

LASER

I-2010 *nytt*

Lösnummerpris 85 kr

*Pulver och laserpåsvetsning i centrum
vid Laserseminarium hos Höganäs AB*

**Den tyska laserforskningen
dominerar fortfarande**

- Laserdag på Transpo Konstruktions AB ■ Laserseminarium hos Höganäs AB
- ICALFO 2009 ■ At high speed through thin metal sheets
- Påsvetsning med högeffekts direktdiod-lasrar ■ Samtal kring lasertrender

Nyckelfärdiga lasersystem

- från produktidé till produktion -



- Svetsning, 3D-skärning, hybridsvetsning, märkning, påsvetsning, lödning, härdning
- Snabb variantanpassning
- Hög tillförlitlighet
- Egenutvecklade flexibla processverktyg

Vi erbjuder Dig:



Laser-robot-celler

- Ett färdigt arbetssätt med korta ledtider
- Lönsamhet i små batcher
- Ny designfrihet för Dina produkter

Applikationslabb

- 6 kW laser + robot
- Processutveckling
- Förstudier

Tjänster

- Service, reservdelar
- Utbildning
- Konsulting

Kontakta oss redan idag!



PERMANOVA
Lasersystem ab

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 22 28
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: Påsvetsning med diodlaser.

Produktion: Breakwater Publishing AB,
www.breakwater.se, info@breakwater.se
Tryck: Lindgren & Söner AB, Göteborg 2010

- 4 Laserdag på Transpo Konstruktions AB
- 8 At high speed through thin metal sheets
- 12 ICALEO 2009
- 24 Pulver och laserpåsvetsning i centrum vid
Laserseminarium hos Höganäs AB
- 28 Påsvetsning med högeffekts direktdiod-lasrar
- 36 Inbjudan till Lasergruppens studieresa till Tyskland
- 37 Samtal kring lasertrender – Del 6
- 39 Mikrobearbetning med laser
- 41 2010 firar laserteknologin 50 år
- 42 TRUMPF levererar disklasrar till PSA Peugeot
Citroën
- 44 Kalendarium

Tankar från styrelsen

Stephan Boëthius, Air Liquide Gas AB



Kung Bore kopplade under ett antal månader ett stadigt grepp om oss Nordbor men har i samband med att vi ställde om till sommartid äntligen kapitulerat. Produktionen i många av Sveriges större industrier har nu kommit upp till en nivå lika med år 2004 men det är långt kvar till rekordåren 2007-2008. Jag som positiv människa tänker genast att "det kan bara bli bättre" utvecklingspotentialen är

stor och jag ser ljuset allt tydligare i den långa tunneln som vi nu äntligen närmar oss slutet av, det värmer liksom sommaren. Kostnaden från att finanskrisen plötsligt slog till med full kraft till att ta oss dit där vi står just nu har varit ett stort ekonomiskt men även ett mentalt lidande som förhoppningsvis snart är över. Saab och Volvo Personvagnar är åter sålt till nya ägare som sänder positiva signaler om fortsatt produktion med nya investeringar.

Samarbeta med de bästa! Långsiktig lönsamhet kräver alltmer innovativt tänkande och vi har inte längre råd att sitta på läktaren och se på vad konkurrenterna gör när spelet går allt fortare.

Lasergruppen har sedan länge lobbat för att konstruera för lasersvetsning, jag tycker mig kunna se en glimt även av detta ljus som jag är övertygad om kommer lysa allt starkare inom en snar framtid. ☀

Smart konstruktion för laser ger stora vinster

av Hans Engström,
Luleå tekniska universitet

Med smarta konstruktionslösningar så ger lasertekniken stora vinster. Det var budskapet från Lasergruppens Laserdag hos Transpo Konstruktions AB i Älmhult. Smart nytänkande och ny teknik i samverkan bäddar för stora ekonomiskasynergieffekter hävdade Sassa Mikic, vår värd under dagen.

– Lasern har revolutionerat metalltillverkningen, berättade Sassa Mikic och angav med sitt inspirerande föredrag tonen för dagen.

Transpo har arbetat länge med rörsärning med laser och har med åren tillägnat sig stora kunskaper och färdigheter. Man har tagit fram ett utbildningspaket för de som arbetar med rör och rörkonstruktion.

ner. Hittills har man genomfört 18 ”laserskolor” med över 150 elever. IKEA Shop Fittings/Resturants är Transpos största kund och alla nyanställda tekniker går i Transpos Laserskola, vilket säger en del om skolans betydelse.

Slå kineserna var ordern

IKEA skulle byta ut 20 000 bord på sina restauranger över hela världen och Transpo fick en förfrågan att tillverka borsstativet berättar Sassa. Men förfrågan hade också gått till kineser och bulgarer. Stativet innehöll 15 delar med mycket svetsning och med tanke på hur dyrt det är med robotsvetsning så kändes IKEA:s förfrågan mycket tuff. Men av en händelse? Fick Traspo's ägare reda på vad som pågick och ordern till Sassa var kristallklar: Lämna pris inom tre veckor eller sök nytt jobb!

Så Sassa och hans kollegor slog sina kloka ihop och bestämdes sig

föra att försöka ta bort det som kostade mest, nämligen svetsningen utan att fördenskull tulla på stativets hållfasthet. Det ska hålla för att sitta på kanten av bordet utan att ge vika.

I bakgrunden fanns hela tiden den formel som är ett viktigt inslag i laserskolan:

$$N/P = E$$

N står för nytänkande, måldefiniering, ifrågasättande, klurighet; P står för ny teknik, förenklad logistik, kortare ledtider, och E för bättre total ekonomi, kortare leveranstider, nöjda kunder, bättre konkurrenskraft.

Och man lyckades; offerten blev klar inom tre veckor och man fick ordern. Man var ca 15% billigare än kineserna. Vad var det då som gjorde att man lyckades? Jo man lyckades minska antalet artiklar från 15 till 8 och antal tillverkningsoperationer från 14 till 6 och dessutom minska antalet transporter/lagringstillfällen från 10 till en gång. Dessutom



Sassa Mikic, Transpo Konstruktions AB var värd för Laserdagen i Älmhult som lockade 23 deltagare.

rationaliserade man bort fyra svetsfixturer!

Besparingen för kunden blev också 75% mindre transport och lagringsvolym eller omsatt i praktiken: 11 stycken 20-fots containrar.

– Man måste tänka annorlunda och i nya banor för att kunna utnyttja ny teknik maximalt, avslutade Sassa Mikic. Man måste tänka ett steg längre. Och ”tänket” är ju gratis...

Sora vinster med smart laserskärning

Som sagt budskapet är tänk mera laser redan på konstruktionsstadiet så kan man få de stora vinsterna. Johan Elster, marknadsansvarig för Nord Amerika och Nord Europa hos Bystronic, som har ca 3 000 laserskärmaskiner i dessa områden, fortsatte på detta tema och berättade om hur man med smart konstruktionstänk och laserskärning kan minska tillverkningskostnader och kapa ledtider i produktionen. Johans budskap är tydligt: utnyttja plåt mera och kombinera laserskärning och bockning för att undvika svetsning. Johan visar exempel på att man kan uppnå kostnadsbesparingar på 70% eller mer om man tänker i dessa banor.

Johan ger många intressanta exempel på hur man med smart laserskärning kan förenkla tillverkningen och

minska kostnader som t.ex;

- * Skär ut tappar(flikar) och motsvarande hål eller urtag för att minska eller eliminera fixturering ger låga svetskostnader (om man nu måste svetsa) korta ledtider och hög kvalitet
- * Optimerad skärning av hörn ger enklare bockning och högre produktkvalitet
- * Avlastningssnitt förhindrar deformationer av hål som ligger nära bocklinjer
- * Mikrobryggor håller ihop detaljer under bockning och kan spara mycket tid

Gravering (märkning) av artikelnummer, positioneringsnummer vid montering, bocklinjer etc. kan också utnyttjas mycket mera tycker Johan Elster. Tack vare laserns flexibilitet kostar märkningen mycket litet men kan ge stora kostnadsbesparingar.

Johan berättar också om hur man kan utnyttja gemensamma skärnlinjer för att spara skärtid och hur man kan bygga upp kantpressverktyg från laserskurna plåtar.

Det finns alltså mycket stora möjligheter att effektivisera tillverkningen genom att utnyttja laserskärningens möjligheter. Och laserleverantörerna har kunskaperna- använd dom i ert förbättringsarbete!!

Medan Johan Elster förespråkar att undvika svetsning så ser Hubert

Wilbs stora möjligheter att ersätta konventionell svetsning med lasersvetsning. De vanliga svetsmetoderna



Sassa Mikic visar stolt bordsstativet som man utvecklade åt IKEA och som man tog hem orden på i konkurrens med kinesiska företag. Man lyckades genom smarta konstruktionslösningar för laserskärning eliminera svetsningen som är en dyrbar operation och gav kunden stort mervärde genom 75% mindre transport- och lagringsvolym.



Konstruktionsändring för smart laserskärning där man tagit bort svetsning och borrar gav kostnadsbesparing på 70% för denna detalj. Källa: Bystronic

Mikrobryggor kan spara mycket tid vid bockning genom att detaljerna håller ihop och flera kan alltså bockas samtidigt. Källa: Bystronic



Till vänster: Jämförelse mellan TIG och lasersvetsad terminallåda i aluminium. Källa Triumph
Till höger: Tillverkning av växlingsram med laser ger stor besparingar jämfört med skärande bearbetning.
Källa: Trumpf

har många brister och lasersvetsningens fördelar är uppenbara. Speciellt den lilla värmetillförseln som ger små deformationer är en värdefull egenskap som kan ge stora ekonomiska och tidsmässiga fördelar.

Hubert Wilbs berättar om ett exempel som mycket tydligt visar skillnaden mellan TIG och lasersvetsning. Den stora vinsten ligger i att efterbearbetningen blir avsevärt mindre med lasersvetsning.

Lasersvetsning av plåtkomponenter kan, om man tänker lite smart, ersätta dyr skärande bearbetning. Hubert visar ett exempel för en växlingsram där tillverkningskostnaden för laser minskar 80% och tillverkningstiden med 90%.

Fixturer ger nyckeln till framgång

Hubert Wilbs poängterar också vikten av att använda rätt fixturer för der är nyckeln till framgång vid lasersvetsning. Fixturerna kan man med fördel tillverka av plåt med laserskärning och lasersvetsning vilket kan ge stora inbesparingar. Man måste ju också välja rätt laserkälla till rätt applikation och här finns en mängd att välja bland. Och lika så gäller det att välja rätt "lasermaskin" för sin applikation.

De stora lasersystem leverantörer-



Professor Jack Samuelsson, leder projektet LOST där man utvecklar svetsning av lätta strukturer.

na kan också erbjuda sofistikerade mjukvarusystem som stödjer och underlättar arbetet.

Björn Lekander, Permanova Lasersystem AB diskuterade design för laserbearbetning i sitt föredrag. Svetsens utseende, konstruktionen och hållfasthet är faktorer som alltid kommer med i en svetsutveckling.

Precisionen i lasersvetsningen ger möjligheter att förskjuta svetsen mot ena materialet vid stumfogs svetsning av olikartade material och därmed kan man styra (i viss mån) materialegenskaperna i svetsen.

Björn visade också möjligheterna att överlappssvetsa polymera material genom att man kombinerar mate-

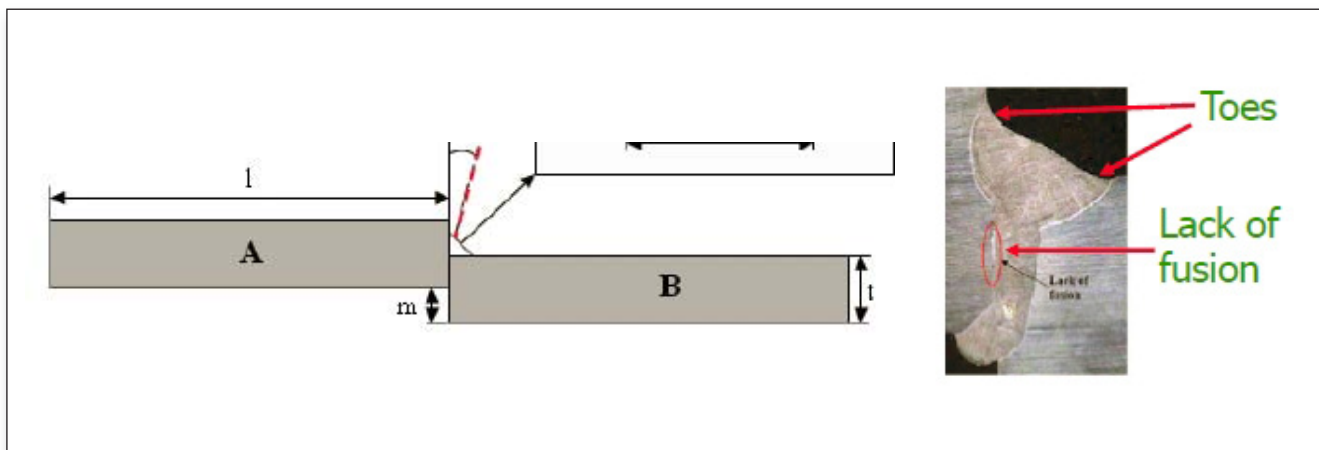


Björn Lekander, Permanova Lasersystem AB, berättade om design för lasersvetsning.

rial som är transparent med material som absorberar laserljuset. Svetsarna blir då i praktiken osynliga.

LOST utvecklar svensk svets-teknik

Det pågår mycket arbete för att utveckla lätta svetsade konstruktioner i Sverige och ett sådant arbete bedrivs inom projektet LOST, "Lätta Optimerade SveTsade strukturer", där prof. Jack Samuelsson är projektledare. I projektet deltag flera "tung" svenska industrier och högskolor. Några av problemställningarna inom industrin är att nya fogningsmetoder introduceras långsamt och att man har små seriestorlekar. Inom LOST



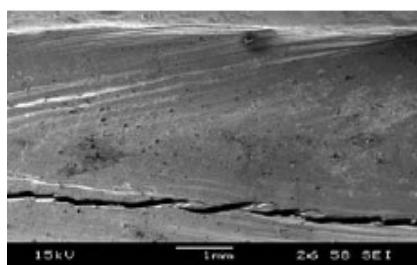
Ett exempel på svetscase i HYBRIGHT projektet.

försöker man utveckla en robust laserhybridsvetsprocess för att svetsa högpresterande lätta konstruktioner.

Många svetsade konstruktioner är utsatta för utmattning och här är svetsgeometrin ett generellt problem. För att få låga spänningskoncentrationer så måste övergången mellan svets och grundmaterial vara jämn. De svetsklasstandarder som finns idag har ingen relation mellan acceptansgränser och utmattningshållfasthet, berättar Jack Samuelsson. Man utvecklar därför en ny svetsklasstandard med tre svetsklasser som även förväntas bli internationell ISO-standard via IIW. Man har konstaterat att det är svårt att hitta ett visionsystem som duger för kvalitetsrevisioner enligt den nya metoden.

Inom LOST bedriver man också utbildning och ger en kurs ”Avancerad dimensionering av svetsade konstruktioner”. Den har genomförts ett par gånger med deltagare från både industri och akademi.

Laserhybridsvetsning har tilldragit sig stort intresse de senaste tio åren och man försöker nu utveckla användningsområdet med nya tillämpningar. Detta arbete pågår bland annat inom HYBRIGHT, ett annat samarbetsprojekt mellan industrin och LTU, KTH och KIMAB, berättade Torbjörn Ilar, Luleå tek-



Utmattningssprickan följer svetsripples visades i HYBRIGHT.

niska universitet. Projektet syftar till att ge en bättre förståelse av hybridsvetsade fogars egenskaper och på sikt ge konstruktörer en större trygghet i dimensioneringen av laserhybridsvetsade förband. Man arbetar med svetscase som hämtats från deltagande företag. Ett sånt case är en stumfog med kraftig kantförskjutning så svetsen nästan liknar en kälfog. Där har man speciellt studerat fogens utmattningsegenskaper.

Resultatet av caset är bland annat att man har funnit att ytojämnheter i svetsen (så kallade ripples) dominerar över tåradierna i utmattningshänseende och att sprickorna startar i svetsen och följer svetsripperna.

Bli lasersmart – öka din konkurrenskraft

Om jag försöker sammanfatta den tidigare informationen som gavs under Laserdagen så är det dags att mynta ett nytt uttryck: LASERS-



Torbjörn Ilar, LTU har arbetat med projektet HYBRIGHT och berättade om ett exempel på svetscase i projektet.

MART. Det står för allt smart ny-tänkande i hur man kan konstruera och tillverka produkter så att man verkligen utnyttjar laserteknikens möjligheter till fullo för att minska tillverkningskostnader och tillverkningstider. Dagen var verkligen full av lasersmarta tips och lösningar som förhoppningsvis kan anammas av en bredare krets av företag och därmed öka deras konkurrenskraft i en värld av allt hårdare konkurrens. Den gav också en insikt i vad som händer inom lasersvetsforskningen i Sverige.

Medlemmar i Lasergruppen kan ta del av de fullständiga OH-presentationerna på Lasergruppens hemsida; www.lasergruppen.eu under fliken ”Exklusivt för medlemmar” ☺

At high speed through thin metal sheets

av Johan Elster,
Bystonic Scandinavia AB

High-speed laser cutting with straight contours is one thing. It is a completely different thing to produce parts with complex geometries very quickly. Systems in which all the components are perfectly matched and which use state-of-the-art cutting technologies, guarantee productive and profitable (thin metal sheet) production.

Time is money: It is only through the productive use of time that value can be added, and basically one can say that the more productive a company is, the better its operating results. In general terms, productivity can be expressed as the relationship between output and input. Transposed to a company's laser cutting process: If the qualitative and/or quantitative value of the cut parts increases without the manufacturing costs increasing to the same extent, then productivity has been increased. Such an increase also occurs when the same number of parts can be produced at lower

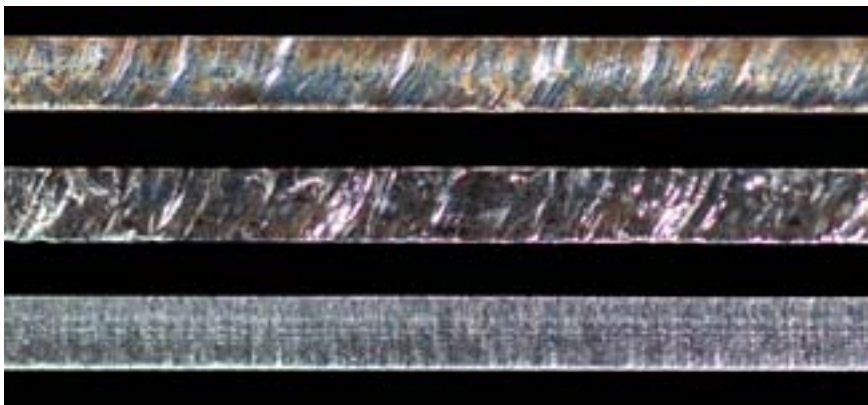
costs while maintaining the previous quality. Both the first and the second aspects are implemented in practice if more parts can be produced per standard unit of time on a laser cutting system. When the economic climate is good, increased productivity can be used to expand capacity, in more challenging times it can decrease costs.

Laser cutting with plasma support

In order to increase the output of parts with thin sheet-metal processing, high-speed laser cutting is a central theme. But it is not just a question of achieving maximum speed. If one takes the example of two sports cars, both equally fast but one of them has better acceleration and road holding capabilities, then the driver of this car will reach the destination more quickly, in particular when the route is full of curves and the surface uneven. With laser cutting, continuous braking and acceleration as well as frequent changes of direction are also the rule so that the characteristics of the system, inclu-

ding the laser source, control package, automation and programming, are equally as important as the maximum speed. In order to maximize the cutting speed with laser cutting, in particular with thin metal sheets up to 3 millimeters, a method can be used by which the material is cut with the support of a plasma cloud (ionized gas). This ensures that also that portion of the energy of the laser beam is used which would otherwise be dissipated through the kerf. The cutting speed can thus be dramatically increased. Example: Using the BySprint Pro laser cutting system the cutting time for a gasket made of 1 millimeter thick stainless steel without plasma support was 66 seconds, with plasma support it was only 46 seconds. This equates to a reduction of 30 percent. Whereby one can say that: The thinner the material the greater the speed advantage with plasma-supported laser cutting.

In this case the cutting gas used is either nitrogen (N_2) or compressed air, since air consists of 78 percent N_2 . The greatest advantage of compressed air compared with N_2 is that steel, stainless steel, and aluminum can be cut with plasma support not just up to a thickness of 2 millimeters but up to 3 millimeters, because the oxygen (O_2) contained in the compressed air supports the cutting process with additional energy. Also here, what was stated above applies analogously: the thinner the metal, the greater the advantage of compressed air in respect of the cutting speed. The example of the gasket described above was cut with compressed air at a speed of 24 meters



As opposed to the quality cut (bottom), the cutting edges are rougher with plasma-supported laser cutting using N_2 (middle) and O_2 (top). If O_2 is used as the cutting gas, the surface is additionally slightly oxidized.

per minute. As a comparison: Using N₂ a maximum cutting speed of 22 meters per minute can be achieved, and using a quality cut without plasma support a speed of 9 meters per minute would be possible. If aluminum is to be cut using plasma support, O₂ can also be used. As far as the speed is concerned, this must be strongly recommended since the maximum cutting speed is significantly higher than if N₂ or compressed air were to be used. In concrete terms: With 0.8 millimeter thick aluminum the cutting speed is 50 meters per minute when using O₂ and plasma support, when using compressed air it is around 28 meters per minute.

Beyond the limit of 3 millimeters, the speed benefits of plasma-supported laser cutting are spent. What remains is the disadvantage of a rougher cutting edge. Thus if a smooth cutting edge is required, the high-grade quality cut must be used. Hence the surface quality of our sample part in accordance with DIN EN ISO 9013 when using the quality cut lies in the Quality Category 1, when using the plasma-supported cutting with N₂ and with compressed air it is in each case in the Quality Category. If such concessions are acceptable but an oxide-free surface is required, then N₂ should be used as the cutting gas when processing (stainless) steel with plasma-supported cutting.

