

LASER

3-2011

Lösnummerpris 85 kr

nytt

Lasersdag hos Volvo i Olofström

Aluminium på stark frammarsch



- Rapport från 7:e LAF-konferensen
- Ungdomar får testa laserskärning i skolan
- Ingemar Eriksson - ny licentiat vid Luleå tekniska universitet
- Ire Metall investerar
- Rapport från 6th LANE 2010
- Rapport från LIM



Upptäck laserns alla fördelar:

- stor designfrihet
- hög processhastighet
- låg värmeförlust
- hög produktivitet
- mindre efterarbete
- hög flexibilitet
- exakta slutmått för dina plåtdetaljer
- beröringsfri process

Många användningsområden:

- Svetsning
- Lödning
- Skärning
- Påsvetsning
- Härdning
- Märkning

LASER LÖNAR SIG ALLTID I LÄNGDEN

Ingen process eller produktion är för stor eller för liten för laser.

I mer än 25 år har vi på Permanova levererat nyckelfärdiga laserrobot-system till plåtanvändande industri. Varje system är optimalt utformat för att göra kundens produktion mer effektiv och lönsam. Vårt mål är att ständigt vara förstahandsvalet för små och stora företag som söker marknadens absolut bästa laserlösningar. Till vår hjälp har vi fler laserexperter än de flesta av våra kolleger i branschen. Som kund får du tillgång till deras samlade erfarenhet och djupa kunskap om tekniken.

Med Permanova som helhetsleverantör inom laserlösningar har du allt på ett ställe. Från konstruktion till installation och service.

Är du nyfiken på att få veta hur våra laserlösningar kan lyfta din produktion till nya höjder? Kontakta oss på Permanova!



www.permanova.se

Tel 031-706 19 80

LASER nytt

Lasernytt utkommer med 3 nummer/år och ges ut av Lasergruppen c/o Svetskommissionen Box 5073, 102 42 Stockholm Telefon: 08-120 304 03

Redaktör

Hans Engström
Telefon: 0920-49 12 69
Växel: 0920-49 10 00
Fax: 0920-49 10 74
E-post: hans.engstrom@ltu.se

Redaktionellt arbete och kansli

Per Westerhult
Telefon: 08-120 304 03
E-post: per.westerhult@svets.se

Ansvarig utgivare Per Westerhult

Lasernytt på Internet

www.lasergruppen.eu

Omslagsbild: Jerker Bengtsson, Volvo Cars var värd för Laserdagen hos Volvo i Olofström

Produktion: Breakwater Publishing AB,
www.breakwater.se, info@breakwater.se
Tryck: Lindgren & Söner AB, Göteborg 2011

- 4 Rapport från 7:e LAF-konferensen Framgångsrika laserapplikationer
- 13 Rapport från 7:e LAF-konferensen Kompetenscenter BIAS
- 17 Ungdomar får testa laserskärning i skolan
- 18 Ingemar Eriksson - ny licentiat vid Luleå tekniska universitet
- 18 Ire Metall investerar i en Prima Platino laserskärmaskin från Din Maskin.
- 19 Mikrobearbetning med laser
- 20 Samtal kring Lasertrender, del 10
- 23 Rapport från 6th LANE 2010 – del 2
- 31 Lasersdag hos Volvo i Olofström
- 36 Volvo Personvagnar Karosskomponenter Olofström
- 37 Rapport från Lasers in Manufacturing LIM
- 45 Rapport från IIW-konferensen i Chennai, Indien
- 52 Kalendarium

Tankar från styrelsen



Av Bengt Johansson,
LaserCentrum i
Gnosjö AB

Lasertekniken har nu nått en mogenhet ute i industrin. Idag upplever jag inte lasertekniken längre som en nyhet. När jag började med tekniken var den exklusiv och nytänkande. Man säger att på

1900-talets början var en rätta aldrig längre bort än ca 2 meter även om den inte syntes. Idag kan man nog säga samma sak om lasern... Vi har idag lasrar i alla möjliga prylar i hemmet som CD/DVD/Blu-ray, laserpekare och som signalsändare i fiberoptik för data och telefoni.

Inom industrin är även den trenden på väg med

högeffektlasrarna. Eftersom många äldre lasermaskiner blivit för långsamma och slitna för större företag, säljs dessa ut och den mindre verkstaden har nu fått tillgång till lasertekniken som aldrig förr. Den trenden är här för att stanna.

Vi kommer att se en större diversitet på lasrar, dvs man optimerar lasertyp och våglängd för respektive produkt för att få maximal avkastning. Jag tror också att vi kommer att se allt fler ”desktop-lasrar” i form av små YAG- och CO₂-lasrar för prototyp tillverkning och hobbybruk. Idag kan man få en Kina-tillverkad desktop USB-ansluten 50W CO₂-laser med skärbord i A4 format för en spottstyver! Laserröret har ca 1100 timmars driftstid men har å andra sidan en marginell kostnad.

I framtiden LED-lampor kommer en blå diodlaser med hög verkningsgrad excitera ett fosforskikt för att få ett vitt ljus med jämn spridning. BMW utvecklar idag en sådan laserljuskälla för bilstrålkastare.

Även om världsekonomin ser lite mörk ut just nu, så har lasern fortfarande en lysande framtid. ☺

Framgångsrika laserapplikationer hos små- och medelstora företag visades upp vid Laser Anwender Forum 2010 i Bremen

Rapport från 7:e LAF-konferensen
24-25 November i Bremen



Av Johnny K Larsson, Volvo Cars

I fjol deltog jag vid ett ytterst intressant arrangemang, nämligen LAF'10, vilket på tyska skall uttydas som Laser Anwender Forum.

Denna tvådagarskonferens arrangeras vartannat år av BIAS [Bremen Institut für Angewandte Strahltechnik] i Bremen. Eftersom konferensens tyngdpunkt ligger på praktiska, industriella tillämpningar, vill jag påstå att den är helt i linje med medlemmarnas i Lasergruppen intresse. Därför kan jag redan nu varmt rekommendera ett deltagande vid nästa tillfälle som kommer att bli den 12-13 september 2012.

Förutom ett gemytligt umgänge mellan ett 80-tal deltagare på Park Hotel fick vi lyssna till intressanta föreläsare från stora laseraktörer som MeyerWerft i Papenburg och MercedesBenz i Sindelfingen, men det som främst fångade mitt intresse var de presentationer som handlade om laseranvändning hos små- och medelstora företag, vilka i Tyskland går under benämningen KMU [Kleines und Mittleres Unternehmen]. Därför väljer jag att här begränsa och fokusera min rapportering på dessa föredrag.

Dr. Günter Lensch är så kallad "Geschäftsführer" för företaget Nutech som håller till i Neumünster. Med blott 51 medarbetare förfogar man över ett 15-tal laserkällor

av olika typ. Fram till idag har man utfört sammanlagt 15.000 km lasersvets, och nyckeltal för år 2009 visade att Nutech producerat 1.500 olika artiklar, allt från enstyckstillverkning till seriestorlekar på 5 miljoner enheter. Som underleverantör ser man en ökad produktivitet som den stora drivkraften för att satsa på lasertekniken. Detta illustrerades med all önskvärd tydlighet av t.ex.:

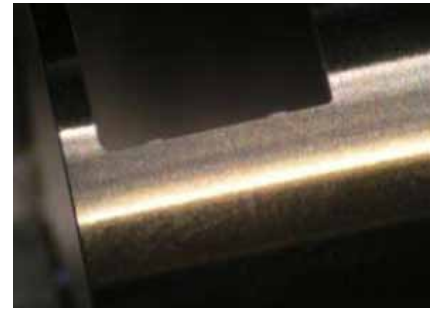
* Svetsning av rostfria [1.4301] dörrhandtag med 1 mm godstjocklek. Detta görs med en 5 kW



Figur 1. Något spartanska produktionsförhållanden vid Nutech i Neumünster där man bland annat värmeledningssvetsar rostfria dörrhandtag i en dubbelstation med hjälp av en 5 kW CO₂-laser.



Figur 2. T.v. fixeras tre gjutgodsdetaljer med en vägg tjocklek på 5 mm, vilka sedan stumsvetsas i en dubbelstation med en taktid på blott 4 sekunder.



Figur 3. Rörskäring med en "single-mode" fiberlaser på 100 W. Skärlängden per rör uppgår till 50 mm vilket den helautomatiska processen klarar på 2 sekunder.



Figur 4. T.v. den fixtur som används vid lasersvetsning av svängningsdämpare för att innehålla toleranskraven på mellan 0,1-0,2 mm. Gråjärn svetsas till en CrNi-legering med 3,6 kW effekt och ett inbränningsdjup (t.h.) på 2 mm.

CO₂-laser och tillverkningstiden per detalj är 7 sekunder [Fig. 1].

- * Med en cykeltid på blott 4 sekunder används samma CO₂-laser, alternativt en 4,4 kW Nd:YAG, för tillverkning av komponenter i stål gjutgods [C22.8] med tjockleken 5,0 mm [Fig. 2].
- * En fiberlaser på 100 W används vid skärning av rostfria rör [1.4301] med 0,6 mm vägg tjocklek, och här ligger produktions-takten på otroliga 2 sekunder per komponent [Fig. 3].

Bränsleceller är ju en "het potatis" i branschen och här berättade den engagerade Dr. Lensch att man använde en så kallad "single-mode" fiberlaser på 1 kW för denna "folie-svetsning" där tjockleken hos de Al-, CrNi, eller Ti-baserade membran ligger på 200 µm. Med hjälp av en "scanner" når man svindlande 2 m svetslängd per 5 sekunder.

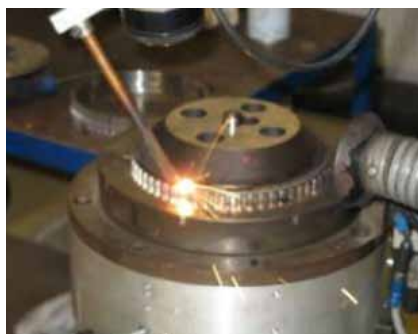
En direktverkande diodlaser användes för svetsning av rostfria lådor och här ansattes laserstrålen från lådans insida och operationen utfördes som värmeledningssvets-

ning för att erhålla kosmetiskt tilltalande fogar.

Andra intressanta produkter var en svängningsdämpare i gråjärn till vilken man svetsade en CrNi-täckning med 3,6 kW uteffekt från en Nd:YAG-laser vilket resulterade i en svets hastighet på 4m/min [Fig. 4].

Vidare tandade kuggdrev där Stellite svetsas till C35-material med en 3 kW Nd:YAG-laser. Insvetsdjupet låg här på 2 mm vid en framföringshastighet på omkring 3 m/min [Fig. 5].

För värmeväxlare i rostfritt



Figur 5. Vid stumsvetsning av tandade kuggdrev används en 3 kW Nd:YAG-laser. Under produktionen sker löpande stickprovsuttag för att validera såväl geometri som att ett insvetsdjup på minst 2 mm uppfylls (t.h.).



Figur 6. Lasertekniken används för såväl borrning som svetsning av denna komponent i rostfritt 1.4301-material med en vägg tjocklek på 1 mm.

1.4301-material med varierande plåttjocklek mellan 1,5-2,5 mm användes en 2 kW CO₂-laser för svetsuppgiften och här låg framföringshastigheten kring 2 m/min.

CO₂-laser användes också för en kombinationsprocess som innebar laserbörning med efterföljande svetsning av roströror till lister, allt i kvalitet 1.4301. 2,5 kW lasereffekt resulterade i en total tillverkningstid på 1 min/enhet [Fig. 6].

Men verksamheten i Neumünster begränsas inte bara till traditionell laserbearbetning som skärning och svetsning, utan nu har man också gett sig i kast med det som tyskarna kallar "auftragsschweissen", eller som det är bekant hos oss: laserpåläggning. Detta illustrerades med ett exempel där rotationsaxlar belades med ett nickelpulver för ökad slitlighet.

En annan pratglad och humoristisk herre var Dr. Johannes Weiser. Hans företag heter BBW Lasertechnik och har sitt säte i Prutting.



Figur 7. Några av laserutrustningarna hos BBW Lasertechnik. T.v. en skärcell vilken kan förses med laserenergi från såväl en Nd:YAG- som en 500W "single-mode"-fiberlaser, och t.h. en annan skärstation betjänad av en 1kW SM-fiberlaser och med en maximal skärlängd på 3,5 meter.

Företaget grundades 1997 och har idag 55 medarbetare. Maskinparken består av 18 olika laserkällor vilka används för svetsning, skärning, borrning och gravering [Fig. 7]. Många av hans produktexempel handlade om hur man på ett ekonomiskt sätt kunde ersätta frästa detaljer med lasersvetsade tunnplåtskonstruktioner. Han visade på en matarkanal för kablar som man tillverkar åt Siemens [Fig. 8]. Dessa kanaler tillverkades tidigare från strängpressade profiler med en hel

del efterföljande bock- och håltagningsoperationer. Det visade sig bli avsevärt mera kostnadseffektivt att bygga upp kanaler av 13 separata plåtdetaljer vilka framgångsrikt sammansvetsades i en TLC2510-maskin från Trumpf. Andra exempel var en tidigare utfräst svängarm som numera tillverkades som en svetsad plåtkonstruktion i rostfritt 1.4301-material med godstjocklek 0,8 mm och en returledare för avgaser [Fig. 9] där ställda krav på täthet mot heliumgaser klarades "med glans".



Figur 8. En matarkanal för kablar som byggs upp av 13 stycken laserskurna detaljer som sedan sammanfogas med laser-svetsning i olika fixturer, varav den för täckplåtssvetsningen ses t.h.



Figur 9. En av många produkter konstruerade för lasersvetsning som tillverkas hos BBW Lasertechnik är denna "avgasledare". Komponenten består av 11 detaljer, och med olika fixturkoncept kan en max. spalt på 0,1 mm säkerställas inför lasersvetsningen. Två av dessa fixturer ses ovan; t.v. den för kylröret och t.h. den för en oval hylsa.

De av läsarna som deltog vid Laserdagen i Nyköping under hösten i fjol kanske minns den presentation som gavs av sympatiska Richard Petersen från Weil Engineering och handlade om tillverkningen av tryckbehållare [Fig. 10]. Nu fick vi lyssna till en djupare och mer detaljerad presentation av detta högautomatiserade processupplägg. Tryckbehållarnas mantel tillverkas från plåtcoils, och här rör det sig alltså om rörformning med efterföljande laser-

stumsvetsning. Ett antal varianter tillverkas där rördiametern varierar mellan 120-300 mm och längden mellan 80-1.270 mm. Beroende på behållarens storlek förekommer även två olika plåttjocklekar: 1,5 respektive 2,5 mm. I processflödet som bygger på en 15 sekunder lång stationstid finns fyra stycken 8 kW CO₂-lasrar integrerade. Förutom den ovan nämnda rörsvetsningen svetsas gavlarna till manteln samt ett antal muffar till såväl gavlarna som mantel



[Fig. 11]. Tidigare svetsades gavlarna som överlappsfogar med MAG [Metal Active Gas] -metoden, men genom att gå över till en lösning som innebär stumsvetsning med laser har man både kunnat reducera vikten hos komponenten och förbättrat svetskvaliteten med reducerad kassationsprocent som resultat. Muffarna pressas på plats i förstansade hål och lasersvetsas sedan med hjälp av en rotationsoptik.

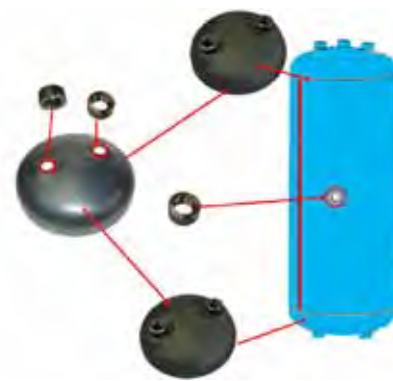
Förutom de redan omtalade vinsterna med att gå över till lasersvetsning, kompletterade Dr. Petersen med ytterligare några:

- * Eliminering av korrosionskänsliga klippkanter vilket var ett problem vid de tidigare överlappsfogarna som var nödvändiga för MAG-processen.
- * Bättre förutsättningar för den efterföljande lackeringsprocessen på grund av de släta lasersvetsarna. Det senare har också eliminerat alla behov för efterbearbetning.

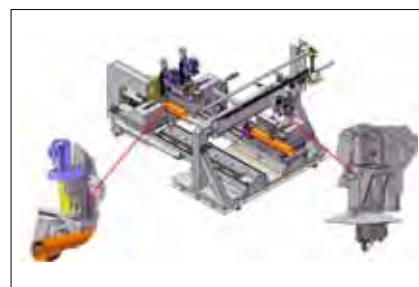
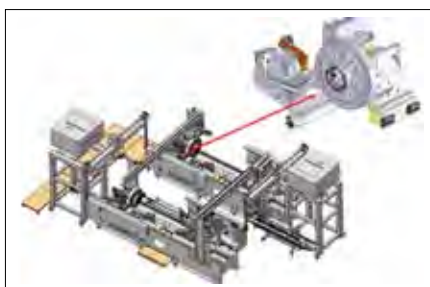
Peter Hoffmann, som ni läsare av LaserNytt fick stifta bekantskap med i föregående nummer av tidningen [Samtal kring lasertrender 9] gjorde en inspirerande beskrivning av vad som just nu händer vid hans företag ERLAS. Fokus vid tillverkning av komponenter som lasersvetsas av flera plåtdetaljer ligger på att minimera den improduktiva tiden i form

av laddning, fixering och robotomställningar. Man vill m.a.o. ha en så hög "beam-on-time" från laserkällan som möjligt för att kunna tillverka på ett konkurrensmässigt och kostnadsattraktivt sätt. Ett exempel utgjordes av en kopplingsdetalj till en kompakt växellåda där tillverkningen utfördes i en svetsanläggning som man valt att kalla ERLASER® ROTATION100 försedd med en industrirobot med 100 kg bärkapacitet och en lägesomställare på vilken detaljerna placeras [Fig. 12]. En CCD [Charge-Coupled Device] -kamera övervakar att laddningen sker på korrekt sätt, och ett växelbord med 2 sekunders växlings-tid används. Kopplingsdetaljerna består av 7 enkeldetaljer i 5 olika material som sammanfogas med 12 stycken lasersvetsar. Svetsningen utförs med "remote"-teknik med en 4 kW disk laser med 8 mm*mrad strålkvalitet och den totala svets-tiden är 17 sekunder. Den totala cykeltiden var emellertid 40 sekunder, och för att ha en bättre utnyttjandegrad av lasern har den gode Peter infört en fixturlösning som bygger på så kallad "Spannkassetten" [Fig. 13]. Här kan detaljerna i förväg fixeras i en kassetten som vid svetsoperationen monteras i en lägesomställare. På detta sätt hade en annan detalj, avsedd för rattstänger, tillverkats med en avsevärt reducerad improduktiv tid. I detta fall hade en 4 kW CO₂-laser med 4 mm*mrad strålkvalitet använts, och 10 delar i 3 olika material hade sammansvetsats med inalles 28 "remote"-svetsar vid en total cykeltid på 16 sekunder där själva svetsningen utgjorde 12 sekunder.

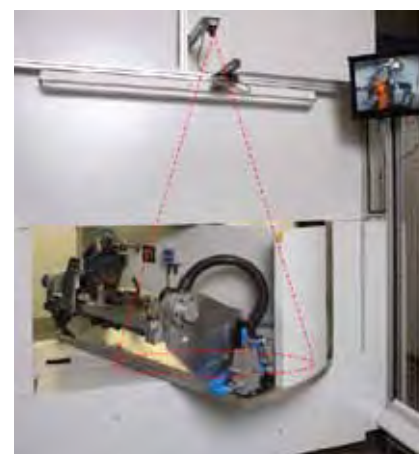
Lösningen med denna typ av spannkassetten har vidareförädlats i ett helautomatiserat processupplägg för tillverkning av tre olika typer av rattstängsvarianter, vilka vardera består av 6 enkeldetaljer. Fyra olika robotar förekommer i hanteringen. Två toppmonterade robotar servar två ilägg-



Figur 10. Ovan lasersvetsade tryckbehållare hos Weil Engineering i Müllheim, och t.h. de ingående komponenterna: mantel, gavlar och muffar.



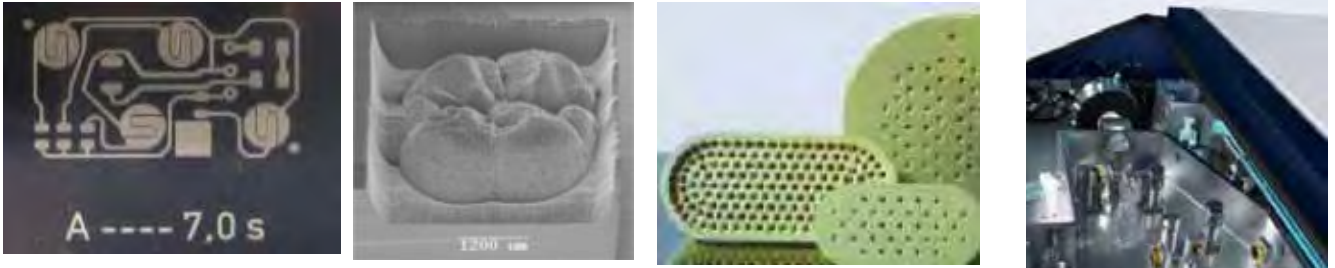
Figur 11. Schematiska avbildningar av stationen för svetsning av gavlarna till manteln (t.v.), och för svetsningen av muffar till manteln (t.h.).



Figur 12. Närmast interiör från laserbearbetningscellen ERLASER® ROTATION100 utrustad med robot och lägesomställare, och längst t.h. växelbordet i processupplägget där en CCD-kamera övervakar att detaljerna läggs på korrekt sätt i fixturen.

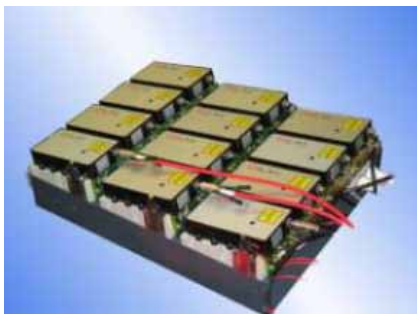


Figur 13. Den numera "världsberömda" "Spannkassetten" t.h., vilken möjliggör att de tio detaljer som ingår i rattstängslösningen t.v. kan sammansvetsas med "remote"-teknik på endast 12 sekunder.

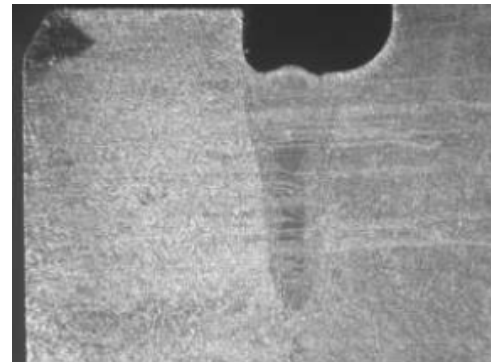
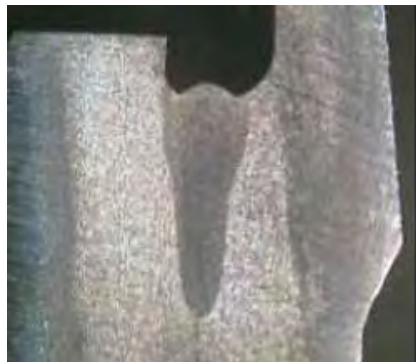


Figur 14. Längst t.h. "innanmätet" i en kortpuls laser, vilken enligt Trumpf har en tillgänglighet på 98%, en driftskostnad på 1,50 € per timme och där serviceintervallen ligger på över 5.000 timmar.

Ovan några applikationsexempel: Fr.v. strukturering av kretskort, skärning/ablation av tandproteser i zirkoniumoxid samt borring av keramiska rotationsmunstycken.



Figur 15. RoFinSinar har numera såväl "single"- som "multi-mode" fiberlasrar i sitt produktprogram. De senare byggs upp av diodmoduler på 130 W (t.v.) och ovan ses en FL040 med 4 kW lasereffekt och längst t.h. en kompaktversion (FL010C) av en 1 kW-enhet.



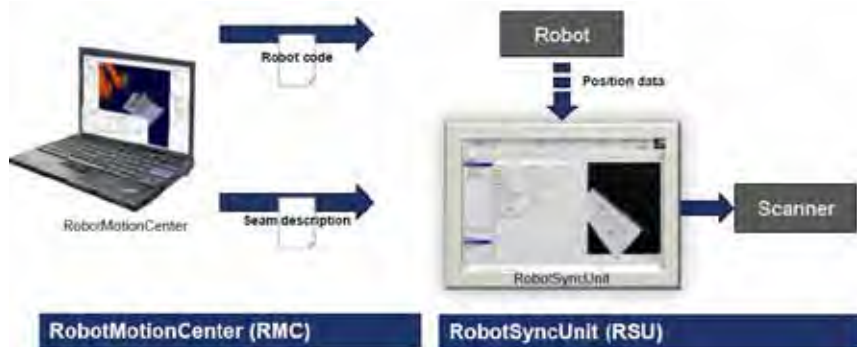
Figur 16. Ett kuggdrev till en växellåda som dels svetsats med 2,2 kW från en diffusionskyld DC025-laser (t.v.) respektive 1,6 kW från en FL020-fiberlaser (t.h.). Den senare resulterar i såväl något bättre penetration 3,5 jmf. 3,4 mm, som högre framföringshastighet; 2,5 jmf. 2,25 m/min.

ningsstationer och placerar vardera tre detaljer i spännkassetterna. Robot nummer tre lägger i och tar ur kassetterna från svetscellen och robot nummer fyra lyfter detaljen till en station för kvalitetsöversyn. Själva svetscellen utgörs av den tidigare omnämnda ERLASER® ROTATION100 bestyckad med den femte roboten i

processupplägget. Med denna högautomatiserade tillverkning ligger cykeltiden på 10 sekunder varav "remote"-svetsningen i svetscellen utgör 8 sekunder. En synnerligen imponerande lösning som jag själv hade glädjen att få beskåda i verkligheten vid mitt besök på ERLAS i samband med LANE [Laser Assisted

Net Shape Engineering] -konferensen hösten 2010. För den som är intresserad rekommenderas ett besök på hemsidan www.erlas.com.

Men förutom de ovan beskrivna företagen och dess exempel på framgångsrika laserapplikationer gavs det en hel del annan intressant information vid LAF'10. Klaus



Figur 17. Principen för interaktionen mellan Blackbirds två mjukvaruprogram RobotMotionCenter (RMC) och RoboySyncUnit (RSU), samt t.h. en RSU-enhet avsedd för programmering av robot- och "scanner"-rörelser vid svetsning "on-the fly".

Tabell 1.

