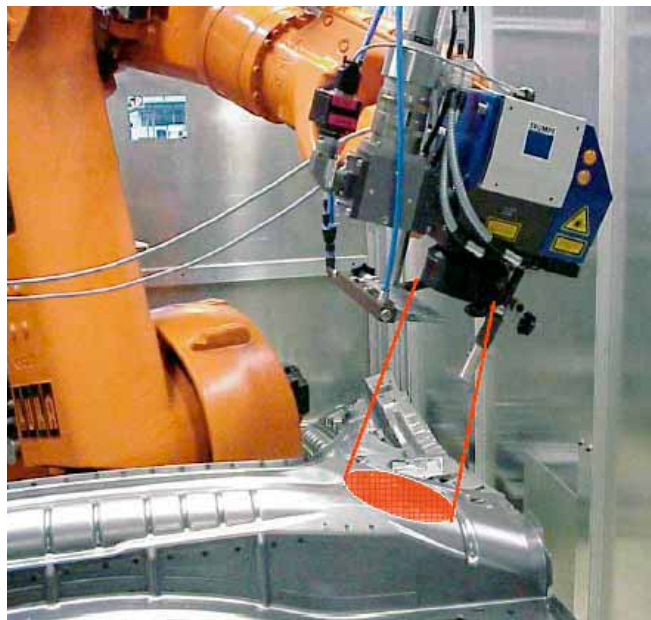
Figur 1. Ett exempel på en lyckad "Remote Laser Welding"-applikation; balk över bakruta på BMW 3Reihe-modellen. Med bibehållen produktivitet har man lyckats ersätta 19 punktsvetsar med 40 laserstegsvetsar.

hans BMW-kollegor fortfarande kallsinniga. Här nämndes risker beträffande kylningen av diodpaketen. Vidare vet man i dagsläget inte vad som händer med fibrerna då de åldras. Kommer de t.ex. att uppvisa samma höga verkningsgrad och goda strålkvalitet som i "färskt" tillstånd.

Nya BMW 3Reihe har laserlöst tak och en dito baklucka. Så länge ytporerna har en diameter $<0,35$ mm behöver dessa inte efterbearbetas, lackeringsprocessen fyller ut och tar hand om dessa ojämnheter.

Bland lite annorlunda applikationer nämndes katalysatorsvetsning av rostfritt material till kolstål med rostfri tillsatsstråd matad via ett koaxialt svetshuvud. Herrn Hornig menade vidare att vi i framtiden kan få räkna med att få se fler lasersvetsar applicerade på yttertyr där de utgör ett medvetet designelement. Som ett sådant exempel visade han på en aluminiumram till en s.k. Speed Bike, vilken tillverkas i två halvor som sammansvetsas med hjälp av laser, och där den synliga lasersvetsen var tänkt att ge ett intryck av "high tech". Aluminiumkvaliteten som använts var AA5182 i tjocklek 1.2 mm och tillsatsmaterialet utgjordes av 1.0 mm grov tråd av AlMg4.5Zr. Den använda lasereffekten hade varit 2.7 kW, svetshastigheten 4 m/min och trådmatningshastigheten 3.4 m/min. Till sist nämnde Herrn Hornig att han trodde att nästa steg vad gäller laseranvändning inom bilindustrin inte låg på tillverkningsidan utan mer rörde sig om att använda laserstrålen som, vad han kallade, funktionselement. Ett exempel på detta kunde exempelvis vara att använda en laserpuls vid tändningen av en Otto-motor.

Välbekante Christian Elsner från DaimlerChryslers "Powertrain"-division uttalade sitt fortsatta önskemål angående god strålkvalitet och högre lasereffekt. Han återknöt till föregående dags tema kring remote-svetsning och menade att denna teknik var mindre intressant för "hans" motor- och transmissionskomponenter. Här

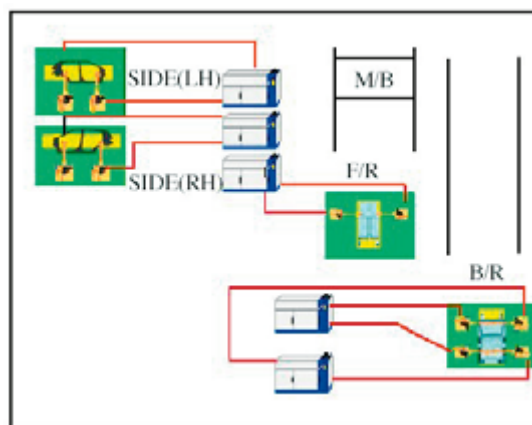
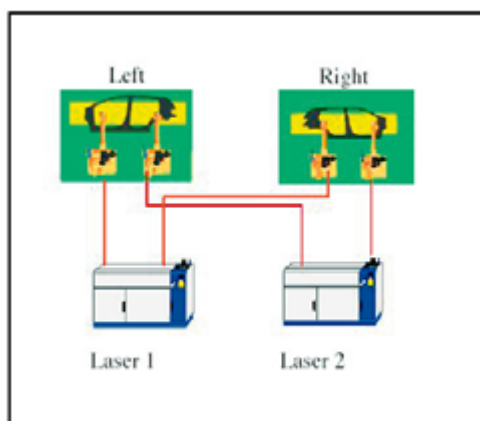


Figur 2. Disklaser, robot och PFO-scannerenhet från Trumpf – ett lyckat koncept för remote-svetsning av S-Klasses bakstycke hos DaimlerChrysler i Sindelfingen.

arbetar man oftast med stationär laser och roterande arbetsstycken, samtidigt som man vill ha ett svetsdjup i paritet med det som elektronstrålesvetsning erbjuder. Normala insvetsdjup för stålkomponenter är 4 mm och motsvarande värde för komponenter tillverkade i aluminium är 3 mm. Med dessa förutsättningar och krav är RLW knappast att tänka på här. Däremot har man tittat på potentialen i att använda twin-spot vid svetsning av aluminium, men ser en begränsning då denna metod reducerar inbränningsdjupet. DaimlerChrysler har investeringskrav som gärna uttrycks i termer av euro/kW, och därmed kunde Herrn Elsner konstatera att den lampumpade Nd:YAG-lasern är den typ som fortfarande används mest inom hans division.

För DaimlerChryslers karosapplikationer redogjorde Herrn Hopf, vilken dessutom tjänstgjorde som ordförande vid denna "elefantrunda". Inledningsvis berättade han om remote-applikationen, i form av bakstycket till S-Klasse-modellen [Figur 2], som presenterats grundligt dagen innan. Denna modell kommer också att ha sidodörrar i aluminium där man avser att lasersvetsa den pressgjutna strukturen till ytterskalet. Den nya Sporter-modellen, som är en typ av mini-van, påstods skulle vara laserintensiv, men någon mer detaljerad information ville Herrn Hopf inte bistå med.

Remote-svetsning var självklart också huvudtemat i Fabrizio Bentinis summering [se annan artikel i detta nummer av LaserNytt], där man nog kan påstå att hans företag Fiat ligger i den absoluta teknikfronten. Man kan säga att inom Fiat-koncernen är det mer eller



Figur 3. Schematiska layouter för lasersvetsstationer i Huynlais fabriker:

T.v. ursprunglig svetsning av karossidor i Ulsan-fabriken.

