

LASER

I-2011

Lösnummerpris 85 kr

nytt

Laserseminarium hos

Volvo Construction Equipment i Eskilstuna



- Lasergruppens studieresa till Tyskland ■ LANE 2010
- Laserseminarium hos Volvo Construction Equipment i Eskilstuna ■ AKL 2010
- Samtal kring lasertrender ■ Permanova automatiserar hos Volvo Aero

Nyckelfärdiga lasersystem

- från produktidé till produktion -



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

Vi erbjuder Dig:



Laser-robot-celler

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

Applikationslabb

- 6 kW laser + robot
- Processutveckling
- Förstudier

Tjänster

- Service, reservdelar
- Utbildning
- Konsulting

Kontakta oss redan idag!



Laser is our passion

LASER nytt

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

Redaktör

Hans Engström
Telefon: 0920-49 12 69
Växel: 0920-49 10 00
Fax: 0920-49 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: Lasersvetsning hos VCE, Hans
Torstensson t.v, Martin Pettersson, t.h.

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

- 4 Lasergruppens studieresa till Tyskland
- 10 Laserseminarium hos Volvo Construction
Equipment i Eskilstuna
- 14 Nya laserkällor, state of the art
- 15 Varför går det så sakta att införa laserteknik i
Sverige?
- 22 Rapport från AKL'10
- 32 Samtal kring Lasertrender, del 9
- 35 Mikrobearbetning med laser
- 36 Nytt EU-projekt inom laserultraljud
- 37 LANE 2010
- 43 Permanova automatiserar med laserprocesser hos
Volvo Aero
- 44 Kalendarium

Tankar från styrelsen

Av Hubert Wilbs, Trumpf Maskin AB



Vid hemresan med tåg från mitt senaste kundbesök i Stockholm blev jag flera timmar försenad.

Stockholm Central var, en torsdag eftermiddag, mitt under rusningstrafiken, utan strömförsörjning. Inga tåg kom in eller ut från stationen.

Efter ca 1,5 timmar kom trafiken söderut igång igen och jag kunde fortsätta min hemresa. Det var en liten, men personlig erfarenhet hur beroende vi är av en fungerande energiförsörjning.

Ofantligt mycket större och mer dramatisk är katastrofen i Japan. Förstörelsen genom tsunamin med efterföljande haveri i ett kärnkraftverk visar hur känsligt ett modernt industrisamhälle är för naturkatastrofer.

Den framtida energiförsörjningen har kommit ännu mer i fokus. Inom laserbranschen har energiförbrukningen för de olika lasertyperna sedan en tid tillbaka

blivit mer och mer diskuterad. Fiber- och diskaser och i ännu högre grad dioddirekt laser, har i det hänseendet fördelar i jämförelse med den dominerande teknologin CO₂ Laser.

Från en energetisk verkningsgrad på 10-15% för CO₂-Lasern, ca 20-25% för fiber- och diskaser till ca 40-50% för dioddirektlasern är spännvidden stor.

Diskussionen kring energiförbrukning vid laserskärning eller lasersvetsning är berättigad. Att dock, som i många fall sker, enbart fokusera på energiförbrukning i en delprocess vid framställning av metalliska produkter är otillräckligt.

Energimängden som är bunden i materialet, till exempel plåt, är betydligt större än den energimängd som förbrukas vid bearbetning med den ena eller andra lasertypen.

Jag tror därför att vi framöver måste fokusera i högre grad på en mer effektiv användning av plåt: "Tunnare plåt, smartare konstruktionslösningar, effektivare nesting, minskning av restgitter,..." kommer vi att se mer av.

Diskussionen kring olika lasertyper är bra men måste kompletteras med en diskussion kring materialanvändning.

Lasergruppens studieresa till Tyskland

Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Lasergruppens studieresa i norra Tyskland i slutet av oktober 2010 innehöll ett brett och innehållsrikt program med besök på Blech-mässan, besök hos laseranvändare, tillverkare av laserutrustning, forskningsinstitut och en konferensarrangör.

Resan speglade i stort situationen för lasertekniken i Tyskland där den är mycket mera utbredd och har en mycket större betydelse inom industriell tillverkning. Tysklands massiva satsning på tekniken under många år har definitivt gett landet ett viktigt vapen i den internationella konkurrensen.

Men låt oss börja från början med besöket på Blech. Det blev ett kort och intensivt mässbesök under delar av en dag. Första stoppet blev hos Trumpf som i vanlig ordning visade upp en enorm monter där man hade samlat det mesta av sin laserteknologi. Men låt oss koncentrera oss på en maskin och då får det bli TruLaser 5030, en planskärmaskin



Bild 1. Deltagare vid Lasergruppens studieresa i Tyskland. Här på besök hos HIGH YAG Technologie GmbH.

utrustad med 3 kW disklasers, bild 2. Den lämpar sig utmärkt för skärning i tunna material som stål, rostfritt, koppar, aluminium och mässing upp till ca 4 mm tjocklek. Skärning i rostfritt kan ske med upp till tre gånger högre skärhastighet jämfört med en maskin utrustad med CO₂-laser. Detta sänker skärkostnaden/detalj med upp till 20%.

Trumpf har också diodlasers på programmet sedan en tid tillbaka. På

Blech visade man lite av hur dessa är uppbyggda och fungerar. Diodlasrarna är uppbyggda i moduler om 100 W med 100 µm fiber, bild 3. 19 moduler uppbyggda på platta med samma våglängd kopplas samman till en fiber med 600 µm diameter. Man kan också koppla till en platta med annan våglängd och får då ut 3 kW ur 600 µm fiber. Stålkvaliteten uppges till 30-35 mmxmråd och att verkningsgraden el till laserljus är 40%.

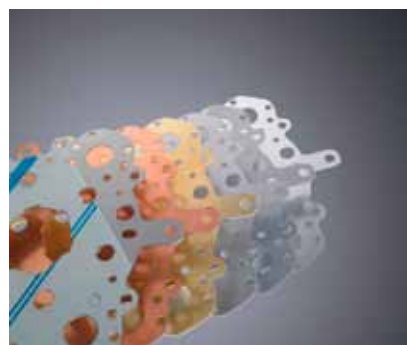


Bild 2. Med TruLaser 5030 erbjuder Trumpf en planskärmaskin för skärning av material upp till 3-4 mm tjocklek. Maskinen har automatisk växling av skärdysor.

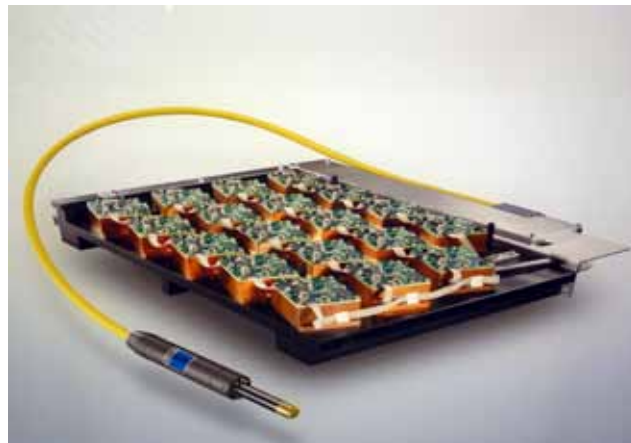
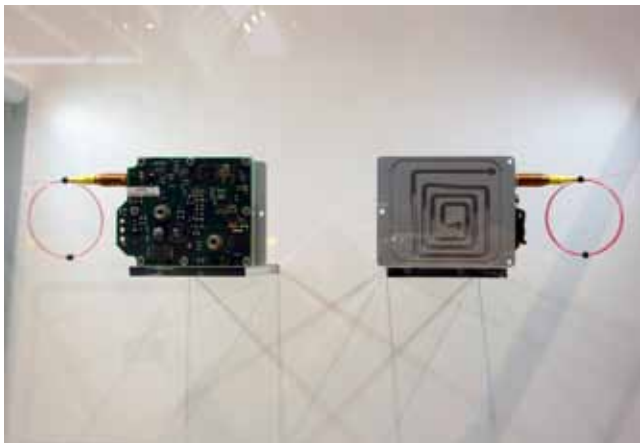


Bild 3. Högeffektdiodlaserar byggs i moduler som kopplas samman till en fiber. Bilden visar uppbyggnaden av Trumfs diodlaser.



Bild 4. Esa Laurila och Glen Hopkins, Volvo Cars studerar ett Trumpf svetshuvud med fogföljning och motoriserad kollimator som gör att man kan justera fokalläget ± 20 mm.

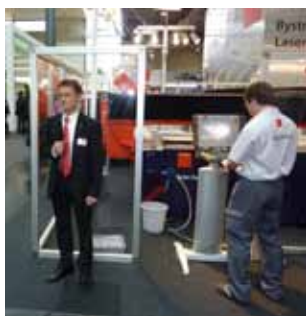


Bild 5. Johan Elster, vd Bystronic Scandinavia AB berättar om Bystronics produkter. Bysprint Fiber 3015 är en skärmaskin utrustad med 2 kW fiberlaser.