UTVECKLINGEN ÖVER TIDEN BETRÄFFANDE NÅGRA NYCKELTAL FÖR DIODLASRARS PRESTANDA.		
	2003	2010
Verkningsgrad	25%	45%
Diodgaranti	1 år	5 år*
Volym (3 kW)	1,9 m ³	0,06 m ³
Max. effekt i 100 µm fiber	4 kW	12 kW**
Strålkvalitet (4 kW)	100 mm*mrad	30 mm*mrad

) Motsvarande 50.000 timmars driftstid

***) Den högsta medeleffekt som LaserLine har att erbjuda idag



Figur 18. Sedan 2008 svetsas baddörrar till Audi Q5-modellen med diodlaser. Valet av laserkälla har främst styrts av diodlaservåglängdens mer gynnsamma absorptionsförmåga i aluminium.

Löffler från Trumpf, som var något av "key-note speaker" vid konferensen beskrev de nya så kallade kortpuls-lasrar som nu alltmer börjar ingå i lasertillverkarnas sortiment. Med dessa källor är det möjligt, att via extremt korta pulser under 10 picosekunder och hög repetitionsfrekvens [200-500 kHz], skapa topp effekter i MW-regionen trots att dessa lasertyper arbetar med medeleffekter på blott 50 W [Fig. 14]. Dessa typer av

kortpuls-lasrar används främst vid skärning av elektronikchips, hålbörning i insprutningsmunstycken samt strukturering av ytor.

En nyhet var vidare att RofinSinar numera kan erbjuda fiberlasrar i sitt produktprogram. Dr. Wolfram Rath berättade att man idag har såväl FL010 [medeleffekt 1 kW], som FL020 [medeleffekt 2 kW] och FL040 [medeleffekt 4 kW] i sortimentet [Fig. 15]. Lasrarna bygger på "muti-mode"-tekniken och byggs upp



Tabell 2.

VÅGLÄNGDENS ABSORPTIONSFÖRMÅGA I ALUMINIUM FÖR NÅGRA AV DE VANLIGASTE TYPERNA AV BEARBETNINGSLASRAR.	
CO ₂	1,5%
Nd:YAG	5,1%
Diod	11,5%

Tabell 3.

REKOMMENDERADE FOKALPUNKTSDIAMETRAR FÖR OLIKA TYPER AV LASERBEARBETNING.	
Bearbetningsteknik	Fokusdiameter [mm]
Skärning	0,01-0,6
Svetsning	0,01-2,0
Lödning	1,2-3,0
Påläggning	0,3-10,0
Härdning	1,0-20,0

av diodmoduler på 130 W. Dock har man även färdigställt en 2 kW "single-mode"-fiberlaser som prototyp. Dr. Rath beskrev de välkända problemen med mer sprut vid svetsning med denna typ av laser, men kunde samtidigt konstatera att 1,6 kW ut från en FL020-enhet gav samma insvetsdjup som man får med 2,2 kW från



Figur 19. Precitecs nya fogföljningsverktyg LPF med en extern linjeprojektion för bestämning av fogens läge och med en koaxial kameraövervakning. Via en "scanner"-spegel kan fokuspunktens läge gentemot fogen justeras, men denna funktion kan även användas för "wobbling" av laserstrålen om man behöver överbrygga större gap vid stumfogs-svetsning.

RofinSinars klassiska diffusionskylda CO₂-laser DC025 [Fig. 16].

RofinSinar kan också erbjuda ett robotstyrprogram från företaget Blackbird Robotersysteme för främst tredimensionell "scanner"-svetsning "on-the-fly". För programmering av robotbanan används en modul som kallas RobotMotionCenter

[RMC], medan modulen RobotSyncUnit [RSU] synkroniserar robot- och "scanner"-rörelser vid svetsning "on-the fly" [Fig. 17]. Programmet kan även användas vid 2D-svetsning då man med hjälp av pendling önskar ge svetsen en viss geometri. Den senare funktionen kan även kombineras med effekt-rampning.

Dr. Andre Eltze från LaserLine gav en intressant överblick över diodlasrarnas utveckling mellan 2003 och 2010 [Tab. 1].

LaserLine är ju tämligen ensamma om att ha en aktiv kylning av sina laserstavar, och på en direkt fråga medgav Dr. Eltze att man med dagens koncept troligen skulle kunna uppnå en bästa strålkvalitet kring 20 mm*mrad. Annars är diodlaserns våglängdsområde [808-980 nm] synnerligen lämpligt vid aluminiumsvetsning på grund av en högre absorptionsförmåga jämfört med konkurrerande laserkällor [Tab. 2]. Kanske då inte så underligt att Audi valt att gå över från Nd:YAG-lasrar till diodlasrar vid svetsning av bakdörren till den relativt nyligen lanserade Q5-modellen [Fig. 18].

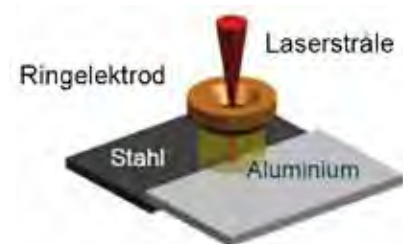
Lasergruppen hann ju förra hösten med ett snabbt besök hos HighYag i Stansdorf, Berlin, och nu passade jag på att tacka dess utvecklingsansvarige Björn Wedel för hans och kollegornas gästfrihet. Förutom att Dr. Wedel uppehöll sig mycket kring den fokalpunktsförskjutning som

tycks vara ett synnerligen aktuellt ämne för dagens lasrar med hög strålkvalitet, gav han några intressanta data kring relationen mellan fokalpunktsdiametrar och olika, lämpliga användningsområden för laserbearbetning [Tab. 3].

Gamle bekantingen Markus Kogel-Hollacher från Precitec uppehöll sig en hel del kring problemet med fokalpunktsförskjutning vid användning av högeffektlasrar med god strålkvalitet, något som jag kommer att återknyta till i nästa nummer av LaserNytt. Här vill jag nämna företagets fogföljningsverktyg benämnt LPF, som bygger på en extern linjeprojektion kombinerad med en kamera, där korrigeringen av fokalpunktspositionen sker med en "scanner"-spegel [Fig. 19]. Bildfrekvensen hos CMOS [Complementary metal-oxide-semiconductor] -kameran ligger på 3 kHz och återger två separata så kallade "Region Of Interest" [ROI] – ett för övervakning av linjärfogföljaren och ett annat för analys av nyckelhålet. LPF-verktyget går att kombinera med Weldmaster®, ett avbildningssystem där svetsfogens form kan visualiseras.

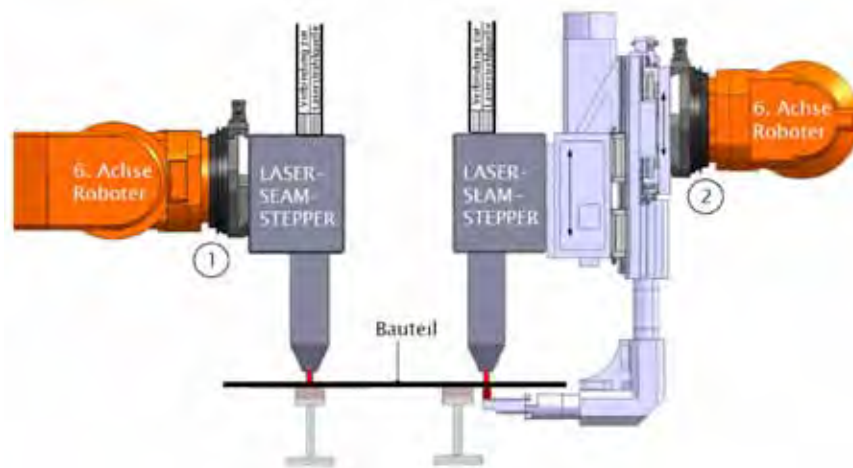
Dr. Claus Thomy beskrev en intressant lösning av det ständigt återkommande behovet av att foga aluminium till stål. Genom att kombinera lasern med en plasmabrännare med ringelektrod hade synnerligen goda resultat erhållits [Fig. 20]. Detta forskningsprojekt är ett samarbete mellan BIAS, Binzel och Scansonic.

Slutligen vill jag recapitulera lite från Michael Grupps presentation rörande IPGs "Laser Seam Stepper". Denna är ett försök att efterlikna en punktsvetsstång, men med en ökad produktivitet i den bemärkelsen att ett lasersvetsstygn kan ersätta två punktsvetsar. Svetstången kan fås antingen som så kallad "Picker"-lösning, det vill säga med enkelsidig



Figur 20. T.v. principen för svetsning av aluminium till stål där en laserstråle kombineras med en plasmabrännare med ringformad elektrod, och t.h. den experimentella uppställningen.

åtkomst, eller som en mer konventionell C-tång [Fig. 21]. Verktøget är utformat så att laserstrålen är inkapslad varför inget säkerhetskabinett krävs så länge som svetsningen inte utförs med full penetration. Ett problem uppstår dock vid svetsning på bomberade ytor då verktøget inte sluter tätt mot arbetsstycket, med risk för att laserstrålningen kan skada operatøren. Själva svetsstygnet utförs genom en lätt pendling av laserstrålen med 14 Hz, vilket gör att svetsen får ett sinusformat utseende [Fig. 22]. Verktøget kan åstadkomma en maximal svetslängd på 40 mm, och presskraften ligger kring 3 kN, vilket är snarlikt elektrodkraften vid motståndspunktsvetsning. Med en YLS-2000 som laserälla hade man nått en svetshastighet på 80 mm/sek för en överlappsfog bestående av plåttjocklekarna 1,0 + 1,2 mm, vilket indikerar att svetshastigheten för ett maximalt stygn (40 mm) ligger kring en halv sekund. En dylik svetstid är jämförbar med den man har vid punktsvetsning, och då all annan tid i svetscykeln är robot- och ej metodbunden finns inga direkta tidsbesparingar för "Seam Steppern" jämfört med punktsvetsning. Vad man vinner är som tidigare nämnts att ett laserstygn kan ersätta två punktsvetsar ur hållfasthets-synpunkt, men andra fördelar kan



Figur 21. IPGs "Laser Seam Stepper", vilken marknadsförs som ett alternativ till motståndssvetsning, kan fås antingen som så kallad "Picker"-lösning, det vill säga med enkelsidig åtkomst (t.v), eller som en mer konventionell C-tång (t.h.).

vara att flänsbredder kan reduceras till mellan 8-10 mm [Fig. 22] samt att flerplåtsförband, i motsats till punktsvetsning, inte känner några processmässiga begränsningar. Att IPG tror mycket på denna princip understryks av det faktum att man för den vidare utvecklingen av sin "Laser Seam Stepper" har lierat sig med en av de större tillverkarna av punktsvetsverktyg. Vilken detta var ville däremot Dr. Grupp inte förtälja!

Som synes var det en hel del smått och gott som vi laserintresserade delgavs vid dessa två intensiva konferensdagar i Bremen, och inte minst imponerades man av

den lasersatsning som förekommer bland små och medelstora företag i Tyskland. Imponerande var också den applikationsinriktade laserforskning som bedrivs vid BIAS, där man har ett gott samarbete med såväl mindre som större (MeyerWerft och Airbus) industriföretag. Att konferensen avhölls i en gemytlig och öppen atmosfär bidrog ytterligare till det positiva erfarenhetsutbytet, och sist men inte minst tar jag hatten av för de sympatiska kollegorna vid BIAS, inklusive "åldermannen" professor Gerd Sepold, för ett väl genomfört arrangemang. ☺



Figur 22. Ovan det typiskt zigzag-formade utseendet hos ett laserstygn applicerat med "Laser Seam Stepper"-metodiken, och t.h. den uppenbara flänsbreddsreduktion som är möjlig i jämförelse med punktsvetsning.



Kompetenscenter BIAS

Rapport från 7:e LAF-konferensen
24-25 November i Bremen

Av Johnny K Larsson, Volvo Cars

I samband med LAF'10 [Laser Anwender Forum] i november i fjol fick jag möjlighet att besöka ytterligare ett av alla dessa tyska laserinstitut, nämligen BIAS [Bremer Institut für Angewandte Strahltechnik], vilket också var huvudarrangör och ansvarig för genomförandet av LAF'10.

Institutet håller sig med ett antal sympatiska medarbetare, vilket inte minst gäller dess föreståndare professor Frank Vollertsen [Fig. 1]. Denne berättade för mig att BIAS' har tre speciella kompetensområden:

- * Grovplåtssvetsning, där man genom ett tidigt införskaffande av en 8 kW fiberlaser bistått den tyska varvsindustrin, bl.a. i Rostock, Mecklenburg-Vorpommern. I detta sammanhang har användningen av lasrar med hög effekt och god strålkvalitet lett in på forskning kring hur man skall motverka den fokalpunktsförskjutning som kan förekomma vid bearbetning med dessa lasertyper.
- * Laserbearbetning inom flygplansindustrin där man har samarbete

med närliggande Airbus Research i Bremen. Laserfogning av aluminium till titan är här ett kärt ämne som vi fått oss föredragit av olika BIAS-medarbetare under årens lopp.

- * Lasermikrobearbetning för olika medicintekniska applikationer, med fokus på framförallt formningsteknik, där jag i min rapportering från LANE-konferensen i Erlangen redogjort för några intressanta innovationer.

Dr. Claus Thomy har ju numera spenderat några år vid BIAS, och är nyligen utnämnd till chef för "Industriella applikationer". Han berättade att år 2005 utgjordes 17% av den totala produktförädlingen i tysk verkstadsindustri av laserbearbetning, en siffra som påstås växa till 22% år 2015.

Som ovan nämnts är Airbus en stor samarbetspartner och i flygplansmodellen A318 lasersvetsas numera förstärkningsribbor i aluminium till flygplanets skal [Fig. 2]. För ändamålet har ett dubbelverktyg utvecklats så att man simultant kan svetsa på båda sidor i denna typ av T-fog. Svets hastigheten ligger mellan 12-15 m/min och man ersätter här en tidigare nitad lösning, vilken var både tyngre och dyrare än dagens laserkoncept.



Figur 1. Frank Vollertsen har varit framgångsrik institutionsföreståndare vid BIAS (Bremer Institut für Angewandte Strahltechnik) sedan 2003.

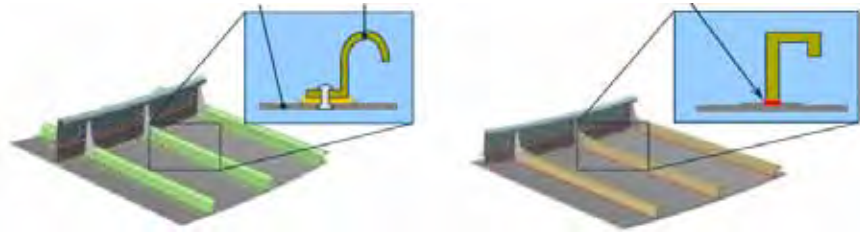
Just aluminiumsvetsning med laser är något som BIAS satsar stort på just nu. Detta visar sig inte minst i det nyligen etablerade Centr-Al kompetenscentrum [Thermischen Fügen von Leichtbauwerkstoffe] med 10 dedikerade medarbetare och ett finansiellt anslag på 2,7 miljoner euros från DFG [Deutsche ForschungsGemeinschaft] och olika tyska industripartners. Dr. Thomas Seefeld berättade att man inom Centr-Al arbetar med tre huvudteman; aluminiummaterial, inspektion och kvalitetssäkring, samt formriktighet.

Varmsprickor vid lasersvetsning i aluminium är ett välkänt problem, och för att råda bot på detta har man vid BIAS tagit fram höglegerade

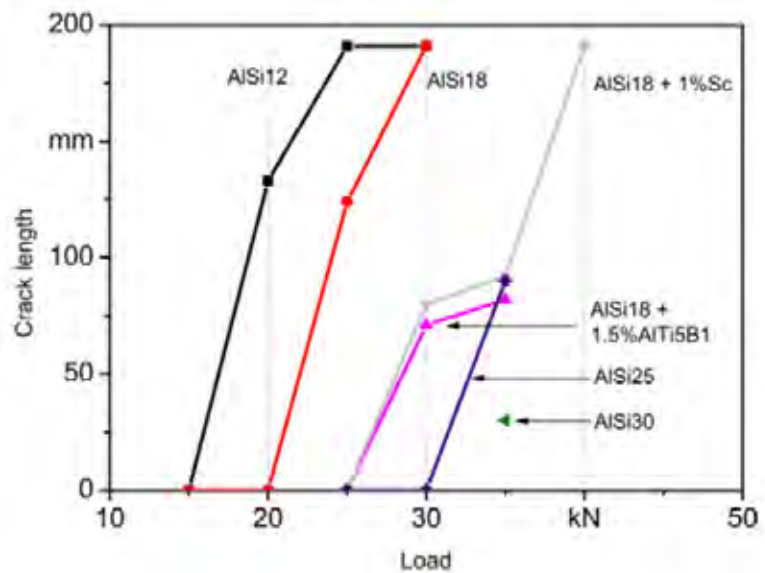
tillsatsämnen som exempelvis AlSi18 [Fig. 3]. Ett annat sätt att undvika varmsprickor på är att tillsätta en form av "kornförfinare", exempelvis AlTi5B1 [produktnamn Tibor®, Fig. 4]. Med dessa tillsatsmaterial visade det sig vara möjligt att tillverka sprickfria lasersvetsar i 3 mm tjockt AA6082-material med 6 kW lasereffekt och en svets hastighet på omkring 4 m/min.

En annan innovation var att använda en gammal Volvo-idé, den så kallade PALW [Plasma Augmented Laser Welding] –tekniken för att foga samman aluminium och stål. I BIAS-uppställningen har plasma-brännaren försetts med en ringelektrod som omsluter laserstrålen [Fig. 5]. Tanken är att plasmabågen skall ge det smälta aluminiumet bättre förutsättningar att väta mot stålytan, och att man härmed kan utföra fogningsoperationen utan användning av något flussmedel. Detta projekt har finansierats med medel från BMBF [Bundesministerium für Bildung und Forschung] och har som samarbetspartners Scansonic och Abicor Binzel.

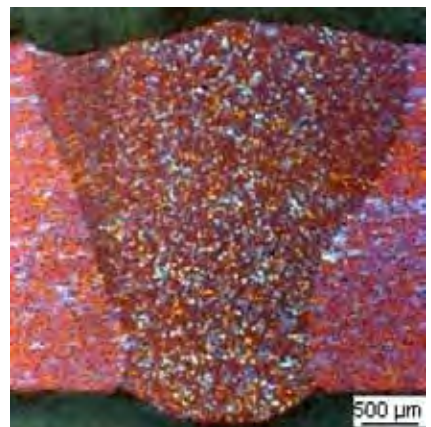
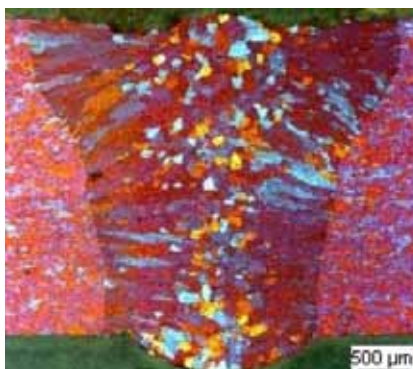
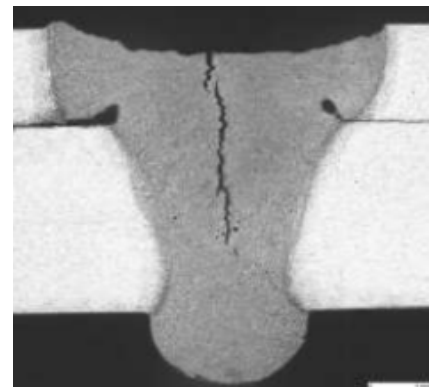
En annan mixmaterial-kombination som är vanligt förekommande inom flygplansindustrin är blandningar av titan och aluminium. Oftast klaras inte ställda krav på hållfasthet och korrosionsbeständighet då komponenterna tillverkas av aluminium, men att göra dessa helt i titan skulle bli alltför kostsamt. Därför har fogning mellan dessa två material blivit högintressant och BIAS har ju vid diverse konferenser regelbundet redogjort för hur man med en laser-källa smälter aluminiumet och låter det väta mot titanmaterialet [Fig. 6] för att på så sätt få en bindning som, under förutsättning att man använder sig av optimerade laserparametrar, ger ett överraskande starkt förband med en smal intermetallisk zon. Med 2 kW laser-effekt och en defokuserad stråle, som



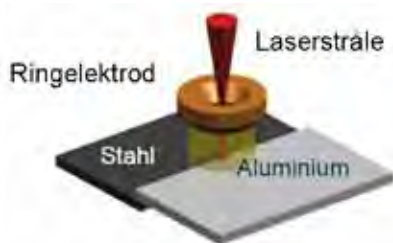
Figur 2. Ett teknikgenombrott skedde då lasersvetsning ersatte nitförband i Airbus' flygplansstrukturer.



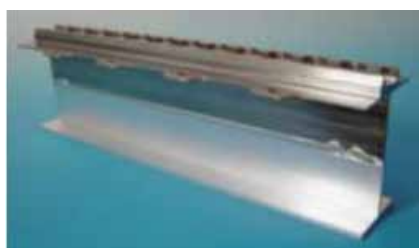
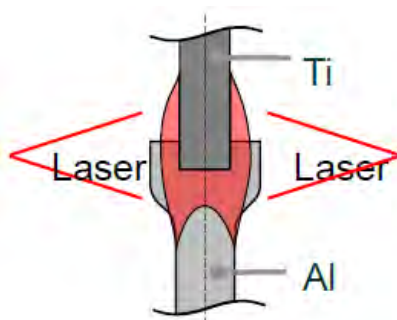
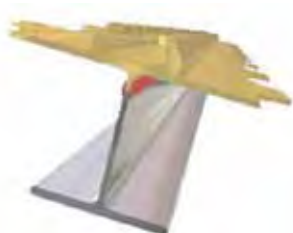
Figur 3. Varmsprickor vid svetsning i aluminium, som den t.h., kan undvikas genom att använda höglegerade tillsatsämnen som exempelvis AlSi18. Ovan syns max. last och spricktillväxt för olika kompositioner av tillsatsmaterial vid så kallade "Delta-prov".



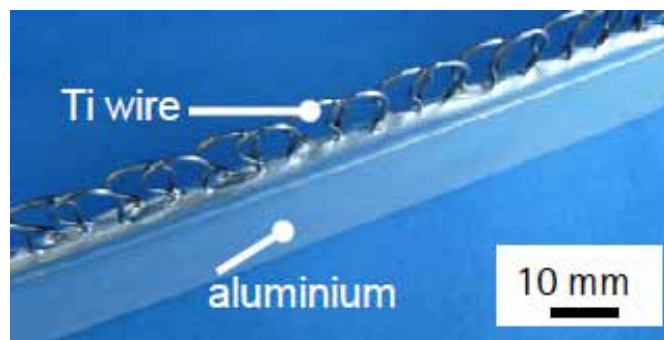
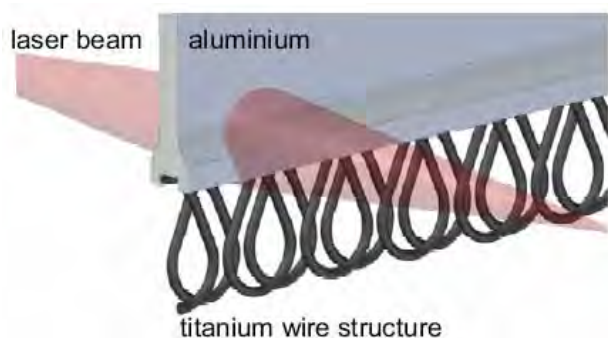
Figur 4. Illustrativa tvärsnitt som visar på hur man skall undvika varmsprickor vid lasersvetsning av 3 mm tjock AA6082. T.v. en grov, sprickkänslig struktur och längst t.h. en svets där 0,19% TiB har tillsatts som kornförfinare.



Figur 5. T.v. principen för svetsning av aluminium till stål där en laserstråle kombineras med en plasmabrännare med ringformad elektrod, och t.h. den experimentella uppställningen.



Figur 6. Ovan beskrivs schematiskt hur man på BIAS fogar samman aluminium med titan, där två motstående laserstrålar smälter ner aluminiumet och låter det väta mot titanytorna i denna typ av stumfog. Ovan t.v. ses slutresultatet och t.h. den försöksuppställning som använts. Inringad är en sensor som övervakar laserprocessen, men också eventuella formförändringar hos de sammansvetsade delarna.



Figur 7. Principen för fogning av aluminium till en i kolfiberförstärkt plast integrerad titantråd och t.h. det färdiga resultatet.

gav en fokuspunktsdiameter på 8 mm på arbetsstycket, hade man uppnått bearbetningshastigheter mellan 0,2-0,3 m/min.

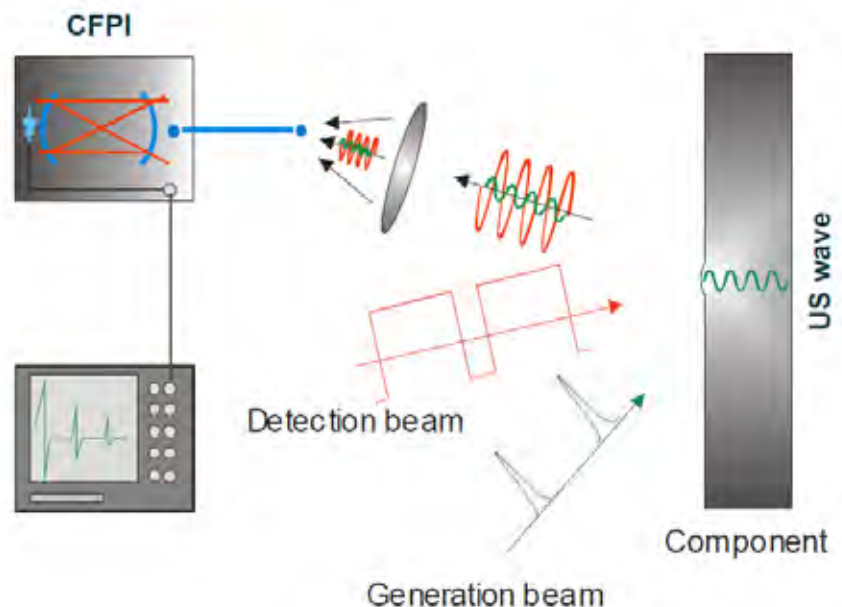
Ett annat exempel, där lärdomarna från fogning av aluminium till titan används, är då det gäller att koppla samman aluminium med en kolfiberförstärkt plastdetalj. Denna lösning föredrogs första gången vid LANE-konferensen i Erlangen hösten 2010, men nu fick jag också möjlighet att beskåda processen i verkligheten då den demonstrerades vid BIAS' laboratorium. Felix Möller redogjorde [Fig. 7] för hur man först skapar en matris bestående av CFRP [Carbon-Fiber Reinforced Plastic] och titan, varpå man smälter det motgående aluminiummaterialet med hjälp av en lappumpad HL4006D-laser. Det smälta aluminiumet väter därmed mot titanmaterialet och skapar på så vis en lödförbindning.