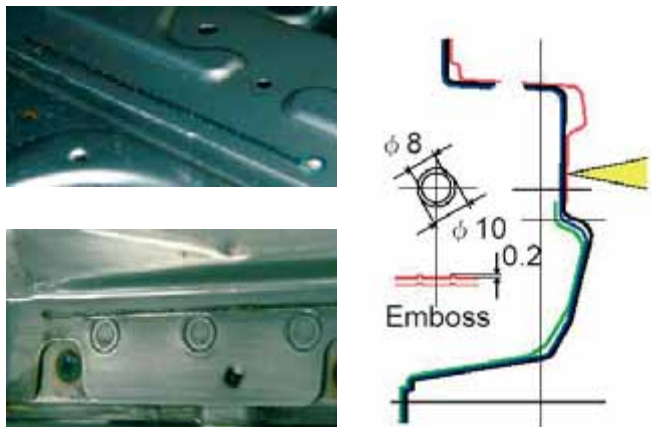
T.h. svetsning av karossidor, bakre golv, samt färdigsvetsning av sidodörrsöppningarna i huvudlinjen i samma fabrik för modellerna Grandeur X6 och Sonata.

mindre standard att stegsvetsa sidodörrar med Comaus AgiLaser-koncept. Angående fixeringsproblematiken kunde han tänka sig att man blandar punktsvetsar med laser-”stitchar”, där man använder de förstnämnda för att låsa detaljerna mot varandra med acceptabla spalter. Bland andra upplysningar från Mr. Bentini var att man avser att laserlöda tak (man lasersvetsar idag taket på AlfaRomeo 156 med Nd:YAG-laser), men att också använda laserlödning på andra synliga yttertytor för koncernens kommersiella produkter, såsom minibussar och transportfordon. För lödapplikationerna tänker man använda någon form av ”fasta tillståndets laser”. På CRF (Centro Ricerche Fiat) har man också tittat på laserhybridsvetsning. Tekniken är tänkt att användas vid applikationer i HSS (High Strength Steels), där problemen med återfjädring vid plåtpressningen kan resultera i större spalter mellan plåtarna som skall sammansvetsas, och därför söker man efter en teknik som kan ta hand om denna överbrygnadsproblematik. Slutligen nämnde Mr. Bentini att man håller på med en metodutveckling för att simulera styvheten hos karosstrukturen och att denna metod skulle inkludera det styvhetstillskott som kommer från lasersvetsarna.

Korea representerades vid konferensen av Dr. Chang från Hyundai & Kia Motors. Drivkrafterna för hans företag att satsa på lasertechnik ligger i de gamla välkända fördelarna i form av ökad produktivitet, högre kvalitet samt reducerat underhåll. Redan 2000 började man använda ett upplägg för lasersvetsning av kompletta sidor, vilket jag beskrivit i tidigare nummer av LaserNytt [#3-02, sid. 29]. De första produkterna var modellerna

Tuscani och Lavita vilka tillverkas i fabriken i Ulsan. Man använder lampppumpade HL4600D-lasrar från Trumpf och cykeltiden är så pass väl tilltagen som 90 sekunder så att man hinner svetsa en mängd stegsvetsar (sammanlagd längd per sida är 2,400 mm) med konventionell robotteknik. Samma koncept har använts för de nyare modellerna Grandeur X6 (1,300 mm lasersvets) och Sonata (2,500 mm lasersvets). Man har två laserceller, en för höger karossida och en för vänster, vardera utrustad med en HL4600D-laser. Varje cell innehåller två industrirobotar, vilka arbetar enligt principen med ”time-sharing”. På Sonata-modellen hittar vi också några lasersvetsar i bakre delen av golvet (tvärbalk, reservhjulsbalk samt sidobalksförlängningen). P.g.a. kortare cykeltider för de nya modellerna kommer dessa att färdigsvetsas i huvudlinjen, i en cell med 2 lasrar och 4 robotar [Figur 3]. Dr. Chang visade i samband med detta en illustrativ film, där det var uppenbart att svetsningen skedde helt utan någon form av fixtur. Han förklarade att man redan satt så pass många punktsvetsar i stationer ”up-stream” vilket gör att man kan klara fixeringen på detta sätt. Förhållandet mellan punktsvetsar och laserstegsvetsar i dörröppningarna sades vara 50/50. Vid framtida tillverkning av kompletta karossidor trodde Dr. Chang att robotmanipulerad RLW kunde vara ett lämpligt koncept, under förutsättning att Huynlais krav på svets hastighet (80 mm/s) och repositioneringsdito (1,500 mm/s) innehölls.

Ny deltagare på EALA var Nissan, vilka här representerades av Mr. Tarui, en kollega till kanske mer bekante Dr. Shibata. Historiskt sett har Nissan använt laserskär-



Figur 4. Lasersvetsad hatthylla (överst) och lasersvetsad bottensvällare (nederst) på nya Nissan-modellen Fuga. Längst till höger en illustration av hur zinkavgasningen löses med hjälp av cirkulära präglingar i karossidan.

ning av prototyper sedan mitten av 1980-talet och laserskarvade ämnen sedan början av 1990-talet. Beträffande den senare tekniken har man idag 10 system i operation i sex olika Nissan-fabriker. Den första takskarvsvetsningen med laser kom 2001 då Skyline-modellen introducerades, vilken numera tillverkas i fyra olika fabriker. Nu uppehöll sig Mr. Tarui mest vid det senaste tillskottet i familjen, nämligen modellen Fuga som introducerades 2004. Den har ett lasersvetsat tak med 18 stycken 25 mm långa stegsvetsar på varje sida. Därutöver har man också en lasersvetsad hatthylla (stegsvetsar med 30-150 mm längd) samt kontinuerligt lasersvetsade bottensvällare för att öka karossens vridstyvhet [Figur 4]. Totalt innebär detta cirka 4 m lasersvets/kaross. Hatthyllan består av två obelagda plåtar i tjocklek 0.65 resp. 1.0 mm, vilket gör att denna svetsoperation är tämligen enkel. Bottensvällarapplikationen är mer komplex, då ett flertal detaljer berörs. Karossidan är 0.75 mm tjock och har s.k. galvannealedbeläggning (GA, zinkskiktet upplegerat med en mindre andel järn). Den svetsas till fyra olika detaljer med tjocklekar mellan 1.4 och 1.6 mm, med och utan GA-beläggning. Galvannealedytor har alltid varit populära hos japanska biltillverkare, men vid svetsning bör man ta hänsyn till att smält- och förångningstemperaturer ligger högre jämfört med vanliga zinkbeläggningar.

Svetsningen görs i två sekvensiella stationer, vardera utrustad med en 2.5 kW Nd:YAG-laser. Cykeltiden per station är 96 sekunder och svetshastigheten sades ligga så pass högt som 6 m/min. I den första stationen svetsas hatthyllan och bottensvällarna, en i taget. Dock krävs två robotar för att kunna komma åt på båda sidor. Två

robotar finns också i den efterföljande taksvetsstationen, men här arbetar man med "beam-sharing" såtillvida att lasern svetsar ett "stitch" på vänster sida medan roboten på höger sida flyttar sig till nästa svetsläge. Väl där växlas laserstrålen över till denna sida, och svetsning sker här medan roboten på vänster sida flyttar sig till nästa svetsläge o.s.v. Som fixering används en tryckpinne med keramisk ytbeläggning monterad på svetshuvudet, och tryckkraften från denna ligger på 5-20 kg. För att klara zinkavgasningen vid svetsning i bottensvällaren är karossidan i detta område försedd med ett antal cirkulära präglingar (Δ 8-10 mm), vilka är 0.2 mm djupa. Med dessa präglingar säkerställer man en kontrollerad spalt mellan de zinkbelagda plåtarna. Dr. Niemeyer från Audi var dock tveksam till denna metodik och undrade hur pass stabilt utfallet på präglingdjupet var vid högvolymtillverkning. Eftersom man kan förvänta sig ett viss verktygsslitage trodde han inte att man kunde förlita sig på att präglingdjupet skulle förbli konstant över tiden.