Även Bystronic erbjuder numera fiberlaser som ett alternativ till CO₂-laser. På Blech visade man en modell, Bysprint Fiber 3015 med 2 kW fiberlaser, bild 5. Maskinen har en acceleration på 12 m/s² och en maximal positioneringshastighet av 140 m/min. Bystronic anger att man skär svart material upp till 12 mm tjocklek, aluminium 8 mm, rostfritt 8 mm, mässing 4 mm och koppar 3 mm. Förutsättningen är dock att materialen uppfyller den kvalitet som anges av Bystronic, och en optimalt servad och inställd maskin med 150 mm fokallängd.

Din Maskin representerar som bekant numera Prima/FinnPower i Sverige och som många andra tillverkare erbjuder även dom fiberlaser som komplement till CO₂-laser.

– Det gäller att analysera situatio-

nen och välja rätt laser efter applikationsområde. CO₂-lasern ger större flexibilitet, medan fiberlasern passar bäst för materialtjocklekar under ca 4 mm och ger dessutom möjlighet att skära koppar och mässing, säger Thomas Hägglund, Din Maskin, bild 6. Vi kan erbjuda alla teknologier i våra maskiner.

Thomas berättar om ett system för on-line processtyrning, "Perfect Cut", för produktion av komponenter med önskad kvalitet och för att undvika defekter och skrot. Man lär maskinen vilket som är rätt kvalitet, och sedan styr systemet maskinen efter detta.

Vi kan också notera att både Amada Adige och Prima har skärmaskiner med fiberlaser, bild 7.

Vid sidan av det stor lasersystemtillverkarna fanns många min-

dre laserföretag representerade vid Blech. En sådan är Precitec KG, Gaggenau, som är en stor tillverkare av skär- och svetshuvuden och system för processövervakning av både svetsning och skärning med försäljning över hela världen. Man visade bl.a. ett nytt system kallat "Wobble Tracker", bild 8. Det ger möjlighet till både fogföljning och att oscillera strålen tvärs svetsriktningen för att få en optimal strålstorlek för varje applikation. Wobble Tracker använder svetsoptiken för att koaxiellt mäta fogens position bara någon millimeter framför svetspunkten. Positionen överförs direkt till en avlänkningspegel och en förprogrammerad wobblingsamplitud och frekvens exekveras. På så sätt får man en optimal fördelning av energitillförseln per längdenhet över



Bild 6. Thomas Hägglund, Din Maskin, demonstrerade "Perfect Cut", ett system för automatisk processtyrning. Zapiro –maskinen har en mängd "features" bl.a. automatisk växling av dysor.

svetsfogen vilket ger korta cykeltider i en fullt ut optimerad process. Strålens storlek kan alltså optimeras för att matcha spalter och foggeometri. Med Wobble Tracker kan spalter upp till ca 0.4 mm överbryggas.

Laser Line GmbH är en stor tillverkare av diodlasrar, vilka utvecklas starkt mot allt bättre strålkvalitet. Den är nu så pass bra att strålen från en 6 kW fiberkopplad diodlaser kan överföras i en 600 µm fiber och

ger en fokuserad stråldiameter på 0.6 mm med 100 mm fokallängd. Därmed är key-hole welding fullt möjlig. En 10 kW diodlaser kan fokuseras till 1 mm stråldiameter vid samma fokallängd. Diodlasern,

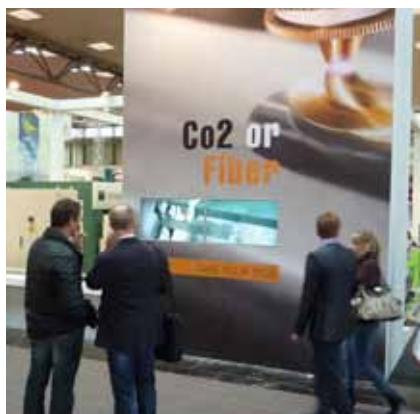


Bild 7. Aven Adige och Amada har fiberlasrar i sina skärmaskiner.



Bild 8. Wobble Tracker från Precitec KG har integrerad fogföljning och programmerbar wobbling (scanning) av laserstrålen tvärs svetsriktningen, berättar Andrey Andreev. På så sätt optimeras laserstrålens storlek för varje foggeometri och spaltstorlek.



Bild 9. 4 kW diodlaser från Laser Line kan fokuseras till 0.3 mm stråldiameter. Strålen överförs i en fiber med diameter 300 µm.

bild 9, är till sin uppbyggnad mycket kompakt och har hela 35% totalverkningsgrad, vilket gör den mycket energieffektiv.

Detta får avsluta axpocket från Blech mässan 2011. Givetvis fann mycket, mycket mer att se och uppleva inom laserområdet, men med vår korta tid på mässan satte begränsningar för vad vi hann se.

Vincentz – arrangör av EALA

Efter Blech mässan bar det av till det anrika företaget Vincentz, ett publishing företag som bland annat arrangerar de årliga EALA konferenserna. Sedan 2008 har man tagit över och driver nätverket the Automotive Circle International, ACI. Detta är det ledande nätverket inom bilindustrin world wide. Speciellt koncentrerar man sig på områdena karosstillverkning, målning och montering.

ACI genomför årligen ca 14 internationell konferenser inom bilindustrin varav nio stycken är inom karosseritillverkning. Störst är EALA som vanligtvis lockar 150 deltagare till kurorten Bad Neuheim i Tyskland. LaserNytt rapporterar regelbundet från den konferensen.

Ett attraktivt arrangemang är också EuroCarBody, en konferens där man gör en bred jämförelse av bilkarosser in i minsta detalj.



Bild 10. Vårdarna på Vincentz bjöd på en trevlig samvaro under några kvällstimmar. Fr.v. Maice Sandmann, Mareike Bäumlein, Franziska Moennig, Dirk Meine, och Irena Witte.



Bild 11. Peter Kallage var värd under besöket vid Laser Zentrum Hannover. Peter ansvarar för gruppen "Joining and Cutting of Metals"

Bästa presentation och koncept vinner det prestigefyllda EuroCarBody AWARD.

Laser Zentrum Hannover, en bjässe inom tillämpad laserforskning

Laser Zentrum Hannover grundades 1986 i Hannover med uppgift att bedriva tillämpad laserforskning. LZH är en organisation som arbetar på icke vinstgivande premisser. Man arbetar inom:

- * F&U projekt inom laserutveckling och laserapplikationer
- * Teknisk och vetenskaplig konsulting för att förena forskning och praktik
- * Industrierorienterad utbildning av experter för integration och drift av lasersystem

Man har ca 10 000 m² där 28



Bild 12. Mikael Mimer fd Trumpf Maskin AB och numera vid ESAB gillar det handhållna laserhuvudet som utvecklats vid LZH.

VINCENTZ NETWORK

Vincentz Network is more than just a publishing house: For our clients we are successfully committed to different sectors like seminars and conferences, magazines, books, videos and online-offers. In Germany and worldwide.

- Vincentz Network was founded in 1893 by Curt R. Vincentz as a business-to-business publishing company in Hannover/Germany, where the company is still based. Our President and CEO is Dr. Lothar Vincentz.

- Vincentz Network has grown into the leading information provider and networking catalyst for the professionals of six business and service segments. One of it is Automotive Circle International.

- Vincentz Network counts more than 160 employees, including 16 trainees.

- Our annual turnover amounts to 21 million EUR (2009).



Bild 13. Esa Laurila tittar närmare på manöverpanelen till den 16 kW disklasern som finns hos LZH. Notera härvarna med fiberoptik som hänger under taket.

laboratorier ingår. Omsättningen är ca 1,5 M Euro varav ca 28% kommer från industrin, 24% från EU 21% från industriorganisationer och 6% från basanslag. Organisationen består av nio avdelningar.

Vår värd under besöket var Peter Kallage, bild 11, som är chef för gruppen "Joining and Cutting of Metals" inom avdelningen "Materials and Processes".

Inom gruppen arbetar man med laser i kombination med konventionella tekniker som induktionshårdning och metall bågsvetsning. Huvudområdet är svetsning och lödning samt handhållna utrustningar för olika laserprocesser, bild 12. Man har fem ingenjörer och en tekniker anställd.

Man har en riklig laserutrustning; 4 kW diodpumpad Nd:YAG laser, 3 kW disk laser, 6 kW fiberlaser med fyra fiberutgångar och som krona på verket en 16 kW disk laser med fiberdiameter 200 µm, bild 13. Den används för hybridsvetsning där man också använder ett scannerhuvud, som förbättrar svetskvaliteten, men ger en grundare svets.

Applikationer som man arbetar med är rör till pipe-lines, torn till vindkraftverk och tankar till fartyg för flytande gas.

LZH har ett mycket starkt samarbete med forskningscentrat hos Volks-



Bild 14. Värddar vid besöket hos TU Braunschweig. Fr.v. Christian Srajb, Stefan Kreling, Christian Börner, samt Majid Farajian.

wagen som ligger alldeles i närheten.