Conditions for plasma-supported laser cutting

In order to generate a plasma cloud in the kerf, four prerequisites must be met. First: the correct cutting gas. This has already been explained above. Second: The focal position must fall in the lower half of the distance between the top edge and the lower edge of the sheet. Third: a high laser power and fourth: a high cutting speed. The latter appears to



Gasket made from 1-millimeter thick stainless steel.

be a paradox at first sight, since all of a sudden what is actually the objective becomes a prerequisite. In order to help clarify this, a well-known saying shall be quoted: "He that has plenty shall have more." In this case that means that the machine must achieve a certain minimum cutting speed in order to create a plasma cloud, which then acts like a turbocharger and increases the speed further.

Precisely this prerequisite of a minimum speed places demands on the complete system, including the CAM and the NC software. For example, a slowly accelerating machine only achieves the necessary speed if it can cut in a straight line over longer distances. And as has already been mentioned, this occurs very seldom. With its laser cutting systems of the Byspeed and the BySprint Pro families, Bystronic has convincing solutions for high-speed cutting in its machine portfolio. Byspeed systems are available with laser powers between 4.4 and 6 kilowatts and are equipped with a unique drive system that is the result of a Bystronic proprietary development. These Direct Helical Motor (DHM) drives are capable of accelerating the axes at 3 g. If when changing direction, the drive speed of the machine has to be reduced, the Byspeed systems

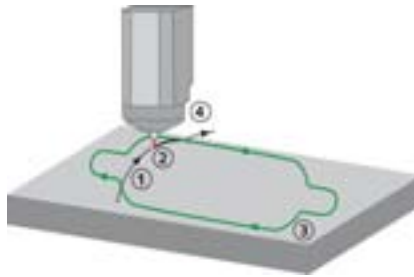
achieve high speed again after only a very short distance and thus make plasma cutting child's play. The BySprint Pro with 4.4 kilowatts of power reacts similarly via an optimized direct drive, and just like the BySprint Pro, can be supplied with a 3.75-inch cutting head specifically optimized for thin metal sheet cutting. This contributes to the fact that the BySprint Pro is probably the fastest laser cutting machine available for thin metal sheet applications.

But what happens when during high speed cutting, the cutting speed has to be reduced when cutting curves? Is there a reduction in the quality of the cut due to the high power of the laser? No, not if intelligent machines are used for cutting. For example, Bystronic's formula for constant quality is known as Auto Technology Selection (ATS). ATS means that during high-speed cutting, the machine control automatically selects the optimal cutting parameters based on the cutting speed. As soon as the speed drops below a certain level when approaching a curve, the machine control switches over to a more efficient macro cutting parameter.

The interaction is decisive

If high-speed cutting is to be used as extensively as possible, then abrupt

changes of direction during positioning should be avoided. Clever programming of the cutting plans using powerful software such as Bysoft helps in ensuring that this criterion is met at an early stage. For example, Bysoft is equipped with a technology assistant that, dependent on the geometry of the corresponding part, sets the correct cutting technology and method of piercing. The number one example of such a technology is what is known as scanning, which is used on Byspeed systems and on the BySprint Pro with metal sheets up to a thickness of 1.5 millimeters. With scanning, rectangular and square holes are no longer cut individually one after the other, but first all edges that run in the direction of the X axis are cut followed by all edges that run in the direction of the Y axis. Thus 5.5 holes per second can be cut with high precision. A second example is the cutting of round holes. Here, the optimal starting cut is an arc lead-in within the geometry of the part since this can be cut at greater speed (see Figure 1). However, and this leads on to the third example, a starting cut can also be dispensed with altogether and piercing can take place directly on the contour, which leads to significantly faster cutting times particularly with round holes. This method can sensibly be used for sheet thicknesses up to 1.5 millimeters. Regulated Pulsed Piercing (RPP) developed by Bystronic, with which compared to other piercing methods and with the highest of process reliability, the piercing time is on average 30 percent faster, is another example for the speeding up of the cutting process. In particular for parts where the piercing time represents a large part of the overall processing time, using RPP the production time is very much faster. At the same time, this solution offers maximum process reliability, because the entire piercing



The cutting head is positioned using a circular movement (1) and pierces at position 2. With the aid of an arc lead-in, the contour of the part is approached without any abrupt changes of direction and the contour is cut (3). Subsequently the cutting head is then positioned again using another circular movement (4).

process is monitored and regulated. Thus, it is ensured that independently of the sheet metal's quality, thickness and temperature, the piercing flux never "boils over". And also soiling of the nozzle and the lens is reduced to marginal levels. The final example for high-speed technologies is arc positioning in which the axes no longer just travel in straight lines but increasingly in continuous arcs. This contributes to a constantly high positioning speed and protection of the system.

High-speed laser cutting in general, and the cutting technology or the piercing technique in particular, place the highest of demands on the beam source – and not just in terms of the laser power. For example, to implement scanning the laser source must be capable of switching on and switching off the laser power at precisely the right position 22 times per second, whereby the actual capabilities of the ByLaser, however, are by no means exhausted.

Software, control package, laser source, machine, and naturally also efficient automation solutions such as Bystronic's in-house development ByTrans that ensures rapid loading and unloading of the system: All



Instead of 76 now only 57 seconds: With RPP the cutting time of this pattern part was reduced by 25 percent.

these are individual facets that have to harmonize optimally in order to make high-speed cutting efficient. This speaks for machine manufacturers such as Bystronic, which follows the principle of "everything from a single source." Enhancements on one level are complemented as necessary by enhancements on other levels. Thus, for example, newly developed cutting technologies are immediately integrated in the software, and a proprietary control package is always better placed to make full use of the advantages of the system, also – or in particular – when the objective is to cut as many good quality parts as possible. Users of Bystronic systems benefit from this integrated approach in the form of significantly reduced part cutting times. When processing steel and stainless steel sheets up to 3 millimeters in thickness, the processing speed is increased by up to 25 percent. With aluminum sheets of the same thickness, the time saved is even greater and can be as high as 45 percent. Good reasons why, when it comes to sheet metal processing, you should put your trust in Bystronic. After all: Time is money, and a productive business is also a more profitable business. ☺

Fiber VS CO₂

STIEFELMAYER effective med 1kW-Fiberlaser, Linjärmotorer och Kolfibergantry har en betydligt högre dynamik och högre hastighet i konturen samtidigt med en bättre nogranhet än sin föregångare CO₂ lasern, vilket sparar pengar i slutändan. Vill ni veta mer om framgångsagan hör gärna av er.

AVN Maskin har agentur i Norden för Stiefelmayer.



effective kombinerar tre kraftfulla teknologier - Fiberlaser, Kolfibergantry och linjärmotorer. Därmed öppnar sig en ny dimension för tunnplåtsbearbetning:

STIEFELMAYER EFFECTIVE

Laserskärning med Fiberlaser Högsta precision med maximal hastighet.

Konkret innebär detta:

- Upp till 30% reduktion av skärtid
- Noggranhet i området IT7
- Lägre driftskostnader (mindre stömförbrukning, ingen Luft-/N₂-förbrukning för strålföringsystemet samt kylning av speglar)
- Lägre underhållskostnader (inget strålgång att linjera)
- Skärning av högreflekterande material såsom koppar och mässing är möjligt.

För mer info kontakta AVN Maskin

Ove Wahlbeck, laser@avnmaskin.se, 0301-46201.

STIEFELMAYER



ICALEO®

28th INTERNATIONAL CONGRESS ON
APPLICATIONS OF LASERS & ELECTRO-OPTICS

NOVEMBER 2-5, 2009 – ORLANDO, FL, USA



Rapport från 28th ICALEO, Lake Buena Vista, FL, USA, 2-5/III 2009

Den tyska laserforskningen fortsatt dominant vid laserentusiasternas årliga högtidsstund

av Johnny K Larsson, Volvo Cars

Den 28:e International Congress on Applications of Lasers and Electro-Optics [ICALEO®], som avhölls på Hilton Hotel i Walt Disney World®, samlade än en gång många av de bästa och mest "lysande" forskarna inom laser och optik för att "nätverka" och stämma av "State-of-the-Art" beträffande laserbearbetning, men även med ansatsen att försöka

förutspå något om framtiden. Under hela fyra dagar kunde vi umgås under gemytliga former där avståndet från konferenslokalerna till hotellets utomhusswimmingpool var blott några meter. Här kan det kanske vara på sin plats att nämna att temperaturen första veckan i november brukar ligga kring 30°C i Florida – och detta år var inget undantag!

Deltagarantalet stannade i år vid 483 delegater som representerade

25 länder, och sammantaget gavs 223 högkvalitativa vetenskapliga presentationer. Lägg därtill några kortkurser och paneldiskussioner, samt närvaron av 68 utställare av laserutrustningar och –verktyg, av vilka flera samtidigt var sponsorer, en nog så viktig funktion och förutsättning för ett kvalitativt genomförande av ICALEO® 2009. Detta återspeglades under invigningen då LIA's [Laser Institute of America]



Figur 1. Tack för välförrättat värv! T.v. avtackar LIA's styrelseordförande Peter Baker den avgående presidenten Rajesh Patel, och t.h. överräcker den senare beviset på "President's Award" till Bill Shiner, IPG Photonics.

arbetande styrelseordförande Peter Baker i vanlig ordning hälsade oss välkomna, samtidigt som minnestavlor delades ut till de olika sponserarna på nivåerna "platina", "guld", "silver" och "brons". Den alltid lika välklädde Peter passade också på att tacka LIA's avgående president Rajesh Patel [Newport-Spectra Physics, Figur 1] för hans insatser under det gångna året. Presidenten väljs ju på endast ett år, och nu blir det Nathaniel Quick [AppliCote Associates LLC, Lake Mary, FL] som får överta detta hedersuppdrag.

I samband med den traditionsenliga konferenslunchen på onsdagen, då bland annat Peter Baker redogör för det gångna verksamhetsåret, föräddades Dr. Valentin P Gapontsev [Figur 2] med det prestigefyllda Schawlow Award. Dr. Gapontsev anses ju vara fader till dagens fiberlaser, grundare av IPG Photonics 1990 och med fem decenniers forskningsverksamhet bakom sig i ämnen som fastkroppslasrar, laserspektroskopi och radioaktivfri energitransferering mellan joner i sällsynta jordartsmetaller.

Samtidigt fick sympatiske Bill Shiner [IPG Photonics Corporation, Oxford, MA] mottaga det speciella "President's Award" ur Raj Patels hand [Figur 1]. Andra utmärkelser som delades ut under denna ceremoni var priset för bästa studentbidrag som tillföll Shinpei Oiwa från i lasersammanhang välkända Osaka University som hade undersökt de optiska egenskaperna i laserplasma vid svetsning med höga effekter. Vidare priset för bästa så kallad poster-presentation som togs hem av professor Lin Li vid University of Manchester. Hans forskning handlade om att texturera ytan på solceller för att med lämpligt mönster fånga mesta möjliga av den infallande solenergin.

Den inledande plenarsessionen, som leddes med fast hand av konferensens ordförande Dr. Xinbing

Liu [Panasonic Boston Laboratory, Newton, MA, Figur 3], hade som tema "Frontiers and Challenges for the Green Economy". Här inledde Dr. John Turner [U.S. Department of National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO] med att beskriva den nuvarande situationen i USA där tillväxten i sol- och vindenergi fortfarande befinner sig i sin linda. Dr. Turner vurmade särskilt för vätgasen som energikälla och dess omvandling via bränsleceller, elektrolys eller biomassa.

Mr. David Clark [Newport Corporation, Spectra Physics Lasers, Mountain View, CA] spann vidare på ämnet solcellstillverkning, där lasern kommit att spela en alltmer dominerande roll på grund av sin överlägsna produktivitet. Att använda laserbearbetning vid tillverkningen innebär också en positiv miljöpåverkan då antalet tillverkningssteg minskar och därmed förbrukningen av vatten och kemikalier. Bland nya innovationer nämndes dopning av solcellerna medelst cw-lasrar i det gröna våglängdsområdet, vilket leder till en ökad absorptionsförmåga i storleksordningen 2%.

Dr. Magdi Azer, en välkänd profil inom LIA och tillika laboratoriechef vid GE Global Research, Niskayuna, NY, gav en övergripande presentation kring dagens energisituation i världen och inte minst då i USA. Här ligger den totala användningen av förnybar el på endast 5%, att jämföras med EU där hela 17% genereras från vindkraft. De 5%-en fördelar sig mellan vind 2,7%, biomassa 1,7%, geotermik 0,5% och solenergi 0,1%. Sålunda ligger USA här långt efter såväl Europa som Japan där de senare spenderar tre gånger så mycket i utvecklingspengar för alternativ energi jämfört med USA. Idag produceras ungefär 4 600 GW förnybar i hela världen. Skall man höja denna siffra med blott 1 procent krävs ytterligare 20 000 vindturbiner



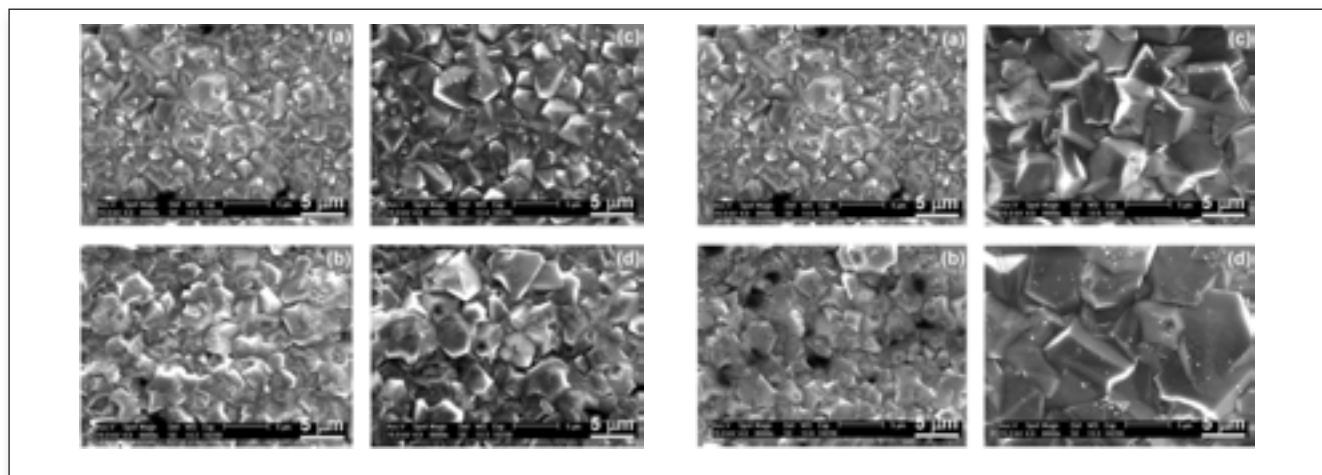
Figur 2. Årets mottagare av "Arthur L Schawlow Award", ryskfödde Valentin Gapontsev, kunde alltså lägga ytterligare en utmärkelse till sin digra "prislista". Denna innehåller sedan tidigare bland annat "Optical Society of America's Engineering Excellence Award" (1999) och ett hedersdoktorat vid Worcester Polytechnic Institute (2001).



Figur 3. Åran av att vara den 28:e ICALEO®-konferensens ordförande hade tilldelats Dr. Xinbing Liu (t.h.) från Panasonic Boston Laboratory. Här gratuleras han av president Patel strax innan han ger sig i kast med att moderera den inledande plenarsessionen.

alternativt 500 000 000 solpaneler – intressanta siffror!

Siste talare var Dr. Yongfeng Lu [University of Nebraska, Lincoln, NE], även han en inom LIA engagerad personlighet. Han torgförde två innovationer där laserteknik hade använts. En handlade om hur man genom laserexcitering på molekylnivå kunde belägga och därmed förändra egenskaperna hos en diamantytta. Resultaten visade på att



Figur 4. CO₂-laserdeponering av diamanttytor med 0 W (a-referens), 100W (b), 400W (c) och 800W (d) effekt. Som synes en avsevärd skillnad mellan SEM-bilderna t.v. där 10,591 µm laservåglängd använts, medan de t.h. tillverkats vid en våglängd på 10,532 µm.

den använda laserns våglängd hade ett stort inflytande på ytans utseende [Figur 4]. Den andra ”uppfinningen” gick ut på att man genom deposition av förångade kemikalier kunde påverka och styra tillväxten hos kolbaserade nanotuber så kallade SWNTs [Single-Walled carbon NanoTubes]! Tala om forskning!

Bland nyheterna vid årets ICALEO®-konferens fanns bland annat vad man valt att kalla ett affärsforum med tillhörande panel-diskussion, samt en avslutningssession som på ett utmärkt sätt samlade ihop delegaterna innan vi skildes med löfte om att åter ses senast om ett år vid ICALEO® 2010 i Anaheim, CA. Avslutningssessionen återkommer jag till i ett bredare referat i LaserNytt # 2-10. Affärsforumet återknöt till plenarsessionens tema om ”Green Energy”, och innehöll talare som Dave Clark, Dr. Magdi Azer, Dr. Tony Holt [IPG Photonics Corporation, Oxford MA] och Ron Schaeffer [PhotoMachining Inc., Pelham, NH]. Här gavs olika exempel på hur lasertekniken kan bidra till ett mer miljövänligt samhälle. Dr. Holt pekade på laserns användning inom mikrobearbetning, där man bara genom att göra utrustningar och komponenter mindre och öka genomloppstiden vid tillverkning sparar energi. Vidare

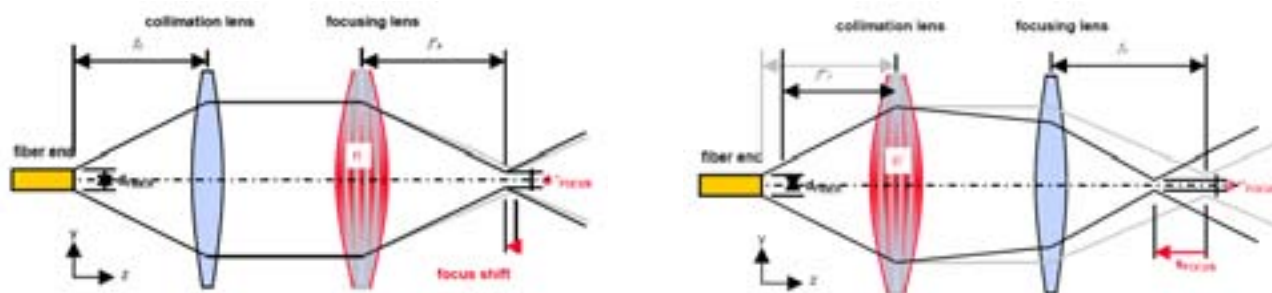
angavs rengöring, gravering och färgborttagning med laser som exempel på mer miljövänliga processer. Slutligen används laser vid tillverkning av såväl solceller som lithium-ionbatterier, men ytterligare framtida tekniksprång kommer att bero på alla innovativa entreprenörer – ord som Ron Schaffer valde att avsluta sitt föredrag med.

Sammanfattningsvis vill jag påstå att ICALEO® 2009 inte bara var årets höjdpunkt i utbudet av laserkonferenser. Dock var ju konkurrensen i år inte överväldigande, utan andra bullar lär vankas 2010 då vi utöver ICALEO® har såväl AKL i Aachen som LANE i Erlangen att välja mellan. Men ICALEO® 2009 utgjorde också en kristallkula för att kunna se in i framtida lasertillverkning och -processer. Miljön som erbjöds i Orlando var också bästa tänkbara som träffpunkt för oss laserentusiaster, då hotellet ligger tämligen avsides och det inte finns så mycket annat att göra än att ”snacka laser” med sina kollegor. Innehållet i de föredragna presentationerna med dess innovationer och tekniska genombrott visade med all önskvärd tydlighet hur effektiv och miljövänlig användning av lasrar ligger i teknikfronten då det gäller global teknologi!

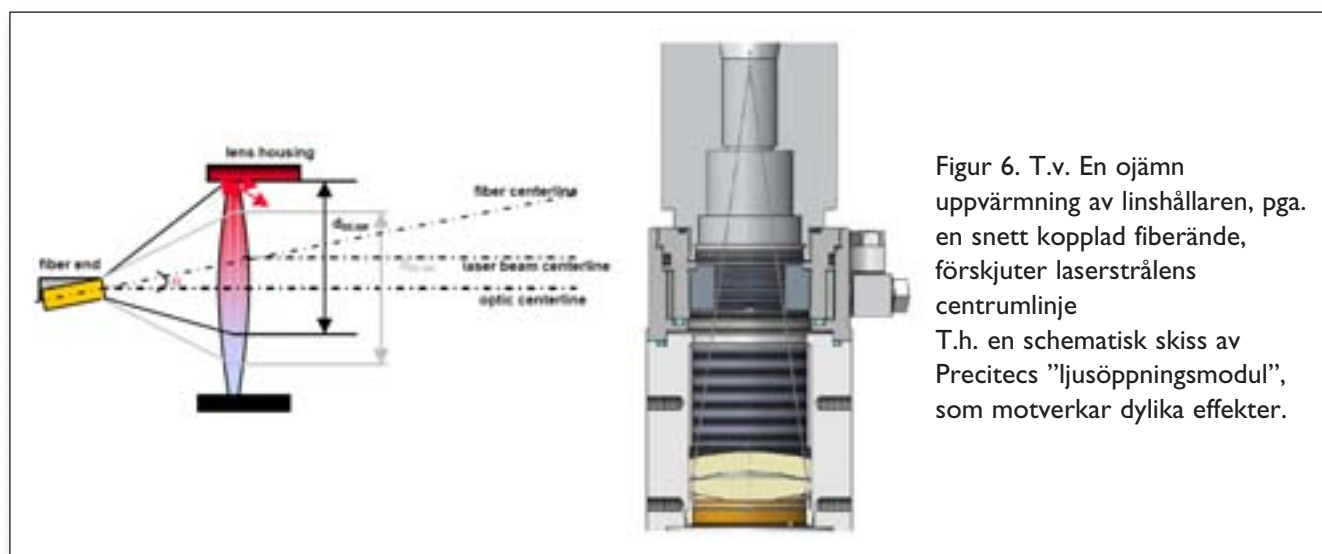
Deutschland, Deutschland über alles...