I Fuga-produktionen gör man med jämna mellanrum en kontroll i form av effektmätning samt uppmätning av kraften på tryckpinnen. I övrigt använder man sig av "on-line" processövervakning i form av registrering av återreflekterat laserljus. Detta analyseras med hjälp av FFT (Fast Fourier Transform) för att erhålla en bättre upplösning. Bildbehandlingen sker med en frekvens på 20 kHz och 3-5 mm av lasersvetsens längd utvärderas åt gången. Slutligen sade Mr. Tarui att de huvudsakliga skälen till införande av lasersvetsning på Fuga-modellen var de vinster som kunde göras på produkten i form av ökad vridstyvhet genom den kontinuerliga svetsen, samt i processen där lasern erbjuder en högre svetshastighet och därmed reducerade tillverkningskostnader.

Monsieur Drexler från Renault, som vid fjolårets EALA-konferens tvingats lämna återbud och då eratts av Madame Joly, var nu tillbaka på "spelplanen" igen. Han berättade om de planer man har på att införa laserlödning av taket till Laguna2-modellen i Sandouville-fabriken där man för detta ändamål har installerat en pilotcell utrustad med en Trumpf-laser, ett Dinse trådmattningssystem samt en Scansonic fogföljningssensor. Vid de inledande lödningsproven upptäcktes en omfattande förekomst av ytbrytande porer vilka skulle ge problem beträffande lackeringskvaliteten. Därför bytte man ut Renaults klassiska lodmaterial Maillechort (CuCr1Zr) mot det mer vanliga CuSi3. Lämpliga användningsområden för laserlödning i framtiden kunde enligt Monsieur Drexler vara att lösa problemet med att foga stål till aluminium, något som kom att beskrivas av Dr. Grevey (IUT Bourgogne) och Monsieur Criqui (Renault) vid en senare konferens i Bad Nauheim (Mechanical, Thermal

and Hybrid Joining Processes in Automotive Engineering, 8-9 mars).

Liksom Fiat har Renault kommit en bra bit på väg då det gäller remote-svetsning av sidodörrsstrukturer med hjälp av AgiLaser-konceptet. Rykten säger att man redan har detta i produktion i fabriken i Novo Mesto i Slovenien för tillverkning av vissa dörrvarianter till Clio-modellen. Man lär använda sig av Rofin Sinars diffusionskylda slablaser på 3,5 kW och svetsar 23 stegsvetsar per dörr med en sammanlagd längd av 460 mm. Svetsarna sammanbinder innerstrukturen till dels en låsförstärkning, dels till ytterplåten. Man använder sig av ren luft som skyddsgas och cykeltiden ligger på 40 sekunder.

Därnäst var det trevlige Herrn Klaus Löfflers från Volkswagen tur att berätta om de senaste landvinningarna hos VW. Han hade ju en riktig storföreställning vid förra årets EALA-konferens då han berättade om de omfattande lasersatsningar man gjort för svetsningen av modeller som Golf V och Touran. Nu inledde han med att konstatera de optimeringar som skett på senare tid vad gäller laserutnyttjande, mediaförbrukning och organisations- och arbetsformer. Bl.a. konstaterade han att driftskostnaden för en lamppumpad 4 kW Nd:YAG-laser (VWs favoritlaser) sedan 2002 gått ner från 30,000 euros till 10,000 euros per år.

Sedan fortsatte Herrn Löffler med att ytterligare imponera på de närvarande då han beskrev de senaste laserinstallationerna. Han inledde med att beskriva situationen hos VW i Kina. Här tillverkas modeller som Cabby i Changchun och Touran i Shanghai, båda byggda på A5-plattformen. På den förra modellen är det bara taket som laserlöds med hjälp av en 4 kW-enhet, medan man i Shanghai-fabriken har 17 stycken 4 kW-lasrar för en omfattande svetsning av van-modellen Touran. A5-plattformen är också basen för de Jetta- och Bora-varianter som tillverkas i Puebla i Mexico. Här har man installerat inte mindre än 51 stycken 4 kW Nd:YAG-lasrar, och omfattningen av svetsningen ligger i paritet med den som används för Golf V.

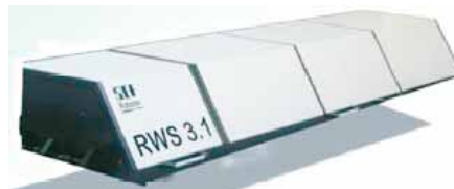
I Europa kommer VW i år att starta tillverkningen av den nya Passat-modellen. För detta ändamål har man installerat 69 stycken 4 kW Nd:YAG-lasrar i fabriken i Emden och 30 stycken dito i Mosel Werk. Men inte nog med detta! Denna modell kommer också att innehålla ett antal s.k. varmformade komponenter såsom tvärbalk vid mellanbrädan, B-stolpeförstärkning samt del av bottenvällaren. Varmformningstekniken ger detaljer med en brotthållfasthet kring 1,500 MPa och en motsvarande hårdhet, varför håltagning med konventionella stansverktyg resulterar i hög förslitning av dessa. Därför har

VW köpt på sig 17 stycken CO₂-lasrar med effekter kring 3 kW för att i stället laserskära de hål och urtag som krävs. Det finns som synes inget som tyder på att Volkswagen skulle trappa ner på sina enorma lasersatsningar, vilket vi kanske lite till mans trodde, då vi menade att man nått ett maximum i laseranvändning i och med introduktionen av "Golf-femman" förra året. Denna senare modell har nu också kommit i en förlängd variant som Herrn Löffler kallade Golf+. Tillverkningen sker integrerad i nuvarande Golf-linje i Wolfsburg, men har krävt en tilläggsinvestering av 15 stycken nya Nd:YAG-lasrar. Slutligen nämnde vännen Klaus att VW liksom andra biltillverkare undersöker potentialen med remote-teknik, som man dock tror har begränsade användningsområden.

Min kollega Niclas Palmquist hade fått vänta länge på sin tur, eftersom bilföretagen gjorde sina presentationer i bokstavsordning, men nu fick vi lära en del kring Volvos omfattande satsningar på nya material för kommande karossmodeller. Material som Borstål, TRIP-stål samt rostfritt måste kunna lasersvetsas med hög kvalitet, varför omfattande svetsförsök har gjorts i "Pilot plant" vid Torslandaverken. Det är kanske inte de nya materialen som sådana som bidrar till svetsproblemen utan snarare de olika former av zinkbeläggningar som förekommer.

En kommande applikation avsedd för laserlödning är ytterplåten för bakluckan till S80-modellens ersätta-re. De huvudsakliga problemen vid utvecklingen har varit förekomsten av ytporer samt den förhållandevis svaga fläkhållfasthet som ett laserlöst förband uppvisar. Utmattningsegenskaperna tycks emellertid vara goda. Ett annat problem har varit att få det fosfateringsskikt som läggs på i B-fabriken (måleriet) att fästa på lödfogen, vilken utförs med vanlig CuSi3-tillsatsstråd.