TU Braunschweig arbetar brett inom fogningsteknik

Det var meningen att vi skulle besöka Volkswagen:s fabrik i Wolfsburg men det besöket blev inställt med kort varsel. Istället fick vi hälsa på Technische Universität Braunschweig och Institut für "Füge und Schweisstechnik" som har nio verksamhetsområden. Vi togs emot av fyra unga forskare, bild 14, som berättade om sin verksamhet.

Stefan Kreling arbetar med att med laser rengöra polymera kompositmaterial från släppmedel som används i tillverkningen men också med att ytmodifiera materialet för limning. Ytmodifieringen innebär att ytan ökar och fibrerna aktiveras. Med laserbehandlingen får man inga skador på fibrerna. Man arbetar både med 1064 nm och 355 nm. Det ger bra hållfasthet, men 1064 nm ger alltid delaminering av materialet.

Christian Srajb håller på med aktiv termografi av lasersvetsar med mycket känsliga termokameror (FLIR) med upplösning < 20mK. Principen är att man värmer upp svetsen och sedan avsöker den med kameran. Alla kritiska defekter kan detekteras förhållandevis snabbt och det finns redan system på marknaden.

Elektronstråle- och lasersvetsning



Bild 15. Holger Alder, teknisk chef var en engagerad värd vid besöket hos Photon AG i Spandau utanför Berlin.

av duktila gjutna aluminium komponenter är temat för Christian Börners arbete. Vi kan konstatera att EB är bättre än laser och bästa resultat fås med strålpending eller flerstrålesvetsning.

Majid Farajian arbetar med utmattning och tittar på hur restspänningar uppför sig under cyklisk belastning.

Photon AG – produkt- och processutvecklare åt tillverkande industri

Från akademi till tillämpad forskning och utveckling och då landar vi hos Photon AG i Spandau utan-

för Berlin. Företaget har sina rötter i INPRO Innovationsgesellschaft, som var en organisation som arbetade med teknisk utveckling åt industrin under perioden 1991-1998. Bl.a. utförde man testlödning med laser på bakluckan till VW Bora 1995-97. Men man ville gå olika vägar inom företaget och INPRO upplöstes. HIGHYAG och Scansonic är spin-off företag från den tiden. 1998 kom man på marknaden som ett företag med finansiering från Schüring & Andreas Group, som totalt har ca 1000 anställda och omsätter 150 MEuro. Photon AG har idag ca 200 anställda och omsätter 16 MEuro. Man har tre enheter; Photon Laser Engineering i Berlin med 20 anställda där man arbetar med process- och produkt utveckling, samt tillverkning av prototyper och småserietillverkning. I Schönewalde-Glien har man en verkstadsindustri med 65 anställda som bl.a arbetar med både konventionell- och lasersvetsning i små och medelstora volymer. Slutligen finns i Meissen 95 anställda i ett företag som arbetar med bl.a. kommunikations teknologi i stora serier.

Photon erbjuder konsult hjälp under hela produktutvecklingsprocessen från produktidé till serieproduktion. Kärnkompetensen i verksamheten är produkt- och processutveckling och övrigt som behövs för att ta applikationen till serieproduktion.

Man arbetar mot fordonsindustrin och dess underleverantörer, järnvägsindustrin, kommunikationsindustrin, flygindustrin och annan mekanisk industri.

Vi fick se tillverkning av sidopaneler till järnvägsvagnar som man utför inne i Bombardiens fabrik dit man flyttade in 2010. Sidopanelerna fogas ihop av 3D ämnesskarvning och till plåtpanelen svetsas förstärkningar. Tillverkning sker i flera stationer. I den första sker manuell häftsvetsning av förstärkningarna till



Bild 16. På besök hos HIGHYAG i Stansdorf. Vård var Anette Meyer (i bakgrunden) och Susanne Kohle.

den 2,5 m breda panelen. I station två så svetsas förstärkningarna med en Reis robot. Man använder en 4 kW disk laser. Vissa svetsar görs med konventionell robot på grund av toleranserna. Luftkuddevagnar flyttar panelerna. Efter det går panelen till en mätstation

Tack vare lasersvetsningen så slipper man spackling efter svetsning eftersom deformationerna är så mycket mindre. Materialbesparingarna i förstärkningarna är ca 30%. Sammantaget konstaterar Holger Alder att den kända kostnadsreduktionen är ca 15%. Tyvärr rådde strängt fotoförbud i tillverkningshallen.

HIGHYAG - stora på processverktyg för svetsning och lödning

HIGHYAG GmbH i Stansdorf är ett företag med ca 70 anställda som tillverkar laserprocessverktyg, strålsystem och tillhandahåller kundspecifika lösningar. Man har tills levererat mer än 2000 huvuden till fordonsindustrin. Av dessa så används ca 70% till svetsning, 25% till lödning och 5% till skärning. Man finns också i USA och Japan och har samarbete med agenturföretag i många andra länder.

Man har filosofin att utbilda sina kunder till att själv kara det vardagliga underhållet av verktygen. Men krävs reparationer sker detta hos HIGHYAG.



Bild 17. HIGHYAG svetsprocessverktyg RSK har tryckrulle eller tryckfinger för fixturering av plåtar vid överlappssvetsning.

HIGHYAG har ett flertal verktyg på programmet. Huvudet RSK används typiskt inom fordonsindustrin för överlappssvetsning av plåt detaljer. Det har en pneumatisk tryckrulle som pressar plåtarna mot varandra, men kan också förses med ett tryckfinger. RSK är modulärt uppbyggt för största flexibilitet, bild 17.

Processverktyg finns bl.a. hos BMW för svetsning av aluminium med twinspot och Audi där zinkbelagd sidopaneler svetsas med ett RSK verktyg, som har ett motordriver dubbel tryckfinger. Audi använder också ett HIGHYAG-verktyg för lödning av tak till sida.

Anette Meyer sammanfattar HIGHYAG's filosofi innan vi tar en snabb runtur i delar av fabriken:

- * Minskade kostnader för kunderna
- * Verktygen ska klara hög hastighet med höga toleranser
- * Självlinjerande huvuden
- * Kraftiga konstruktioner

Besöket avslutas med en kort diskussion där Anette Meyer berättar bl.a. att man ser en ökning i remote welding och mera användning av fiberlaser i skärning.

Så var två händelserika dagar tillända där vi fick se mycket ny och spännande laserteknik och möta intressanta företag och människor. ☺

Volvo Construction Equipment i Eskilstuna

Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Lasergruppens traditionella vårseminarium "Laser-möjligheternas teknik" hölls i år hos Volvo Construction Equipment, VCE, i Eskilstuna den 10 mars. VCE visade stor gästfrihet och bjöd på ett bra arrangemang med en intressant visning av den stora fabriken som kronan på verket.

Seminariets mål är att ge deltagarna tips, idéer och kunskaper om hur man kan utnyttja laserteknikens fördelar. Föredragshållarna var Hans Engström, Luleå tekniska universitet, Johan Elster, Bystronic Scandinavia AB, Johnny K. Larsson, Volvo Cars, Hubert Wilbs, Trumpf Maskin AB samt Tore Salmi, Permanova Lasersystem AB. LaserNytt har tidigare år refererat dessa föredrag så denna gång nöjer vi oss att presentera VCE.

Martin Pettersson, produktions-teknisk chef vid Operations Eskilstuna, som enheten kallas i Volvo världen berättade att VCE är en ledande leverantör av kommersiella transportlösningar.

– Vår vision är att bli den världsledande leverantören av kommersiella transportlösningar, som omfattar lastbilar, bussar, anläggningsmaskiner, marin verksamhet genom Volvo Penta samt flyg och rymd via Volvo Aero.

– Vårt erbjudande är att vara en komplett leverantör med maskiner,



Bild 1. Vård för laserseminariet hos VCE i Eskilstuna var Hans Torstensson, t.v. Martin Pettersson, t.h. presenterade VCE och dess verksamhet.

tjänster, redskap och reservdelar, fortsätter Martin. Vi finns över hela världen, i Nord- och Sydamerika, Europa, Indien samt på de stora marknaderna i Korea och Kina, men basen är fortfarande i Sverige.

VCE har en mängd produkter på programmet, till exempel hjul-lastare, dumptrar, asfaltläggare, grävmaskiner. I Sverige har man fabriker i Arvika, Braås, Eskilstuna där huvudkontoret finns, samt Hallsberg. Totalt i Sverige har man ca 4000 anställda där Eskilstuna är

störst med ca 1700 stycken.

Operations Europé svara för inköp och tillverkning och i Eskilstuna räknas ca 850 anställda till den verksamheten.

– Vårt fokus är nu på bearbetning av trasmissioner och axelkomponenter säger Martin Pettersson. I huset finns skärande bearbetning, hårdning, slipning, fogning, montage och målning. Det är stora komponenter vi tillverkar. Den största axeln väger ca 2000 kg och används till dumpers. Den största transmissionen kan



Bild 2. Deltagare vid laserseminariet hos VCE i Eskilstuna

överföra 300 hk eller 3000 Nm och väger ca 800 kg.