Att tysk laserforskning ligger i den absoluta frontlinjen är ju vida bekant, och detta konfirmerades ytterligare vid 2009 års ICALEO®-konferens. Flertalet av de mest intressanta föredragen hade en tysk signatur, varför en berättigad fråga inställer sig: Varför skall man behöva korsa Atlanten för att ta del av denna information, då föredragshållarna normalt finns på betydligt närmare håll? Sammantaget var väl denna ICALEO®-konferens långt ifrån den mest intressanta, men man måste värdera möjligheterna till kontakter och nätverksbyggande högt och här utgör ICALEO® en unik plattform. I det följande avser jag att i koncentrat redovisa innehållet i de i mitt tycke mest intressanta (läs tyska) föredragen.

I sessionen som handlade om lasersystem och optik inledde sympatiske Markus Kogel-Hollacher [Precitec Optronik GmbH] med att adressera ett problemområde som blivit mer uttalat i och med den allt bättre strålkvalitet som högeffekt-lasrarna erbjuder, nämligen fokalpunktsförskjutning i laserstrålens utbredningsriktning. Detta innebär en förändrad fokalpunktsdiameter och därmed en varierande energität-



Figur 5. Fokalförskjutning som ett resultat av termisk påverkan på fokuseringslinsen (t.v.) respektive kollimeringslinsen (t.h.).



Figur 6. T.v. En ojämn uppvärmning av linshållaren, pga. en snett kopplad fiberände, förskjuter laserstrålens centrumlinje
T.h. en schematisk skiss av Precitecs "ljusöppningsmodul", som motverkar dylika effekter.

het vilket påverkar robustheten i såväl skär- som svetsprocesser. Det huvudsakliga skälet till fenomenet är att linserna absorberar en del av laserstrålningen och därmed utsätts dessa för en termisk påverkan, vars konsekvenser blir större för kollimeringslinsen än för fokuseringslinsen [Figur 5]. Absorptionen i linserna beror i första hand på förekomsten och mängden av hydrogen. Ju längre fokallängd man har desto större blir också den nämnda fokalförskjutningen. Även fiberändarnas position då de ansluter till kollimer-optiken påverkar fokalförskjutningen då en sned fiberände ändrar laserstrålens tilltänkta centrumlinje genom en ojämn uppvärmning av linshållaren [Figur 6]. För att råda bot på detta har Precitec utvecklat en "ljusöppningsmodul" för att erhålla en perfekt koppling mellan optik och fiber och därmed

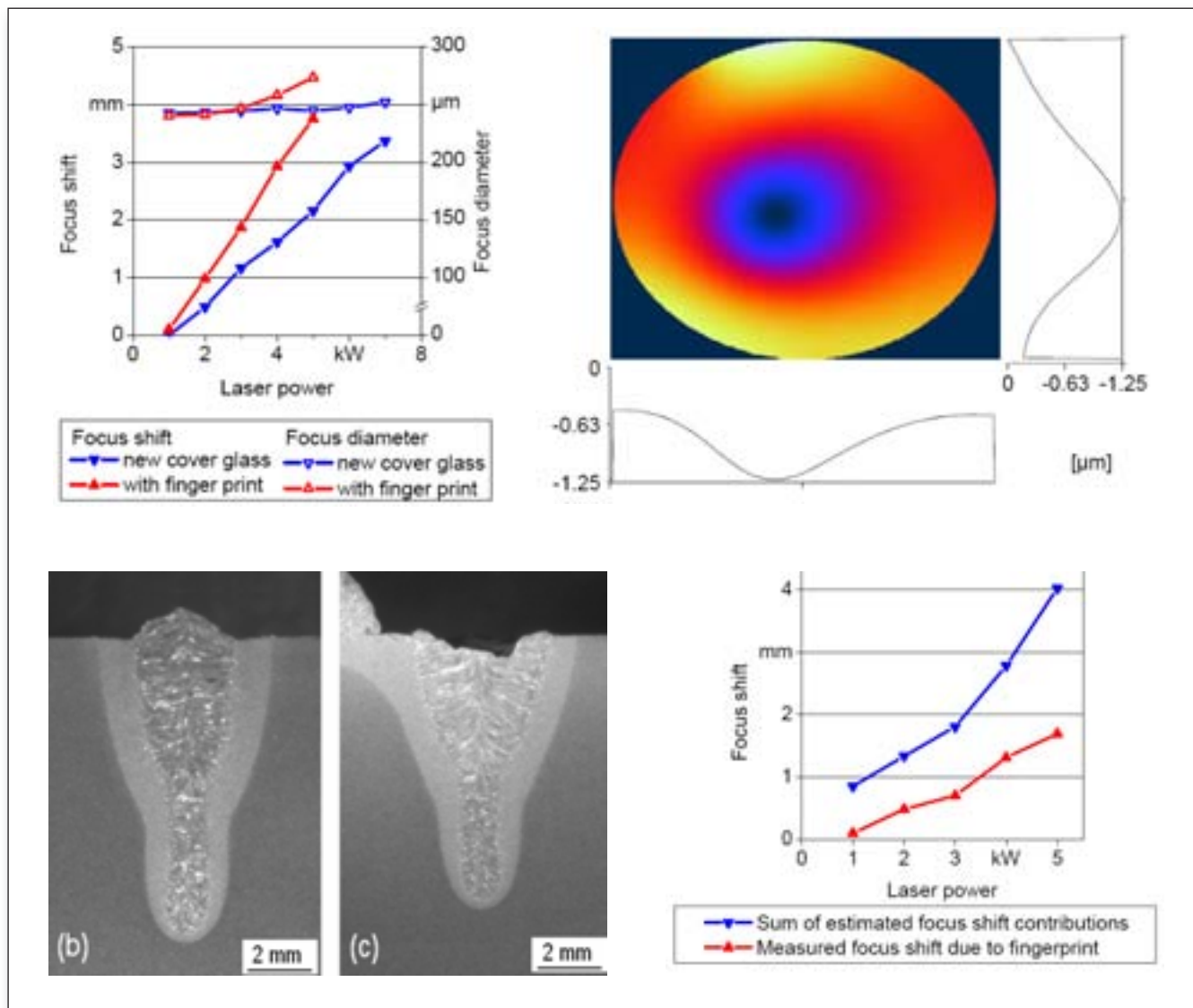


Figur 7. T.v. Precitecs verktyg YRC och HP SSL för 3- respektive 2-dimensionell laserskärning, och t.h. svetsverktygen YV30 och YW52.

undvika ovanstående. Enheten kan fås med antingen luft- eller vattenkylning. Vidare erbjuder man ett nytt linsmaterial som begränsar fokalförskjutningen till 0,27 mm/kW. Markus avslutade sin föredragning med att visa på några av

Precitecs senaste laserverktyg för skärning och svetsning [Figur 7].

Fokalförskjutning var temat även för Daniel Reitemeyer från BIAS [Bremer Institut für Angewandte Strahltechnik GmbH]. Ett antal försök hade genomförts med



Figur 8. Ovan vänster; Fokalförskjutningen ökar med ökad lasereffekt, liksom med ett kontaminerat skyddsglas (röda linjer).

Figur 9. Ovan höger; Temperaturfördelningen i en fokalförskjutning mätt med Primes' "Beam Profiler".

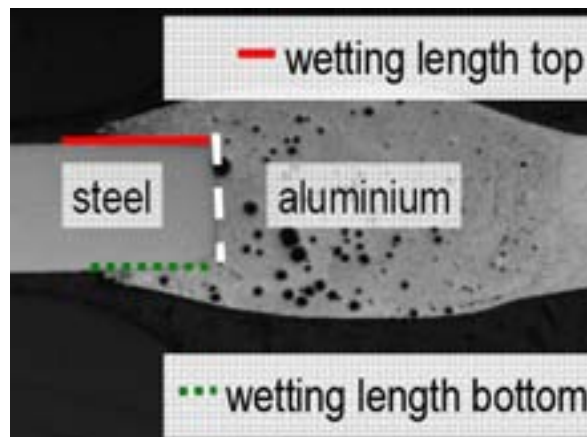
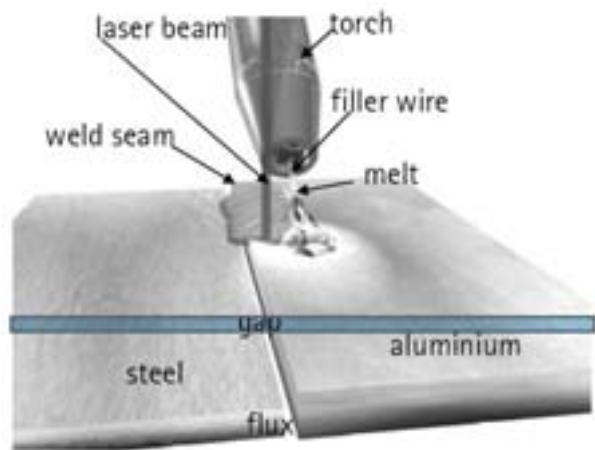
Figur 10. Nedan vänster; Olika penetrationsförmåga vid laser-svetsning i grovplåt beroende på fokalförskjutning, där b är ett tvärsnitt tagit vid svetsstart och c motsvarande vid svetsavslut.

Figur 11. Nedan höger; Svårigheter med att rätt predicera fokalförskjutningen, där blå kurva representerar beräknade värden, medan den röda kurvan illustrerar "verkligheten".

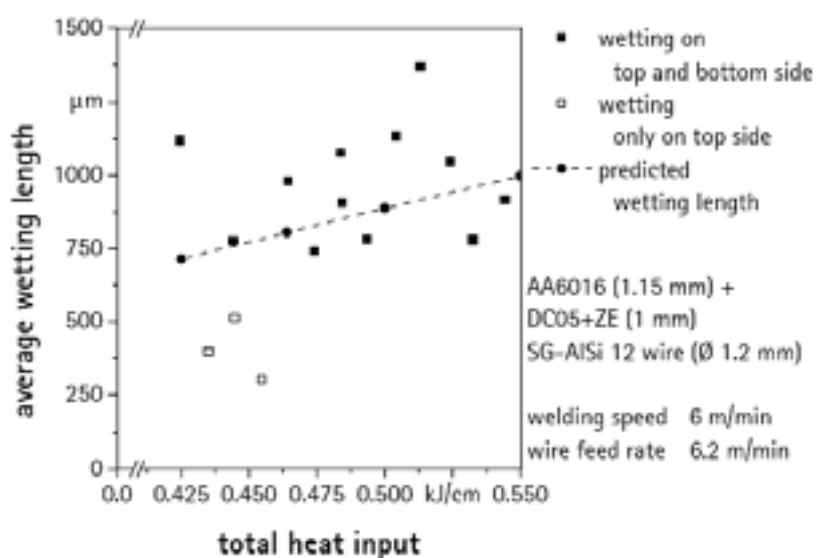
en 8 kW multi-mode fiberlaser med en BPP [Beam Parameter Product] på 4 mm*mrad och stråldistribution via en 100 μm grov optisk fiber. En observation som gjorts var att brännfläcksdiametern ökar med ökad effekt [Figur 8], vilket blir märkbart först efter cirka 50 sekunders drifttid. Dylära observationer hade kunnat göras med hjälp av Primes' så kallade "Beam Profiler" vilken mäter temperaturfördelningen i fokalförskjutningen [Figur 9]. Ett snarlikt verktyg presenterades i en

annan session av Larry Green, vars företag Ophir-Spiricon Inc. erbjuder ett prisvärt alternativ [ModeCheck] för 2- och 3-dimensionell mätning av strålförskjutningen med en frekvens på 30 fps [frames per second]. Tyvärr fungerar företagets produkt enbart för längre våglängder, det vill säga CO₂-lasrar. I sin undersökning hade Dr. Reittemeyer kunnat konstatera att en förskjutning av fokalförskjutningen har en avsevärd inverkan på laserstrålens penetrationsförmåga [Figur 10]. Skyddsglasets renhet är en viktig

faktor i sammanhanget, och enbart ett fingeravtryck på detsamma kan påverka fokalförskjutningen. Därför föreslås några olika diagnostikverktyg för skyddsglasets status såsom fringe-reflektion eller någon typ av CCD [Charge Coupled Device] –kamera. Vid BIAS har man tagit fram en beräkningsmodell som avser att ta hänsyn till alla faktorer som påverkar fokalförskjutningen för att med hjälp av denna kunna prognosticera ett förväntat beteende vid olika laserprocesser och därmed



Figur 12. T.v. den schematiska försökuppställningen, och t.h. ett tvärsnitt genom fogen där vätningslängden beror på mängden avsmält zink på stålplåtsdetaljen.



Figur 13. BIAS nya beräkningsmodell för vätningslängden som funktion av tillförd energi.

kunna justera vissa parametrar för att kompensera med den förlust i exempelvis penetrationsförmåga som uppstår vid ett fokusskifte. Emellertid visade sig denna modell än så länge ge alltför konservativa predikteringar [Figur 11].

En i laserkretsar välkänd profil är professor Frank Vollertsen. Han var en av initiativtagarna till de välrenommerade LANE [Laser Assisted Net Shape Engineering] –konferenserna vid Universitetet i Nürnberg-Erlangen. Efter ett kortare gästspel vid Paderborns Universität r han sedan 2003 institutionsfrestndare vid BIAS, tillika gästprofessor vid

Jiaotong-University i Shanghai sedan 2007 – man tackar! Den gode Frank talade om laserhybridsvetsning av aluminium/stål-kombinationer, ett gammalt vlklnt BIAS-tema. Det var ju redan vid IBEC [International Body Engineering Conference] i Paris 2002 som BIAS-forskaren Michael Kreimeyer visade på de första resultaten från lasersvetsning av denna mixade materialkombination, där principen var att ansätta laserstrålen på stlsidan i en verlappsfog och låta värmen diffundera genom stlmaterialet, samtidigt som man kontrollerade temperaturen så att det endast var aluminiumet som nådde

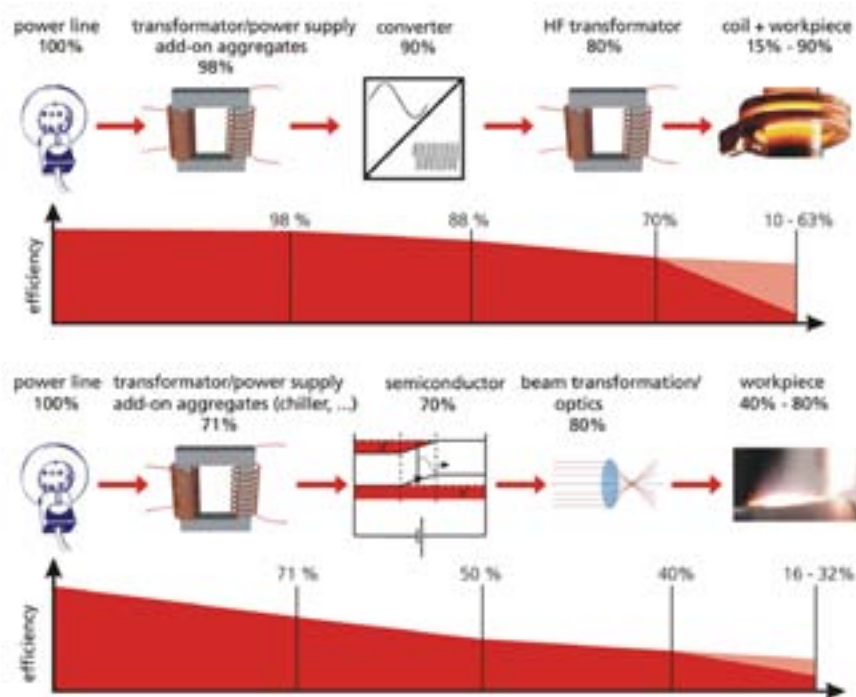
smälttemperatur. I den nu föredragna redovisningen med laserhybrideknik rörde det sig om stumsvetsning där såväl laserstrålen som ljusbågen från smltsvetspistolen ansattes på aluminiumsidan, med laserns fokuspunkt placerad 0,5 mm från spalten och med trdinmatningen 1,5 mm från densamma [Figur 12]. Materialen var AA6016 i tjockleken 1,15 mm resp. 1,0 mm tjockt zinkbelagt DC05, och som tillsatsmaterial hade man begagnat sig av klassiskt AlSi12 med 1,2 mm trddiameter. Utrustningen bestod av en Trumpf HL 4006D lamp-pumpad Nd:YAG-laser och en Dalex Vario MIG 400L(W)-B strömkälla som opererades i pulsmod, samt svetspistol och trådmatarverk av fabrikatet Binzel. Det som är viktigt vid dylika materialmixar r att få en god vätning mellan smält aluminium och den zinkbelagda stålplåten och en förutsättning för detta r att zinkskiktet bränns bort. Ovannmnde Herrn Kreimeyer hade utvecklat en beräkningsformel fr vätningslängden vid denna typ av stumsvets, men de nu genomförda experimenten visade att formeln var icke-konservativ och utlovade en mycket större vtningslngd än vad som i verkligheten erhlls. Då vätningslängden r av avgörande betydelse för hållfastheten hade nu professor Vollertsen i samarbete med kollegan Claus

Thomy utvecklat en ny beräkningsmodell som inte bara tar hänsyn till geometriska faktorer såsom mängden smält aluminium utan också värmeutveckling och -transfer [Figur 13]. Att zinksiktstjocklek och dito typ kan spela in är faktorer som kollegorna vid BIAS avser att undersöka i kommande forskning.

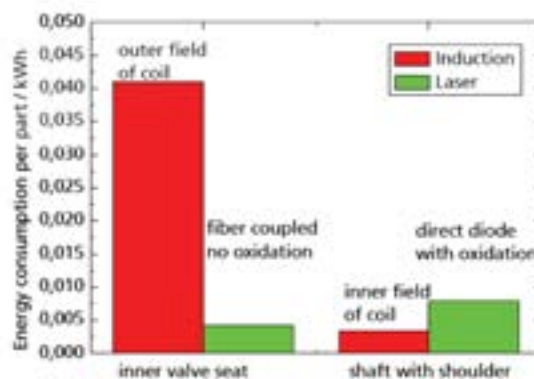
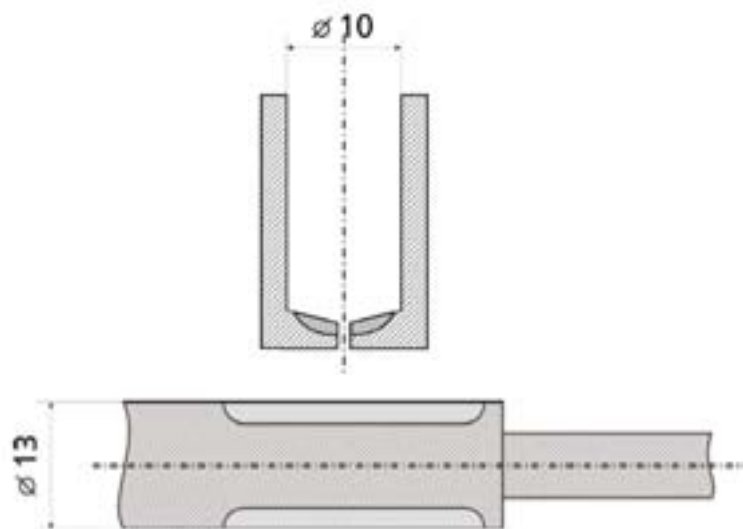
Stefan Bonns från Fraunhofer IWS

[Institut für Werkstoff und Strahltechnik] i Dresden har ju uppträtt flitigt under diverse laserkonferenser med sitt älsklingsämne laserhårdning. Denna gång gjorde han en jämförande studie mot potentiella konkurrerande metoder som flammhårdning och induktionshårdning, där den senare metoden är det naturliga alternativet till laser då

det är fråga om partiell hårdning. Här arbetar man med högfrekvensteknik för att nå önskat hård djup, vanligtvis upp till 100 kHz för 2-3 mm:s djup. Önskas grundare hårdning ökar man frekvensen upp till 400 kHz. Metoden kräver dock efterföljande vattenkylning, vilket som bekant inte behövs vid laserhårdning. Den senare metoden kan åstadkomma ett maximalt hård djup på 1,5 mm, men en av finesserna är att man kan variera såväl hård djup som -bredd genom att styra effekten och använda det vid IWS utvecklade LASSY-verktyget, vilket presenterats i tidigare nummer av LaserNytt. Bästa energiutnyttjande vid laserhårdning är att använda en diodlaser då denna har en 40%-ig WPE [Wall Plug Efficiency]. Att ha kvar oxidskiktet på arbetsstycket är också fördelaktigt då detta ger en 80%-ig absorption av tillförd energi i materialet, att jämföras med 40% då man av andra skäl nödgas använda skyddsgas vilket ger en blankare, mer reflekterande yta. Herrn Bonns redogjorde för en generell jämförelse av energieffektiviteten mellan induktionshårdning kontra laserhårdning [Figur 14] vilken gav vid handen att den förstnämnda levererar mellan 10-63% av den från elnätet uttagna energin på arbetsstycket, medan motsvarande siffror för laserhårdning ligger mellan 16-32%. Energiåtgången är väldigt applica-



Figur 14. Jämförelse av energieffektiviteten vid induktionshårdning (överst) och laserhårdning (underst).