Andra pågående laseraktiviteter på Volvo rör prov och utvärdering av olika system för kvalitetsövervakning, utvärdering av nya laserteknologier samt support till eftermarknaden i olika "laserfrågor". Herr Palmquist berättade även om den expertishjälp man bidragit med vid kollegan Jaguars införande av lasertaksvetsning på S-type modellen där två zinkbelagda 0,8 mm tjocka detaljer (takpanel och karossyttersida) svetsas samman med hjälp av en 2 kW CO₂-slablaser. P.g.a. så pass lång cykeltid som 150 sekunder klarar sig Jaguar med denna låga lasereffekt i fabriken i Halewood. Slutligen retade Niclas våra förväntningar med att visa en övertäckt modell, som han menade hade många nya innovativa laserapplikationer, men om vilken han inte kunde säga mer förrän till 2006 års EALA-konferens.



State-of-the-Art beträffande laserkällor och laserverktyg för bilindustrin

Bad Nauheim/Frankfurt a.M., 2-3 februari 2005

Rapport från 6th European Automotive Laser Application Conference

Av Johnny K Larsson, Volvo Cars

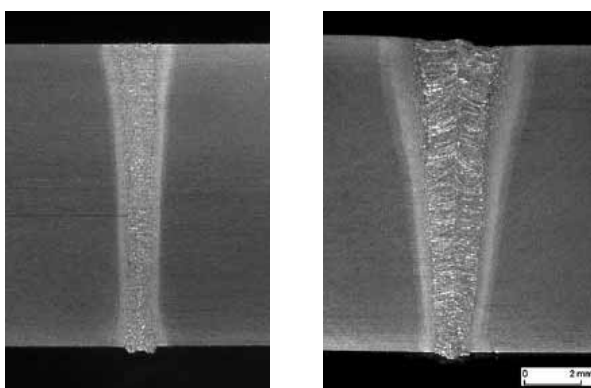
Som vanligt fanns det goda möjligheter att uppdatera sig beträffande den senaste utvecklingen av laserkällor och -verktyg vid europeisk bilindustris årliga konferens i Bad Nauheim. Detta år gick European Automotive Laser Applications (EALA) Workshop av stapeln 2-3 februari och var som vanligt ett välbesökt evenemang där mer än 200 laserexperter deltog. Konferensen innehåller också en utställning och inte minst här kunde den intresserade få information från nya och gamla lasertillverkare, samt om det senaste beträffande specialverktyg och övervakningssystem.

Även detta år fick väl fiberlasern betraktas som det stora samtalsämnet och här inledde Herrn Kohn från BIAS (Bremen Institut für Angewandte Strahltechnik) mötesförhandlingarna. Sedan dygt ett år tillbaka förfo-

gar man där över en 10 kW-enhet från IPG, YLR-10000, som man faktiskt t.o.m. kan "kräma ur" 10.5 kW. Denna laser arbetar inom ett våglängdsområde av 1070 ± 5 nm och har en fiberdiameter på 200 μ m. Strålkvaliteten som erhålles ligger på 11.6 mm*mrad, vilket ger en fokalpunkt på 360 μ m diameter vid 200 mm fokallängd. Verkningsgraden sades ligga runt 25%. Vid svetsförsök av grövre stålplåt hade man kunnat konstatera att det var en fördel att lägga fokalpunkten någon millimeter ner i materialet för att uppnå högsta svetshastighet [Figur 1]. En annan observation var den att den s.k. humping-effekten vid svetsning i tunnplåtskonstruktioner uppträder först vid högre mycket högre svetshastigheter än vad som är fallet vid svetsning med CO₂-laser.

Herrn Kohn trodde att ett stort användningsområde för lasern kommer att bli svetsning av pipelines, vilken idag utförs med konventionell smältsvetsning vilket är en tidskrävande operation. Här skulle lasern kunna vara mycket effektivare, men det gäller att man klarar av att hantera lasern i den tuffa miljö det oftast är frågan om vid pipeline-svetsning. Det kommer att krävas klimatiserade containrar att placera laserkällan i för att kunna genomföra laserbearbetning i såväl kall (Alaska) som varm (Indien) miljö.

Vidare berättade Herrn Kohn om de nya applikationsområden där lasern slagit sig in under senare år och där fiberlaserns höga effekt och goda strålkvalitet, med allt vad detta innebär, skulle kunna bli ett utmärkt instrument. Här nämnde han lasersvetsning av typiska "luftfartslegeringar" som AA6056 för Airbus 380, samt inom varvsindustrin där ju Meyer Werft i Papenburg har varit en föregångare i att ta till sig lasertekniken. Slutligen avslöjade Herrn Kohn att man har för avsikt att snart installera en 15 kW fiberlaser i laboratoriet i Bremen.



Figur 1. 12 mm tjockt, mjukt stål (X70) svetsat med fiberlaser (IPG YLR-10000) t.v. och CO₂-laser (Trumpf TLF 15000 turbo) t.h. Trots den lägre effekten (10.2 kW) uppnådde man vid svetsförsök på BIAS högre svetshastighet med fiberlasern, 2.2 m/min jämfört med 1.8 m/min då man tog ut 13.5 kW ur CO₂-lasern.



Figur 2. Några av de experter som deltog i paneldiskussion och presentationer av nya laserkällor och -verktyg.

Denna kommer också att ha en fiberdiameter på 200 μm med en strålkvalitet av 12 mm*mrاد och en verkningsgrad eller WPE (Wall Plug Efficiency) på 28%.

Härpå tog en paneldiskussion [Figur 2] med representanter från de olika lasertillverkarna vid, och först ut var "stenansiktet" Shcherbakov från IPG. Han inledde med att säga att han ville ta död på tre myter rörande fiberlasern, nämligen att strålkvaliteten inte skulle vara så bra som utlovats, att det inte finns någon industriell erfarenhet från användning av dylika lasrar samt att priset skulle vara oskäligt högt, bl.a. hade han hört att det skulle röra sig om dubbla priset mot en skivlaser med samma effekt. Alla dessa påstående bemötte nu Mr. Shcherbakov i sin presentation. Sålunda menade han att IPG under 2005 kommer att förbättra strålkvaliteten ytterligare och erbjuda en 20 kW-enhet med en BPP (Beam Parameter Product) på 5 mm*mrاد. Bland industriella exempel nämnde han några som varit i användning under en längre tid. Ett var skärning av 2 mm tjockt rostfritt material med en 2 kW laser, YLR-2000, som har en strålkvalitet på 2 mm*mrاد, och där man låg på skärhastigheter kring 12 m/min! Ett annat exempel rörde remote-svetsning där en 5 kW laser (YLR-5000), med 4.3 mm*mrاد strålkvalitet, svetsade två stycken zinkbelagda 1.5 mm plåtar med en hastighet av 6 m/min. En bra tumregel för fiberlasrar har i USA varit att 1 kW kostar 80,000 dollars. I Europa ligger priserna högre. Här nämndes siffror som 370,000 euros för en 4 kW fiberlaser och 440,000 för en 5 kW-enhet. Mr. Shcherbakov var emellertid snabb att säga att detta inte var "OEM-priser", alltså vad en biltillverkare får betala. Dessa har alltid en massa speciella krav och önskemål som gör att kostnaden för installationen ökar.