Vad gäller området kvalitetssäkring visade den sympatiake Dr. Seefeld, med vilken jag f.ö. hade en lång och givande diskussion kring LAF-konferensernas framtida utformning, på en intressant innovation; så kallad "laser-ultraljud". Här använder man sig av två separata laserstrålar; en som genererar en ultraljudssignal och en som detekterar det återreflekterade ljudet [Fig. 8]. På detta sätt erhåller man fördelen med en helt beröringsfri process vid ultraljudsinspektion.

Inom grovplåtssvetsning har, som inledningsvis nämnts, BIAS en lång tradition och erfarenhet, inte minst då det gäller att använda sig av laserhybridsvetsning. Således var man tidigt ute med att använda sig av fiberlasrar med hög effekt för detta ändamål. Nu berättade Dr. Thomy om ett praktikfall där man hade svetsat 10 mm tjockt A36-stål med 12 kW lasereffekt, en framföringshastighet på 2,1 m/min och en trådmatningshastighet på 9,0 m/min [Fig. 9].

Ett annat ”kärnområde” vid BIAS är mikrobearbetning. Här har vi ju tidigare bekantat oss med tekniken att forma huvuden på långa nitar, utan att dessa bucklar på grund av ett alltför stort längd-till-diameter [L/d]-förhållande, genom att med 50 W effekt från en fiberlaser successivt smälta materialet i den del av ämnet som skall utgöra nitskal-len. Nu visade BIAS-forskarna på exempel där lasern användes för strukturering och djupdragning av nätkalotter med 37 millimeters diameter [Fig. 10], vilka används inom elektronikindustrin.

Vid mina samtal med kollegorna på BIAS blev det uppenbart att man var intresserade av att knyta närmare kontakter med potentiella kunder i Sverige. Den geografiska närheten till nordtyska Bremen gör detta till ett intressant alternativ när vi svenska laseranvändare är på jakt efter spetskompetens som vi

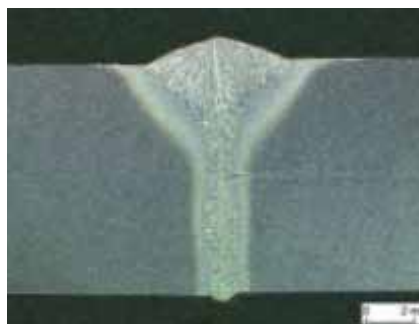


Figur 8. Principen för detektering av exempelvis svetsdefekter med hjälp av två separata laserstrålar, där en genererar en ultraljudssignal medan den andra dekarer det återreflekterade ljudet.

inte själva besitter. Jag kan varmt rekommendera den som har vägarna förbi Bremen att göra en avstickare till Bremer Institut für Angewandte Strahltechnik. Jag tror att ni kommer att bli synnerligen väl emottagna och säkert hitta intressanta och gemensamma beröringspunkter då det gäller innovativa processlösningar för laserbearbetning. Glöm inte heller att notera 12-13 september 2012 i era kalendrar. Då går nämligen nästa Laser Anwender Forum av stapeln – denna gång kanske också med presentationer från Sverige, i form av lyckade praktikfall och laserinstallationer här. ☺



Figur 10. Strukturering och djupdragning av nätkalotter till elektronikindustrin kan med fördel utföras med laserteknik.



Figur 9. BIAS har lång erfarenhet av laserhybridsvetsning och ovan syns en dylik svets applicerad i en stumfog mellan två 10 mm tjocka A36-plåtar. T.v. hybridsvetscellen i det egna laboratoriet, och t.h. en bild från det tyska PaLas-projektet riktat mot hybridsvetsning med fiberlaser och där en av intressenterna var Meyer-Werft i Papenburg.

Ungdomar får testa laserskärning i skolan



Av Bengt Johansson, LaserCentrum i Gnosjö AB

Nio glada ungdomar från "elevens val" har besökt oss nyligen. Elevens val innebär att skolungdomar i årskurs 8 och 9 får välja ett fritt ämne. Förr kallades det "Fritt valt arbete". Skolan har nyligen startat ett samarbete med Lichron teknikgymnasium där ungdomar från Gnosjö kommun får möjlighet att prova på CAD-CAM- och produktionsteknik.

Teknikutbildningarna har haft svårt att rekrytera folk. Kanske för att elever och föräldrar inte vet vad modern produktionsteknik innebär. Man har en bild av att produktion innebär enformiga jobb vid oljiga maskiner. Det är inget som lockar dagens ungdomar, utan man väljer hellre något som verkar mer attraktivt och "inne". Om man frågar ungdomar vad de vill syssla med efter skolan får man ofta svaret "något inom data" eller "något inom media".

Denna satsning på elevens val har visat ungdomarna att modern

industri inte behöver betyda tråkigt jobb utan att industrin kan vara nyskapande och avancerad. Bozidar Lengel är lärare på Lichron och förklarar att i och med att ungdomarna är vana vid datorer och datorspel har de mycket lätt att snabbt lära sej att använda funktionerna 3D-CAD.

Intresserade ungdomar testar laserteknik hos LaserCentrum i Gnosjö.

Detta kan sporra eleverna att välja teknik och designriktade program, något som vi har brist av i Sverige.

Eleverna får vara på Lichron 10 ggr 1,5 timmar under en halv termin. De får då designa en egen produkt, i detta fallet smycken, som sedan skärs ut och graveras med laser. Utskärningen och gravering utfördes i 2 mm rostfritt stål, oxidfritt med kvävgas med en 3kW Bystronic laser. På vissa av alstren har det även lasersvetsats fast en liten ring. Eleverna får även testa på 3D-fräsning på Lichrons teknikcentrum i Gnosjö.

Ungdomarna har fått se hur produktion fungerar och även hur en lasermaskin är uppbyggd. Det är inte bara att trycka på en knapp som i professor Baltazars maskin... Än så länge har detta elev-val endast testats i Gnosjö, men eftersom det blev så lyckat kan det förhoppningsvis även bli aktuellt på andra orter där Lichron har verksamhet. Nästa omgång elever kommer strax innan jul och verksamheten fortsätter sedan på vårterminen.

Det var kul att se ungdomarnas entusiasm. De ser möjligheten att skapa själv och i förlängningen göra något som kan bli ett intressant yrke. Vad kan vara ett bättre "fritt valt arbete"? ☺

Ingemar Eriksson - ny licentiat vid Luleå tekniska universitet

I juni presenterade Ingemar Eriksson sin Licentiatavhandling. Titeln "Optical Monitoring and Analysis of Laser Welding" avslöjar att forskningen handlar om optisk övervakning och analys av lasersvetsning.

Den röda tråden har varit användningen av höghastighetskameror för att se hur lasersvetsning ser ut i verkligheten.

Ytstruktur i nyckelhålet filmad

Som exempel på Ingemars forskningen är användningen av en Photron SA-1 kamera som i 180,000 bilder per sekund fångar bilder från lasersvetsningen. Genom att zooma in på nyckelhålets framkant kunde ytstrukturen

inuti nyckelhålet avbildas. På videofilmerna går det tydligt se att ett kontinuerligt neråtgående flöde på nyckelhålets framkant när man svetsar vid lite högre hastighet. Genom en egenutvecklad algoritm kunde flöde hastigheten mätas och analyseras och det visar sig att flödet på nyckelhålets front är proportionellt mot laser effekten.

Avhandlingen i sin helhet finns att ladda ner via biblioteket vid Ltu. ☺



Ire Metall investerar i en Prima Platino laserskärmaskin från Din Maskin

IRE Metall startade - i äkta Gnosjöanda - hemma i källaren 1989. Det började med maskinen "Berta", specialkonstruerad för att tillverka handtag. Det gör hon än idag - dygnet runt! (Berta är outslitlig). Numera är hon i gott sällskap i en stor och avancerad maskinpark. Idag är IRE Metall ett växande företaget med ca 30 anställda och en omsättning som närmar sig 65 miljoner kronor. Sedan 2008 ägs IRE Metall av Swemix och ingår därmed i Swemix koncernen.

Maskinen som IRE Metall nu investerar i är en Prima Platino CP4000 för plåtformat 4000x2000 mm.

Roland Eidhall, VD på företaget, berättar:

Johan Söderberg, säljare på Din Maskin kontaktade oss och berättade om Platinon med det större arbetsformatet 4000x2000 mm. Eftersom vi hade börjat titta på att investera in en ny laser tyckte vi att den lät spännande. Det extra stora arbetsområdet gör att vi ökar utnyttjandegraden på varje plåt och blir än mer konkurrenskraftiga på marknaden, avslutar han.

Det som kännetecknar Prima Platino är dess mycket höga dynamik. Den har en så kallad "flygande optik" där arbetsstycket förblir stilla under hela arbetsprocessen. Den automatiska och programmerbara kontrollen av fokusläget och det snabba linsbytet gör att du lätt

kan byta mellan olika material. Strukturen på maskinen är enhetlig; alla element är inbyggda i ett enda, lätttransporterat



block. Maskinstativet är tillverkat i syntetisk granit vilket är unikt för Primas lasrar. Maskinen är lättmanövrerad då den har full tillgänglighet på 3 sidor. Att den dessutom upptar väldigt liten golvyta är självklart ytterligare ett plus!

IRE Metall har dessutom bland annat utrustat sin maskin med:

Laser Piercing Monitor (LPM) som ger en kraftig reduktion av cykeltiden.

Quick Piercing smörjningsanordning som tillåter perforering med mycket hög effekt och reducerar därför tiden kraftigt.

För ytterligare information om Prima Platino, kontakta Thomas Hägglund, Din Maskin, på tel 0702-788890. ☺

Mikrobearbetning med laser

Johnny K Larsson, Volvo Cars

Lasermärkning av fönsterramar i vinyl

Vinyl är ett vanligt material för fönsterramar och exteriöra fasadbeklädnader i såväl offentliga byggnader som privata bostäder. Dess popularitet beror främst på ett lågt pris och minimalt underhållsbehov. Vinyl är också billigare än jämförbara trä- och kompositalternativ, och är lättare att underhålla då det aldrig på nytt behöver ytbehandlas eller ommålas. Fönsterramar i vinyl förekommer i många olika storlekar och former beroende på fönsterrutans modell och dimensioner, varför märkning av produktinformation på fasaden är till hjälp vid såväl tillverkning som montering av fönsterramarna. För denna typ av etikettering erbjuder lasermärkning många fördelar jämfört med påklitrade etiketter med bläckskrift. Inte minst ger lasermärkningen en permanent identitet som inte går att ta bort och som dessutom kan motstå de väderförhållanden som råder i en utomhusmiljö.

För märkning av denna speciella applikation användes en 25 W CO₂-laser och ett "FH-Flyer"-verktyg med en lins som ger den fokallängd på 125 mm [Fig. 1]. Processen kontrollerades genom den för lasermärkning utvecklade mjukvaran "WinMark Pro". Den valda fokuseringslinsen ger en 180 µm stor fokuspunktsdiameter på vinylytan. Märkningen bestod av 8,9 mm höga bokstäver i "Arial TrueType"-format samt 3,8 mm höga enkla textobjekt. "XYZ"-logotypen, med dimensionerna 30,5×16 mm importerades till "WinMark Pro" från en vektorgrafisk fil. Märkningshastigheten för samtliga ingående

objekt var omkring 1 m/sek. Den slutgiltiga högkontrastmärkningen genomfördes under en cykeltid på 0,72 sekunder! Typiskt för alla vinyl- och PVC-baserade material är att märkningen får en mörkbrun kulör vilket gör den extra tydlig på ljuskolorerade vinylytor.

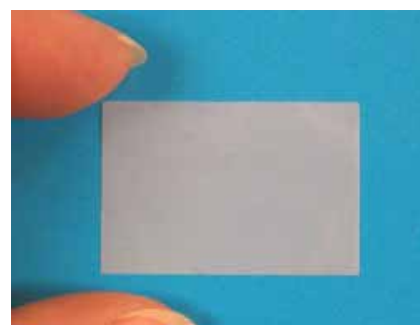
Laserskärning av filtermedia i polykarbonat

Membranfilter i polykarbonat används för att fånga extremt små partiklar för vidare analys, vilken utförs av forskare och medicinstuderanden med hjälp av ljusmikroskop, elektronmikroskop eller SEM [Scanning Electron Microscopy]. Polykarbonatfilter, och då speciellt så kallad PCTE [PolyCarbonate Track-Etch] -membranfilter, utgör en form av såll med precisionsplacerade mikroporer. Filterna innehåller identiska, cylindriska porer som är etsade i membranmaterialet, vilket möjliggör en jämn fördelning av de infångade partiklarna på plan och slät yta. Polykarbonatmaterialet är starkt, biologiskt neutralt, resistent mot kemikalier och temperaturbeständigt.

I den aktuella applikationen laserskars större ark av tunn [50 µm] polykarbonat till små rektanglar, vilka skulle passa till filtreringsutrustningen. Eftersom materialet är så tunt är det inte nödvändigt att använda sig av skärgas, och materialet är lätt att skära på ett X/Y-bord försett med ett skärverktyg. För ändamålet användes en 10 W försluten CO₂-laser kopplad till ett verktyg försett med en fokuseringslins med 125 mm brännvidd. Det gick snabbt att skära och därpå mäta den önskvärda, rektangulära formen på membranen med en fyrsiffrig noggrannhet [1,2205"×0,8268" 31×21 mm]. Med 10 W lasereffekt erhöles



Figur 1. Denna mycket tydliga logotyp med tillhörande artikelnummer på en fönsterram av vinyl märktes med en 25 W CO₂-laser och ett dedikerat märkverktyg.



Figur 2. Membranfilter i storleken 31×21 mm skars ut med 10 W lasereffekt och en hastighet på 1270 mm/sek. Cykeltiden att skära ett membran ligger på 0,15 sekunder och skärkanterna blir rena och utan missfärgning.

en skärhastighet på 1270 mm/sek, vilket gjorde att varje membranfilter tog 0,15 sekunder att skära ut! Kanterna på de laserskurna membranfiltren är rena och utan spår av missfärgning [Fig. 2].

Lasermärkning av rostfria måttstockar

Denna applikation demonstrerar CO₂-laserns förmåga att skapa permanenta märkningar med hög kontrastverkan på artiklar av rostfritt stål. Den första generationen av dessa koniskt formade linjaler producerades i en fräsmaskin, vilken skar ut V-formade skåror för att in-

dikera varje nollinje. Detta var en process som tog mer än en timme för att tillverka en matchande uppsättning mätverktyg. Med hjälp av en "Firestar" CO₂-laser och ett "FH Series" märkverktyg kunde man märka såväl nollinjer som dimensionsangivelser för en uppsättning verktyg på en cykeltid av 21 sekunder.

Märkutrustningen bestod som nämnts av en "Firestar t100"-laser, ett märkverktyg ur "FH"-serien och den för lasermärkning speciellt utvecklade mjukvaran "WinMark Pro". Märkverktyget var utrustat med en HP [HighPower] -lins med 125 mm brännvidd, vilken resulterar i en fokuspunktsdiameter på 180 µm och ett skärpedjup på 3 mm. Kundens DXF-fil importerades i mjukvaran, vars positioneringsnoggrannhet, vilken ligger på 0,0025 mm, är nödvändig för denna applikation, då varje nollinje motsvarar en ökning med 0,051 mm

av måttstockens konicitet. För att erhålla bästa tänkbara märkkvalitet hos dimensionsangivelserna användes den standardiserade texttypen "European". Texthöjden är 2,54 mm och för att förbättra läsbarheten har avståndet mellan tecknen ökat med 0,19 mm utöver standardavståndet.

Processparametrar var 100 W lasereffekt, framföringshastigheten sattes till 380 mm/sek och upplösningen programmerades till 400 DPI [Dots Per Inch]. Efter att ha placerat ett par måttstockar i en fixtur för att hålla dem i exakt linjering mot varandra märktes båda mätverktygen [Fig. 3], vilket här innebär 128 tecken och 62 nollinjer, inom en cykeltid av 21 sekunder! Interaktionen mellan den energitäta laserstrålen och den rostfria ytan resulterar i en permanent märkning med hög kontrastverkan, vilken kommer att bestå under mätverktygets hela livslängd. ☺



Figur 3. En permanent märkning av dessa rostfria, koniskt utformade måttstockar gjordes med 100 W lasereffekt och en processhastighet på 380 mm/sek. Den högkontrasterande märkningen består av 190 tecken och utfördes på 21 sekunder.

Samtal kring Lasertrender, del 10

Lasertekniken blev en vinstlott för både General Motors och Van Rob

Av Johnny K. Larsson, Volvo Cars

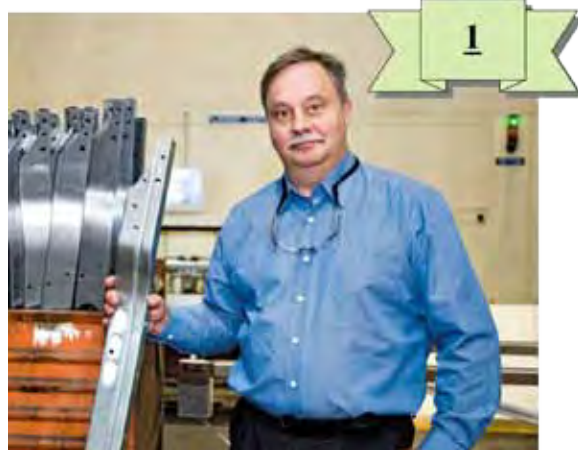
Svenske Bo Lindgren räds inga utmaningar, och då tiderna var kärva i Sverige för en entreprenör som han, tvekade han inte för att flytta sina bopålar till andra sidan Atlanten, där han byggt upp en mycket lyckosam industriverksamhet.

Jag lärde känna min skånske landsman för cirka fyra år sedan, då vi träffades i samband med EALA [European Automotive Laser Applications] i Bad Nauheim, och sedan dess håller vi kontakt och utbyter lasererfarenheter med jämna mellanrum. Första gången vi träffades var Bosse i färd med att starta något som då såg ut att vara något av ett riskprojekt, men som i slutänden visade sig bli en riktig amerikansk "succe-story". Hela be-

rättelsen, som följer här nedan, delgav mig Bosse vid ett av de tillfällen då vi sammanstrålat på senaste tiden.

900 000 kylarramar lasersvettas per år

2005 började biltillverkaren General Motors [GM] att producera sin så kallade GMT-900-plattform, vilken utgör basen för fordonsmodellerna GMC Yukon och Sierra, men även för Chevrolet-produkterna Tahoe,



Suburban och Sierra. Alltså byggs på denna plattform såväl SUV:ar [Sport Utility Vehicle] som LWTs [Light Weight Truck], vilka är något av nyckelprodukter och därmed storsäljare i GMs sortiment. Vad gäller ramkonstruktionen som bär upp kylarpaketet på GMT-900-plattformen valde GM att lägga ut tillverkningen hos en så kallad "1st tier supplier" – i detta fall Bosses företag Van Rob, vilket är lokaliserat i Aurora i delstaten Ontario i Canada. Ramkonstruktionen [Fig. 1] är en viktig komponent i fordonens front då den inte bara bär upp kylarpaketet utan även utgör infästningspunkter för framskärmar, kylargrill samt motorhuvu med dess integrerade strålkastare. Förväntningarna på den nya GMT-plattformen var stora då GM haft en årlig försäljning på runt 1,8 miljoner enheter av föregångaren GMT-800. Uppgiften för Van Rob var att tillverka strax under 900.000 kylarramar per år till dessa nya SUV:ar och Pickup:er.

"Med så stora stycketal var det nödvändigt att handskas försiktigt med tillverkningskostnaderna", menar Bo. "Vår uppgift bestod i att producera med hög kvalitet och samtidigt säkerställa en minimal kassation. Dessutom måste vi svetsa med hög hastighet för att uppnå optimala resultat".

Stål ersätter aluminium!!!

Den aluminiumvariant av kylarramen som Van Rob tillverkat för

GMT-800-plattformen, och även inledningsvis för den nya 900-plattformen, ställde ett antal utmaningar på tillverkningsmetoderna.

"Vi ställde oss frågan hur vi skulle konstruera denna komponent för att kunna tillverka den både bättre och billigare", berättar Bo. "Den omkonstruerade kylarramen skulle vara utprovad och färdig att börja produceras i högvolum redan 2006, och vi ville tillverka komponenten i stål för att på så sätt sänka både vikt och kostnad". Den eftersträvalade produktiviteten och kvalitén förutsatta emellertid en ny typ av fogningsmetod. Den dittills använda MIG [Metal Inert Gas] –svetsningen var för långsam och dess höga värmeförlust påverkade ramens formstabilitet.

Till slut bestämde sig Van Rob för att satsa på en CO₂-laser, mycket på grund av dess höga effekt och goda strålkvalitet, men också för att man med denna lasertyp erhöll en hög processsäkerhet och precis stråldistribution.

"Med en cykeltid på 12 sekunder (!) var det helt avgörande att vi kunde svetsa snabbt och med hög precision", förklarar Bosse, "eftersom det inte fanns utrymme för någon efterbearbetning".

Eftersom lasersvetsningen är avsevärt snabbare än MIG-svetsning behöver man färre produktionsceller för att utföra sammansättningen inom samma tidsrymd. "Då vi svet-

sar ungefär fem gånger snabbare med lasern är det självklart att vi inte längre behöver ha lika många svetsstationer", säger Bo.

"Med de ifrågavarande volymerna hade platsbehovet blivit alldeles för stort om vi hållit fast vid MIG-svetsstekniken". En annan fördel med lasersvetsningen är att den kräver färre fixturer, något som avsevärt sänker verktygskostnaderna. "Den som svetsar snabbare kan förlita sig på blott en eller högst två inspänningsfixturer", menar Bo, "något som utgör en ytterligare kostnadsfördel".

Bosses team började därmed testa olika foggeometrier och förhöra sig om ett lämpligt produktionsupplägg.

"Detta blir en kärnfråga just vid laserbearbetning", förklarar Bo, "och bara härigenom kan svetsprocessen ytterligare optimeras. Därför arbetade vi väldigt nära samman med företaget Trumpf i detta skede av projektet".

22 km lasersvets – per dag

För att lära sig mer om lasertekniken och studera State-of-the-Art i branschen reste Bo och hans kollegor till Europa. Här besökte man bl.a. Volkswagen Werk i Wolfsburg där man på nära håll kunde studera hur lasertekniken användes i volymproduktion. Med nyvunnen kunskap och erfarenheterna man fått i Tyskland var det dags att börja tillverka de första prototyparna.

"Då 80% av prototyperna tillverkats utan några missöden var till och med skeptikerna bland oss ense om att den nya svetsmetoden skulle fungera, och detta var skönt att kunna konstatera", förklarar Bosse.

Sex detaljer i kylarramen lasersvetsas idag, och Bosse uppskattar att den sammanlagda svetslängden per dag uppgår till 22 kilometer! Hans team valde ut olika fogar vilka optimerades för varje profil. För att garantera en effektiv förbindning

används i fyra fall en stumfogsgeometri. För profiler som är längre än 1,60 meter använder man sig däremot av en överlappsfog, där lasersvetsningen visat sig fungera bra även vid krökta profiler. Under utvecklingsfasen började GM också specificera zinkbelagt material, och vips ställdes teamet på Van Rob inför nya utmaningar.

"Vid svetsning i förzinkat stål uppstår stora mängder av förångad zink, vilket gör att svetsgodset kan innehålla en hög andel porer", förklarar Bosse. "Därför har vi i detta fall bestämt oss för en T-fogslösning, vilken medger zinkavgasning åt två håll".

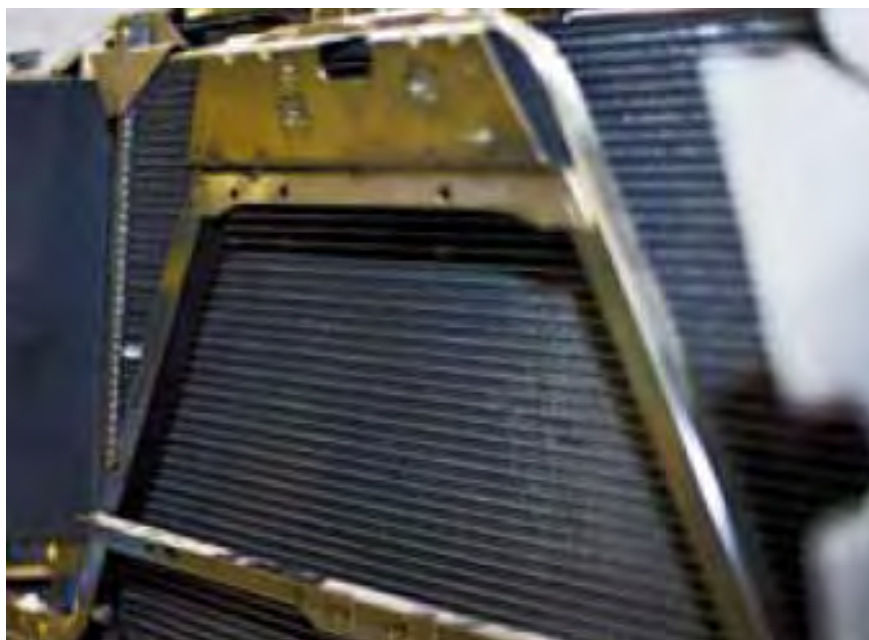
En ytterligare utmaning har varit att svetsa i de olika vägg tjocklekar som profilerna har, något som emellertid klaras utan svårigheter med lasertekniken. Till och med i löpande produktion är det möjligt att göra inställningsändringar av laserparametrarna och därmed problemfritt svetsa i såväl tunt som grövre material.

Att använda sig av stål i stället för aluminium sänker produktpriset och minimerar produktionskostnaderna. Därtill sparar lasertekniken värdefull tid, produktionsyta samt behovet av extra fixturer. Den nya svetsmetoden för emellertid med sig ytterligare en fördel för Van Rob, nämligen en ökad produktkvalitet.

"Den nya konstruktionen uppvisar betydligt högre prestanda än sin föregångare, säger Bo. "Vid slutet av sin livscykel brukar aluminiumkomponenter uppvisa sprickor, vilka i och för sig kan vara helt acceptabla. Överraskande nog går det likväl inte att finna motsvarande sprickor i våra stålramar. Entydigt är det alltså så att stålkonstruktionen är avsevärt robustare".

Det förvånar knappast att Van Rob under de senaste tio åren utsetts till "GM Supplier of the Year". Vilken är då hemligheten bakom dessa framgångar?

"Vi arbetar ständigt med våra



Figur 1. Den här inbyggda ramkonstruktionen i fronten på GMT-900-plattformen bär inte bara upp kylarpaketet utan utgör även infästningspunkter för framskärmar, kylargrill och motorhuv.