– VCE införde ett nytt produktions- och monteringskoncept 2009. Vi övergick då från stations- till linemontering, fortsätter Martin., och vi har nu ett flöde för axlar och ett för transmissioner. I samband med detta gjordes en utbyggnad på 55-65 000 m². Vi har fått ökad kapacitet tack vare lean production med högre kvalitet och en stabilare, men samtidigt flexiblare produktion. Vi har en bred produktflora där 26 artiklar lasersvetsas av 48 olika komponenter och

det ger en avsevärd ställproblematik.

– Men vi är trygga i vår produktion där Volvo Production System ger grunden för produktionsupplägget, avslutar Martin Pettersson.

Lasersvetsning vid nytt koncept för transmissioner

Lasersvetsning infördes i samband med att ett nytt transmissionskoncept utvecklades till VCE's hjullastare.

– Vi har nu lasersvetsat transmissionsdetaljer i 4 år, och produktionen startade 2007. Svetsutrustningen är en Trumpf TLC1000 med en 6 kW

CO₂ laser utrustad med två svetsstationer, två fixtureringar och ett svetshuvud, säger Hans Torstensson

– Lasersvetsen ersatte en då MAG-svets som hade används på tidigare generationer av transmissioner. Förutom att konstruktionen krävde lasersvetsning, främst av utrymmes-skäl, så är det också en fördel för tillverkningen. Det ger en mindre formpåverkan och kräver mindre efterbearbetning av artiklarna, i vissa fall helt har den helt utgått. Samt att kvaliteten har blivit högre och jämnare.

Artiklar

– Artiklarna som svetsas är kugghjul och axlar som ingår i våra transmissioner till hjullastare. Vi har delat upp detaljerna i 3 olika familjer, Kugghjul, Mellansväggskugghjul och kopplingsaxlar, se bild 3 a-c.

Kugghjul: Kugghjul som svetsas mot ett nav, en radiell stumfog.

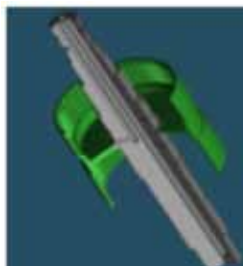
Materialet i kugghjulet har Volvo



a



b



c

Bild 3. Artiklar som lasersvetsas hos VCE.

materialnummer V-2525 vilket är närmast lika 17NiCrMoS6 enligt ISO 683-11:1987. Navettillverkas av V-2172 vilket motsvarar SS 2172.

Svetsdjupet är från 4,5 till 5,5 mm. Lasereffekt från 3,0 till 3,5 kW, bild 3a.

Mellanväggskugghjul: Kugghjul som svetsas mot två trummor, två radiella stumfogar.

Kugghjulet tillverkas av V-2525 vilket är närmast lika 17NiCrMoS6 enligt ISO 683-11:1987. Trummorna består av V-2680 vilket motsvarar S700MC enligt EN 10149-1 och EN 10149-2, bild 3b.

Svetsdjup från 3,0 till 3,5 mm. Lasereffekt 2,5 kW

Kopplingsaxel: Kopplingsaxel som svetsas mot en trumma, en axiell halv Y-fog.

Axeln består av materialet SS 2244, vilket motsvarar 42 CrMo 4 i ISO/DIS 683/1. Trumman tillverkas av material S 460 MC enligt DIN EN 10149/2, bild 3c.

Svetsdjupet är 8,0 mm. Lasereffekt 5,5 kW. Tillsatstråd och eftervärmning används.

– Då alla våra detaljer är rotations-symetriska har vi valt att låta arbetsstycket rotera framför ett stillastående svetshuvud, optik. Eftersom kugghjulen är härdade krävs det att vi svarvar bort härdskiktet vid fogberedningen. Vid svetsning spänns artiklarna fast i en pressliknande fixturering. Kugghjul och mellanväggskugghjul svetsas endast med laserstråle utan tillsatsmaterial. Mellanväggskugghjulets båda fogar svetsas i en och samma uppspanning, säger Hans.

– Kopplingsaxeln är kanske vår intressantaste artikel sett ur ett svetsperspektiv. Jag tror att vi är ganska ensamma i vår bransch att svetsa den här typen av komponent med den här processen. Materialet är inte det mest svetsbara. Axelmaterial, seghärdsningsstål 2244, har en kolhalt upp till 0,45%. Trummans material, S 460 MC, är dock bättre



Bild 4 . Svetscellen består av en Trumpf TLC 1000 med 6 kW CO₂ laser och två svetsstationer.

ur svetssynpunkt med en kolhalt på 0,12%. För att undvika att vi får en fog med för höga restspänningar och hårdheter använder vi tillsatstråd, med nickelbas Ø 0,8mm, och gör en induktiv anslutning omedelbart efter svetsningen. Det sker i samma uppspanning som vid svetsning, en arm med en induktionsspole svänger in över detaljen när svetshuvudet har flyttats ur svetspositionen. Temperaturen övervakas av en pyrometer.

– För att göra det lite besvärligare måste vi svetsa med 6° vinkel mot detaljen för att undvika kollision.

Svetscellen

Svetscellen består av en Trumpf TLC1000 med en 6 kW CO₂-laser och två svetsstationer bild 4. En visionkamera som kontrollerar att rätt detalj har tagits från inbanorna och att de är rättvända. Fogytorna rengörs med typ av CO₂-tvätt i en rengöringsstation,. Den rengör genom att kolsyra med hjälp av tryckluft, genom ett speciellt munstycke, blåstras mot detaljerna. Leverantör av utrustningen är ACP.

En monteringsstation som monterar samman detaljerna som skall

svetsas. Detaljerna är tillverkade med grepppassning.

Efter svetsningen borstas eventuella svetsstänk bort i en borststation.

Svetscellen betjänas av två ABB 6600 hanteringsrobotar.

Byggnationen av cellen med automation och montering, tvätt och borststationer är gjort av SEJFO, som är ett automations företag från Köping.

Flödet i cellen

– Vi svetsar 26 olika artiklar i cellen, fortsätter Hans. De består av 48 olika singel artiklar, kugghjul, nav och trummor. Trots att det är stor variation på artiklarna, från små nav med Ø100mm och 0,5kg till 600mm långa axlar med vikt på 17 kg, så är cellen utformad så att det skall krävas minimalt med arbete för att ställa om från en artikel till en annan. Tiden för att ställa om automationsdelen av cellen och svetsen med fixturbyte mm är ca 30 minuter. Cykeltiden i cellen varierar från ca 60 sekunder för små kugghjul till ca 150 sekunder för svetsning av axlar inklusive anslutning.

– Flödet vid svetsningen ser ut enligt följande:

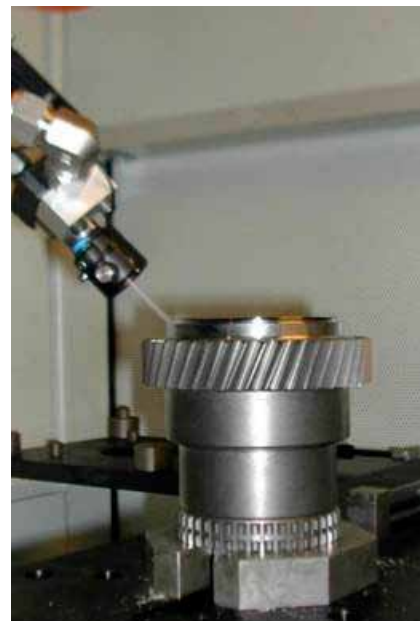


Bild 7. CO₂ rengöring av kugghjul



Bild 6. Svetsning av axel och fog efter svetsning



Bild 8. Svetsning av kugghjul.

1. Detaljen hämtas från en av inbanorna av robot 1.
2. Detaljen passerar vision kontrollen.
3. Detaljen lämnas till rengöringsstationen.
4. Detaljen tvättas.
5. Detaljen hämtas från rengöringen och lämnas till monteringsstationen.
6. Detaljerna monteras ihop.
7. Den ihop monterade detaljen hämtas från monteringsstationen och lämnas till en mellanstation.
8. Robot 2 hämtar detaljen från mellanstationen och lämnar till svetsen.

9. Detaljen svetsas.
10. Detaljen hämtas från svetsen och lämnas till borststationen.
11. Detaljen borstas ren från ev. svetsstänk.
12. Detaljen hämtas från borststationen och lämnas till utbanan. Klart.

– Årsvolymen är för närvarande ca 100 000 st svetsade detaljer. Det låter kanske inte så mycket men med partistorlekar från 30 st detaljer till 150 st så tar det sin tid, avslutar Hans Torstensson.

LaserGruppen tackar för en mycket intressant visning av VCE's verksamhet. ☺



Bild 9. Transmission HTE100

Nya laserkällor, state of the art

Av Niklas Malmberg, Swerea KIMAB

Firandet av laserns 50 års jubileum är förbi men arbetet med att utveckla tekniken är långt från över. Det pågår en enorm utveckling inom de flesta laserområden och nya lasertyper kommer hela tiden fram. Inom området för materialbearbetning kommer också nya laserkällor och nedan sammanfattas den senaste utvecklingen.