Näste talare var gamle bekantingen Herrn Mann från firma Trumpf. Han berättade att hans företag kan erbjuda lasrar i den s.k. TLF-serien på mellan 700 och 15,000 W. Strålkvaliteten uttryckt i M^2 ligger då mellan 1.6 och 4.0. För effektintervallet 4-6 kW, vilket är det i bilindustrin vanligast förekommande ligger M^2 på 1.25-1.8. Herrn Mann talade sig på nytt varm för den nya Trumascan 4000L, vilken är en 4kW CO₂-laser, med två separata scanneroptiker. Vidare nämnde han en helt försluten, kompakt laserenhet, TCF1, vilken är möjlig att montera direkt på en industrirobot. Senaste disklasern i Trumpfs sortiment är på 4 kW och heter 4002. Den har

en numerisk apertur på 0.1 ± 0.01 och en strålkvalitet på 8 mm*mrاد. Strålen kan distribueras i en 200 μm fiber och har en WPE (Wall Plug Efficiency) på över 20%. De senaste rönen från forskning i laboratoriet i Schramberg är att man kan polarisationskoppla två stycken 2 kW-enheter med hjälp av Brewster-plattor och OC-spegel och därmed utvinna 8 kW med en bibehållen strålkvalitet av 8 mm*mrاد.

Rofin Sinar representerades denna gång på podiet av Herrn Rütinger som gick igenom företagets disklaserprodukter. Alla bygger på diodpumpning av en Ytterbiumskiva och ger en laserstråle med 0.12 N.A. (numerisk apertur). Sortimentet i sin helhet ser ut som följer:

MODELL- BETECKNING	EFFEKT [W]	ANTAL DISKAR	FIBERDIA- METER
[MM]			
Starweld750	750	1	150
DS010	1000	1	150
DS015HQ	1500	1	200
DS020	2000	1	300
DS030HQ	3000	2	300
DS040	4000	2	300

Hos Rofin håller man på med en effektivisering liknande den som Herrn Mann beskrev, nämligen att reducera antalet resonatorer vid generering av höga effekter. I framtiden räknar man med att via polarisationskoppling kunna få ut 4 kW lasereffekt ur endast 2 diskar eller "skivor". Herrn Rütinger beskrev vidare att om en pumpdiodenhet, eller "stack" fallerar kan denna stängas av och lasern fortsätta att operera med reducerad effekt. M.a.o. måste lasern inte omedelbart stängas av för underhåll och produktionen stoppas. Slutligen berättade han att samtliga disklasrar från Rofin uppvisar en försumlig effektförlust vid distribution i upp till 100 m långa fibrer.

Siste man i podiediskussionen var en ny bekantskap i form av Herrn Wagner från Fanuc. Detta företag har ju en lång tradition som lasertillverkare och leverantör, och bl.a. hade jag själv förmånen att få besöka deras huvudanläggning i Japan redan 1990. Emellertid har man haft svårt att slå sig in på den europeiska marknaden som till större delen domineras av de etablerade tyska märkena Rofin Sinar, Trumpf och Haas. Fanuc har en serie diodpumpade Nd:YAG-lasrar där den kraftful-

laste är på 4 kW och benämns Y-4400LDiA. Den sades ha 50% lägre driftskostnader jämfört med en disk laser med samma effekt. Man garanterar vidare en diodlivslängd på 20,000 timmar. Detta föranledde en livlig diskussion, eftersom såväl Trumpf som Rofin enbart garanterar 10,000 driftstimmar med oförändrad uteffekt. Då Mr. Shcherbakov tillfrågades om hur lång garanti IPG erbjuder för sina dioder svarade han utan att förändra en min: 100,000 timmar! Herrn Wagner fortsatte sin redogörelse med att säga att Fanucs diodlasrar har en energiförbrukning som bara är 1/3 av den som krävs för lampumpade system. Den maximala fiberlängden ligger på 50 m. Fanuc tillverkar, liksom IPG, egna dioder och pumpmoduler.

Omfattningen av verktyg för laserbearbetning har ju på senare år vuxit explosionsartat och behovet av någon form av standardisering har accentuerats. Vid förra årets EALA berättade Herrn Brockmann från VW att man har etablerat en "ArbeitsKreis (AK) Laser" i vilken ingår representanter från Audi, BMW, DaimlerChrysler och VW. Nu återkom Herrn Brockmann för att redogöra för hur långt detta arbete har framskridit. Man har tagit fram ett standardiserat kvalifikationstest för nya laserkällor, och just nu håller man på att försöka standardisera snittställena för den optiska fiberns inkoppling. Dokumentet skall vara klart till sommaren detta år. Elektriska och mekaniska interface är bestämda och en prototyp skall tas fram och testas hos någon biltillverkare. I detta arbete har även leverantörsföretag som Laser-Line, HighYag, Optoskand och Precitec varit aktiva. Dr. Rippl från KUKA Schweißanlagen påpekade i sammanhanget att denna typ av "fiberstandardisering" kan bli svår då olika lasertyper arbetar med olika fiberdiametrar, och standardiseringen därmed kan gynna resp. missgynna vissa lasertyper. Herrn Brockmann berättade att nästa område man kommer att behandla är standardiseringen av snittställena i själva laserkällan samt snittställena för inkoppling av sensorer. Därför inbjöd han på stående fot alla tillverkare av dylik utrustning till en diskussionsrunda den 16 mars.

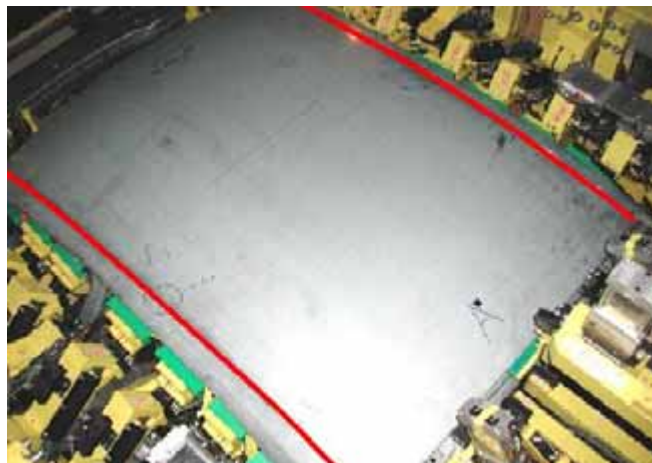
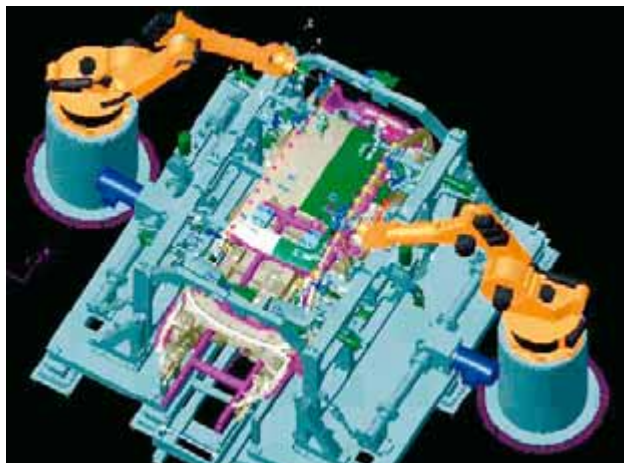
Under temat laserverktyg berättade Herrn Möckel från ThyssenKrupp Drauz GmbH om företagets olika produkter och industriella referenser. Bland de senare kan nämnas lasersvetsning och laserlödning av sidopaneler för VW Transporter T5 i Hannover, den välbekanta avslutningsplattan (Schottplatte) för främre sidobalken i Golf V där applikationen både laserskäres och lasersvetsas samt svetsning och lödning av sidopaneler till Golf och Passat i Wolfsburg, Brüssel och Mosel. Ett vanligt upplägg vid svetsning av sagda sidopaneler är att tillverka dem i en vridfixtur eller "Drehtrommel" som

tyskarna kallar det [Figur 3]. Detta betyder att man laddar en sida medan svetsning av en annan pågår inuti lasercellen. Därefter vrids fixturen så att den färdigsvetsade detaljen kan lossas och en ny laddas samtidigt som svetsningen av de tidigare ilagda detaljerna försiggår. För att ytterligare utnyttja lasern maximalt kan man kombinera två vridfixturer som betjänar samma laser cell med exempelvis höger- och vänsterdetaljer. På så sätt är lasern så gott som i kontinuerlig drift, något som måste vara huvudmålet vid planering av nya laserinstallationer menade Herrn Möckel. Om man talar i termer av geometrisvetsning alternativt färdigsvetsning ger detta också olika förutsättningar för laserns utnyttjandegrad.