Skånske Bo Lindgren talar gärna och mycket om sina erfarenheter kring då lasersvetsning infördes som en nyckelprocess vid företaget Van Rob i Aurora, Ontario.

produkter för att hela tiden optimera dessa, och söker därför ständigt efter allt bättre tillverkningsmetoder", säger Bo. "Därför har vi också investerat i den senaste lasertekniken. Man måste alltid vara steget före sina konkurrenter – annars blir det någon annan som "sätter ribban" och själv hamnar man i underläge".

Några nog så tänkvärda slutord från den alltid lika sympatiska och ödmjuka Bo Lindgren. För den som inte själv har möjlighet att titta på



verksamheten i fabriken i Aurora, ON, kan ett besök på hemsidan [HYPERLINK "http://www.van-rob.com"](http://www.van-rob.com) www.van-rob.com rekommenderas! ☺

6th International Conference & Exhibition

LANE 2010

September 21-24, 2010 - Erlangen, Germany

blz BAYERISCHES
LASERZENTRUM

Photonische
Technologien

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg



Laserns mångfasetterade användningsområden belystes under LANE

*Rapport från 6th Laser Assisted Net Shape Engineering
LANE 2010 – del 2
21-24 September i Erlangen, Nürnberg*



Av Johnny K Larsson, Volvo Cars

LANE-konferensens övriga två dagar bjöd på inte mindre än fyra parallella tekniska sessioner, där jag i det följande kort kommer att redogöra för mina intryck från några av dessa.

Jag väljer att börja med sessionen som handlade om sammanfogning, vilken leddes omväxlande av de välkända profilerna Ken Watkins och Seiko Katayama, och där jag själv

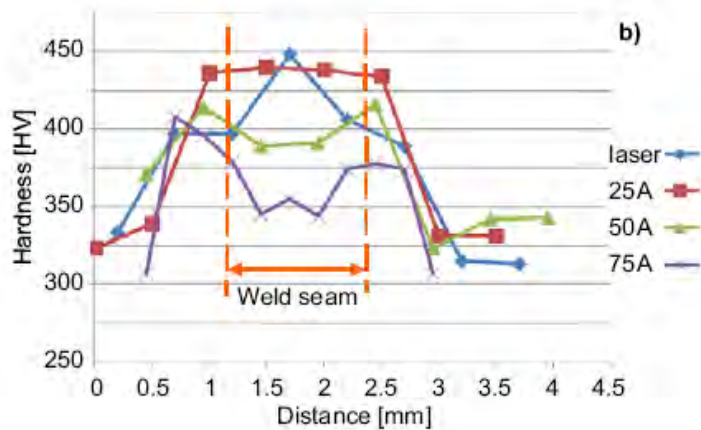
hade fått förmånen att tala under ämnet "Avoidance of Crack Inducement when Laser Welding Hot-formed Car Body Components – a Variable Analysis".

Först ut var Jian Huang från Shanghai Jiao Tong University, som berättade om CO₂-lasersvetsning av stålplåtsmaterialet CP [Complex Phase] 1000. För att reducera den hårdhet som uppstår i svetsgodset hade man kombinerat lasern med en efterföljande TIG [Tungsten Inert Gas] –process [Fig. 10].

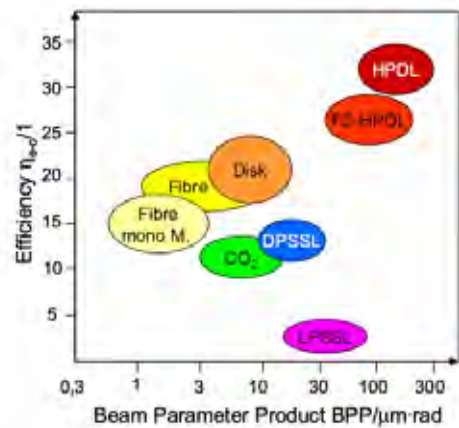
Välbekante Stefan Kaieler från

ILT i Aachen torgförde några ekologiska aspekter på laserbearbetning [Fig. 11], där han kunde konstatera att vid svetsning har lasern fortfarande den högsta relativa energikonsumtionen jämfört med andra svetsmetoder.

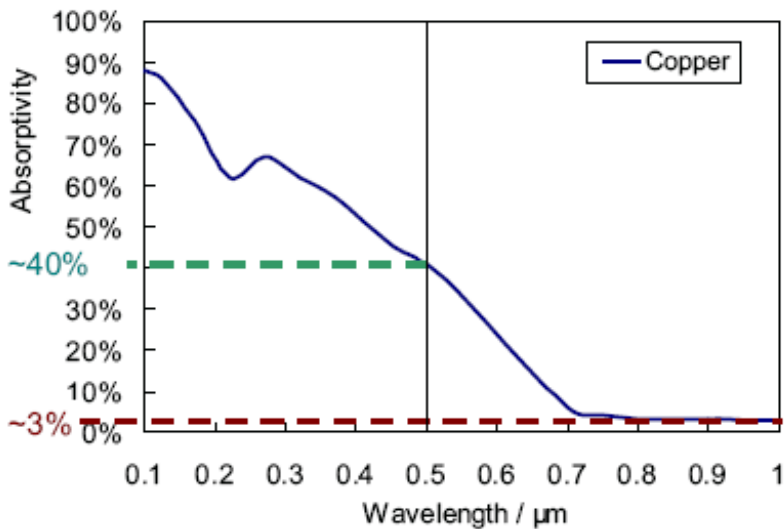
Dr. Rudolf Weber från IFSW [Institut für StrahlWerkzeuge] vid universitetet i Stuttgart berättade om lasersvetsning av koppar där en relativt kort våglängd är att föredra för bästa absorption [Fig. 12]. Den innovativa försöksupställning som visades bestod av en 532 nm



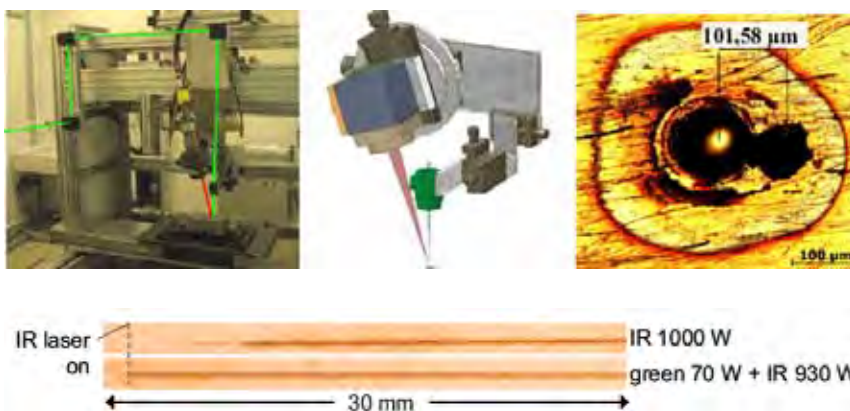
Figur 10. Härddheten i svetsgodset för laser-svetsat CPI000 material, och den inverkan som strömstyrkan i den efterföljande TIG-processen har då det gäller att sänka densamma.



Figur 11. Typiska värden för den elektro-optiska verkningsgraden som funktion av strålkvaliteten hos några av de vanligaste typerna av bearbetningslasrar.



Figur 12. Absorptionen i koppar som funktion av laserljusets våglängd. Observera den avsevärda skillnaden mellan 1 μm våglängd (3% absorptivitet) och 0,5 μm våglängd (40%).



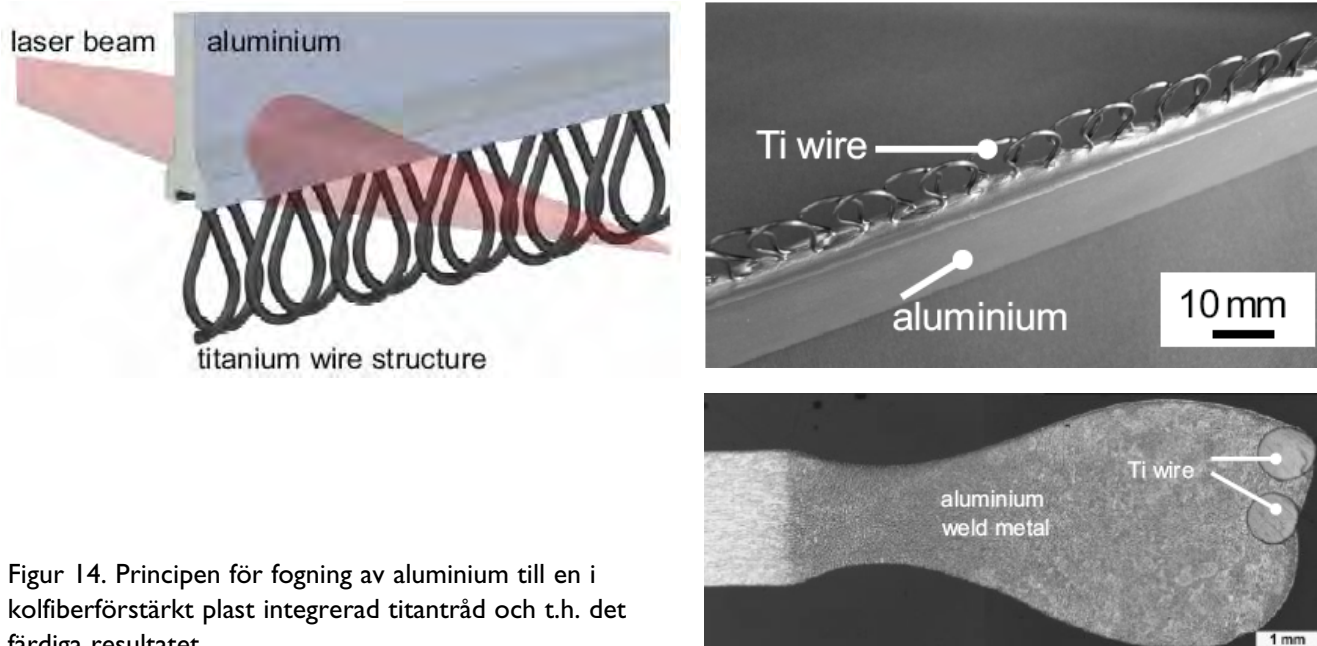
Figur 13. Försökupställningen där en laser med grönt ljus kombineras med en IR-laser, och där de två fokuspunkterna har ett inbördes avstånd på cirka 0,1 mm.

Underst illustreras den förbättrade penetrationsförmågan med denna uppställning vid BOP (Bead-On-Plate) –svetsning av olika kopparlegeringar.

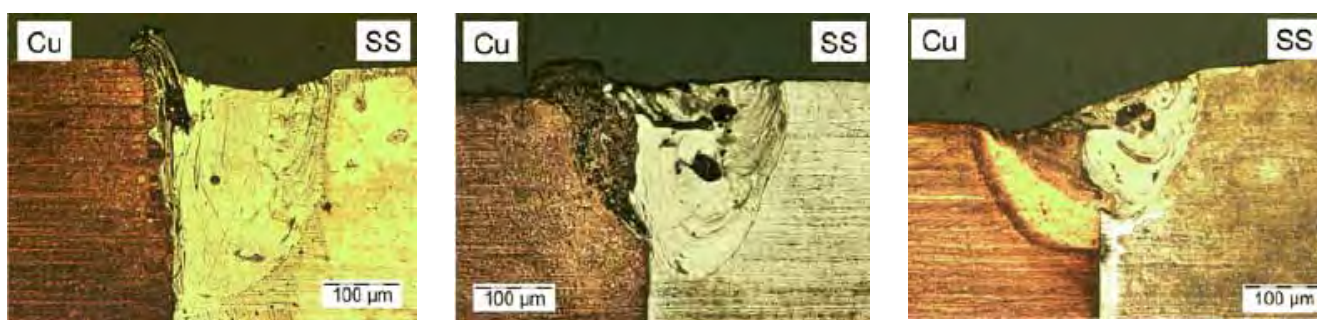
grön laser med 70 W effekt som förvärmde kopparmaterialet varpå svetsoperationen utfördes av den efterföljande Nd:YAG-lasern med 1.064 nm våglängd och 930 W effekt [Fig. 13].

Från tidigare presentationer av BIAS har vi lärt om deras metod att genom en form av lödprocess foga aluminium till stål alternativt titan. Felix Möller visade nu på hur man med ett liknande tillvägagångssätt sammanfogade CFRP [Carbon Fiber Reinforced Plastics] och aluminium. Det gick till så att man först hade skapat en matris som bestod av CFRP och titaniumtråd, varpå man smälte det motgående aluminiummaterialet med hjälp av en lampnpumpad HL4006D-laser. Det smälta aluminiumet väter därmed mot titaniet och skapar på så vis en lödförbindning [Fig. 14].

Markus Weigl från BLZ i Erlangen hade studerat hur man kunde sammanfoga koppar med rostfritt material med hjälp av en 3 kW Nd:YAG-laser. De förhållandevis tunna materialen tillät en svets hastighet på hela 15 m/min, men vad som var viktigast för att erhålla en fullgod och defektfri svets samt att hålla nere hårdheten i svetsgodset, var att fokuspunkten var positione-



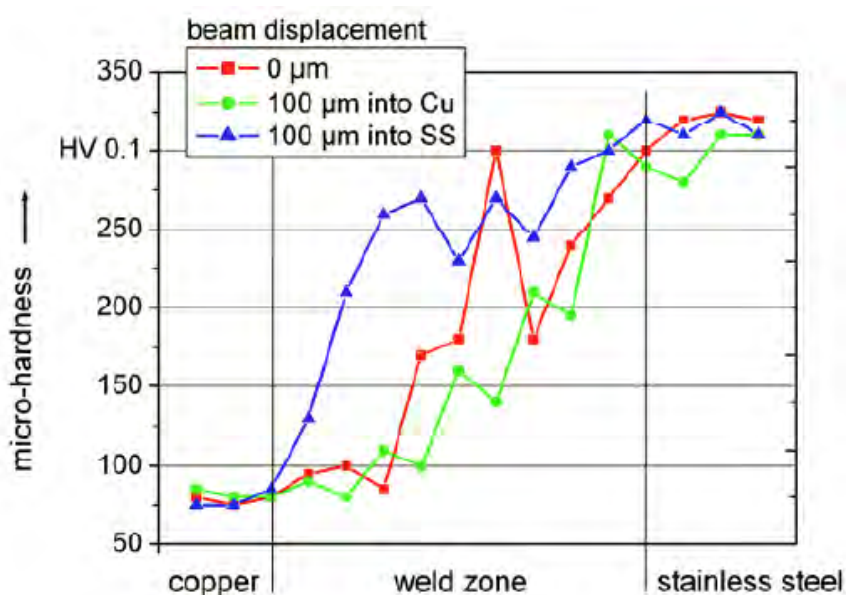
Figur 14. Principen för fogning av aluminium till en i kolfiberförstärkt plast integrerad titantråd och t.h. det färdiga resultatet.



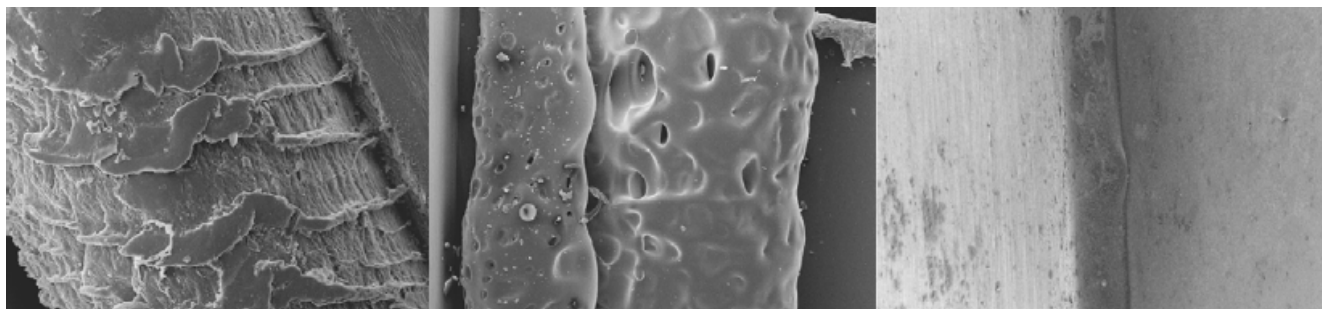
Figur 15. Ovan svetskvaliteten vid svetsning av koppar mot rostfritt stål. I mitten med fokuspunkten placerad centriskt, t.v. 100 µm in på stålsidan och t.h. 100 µm in på kopparsidan.

rad 100 µm in på ”kopparsidan” [Fig 15].

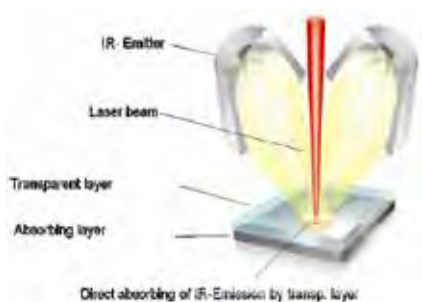
Redan vid LAMP-konferensen i Kyoto 2006 hörde jag talas om den laserhybridmetod där man kombinerar laserstrålen med det emitterade ljuset från två stycken halogenlampor. Denna metod är idag att betrakta som ”State-of-the-Art” då det gäller att sammanfoga de plastdetaljer som ingår i baklamporna till personbilar [Fig. 16]. Tekniken har under åren vidareförädlats och här fick vi nu en uppdatering i ämnet av Manuel Sieben från LPKF Laser & Electronics AG, som är ytterligare ett av de många avknoppningsföretag som är resultatet av laserforskningen vid Friedrich-Alexander-Universität, och som erbjöd ett intressant studiebesök under den avslutande konferensdagen. Bland annat berättade



Ovan ses hårdheten i svetsgodset vid dessa olika positioneringar av fokuspunkten.



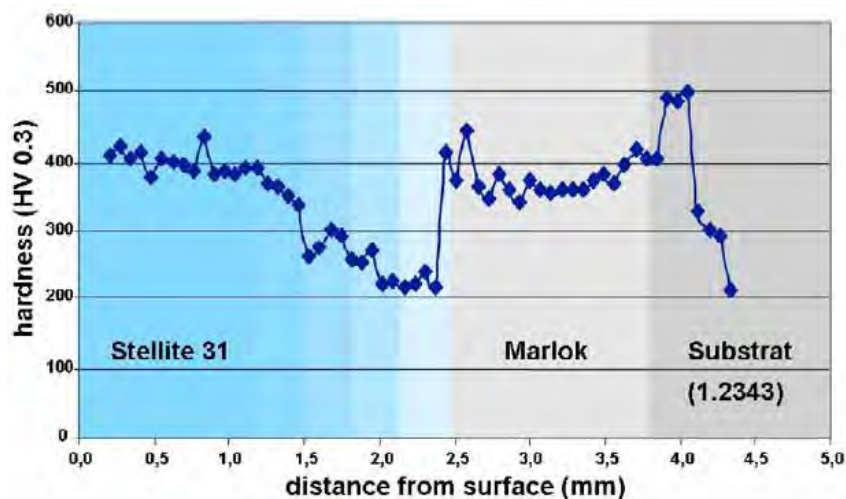
Figur 16. Att svetsa samman de plastmaterial som utgör baklyktorna till personbilar görs idag så gott som uteslutande med laserteknik. Detta är kanske inte så svårt att förstå om vi jämför svetskvaliteten ovan fr.v. vibrationssvetsning, "hot-plate" och den laserhybridmetod som nämns i artikeln.



tade Herrn Sieben om att företaget TwinWeld3D utvecklat ett integrerat processverktyg försett med en fixeringstryckrulle för denna typ av svetsmetod [Fig. 17].

Sessionen som handlade om ytmodifiering med laser inleddes med en presentation av Sörn Ocylok från Fraunhofer ILT i Aachen där han tillhör den forskargrupp som leds av välbekante Ingomar Kelbassa. Laserpåläggning är en etablerad teknik för att förbättra slit- och korrosionsmotståndet hos komponenter. Här visades det nu på möjligheten

Figur 17. Principen för laserhybridsvetsning med halogenlampor, och t.h. ett integrerat processverktyg med tryckfinger från företaget TwinWeld3D.



Figur 18. "Skräddarsydda" påläggningslager med olika blandningsförhållanden mellan pulver av det värmebeständiga stålet "Marlok" och den koboltbaserade legeringen Stellite31 resulterar i en varierande hårdhet, vilket också framgår av diagrammet t.v.



100% Marlok
0% Stellite31
Hårdhet 357,7 $H_{V0.3}$

75% Marlok
25% Stellite31
Hårdhet 235,4 $H_{V0.3}$

50% Marlok
50% Stellite31
Hårdhet 258,1 $H_{V0.3}$

25% Marlok
75% Stellite31
Hårdhet 307,1 $H_{V0.3}$

0% Marlok
100% Stellite31
Hårdhet 458,3 $H_{V0.3}$

att ”skräddarsy” de olika påläggningslagren genom att använda sig av två separata pulvermatare med olika innehåll, som kunde blandas i olika förhållanden allteftersom skikten byggdes upp [Fig. 18]. Vad man dock måste beakta är att båda pulvertyperna måste vara järnbaserade för att undvika spröda, intermetalliska faser.

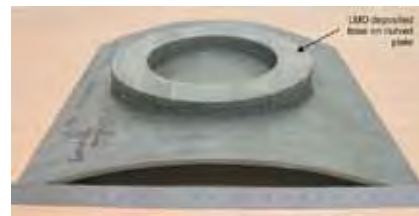
Professor Igor Smurov från National School of Engineering i Saint-Etienne tycks driva en produktiv verksamhet, vilket inte minst visade sig i form av många bidrag till den ”poster”-utställning som ledsagade konferensen. I sitt föredrag uppehöll han sig kring det DMD [Direct Metal Deposition] –munstycke som Trumpf har utvecklat [Fig. 19]. Det är synnerligen sofistikerat utformat och innehåller tre separerade gasflöden; ett för skyddsgas, ett flöde för att transportera påläggningspulvret, och slutligen ett för att forma tillförslan av pulvret så att man erhåller en för ändamålet optimal påläggning.

Företaget Trumpf har också utvecklat ett mjukvaruprogram kallat TopLas® vilket är avsett att kunna generera bästa robotbanor vid laserpåläggning [Fig. 20]. Ett praktikfall kring detta beskrevs av Dr. Choon Yen Kong från TWI [The Welding Institute] i Abington, och handlade om beläggning av cylinderfoder med Inconel 718. Även om den tillförda värmen vid laserpåläggning är förhållandevis låg jämförd med konkurrerande metoder var Dr. Kong inte nöjd med resultatet då han menade på att värmedistorsionerna fortfarande är för stora för att kunna accepteras för den typ av bilkomponenter som cylinderfoderna representerar.

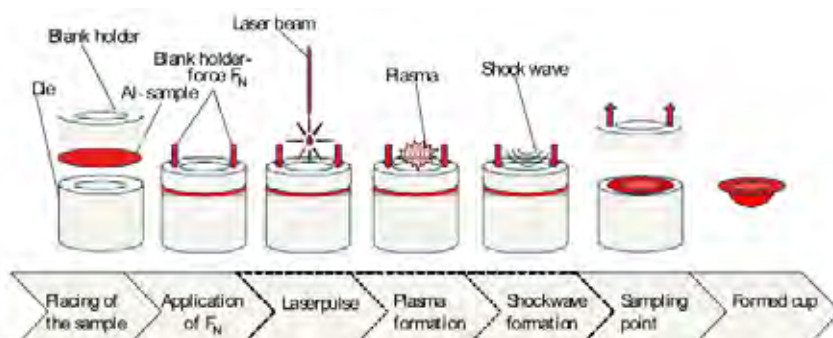
I sessionen som handlade om laserformning, och som med fast hand leddes av Dr. Hinnerk Hagenah från LPT [Lehrstuhl für Photonische Technologien] vid universi-



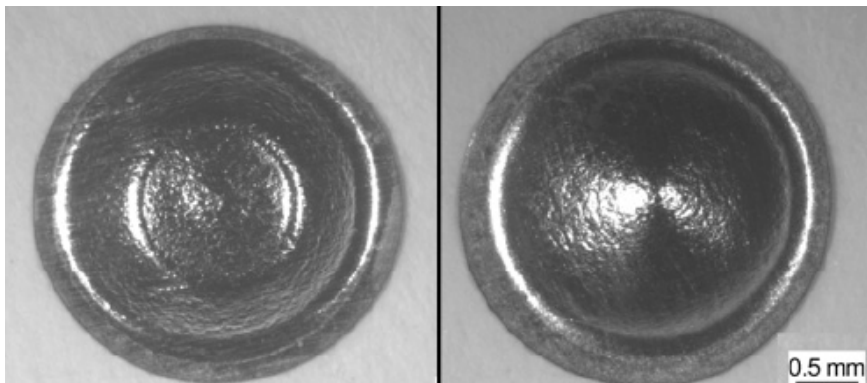
Fig. 19. Det av Trumpf framtagna specialmunstycket för laserpåläggning med inte mindre än tre separata gasflöden; ett för skyddsgas, ett för pulvertransport och ett för formning av pulvertillförslan.



Figur 20. Med mjukvaruprogrammet TopLas® är det fullt möjligt att med laserpåläggning bygga upp en anslutningsklack på en bomberad yta.



Figur 21. Principen för laserchockformning.

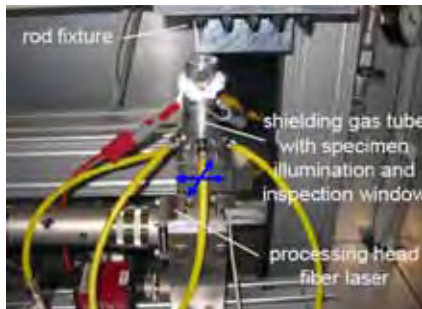


Figur 22. Exempel på chockformade provplattor i aluminium (Al99.5) med en tjocklek på 50 µm. T.v. ses ett prov utförd med mothåll och 20 laserpulser, och där bredvid ett prov friformat med en puls.

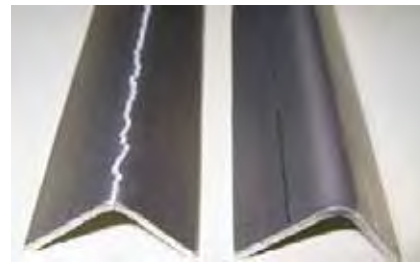
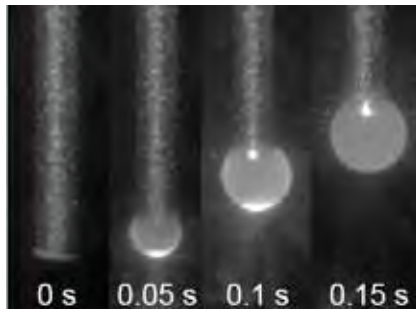
tetet i Erlangen, fick vi oss till livs två intressanta inlägg från BIAS. Den första hölls av institutionsföreståndare Frank Vollertsen och handlade om ”chock-formning” med CO₂-laser [Fig. 21]. Detta är en process som endast är tillämpbar inom mikrobearbetning, men med vars hjälp man kan skapa underskurna geometrier, vilka inte är möjliga med

konventionella formverktyg. Typiskt använder man sig av ett 50-tal pulser vid denna formningsmetod [Fig. 22], var och en med ett energiinnehåll på 5,7 J och en varaktighet av 100 ns.