Lasersvetsning och -skärning är ett aktuellt område och har så varit under många år. Utvecklingen av nya laserkällor går snabbt vilket öppnar för nya möjligheter men det uppstår även nya problem.

Den första högeffektslasern som användes i större industriell skala för materialbearbetning var CO₂-lasern. Senare kom även Nd-YAG-lasrar. Den stora principiella skillnaden mellan lasertyperna är mediet som laserljuset genereras i. Antingen i en gasfas eller i en fast fas. En viktig skillnad är även våglängden (färgen) på laserljuset, ungefär 10 µm för CO₂ och 1 µm för YAG.

Under senare år har det skett en snabb utveckling av nya lasertyper som vi idag hittar på marknaden under namn som fiberlaser, disklasrar och (direkt)diodlasrar. Disk- och fiberlasern har fått sina namn efter lasermediets geometriska form. Förenklat är dagens disk- och fiberlasrar mycket lika de tidigare Nd-YAG-lasrarna. Man använder en liknande laserkristall men har ändrat dess geometriska form. En stavform användes i Nd-YAG-lasrar men när effekterna ökade blev problemet med uppvärmning av kristallen svår att hantera, sk termisk linsning uppstod. Lösningen ges genom att förkorta staven till en disk, alternativt att staven förlängs och smalnar av till en fiber.

Trumpf är den stora leverantören av disklasrar och IPG är den stora leverantören av fiberlasrar med hög effekt, det finns även ett stort antal andra aktörer på dagens lasermarknad. Trumpf levererar disklasrar upp till 16 kW, som jämförelse är idag en laser i storleksordningen 4 kW standard inom bilindustrin. IPG som levererar fiberlasrar säger att man idag kan leverera utrustning upp till 50 kW. Sverige har tillgång till en 15 kW fiberlaser via Luleå tekniska universitet.

För att laserljuset ska genereras i lasermediet måste det pumpas (exciteras) med ljus utifrån. Tidigare användes lampor med hög effekt. Senare utvecklades laserdioder för att utföra pumpningen. Laserljuset som

genereras i halvledardioderna är av ganska dålig kvalitet och kan inte användas direkt. Genom att belysa en laserkristall i form av en disk eller fiber får man nytt ljus av högre kvalitet. Dagens fiber- och disklasrar pumpas till största del av dioder.

Utvecklingen av själva laserdioderna går snabbt framåt vilket resulterar i högre verkningsgrad och framförallt ljuskvalitet. Utvecklingen har resulterat till att man idag i viss utsträckning kan använda laserljuset direkt från dioderna, framförallt i applikationer där storleken på den fokuserade ljuspunkten kan vara relativt stor, så som i värmeledningssvetsning, lödning och värmebehandling av ytor. Laserline och Trumpf är stora leverantörer av de här direktdiodlasrarna med hög effekt. En stor fördel med direktdiodlasrar är dess höga verkningsgrad i storleksordningen 50% vilket kan jämföras med disk- och fiberlasrar på ungefär 25%.

I takt med att laserkällorna har utvecklats så har priset per kilowatt sjunkit samtidigt som strålkvalitet och maximal effekt har ökat. De mer lättillgängliga höga effekterna har öppnat upp för nya applikationer till en försvarbar kostnad men samtidigt har problematiken kring processtabilitet blivit högaktuell när höga effekter används. Problem såsom svetsstrut och "humping" blir högaktuella när lasereffekten ökar till nya rekordnivåer.

Med de högsta effekterna som är tillgängliga idag har man möjlighet att nå penetrationsdjup i storleksordningen av 30 mm. Man får då en mycket djup och smal svets.

Idag har det levererats fiberlasrar på 50 kW, disklasrar på 16 kW och direktdiodlasrar på 12 kW. De höga effekterna har lett till att man idag ofta ser problem med att optiken blir för varm. Det resulterar i att ljusets fokuspunkt kommer att förflyttas i höjddled. Ett antal lösningar på problemet har visats, där ingår nya optiska material, användning av speglar istället för optiska linser samt system som känner av hur mycket fokuspunkten har flyttats och anpassar optiken efter det.

Anledningen till att inte CO₂-lasrar nämns ovan beror inte på att det är en gammal och icke använd laserkälla, utan på att forskningsintresset är störst på fiber- och disklasrar och att utvecklingen här har gått snabbt de senaste åren. Det finns ett flertal områden där CO₂-lasern fortfarande är oöverträffad och det sker en fortsatt utveckling även inom det området.

Avslutningsvis kan konstateras att lasertekniken blir mer tillgänglig för fler företag och att priserna har sjunkit snabbt de senaste åren. Forskningen inom laserbearbetning är intensiv och processförståelsen hela tiden blir djupare. ☺

Varför går det så sakta att införa laserteknik i Sverige?

Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Industriell lasertekniken har nu funnits i mer än 30 år i Sverige och användningen ökar stadigt. Laserskärning och lasermärkning har fått stor genomslagskraft medan lasersvetsning inte ännu har kommit till större användning i Sverige.

Situationen i Europa är annorlunda. I Tyskland speciellt används lasersvetsning i betydligt större omfattning än i Sverige vilket ger tyska företag konkurrensfördelar. LTU och LaserGruppen inom Svetskommissionen, som arbetar med att utveckla och föra ut kunskap om laserteknik till svenska företag, undrar varför denna skillnad finns.

Vi har därför på uppdrag av LaserGruppen försökt undersöka vilka faktorer som är viktiga för att fatta beslut om investeringar och användning av lasersvetsning och vad som hindrar en snabbare införande av lasersvetsning i Sverige. Med den kunskapen föreslår vi åtgärder som kan öka lasersvetsning i Sverige.

I Tyskland har ILT i Aachen gjort en undersökning "Laseranwendung in der Produktion" som ger en bild av viktiga beslutsfaktorer i Tyskland vid investering i laserteknik. Men denna undersökning som bas har vi utvecklat en enkät där vi har försökt återskapa den tyska undersökningen för att kunna göra jämförelser mellan situationen i de båda länderna. Enkäten har 33 frågor och har skickats till 230 medlemmar (både laseranvändare

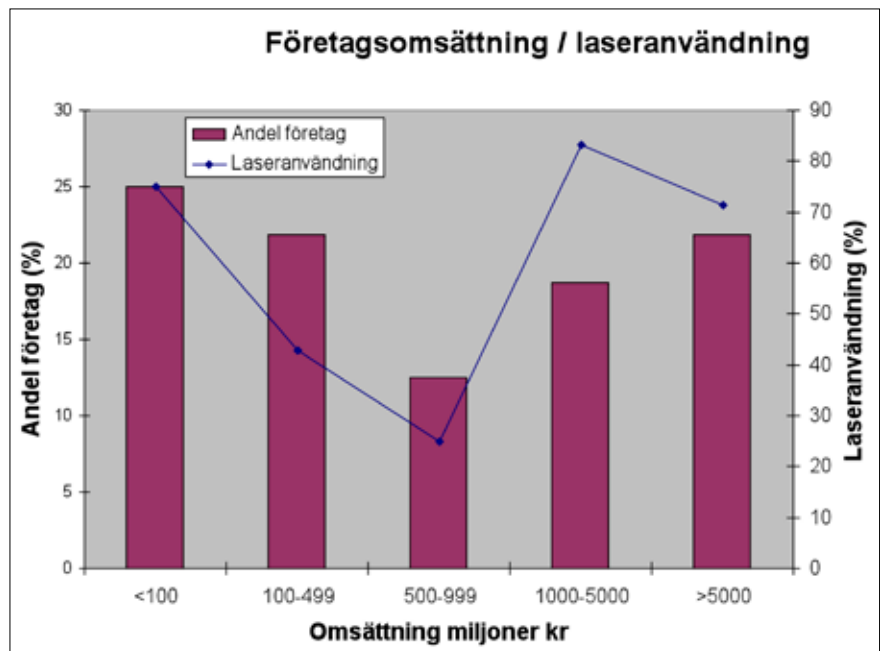


Bild 1. Omsättningen och laseranvändning hos de företag där personerna som svarat på enkäten arbetar.