Herrn Möckel menade att lasern är ett utmärkt verktyg för svetsning i karosser, men det finns trots allt ett par svagheter om man jämför denna svetssteknik med t.ex. punktsvetsning. Detta är viktigt att ha i åtanke då man tar fram nya laserverktyg. Sålunda krävs extremt god passning mellan detaljerna vid tredimensionell svetsning. Svetsning i eller nära radier bör undvikas och likaså att förlägga en lasersvets i närheten av en limsträng. Positioneringsnoggrannheten av detaljer är också viktig då lasersvetsningen i sig har svårt att överbrygga spalter och gap. Slutligen är övergångar mellan 2- och 3-plåtsförband, vilket är nog så vanligt förekommande i en bilkaross, också en akilleshäl för lasern jämfört med punktsvetsning. I detta sammanhang nämndes den alternativa, 2 µm tjocka zinklegering som ThyssenKrupp-Stahl tagit fram, vilken består av zink och magnesium och som skall eliminera tidigare välkända lasersvetsproblem i zinkbelagt material. Slutligen redogjorde Herrn Möckel för några räkneexempel där han jämförde investeringskostnaderna för en s.k. dubbellinje för tillverkning av karossidor. Ett laserbaserat upplägg var 14% dyrare än ett som byggde på punktsvetsning, men å andra sidan var besparigen i golvyta avsevärd för det laserbaserade upplägget. Detta krävde 380 m² att jäm-



Figur 3. Animation av en lasersvetscell för tillverkning av t.ex. karossidor. Högerdetaljerna laddas samtidigt som svetsning sker av vänstersidan, vilket ger ett optimalt utnyttjande av laserkällan.



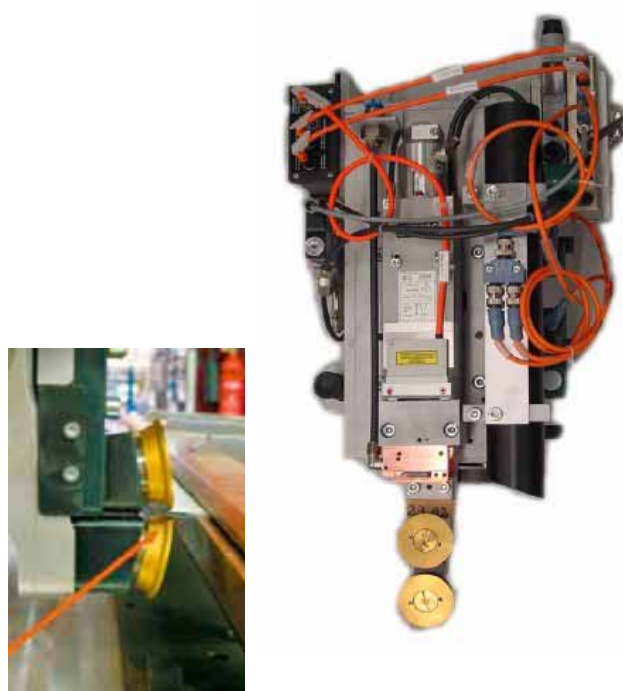
Figur 4. FFT EDAGs Geotack2000-koncept med spännramar för karossfixering. T.v. en animation av principen och t.h. utrustningen använd vid laserlödning av ett tak.

föras med 580 m² för punktsvetsalternativet, en inte försumbar kostnadsbesparing, inte minst om det är frågan om att investera i ett helt nytt fabrikskomplex.

Herrn Schneegans från FFT EDAG Produktionssysteme GmbH & Co. KG var näste man att berätta om olika produktionsupplägg och verktyg för lasersvetsning. Företaget har sysslat med produktionsanläggningar för bilindustrin under många år och som referenser nämndes VW-modellerna Vito och Toureg. För den senare modellen har FFT EDAG tillverkat framingsstationen för lasergeometrisvetsning och laserlödning av taket. Fixeringstekniker är något man har specialiserat sig på och två olika koncept presenterades mer i detalj. Det första kallas Geotack2000 och är ett system med spännramar för utökad produktflexibilitet. Sålunda kan lösningar med spännramar för framing av 2, 3 eller 6 olika modellvarianter i samma produktionsflöde erbjudas. Vid taklödning kompletteras dessa spännramar med mot hållsspännen från karossens insida [Figur 4]. Taktiderna i dylika framingsstationer ligger kring 40 sekunder.

Det andra verktyget som presenterades var ThyssenKrupp Drauz' numera välbekanta "dubbeltryckrulle" för svetsning i t.ex. dörröppningar i en kaross [Figur 5]. En nyutveckling som nu presenterades var att man kunde kontrollera sammantryckningen av rullarna med hjälp av en servofunktion och därmed skulle det bli möjligt att skapa en kontrollerbar spalt för zinkavgasning. Annars får detta lösas i form av åtgärder på de pressade detaljerna såsom utformning med präglingar eller mycket specificerade vinkelkrav på flänsarna. Allt detta fördyrar naturligtvis pressdetaljen och de nya servo-spännrullarna skulle då kunna vara ett ekonomiskt bra alternativ.

Sist i denna session tog dess ordförande Klaus Löffler från VW till orda och överraskade oss alla med att tala



Figur 5. Den numera klassiska dubbeltryckrullen från ThyssenKrupp Drauz, vilken numera kan erhållas med en servofunktion för kontrollerbar sammantryckning av rullarna.

om att hans organisation, VW Produktionstechnik, numera erbjuder andra biltillverkare hjälp med att installera nya laserlinjer och -stationer på kommersiell basis. Man kan naturligtvis spekulera i detta ställningstagande. Måne är det så att Volkswagen börjar känna sig lite utsatta i sin position som varande det enda bilföretag som gjort denna enorma satsning på lasertekniken, och nu vill värva över fler "proselyter" för sin sak. Nog så intressant information, och vi får väl se hur konkurrenterna nappar på detta erbjudande framöver!?



Lite efterskörd från 2005 års EALA-konferens

Bad Nauheim/Frankfurt a.M., 2-3 februari 2005

Rapport från 6th European Automotive Laser Application Conference

Av Johnny K Larsson, Volvo Cars

Utöver vad jag rapporterat om i tidigare artiklar från 6th European Automotive Laser Applications Workshop vill jag här summera upp ytterligare information som delgavs rörande intressanta applikationer och tillämpningsområden.

Det första som jag vill ta upp rör ytbehandling av cylinderfoder med hjälp av laser. Detta var ju ämnet som Tony Hoult (Coherent Inc.) tog upp under ICALEO-konferensen i fjol, och vi fick då uppfattningen att Audi tycks vara föregångaren då det gäller denna typ av laseranvändning. Detta bekräftades i Bad Nauheim av Herrn Lindner från just Audi AG där man använder UV-bearbetning av cylinderfoder till Audis gråjärnsmotor-

block. Det allt överskuggande kravet är att minimera oljeförbrukningen. Vid konventionell honing skär man ett rutnät i cylinderväggen med hjälp av diamanter för att på detta sätt kunna hålla oljan på plats. Nu använder Audi istället en UV-kortpulsteknik med våglängden 308 nm där man först avverkar ett tunt ytskikt och frilägger grafitlamellerna, därefter sker en 1 µm djup omsmältning av ytan för att minska friktionen mot cylinderkolven. Enligt Herrn Lindner har denna laserbearbetning lett till en 90 %-ig reduktion av förslitningen från kolringen under ett 800 timmar långt driftsförsök. Samtidigt påstods den totala oljeförbrukningen under detta experiment ha stannat vid 9 gram!