Den andra BIAS-presentationen framfördes av en för mig ny bekantskap, nämligen Herrn Andreas Stephen. Här handlade det om att forma huvuden på långa nitar utan



Figur 23. Den experimentella uppställningen för friformning av nithuvuden vid BIAS, samt t.h. prov utförda på rostfria stavar med 0,5 mm diameter. Formningen är gjord med 50 W lasereffekt och en pulslängd på 125 ms.



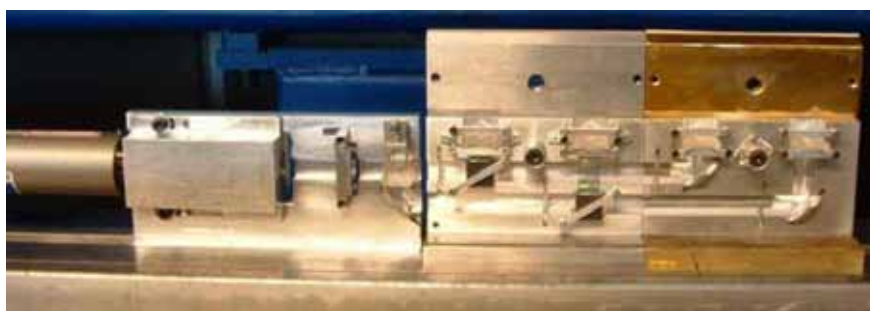
Figur 25. Resultat från böjprov av magnesiumlegeringen AZ31 utförd utan (närmast) resp. med laserförvärmning.



Figur 24. Detaljfoto och tvärsnitt av ovanstående formning av rostfria stavar där lasertekniken möjliggör ett L/d-förhållande på 45.



Figur 26a. Laserunderstödd bockning med en diodlasermodul monterad i det undre bockverktyget.



Figur 26b. En alternativ utformning med en "beam-splitter" integrerad i underverktyget.

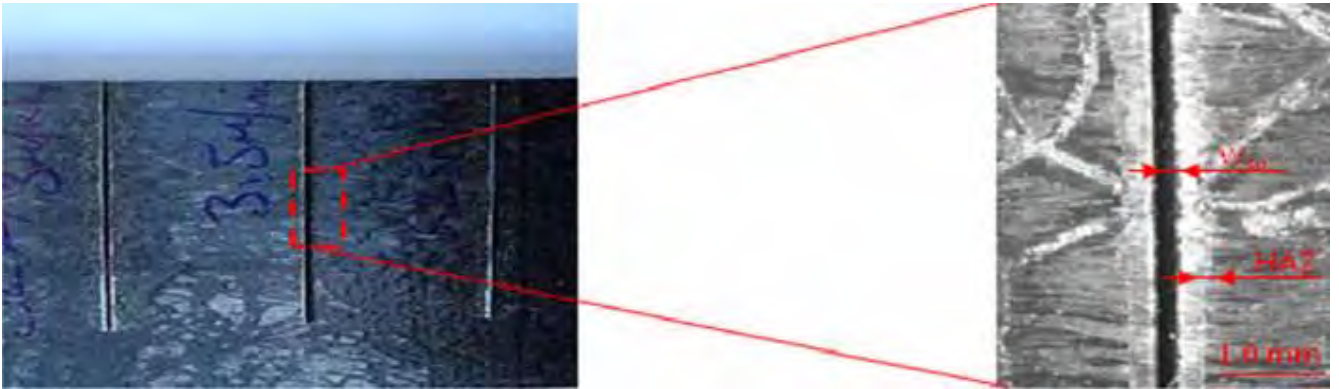
att dessa bucklade på grund av ett alltför stort längd-till-diameter [L/d] -förhållande [Fig. 23]. Vid klassisk mekanisk bearbetning är

detta en starkt begränsande faktor, men genom att med 50 W effekt från en fiberlaser successivt smälta materialet i den del av ämnet som

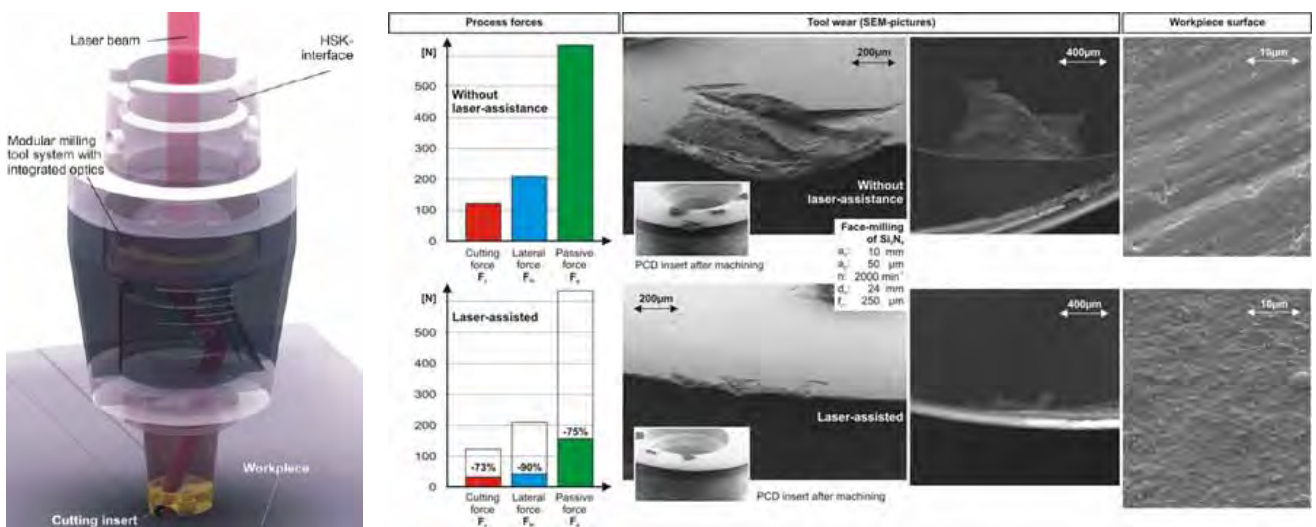
skall utgöra nitskallen kan detta låta sig göras vid L/d-förhållanden upp till 45 utan att mata fram ämnet och upp till maximalt 250 om man använder sig av frammatning. Experiment för att validera dessa påståenden hade gjorts på rostfritt 1.4301-material med Argon som skyddsgas [Fig. 24].

Thomas Schumi från Wiens universitet, närmare bestämt från gamle professor Schuöckers Institute for Production Engineering and Laser Technology, berättade om hur man integrerat högeffekt-lasrar i bockverktyg för att förbättra formbarheten hos spröda material. Exempel på sådana är magnesium AZ31 [Fig. 25], aluminiumlegeringar ur 7000-serien, titanium eller fjäderstål. Två angreppssätt hade använts. I det första hade åtta stycken diodlaserstavar om vardera 200 W effekt positionerats i underverktyget [Fig. 26a]. Varje stav belyste då ett område på 2×12 mm. Den andra lösningen utgjordes av en Nd:YAG-laser med inbyggd "beam-splitter" [Fig. 26b], vilket gjorde att laserstrålen delades upp i fyra strålar och därmed kunde belysa och värma en större yta av arbetsstycket.

Föredrag kring laserskärning och -borrning hade samlats i en dedikerad session. André Goeke från Laser Zentrum Nord vid Universitat Hamburg, dar f.o. gamle Rofin-Sinar-medarbetaren och "laserprofilen" Claus Emmelmann innehar



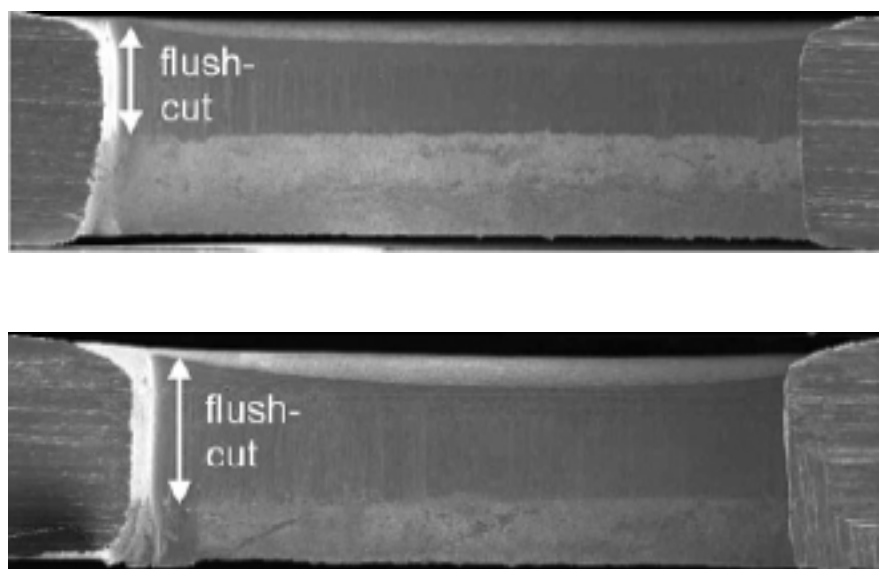
Figur 27. Kolfiberförstärkta plaster kan idag laserskäras med såväl minimal skärspalt som dito värmepåverkad zon.



Figur 28. T.v. schematisk avbildning av fräsverktyget med integrerade optiska och mekaniska komponenter. T.h. syns de uppenbara fördelarna med laserunderstödd fräsning (underst), både beträffande lägre processkrafter, reducerat verktygsslitage och förbättrad ytkvalité hos den bearbetade ytan.

institutionsledarrollen, berättade om laserskärning av kolfiberförstärkta plaster. Genom att använda de nya laserkällor som erbjuder en förbättrad strålkvalitet kan dylika material laserskäras med minimal skärspalt och relativt smal värmepåverkad zon [Fig. 27]. För tjocklekar över 2 mm menade emellertid Herrn Goeke att CO₂-lasern fortfarande ger bäst resultat på grund av den högre absorptionsförmågan som denna våglängd har i polymera material.

En intressant tillämpning var den som Chris-Jörg Rosen från Fraunhofer IPT [Institut für ProduktionsTechnologie] i Aachen



Figur 29. Förbättrad snittkant med en större blankzon (underst) vid laserunderstödd stansning jämfört med en konventionell process (överst).



Figur 30. De i säkerhetsglas inbyggda dragspänningarna har betydelse för snittkvaliteten vid separation med hjälp av laser; glaslet överst representerar en spänning på 45 MPa medan det undre endast har 26 MPa.

berättade om. Den handlade om laserunderstödd fräsning. Istället för att förvärma en större area av arbetsstycket för att på så sätt förenkla bearbetningen av hårda material hade laserstrålen integrerats i fräsmaskinens rotationsspindel [Fig. 28]. Man hade använt sig av 2,4 kW lasereffekt från en disk laser med 1.070 nm våglängd där lasern pulsas just innan skäret träffar ingreppsstället. På detta sätt hade man med framgång kunnat fräsa kiselnitrid som exempelvis S3N4, vilka annars anses vara omöjliga att bearbeta vid just fräsning.

Laserassisterad stansning var temat för Markus Eckert, även han från IPT i Aachen. Genom att ”scan-

na” en defokuserad laserstråle med 2 mm fokalfunkt över en förprogrammerad yta kan kraften som krävs för stansoperationen avsevärt minskas, men dessutom resulterar denna metod i avsevärt slätare snittkanter [Fig. 29].

Skärning av glas var temat för Anatoli Abramovs [Corning Incorporated] presentation. Att skära i höghållfasta glas är en utmaning i dagens industri. Dessa glas är oftast kemiskt förstärkta såttillvida att jonerna i substraten byter plats och skapar tryckspänningar på ytan men dragspänningar inuti glasmaterialet [Fig. 30]. Laserskärning med CO₂-laser har emellertid visat sig vara en framgångsrik metod, då

man genom en kontrollerad avkylning framkallar värmechocker och en kontrollerad sprickpropagering. Med en dylik process har det visat sig vara möjligt att bearbeta upp till 3 mm tjocklek av denna typ av säkerhetsglas.

De samlade intrycken från LANE 2010 får bli att detta är ytterligare en bred tysk laserkonferens som håller en hög, inte minst akademiskt, kvalitet. Upplägget är traditionellt, och jämfört med den senaste LANE-konferens som jag besökte 2004, är det mesta sig likt. Emellertid går det aldrig att underskatta nyttan av att laserforskare får komma samman och umgås även under mer informella former. Detta gavs det möjligheter till att göra inte bara under själva föreläsningarna, men minst lika mycket vid receptionen på universitetsrestaurangen ”UNICUM”, som vid konferensbanketten på slottet Seehof. Vid det senare tillfället erbjöds vi på högklassig underhållning i form av amerikanska jazzsångerskan Wiletta Carson och hennes band, samtidigt som professor Johan Meijer vid universitetet i Delft dubbades till ”Knight of Laser Technology”, något som blivit ett återkommande inslag vid LANE-konferenserna. Vi får väl se om LANE-organisationen bygger vidare på det traditionella konceptet eller om några överraskningar kommer att vänta oss nästa gång, vilket blir i september månad 2013.



Aluminium på stark frammarsch

Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Aluminium har länge använts som material i karosser och komponenter inom fordonsindustrin. Men nu är trenden att materialet ökar starkt som konstruktionsmaterial i karosser och påhängskomponenter.

Laserdagen i Olofström speglade denna trend med flera initierade föredrag. Det var glädjande att uppleva att hela 39 personer deltog och uppskattade arrangemanget. Vi fick också se århundradets lasersvetssuccé, ämnesskarvning, eller som det också kallas Tailor Blank Welding hos ThyssenKrupp Tailored Blanks Sweden AB, som har en produktionsanläggning i den gamla Volvo-fabriken.

Succé för lasersvetsning av fläkthjul

Först ut på plan var Per Börjesson, Swegon AB Kvänum, bild 2, som berättade om svetsning av fläkthjul i aluminium, som också det har blivit en succé. I Kvänum tillverkas bl.a. ett modulariserat luftbehandlingsaggregat kallat Gold, som har två fläktar och värmväxlare. Fläkthjulen har diametrar mellan 300-800 mm och här har man utvecklat teknik för att laserskära och svetsa dessa i aluminium.

– Tidigare hade vi 12 operationer i tillverkningen av fläkthjulen, berättar Per Börjesson. Men nu är



Bild 1. Jerker Bengtsson var värd för lasersdagen hos Volvo Olofström.

det bara fyra kvar, lager, pressning, laserskärning/lasersvetsning och fläktmontering. Ledtiden har minskat från 15 till två dagar.

Materialet är AlMg3 som har bra korrosionsmotstånd och tillfredställande formbarhet. Däremot är det sprickkänsligt både vid svetsning och dragning, och ger påkletningar och dålig spånbrytning.

När man undersökte ny teknik valde man mellan CO₂-laser med 5-axlig maskin, fiberlaser och robot samt CMT och robot. Valet föll på CO₂-lasersystemet som gav möjlighet till snabb växling mellan skärning och svetsning, lite värmeförsel, bra precision och hög effekt.



Bild 2. Per Börjesson, Swegon AB visar ett laserskuret och lasersvetsat fläkthjul.

Fakta om Swegon

Swegon AB ingår i Latour-koncernen och tillverkar och marknadsför produkter och lösningar för ventilation och inneklimatsystem.

Inklusive utländska försäljningsbolag, har vi totalt ca 1250 anställda och omsätter ca 2,6 miljarder SEK. Swegon har 16 säljkontor i Sverige. Exportförsäljningen är betydande och sker genom koncernens säljbolag i Finland, Norge, Danmark, Tyskland, Belgien, Frankrike, Estland, Spanien, Italien, Schweiz, Österrike, Polen, Tjeckien, Slovakien, Nederländerna, Storbritannien och USA samt till övriga länder via återförsäljare. Företagets produktionsenheter och laboratorier finns i Kvänum, Arvika, Tomelilla, i S:t Karins Finland och Cantarana di Cona, Italien.

Swegon AB är kvalitets- och miljöcertifierat enligt SS-EN ISO 9001 och ISO 14001.

Kvänum fabriken

Den största av våra fem fabriker och även Swegons huvudkontor. Här tillverkas luftbehandlingsaggregat.

Mitt på Varaslätten, ett område känt för sin entrenörskap och de många stora industrierna, ligger Kvänumfabriken. Härifrån har Swegon tillverkat och levererat luftbehandlingsaggregat i mer än 50 år.

Den stora produktionsenheten är mer än 36.000 kvm. Totalt arbetar 350 personer vid fabriken i Kvänum där det också finns en stor utvecklingsavdelning och moderna provanläggningar. GOLD-serien, de banbrytande enhetsaggregaten som har satt standarden för luftbehandlings-teknik, tillverkas här. Likaså den relativt nya COMPACT-serien.



Bild 3. Thomas Seefeld, BIAS, berättade om lasersvetsning av aluminium.

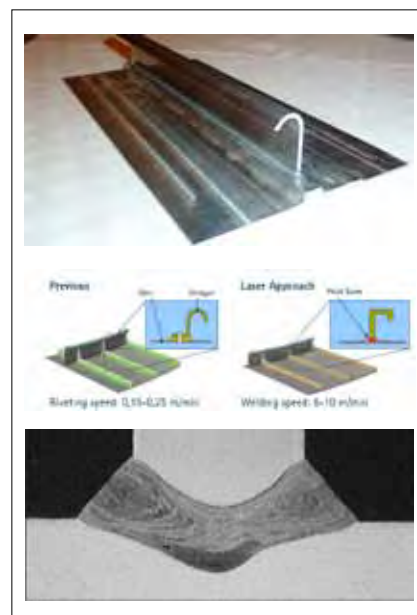


Bild 4. Lasersvetsning av paneler till Airbus.

– Skärningen är egentligen inget problem, säger Per, men vi har lagt ner mycket arbete med fixturering och centrerung och styrning mot rätt ytor. Däremot är svetsningen den kritiska faktorn. Det gäller att ha rätt passform, toleranser, spaltstorlekar, fixturering och gasskydd. Men vi arbetar med fasade kanter vilket underlättar tillverkningen. Totalt är det 13 detaljer som svetsas ihop.

Trots det rigorösa kvalitetsarbetet så uppstår en del fel vid svetsningen men man har bra kunskap om orsakerna. Kvalitetsutfallet varierar mellan 1-5 % vid bra och dåliga veckor där föroreningar av smörjmedlet är det största problemet och man arbetar med att få bättre kontroll på smörjprocessen. Man har manuell avsyning av varje fläkthjul när operatören torkar av det och vid svetsfel

så sker manuell repsvets. Svetsning ser med 4- 6 kW och man använder twin-spot för ökad stabilitet i svetsprocessen.

– Vi har fått stora vinster med den nya processen avslutar Per Börjesson.



Bild 5. Lasersvetsad Al-Ti komponent i golvstruktur till flygplan



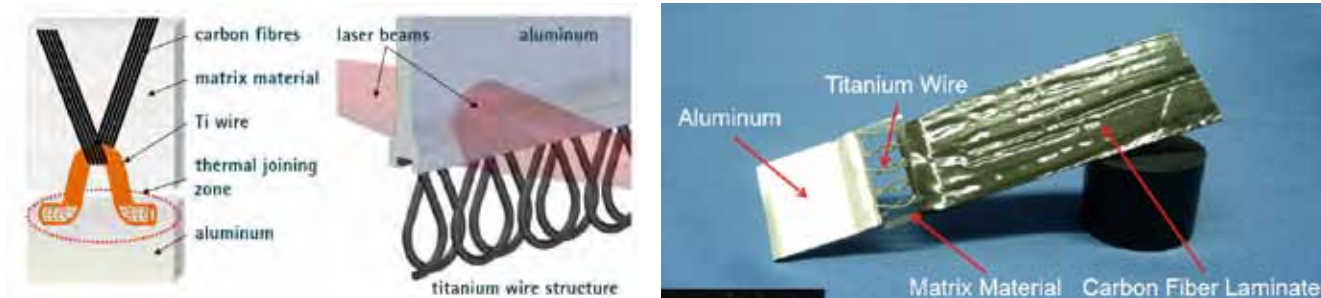


Bild 6. Sammanfogning av kolfiberpaneler med aluminium via titantråd.

Lasersvetsning av aluminium starkt område hos BIAS

BIAS, Bremen Institut für angewandte Strahltechnik GmbH, är ett gammalt välkant institut som har jobbat med laserforskning sedan 1977 och har nu mer än 120 anställda varav 85 tillhör den ordinarie personalstyrkan.

–Vid BIAS har man bildat något man kallar Centr-Al som är ett kompetenscentrum för svetsning av aluminium. Där arbetar man med F&U, tekniköverföring och nätverk, berättar Thomas Seefeld, bild 3, som förestår svetsning och ytbehandling vid institutet

Centr-Al har nu mer än 10 medarbetare och arbetar nu med 11 offentligt finansierade projekt där man omsätter ca 27 miljoner kronor. Till detta kommer industrikontrakt till ett värde av ca 19 miljoner kronor. Man arbetar inom ett mycket brett område som bl.a. utveckling av tillsatsmaterial, processer, utrustningar och system, kvalitetssystem och även pilotproduktion.

Thomas inledde med att berätta om några ”gamla” tillämpningar där man bl.a. svetsat en remskiva till BMW’s 12 cylindriga 750-modell med 10 kW CO₂-laser under 90-talet och ett motorhus som man svetsade i 12 år, också detta med CO₂-laser, men med twin-spot.

En intressant tillämpning är svetsning av paneler till Airbus A318, A380 och A340HGW, som ersatte konventionell nitning. Arbetet med utvecklingen startade 1997 och den första panelen svetsades i början av

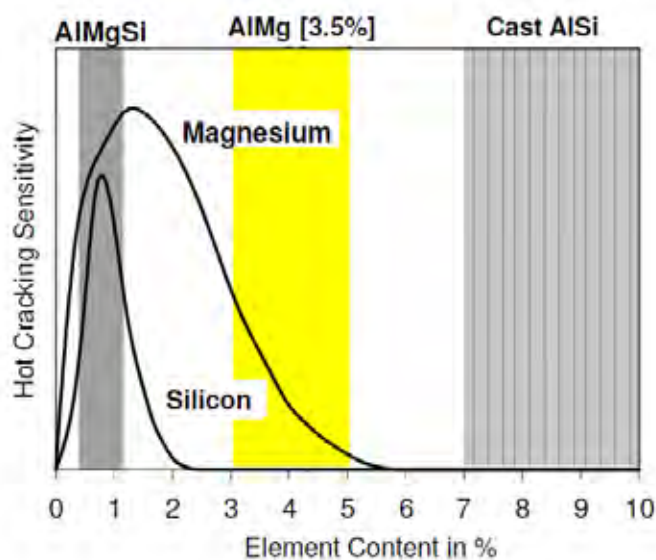


Bild 7. Känslighet för varmsprickbildning hos aluminiumlegeringar. Källa ISFW (Trumpf)



Bild 8. Två tillämpningar på lasersvetsning. T.v bildörrar i aluminium, Daimler Maybach, och t.h. struktur i taket hos Audi A8

2000. Man svetsar med CO₂-laser med tillsatsmaterial från båda sidor, bild 4.

Inom systemtekniken har man arbetat med att utveckla t.ex. 2D lasersvetsmaskiner, maskiner för linjärsvetsning och processhuvuden.

En annan tillämpning inom flygindustrin är svetsning av titankomponent i golvstrukturen. Komponenten

används för reglering och fastspänning av stolarna i planet, bild 5.

Kolfiber sammanfogas mot aluminium

Thomas Seefeld berättar om många flera Al-applikationer som man har arbetat med på BIAS. En spännande helt ny och kanske lite udda tillämpning är kombinationen av alumini-



Bild 9. Tvärsnittsarean i en dörrprofil hos BMW 7-serie har nästan kunnat fördubblats tack vare lasersvetsning.

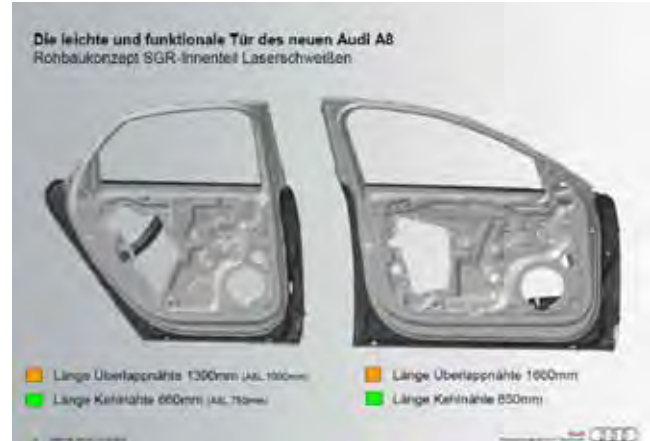


Bild 10. Exempel på lasersvetsning av (inner)dörrar i aluminium hos Audi A8.

um och kolfiber där man går vägen att kombinera dessa material via titantråd. Man fäster kolfibertråden i kolfiberlaminatet i titantråd och denna svetsas sedan samman med aluminiumpanelen, bild 6.

Arbetat med tillämpad forskning inom detta område av just startat vid BIAS avslutar Thomas Seefeld.

Mera information om BIAS och deras verksamhet finns på: www.bias.se

Intressanta tillämpningar inom bilindustrin

En annan organisation som har stor erfarenhet av lasersvetsning av aluminium är Trumpf, och deras expert inom området Thomas Bubel, gav en intressant överblick över området. Thomas konstaterar först att svetsbarheten av aluminium är starkt beroende av vilken sammansättning materialet har. AlMgSi-legeringar har t.ex. hög känslighet för varmsprickbildning medan gjutna lege-

ringar är okänsliga för denna defekt, bild 7. Förutom varmsprickor så kan också väteporer, vanliga porer och urblåsningar uppträda.

Urblåsningarna förorsakas av instabiliteter i key-hole som drar ihop sig och utvidgas under processen. Men genom att använda twin-spot så kan man öka nyckelhålets diameter och får på så sätt en stabilare process.

Thomas Bubel visade också på flera intressanta tillämpningar av aluminiumsvetsning inom bilindustrin. T.ex. så lasersvetsas dörrarna till Daimler-Maybach sedan 2002 med Nd:YAG-laser i en takt av åtta bilar/dag, bild 8. Svetsningen sker både med och utan tillsatsmaterial. Idén var att visa att det är möjligt att svetsa en hel dörr med laser. Även VW Phatons dörrar lasersvetsades fram till 2007 med 11 lasersvetsar (1030 mm) och 48 laserhybridsvetsar (3570 mm). Audi kan ju inte vara sämre så också dörrarna till deras

A8-modell lasersvetsades med 20 m fog fram till 2010.