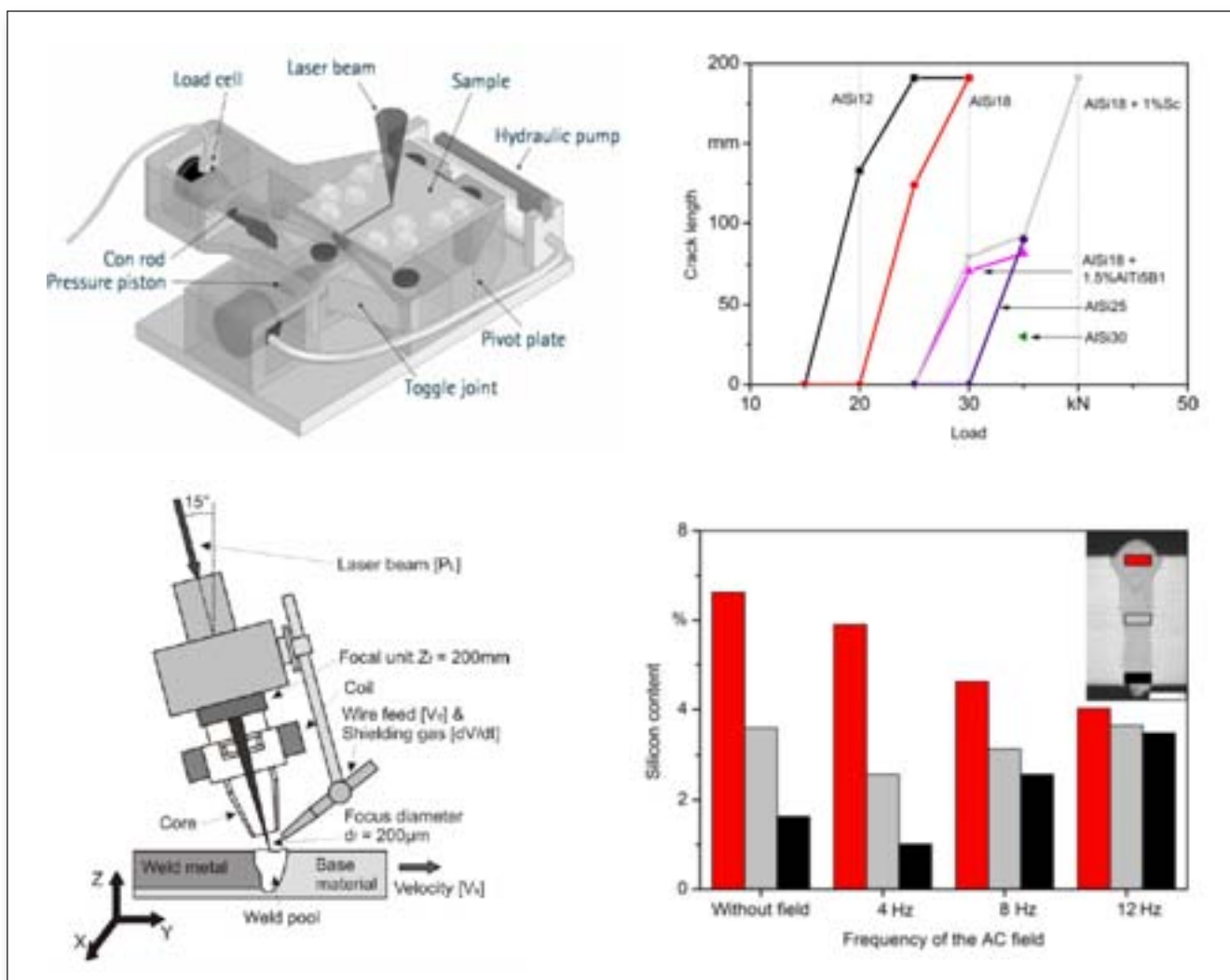
Figur 15. Geometriutformningen är av avgörande betydelse vid val av hårdningsmetod. Ett ventilsäte (överst t.v.) gynnar lasertekniken, medan induktionshårdning är att föredra vid rotationsaxlar.

tionsberoende, vilket framgick av de praktikfall som Stefan visade. Det först gällde härdning av ventilsäten vars geometri gynnade lasertekniken, varför man endast behövde 0,0042 kWh energi för ett säte, medan induktionshärdning krävde 0,041 kWh, alltså en hel tiopotens i skillnad. Omvänt var förhållandet vid lokal härdning av skuldran på en rotationsaxel där lasern krävde 0,0079 kWh medan induktionstekniken kunde nöja sig med 0,0033 kWh per detalj [Figur 15].

En annan, ur ICALEO®-synvinkel, välkänd profil är Thomas Seefeld, liksom professor Vollertsen hemma-hörande vid BIAS i Bremen. Temat

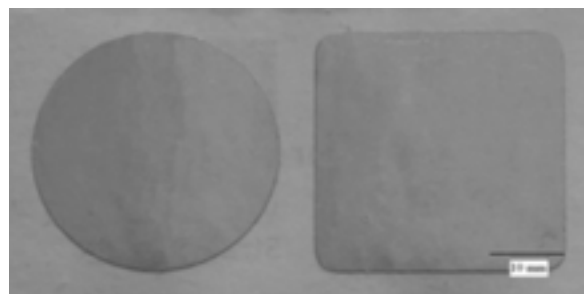
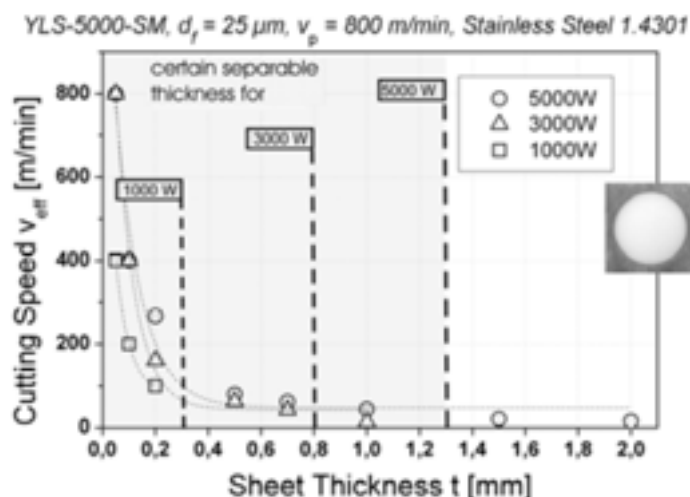
för Dr. Seefelds presentation var att undvika varmsprickor vid lasersvetsning av aluminium, i detta fallet AA6082-T6 i tjocklek 3 mm. Normalt används AlSi12 som tillsatsmaterial, men det är ett välkänt faktum att en ökad kiselmängd är fördelaktigt då det gäller att förhindra uppkomsten av varmsprickor. Därför hade såväl AlSi18, AlSi25 och AlSi30 provats och gett önskvärt resultat såtillvida att de i så kallade "Delta-prov", med pålagd last under svetsningen, uppvisade max. laster på 15, 20 resp. 30 N innan någon spricka uppstod [Figur 16]. Dock finns dessa typer av tillsatstråd med hög Si-halt inte kommersiellt

tillgängliga varför man hade fått tillverka dem med hjälp av så kallad "spray-forming"-teknik. En 6 kW TruDisc6002 hade använts i försöken och fokallängden var 200 mm. Svets hastigheten var 5 m/min och samma hastighet hade använts för matningen av den 1,2 mm grova tillsatstråden. Ett sätt att ytterligare förbättra resultatet är att tillsätta en form av "kornförfinare" – i detta fall AlTi5B1. Mer handgripligt är att bara använda AlSi12-tillsats, men då mata in mycket tråd för att på så sätt öka Si-halten i smältan. Vid grövre material kan det vara svårt att transportera Si-partiklarna ner till svetsroten, men då kan man



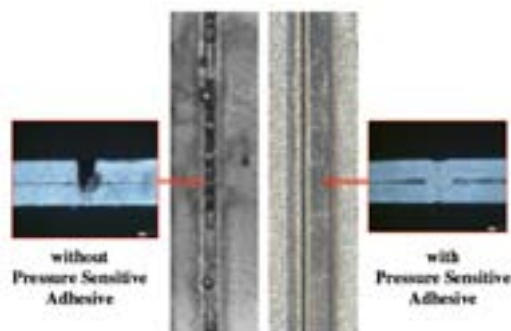
Figur 16. Ovan t.v. försökuppställningen vid så kallat "Delta-prov", och ovan t.h. max.last och spricktillväxt för olika kompositioner av tillsatsmaterial.

Figur 17. Nedan t.v. den schematiska försökuppställningen vid lasersvetsning med pålagt magnetiskt fält, samt nedan t.h. kiselfördelningen vid olika frekvenser för detsamma.

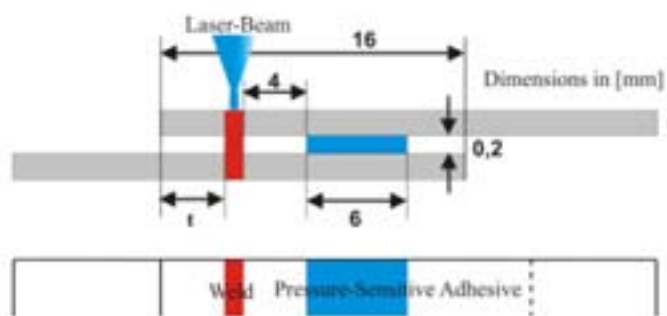


Figur 18. T.h. Effektiv skärhastighet vid "Remote Laser Cutting" för olika plåttjocklekar och lasereffekter.

Figur 19. T.v. Ett exempel på så kallat "Kiss-cutting" där ett kontrollerat skärdjup gör att endast ytskiktet kan avlägsnas.



Figur 20. T.v. Uppenbar förbättring av svetskvaliteten vid lasersvetsning i kombination med tryck-känslig limtejp.



Figur 21. T.h. Nödvändigt flänsöverslapp vid hybridfogning med laser och limtejp i kombination.

tänka sig att man rör om i smältan med hjälp av ett magnetiskt fält med 12 Hz frekvens [Figur 17]. Idén att kombinera lasersvetsning med magnetiska fält är ju ett gammalt BIAS-knep som vi sett flera exempel på vid tidigare ICALEO®-konferenser. Risken med att legera in för mycket kisel i svetsgodset är att detsamma blir sprött och att man riskerar att förlora hållfasthet. I den här aktuella studien fick man emellertid samma brottlast oavsett om AlSi12 eller AlSi18 användes som tillsatsmaterial. Dessutom skedde brottet i båda fallen i den värmepåverkade zonen.

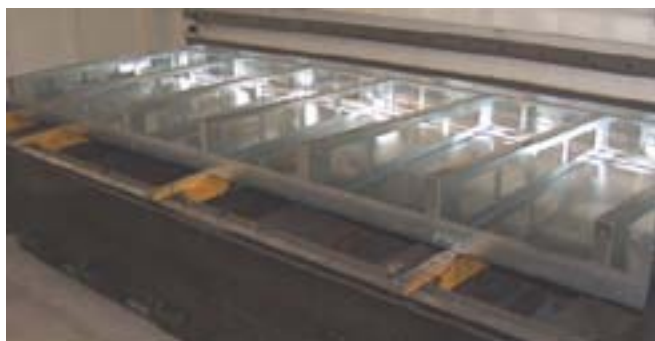
I Tyskland har man genomfört ett projekt kallat BRIOLAS [Brilliantes Hochleistungsdioden], och en del av innehållet har handlat om så kallad RLC [Remote Laser Cutting]. Nu redogjorde Matthias Lüttke [Technical University of Dresden] för några av resultaten och visade

på denna tekniks möjligheter såväl som begränsningar. En singel mode YLS-5000-SM-laser hade använts för att skära rostfritt 1.4301-material i tjocklekar mellan 0,05-2,0 mm. Skärhastigheten var genomgående 800 m/min men detta måste ställas i relation till den "effektiva" skärhastigheten [Figur 18], vilken Dr. Lüttke specificerade till programmerad skärhastighet dividerad med antal repetitioner för att penetrera materialet.

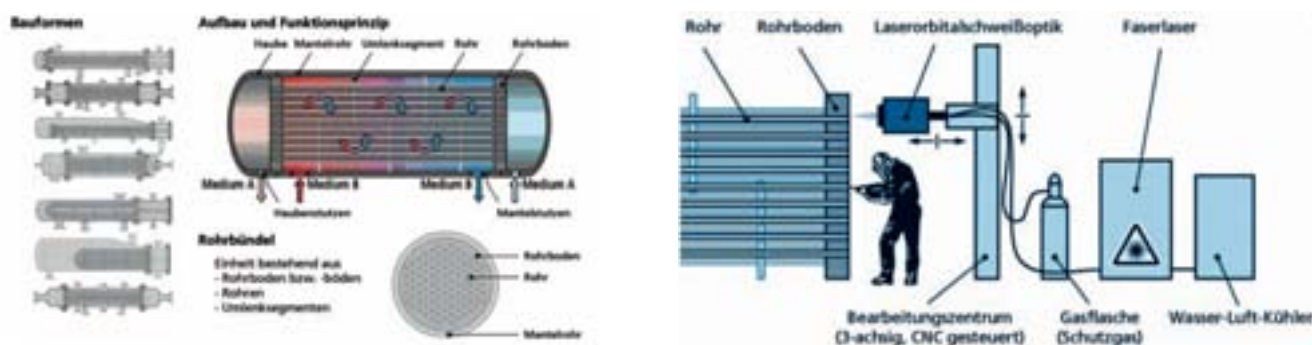
Det är kombinationen av suverän strålkvalitet [BPP < 0,4 mm*mrad som här kan fokuseras till en brännpunkt med 25 µm diameter] hos laserkällan samt avsaknaden av skyddsgas som möjliggör dylika höga skärhastigheter. En begränsning med RLC är att radier som är mindre än 0,5 mm måste skäras i modulerad mod. Vidare kan fokallängden, och därmed avståndet till arbetsstycket, inte vara alltför stort

om man skall kunna skapa en tillräckligt liten fokallpunkt för denna form av höghastighetsskärning. I experimenten hade man använt en fokallängd på 200 mm och ett arbetsfält som var 100×100 mm stort. Med en dylik begränsning av arbetsfältet vid "remote"-bearbetning måste större detaljer bearbetas antingen via indexering av komponenten alternativt att skära "on-the-fly". En speciell variant av RLC är "kiss-cutting" [Figur 19] där man kan ställa in skärdjupet vid laserskärning. Detta möjliggör skärning av 100 µm tunna aluminiumfolier monterade på polymerbärare.

Nikolaus Wagner från RWTH [Rheinland-Westfalen Technisches Hochschule] och ISF [Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik] berättade om en hybridfogningsteknik som kombinerar limning med lasersvetsning. Två olika typer av



Figur 22. Fixering av komponenterna till ett transformatorhus hos firman Käßpler & Pausch, och t.h. en närbild på en av många lasersvetsar i denna produkt.



Figur 23. Några bilder från projektet OrbiLas' hemsida, som illustrerar uppbyggnaden av en värmväxlare och hur en fiberlaser skulle kunna användas vid orbitalsvetsning av de många ingående rören .

så kallade tryckkänsliga limtejp [Duplotac VP7183 och 3M 9472LE] hade ingått i studien där limtejp tjänar som såväl fixering som spalt-skapare vid lasersvetsning av zink-belagd stålplåt [Figur 20]. Själva PSA [Pressure Sensitive Adhesive] –bredden är 6 mm och därtill krävs ett avstånd till lasersvetsen på minst 4 mm för att laserstrålen inte skall skada limmet. Detta summerar upp till en total flänsbredd på 16 mm [Figur 21], varför lösningen knappast är av intresse för oss i kaross-branschen där vi anstränger oss att minimera flänsbredden vid lasersvetsning ner till under 10 mm! Vid andra fogmetoder som CMT [Cold Metal Transfer] och båg-lödning krävs dock minst 8 mm avstånd från fog till limtejp. Användningsområdena torde främst stå att finna inom lågvolyt och enstyckstillverkning då limtejp ersätter dyra och typbund-

na fixturer samtidigt som man får ett hållfasthetstillskott från limmet. Ett exempel på sådan användning hittar vi hos firman Käßpler & Pausch som tillverkar transformatorhus på detta sätt [Figur 22].

Orbitalsvetsning av ”rörknippen” var temat för Andrés Castell-Code-sals presentation. Han arbetar vid Fraunhofer IPT [Institut für ProduktionsTechnologie] i Aachen, som ligger granne med ILT [Institut für LaserTechnik], varför anknytningen till laserbearbetning är lätt att förstå. Denna typ av rörknippen är en vanlig konstruktionslösning för produkter såsom värmväxlare, kondensatorer, förångare och reaktorer. Ofta rör det sig om tusentals rör som skall kopplas till någon form av ändstycken [Figur 23], vilket idag oftast sker med hjälp av TIG [Tungsten Inert Gas] –svetsning. Nackdelar med denna svetsmetod är långsam

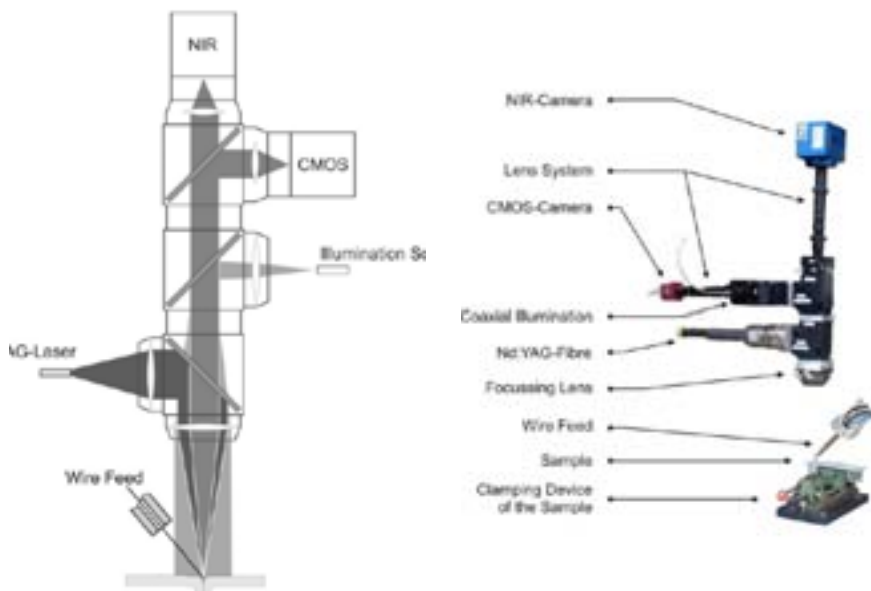
framföringshastighet [0,1 m/min] och ett begränsat penetrationsdjup [max. 1,5 mm], vilket gör att man måste lägga flera strängar då det blir frågan om grövre godstjocklekar. För att bevisa laserns förträfflighet i sammanhanget och driva upp produktiviteten hade försök gjorts, inom ramen för ett tyskt, statligt finansierat, projekt kallat OrbiLas, med att lasersvetsa en värmväxlare som bestod av runt 1000 rör i dimensionen 30×2. Med en fiberlaser kunde man nå svetshastigheter kring 1 m/min och därtill full penetration i grövre ändplattor. Den minst tiofaldiga tidsbesparingen har lett till att IPT i samarbete med någon lasertillverkare, som troligtvis skulle vara IPG Photonics, avser att 2011 lansera en kommersiell produkt för laserorbitalsvetsning.

Dmitri Donst, även han från Fraunhofer IPT hade två presenta-

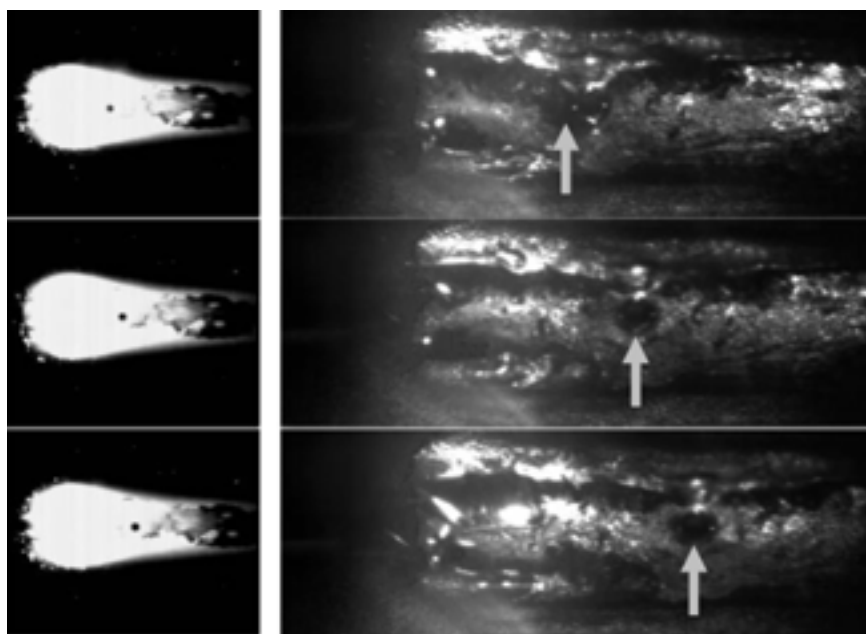
tioner i den session som leddes med fast hand av Silke Pflüger, även hon en "produkt" av laserforskningen i Aachen, men sedan flera år verksam i USA och nu på senare tid som representant för LaserLine i Santa Clara, CA. Dr. Donsts första presentation adresserade ärendet "on-line" kvalitetsövervakning vid laserlödning. Då denna metod ofta används för att skapa kosmetiska fogar med höga visuella krav är det viktigt att undvika olika former av defekter som exempelvis porer, blåsor, diskontinuiteter och ojämna ytor. Här hade man vidareutvecklat ILT:s CPC [Coaxial Process Control] –koncept såtillvida att man till den befintliga CMOS [Complementary Metal Oxide Semiconductor] –kameran adderat ytterligare en kamera för registrering av ljuset inom NIR [Near InfraRed] –området [Figur 24]. På så sätt kunde man visualisera såväl spatial som termisk upplösning, vilket möjliggör att porer ner till 100 µm i diameter kan detekteras [Figur 25].

CMOS-kameran har ett spektralområde mellan 350-1000 nm och NIR-kameran ett mellan 900-1 700 nm. Den fulla sensorupplösningen är 1024×1024 respektive 320×256 pixlar. Bildfrekvensen för CMOS-kameran, som f.ö. har beteckningen Lightning DRSPULSTM, kan väljas mellan 150-10000 fps [frames per second], medan NIR-kameran arbetar med ungefär 100 fps.