Metoden används i produktion sedan ett år tillbaka i Audi Motorenwerk i Győr i Ungern. Den laser som används är av märket Lambda Steel och är på 300 W. Pulsenergin är 1000 mJ och pulsfrekvensen 300 Hz. Det tar cirka 20 sekunder att bearbeta ett foder, och motorblocket roteras kring en stationär laserstråle för att minimera energiförlusten [Figur 1].

Nästa föredrag, som hölls av Herrn Jobst från BMW i Dingolfing, handlade också om ytbehandling med laser, men här var det frågan om laserhårdning av pressverktyg. Tack vare att trenderna inom bilindustrin går mot en större användning av ytbelagda höghållfasta (HSS = High Strength Steels) stål och större detaljer i karosserna innebär detta att högre presskrafter behövs vid tillverkningen. Detta i sin tur medför en ökad förslitningsgrad av pressverktygen, och därför menade man på att bättre hårdtekniker krävs idag. Laserhårdning har ett antal fördelar jämfört med andra användbara metoder såsom ugnshårdning och flammhårdning. Sålunda erhåller man ett mer repeterbart utfall, men den stora fördelen ligger ändå i möjligheten att med laser åstadkomma en lokal, partiell hårdning. Herrn Jobst visade hur det hela gick till i BMWs bearbetningscentrum (BAZ = Bearbei-



Figur 1. Ytmodifiering av cylinderväggarna på Audis gråjärnsmotorblock med hjälp av en 300 W UV-laser

tungszentrum). Man har denna laserprocess integrerad i den ordinarie fräsmaskincellen, vilken är utrustad med ett arbetsbord på 2x2.5 m och en portalrobot med ett arbetsområde om 6x3.5x1.5 m. Robotbanan programmeras off-line direkt från ett CAD-underlag. För själva härdningsprocessen används en 4 kW diodlaser med en våglängd på 940 nm [Figur 2]. Laserstrålen fokuseras till en brännfläck som är så pass liten som 1.0x1.3 mm. Integrerad i laserverket, som totalt väger cirka 18 kg,



Figur 2. 4 kW diodlaser som verktyg för ythärdning av pressverktyg hos BMW. Enheten väger 18 kg och har yttermått 540x225x175 mm.



Figur 3. Lasersvetsning av en justermekanism åt Renault. Närmast ett detaljutsnitt över svetsområdet och t.h. produktionscellen hos PCI.

finns en pyrometer som fungerar som temperaturövervakning.

Under konferensens första dag fick vi också göra bekantskap med det franska företaget PCI (Process Conception Ingénierie). Man är en stor utrustningsleverantör till främst den franska bilindustrin med specialområden som pressverktyg, nyckelfärdiga sammansättningslinjer, rullfalsutrustning och elektriska falsningsmaskiner. Huvudsätet är i Meudon i Parisområdet där den största fabriken finns. Därutöver finns ytterligare tre produktionsorter i Frankrike: Rennes, Saint-Etienne och Etupes nära Souchaux. Bland specialprodukter nämndes "Geoflexor", "Mandragor" samt "Rollflexor", där den förstnämnda är en komplett geometristation för sammangiftet av golv-, sidor och tak för personbilskarosser. En dylik installation finns till påseende i Renaults Douai-fabrik där man tillverkar Mégane- och Scénic-modellerna i ett mixat flöde. PCI är också stora då det gäller bearbetning och sammansättning av motorer åt såväl Renault som PSA-koncernen.

Men nu var det frågan om laserapplikationer och här presenterade talaren, Monsieur König, två exempel. Det första gällde lasersvetsning av en justermekanism för framsätena till Renault Laguna2-modellen [Figur 3]. Detaljerna hade tidigare svetsats med MAG (Metal Active Gas) med stora deformationer som följde. Dessa undviks med laser, samtidigt som svetsbredden gick ner från 10 till 2 mm med bibehållen hållfasthet, en nog så viktig aspekt för denna säkerhetsdetalj. Man använder en 3-axlig portalrobot försedd med en 6 kW CO₂-laser från Rofin Sinar med modellbeteckningen 860HF. Den höga effekten valdes för att klara de svetshastigheter det här är frågan om, och att det skall gå snabbt är en självklarhet vid dylik volymproduktion. Man tillverkar således 2,800 enheter om dagen i två skift och med två parallella linjer som tillsammans "spottar ut" 111 lasersvetsade





Figur 4. T.v. lasersvetsning av stötdämparstänger åt PSA Citroën och t.h. en översiktsbild av svetshuvudet.

detaljer i timmen. Detta innebär en cykeltid på endast 32.4 sekunder. Laserstationen sades ha en tillgänglighet på 98%.

Den andra applikationen som Monsieur König berättade om var lasersvetsade stötdämparstänger åt PSA Citroën [Figur 4]. Här svetsas cirkulära ändstopp av stål (HE335D med en kolhalt kring 0.07%) till krombelagda (skiktjocklek ~25 µm) stötdämparstänger i materialen XC48, AF43 alternativt 42CD4. MAG- eller MIG- (Metal Inert Gas) svetsning är ej möjligt pga. krombeläggningen och därför har man valt att satsa på lasersvetsning som ett lämpligt alternativ. Dels blir deformationen av stängen låg, samtidigt som man erhåller en hög hållfasthet, vilket är viktigt då det finns ett krav på att ändplattan skall klara en lossrivningskraft på drygt 20 kN. Svetsningen sker med en CO₂-slablaser från Rofin-Sinar ur vilken man tar ut som mest 1,080 W under en svetscykel som jobbar med såväl up-slope som down-slope av effektuttaget. Idag tillverkar man 364 detaljer i timmen i en treskiftsoperation. Detta innebär mindre än 10 sekunder i svetstid per stötdämparstång. Sammanlagt blir detta 47,000 enheter per vecka i en tillverkningscell med 95% tillgänglighet. En optisk kamera används för kontroll av svetskvalitén. I framtiden kommer alla de bakre stötdämparna i samtliga PSA- och Citroën-modeller att vara försedda med lasersvetsade stänger, och de nyaste tillskotten blir ersättarna till modellerna. Peugeot 206, Citroën Picasso och Peugeot Expert. Nästa steg blir att utvärdera huruvida samma koncept kan appliceras på de främre stötdämparna.

Vi hade också fått långväga besök från "over there" i form av språksamme Stan Ream från Edison Welding Institute (EWI) i Columbus, Ohio. Han gav en intressant historik och statusredovisning beträffande laseranvändningen inom amerikansk bilindustri. Han började med att beskriva hur bilflottan ser ut i USA. Den skiljer sig

dramatiskt från vad vi är vana vid att se här i Europa. Sålunda står lätta pickups (LWPT = LightWeight Pickup Trucks) och stadsjeepar (SUV = Sport Utility Vehicles) för mer än 50% av nybilsproduktionen, vilket i reella tal innebär mellan 8-9 miljoner enheter per år. Bensinpriset i USA ligger kring 0.35 euros/liter, varför amerikanen inte har något emot tunga, bensinslukande bilar. Dessutom placeras LWPT i en förmånlig skatteklass, vilket förklarar denna biltyps popularitet. Detta innebär i sin tur att laserapplikationerna är andra än den karosserisvetsning, som är det dominerande användningsområdet här i Europa, där de konventionella personbilarna med tillhörande självbärande karosser fortfarande är i majoritet.