BMW 7-serie har aluminiumdörrar och dessa lasersvetsas sedan 2008 med 15.4 m svetslängd med en Tru-Disc 4002 och med tillsatsmaterial. Genom att välja lasersvetsning så har man nästan kunnat fördubbla tvärsnittsarean hos vissa profiler, detta tack vare att man har kunnat minska flänsbredden, bild 9, avslutar Thomas Bubel.

Aluminiumtrender inom bilindustrin

Vad gör då Volvo och bilindustrin i stort inom området och varför ökar aluminiumanvändning? Delar av svaret gavs av Jerker Bengtsson, svetsingenjör vid Volvo Cars, Olofström.

– Kraven på minskade utsläpp kommer att öka. Målet 2020 är att bilflottan i genomsnitt endast får släppa ut 95 g/km CO₂, säger Jerker Bengtsson. Och det som påverkar

utsläppen är främst motoreffektiviteten, vikt och luftmotstånd. Och med aluminium så kan vikten minskas.

De kvaliteter som främst används inom bilindustrin är AlMg- (AA 5xxx), AlMgSi- (AA 6xxx) och AlZnMgCu (AA 7xxx)- legeringar och extruderade profiler. Bilindustrin använder många sammanfogningsmetoder där laser är en i mängden.

Varför vill man då använda lasersvetsning?

– Jo, berättar Jerker, vi kan minska flänsbredder till ca 10 mm mot 16 mm vid punktsvetsning och det sparar vikt och kan ge bättre sikt om det tillämpas på t.ex. A-stolpen i bilen. Högre styvhet, utökade designmöjligheter och kortare cykeltider är andra fördelar.

Jerker visar på några exempel från bilindustri från BMW och Audi där jag valt Audi applikationen dörrsvetsning på Audi A8, bild 10.

– Sammanfattar vi trender inom bilindustrin avslutar Jerker Bengtsson, så kan vi konstatera att:

- * Användningen av aluminium ökar. Alla tittar på möjligheterna och detta kommer att leda till ökad användning av laser.
- * Nya legeringar med bättre pressnings- och fogningsegenskaper utvecklas av leverantörerna
- * Stor viktbesparing. Ca 25 kg per kaross för dörrar

Laserdagen avslutades med besök ute i produktionen där vi fick se laserlödning av bakluckan till Volvo S60. Där använder man en 4kW Nd:YAG-laser med förvärmad tråd och man löder med 3 m/min utan skyddsgas.

Vi fick också göra ett besök hos ThyssenKrupp Tailored Blanks Sweden AB där vi fick se ämneskarvning under ledning av Auli Palmros, försäljningschef vid företaget och Hans Jörg Ohler, vd, bild 11.

Tillverkningen av tailored blanks



Bild 11. Auli Palmros, försäljningschef vid ThyssenKrupp Tailored Blanks Sweden AB och Hans Jörg Ohler, vd vid samma företag visade företagets svetsning av tailored blanks.



Bild 12 Tailored Blanks har blivit en stor succé inom bilindustrin och använd bl.a. till innerdörrar i bilar. Foto: ThyssenKrupp

innehåller flera processer. Först sker ämnesklippning från coils där ämnen lagras sedan på pall. Därefter klipps ämnena i en högprecisionssax för att få rätt kantkvalitet och mått och går sedan direkt in i svetsmaskinen. Hos ThyssenKrupp finns två svetslinjer med vardera en 8 kW CO₂-laser.

LaserGruppen och alla deltagare tackar för ett intressant och väl genomfört evenemang.

Mera information finns på Lasergruppens hemsida www.lasergruppen.eu där medlemmarna kan ta del av hela dokumentationen för de flesta föredragen. ☺

Volvo Personvagnar

Karosskomponenter Olofström



Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Jonas Knutsson, Volvo Cars, presenterade Volvos verksamhet i Olofström vid Laserdagen i oktober.

Historien sträcker sig ända tillbaka till 1735 då industrin startar med Olofströms Bruk som långt senare köptes av Alfa Laval för tillverkning av separatorer. Leveranser till Volvo startade 1927 i och med att den första Volvon började tillverkas. Volvo köpte sedan fabriken 1969 och byggde den övre fabriken, som dock lades ner senare.

Kärnprocesserna hos Volvo i Olofström är beredning, verktygsproduktion samt produktion av karosskomponenter till dörrar, tak, huvar skärmar mm. Det innefattar pressning, delsammansättning samt materialplanering och logistik.

– Den 2 augusti 2010 blev en historisk dag för Volvo när man fick nya kinesiska ägare, ny styrelse och vd. Utvecklingen har dock gått utmärkt och leveranserna har ökat 22,5 % under 2011 jämfört med 2010, berättar Jonas. Vi siktar mot 800 000 bilar år 2020 från dagens nivå på ca 450 000.

”Bilar körs av människor. Grundprincipen bakom allting vi gör inom Volvo är därför - och måste alltid vara – säkerhet”. Orden är Assar Gabrielssons och Gustaf Larssons, Volvos grundare.

Dessa tankar lever naturligtvis vidare på alla nivåer i Volvos arbete. Design temat som tidigare var ”Human Centric” är nu utvecklat till ”Design around you” och resultatet har presenterats i konceptbilen ”Concept You”.

– Men, avslutar Jonas Knutsson, hos oss är karossens vikt i fokus.



Produktsortiment hos Volvo Olofström

Och det gör att vi arbetar med varmformat borstål och att minska vikten i ytterdetaljer genom att öka användningen av aluminium. ☼





*Rapport från Lasers in Manufacturing LIM
23-26 Maj vid "International Messe München"*

Några godbitar från sessionerna kring makrosvetsning och –lödning

Av Johnny K Larsson, Volvo Cars

Marco Holzer från Trumpf Laser und Systemtechnik GmbH berättade om svetsning av grovplåt med företagets TruDisk 16002, men tvingades erkänna att svetskvaliteten är begränsad då man kommer upp i svets hastigheter över 4 m/min.

Ett effektivt sätt att begränsa svets-sprut, menade han kunde vara att använda en defokuserad stråle, något som emellertid medför en långsam-mare svetsning. Trumpf har liksom många andra observerat problemet med fokalpunktsförskjutning vid låga BPP [Beam Parameter Product] och hög energitäthet i laserstrålen. Därför finns det numera en trend att gå ifrån transmittiva optiker och i

stället använda fokuserande speglar för att på så sätt eliminera risken för absorption och värmeförvridningar i optikkomponenterna. Herrn Holzer påpekade också att kontaminering av skyddsglasen leder till en liknande effekt av fokalpunktsförskjutning. Slutligen fick vi reda på två större forskningsprojekt som pågår i Tyskland just nu; BEEST som är ett laserrelaterat forskningsprogram riktat mot skeppsbyggnadsindustrin, och DOVOR som handlar om lasersvetsning av HSS [High Strength Steels] för vindkraftsindustrin.

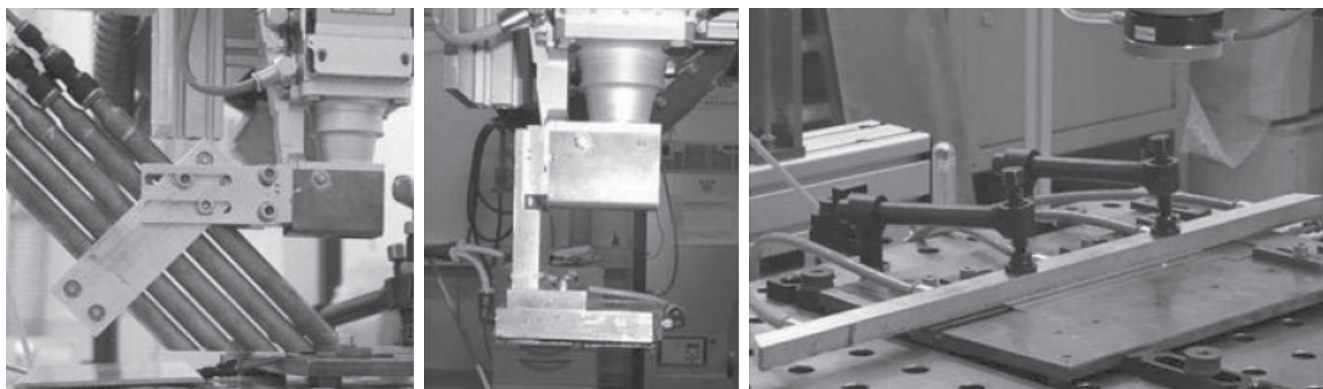
Magna International är en stor underleverantör till bilbranschen med många olika affärsområden. Ett är tillverkning av transmissionskomponenter och här fick vi nu höra Hongping Gu [Stronach Centre for Innovation] berätta om lasersvetsning av nitridbeläggningar [Fe₂N]. Dessa beläggningar används för att

förbättra detaljernas nötningsmotstånd, men skapar å andra sidan en hel del problem ur svetsbarhetssynpunkt. Således frigörs vid cirka 200 °C kvävgas, vilken innesluts i form av porer i svetsgodset. Alternativa lösningar kunde vara någon form av förvärmning eller att helt enkelt lokalt slipa bort Fe₂N-beläggningen, men Magna valde i stället att utveckla en speciell tillsatstråd. Det rör sig om en med Ti-pulver fylld tråd. Därmed bildas under svetsningen TiN vid ungefär 1.200 °C, och eftersom denna legering har en smältpunkt på 2.950 °C, vilket är långt över stålets smältpunkt, kommer ingen kvävgas att frigöras och orsaka de tidigare porositetsproblemen [Fig. 1]. – Mission accomplished!

Andreas Patschger och hans kollegor vid Jenoptik Automatisierungstechnik GmbH hade studerat vad som var lämpligt skyddsgasval vid



Figur 1. Vid autonom lasersvetsning av nidtridbelagda komponenter kan den visuella delen av svetsen se nog så bra ut, men ett tvärsnitt genom densamma avslöjar en ansamling av stora gasinneslutningar (mitten). Detta kan motverkas om man använder en Titan-pulverfylld tillsatsstråd.



Figur 2. För att kunna täcka en större del av svetsområdet med skyddsgas kan oilka koncept för tillförseln av denna användas; fr.v. seriella gasmunstycken, något som snarast är att likna vid en "gasdusch", samt skyddsgas tillförd genom en kanallist med många öppningar.

värmeledningssvetsning av austeniskt rostfri plåt i tjocklekar mellan 0,4-1,0 mm. 1,3 kW lasereffekt från en diodlaser hade använts med en fokalpunktsdiameter på 2 mm. Resultaten visade att vätgas gav dålig penetration på grund av den så kallade Marangoni-effekten. Att addera Helium gav ingen positiv effekt på penetrationsdjupet, vilket däremot små inblandningar av syrgas och koldioxid gjorde. Dock innebar dessa additiv att man fick mer oxidation kring svetsen. Bästa val av skyddsgas visade sig ren Argon vara, och optimalt resultat erhöles då skyddsgasen tillfördes via en rad seriella gasmunstycken [Fig. 2].

Vid lasersvetsning av kisellegerade aluminiumkvaliteter, så kallad 6xxx-material, finns en stor risk för uppkomst av värmesprickor. Marius Gatzel från BIAS [Bremer Institute für Angewandte Strahl-

technik GmbH] presenterade en tänkbar lösning på problemet. Med tillsatsmaterial i form av AlSi12 med en tråddiameter på 1,2 mm och ett elektromagnetiskt fält kring smältan hade positiva resultat erhållits [Fig. 3]. Det elektromagnetiska fältet borgar för en bättre inblandning av tillsatsmaterialet i svetsmältan. Vid försöken hade man använt 7 kW lasereffekt från en TruDisk 8002. Olika värden för det magnetiska fältet hade använts, från 10-20 Hz och 160 mT till 30-40 Hz och 350 mT. De högre parameterinställningarna tillät en högre svets hastighet, upp till 8 m/min, men toppytan på svetsen började då bli instabil.

Jean-Pierre Bergmann, som vi sedan många år tillbaka känner från Jenoptik, har nu flyttat sina "bopålar" till Ilmenau University of Technology. Han berättade om svetsning av tunna DC01-plåtar

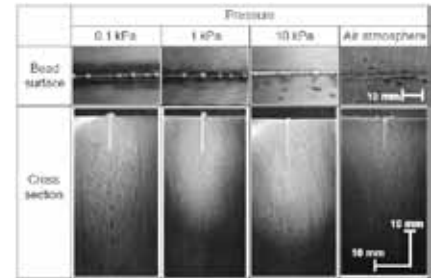
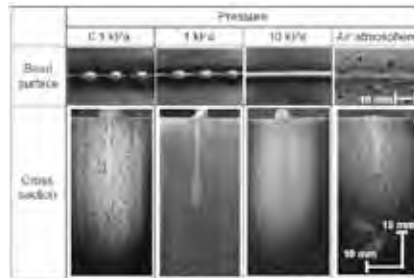
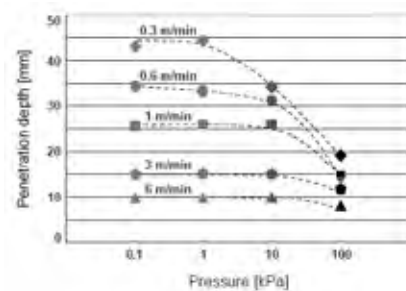


Figur 3. Ett prototypverktyg utvecklat hos BIAS där laserstrålen kan manipuleras via ett koaxiellt magnetiskt fält.

i tjocklekar mellan 0,88-1,0 mm med en 1kW fiberlaser från IPG, där fokalpunktsdiametern varierats i steg mellan 100-600 μm . Vid dragprov gav 400 μm -svetsarna



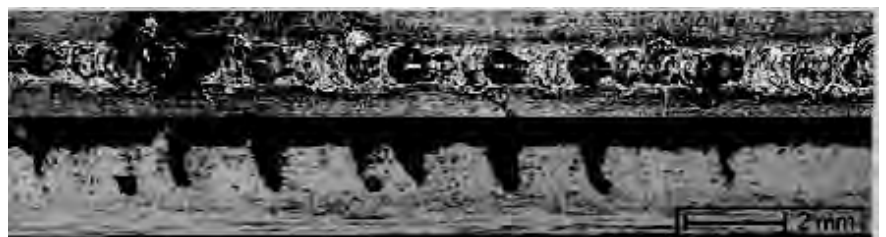
Figur 4. Olika brottmoder vid lasersvetsning av 0,88 mm tunnplåt med olika fokalpunktsdiametrar. En brytpunkt tycks ligga vid 400 μm , där mindre storlekar resulterar i fogytebrott (t.v.), medan större ger fullgoda pluggbrott (t.h.).



Figur 5. Det är främst vid lägre svets hastigheter som exempelvis 1 m/min (mitten) som man ser en effekt på penetrationsdjupet vid att svetsa i vakuum, medan detta vid 6 m/min (t.h.) har en försumbar inverkan.

fullt ”pluggbrott”, medan mindre fokalpunkter, och därmed mindre svetsbredder, uppvisade fogytebrott [Fig. 4]. Jean-Pierre redogjorde också för några svetsförsök på 15 μm -folier utförda med ”scanner”-teknik.

Inte en laserkonferens utan en presentation från professor Seiji Katayama från Osaka University, och LiM utgjorde inget undantag från den regeln. Sympatiska Dr. Katayama beskrev denna gång djuppenetrationssvetsning med laser i vakuum. Redan vid ICALOE2000 var detta ett ämne, och då hade en Nd:YAG-laser använts. Vid de nyligen genomförda experimenten hade man i stället använt sig av en 16 kW TruDisk-laser från Trumpf och en fokallängd kring 1 meter! Försöken hade utförts på rostfritt 304-material och aluminiumlegeringen AA5052. Det är främst vid låga svets hastigheter som man ser en positiv, ibland fördubblad, effekt på penetrationsdjupet vid lasersvetsning i vakuum [Fig. 5]. Vid hastigheter över 6 m/



Figur 6. Hur man med effektmodulering kan undvika att smält material slungas ut vid lasersvetsning av ren koppar (E-58-Cu eller ETP). Längd tvärsnitt av svetsar utförda med 1500 W effekt och en framföringshastighet på 6 m/min, där den undre är utförd utan frekvensmodulering medan den övre svetsats med 500 Hz.

min var effekten försumbar. Genom att placera fokalpunkten djupt ner i materialet, mellan 20-40 mm, kan penetrationen förbättras ytterligare. Att lasersvetsa i vakuum har andra positiva effekter såsom minskat eller helt eliminerat svets sprut samt

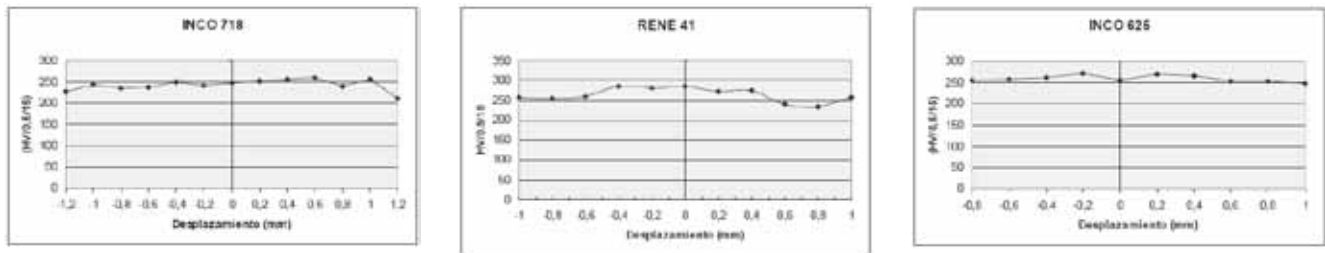
undertryckandet av så kallad ”hum-ping”. Det senare beroende på att den förångade metallen får en hög hastighet ut ur smältan på grund av vakuumomgivningen.

Lättviktsmaterial är ju ett aktuellt tema i de flesta branscher, och detta

Tabell 1.

BROTTHÅLLFASTHET OCH FÖRLÄNGNINGSVÄRDEN FÖR PROVSTAVAR SVETSAD MED LASER RESP. TIG [TUNGSTEN INERT GAS]

	Grundmaterial		Nd:YAG		CO ₂		TIG	
	Rm	A50	Rm	A50	Rm	A50	Rm	A50
	[MPa]	[%]	[MPa]	[%]	[MPa]	[%]	[MPa]	[%]
Rene41	987	46	948	30	994	20	964	34
Inconel625	887	47	902	36	929	37	885	33
Inconel718	880	45	842	29	792	23	854	36



Figur 7. Mikrohärdhetsmätning över svetsgodset i lasersvetsade stumfogar för materialen Inconel625, Inconel718 samt Rene41.

märktes också vid LiM-konferensen där många föredrag adresserade detta ämne. Således berättade Andreas Heider från IFSW [Institut für StrahlWerkzeuge] i Stuttgart om hur man stabiliserar processen vid lasersvetsning av koppar med hjälp av så kallad effektmodulering [Fig. 6]. Problemet vid svetsning av koppar är att smält material slungas ut från nyckelhålet. Med en TruDisk 5001 och en fokalpunktsdiameter på 100 µm hade inverkan av olika moduleringsfrekvenser undersökts. Bäst resultat hade man erhållit vid 300 Hz, och ett optimum tycks ligga mellan 200-500 Hz, vilket gav en 70%-ig sprutreduktion. Vid högre frekvenser återkommer detta problem. Trots de förbättrade resultaten var Herr Heider inte riktigt nöjd, eftersom pulsningen inte bidragit till att helt eliminera porbildningen i svetsgodset.

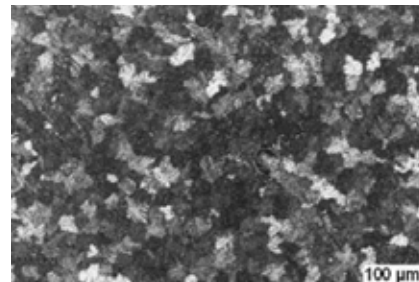
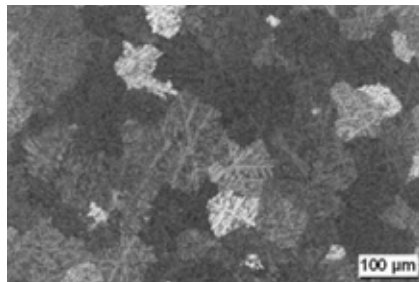
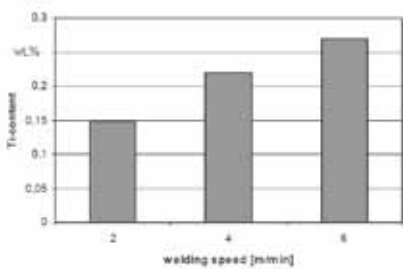
En annan materialanknuten utmaning är lasersvetsning av de avancerade material som används inom flyg- och rymdfartsindustrin. Fidel Zubiri från Lortek Research Alli-

ance, ett forskningscenter i Spanien, började med att berätta att en av trenderna inom denna bransch är att gå från traditionellt gjutna komponenter till, av format plåtmaterial, hopsvetsade detaljer. Exotiska material som Inconel718, Inconel625 samt Rene41 i 3 mm plåttjocklek hade provsvetsats med Nd:YAG- och CO₂-laser i såväl överlapps- som stumfogsgeometri. En helium/argon-blandning hade använts som skyddsgas. Resultaten var lovande såtillvida, att visserligen hade de svetsade provobjekten lägre förlängningsvärden än grundmaterialet, men draghållfastheten var i vissa fall till och med jämförelsevis högre [Tab. 1]! Härdheten var densamma i såväl svetsgods som grundmaterial [Fig. 7].

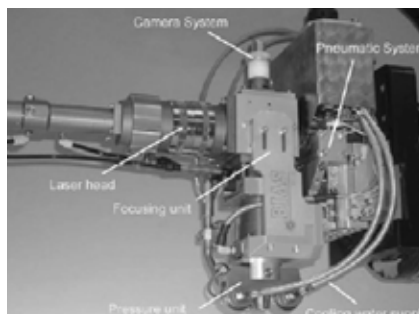
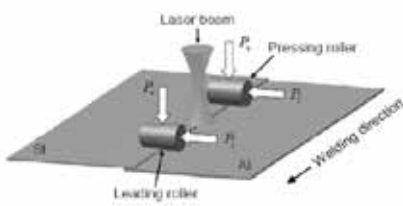
Dirk Dittrich från Institut für Werkstoff und Strahltechnik [IWS] i Dresden spann vidare på temat lasersvetsning inom flygplansindustrin i sin presentation. Här gällde det svetsning av förstärkningsribbor till flygplanskroppen, där ju tekniken med lasersvetsning börjat ersätta

traditionell nitning. Nyheten låg i att det här var frågan om nyutvecklade, höghållfasta legeringstyper i 2xxx-serien; AA2198 med Rp = 405 MPa och AA2139 med Rp = 450 MPa. Det nya legeringselementet är Litium, och med dessa legeringar är det tänkt att ytterligare kunna sänka vikten på konstruktionen genom att använda sig av tunnare profiler. Vid drag- och tryckprov hade brotten dock gått i svetsen, något som kanske inte förvånade då konventionell AlSi-tillsatsstråd hade använts. Därför var den fortsatta forskningen vid IWS nu inriktad på att finna tillsatsmaterial med högre hållfasthet.

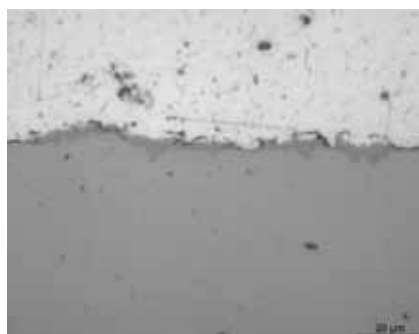
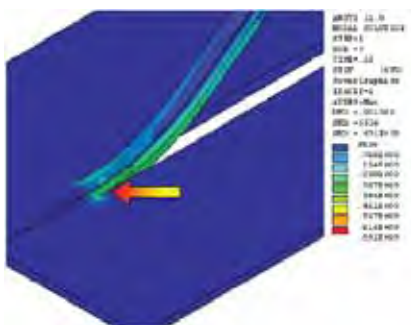
Aluminiumsvetsning där man med hjälp av TiB-tillsats skapar en finare kornstruktur i svetsgodset och på så sätt undviker varmsprickor och förbättrar duktiliteten har ju blivit något av en BIAS [Bremer Institut für Angewandte Schwei technik] – specialitet. Nu berättade Zhuo Tang från de senaste resultaten utförda på legeringen AA5083. Ett alternativ till dessa kornförfinare kan vara att använda sig av tillsatsstråd med



Figur 8. Nödvändigt Ti-innehåll i förhållande till svets hastighet för att erhålla en komplett kornförfining, och t.h. mikrostrukturen i lasersvetsar utförda med 0,03 resp. 0,25% Titan i tillsatsmaterialen.



Figur 9. T.v. principen vid överlappssvetsning av stål till aluminium med en tryckrulle på vardera sidan om laserstrålen för att åstadkomma nollspalt, och t.h. BIAS' specialutvecklade svetsverktyg där tryckrullarna kan urskiljas i underkanten.



Figur 10. Närmast en simulering där den bimetaliska tillsatsstråden matas in i fogen mellan en aluminiumplåt och en stålplåt och där färg-kodningen anger von Mises-spänningar i området som träffas av laserstrålen. T.h. en mikrosnittbild av aluminium/stål-gränssnittet i bimetal-tråden som f.ö. tillverkas med hjälp av laserassisterad rullpressning!