En snarlik lösning för on-line processövervakning vid laserlödning föredrogs av Alexander Grimm från BLZ [Bayerisches LaserZentrum GmbH i Erlangen]. Här kombinerades också två kameror, en för bildåtergivning i det synliga [VIS] våglängdsområdet och en för detektering i det nära infraröda [NIR] området. Med den förra kan graden av vätningsförmåga samt närvaron av porer detekteras, medan den senare avslöjar fenomen som orsakas av ett ojämnt temperaturfält,



Figur 24. T.v. en schematisk skiss över det optiska arrangemanget i processövervakningsverktyget och t.h. de ingående modulerna vilka samtliga är koaxialt placerade i förhållande till den lödande laserstrålen

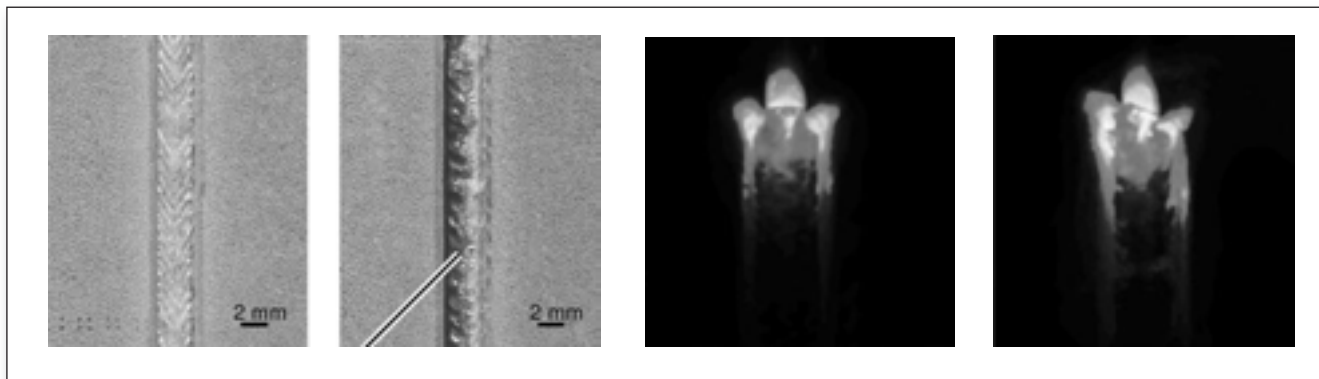


Figur 25. Visualisering av porer med en ungefärlig diameter av 350 µm. T.v. bilder tagna med NIR-kameran och t.h. bilder tagna med CMOS-kameran. Tidsstegen mellan de olika fotona är ungefär 12,5 ms.

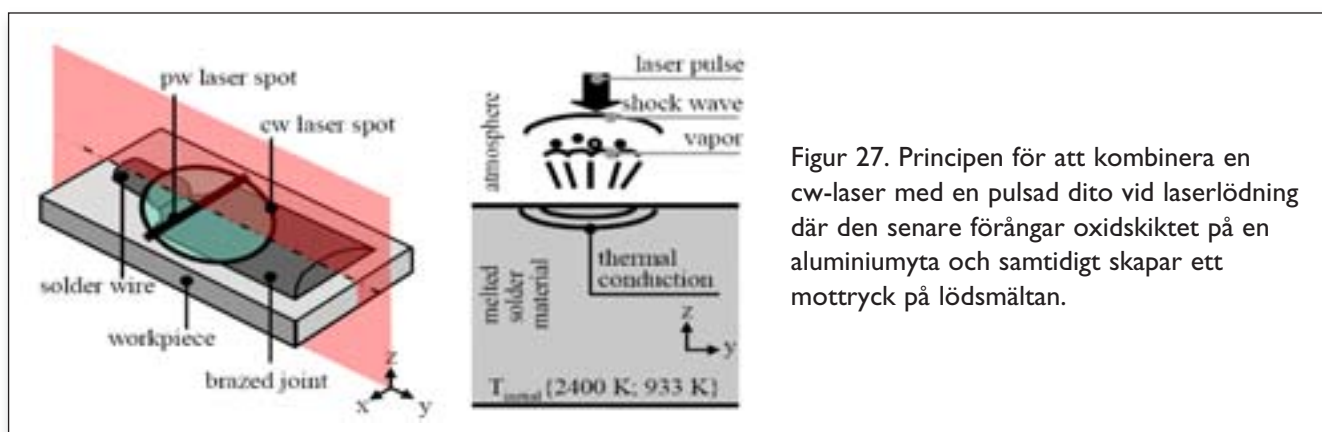
något som ofta är orsaken till uppkomsten av defekter vid laserlödning om fokuspunkten ligger något förskjutet i förhållande till fogen [Figur 26].

Att löda aluminium utan användning av hälsovådliga, kemiska fluxmedel var ämnet för Dr. Donsts andra presentation. Lösningen gick ut på att man kombinerade cw

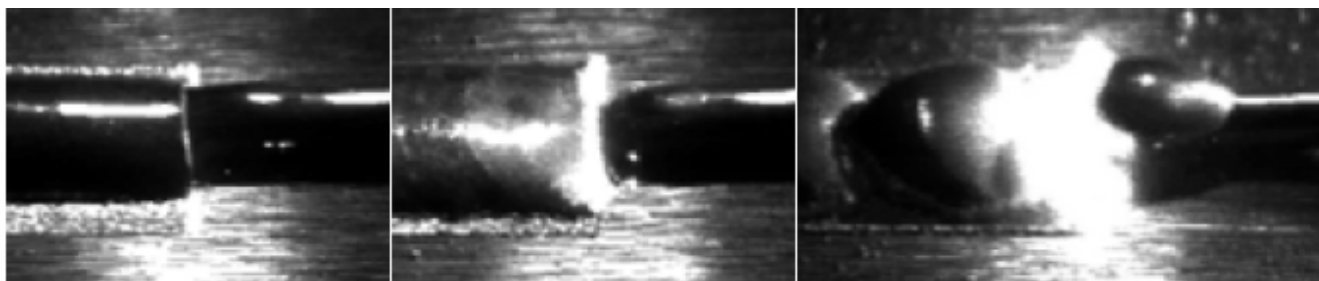
[continuous wave] -laserstrålen för lödprocessen med en andra, pulsad [pw] laser med 40 kHz frekvens som förångade bort oxidskiktet på aluminiumytan samtidigt som energin skapade ett mottryck på smältan så att den kunde sprida sig över en större yta [Figur 27]. Denna fokuspunkt hade formen av en linje med 3,5 mm utsträckning för att kunna



Figur 26. T.v. toppytorna av två laserlödda fogar där fokuspunkten positionerats precis över fogen längst t.v., medan den andra processats med en 0,4 mm förskjutning. T.h. bilder från NIR-kameran som illustrerar processtabiliteten i de två fallen.



Figur 27. Principen för att kombinera en cw-laser med en pulsad dito vid laserlödning där den senare förångar oxidskiktet på en aluminiumyta och samtidigt skapar ett mottryck på lödsmältan.



Figur 28. Effekten av olika pulsenergier: längst t.v. för låg effekt som medför utebliven vätning, i mitten en optimalt anpassad effekt, och t.h. en för hög topp effekt vilken åstadkommer en ojämn lödfog.

avverka ett rimligt stort område, medan fokuspunkten för lödprocessen var satt till en diameter på 3 mm. 950 W lasereffekt hade använts för att löda material i legeringen AlMgSi med hjälp av tillsatstråd i form av AlSi12. Framföringshastigheten var 1 m/min och samma hastighet hade valts för trådmattningen. Dr. Donst

påpekade hur viktigt det var att välja "rätt" pulseffekt. Om den sattes för låg erhöles inte den önskade avverkningen av oxidskikt varför vätningen mellan lod och grundmaterial uteblev. Om den å andra sidan valdes för hög fick man en form av uppsmälta klumpar [Figur 28]. Nästa steg kommer att bli att utveckla ett

verktyg som i sig integrerar de båda laserstrålarna.

Här slutar första delen av min redogörelse av intrycken och nyheterna från ICALEO® 2009, men i LaserNytt 2-10 återkommer jag med fortsatt spännande information, då främst rörande lasersvetsning och laserborrning! ☺



**Laser Institute
of America**
Laser Applications and Safety



Höganäs utvecklar laser- påsvetsning med 4 kW diodlaser

av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Höganäs AB, ett anrikt svensk företag grundat redan 1797 var värd för årets Laserseminarium "Konstruerar för Laser" den 18 mars som hade lockat 9 deltagare. Höganäs är världsledande tillverkare av metallpulver med en produktion av 400 000 ton järnpulver och ca 10 000 ton höglegerat pulver. Man satsar nu på att lära sig med hur deras pulver ska användas inom laserbearbetning och har därför köpt och installerat en 4 kW direktverkande diodlaser i sitt utvecklingslaboratorium. Vår värd, Ingrid Hauer ansvarar för laserverksamheten på Höganäs.

– Vi har 1400 kunder i 65 länder, berättar Hans Söderhjem, vice vd med ansvar för marknad och produktutveckling och vi förser dom med 1500 olika produkter. Av dom så är ca 100 basprodukter. Vi är forskningsintensiva och har 500 patent. Omsättningen 2008 var 6103 MSEK och vinsten 483 MSEK. Men efter att ha haft en svår tid är vi nu tillbaka till samma läge som före krisen.

Höganäs har ca 1500 anställda varav ca 100 arbetar med forskning och utveckling. Och man har vandrat en lång väg sedan 1797 då verksamheten startade i och

med att man öppnade en kolgruva. År 1825 så började man tillverka saltglaserade krus, vilket man kanske är mest känd för hos gemene man i Sverige, men den tillverkningen är avvecklad. 1910 så öppnade den första fabriken för tillverkning av järnsvamp som var råvara till stålverk. Den följdes 1946 av den första fabriken för järnpulver och sen har utvecklingen malt på. Den första atomiseringsfabriken startade 1969 och det är nu den dominerande tillverkningstekniken hos Höganäs. Man finns nu över hela världen med fabriker i bland annat USA, Kina och Brasilien. I Sverige har man fabriker i Höganäs och Halmstad.

– Vi ligger långt bak i utvecklingskedjan, säger Hans, men vi arbetar mycket aktivt med slutanvändarna av våra produkter för att veta vad vi behöver göra för att förbättra våra produkter. De används till vitt skilda områden som pulvermetallkomponenter, mjukmagnetiska komposit (Soft Magnetic Composites, SMC, som är det etablerade namnet för metallpulverkomponenter med 3D-magnetiska egenskaper), ytbehandling, pulver för kemiska och metallurgiska processer, tillsatsmaterial till till exempel svetselektroder samt för filtertillverkning.

– Vi måste veta hur man tillverkar pulvermetallkomponenterna. Ja, vi måste vara bättre än kunden på detta, fortsätter Hans Söderhjem. Normalt sett är det billigare med sintrade komponenter och det stora användningsområdet finns inom området medium styrka och medium toleranser. Komponenterna innehåller porer

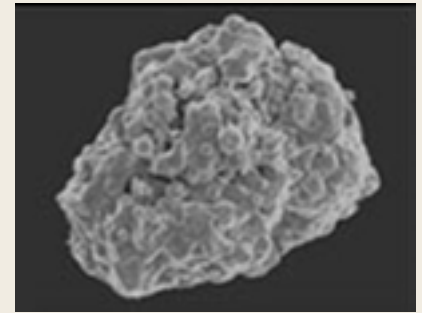
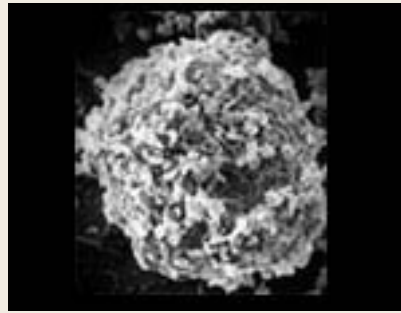
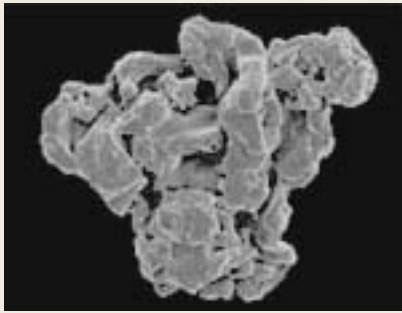


Ingrid Hauer, vår värd under Laserseminariet "Konstruera för laser"

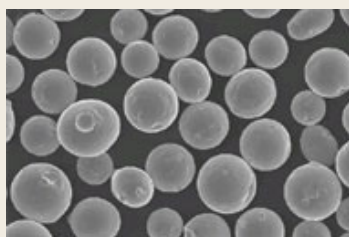


Hans Söderhjem, vice vd med ansvar för marknad och produktutveckling berättade om Höganäs historia och verksamhet





Tre olika pulverprodukter från Höganäs, fr.v. järnsvamp, Distalloy® och Starmix®. Järnsvamppulvrets irreguljära form ger hög styrka i pulverkroppen och är lämplig för komponenter av medium hållfasthet med fina toleranser. Distalloy är en familj av atomiserat eller järnsvamppulver med olika grad av termiskt bundna (genom diffusion) legeringselement som nickel, koppas och molybden och används för högpresterande komponenter. Starmix är en speciell pressfärdig blandning baserad på olika järnpulver kvaliteter som ger högre tillverkningshastighet och bättre toleranser.



Pulver för ytbeläggning (t.v.); laserpåsvetsning med tekniken att blåsa pulvret från sidan.

vilket är kritiskt för utmattningshållfastheten.

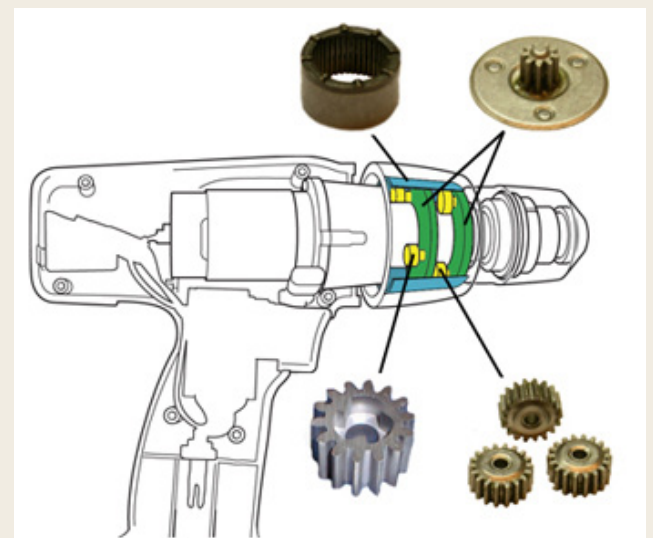
Nästan 80% av världens samlade tillverkning av järn- och stålpulver används till sintrade metallpulverkomponenter. De tillverkas genom att man pressar en pulverkropp som sedan sintras. Över 40 miljoner sintrade komponenter tillverkas varje dag till en mängd olika applikationer inom fordons-, verktygs- och annan industri.

I oktober 2009 öppnade Höganäs ett "Power of Powder Centre", POP Center, för att utveckla pulverteknologin tillsammans med sina kunder och användare av pulvermetallurgiska produkter.

– I POP Center kan vi utveckla och konstruera verktyg, göra FEM analyser, tillverka prototyper och utmattningstesta dessa, säger Hans Söderhjelm. Vårt mål är att kunna tillverka ett transmissionskugghjul av pulver, vilket är det värsta tillämpning som finns. Vi har köpt en egen SMART-bil och sponsrar också en rallybil för att testa och utvärdera möjligheterna.

Pulver för laserbeläggning

Ytbehandling är det område för Höganäs där lasertekniken är intressant. Man tillverkar en mängd olika pulverkvaliteter som järn-, nickel-, kobolt baserade pulver med hårdheter från 200 till 1 000 HV.



Skruvdragare med sintrade komponenter i planetväxeln

– Vi ser laserbeläggning som en jättemöjlighet säger Hans Södergren, trots att man använder mindre mängd pulver jämfört med andra ytbeläggningsmetoder. Men vi har lärt oss att inte "jobba mot tekniken".

Mjukmagnetiska kompositerna är ytterligare ett intressant område som man har arbetat med i 15 år hos Höganäs. Det ger bland annat möjlighet till att tillverka kompakta och starka el-motorer med hög verkningsgrad. ABB gör motorer av detta material. När man tillverkar linjärmotorer kan man minska antalet komponenter från 1 300 till 5.

– Vi tror på en framtida marknad i el-bilar fortsätter Hans. Med SMC kan man tillverka en el-motor med 20 cm diameter med 60 kW effekt som väger mindre än 15 kg. En cykelmotor på upp till 1 kW är också mycket intressant. Tänk att bara i Kina säljs 24 miljoner el-cyklar varje år!!

– Vi ser området så intressant att vi har öppnat "Höganäs Design Centre" för att utveckla el-motorer



Ingrid Hauer och Marcus Dahlström visar den 4 kW diodlaser som används i utvecklingsarbetet inom Höganäs för intresserade "lasergurus".

och här samarbetar man med bland annat University of Newcastle avslutar Hans Söderhjelm sin presentation.

Högeffekt diodlaser i utvecklingslaboratoriet

I utvecklingslaboratoriet vid Höganäs arbetar man intensivt med att förbättra sina produkter för att klara kundernas krav på användbarhet i de olika processer där pulvret används.

Laserlaboratoriet är nytt sedan ca ett år tillbaka och här arbetar man just nu med att lära sig tekniken och testa sina olika pulverkvaliteter. Man har köpt en 4 kW Coherent diodlaser med våglängd 808 nm för ändamålet. Den sitter på en 6-axlig industrirobot och man använder normalt en strålstorlek på ca 10x1 mm vid påsvetsningen.

– Laserspåsvetsning ger ca 5% uppblandning jämfört med 15% vid PTA (Plasma Transfer Arc), berättar Markus Dahlström, som är tekniker i laserlabbet. Vi ska göra en demonstration med Co-bas pulver och använder då ett flöde på 40 g/min och påsvetshastighet 5 mm/s med Argon som skyddsgas.

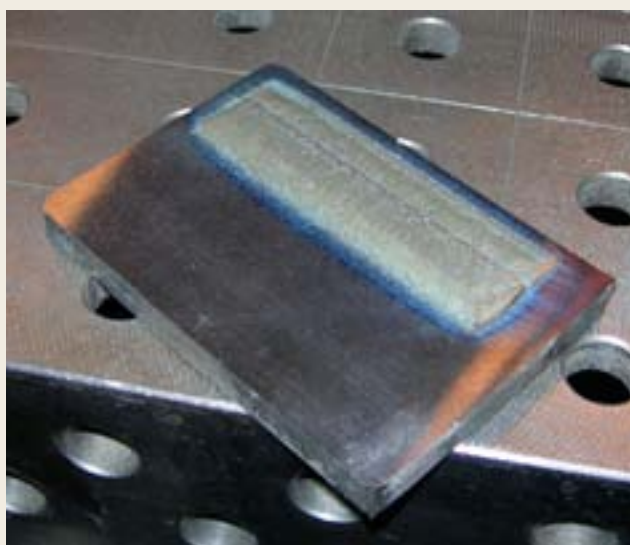
Men laserspåsvetsning har en tuff konkurrent i den traditionella PTA-påsvetsningen.

– Med Stellite 6 pulver kan vi påsvetsa 5 kg/timme berättar Kari Westerling, som arbetar med processutveckling. Metoden används för att ytbelägga till exempel ventiler, axlar, skruvmatare.

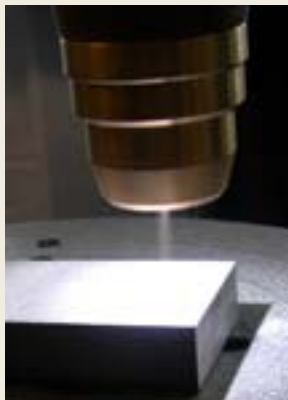
Med PTA-påsvetsning kan man belägga 30-40 mm breda strängar med oscillerande process.

Rundvandring i pulverfabriken

Höganäs tillverkar ca 1 500 olika pulverprodukter. Vi får följa med Ove Mårds, som ansvarar för materialutveckling, på en rundvandring i fabriken och för den



Laspåsvetsning med 4kW diodlaser. Pulvermatning sker med en "gravity feeder" med flöde 40 g/min, men den ska ersättas med en ny utrustning. Påsvetsning av större ytor sker i flera strängar med ett visst överlapp.



Kari Westerling berättar om PTA-påsvetning och demonstrerar den koaxiella pulvermatningen. T.h. PTA-påsvets.



Ove Mårs, vår guide på rundvandringen i fabriken, berättar här om det stora (mörka) sliglagret som finns inomhus, allt för att ge bästa förutsättningar för att kunna tillverka pulver av högsta kvalitet.

oinvigde blir detta en överraskande upplevelse. Allt är stort och väldigt, en högt automatiserad processindustri och så måste det vara om man ska kunna tillverka 400 000 ton järnpulver per år.

För att tillverka järnsvamp pulver så fyller man speciellt utformade "rör" av kiselkarbid med en reduktionsmix av kol, kalk och järnslig av magnetit (Fe_3O_4), som huvudsakligen hämtas från Malmberget. För att få bra pulver måste sligen vara av hög kvalitet och den torkas, mals och siktas innan den kan användas i reduktionsmixen.

Rören placeras på vagnar som sen får passera genom 260 m långa ugnar (det finns fem stycken och varje ugn rymmer 105 vagnar) för att reducera mixen till ca

Laserseminariet "Laserteknik – möjligheternas teknik" handlar om konstruktion för och användning av laserteknik med inriktning mot svetsning och skärning. Rubrikerna i seminariet är:

- * Orientering om industriell laserteknik och användningsområden; Hans Engström, LTU
- * Tänk laser redan vid konstruktionsstadiet; Johan Elster, Bystronic AB
- * Konstruera för lasersvetsning – erfarenheter från bilindustrin; Johnny K. Larsson, Volvo Cars
- * Hur används laser i industrin – industriella tillämpningar, Tore Salmi, Permanova Lasersystem AB, Hubert Wilbs, Trumpf Maskin AB

Syftet med seminariet är att ge deltagarna grundkunskaper i allmän laserteknik och processerna skärning och svetsning, samt tips och idéer om hur man som konstruktör eller produktionstekniker kan utnyttja teknikens fördelar.