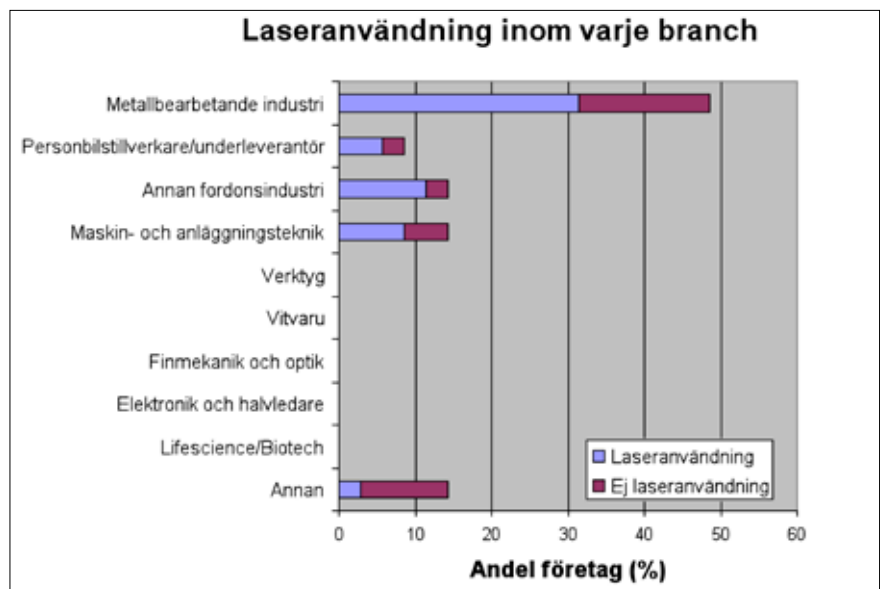


Bild 2. Laseranvändning per bransch.

och icke användare), i LaserGruppen och Svetskommissionen. Den har sedan kompletterats med intervjuer med utvalda deltagare och sammanställts. Resultatet presenterades under Laserdagen hos Wedholms AB, Nyköping, 14 oktober 2010.

Resultatet blev att 64 personer har svarat och 14 har avböjt att fylla i enkäten. Totalt blev det 50 användbara enkätsvar. Alla har inte besvarat samtliga frågor vilket har tagits hänsyn till vid sammanställningen.

Bild 1 visar omsättningen hos de

företag där personerna som svarat på enkäten arbetar och hur många av dessa som använder laser. De allra flesta företagen omsätter mindre än 100 miljoner kronor och där är laseranvändningen ca 25%. Störst andelen lasrar har de riktigt stora företagen som omsätter mer än 500 miljoner kronor.

Laseranvändningen är störst inom den metallbearbetande industrin, bild 2. Andelen företag med enstycks/småserietillverkning är ungefär lika stor som de med serietillverkning, bild 3.

Det är intressant att notera att andelen företag som använder eller planerar att använda lasersvetsning är högre än de som använder laserskärning, bild 4. Andelen som använder laserskärning (ca 50%) och lasersvetsning (ca 65%) är också mycket högre i vår undersökning än i den tyska där motsvarande värden är ca 20% för skärning och ca 15% för svetsning. Därmed kan man luras att tro att laserskärning och lasersvetsning är mer flitigt förekommande i Sverige än Tyskland, vilket inte är fallet. Orsaken till dessa resultat torde vara urvalet av deltagare. I vår undersökning valdes personer i företag som antingen är med i LaserGruppen eller Svetskommissionen. Rimligen bör därför andelen laseranvändare vara hög. Eftersom antalet medlemmar i Svetskommissionen är mycket större än antalet i LaserGruppen är det rimligt att tro att vi har prickat in många företag som använder lasersvetsning. Det finns ju en stor grupp företag som använder laserskärning, men dessa var inte med i vår undersökning, varför andelen företag som använder laserskärning blir mindre än vad som kan förväntas.

Lasrarna används huvudsakligen som "stand-alone" system eller integrerat i produktionslinjer, medan multistations- och mobila system är

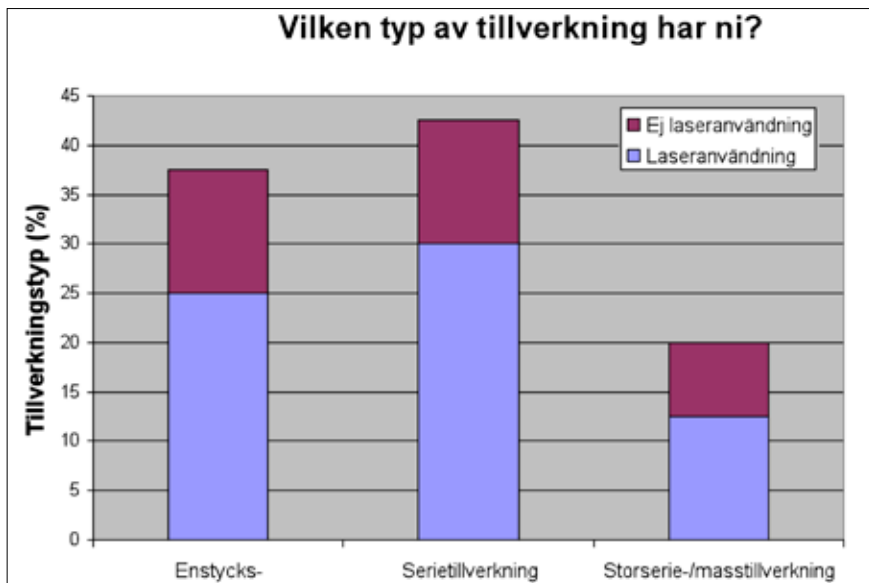


Bild 3. Typ av tillverkning deltagande företag.

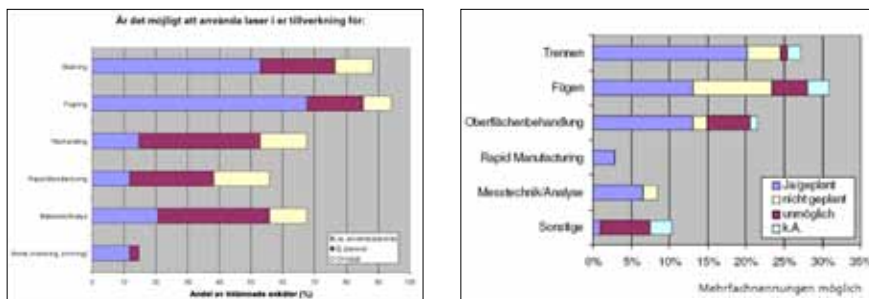


Bild 4. Andel företag som använder olika bearbetningsmetoder med laser. Resultatet från den tyska undersökningen visas som jämförelse t.h.

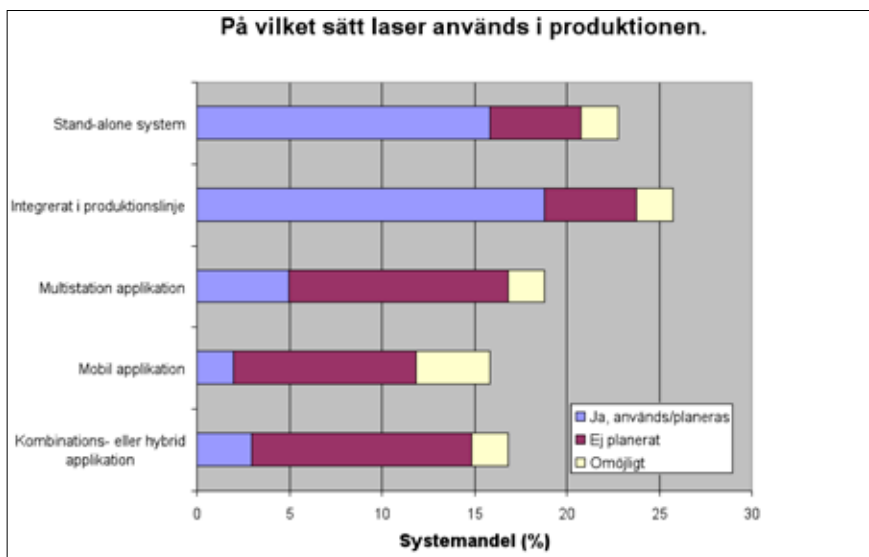


Bild 5. Användning av lasersystem i produktionen

mindre vanliga, bild 5.

Det är huvudsakligen järnbase-rade metaller som laserbearbetas. Tittar vi på vilka materialtjocklekar som används i de olika processerna ser vi att tjockleksintervallet 1-5

mm dominerar både för svetsning, men även i intervallet 6-10 mm används svetsning rätt flitigt. Området tjockare än 10 mm är störst för laserskärning, vilket kan tyckas lite förvånande, bild 6.

Varför investerar då företag i nya teknologier. Ja, enligt denna undersökning dominerar tre faktorer: sänkta kostnader, ökad produktivitet, samt förbättrad kvalitet. Ny produktdesign och att man får en förenklad produktionsprocess kan också i många fall vara anledning till investering, bild 7.

Ser vi då till betydelsen av respektive kriterium och jämför den allmänna betydelsen med laserbearbetningens betydelse så hittar intressanta iakttagelser, bild 8. Medan återbetalningen och investeringskostnaden generellt sett är mycket viktiga, så bedöms inte laserbearbetning så bra ur dessa synpunkter och speciellt inte investeringskostnaden. Den bedöms som dålig, alltså hög. Man tycks alltså anse att de ekonomiska faktorerna är inte är så bra är man investerar i laser. Vad är då positivt för laser? Jo, produktivitet och precision rankas högt på skalan. Andra positiva faktorer för laser är flexibilitet i produktionen och automatiserbarhet. Slutsatsen blir att tekniska faktorer bedöms som positiva medan de ekonomiska, och speciellt investeringskostnaden bedöms negativa när man köper lasersystem. Förhållandet är i princip identiskt i Tyskland.