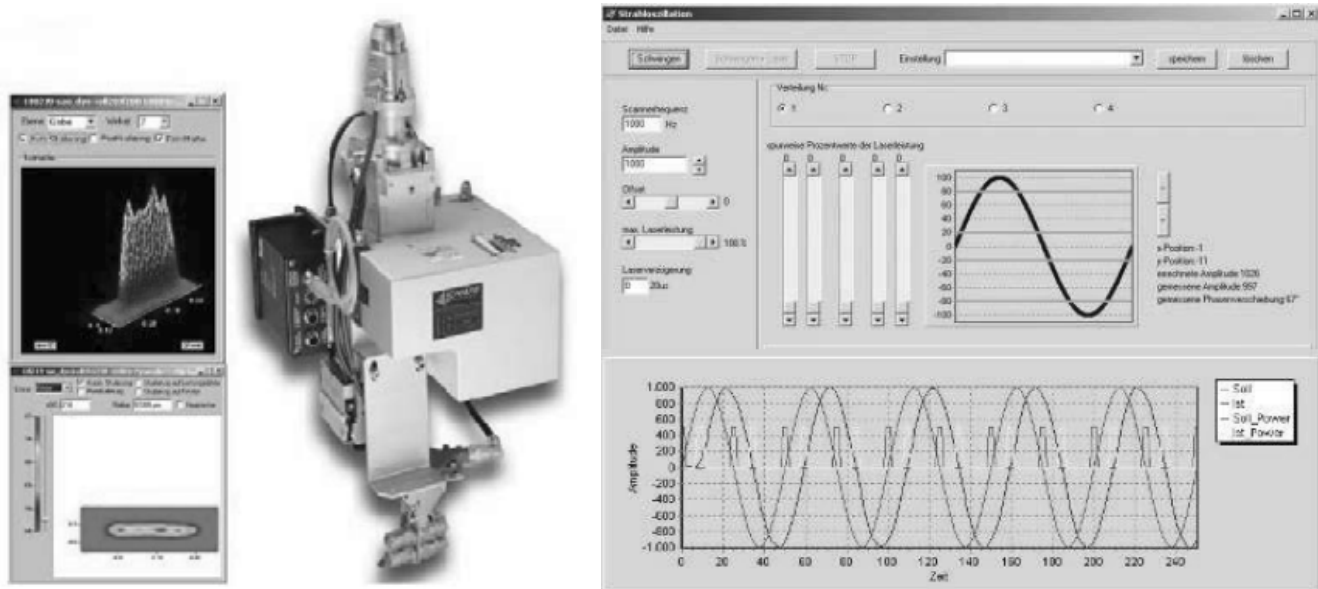
mycket högre kiselinnehåll än vad som kommersiellt erbjuds på marknaden. Vid försöken hade små gjutna stavar på 2x1,5 mm bestående av AlTi5B och den ovannämnda legeringstypen placerats mellan de aluminiumplåtar i AA5083 som skulle sammansvetsas. 6 kW lasereffekt och 4 m/min i framföringshastighet hade använts vid försöken tillsammans med Argon som skyddsgas med ett

flöde på 15 l/min. Det man kunde konstatera var att då svets hastigheten ökades måste också andelen kornförfinare ökas [Fig. 8].

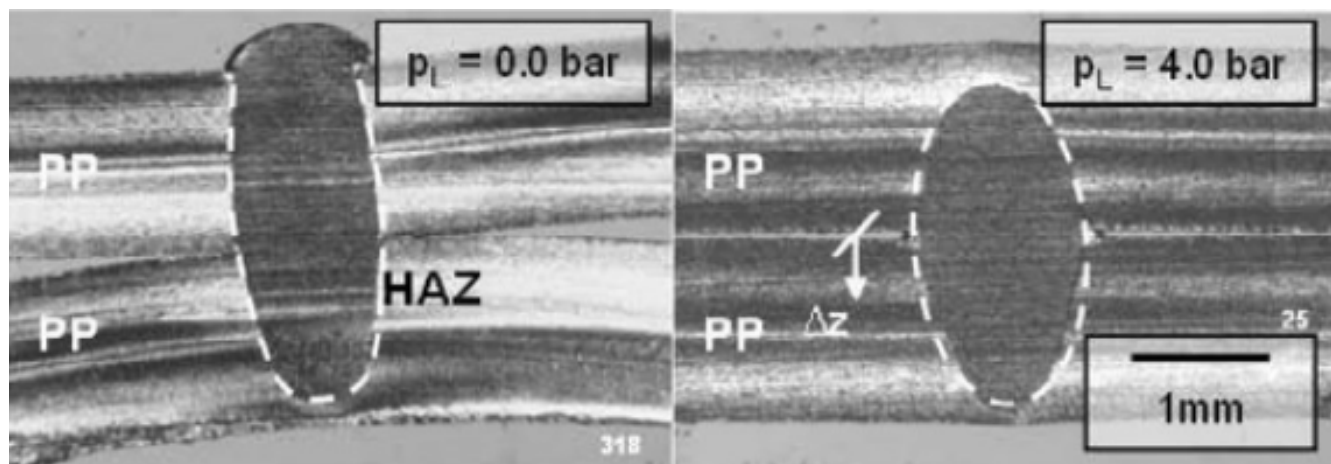
Jianfeng Fan, också han från BIAS, hade studerat svetsning av aluminium till stål, en annan "BIAS-klassiker". Problemet vid denna uppgift är ju att minimera uppkomsten av spröda intermetalliska faser, så kallade IMC [Inter-Metallic

Compounds]. I experimenten hade laserstrålen positionerats mellan två tryckrullar [Fig. 9] och DC01-stål hade svetsats till rent aluminium, Al99,5, med stålplåten överst. En lampumpad HL4006D från Trumpf hade använts och effekten varierats mellan 1,7-2,4 kW. Fokallängden var 150 mm, skyddsgasen var Argon och framföringshastigheten blott 0,8 m/min, detta på grund av att strålen defokuserats till en diameter på 5,63 mm med 70% av sin utbredning placerad på stålsidan. Huvudkonklusionen var att det intermetalliska skiktet tillväxer vid högre effekt och bibehållen framföringshastighet. Detta beroende på att man då erhåller en högre temperatur och därmed en längre avsvälningstid.

Aluminium-stål-svetsning var även temat för professor Gerhard Liedl från IFT [Institut für Fertigungstechnik und Hochleistungslasertechnik] vid Technisches Universität [TU] i Wien. Många samarbetspartners hade ingått i detta projekt sponsrat av det österrikiska ministeriet för ekonomi- och sysselsättningsfrågor, bl.a. mina kollegor Haris Pasic och Milan Pudar från Magna Steyr Fahrzeugtechnik i Graz. En 3 kW Nd:YAG-laser hade använts vid försöken med olika defokuseringar mellan 0-40 mm. Såväl överlappssom stumfogar hade tillverkats, och i det första fallet var 1,5 mm tjockt AA6016, försett med flux, positionerat ovanpå en 1,0 mm HL340-plåt. I stumfogsförsöken fogades AA6016 till DX54 och här hade man använt



Figur 11. Integrerat verktyg utvecklat inom ramen för projektet WELDIMA, med en 2D-scanner från Scanlab och ett Falldorf fogföljningssystem. Ingår gör också ett särskilt mjukvaruprogram som kan övervaka och styra "scanner"-rörelser och lasereffekt.



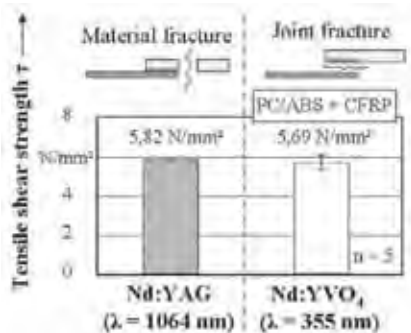
Figur 12. Tvärsnitt genom två lasersvetsar i PP-material, utan (t.v) och med (t.h.) konvektiv kylning, i detta fall i form av ett skyddsgasflöde med 4 bars tryck.

sig av en egenutvecklad bim metallisk tillsatsstråd bestående av DC01 och Al99,5 och med tvärsnittsmåtten 1,5x3,3 mm [Fig. 10]. Med dessa åtgärder hade det intermetalliska skiktet kunnat begränsas till under 5 µm.

Mathias Krätzsch från IWS i Dresden redogjorde för lasersvetsning av andra mix-materialkombinationer som Al99,5 – Cu99,5, Ta99,9 – Ti6-4 och 1.4301 – Cu99,5 genomförda inom projektet MARILAS, vilket handlar om användning av de nya laserkällorna med utmärkt briljans hos laserstrålen och finan-

sieras av BMBF [Bundesministerium für Bildung und Forschung]. Tack vare den utmärkta strålkvaliteten kan man generera fokalpunkter på 15-50 µm, vilket gör att lasern kan konkurrera inom användningsområden som fram till nu varit dedikerade för elektronstrålesvetsning. Nyheten var att man utvecklat ett verktyg för 2-dimensionell strålscillering, vilket tillåter att laserstrålen under framföringen också kan "scannas" i olika mönster kring fogen inom ett område på 10x10 mm. Oscilleringsfrekvensen ligger över 2 kHz, och verktyget, vilket även är utrustat

med en fogföljningsfunktion, kan användas för effekter upp till 4 kW och framföringshastigheter ≤ 20 m/min. Försök hade utförts med hjälp av en FL020 fiberlaser från Rofin-Sinar med en BPP på 0,4 mm²·mrad och en distributionsfiber med 20 µm diameter. Bäst resultat hade man fått då fokalpunkten vid oscilleringen beskrev en åtta med en bredd på 100 µm och en längd på 200 µm och processen kombinerades med effektmodulering. Utvecklingen av verktyget var gjort inom ramen för projektet WELDIMA [Fig.11], vars syfte just har varit att ta fram nya



Figur 13. Resultat från dragprov där PC/ABS lasersvetsats till en CFRP. Innan svetsning hade den kolfiberförstärkta polymerens yta behandlats med en Nd:YAG- resp. Nd:YVO₄-laser. Dragproven resulterade i att de objekt som behandlats med 1.064 nm-våglängden alltid uppvisade materialbrott medan de 355 nm-behandlade gav fogytebrott, detta troligtvis beroende på att de senare får en alltför fin ytstruktur.

system och verktyg för laserbearbetning vid höga strålkvaliteter.

Polymerbearbetning med hjälp av laser tycks vara något som "ligger i tiden", och under sessionen fick vi lyssna till ett antal presentationer rörande lasersvetsning av plaster och fiberkompositer. Martin Florian Devrient från BLZ [Bayerisches LaserZentrum GmbH] redogjorde för svetsning av optiskt transparenta termoplaster som PP [Polypropylen]. Vanligtvis använder man lasrar med 2000 nm våglängd vid dylika uppgifter, som t.ex. Ho:YAG eller Tm:YAG, men här hade man brukat en GaAs-fiberlaser med 936,8 nm våglängd och en effekt på mellan 36-48 W. Man hade studerat smältans rörelse och hur den påverkas

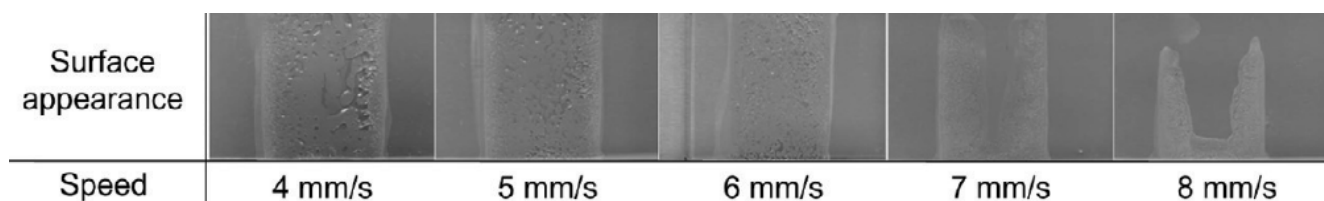
av fokuspunktens placering i vertikalkplanet. Även lasereffekten hade här en betydelse, och en lägre effekt tenderar att flytta svetsen uppåt. De experimentella försöken hade validerats med simuleringar med tämligen god överensstämmelse. Med en kort fokallängd och konvektiv kylning behövs inget absorberande skikt som vid exempelvis den så kallade ClearWeld®-metoden [Fig. 12].

Philipp Amend, även han från BLZ, hade studerat svetsning av kolfiberförstärkta polymerer [CFRP = Carbon Fibre Reinforced Plastics] till olika termoplaster. Han påpekade att det är viktigt av kompositen har en termoplastisk matris som tillåts smälta av värmen som tillförs genom laserstrålen. I ett försteg hade kompositen ytmodifierats med hjälp av laser, antingen med en 1.064 nm Nd:YAG- eller en 355 nm Nd:YVO₄-laser. I ett andra steg hade överlappsvetsning skett, alltid med termoplasten överst, och denna var antingen PP, PA [Polyamid] 66 eller PC/ABS [PolyCarbonat/AkrylnitrilButadienStyren]. En transparent tryckplatta av glas hade använts som fixtur, och svetsningen genomfördes med en diodlaser med 50 W effekt. En intressant observation var den att alla provstavar där kompositen ytbehandlats med Nd:YVO₄-lasern gav fogytebrott, medan de som behandlats med Nd:YAG-lasern brast i termoplasten [Fig. 13].

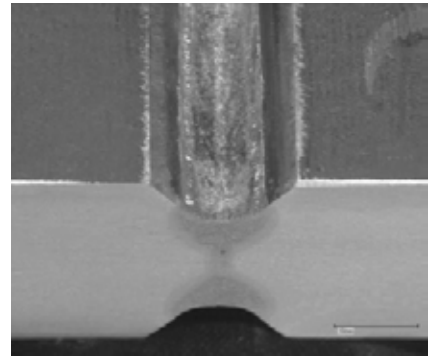
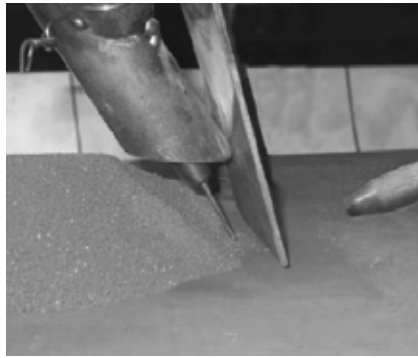
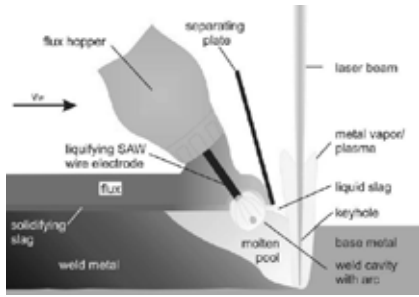
Begreppet LAMP skall i detta sammanhang uttolkas som "Laser Assisted Metal and Plastic", alltså sammanfogning av plaster till keramer eller metaller, och har myntats

av professor Katayama och hans kollegor vid JWRI [Joining and Welding Research Institute] vid Osaka University. Nu berättade Yousuke Kawahito om de senast uppnådda forskningsresultaten. Mestadels användes PET [PolyEtylenTereftalat] som plastmaterial men i vissa fall även PA, varvid den transparenta polymeren placerades ovanpå titan, zinkbelagt stål, rostfritt 304 eller keramen Si₃N₄. En 500 W diodlaser hade använts i experimenten och framföringshastigheten varierades mellan 4-8 mm/sek [Fig. 14]. Man hade observerat att det uppstod bubbelbildning då plasten smälte vilket gav upphov till porositet i svetsgodset något som i sin tur påverkade hållfastheten. Dock hade man på 30 mm breda dragprovstavar erhållit så pass anständiga hållfastheter som 2-4 kN. En zinkbelagd yta eller en oxiderad rostfri dito har en positiv inverkan på den smälta polymerens bindningsförmåga. Slutligen kunde man konstatera att med den här aktuella parameteruppsättningen fick man ingen bindning då framföringshastigheten överskred 7 mm/sek.

Sedan var det dags att ta sig an ämnet hybridsvetsning, men här blir min rapportering något knapphändig eftersom denna session gick parallellt med en så kallad "Application Panel" som försiggick i utställningshall C2 med temat "Latest Laser Applications in Automotive Industry", och där jag lovat bort mig åt Dr. Rüdiger Brockmann [Trumpf Lasersystem GmbH] som höll samman detta evenemang. Dock kunde



Figur 14. Genomsiktig PET (överst) lasersvetsad till keramen Si₃N₄ med olika hastigheter. Med 500 W från en diodlaser tycks ett maximum i svets hastighet ligga kring 7 mm/sekund.



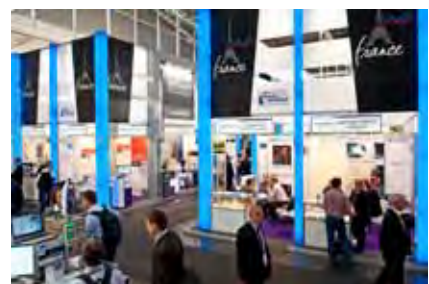
Figur 15. T.v. principen för laserunderstödd pulverbågssvetsning och därefter en bild på försöksupställningen med den viktiga avskiljningsplattan som hindrar pulvret från att komma i kontakt med laserstrålen. Längst t.h. tvärsnitt och toppyta på den dubbelsidiga stumsvetsen.

jag urskilja åtskilliga svenska delegater i salongen, som professor Alexander Kaplan, Dr. Peter Norman och "halvsvenske" Dr. John Powell, varför den intresserade lämpligtvis kan kontakta någon av dessa gentleman i händelse av att ytterligare information kring laserhybridpresentationerna skulle önskas.

Hursomhelst, Stefan Jakobs från ISF [Institut für Schweißtechnik- und Fügetechnik] vid RWTH [Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule] hade en i mitt tycke innovativ process att torgföra, nämligen laserunderstödd pulverbågs svetsning [Laser Beam Sub-merged Arc Hybrid Welding]. När man svetsar i grovplåt utan full genombränning uppstår problem med porbildning vid vanlig laserhybrids svetsning. Då lasern kombineras med en pulver svets kan dessa defekter undertryckas. Försöksupställningen bestod av en 20 kW laser och 24 kW effekt från bågs svetsströmkällan. Man hade monterat in en avskiljningsplatta som skulle se till så att pulvret inte kom i kontakt med laserstrålen [Fig.

15]. 20 mm tjockt S355-stål hade på detta sätt svetsats med 17 mm penetration som man erhöll vid en framförings hastighet på 1 m/min och en trådmatning på 2,7 m/min. Ytterligare försök hade genomförts på X65-material och samtliga svetsar var porfria. Detta förklaras av att SAW [Sub-merged Arc Welding] -processen förlänger tiden då materialet befinner sig i smälta, vilket gör att förångat material hinner evakueras. Vid dragprov uppstod brottet i grundmaterialet, både i det, relaterat till svetsvärsnittet, pulverbågedominerade området som i det laserdominerade. En annan erfarenhet härifrån är att pulvret är ett mindre problem för 1 µm-våglängden. Det har nämligen visat sig att en fastkroppslaser kan penetrera genom ett upp till 5 mm tjockt pulverlager! Experimenten har genomförts inom ramen för det så kallade LuPuS [Anwendbarkeit und Modellbildung des Laser-Unterpulver Hybridverfahrens] -projektet, vilket finansiellt supporterats av DFG [Deutsche Forschungsgemeinschaft].

En presentation av den mer vanliga metoden för laserhybrids svetsning framfördes av Tetsuya Gomi från Honda R&D Co. Ltd. Man hade studerat hybrids svetsning som en metod för att förbättra krockbeteendet hos de främre sidobalkarna. Dessa tillverkas av så kallad "Tailored Welded Blanks" [TWB] för en speciell Honda-modell i ett plåtmaterial med 590 MPa brottgräns och i tjocklekarna 1,4, 1,6 och 1,8 mm. Den nuvarande sammanfogningsmetoden är punktsvetsning, men med en kontinuerlig fog erhålls självklart en förbättring vad gäller deformationsmotståndet. Bäst svetskvalitet fick man då interavståndet mellan de två processerna låg mellan 2-3 mm och med fokuspunktens z-position mellan 0 och -2 mm. Vid fallviktsprov som skulle motsvara en krocksituation med en hastighet på 50 km/tim kunde man konstatera att energiupptagningsförmågan, jämfört med punktsvetsade referenser, ökade med mellan 15-39% beroende på svetsarnas placering i förhållande till flänskant och radie. ☺



Rapport från IIW-konferensen i Chennai, Indien

Av Alexander Kaplan, Luleå tekniska universitet

Den årliga konferensen som om arrangeras av IIW, The International Institute of Welding, och Annual Assembly med sina många arbetsgrupper hölls i juli 2011 i Chennai, Indien.

Chennai, tidigare Madras, där mycket biltillverkning sker, är den fjärde största staden och ligger på ostkusten i det tropiska södra Indien. Nedan berättar jag först om presentationer i Commission IV, Power Beam Processes, som mest handlar om laser-, laserhybrid- och elektronstrålsvetsning, sedan om intressanta laserbidrag i den internationella konferensen och dessutom om utvalda icke-laser presentationer.

Commission IV – 'Power beam processes'

Under IIWs arbetsgrupp 'Commission IV – Power Beam Processes' där laser- och elektronstråle ingår så organiserades en joint session med C

XII och SG.212, utöver arbetsgruppens presentationer. Antalet deltagare fortsätter att öka, för 1:a dagen var det 51 deltagare, 2:a dagen 81 (joint session) och för den 3:e dagen närvarade 59 (från totalt 22 länder). Eftersom att ordförande Ernest Levert (Lockheed, USA) avtackades pga pensionering tog Prof. Jens Klastrup Kristensen från FORCE Technology, Danmark över ordförandeskapet under de tre nästkommande åren. Återigen behandlade de flesta presentationerna laser- och laserhybridsvetsning.

Lasersvetsning med trådtillsats (här värmeledningssvetsning, nära lödning) upplever en "revival", särskilt genom fördelar som trådförvärmning ger. För en 3 kW fiberlaser och en 6 kW diodlaser visade Herr Yamamoto från Hiroshima University, Japan, höghastighetsfilmning av T-fog svetsningar, se Fig. 1. Tråden matas släpande in i smältpölen.

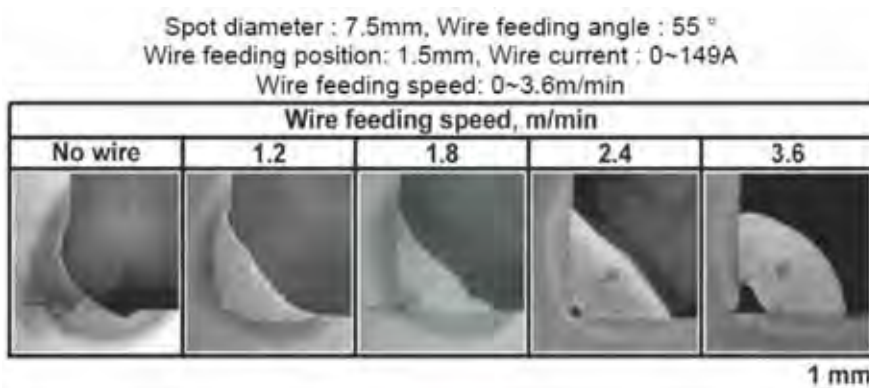
Professor Frank Vollertsen från BIAS Bremen, Tyskland, presenterade en översikt över laserfogning av aluminium där särskilt innovativa metoder lyftes fram, t ex laserlödning

med en koaxial plasmaljubåge eller fogning av aluminium med CFRP (Carbon Fibre Reinforced Polymers) genom att svetsa Ti-trådslingor i aluminium som sedan kopplas till kol-fibertrådar, se Fig. 2.

Frank's kollega Thomy från BIAS fortsatt med att presentera laserhybridsvetsning av aluminium med stål som gjordes med Al-tråd och genom att lägga svetsen tillräcklig långt in på Al-sidan av fogen, se Figur 3(a), så att det blir Al-vätning av stålkannten. Hållfastheten var tillräcklig för plåtformning efter svetsning, se Figur 3(b). Dessutom undersöktes laserhybridlödning som alternativ.

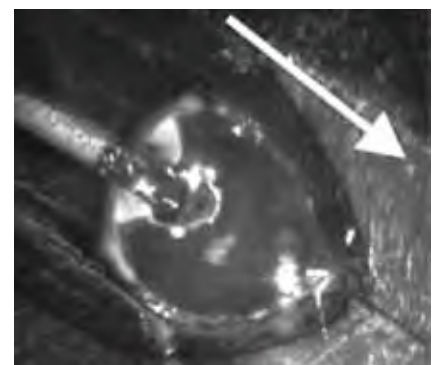
Professor Na's forskargrupp från KAIST, Korea, visade sina ledande resultat inom simulering av laserhybridsvetsning. Särskilt jämfördes de olika krafter som angriper processen. Denna väldig fundamental insikt ledde inte helt förvånande till att identifiera ångtrycket på smältan (recoil pressure) i nyckelhålet som största kraften i smältan. Smältan har nått hastigheter av typisk 1-3 m/s.

För medicinska applikationer



(a)

Fig. 1: (a) Svetstvärnsnitt av en T-fog för ökande trådmattning, (b) höghastighetsfilmning av smältpölen och släpande trådmattning



(b)

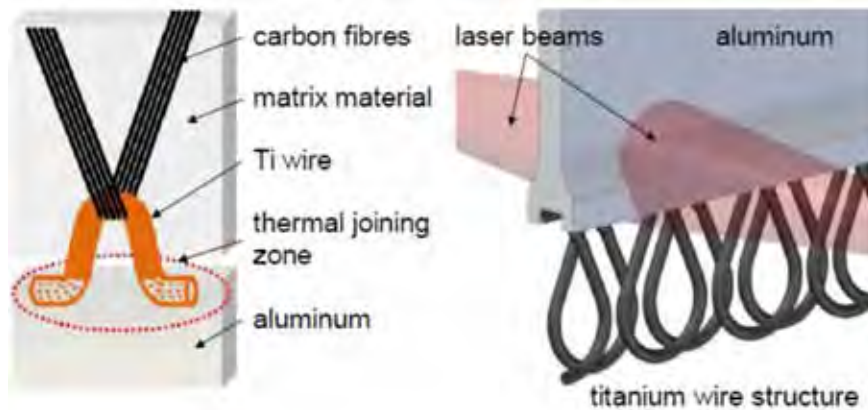
visade ISF/RWTHAachen hur material genom elektronstrålen kan förflyttas, dvs smältan förskjuts genom lite förångning och ångtryck (recoil pressure), en högpresis metod som tidigare redan TWI demonstrerat med laserstrålning. Här skapades mönster och strukturer på en Ti-tytan, se Fig. 4, som ett fördelaktigt gränssnitt till ben i kroppen.

Typiska elektronstrålsvetsningar av 100 mm tjock aluminium AA2219 i Indien, med 83 mm inträngning, Fig. 5(b), genomfördes med en 30 kW elektronstråle, SCIAKY anläggning, se Fig. 5(a), (kapacitet 45 kW) och 0.6 m/min svetshastighet, under 10⁻⁴ till 10⁻⁶ Torr vakuumptryck.

Prestanda hos en single mode fiberlaser (20 µm fiberdiameter, 40 µm brännfläckdiameter) visas i Fig. 6(a) för penetrationsdjupet som funktion av lasereffekt för en svetshastighet av 2 m/min. Två typiska svetstvärsnitt visas i Fig. 6(b),(c).

Prof. Katayama, Osaka universitet, Japan, presenterade laserskärning av CFRP (Carbon Fibre Reinforced Composites – 6 varianter undersöktes), se Fig. 7, där det visade sig att den värmepåverade zonen kan hållas väldigt begränsat för ultrahög skärhastighet av 300 m/min (5 m/s) med en 1 kW disk laser. En särskilt teknik är multipass-laserskärning med upp till 300 pass.

Sedan visade Prof. Katayama lasersvetsning av metall med CFRP för olika materialkombinationer.