Seminariet hålls årligen under mars månad hos någon intressant laseranvändare som presenterar sin verksamhet.

90 % rent järn. Det tar tre dygn för ett rör att gå igenom ugnen; ett dygn för uppvärmning, ett dygn för reducering och ett dygn för avsvälning.

Efter reduktionen så mals järnsvampen en gång och därefter får den passera genom en bandugn som i princip ger rent järnpulver efter processen. Pulvret lagras i 1 ton säckar som är fordrade med aluminium som fuktspärr. Ove Mårs berättar att kvalitetssystemet och kontrollen är mycket omfattande för att garantera högsta kvalitet till kunderna.

Rundvandring fortsatte sedan i Distaloy-verket. Lasergruppen tackar för en intressant dag med många upplevelser. Mer information: www.hoganas.com ☺

Påsvetsning med högeffekts direktdiod-lasrar

av Keith Parker, Sr. Business Development Manager, Coherent Inc.

Översättning och inledning:

Tore Salmi, Permanova Lasersystem AB, Mölndal.

Lasergruppen höll denna gång sitt årliga seminarium "Laserteknik – möjligheternas teknik" hos nyblivne medlemmen Höganäs AB i Höganäs, den 18 mars. Höganäs AB levererar material i pulverform till användare världen över, bland annat för att optimera komponenters nötnings- och korrosionsbeständighet mha olika ytbehandlingstekniker. För att utvärdera påsvetsning med laser i detta sammanhang, har man till sitt materiallab skaffat en

4 kW diodlaser från Coherent, och en robot.

En av deltagarna i seminariet, Duroc Engineering, med bas i Umeå, har under många år använt laserpåsvetsning i sin legoverksamhet, med både CO₂-laser (från Rofin-Sinar resp Trumpf), och på senare tid även med en IPG fiberlaser (mobil systemleverans från Permanova Lasersystem AB).

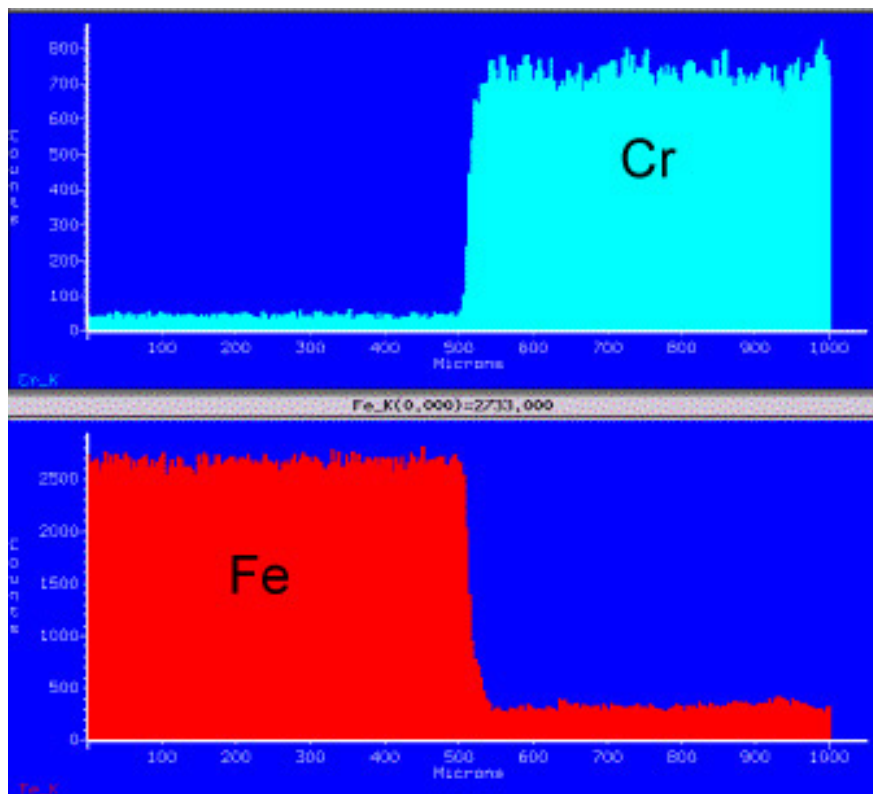
Diodlasern antas växa på bekostnad av andra lasertyper inom påsvetsning med laser. Bland lasertillverkare som har produkter för detta område märks Coherent, IPG, Laserline, Rofin-Sinar och Trumpf. I denna artikel ger Keith Parker, Coherent, sin syn på laserpåsvetsning med diodlaser i form av ett sk

"white paper", givetvis ur ett Coherent-perspektiv, och med jämförelser även med andra icke laser tekniker.

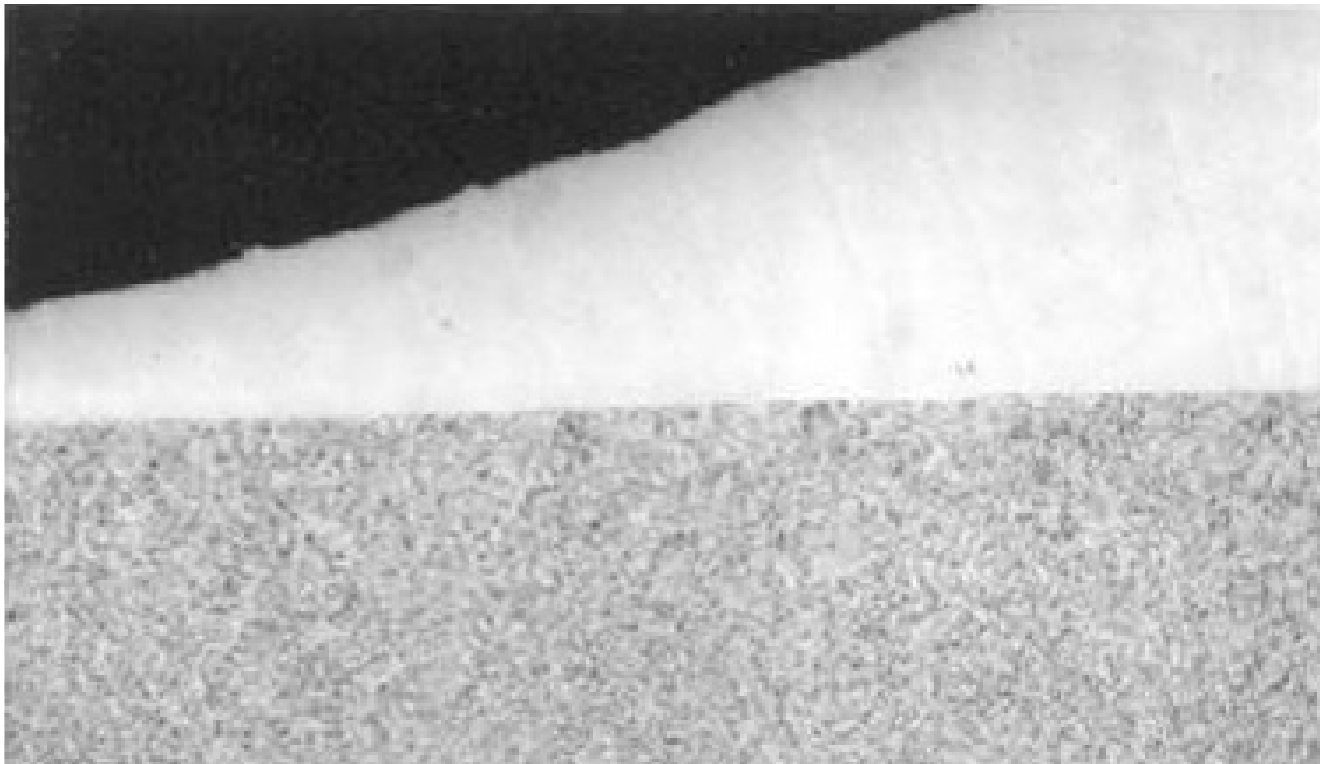
Påsvetsning med högeffekts direktdiod-lasrar

Påsvetsning är en väl etablerad process som används inom flera olika industrier för att förbättra egenskaper i och nära ytan (till exempel nötning, korrosion eller värmebeständighet) av en komponent, eller för att återställa ytan hos en komponent som blivit sliten genom användning. Påsvetsning inbegriper typiskt skapandet av en nytt ytskikt med en annan sammansättning än basmaterialets, i motsats till härdning, som endast innebär en ändring av substratet självt i ett tunt ytskikt. Det finns för närvarande ett ganska stort antal olika tekniker för påsvetsning, var och en med sina specifika egenskaper med avseende på använda material, kvaliteten hos det påsvetsade lagret och olika praktiska frågor inkluderande genomloppshastighet, processkompatibilitet och kostnad. Laserbaserade processer hör till dessa tekniker, men deras implementering har begränsats av både kostnad och olika implementeringsfaktorer.

Under de senaste åren har en ny typ av påsvetsningsverktyg baserat på högeffekts direktdiodlasrar blivit tillgängligt. I många avseenden erbjuder denna teknologi överlägsen påsvetskvalitet, reducerad värmetillförsel, minimal komponentdeformation, och enklare implementering än traditionell teknologi, samtidigt som den ger lägre driftkostnader och enklare implementering än andra laserbaserade metoder. Denna artikel ger en introduktion till högeffekts



Figur 1. SEM linje scanning av C22 påsvetsad med en högeffektsdiod laser vidt 4 kW och 0.5 m/min.



Figur 2. Foto av påsvetstvärsnitt visar mycket liten utspädning av substratmaterialet.

direktdiod-laserteknologi och dess användning för påsvetsning. Speciellt jämförs kapabiliteter och egenskaper hos direktdiodlasrar med såväl traditionella metoder som alternativa laserteknologier. Flera exempel på påsvetsning presenteras också.

Traditionella påsvetsprocesser

Nuvarande påsvetsteknologier kan översiktligt delas in i tre kategorier; dessa är bågsvetsning, termisk sprutning och laserbaserade metoder. Var och en av dessa metoder har sina fördelar och begränsningar, vilket resulterat i att det finns vissa typer av tillämpningar för vilka vardera metoden är mest lämpad.

Det finns flera olika bågsvetstekniker, såsom wolfram gasbågsvetsning (TIG), plasmabågsvetsning (plasma), plasmaöverförd bågsvetsning, gas metallbågsvetsning, under pulverbågsvetsning och flera andra. I alla dessa processer skapas en båge för att smälta basmaterialet, vanligtvis under skyddsgas. Påsvetsmaterialet tillförs i form av antingen tråd eller pulver, och smälts också av bågen,

och bildar därmed det påsvetsade skiktet. De olika utförandena av detta grundläggande tillvägagångssätt skiljer sig i detaljer som att använda tillsatsmetallen som elektrod, att använda flussmedel, eller möjligheten att använda en varm (förvärmad) eller kall tillsatsstråd.

I allmänna termer ger alla svets-tekniker en helsvetsad metallurgisk bindning med hög styrka, goda stötegenskaper och låg porositet. Bågsvetsmetoder ger också höga depositionshastigheter (vilket innebär hög produktivitet) och relativt låg kapitalkostnad för utrustningen.

De största nackdelarna med båg-påsvetsning är hög värmetillförsel till komponenten, och, beroende på omständigheterna, relativt hög utspädning av påsvetsmaterialet (det vill säga oönskad uppblandning av basmaterial i det påsvetsade skiktet). Värmetillförsel till en komponent kan orsaka mekanisk deformation, vilket kan kräva ytterligare bearbetning efter påsvetsning. Det kan också få lättflyktiga legeringselement att förångas, vilket kan resultera i

ythärdning av vissa material. Dessutom är det inte alltid möjligt att realisera de höga depositionshastigheter som bågsvetsprocesser teoretiskt kan klara. Detta beror på att utspädning, värmetillförsel, distorsion, hårdhet och andra metallurgiska egenskaper ibland påverkas negativt när båg-energin höjs över en optimal nivå som generellt ligger i den lägre delen av depositionshastighetsområdet.

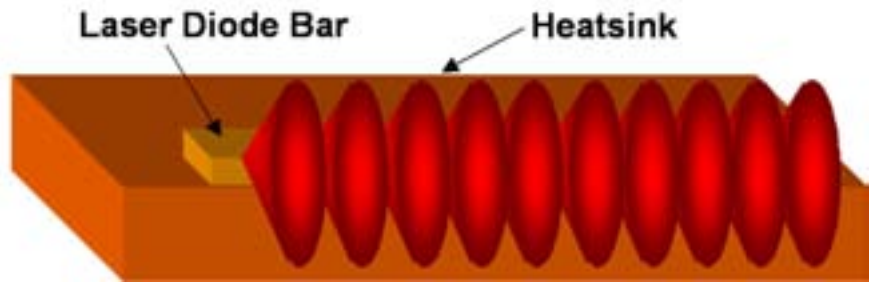
Vid termisk sprutning smälts påsvetsmaterialet, i pulverform, av en flamma eller elektricitet, och sprutas sedan på arbetsstycket. I de flesta fall är det en process med låg värme, typiskt <200°C. De fyra vanligaste formerna av denna metodik är flamsprutning, bågspjutning, plasmaspjutning och höghastighets syrgasförbränning (HVOF).

Primära fördelar hos alla termiska spruttekniker är den låga värmetillförseln till komponenten, vilket betyder att det inte finns någon värmepåverkad zon och att utspädningen är minimal. Det gör det också möjligt att använda processen för många olika substratmaterial inkluderande

Single Laser Diode



Laser Diode Bar

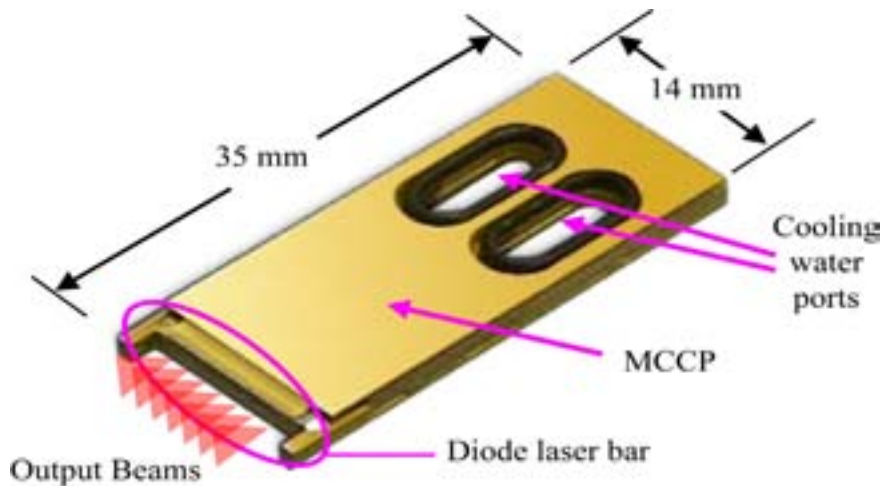


Figur 3. Diodlaser-rader bestående av multipla enskilda emitterar på ett enkelt monolithiskt substrat, där var och en producerar en divergent ljuskon.

metaller, keramer och till och med plaster. Termisk sprutning har också ett mycket brett processfönster vad beträffar de beläggningstjocklekar som kan uppnås och möjliga depositions-hastigheter. Typiskt är termisk sprutning relativt enkel och billig att implementera.

Den största nackdelen med termisk sprutning är att bindningen mellan det påsvetsade skiktet och substratmaterialet är mekanisk, inte metallurgisk, till sin natur. Detta kan leda till problem med vidhäftningen och dålig nötningsbeständighet, speciellt vid punktbelastning. Därutöver är termiskt sprutade påsvetsar typiskt starkare mot tryck- än drag-spänning, och uppvisar ofta en viss porositet.

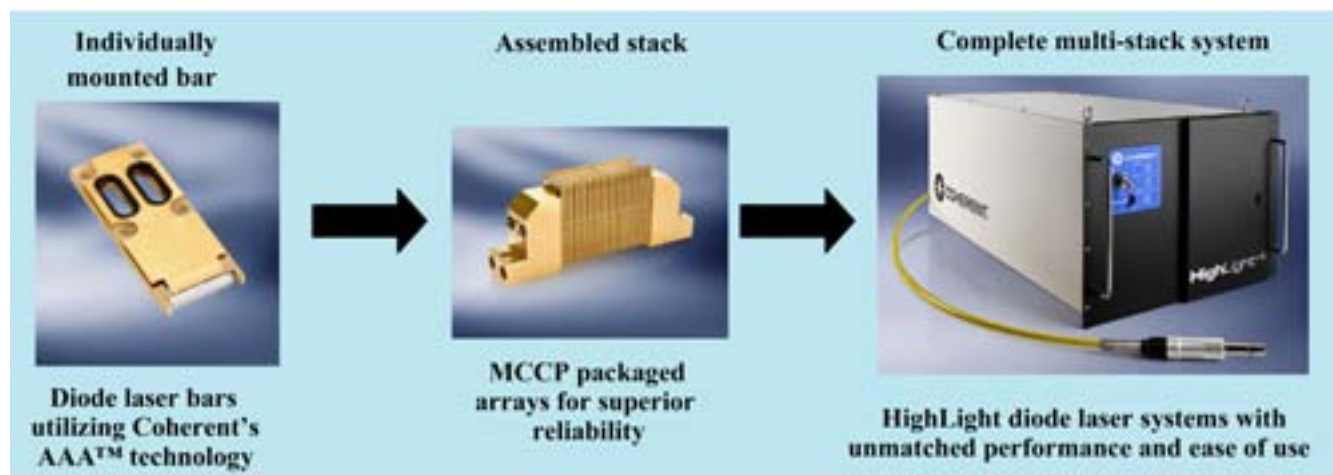
Laserpåsvetsning ger typiskt en påsvetsning med hög kvalitet med extremt låg utspädning, låg porositet och god ytjämnhet, som man kan



Figur 4. En enskild diodlaser-rad monterad på en MCCP.

se på diagram, figur 1, och foto, figur 2. Dessutom tillför laserpåsvetsning minimalt med värme till komponenten, vilket till stor del eliminerar deformationer och behovet av efterbearbetning. Den undviker också förlust av legeringselement

eller härdning av basmaterialet. Dessutom ger den snabba naturliga kylning som uppstår vid laserpåsvetsning en fin kornstruktur i det påsvetsade skiktet, vilket tenderar att förbättra korrosionsmotståndet. Med undantag för CO₂-laser kan laseref-



Figur 5. Enskilda diodlaser-rader kombineras till stackar, och multipla stackar monteras i system med endera fast optikutgång eller fiberutgång.

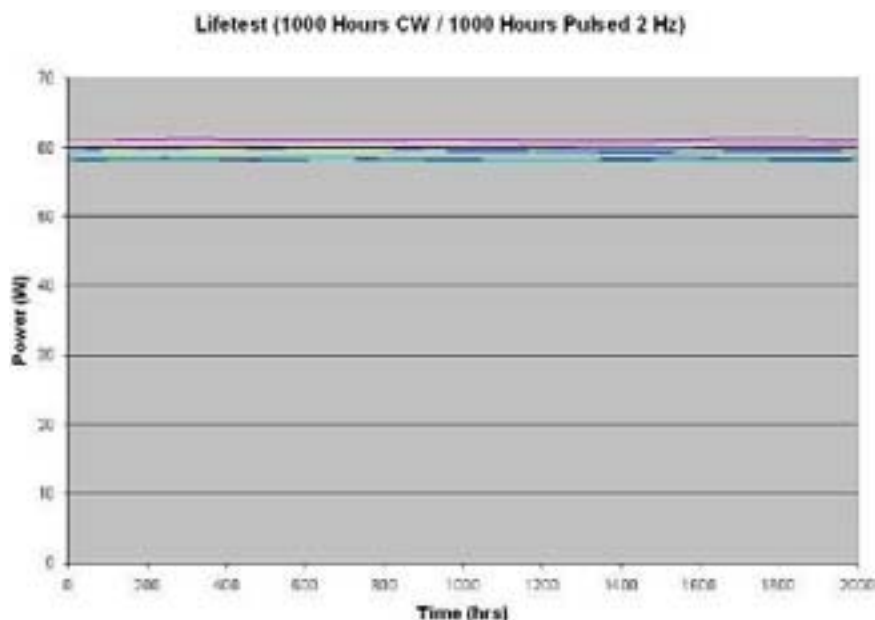
fekten överförs via fiber, vilket ger en stor flexibilitet i hur processen kan implementeras.

Laserpåsvetsning liknar konceptmässigt bågsvetsmetoder, men i detta fall används lasern för att smälta substratets yta och påsvetsmaterialet, som kan vara i form av tråd, band eller pulver. Lasersvetsning utförs allmänt med CO₂-laser, olika typer av Nd:YAG-lasrar och på senare tid med fiberlasrar.

Begränsningarna hos laserpåsvetsning är i huvudsak av praktisk natur. I synnerhet är kapitalkostnaden högre än för andra påsvets-tekniker, och utrustningens fysiska storlek kan göra det svårt att integrera den i vissa produktionsuppställningar. Detta kan vara speciellt sant för CO₂-lasrar, vars infraröda ljus inte kan levereras via fiber. Detta gör det nödvändigt att lasern ställs upp i arbetsstyckets närhet. Dessutom är de flesta metaller mera reflekterande vid CO₂ laserns infraröda våglängd (10,6 µm), vilket resulterar i en lägre processverkningsgrad för denna lasertyp. Slutligen når laserpåsvetsningen i många fall inte upp till de depositionshastigheter som är möjliga med bågsvetsning (låt vara vanligtvis på bekostnad av påsvetskvalitet vid snabb bågsvetsning).