Det har också stor betydelse om man är laseranvändare eller ej när man bedömer investeringskriterier, bild 9. Laseranvändare anser att produktivitet och precision är mycket bra, medan investeringskostnaden inte bedöms som direkt dålig. En icke laseranvändare tycker däremot att investeringskostnaden är ett mycket dåligt kriterium för laser. Bättre är dock produktivitet och precision, men de når inte samma nivå som en laseranvändare. Samma gäller flexibilitet och automatiserbarhet. Slutsats: har man väl köpt en laser så uppskattar man starkt produktivitet, precision, flexibilitet och automatiserbarhet. Investerings-

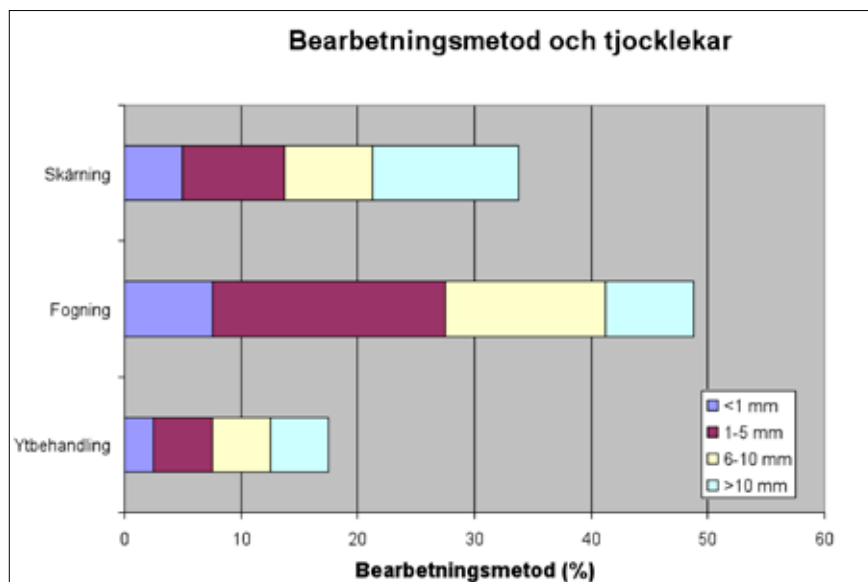


Bild 6. Användning av olika materialtjocklekar vid olika metoder.

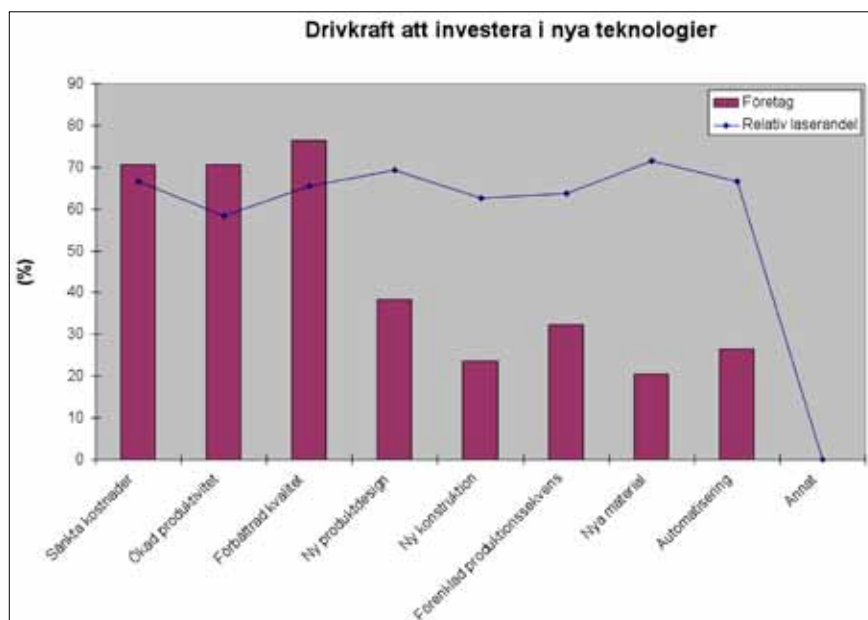


Bild 7. Drivkrafter för att investera i nya teknologier.

kostnaden bedöms inte som dålig men rankas inte heller speciellt positivt heller.

Vad upplever man då som hinder vid investering i ny teknologi. Jo, kostnaden/ekonomin upplevs som det största, bild 10, följt av det känns svårt och dyrt att få teknologin verifierad, men även organisationen och att det är svårt och dyrt att sätta sig in i teknologin kan upplevas som stora hinder.

Även vid investering i lasersvetsning/laserteknik bedöms kostnaden som det klart största hindret, bild 11. Detta följs av svårt och dyrt att

sätta sig in i teknologin, samt att seriestorlekarna inte passar laser och att man saknar teknisk kompetens. Vi gör den tolkningen att man inte anser sig ha tillräckligt stora seriestorlekar.

Om vi nu går över till att enbart betrakta lasersvetsning och frågar om vilket kunskapsstöd man anser sig behöva så blir svaret att stöd behövs främst inom tillverkningsprocessen, materialfrågor följt av produktion och produktutveckling/konstruktionsutformning, bild 12.

Det stödinstrument som upplevs som viktigast är kunskapsöverföring

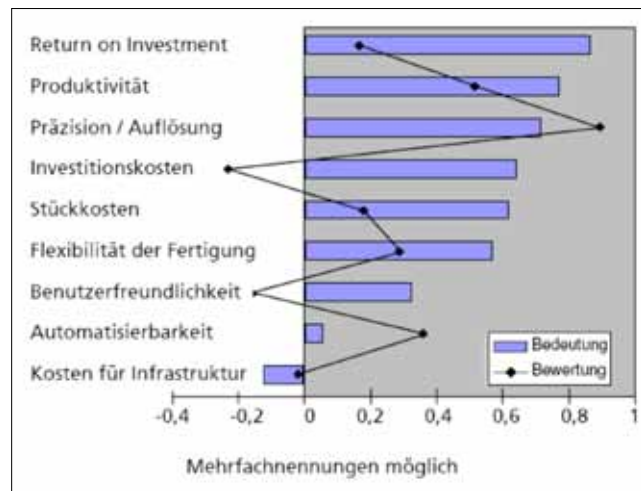


Bild 8. Betydelse av olika faktorer/kriterier vid investeringsbeslut, allmänt och för laserbearbetning.

från andra följt av utbildning, coaching när man får problem samt kunskapsöverföring via workshops där man diskuterar problem och möjligheter, bild 13.

På frågan om vad som skulle underlätta ert beslut att införa lasersvetsning/laserteknik i ert företag blev svaret:

- * Bättre kunskap och förståelse 23%
- * Lägre investeringskostnad 16%
- * Fel produkt, saknar produkt 16%
- * Seristorlekar/volymer 10%
- * Ingenting 10%

Slutsatser från undersökningen

Våra slutsatser efter undersökning är:

- * Det finns potential för mera laserbearbetning
- * Lägre kostnader, högre kvalitet, högre precision är viktiga drivkrafter för investering i ny teknologi som passar laser bra
- * Återbetalning, produktivitet, precision, investeringskostnad är de viktigaste kriterierna för investeringsbeslut. Laser ligger dåligt till i kostnad
- * Viktigaste hinder för att införa lasersvetsning är: kostnad, svårt/dyrt att verifiera teknologin, seriestorlekar, brist på kompetens och att det är svårt och dyrt att sätta sig in i teknologin.

- * Det finns likheter i Tyskland t.ex. kriterier för investeringsbeslut och hur lasertekniken bedöms där

Vad kan vi då göra för att användningen av lasersvetsning/laserteknik ska öka fortare i Sverige? Vi föreslår följande:

Fortsätt att utbilda – kunskap behövs

- * Ta fram business-case som fokuserar på produktionsstrategi och ekonomiska faktorer, samt hur man räknar hem en laserinvestering
- * Insiktsseminarier för företagsledningar

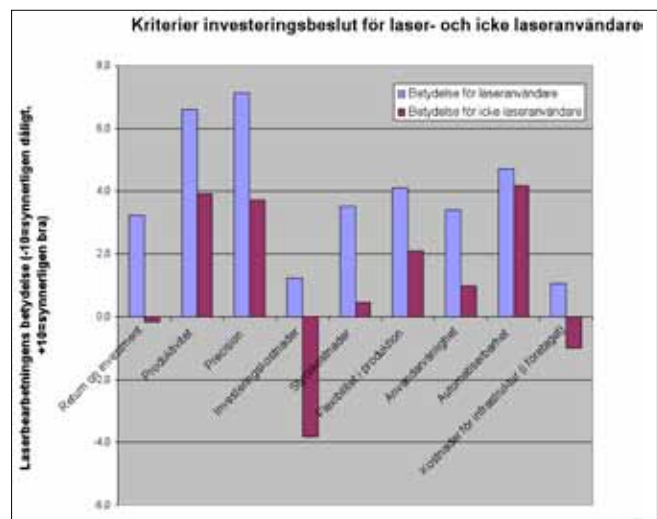


Bild 9. Hur laser- och icke laseranvändare bedömer olika kriterier för investeringsbeslut.