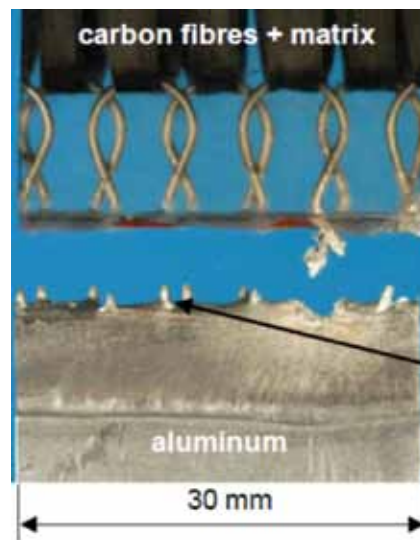
aluminum alloy	AA 6056	fiber type	HTS 5631 24k
titanium wire alloy	Grade 2 (pure)	filament diameter	7 µm
titanium wire diameter	0.8 mm	matrix material	2-comp. epoxy

(a)

(b)



(c)



(d)

Fig. 2: Fogning av aluminium med CFRP genom laserstödd Ti-tråd: (a) förknytning, (b) process, (c) Ti-slingor insvetsad i aluminium, (d) brottgränssnitt

Svetsar man från metallsidan (här rostfritt stål) så kan man generera ett gränsskikt där bubblor bildas i polymer (här PET) som binder bägge materialen pga. olika mekanismer, se Fig. 8.

Dessutom presenterade Prof. Katayama svetsning med de nya laserkällorna i vakuum. Som känd

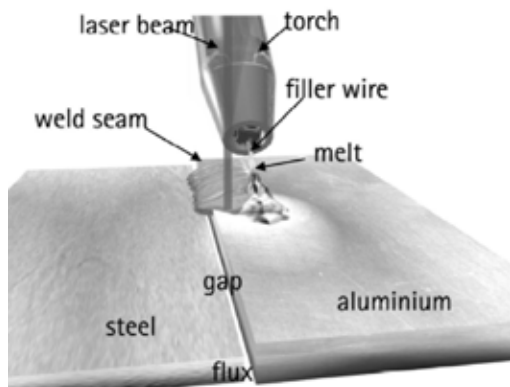
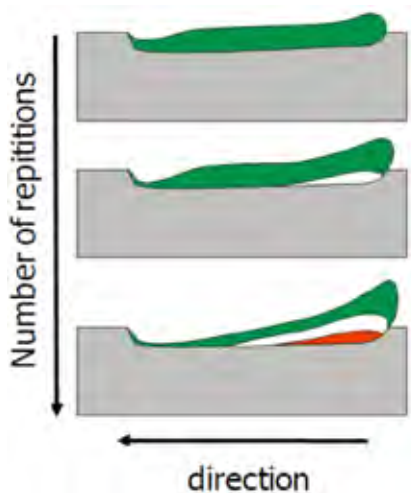
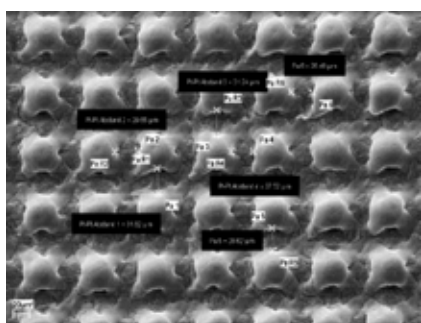


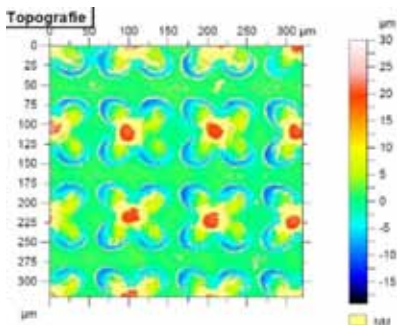
Fig. 3: (a) Laserhybridsvetsning av aluminium med stål, (b) förstörd svetsning efter plåtformning



(a)



(b)



(c)

Fig. 4: (a) Elektronstråle-mikrostrukturering av ytor genom att driva smältan på kontrollerat sätt, (b) exempel på skapade regelbundna strukturer, (c) motsvarande mätning av topografin sedan tidigare svetsas djupare i vakuum, se Fig. 9(a) (man ska inte glömma att elektronstrålesvetsningens nackdel av evakuera kammaren har också sina fördelar). Osaka Universitet kopplar en 16 kW skivlaser med en 10 kW fiberlaser med parallell fiber till ett dubbelfokus med 26

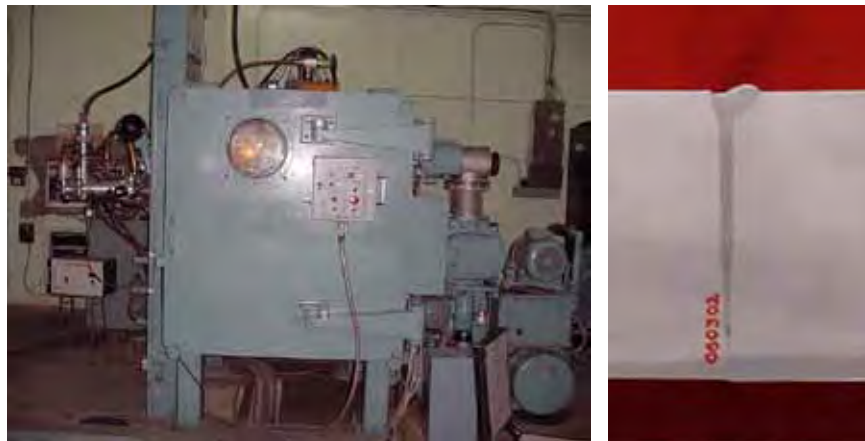
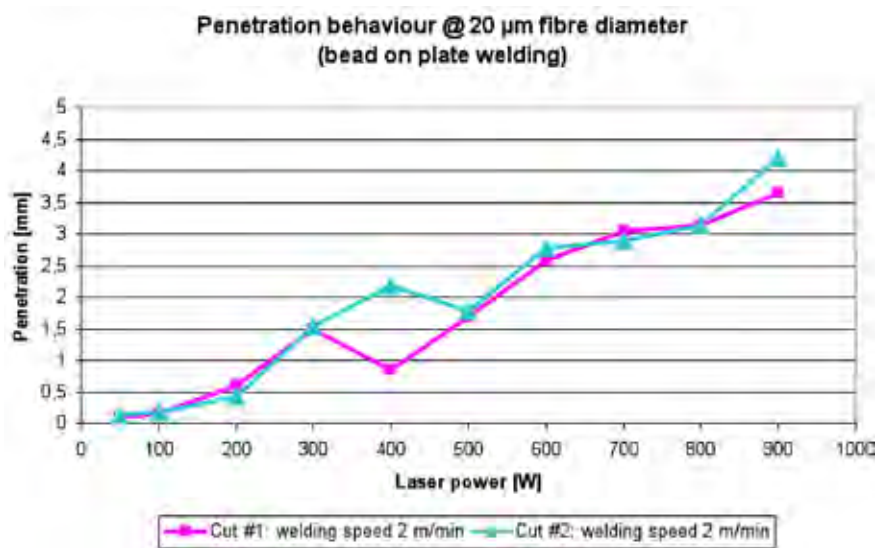
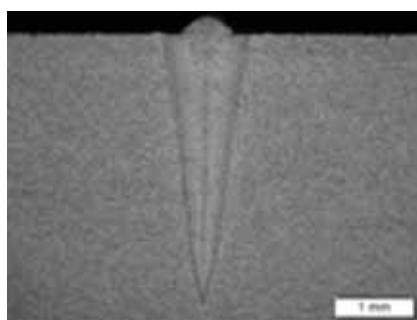


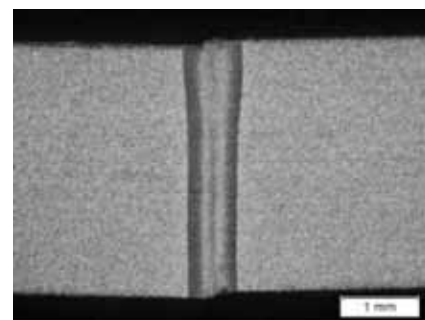
Fig. 5: (a) 45 kW elektronstråleanläggning i Indien, (b) 83 mm djupt svets av 100 mm tjock stål



(a)



(b)

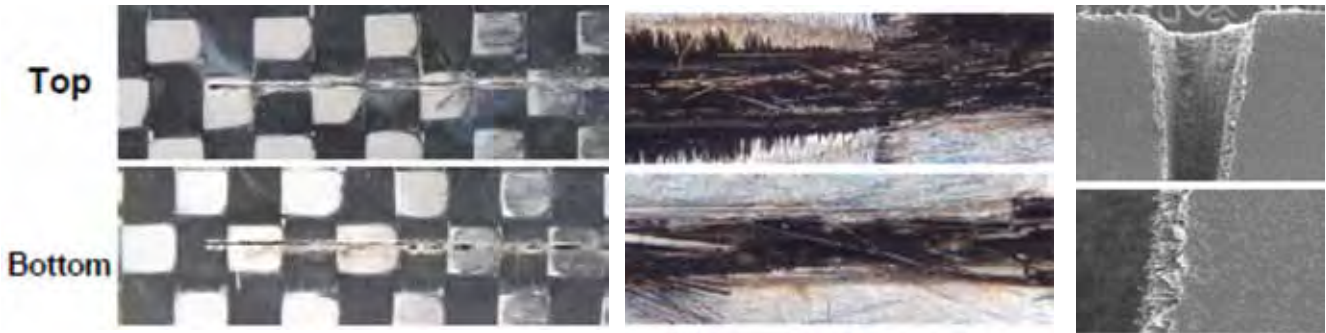


(c)

Fig. 6: (a) Penetrationsdjupet som funktion av lasereffekt för en single-mode laser, svetsvärsnitt för 900 W, 2 m/min; (b) 5 mm plåt, 3,65 mm inträngning, (c) 3 mm plåt, genomsvetsad

kW där ett penetrationsdjup av 72 mm nås i "low vacuum" (0.1 kPa), se Fig. 9(b), jämförd med "bara" 21 mm svetsdjup under atmosfärstryck. Dessutom visade höghastighetsfilmning betydlig mindre sprut vid vakuumsvetsning.

Koppar fogades (Osaka Universitet) på nano-skala med PET-polymer också genom fs-laserpulsning, Fig. 10(a). Som det förklarades teoretisk, Fig. 10(b),(c), skedde svetsmekanismen hos överlappfogen i gränssnittet.



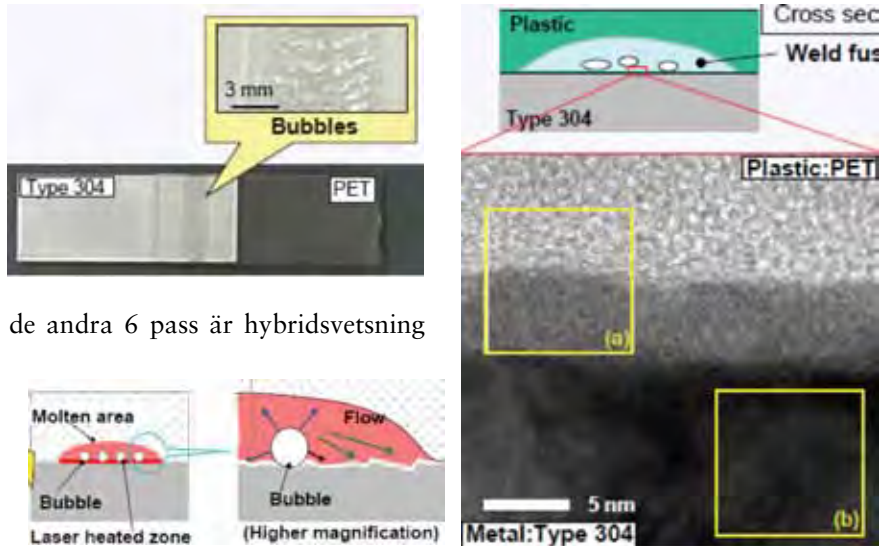
(a) (b) (c)
Fig. 7: Laserskärning av CFRP: (a) ytan, (b) spaltgeometri, (c) spalt och kant

IIW-konferens, laserbearbetning

Intresse i lasersvetsning av olika material ökade nyligen betydligt. T ex. rapporterades om 1-2 kW disk-lasersvetsning av 2 mm tjock austenitiskt rostfritt stål 304 eller 321 med DC01 kolstål där svetsen härdade betydligt högre än de två basmaterialen. Med elektronstråle fogades så kallat Maraging steel (Ni Co Mo 19 8 5) med medellegerat kolstål (C 0.33, Ni 3), fast med efterföljande värmebehandling.

Självpresenterade jag LTUs forskningsresultat angående inflytande av fogtoleranser på laserhybridsvetskvalitet genom en systematisk analys med hjälp av en scanner. Dessutom filmade vi vågor på nyckelhålytan under lasersvetsning och vi beräknade vad det har för konsekvenser för absorptionen av 1 μm - jämförd med 10 μm -laservåglängd. Det kommer att berättas mer i en annat nummer av Lasernytt om de två pågående projekten 'ROBUHYB' och 'Fiber-Tube Advanced'.

Vår finska vän Prof. Veli Kujanpää från Lappeenranta tekniska universitet förklarade väldigt tydligt de olika stelningsmöjligheterna under lasersvetsning av austenitiskt och austenitiskt-ferritiskt rostfritt stål. Den medföljande problematiken med varmsprickor behandlades också. Dessutom berättade Veli om multi-lag-svetsning av tjockare plåt (t ex 20 mm) där det första passet är rejält laserhybridsvetsning och



de andra 6 pass är hybridsvetsning

Fig. 8: Gränsskikt för lasersvetsning av metall med CFRP; i mikroskop, och teoretisk förklaring

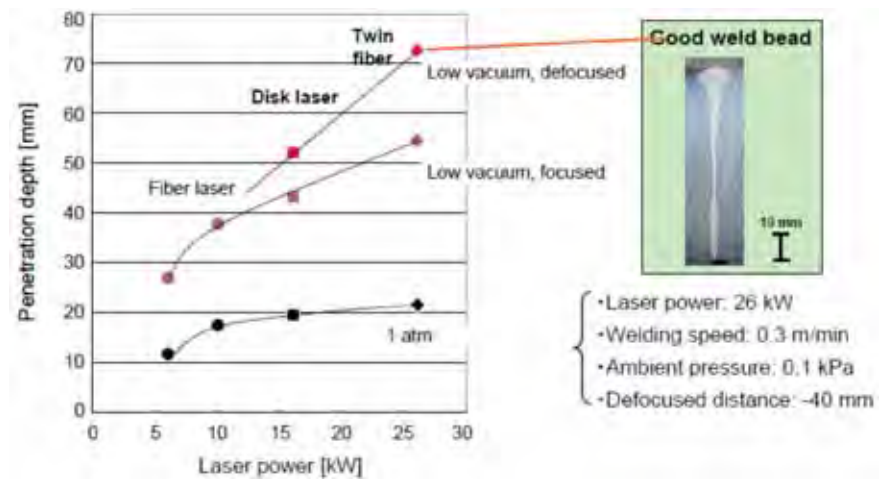


Fig. 9: (a) Penetrationsdjupet som funktion av lasereffekt för lasersvetsning (rostfritt stål) under atmosfärtryck jämförd med vakuumtryck, (b) tvärsnitt av en 72 mm djup vakuumsvetsning

fast med låg lasereffekt bara för att stabilisera ljusbågen, se Fig. 11, en intressant option. Dessutom visade Veli laserskärresultat för 10 mm rostfritt som visade lite högre max

hastighet för fiber- jämförd med CO_2 -laser, fast med sämre ytkvalitet.

Indiska Atomforskningscentrum elektronstråle- och lasersvetsade 2 mm tjock Niob-legering Nb-1Zr-



Fig. 10: (a) fs-laserpulssvetsning av Cu med PET, (b) svetsmekanism, (c) mikroskopbild av gränsskiktet



Fig. 11: Laserhybridsvetsade rotpass och 6 laserstabiliserade ljusbåglager

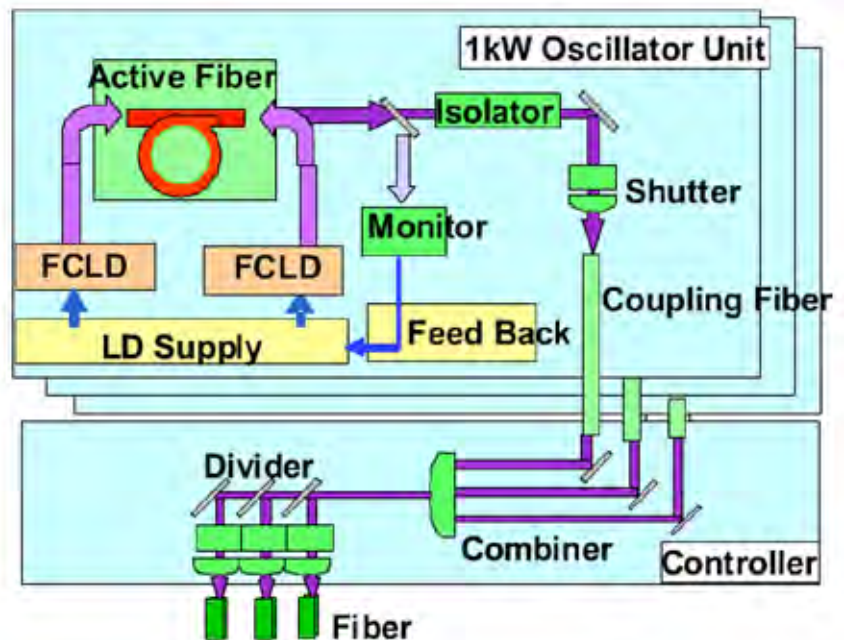


Fig. 12: Första japanska fiberlaser, 3 x 1 kW, Miyachi

0.1C legering för nya typer av kärnkraftsreaktorer som ska motstå högre temperatur, över 1000°C. Lasersvetsning ledde till högre hårdhet (och sprickbildning), kanske pga syrgasinblandning, vilket kräver bättre skyddsgas eller vakuum (som ju redan är fördelaktigt här för elektronstrålen).

RWTH Aachen lasersvetsade olika termoplastar som egentligen är inkompatibla med varannan (PA på ena sidan fogas med PBT, PP eller PE som andra komponent) får brottet i gränssnittet. Lösningen för bättre lastbeteende var att lägga till ett mellanskikt (speciell PP/PA-promoter) som nu undersöks vidare.

Gjutjärn svetsades med elektronstråle genom tre nyckelhål arrangerad i serie så att processen svetsar stegvis djupare (varje nyckelhål för-

värmar det nästa). Här utnyttjas elektronstrålens förmåga att snabbt (här upp till 50 kHz) flytta strålen (magnetisk) till de tre nyckelhålpositioner. Effekt, frekvens och avstånd varierades för varje nyckelhålstråle. Ett viktigt mål var att få en bra temperaturcykel för gjutjärn av olika typ, särskilt för att undvika sprickbildning och sprut av kolpartiklar, samt porer och härdning.

För CO₂-lasersvetsning av 2.5 mm tjock TA15 Ti-legering (AlZrMoV 7-2-1-2, för flygindustrin) filmades och utvärderades smältpölens dimensioner omfattande för Ar- och He-skyddsgas. Resultaten visade linjära gasoberoende trender för pöldimensioner vid ökande sträckenergi.

Laserpåläggning (i jämförelse med plasmabeläggning PTA) av 0.5-3 mm tjock superalloys (Co- och Ni-

baslegeringar som pulver eller tråd, plus karbider som option) användes i CSIRO/Australien som erosionsmotstånd på vanlig kolstål.

Arcelor's metod att ta bort AlSi-skikt av höghållfast stål (som behövs för presshärdning) med laserablation inför svetsning upprepades av det Slovakiska Svetsinstitutet. Syfte var att förånga det ca 100 µm tjocka AlSi-skikt på varje plåtsida (1-2 mm tjock Usibor 1500 P) men att bibehålla den 5-10 µm tjocka intermetalliska AlFe-skikt (mot korrosion). Ablation och efterföljande svetsning lyckades bra, både för stumfog och för tailored blanks.

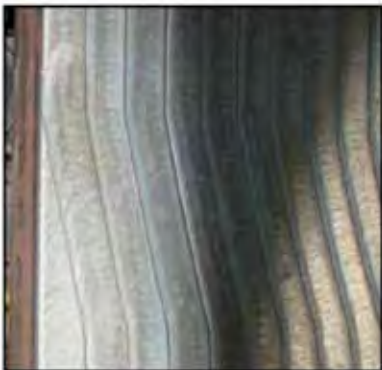
Japan utvecklade nu, genom Miyachi, den första egna fiberlasern, upp till 3 kW (som kombination av 3 moduler av 1 kW varje, se Fig. 12, output fiberdiameter 150 µm).



(a)



(c)



(b)



(d)



(e)

Fig. 13: Svetsning av tunga reaktorbehållare i Indien: (a) UP-rundsvetsanläggning, (b) ytbeläggning med rostfritt stål, (c)-(e) leverans av reaktorer från Indien till Kuwait

Lasern har använts, särskild pulsad, för svetsning av olika metaller. Ett intressant argument av Japanerna för fiberlasern är att den med 90% har en ungefär dubbel så hög kvantverkningsgrad än skivlasern, dvs potential till mycket högre total elektrisk verkningsgrad. Livslängder för pumplaserdioder anges emellertid med 50 000 – 200 000 timmar, som motsvarar ju 6-24 år 24/7 drift.

Andra bidrag av intresse

FEM-beräkningar inom ljusbågs-svetsningar (som också Dr. Isabelle Choquet, Högskolan Väst, svensk delegat i arbetsgruppen om fysikaliska mekanismer sysslar med) blir allt mer sofistikerade och närmar sig stegvis den komplexa verkligheten. Jämfört med tidigare där beräkningar mest handlade om TIG, rotations-symmetrisk, utan tråd och stationär så blev det nu (t ex genom beräk-

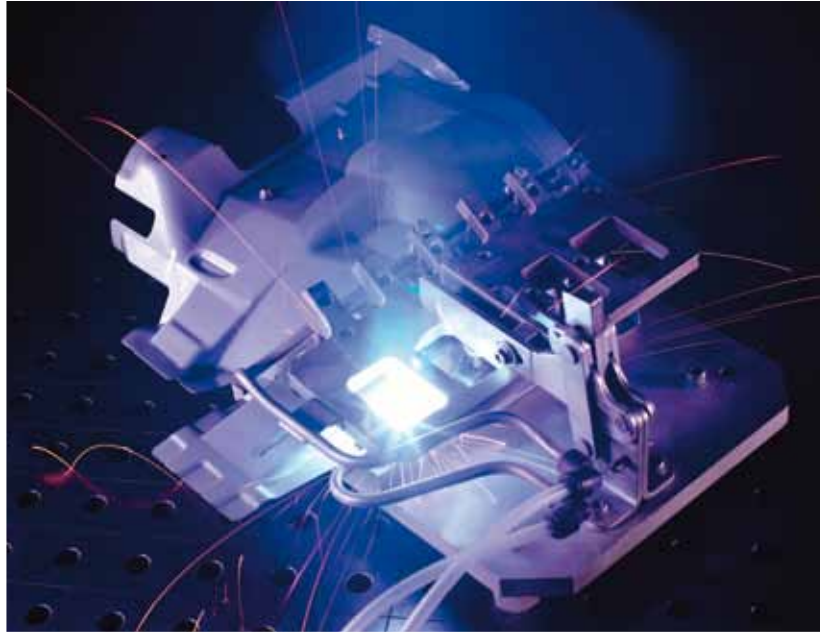
ningar i Japan och Korea) asymmetrisk (lutade elektroder), MIG/MAG (dvs droppöverföring och tidsberoende), inblandning av metall i Ar- eller He-skyddsgas, mm. T ex leder järn i centrum av ljusbågen till betydligt lägre temperatur i denna regionen än i Ar-omgivningen pga. hög metallplasmastrålning som transporterar bort värme. Jämförelse med termokamerafilmning av ljusbågern leder till ytterligare information och kunskap.

Intressant är en storskalig svetsapplikation i "Incredible India" (som Inder kallar och marknadsför sig själv, hur man nu än tyder det...). Energi är naturligtvis viktigt i sådan enormt befolkningsrikt land. Förresten har Indien just upptäckt att deras Uran-reserv är tre gånger så stor som man trodde, och man satsar fortfarande mycket på kärnkraft. Tillbaka till svetsapplikationen

som rapporterades om av indiska företaget Larsen & Toubro. De tillverkade 22 stora reaktorer (diameter 5 m, längd 15-45 m – totalt 19 000 Mt vikt!!) för Kuwait, se Fig. 13. Väggtjocklek av CrMoV-stål (plus 5 mm rostfritt stål 347 beläggning påsvetsad) är 220-300 mm och UP-svetsas. 100% NDT gjordes av alla svetsar med en Linear Accelerator röntgen. Så allt är i stor skala här.

En intressant provningsmetod för svetskvalitet, som flera gånger presenterades, var att få fram penetrationsdjupet och inre defekter genom termografi, dvs. temperaturfördelning på svetsade ytor genom att skicka termiska (t.ex. med laser) pulser i materialet som i sin tur påverkar yttemperaturfältet i fallet av svetsdefekter. En intressant metod, även on-line, förutsatt den är generellt pålitlig. ☺

Lasersvetsning



Laserskärning

Stansning

Lasermärkning

Kantpressning

Kalendarium

2011 December 2011

15 LaserNytt 3
Per Westerhult

2012

Februari

28-29 EWF kurs "Lasersvetsning" startar vid LTU
Hans Engström

Mars

8 Seminarium "Konstruera för Laser",
Bystronic Scandinavia AB, Rosersberg
Per Westerhult

27-29 EWF kurs "Lasersvetsning", del 2 LTU
Hans Engström

Maj

3 Årsmöte Lasergruppen och Laserdag
Swegon AB, Kvänum
Per Westerhult

3 LaserNytt 1 2012

9-11 EWF kurs "Lasersvetsning", del 3 LTU
Hans Engström

Juni

14-15 Studieresa i södra Tyskland i samband med
"Laser Tag" 13-14 juni, Stuttgart
Per Westerhult

Oktober

11 Laserdag 2 SSAB, Borlänge
Per Westerhult
LaserNytt 2-2012

November

Ej fastställt Workshop Lasersvetsning
Per Westerhult

December

15 LaserNytt 3 2012

**God Jul
och
Gott Nytt År**
önskar
Lasergruppen

EWF – SPECIALKURS LASERSVETSNING

Ny kurs genomförs under 2012
Datum: 28-29/2, 27-29/3 och 9-10/5

Kursen ger Dig ingående teoretiska och praktiska kunskaper om lasersvetsning så att Du kan analysera och utvärdera potentialen för lasersvetsning av Dina applikationer och genomföra lasersvetsprojekt. Ett internationellt diplom, EWF-diplomet, garanterar en utbildning av hög internationell kvalitet som ökar Dina karriärmöjligheter inom svetsområdet. Kursen ges av Luleå tekniska universitet i samarbete med Svetskommissionen och European Welding Federation, EWF.

Kontakta: Hans Engström, Luleå tekniska universitet för kursinformation
hans.engstrom@ltu.se 0920-49 12 69

Nu med
15 kW
fiberlaser