För lasersvetsning av motor- och transmissionsdetaljer finns idag cirka 100 CO₂-baserade system i operation. 2/3 av dessa är byggda av en och samma systemleverantör, nämligen Ohio-baserade PECO (Process Equipment Co.). Det andra stora användningsområdet för laser inom amerikansk bilindustri är direkt kopplat till deras annorlunda biltyper. Jag talar här om rör- och ramskärning [Figur 5]. Här finns omkring 250 system installerade, varav 75% är baserade på Nd:YAG-laser och resten på CO₂-dito. Dock menade Mr. Ream att spaceframe-tekniken, som bygger på rörkonstruktion, under de senaste åren har förknippats med några negativa rykten, vilka skulle kunna inverka menligt på fortsatt tillväxt av laserapplikationer. Dels är den hydroformningsprocess som används för att färdigforma rören en tämligen långsam process och därmed olämplig vid volymtillverkning, dels har svetskvalitén på de rör som utgör utgångsämnen varit dålig. Andra "stoppers" för fortsatt laseranvändning kan vara biltillverkarnas förkärlek för en ökad introduktion av höghållfasta stål vid t.ex. ämnesskarvning, som är ett annat stort område för laseranvändning i USA, men som beskrivits utförligare i tidigare nummer av LaserNytt (#1-05). Det snabba svetsförloppet som lasersvetsning av sådana ämnen erbjuder, gör att man i denna typ av stål får en hög hårdhet och därmed en



Figur 5. Laserskärning av rambalkar för några av de populäraste produkterna på amerikanska bilmarknaden: lätta pickup-lastbilar och stadsjeepar.



Figur 6. Några exempel på tidiga misslyckanden med laserteknik inom amerikansk bilindustri. Från vänster Fords högeffekts CO₂-laser för svetsning av kompletta karossgolv, den första tredimensionella lasersvetsningen inom bilvärlden: Chevrolet Corsicas takskarv samt Fanucs idé med robotmanipulerad CO₂-lasersvetsning.

begränsad formbarhet. Dessutom vet man idag inte tillräckligt mycket om hur dessa svetsar beter sig vid snabba deformationsförlöpp som vid t.ex. en krock.

Aluminium används i begränsad användning i amerikanska bilarosser då det fortfarande anses vara ett alltför dyrt material. De huvudsakliga applikationerna är s.k. "closures", d.v.s. dörrar, motorhuvar och bakluckor. Dock kommer GM att presentera sin nya Chevrolet Corvette 2006, vilken är helt byggd i aluminium och där strukturen innehåller ett dussintal olika lasersvetsade områden.

I sin historiska återblick berättade Mr. Ream att det sätts ungefär 90 miljarder punktsvetsar om året i amerikansk karosseritillverkning, varför man skulle kunna förvänta sig att här finns en stor potential för att ersätta många av dessa med lasersvetsning. Att så inte är fallet kan härledas till några tidiga misslyckanden vid införandet av laserteknik [Figur 6]. Redan 1972 installerade Ford en multi-kW CO₂-laser påtänkt för svetsning av större delsamansättningar, men då man saknade utbildning och kunskap i de specifika förutsättningar, som t.ex. god passning och noggrann fixering av detaljer, som lasersvetsningen kräver blev resultatet en katastrof och lasern fick ett oförtjänt dåligt rykte inom Ford-koncernen. Det är först nu som Ford kunnat använda karosserilasersvetsning med framgång i och med introduktionen av modellerna 5000 och FreeStyle 2003. Andra "floppar" i amerikansk laserhistoria som omnämndes var Fanucs laserrobot GMF L-100 baserad på CO₂-laser, samt GMs tidiga satsning på taklasersvetsning av Chevrolet Corsica och Baretta-modellerna med dubbla CO₂-lasrar och gantry-robotar i Linden-fabriken i New Jersey. Efter ett års produktion omkonstruerades taket och man valde istället en limpunktsvetsad lösning för sammansättningen. Mr. Ream menade att om vi skall se en utökad lasersvetsning i USA kommer den i första hand att vara processdriven, såtillvida att den reduktion

av produktionsyta som lasern möjliggör med sin höga produktivitet, kan rättfärdiga den förhållandevis höga investeringskostnaden. Han påstod bl.a. att en lasersvetsrobot kunde ersätta sex stycken punktsvetsrobotars arbete.

Att det kan vara besvärligt att lasersvetsa i zinkbelagd tunnplåt är något som man upptäckt även i USA, och vi har ju under årens lopp fått många redogörelser för olika lösningsförslag, som t.ex. "laser knurling" och dubbelfokus, av Dr. Forrest från DaimlerChrysler. Mr. Ream visade en ny idé vilken innebar att man skapar små präglingar/noppor med hjälp av magnetisk pulsteknik. Vi ser med spänning fram mot ytterligare rapporter kring detta.

Slutligen kunde Mr. Ream inte undvika att beröra konferensens huvudtema, nämligen remote-svetsning. Han visade på tidiga exempel från en IBEC- (International Body Engineering Conference) konferens 1993, där GE Fanuc i sin presentation myntat begrepp som "Laser Scanner Lap Welding". Idag finns många systemleverantörer av RWS (Remote Welding Systems) i USA, såsom Trumpf, RofinSinar, KUKA, Comau, Utica, Omega och LasX. Tillväxten inom bilindustrin är emellertid långsam, men företaget MagnaCosma har en installation i bruk i Mexico där man svetsar detaljer som t.ex. krockbalkar för inhemsk VW-produktion. Till sist visade Mr. Ream upp sin numera klassiska jämförelse mellan driftskostnaderna för olika lasertyper kalkylerad på 8 års användning. Beräkningen klassar fiber- och CO₂-system som varande de kostnadseffektivaste med 22-24 \$/tim, medan disk- och Nd:YAG-lasrar ligger på mellan 35-38 \$/tim.

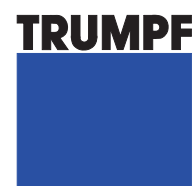
Dock känner vi sedan tidigare till svårigheten med dylika generella jämförelser, men kanske kan de ändå tjäna som någon form av vägledning. I slutänden måste man alltid utvärdera kostnaden mot specifika, applikationsbundna förutsättningar.

www.se.trumpf.com

Shape the future with light.



Laser:TRUMPF.



KONFERENSER och MÄSSOR 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 (*en flygbiljett med
SAS eller Air Nordic från Arlanda till
Luleå kostar från 500 kr*)
Per Westerhult

LaserNytt 1/2006
Hans Engström

Oktober

- 12 Laserdag 2, FORCE Yecnology (prel)
Brøndby, Danmark
Per Westerhult

November

- 16 Lasersvetsning Workshop
Olofström
Per Westerhult

Annonsering i Lasernytt

- **Medlemmar** betalar 4.500 kronor för en helsidesannons och 3.000 kronor för en halvsidesannons.
- **Icke medlemmar** betalar 9.000 kronor för en helsidesannons och 6.000 kronor för en halvsidesannons.

För ytterligare information kontakta Per Westerhult,
Lasergruppens kansli, tel. 08-782 08 60.

*God Jul och
Gott Nytt År*
önskar vi på redaktionen