Högeffekts direktdiod-lasrar

Laserbaserade påsvetstekniker erbjuder (åtminstone teoretiskt) flera kvalitets- och processrelaterade fördelar över metoder både med bågsvetsning och termisk sprutning. Emellertid har traditionella lasertyper inte alltid levererat "enligt teorin", och har också visat märkbara nackdelar vad gäller egenskaper, driftkostnader och enkelhet vid implementering. Som svar på behovet av en mera optimal källa för denna applikation, har man nyligen introducerat påsvetsningssystem baserade på högeffekts direktdiodlaser-teknologi.



Figur 6. Tester indikerar 20 000 timmar MTBF för Coherent MCCP diodlasrar vid till/från-cykling.

Diodlasern är en halvledarkomponent som direct omvandlar elektrisk energi till laserljus. Typiskt ger högeffekts diodlasrar ut effekt i nära infrarött-området, vanligtvis vid antingen 808 nm eller 975 nm. En typisk enskild diodlaseremitter ger som mest några watt i uteffekt. Emellertid kan många emitterar tillverkas på ett singel monolitiskt halvledarsubstrat eller "rad" med en total uteffekt så hög som 100 W, se figur 3. Dessa linjära rader kan i sin tur kombineras i horisontella och vertikala lager för att producera direktdiodlasersystem med en total uteffekt i multi-kilowattområdet.

Den ringa storleken hos diodlasrar gör dem lättare att integrera i arbetsstationer. Det betyder också att de producerar sin förlustvärme inom ett fysiskt relativt litet område. Detta medför att de kan kylas effektivt med en liten volym av cirkulerande vatten och en kylvanhet.

Fotot, figur 4, visar en monteringskonfiguration för diodlaserrader kallad ett "mikro kanal kylt paket" (Micro Channel Cooled Package, MCCP). Här är diodlaserraden monterad på en platta som innehåller interna kanaler för

vattencirkulation. MCCP:n har två stora vattenanslutningar, en in och en ut, som vardera har en o-ring nära änden. Dessa o-ringar ger en vattentät försegling när två MCCP:n placeras mot varandra, yta mot yta. Detta gör det möjligt stapla ihop multipla MCCP:n och cirkulera vatten genom hela monteringen. Fotot på föregående sida, figur 5, visar uppskalningen av effekt från enskild MCCP monterad diodlaser via monterad "stack" till en integrerad "multistack" montageenhet som kan leverera så mycket som 4 kW lasereffekt.

Kommersiella diodlasersystem

Nu tillgängliga högeffekts diodlasersystem erbjuds i två olika konfigurationer, nämligen med fast optik-utgång och med fiberutgång. Fast optik-system ger för närvarande effekter upp till 4 kW vid 808 nm, se figur 7. Deras utgångsstråle är vanligen i form av en lång, smal linje på ca 1 mm x 12 mm i fokus. Det finns optiska tillbehör som gör det möjligt att forma om strålen för att bättre möta specifika applikationskrav.

Effekten från fiberutgångar ligger i området från 1 till 10 kW, med



Figur 7. Existerande högeffekt direktdiodlasersystem exemplifieras med Coherent HighLight 4000L (t v) som ger 4 kW (linjeformad) uteffekt mha fast optik, idealisk vid påsvetsning av stor yta och med hög depositions hastighet, och Coherent HighLight 1000F (t h, som ger 1 kW uteffekt via fiber, vilket bäst passar för precisions-påsvetsning av komponenter med varierande geometri.

fiberstorlekar från 200 μm till 1 mm, beroende på effekten. Kombinationen av liten storlek och fiberutgång (fiberlängder från 10 m till 50 m) gör denna produkt särskilt enkel att införa i industriella miljöer, där utrymme och tillgång till elektricitet och vatten kan vara ett problem.

Högeffekts diodlasersystem ger fördelar vad beträffar tillförlitlighet och enkelhet att integrera jämfört med de flesta andra lasertyper. Exempelvis visar nästa diagram, figur 6, uteffekten från 10 olika laserrader när de slås till/från över 20 000 000 gånger, vid en växlingsfrekvens på 2 Hz. Dessa speciella testförhållanden valdes för att återspegla till/från cykelkrav för många materialbearbetningsprocesser från verkliga livet. Notera att där inte finns någon signifikant effektminskning över de 2 000 timmarnas testperiod för någon av enheterna, och dessa resultat kan extrapoleras matematiskt till en projicerad livslängd på åtminstone 20 000 timmar för dessa stackar. Dessutom har vi på Coherent inte sett några diodstack-haverier på grund av korrosion eller erosion i vår MSCP-arkitektur under 10 års verklig industriell drift.

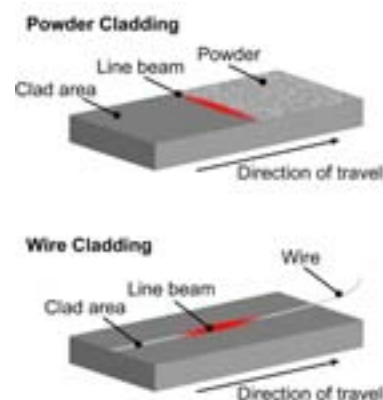
Uteffekten från båda typerna av högeffekts diodlasersystem är sär-

skilt väl lämpad för kraven vid laserpåsvetsning. Eftersom den area på arbetsstyckets yta som belyses av laserstrålen typiskt är smalare än den yta som ska påsvetsas, förflyttas vanligtvis strålen över arbetsstycket. I fallet med pulverbaserad påsvetsning och fast optik-system, se figur 8, är linjestrålens långa axel (12 mm) orienterad vinkelrätt mot rörelseriktningen, vilket möjliggör snabb bearbetning av stora ytor. Alternativt är det vid påsvetsning med trådtillförsel vanligtvis fördelaktigt att orientera strålen så att den korta axeln är i rörelseriktningen. Utöver processeffektivitet gör denna konfiguration det möjligt för den bakre delen av linjen att jämna ut svetsen, på liknande sätt som en ”följepistol” används vid TIG eller plasma processerna.

Fiberutgång erbjuder också fördelarna av flexibilitet och fjärråtkomst. Den lilla fläckstorlek som är möjlig vid fiberöverföring gör detta särskilt attraktivt för precisionspåsvetsning av små ytor eller komplexa geometrier.

Fördelar vid påsvetsning med diodlaser

Högeffektsdiodlasersystem ger unikafördelar vid påsvetsning, jämfört med nu tillgängliga andra teknolo-



Figur 8. Typiska konfigurationer för pulver- och trådpåsvetsning med linjeformad stråle från ett högeffekts diodlasersystem.

gier. När man jämför med bågsvetsmetoder, erbjuder diodlasersystem lägre distorsion på grund av värme, reducerad utspädning (typiskt <4%), lägre porositet (<1%) och bättre ytjämnhet. Tillsammans eliminerar dessa fördelar i stort sett behovet av efterbearbetning med tillhörande kostnader i form av tid och pengar. Den höga kylhastigheten med diodlaser ger en finare kornstruktur i påsvetsskiktet, vilket leder till ett bättre korrosionsmotstånd. Dessutom gäller dessa fördelar generellt oavsett effektnivå, och därmed depositions hastighet; till skillnad från flesta bågsvetsmetoder, där påsvetskvaliteten tar stryk vid stigan-



Figur 9. Tryckrulleaxel påsvetsad med Höganäs C22 Hastelloy.

de effekt och depositions hastighet. Slutligen kan man med fastoptiklaser bearbeta stora ytor snabbt med en hög grad av kontroll över påsvetsad bredd och tjocklek.

Både tekniker med diodlaser och termisk sprutning undviker signifikant tillförsel av värme till komponenten, och minimerar utspädningen. I motsats till termisk sprutning bildar påsvetsning med diodlaser en sann metallurgisk bindning med basmaterialet. Resultatet blir en bättre vidhäftning och nötningsbeständighet. Dessutom begränsas vid diodlaserproducerade metallurgiska påsvetsbindningar den sprickbildning vid delaminering som så ofta associeras med mekaniska beläggningar.

Vid jämförelse med andra lasrar erbjuder diodlasersystem överlägsna

TRYCKRULLEAXEL – PÅSVETSPARAMETRAR

Substrat material	låglegerat kolstål
Påsvetsmaterial	Höganäs C22 Hastelloy
Lasertyp	Coherent Highlight 4000L
Lasereffekt	4 kW
Fläckstorlek	1 x 12 mm
Matningshastighet	0.6 m/min
Pulvermatningshastighet	25 g/min
Stegstorlek	8 mm
Påsvetsad tjocklek	0.5 mm
Process-noteringar	Helium-skyddsgas

AXELTAPP – PÅSVETSPARAMETRAR

Substrate material	High Alloy Steel
Cladding material	Inconel 625
Laser type	Coherent Highlight 1000F
Laser power	1 kW
Spot Size	1 mm
Process Speed	0.75 m/min



Figur 10. Laserspåsning av axeltapp med Inconel 625.

CLADDING PROCESS	POWER (KW)	DEPOSITION RATE (LB/HR)	EFFICIENCY (LB/KW•HR)	HEAT INPUT/ DISTORTION	NOTES
High Power Diode Laser	4	8	2	1	Powder Cladding Rate, Expect Greater Efficiency & Higher Deposition With "Hot Wire" and "Hot x 2"
CO ₂	5	5	0.95	1	Coaxial Cladding nozzle
Plasma Arc Welding (PAW)	10	15	1.5	3	500 amps x 15 volts, + "Hot Wire" Power
Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)	10	15	1.5	6	500 amps x 15 volts, + "Hot Wire" Power
Gas Metal Arc Welding (GMAW)	17	15	0.9	10	500 amps x 30 volts, 3/32" Wire
FCAW	17	20	0.9	10	500 amps x 32 volts, 3/32" Wire
Submerged Arc Welding (SAW)	32	50	1.6	20	1000 amps x 32 volts, 7/32" Wire, DC

Tabell 1. Diodlasern jämförd med andra påsvetsteknologier.

egenskaper och också ett antal praktiska fördelar. Ett skäl till detta är att diodlaserns kortare våglängd bättre absorberas av påsvetsmaterial än ljuset från Nd:YAG och i synnerhet CO₂-lasern. Detta betyder att en diodlaser kan smälta ett givet påsvetsmaterial med väsentligt lägre effekt än en CO₂-laser.

Dessutom ger diodlasrar väsentliga kostnadsbesparingar jämfört med andra lasertyper. Ett skäl till detta är att deras elektriska verkningsgrad (omvandling av tillförd elektrisk energi till användbart laserljus ut) är fyra gånger högre än för CO₂-lasrar, omkring tre gånger högre än för diodpumpade Nd:YAG-lasrar, och nära två gånger högre än för idag tillgängliga fiberlasrar. När man kombinerar detta med högre absorptivitet innebär det lägre driftkostnader, en mindre layout-yta och en högre depositionsverkningsgrad. Elkostnader reduceras ytterligare därför att diodlasern kan slås på momentant, det vill säga det finns ingen standby-förbrukning av el.

Ännu större besparingar kommer från lägre underhållskostna-

der, som är storleksordningar lägre för diodlasern jämfört med andra lasrar. Stilleståndstid på grund av underhåll minimeras också därför att den fysiskt kompakta diodlasern kan bytas mycket snabbare än skrymligare lasertyper, och utbyten kan till och med expedieras med kurirservice.

Vad beträffar processen ger den linjeformade strålen från en diodlaser med fast optik en fördel över uteffekten från andra lasertyper när stora ytor bearbetas. I synnerhet gör den det möjligt att producera breda plana påsvetsar med liten utspädning. Dessutom väter överlappande pass ihop bra för att ge en plan ytprofil, som kräver minimal efterbearbetning.

Ur praktisk synvinkel upptar den kompakta diodlasern en väsentligt mindre layout-yta än andra lasertyper, och tillåter därmed en högre flexibilitet för sitt montage och sin placering. Optionen med fiberöverföring erbjuder också möjligheten att placera lasern på avstånd från processen.

Tabell 1 summerar de huvudsak-

liga fördelarna med diodlasern jämfört med andra påsvetsteknologier. Här ser man tydligt att diodteknologin erbjuder en unik kombination av låg värmeförlust och hög processeffektivitet.

Typiska resultat

I figur 9 och 10 presenterar några typiska påsvetsresultat som erhållits med Coherent HighLight diodlasrar, och bör påvisa den kvalitet, kapacitet och flexibilitet som enkelt kan erhållas med denna processteknologi.

Sammanfattningsvis är högeffekts direktdiodlasrar en unik källa för påsvetsning som ger ett antal fördelar över såväl traditionell teknologi som andra laserkällor. I synnerhet ger diodlasrar en påsvetsning med hög kvalitet och utmärkta fysikaliska egenskaper, och en sann metallurgisk bindning, ändå utan signifikant värmeförlust till komponenten. Dessutom är de mer ekonomiska i drift än andra laserkällor för påsvetsning, och deras ringa fysiska storlek, med möjlighet till fiberöverföring (option) förenklar deras integration och användning. ☺



Mät och skyddsutrustning för industrilasrar

Aspect Photonics kan leverera högklassig mätutrustning för att mäta effekt, energi eller strålkvalitet hos er laser. Vi kan erbjuda ett brett utbud av instrument, anpassade till er lasertyp och vad för sorts mätning ni behöver göra, förutom medeleffekt och pulsenergi, även t.ex. strålprofil och M2-värden.

Gentec's "Flash" är den senaste nyheten för effektmätning av lasrar för industriella applikationer. Responstiden är dubbelt så snabb som de flesta nu tillgängliga instrument och aperturen är så stor som 55 mm. Den kan mäta upp till 3 kW.



Aspect Photonics levererar skyddsglasögon för de allra flesta lasrar på marknaden. Glasögonen finns för olika skyddsnivåer och kan levereras med flera olika typer av bågar för rätt skydd och bekväm passform.

Vi erbjuder även laserskydd i form av fönster, gardiner, skärmar eller barriärer för att avskärma er laserarbetsplats på ett säkert sätt.



Aspect Photonics är ett företag specialiserat på laserteknik. Förutom ovanstående tillbehör levererar också olika typer av lasrar för industriella applikationer inom t.ex. märkning, skärning och mikrobearbetning.

Välkommen till oss med din förfrågan!

Supporting bright ideas, for more than 15 years

Inbjudan till Lasergruppens studieresa i Tyskland, 26 – 28 oktober 2010

I juni 2005 arrangerade Lasergruppen en studieresa till Tyskland i samband med Lasermässan i München som blev mycket lyckad. I augusti 2007 gjordes en liknande resa till Finland, i anslutning till 11th Nordic Conference in Laser Processing of Materials (11th NOLAMP Conference). I år tänker vi göra en studieresa till Tyskland mellan den 26 – 28 oktober.

Studieresan kommer att inledas med ett besök på mässan EuroBlech 2010 i Hannover på förmiddagen den 26 oktober och avslutas med ett studiebesök på HIGH YAG Technologie GmbH i Stahnsdorf den 28 oktober, se bifogat program (pdf fil). Vid återkomsten till Hannover finns möjlighet till kompletterande messbesök under fredagen den 29 oktober.

Vi har förbokat hotellrum i Steinhude, ca 30 km från Hannover, (natten mellan den 26 – 27 oktober). Pris:

ca 100 EUR/natt inkl. frukost. Rummen betalas direkt till hotellet vid utcheckningen.

Rum kommer även att förbokas i Berlin (natten mellan den 27 – 28 oktober). Pris: ca 100 EUR/natt inkl. frukost. Rummen betalas direkt till hotellet vid utcheckningen.

För transport mellan de olika städerna kommer vi att chartra en buss som hämtar upp på mässan EuroBlech i Hannover den 26 oktober och lämnar av oss på Hannovers flygplats den 28 oktober ca kl 17 00. Vi kommer att ta ut en självkostnadsavgift på 1 500 kronor för kostnaden för bussen och chaufför. Avgiften faktureras. Luncher och middagar ingår inte i denna avgift utan var och en betalar för sig.

För anmälan och ytterligare information kontakta Per Westerhult på Svetskommissionen :
per.westerhult@svets.se

Program

Tisdagen den 26 oktober

09 30 Gemensam samling på Hannovers flygplats för tågtransport till EuroBlech 2010 (internationell mäsäa om plåtbearbetning). Rundvandring på mässan under dagen på egen hand.

Se även: www.euroblech.com

17 00 Busstransport till Vincentz Hannover för en reception samt en presentation av företaget.

Vincentz Hannover är ett publikationsförlag som även arrangerar tekniska konferenser, t ex laserkonferensen EALA (European Automotive Laser Applications)

Se även: www.vincentz.de/indexe.cfm

18 30 Gemensam middag i Hannover på genuin tysk restaurang.

20 30 Avresa till hotellet i Steinhude (ca 30 km från Hannover). Cirka en halvtimmes bussresa.

21 00 Ankomst till hotellet samt incheckning.

Onsdagen den 27 oktober

08 30 Busstransport till Hannover.

09 15 Besök hos forskningsinstitutet Laser Zentrum Hannover. Avslutning kl 12 00 med lunch.

Se även www.laser-zentrum-hannover.de

12 30 Busstransport till Wolfsburg. Cirka en och en halvtimmes resa (10 mil).

14 00 Guidad visning av VW Werk Wolfsburg där vi bland annat får se lasersvetsning.

Se även: http://de.wikipedia.org/wiki/Volkswagenwerk_Wolfsburg

17 00 Busstransport till Berlin.

20 00 Incheckning på hotell samt gemensam middag.

Torsdagen den 28 oktober

09 00 Besök på företaget Photon AG som bland annat är underleverantör till fordonsindustrin.

Företag är specialiserat på plåtbearbetning med hjälp av laserteknik.

Se även: www.photonag.com

11 00 Bussresa till Stahnsdorf för att göra ett besök på HIGH YAG Technologie GmbH.

Avbrott för lunch ca 11 30.

12 30 Ankomst till företaget HIGH YAG Technologie GmbH som tillverkar kompletta laserverktyg för material bearbetning.

Se även: www.highyag.de

14 00 Avresa till Hannovers flygplats (cirka 3 timmars färd, 27 mil) för hemresa till Stockholm och Göteborg.

17 00 Ankomst Hannovers flygplats. Flyg avgår till Stockholm och Göteborg via Köpenhamn kl 18 35.

Stan Ream vill se ett helt avgasfritt transportsamhälle i framtiden

av Johnny K Larsson, Volvo Cars

Applikationsinriktad laserforskning vid EWI [Edison Welding Institute, Columbus, OH] har i många år varit liktydigt med tandemparet Stan Ream och Paul Denney. När den senare flyttade bopålsarna till East Hartford och CCAT [Connecticut Center for Advanced Technology Inc.] blev Stan ensam ”herre på täppan”. Han har på senare år visat ett tilltagande intresse för bränslecellsteknik – ett nog så aktuellt område inom transportindustrin där man snart tvingas införa alternativ till bensin- och dieseldrivna motorer. Som varande en av de amerikanska pionjärerna då det gäller laserteknik finns naturligtvis lasersvetsning med i bilden då den gode Stan överväger lämpliga sammansättningsmetoder för framtida bränslecellspaket. Vid ICALEO 2009 i Orlando, FL, sammanstrålade författaren med sin gode vän varpå följande dialog utspann sig:

Hur blev Du involverad i det här med laserbearbetning vid tillverkning av bränsleceller?

Jag har arbetat med lasrar sedan tidigt 70-tal, och en av mina tidigare upplevelser, närmare bestämt 1973, var lasersvetsning av 10 mm tjockt rostfritt stål med en 15 kW CO₂-laser. Vid EWI har vi engagerats i bränslecellstekniken under den senaste femårsperioden med målsättningen att möjliggöra volymproduktion, något som blivit eftersatt i den allmänna forskningen kring bränsleceller. Alla önskar sig hållbara,

effektiva och prismässigt överkomliga tillverkningsmetoder, men man förbiser oftast de speciella krav som föreligger vid masstillverkning.

Kan Du beskriva exakt vad en bränslecell är för något och hur den fungerar?

Det finns hundratals koncept för bränsleceller, men kortfattat kan man beskriva dem som en apparat som konverterar vätgas och syrgas till elektricitet. Samtidigt som dessa grundämnen bildar vatten frigörs elektrisk energi. Hur man åstadkommer detta kan variera mellan olika bränslecellspaket, men de flesta som är avsedda för användning inom bilindustrin, består av många lager av tunna, bipolära enheter som byggs samman för att skala upp den elektricitet som utvinns. Principen är alltså snarlik den som ligger till grund för diodlasrar med hög effekt, där många så kallade ”bars” och ”stacks” byggs samman för att ge uteffekter i kW-området.

Sett till att det finns en mångfald koncept att tillverka bränsleceller på, ser Du någon universell utmaning då det gäller tillverkningen av desamma?

Tillverkningstekniker för bränsleceller har jag nog uppfattat som tämligen ”spretiga”, men det som slog oss för några år sedan var behovet av att kunna svetsa samman ett antal tunna metallbleck med hög hastighet. För många bränslecellsdesigner, som ”SO” [Solide Oxide] och ”PEM” [Proton Exchange Membrane] dök detta behov upp ett flertal gånger,

och fram till för några år sedan hade vi ingen lämplig svetsmetod att ta till.

Jag misstänker att det är här som lasertekniken kommer in i bilden?

Naturligtvis! Som jag nämnde tidigare byggs bränslecellspaketen inom bilindustrin upp i staplar där varje enskild bi-polär platta kräver mellan 1-2 meter svetsning. Därför kan det behövas upp till 300–500 meter svets bara för att tillverka en sådan stapel eller ”stack”. Detta behov har vi studerat vid EWI och kommit fram till att bästa sammansättningsteknik är lasersvetsning med hjälp av kristallasrar med hög strålkvalitet!

Hur snabb måste svetsprocessen vara för att lasersvetsning skall kunna bli ett rimligt alternativ?

Vi på EWI hjälpte U.S. Department of Energy med att fastlägga en ”Road Map” kring detta för ett par år sedan, och satte då upp ett målvärde på 50 m/min, något som vi lyckades åstadkomma ”med råge” med hjälp av lasersvetsning. Om man svetsar snabbare än så kommer man att drabbas av det välkända fenomenet ”humping” då svetsprocessen inte ”hinner med”. Och naturligtvis är svetshastigheten viktig för att hålla nere priset på bränslecellerna. Faktum är att den höga svetshastigheten också förbättrar



Stan Ream, EWI
Columbus, OH.

robustheten i processen. Det verkar som om höghastighetssvetsning med laser överbryggar de små variationer i passningar som förekommer mellan dessa tunna metallbleck.

Hjälper lasersvetsningen till att minska storleken på bränslecellerna?

Jovisst, det förhåller sig faktiskt så. Förmågan att kunna svetsa med en mycket fin och smal laserstråle möjliggör kompaktare och miniatyriserade konstruktioner samtidigt som bränslecellens verkningsgrad förbättras. Men dessa fördelar är dock sekundära i förhållande till svetshastighet och processrobusthet.

När tror Du det är realistiskt att förvänta sig ett paradigmskifte vid tillverkning av bränsleceller?

Den dag då det blir aktuellt att i stället för att tillverka några hundra enheter då och då, samma volym skall produceras inom loppet av en minut! Detta är naturligtvis ett stort steg som måste tas någon gång i framtiden, men det kommer inte att ske förrän det finns tvingande skäl till detta. Antingen att energipriserna rusar i höjden, staten går in med subventioner, eller att individen känner ett verkligt miljöengagemang för att minska sina koldioxidutsläpp – hursomhelst är det något som inte kommer att ske av sig självt.

Vilka är då fördelarna med bränslecellstekniken?

De potentiella fördelarna för bilindustrin, som är den i särklass största avnämaren för bränsleceller, är bättre energiutnyttjande och minskning av "växthusgaserna". Om man använder ren energi vid tillverkningen av vätgas har bränslecellerna en potential att åstadkomma nästan 500 kilometers emissionsfri bilkörning. Med batteridrift, som kan vara ett annat miljöalternativ, når man inte tillnärmelsevis motsvarande distanser.



Kul på jobbet varje dag! Stan Ream berättar engagerat om sitt arbete vilket möjliggör volymtillverkning av bränsleceller med hjälp av lasersvetsning.

Bränsleceller tycks bara innebära positiva effekter! Vad är det då som gör att de används i så begränsad omfattning i vårt dagliga liv?

Främst för att vätgas inte är en lättåtkomlig råvara. Det är dyrt att tillverka vätgas, vilket är den främsta anledningen till den begränsade marknaden för bränsleceller. En annan är att materialen som ingår i cellerna är dyra, som exempelvis katalysatormaterial i form av platin och exklusiva polymerer och keramer för membranen. Och som jag sa tidigare; det har gjorts väldigt lite hittills för att sänka tillverkningskostnaderna.

Tror Du att bränslecellsanvändningen i bilindustrin kommer att leda till nya design och typer av fordon?

Absolut! De trender som redan nu kan skönjas i olika hybridtekniker kommer att bana vägen för bränslecellshybrider. Vi håller på att lära oss köra bilar på elektricitet hellre än bensin. Plug-in hybrider, som exempelvis er egen Volvo V60, kommer på marknaden inom 1-2 år och framdrivs främst med elektrici-

tet. Bensin- eller dieselmotorn går bara igång för att ladda batterierna samt vid kraftiga accelerationer vid omkörningar. Vi kommer att få se ett bättre utnyttjande av elektrisk energi och elektronikkomponenter. Likaså kommer framtidens bilar att bli mindre och lättare, men det är förstås sådant som Du redan känner till!

Vad är det som mest fascinerar Dig med bränslecellstekniken?

Jag attraheras av möjligheten till en emissionsfri transportmiljö någon gång i framtiden. En framtid där vi utviner vätgas, via vind eller solceller, och stoppar in i våra bränslecellshybriddrivna fordon, vilket resulterar i en nästan koldioxidfri trafikmiljö. Förvisso är detta en futuristisk vision, men en dag kommer den att bli verklighet! Om det kommer att ske under min aktiva karriär är svårt att säga, men det är spännande att få vara med och bidra med den här typen av miljövänlig forskning.

Den som vill veta mer om bränsleceller och lasersvetsning kan med fördel kontakta sympatiske Stan Ream via e-mail: stan_ream@ewi.org ☺

Mikrobearbetning med laser

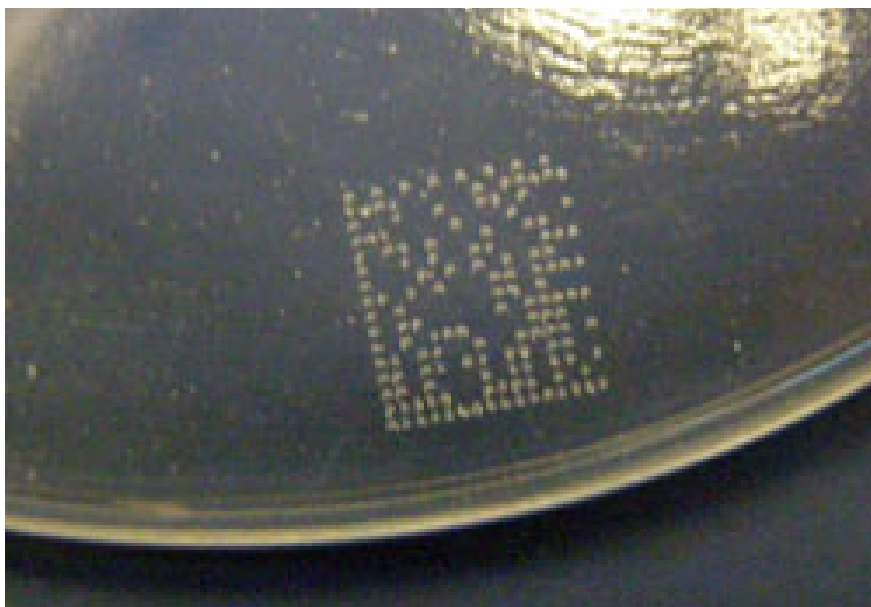
Johnny K Larsson, Volvo Cars

I och med detta nummer av Laser-Nytt "sjösätter" vi en ny artikelserie, nämligen en som behandlar ämnet lasermikrobearbetning. Denna teknik är väl utvecklad i länder som USA, Tyskland och Japan, men saknar däremot en bredare användning i Sverige. Därför är det artikelförfattarens förhoppning att med de beskrivna praktikfallen kunna inspirera våra medlemmar att utvidga sina verksamhetsområden vad gäller laserbearbetning, och kanske också kunna knyta nya företag till Lasergruppen. Artikelserien kommer med all önskvärd tydlighet att besanna det numera tämligen slitna uttrycket: "Det är bara fantasin som sätter begränsningar då det gäller vad som kan åstadkommas med hjälp av en laser!"

Lasermärkning av ömtåliga glaslinser

Märkning av glas är ett vanligt applikationsområde för CO₂-lasrar eftersom glas absorberar denna 10,6 µm-våglängd mycket bra. Emellertid värmer laserprocessen upp glassubstratet varför extra försiktighet måste iakttas för att försäkra att glaset inte skadas genom att små mikrosprickor uppstår vid märkningsprocessen. Idag erbjuder tillverkarna av för ändamålet lämpliga CO₂-lasrar med låg effekt olika övervakningssystem som hjälper till att reducera värmemetillförseln och därmed uppkomsten av mikrosprickor.

I det här aktuella fallet var uppgiften att märka glaslinser med en 16-ställig 2D-kod [Figur 1]. Det tvådimensionella formatet är ett utmärkt sätt för lagring av dylik information, eftersom man då kan lagra mycket information på en förhållandevis liten yta nära linsens



Figur 1. Den 6 × 6 mm stora lasermärkta 2D-koden på glaslinsen innehåller såväl serienummer som krypterad produktdata. Märkningsoperationen tar 0,53 sekunder då den utförs med en 25 W laser med tillhörande FH Flyer verktyg.

kant, något som var avgörande för denna applikation då man inte ville försämra linsens prestanda. För märkningen användes en 25 W CO₂-laser kombinerad med ett så kallat "FH Flyer"-märkverktyg med 125 mm fokallängd och en mjukvara för styrsystemet av märket "WinMark Pro". Med denna uppställning skapades en 180 µm stor fokalpunkt på glaslinsen. Märkfältet var 6 × 6 mm stort och lasermärkningen utfördes i tre repetitioner och med en hastighet av 508 mm/s.

Med korrekt inställda processparametrar undviks de tidigare omtalade mikrosprickorna. Tack vare den höga processhastigheten och genom att man utför märkningen i tre överlagrade operationer gör man det möjligt för värmen att snabbt diffundera ut i det omkringliggande glassubstratet. Detta i motsats till då märkning sker i bara ett steg men till priset av en långsammare processhastighet, vilken då kan skapa större

värmesprickor. Dessutom sker märkningen i form av små ofyllda cirklar i stället för ett helt fyllt rastermönster, vilket inte bara reducerar värmemetillförseln men också förbättrar skärpan, och därmed läsbarheten, i märkningen. Tack vare cirklarnas minimala storlek och radie uppfattas märkningen av ögat fortfarande som homogena tecken.

Den totala processtiden för märkning av en glaslins ligger på svindlande 0,53 sekunder. Märkningens kvalitet bedöms genom att man belyser linsen mot en mörk bakgrund och då skall helst inga reflekterade blänkor uppstå. De i experimenten laserbearbetade glaslinserna fick i detta fall allra högsta betyget, så kallad "Klass A".

Laserskärning av rostfria stål nät

Vävd nät av rostfri ståltråd används i en mängd olika applikationer allt beroende på finheten i nätet, vilken

uttrycks i antalet öppningar per tum. Väven i det här aktuella fallet har en finhet på 120 och består av 70 µm grov tråd vävd i ett fyrkantmönster med 145 µm stora öppningar. Denna typ av rostfria nät används ofta i produkter för gasdiffusion, för att filtrera hydraulvätskor och flytande bränslen, och för att separera och klassificera olika partiklar. Som en jämförelse kan här nämnas att filtret i en ordinär köksfläkt har en typisk finhet på 60.

Laserskärningen av ett sådant nät utfördes på ett X-Y-bord med en fokuserlins med 63,5 mm brännvidd, vilket ger en 100 µm stor fokuspunkt på arbetsstycket och ett skärpedjup på 1,8 mm. Ren luft med ett tryck på 2,8 bar användes som skärgas i stället för ren Oxygen, detta för att undvika att det finmaskiga nätet brändes sönder [Figur 2]. Perfekta skärytor åstadkoms med 100 W lasereffekt och en processhastighet av 7,62 m/min [= 300 inch/min].

Märkning av gummi och PVC-belagd kabelisolering

Det finns idag nästan lika många typer av isolermaterial för elektriska kablar som det finns användare av desamma. Nylon, polyamid [PA], kiselgummi, polytetrafluore-



Figur 2. Rena och snygga skärkanter på ett finmaskigt, rostfritt nät som laserskurits med en effekt på 100 W och en hastighet av 300 inch/min, eller ungefär motsvarande 7,62 m/min.

ten [PTFE], tvärbunden polyetylen [XLPE], polyvinylklorid [PVC] och polypropylen [PP] är några av de vanligast förekommande isolermaterialen för elkablar. Särskilt kiselgummi och PVC, eller PVC-belagt material, erbjuder en ultimata yta för att få till en CO₂-lasermärkning med hög kontrastverkan. För att märka de prover som syns i Figur 3 har en Firestar t-series laser från företaget Synrad använts i kombination med deras egenutvecklade märkverktyg från den så kallade FH-serien. Verktyget är försett med en HP [High Power] fokuseroptik med 125 mm brännvidd, vilket resulterar i en fokuspunkt med 180 µm diameter och ett skärpedjup



Figur 3. Hög kontrastverkan erhöles vid laser-märkning av elektriska kablar belagda med isolermaterial i form av kiselgummi [den mindre] respektive PVC.

på 3,0 mm. Märkningen innefattade 21 tecken vilka var ungefär 1,6 mm [0,062"] höga för den mindre kabeldiametern och ungefär 2,0 mm [0,077"] för den grövre.

Den mindre kabeln [16 AWG = American Wire Gauge] har en beläggning av kiselgummi och märktes med en hastighet av cirka 2 m/sekund med 32 W lasereffekt. Cykeltiden för alla 21 tecknen var 0,14 sekunder! Den grövre kabeln [10 AWG] var PVC-belagd och märktes med 60 W lasereffekt och en processhastighet av 1,25 m/sekund vilket resulterade i en total cykeltid på smält fantastiska 0,19 sekunder! ☺

Lasergruppen medlem i Laser Institute of America (LIA)

Sedan årsskiftet 09/10 är Lasergruppen/Svetskommissionen medlem (Corporate Member) i Laser Institute of America (LIA). Medlemskapet medför att Lasergruppens medlemmar kan:

- * Delta i LIA:s kurser, seminarier samt konferenser till ett rabatterat avgift.
- * Erhåller rabatter på LIA:s publikationer (inkluderat ANSI Z136 serien av laser säkerhets standarder).
- * Ta del av "Journal of Laser Applications" (4 nummer per år). En publikation innehållande tekniska forskningsartiklar.
- * Ta del av LIA:s Nyhetsbrev.

För ytterligare information om LIA, se www.laserinstitute.org eller kontakta Lasergruppens sekreterare Per Westerhult, per.westerhult@svets.se

2010 firar laserteknologin 50 år

av Karin Gustafsson,
Trumpf Maskin AB

I maj 2010 firar laserteknologin 50 år.

Theodore H. Maiman var den förste att börja arbeta med laser.

Laser sammanfogar och separerar, laser läker, laser sänder information. Listan över applikationer kan göras hur lång som helst. Ljusets verktyg - "The tool of light" har blivit en ovärderlig nyckelteknologi i det dagliga livet. Det är skäl nog för TRUMPF, som pionjär inom industriella laserprocesser, att fira den 50-åriga årsdagen av denna fantastiska uppfinning av laser.

TRUMPF's kundtidning Laser Community tillsammans med den specifikt dedikerade hemsidan www.50-years-laser.com handlar

båda om den underbara världen av laser teknologi. Huvudartikeln i decembers nummer av Laser Community beskriver hur teknologin började förändra världen i det tidiga sextioalet och hur den två årtionden senare nådde sitt största genombrott.

Medan laserdioderna revolutionerade informations- och elektronikindustrin, började "the tool of light" att växa sig stark inom industrin och material hantering. Eugene Watson, som grundade ett av de första laserföretagen, återblickar i en intervju hur han producerade den första laserstrålen i sin tvättstuga. En annan historia i introducerar företaget Meyer Werft, ett skeppsvarv som har världens största lasermaskiner och ligger långt framme i listan när det handlar om att bygga kryssningsfartyg. Och i kolumnen Market

Views, förutspår Tom Hausken från det teknologiska marknadsundersökningsföretaget Strategies Unlimited inga gränser, snarare en bredare horisont för laserteknologin.

Ladda ner Laser Community på www.trumpf.com/laser-community
Läs mer om laserns 50 år på www.50-years-laser.com 🌐



LASERLINE®. Globala gaslösningar.

Med konceptet LASERLINE® erbjuder AGA ett komplett urval av produkter och tjänster skräddarsytt för lasermarknaden, vilket garanterar maximal produktivitet och avkastning på din investering. I LASERLINE® förenar AGA teknik och know-how för att sätta nya standarder inom laserområdet. Tjänsterna omfattar allt från val av gas och leverans, gasinstallationer och distributionsteknologi till support för alla tänkbara laserapplikationer. Resultatet är ett vittomfattande leverans- och servicepaket anpassat för laserbearbetning på högsta nivå.

Leveranslösningar

- Leveranssäkerhet
- Kvalitetsutrustning och -installationer
- Kompletta distributionsalternativ

Processkunskande

- Applikationsutbildning
- FoU-projekt med kunder
- Konsulttjänster
- Utveckling av framtida teknologier

Tjänster

- Kvalitets- och säkerhetsrevisioner
- Säkerhetsutbildning
- Installation och besiktning
- Dedikerad support

Gaser

- Högsta kvalitet och renhet
- Brett urval av
 - Lasergaser och blandningar
 - Processgaser

AGA – ideas become solutions.

www.aga.se

TRUMPF levererar disk lasrar till PSA Peugeot Citroën



Den franska biltillverkaren tillkännager ett omfattande kontrakt av TruDisk disk lasrar

av Mikael Mimer,
TRUMPF Maskin AB

PSA Peugeot Citroën kommer de närmaste två åren att utrusta sin produktionsanläggning med fler av den nya generationens disklasrar. Den franska biltillverkaren vill att TRUMPF levererar disklasrar med ett flertal olika strålkvaliteter från TruDisk Serien.

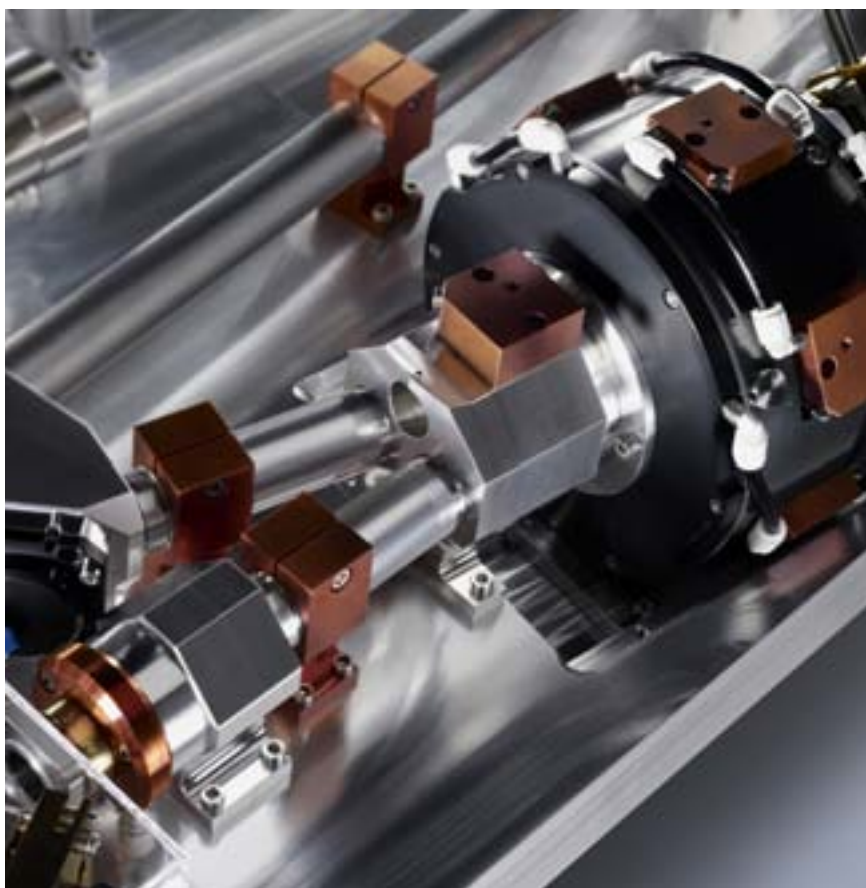
PSA har använt disklasrar i många år för svetsning och laserlödning i bilkonstruktionen och kommer nu att ha tvåsiffriga antalet TruDisk lasrar för sina olika bilmodeller.

Ett antal TruDisk lasrar från TRUMPF's nya generation har redan installerats i PSA fabriker under 2009. Den franska biltillverkaren använder sina 4kW-lasrar till att svetsa dörrar såväl som till laserlödning. "Vi var intresserade av den starka utvecklingen som den nya TruDisk generationen har genomgått. Den har lett till en förbättring av både investerings- och driftskostnader. Lasern har utvecklats positivt mot det gemensamma kostnadseffektiva målet", sådd Boubakar Sehili, ansvarig för laserapplikationer inom PSA-gruppen som

även påpekade den höga tillgängligheten på lasrarna i produktionen.

"Den sofistikerade integrationen genom TRUMPF Laser Network gör det möjligt att bygga ett system med högsta möjliga tillgänglighet. Dessutom har den omfattande erfarenhet som har samlats med TRUMPF-system genom åren bidragit till en standardiserad integration"

En annan anledning till ordern var den utmärkta erfarenheten med TRUMPF Customer Service. "TRUMPF's kundservice har visat sig var mycket användbar och effektiv genom åren. Expertisen hos TRUMPF har varit effektiv från tidiga faser såsom installation och uppstart ändå till löpande produktion" Företaget har även baserat sin order på TruDisk's låga investerings- och användarkostnad och den höga tillgängligheten i produktionen. ☼



Disklasar teknologin har blivit en av de viktigaste teknologierna inom bilindustrin vid svetsning och sammanfogning.



Isn't it great to be full of momentum at age 50?



Join us in celebrating:
50 years of laser technology.

On May 16, 1960, the first laser beam ever was generated by Theodore Maiman. Over the decades this revolutionary tool has swept industrial material processing. As the world market leader we have contributed our fair share to that development. Profit from our long years of experience and enjoy our anniversary activities. Together with you, we would like to celebrate the laser and look ahead to a successful future.

www.50yearsaser.com

Kalendarium 2010

Maj

- 20 LaserNytt I
27 Laserdag I och Lasergruppens årsmöte,
ESAB, Göteborg
Per Westerhult

September

- 15–16 EWF Specialkurs Lasersvetsning del I
Luleå tekniska universitet
Hans Engström, LTU

Oktober

- 11–13 EWF Specialkurs Lasersvetsning del II
Luleå tekniska universitet
Hans Engström, LTU
14 Laserdag II
Wedholms AB, Nyköping
Per Westerhult

- 14 LaserNytt 2

- 26–28 Studieresa till Tyskland i samband med
Blechmässan i Hannover
Tyskland
Per Westerhult

November

- 16 Workshop Lasersvetsning
LaserCentrum i Gnosjö AB
Per Westerhult
24–25 EWF Specialkurs Lasersvetsning, del III
Luleå tekniska universitet
Hans Engström, LTU

December

- 15 LaserNytt 3

EWF – SPECIALKURS LASERSVETSNING

**Nu med
15 kW
fiberlaser!**

Ny kurs genomförs under hösten 2010

Datum: 15-16/9, 11-13/10 och 24-25/11

Kursen ger Dig ingående teoretiska och praktiska kunskaper om lasersvetsning så att Du kan analysera och utvärdera potentialer 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