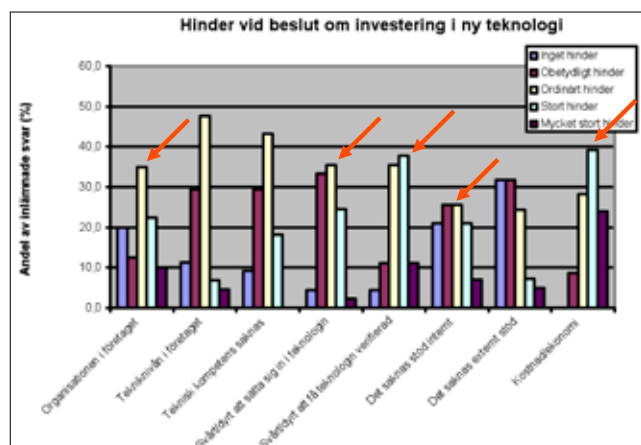


Bild 10. Hinder vid investering i ny teknologi. Pilarna pekar på de största

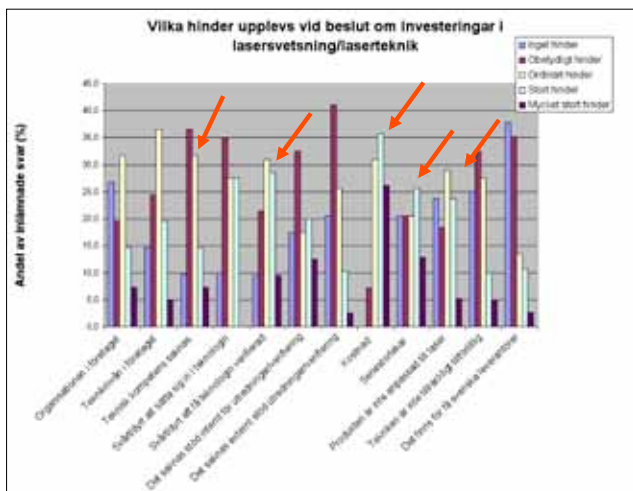


Bild 11. Hinder vid investering i lasersvetsning/lasertechnik. Pilarna identifierar de största.



Bild 12. Behov av kunskapsstöd vid lasersvetsning



Bild 13. Stöd som önskas vid lasersvetsning. Pilarna indikerar de som upplevs som viktigast

- * Utveckla flera och mer varierade tekniska utbildningar
- * Utökat samarbete med Svetskommissionen

Problemet med höga investeringskostnader får vi nog leva med framöver, för vi tror inte att laserleverantörerna har någon patentiell lösning som drastiskt skulle kunna förändra situationen. Dock finns vissa antydningar i denna riktning inom t.ex. laserskärning där en del leverantörer kan erbjuda enklare maskiner till lägre kostnad.

Debatt

Vid presentationen hos Wedholms AB så blev det en livlig debatt om hinder och möjligheter att införa lasertechniken snabbare.

Thomas Hägglund, Din Maskin, konstaterade att ett hinder är alla de standarder som finns och där inte laser finns med, vilket försvårar spridningen. Han berättade också att i Finland har man investerat i laser i flera skolor bland annat yrkeshögskolor och det kan ge resultat på sikt.

Stefan Frylebäck, Lasercentrum i Gnosjö, pekade på möjligheterna att sprida kunskapen ner i åldrarna till gymnasiala verkstadsprogram och ingenjörshögskolor. Nu finns svarv och fräsning men plåtbearbetning är åsidosatt. Han föreslår att vi arrangera studiebesök för elever men även att utnyttja Svetskommissionen bättre.

Anders Ivarson, SSAB, frågade vad vi kan lära oss av introduktionen av laserskärning och pekade på hinder i form av certifiering och testning. Han föreslog att vi skulle vända oss till andra målgrupper än laseranvändare och sprida information på flera fronter, t.ex. till företagsledare.

Conny Lampa, fd Högskolan Väst, påpekade att det är svårt att räkna hem högre svetskvalitet utan man måste tydliggöra vinsten med lasersvetsning.

Hubert Wilbs, Trumpf Maskin AB, var inne på samma linje och menade att det är väsentligt hur man visar besparingarna. Man bör räkna från "början till slut" i plåtbearbetningskedjan och naturligtvis även inkludera inbesparingar i material.

Johan Elster, Bystronic Scandinavia AB, menade att man måste söka hävstångseffekter vid nyinvesteringar. Han påpekade också i ett annat sammanhang att materialkostnaden i dag är ca 50-80% av totalkostnaden vid tillverkning av plåtprodukter.

Ulf Svensson, Swenox AB, pekade på ett problem som dom har och det är att de passningar och toleranser som behövs vid lasersvetsning inte kan garanteras av verktygsmakarna när pressverktyg konstrueras.

Stefan Frylebäck, Lasercentrum i Gnosjö, menade också att det behövs större serier för att få lönsamhet i lasersvetsningen. Dessutom är det svårt att få tillverkare att skicka svetsjobb till legotillverkare som kan hantera mindre volymer. Han menade också att det är svårt att få förändringar införda i större företag.

Lasergruppen har tagit tillvara idéer och synpunkter från detta och andra arrangemang och arbetar vidare med missionen att sprida kunskap om laserbearbetning i Sverige. ☺



Shape the future with light.

Vi behöver förstärka vår säljavdelning och söker nu med placering i Alingsås:

Produktspecialist Laser

Du ansvarar för försäljningen i Sverige, Norge och Danmark. Vårt produktprogram är komplett och marknadsledande.

Läs mer om tjänsten på
www.saljpoolen.se

intenso

SÄLJ POOLEN

Laser TRUMPF

TRUMPF



Bystronic

Best choice.

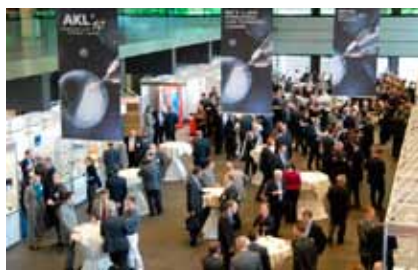
BySpeed Pro 3015

ByTrans Extended/BySort



www.bystronic.se

Framtiden tillhör laserkällor med kapacitet för ultrakorta pulser?



Av Johnny K Larsson, Volvo Cars

Gerd Herzinger var en fysikprofessor från TU [Technisches Universität] i Darmstadt, som för 25 år sedan grundade ILT [Institut für Lasertechnik] i Aachen. Med anledning av detta jubileum hade han fått ge namnet åt den inledande sessionen vid AKL [Aachener Kolloquium für Lasertechnik] 2010, vars tema handlade om den senaste nyutvecklingen beträffande laserkällor.

Förste talare var sympatiska Pe-

ter Leibinger [Fig. 2] från Trumpf GmbH i Ditzingen. Han menade att begreppet "hög effekt" inte enbart är reserverat för cw-lasrar då det idag också förekommer laserkällor som kan generera ultrakorta pulser med väldigt höga toppeffekter. Detta hade berörts i professor Reinhart Poprawes [Fig. 3], institutionsföreståndare vid ILT, inledningsanförande då han avslöjade att man under föregående natt satt ett nytt "världsrekord" i sitt laboratorium. Med hjälp av en 1,1 kW Yb:YAG Innoslab-laser uppbyggd av två 50x50 cm stora moduler hade man skapat en pulseffekt på 90 MW(!) vid en frekvens på 20 MHz och en

pulslängd på 600 fs [femtosekunder = 10⁻¹⁵ sekunder] där energin i varje puls var 5,5 μJ.

Denna typ av laserkällor med ultrakorta pulser befinner sig fortfarande i sin linda menade Dr. Leibinger, och konstaterade samtidigt hur övriga lasertyper utvecklades; de lampumpade fastkroppslasrarna är på tillbakagång, CO₂-lasrarnas användning har mättats, varför tillväxten idag sker inom disk-, fiber- och diodlasrarna [Fig. 4]. Att fiberlasern ännu inte fått ett större genomslag inom verkstadsindustrin trodde han beror på att det bara finns en aktör [IPG Photonics] då det gäller högeffektområdet, var-



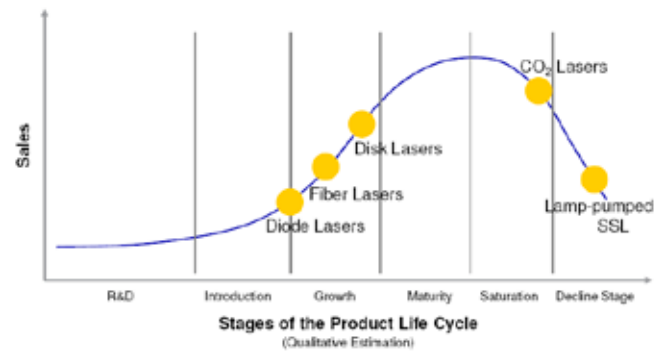
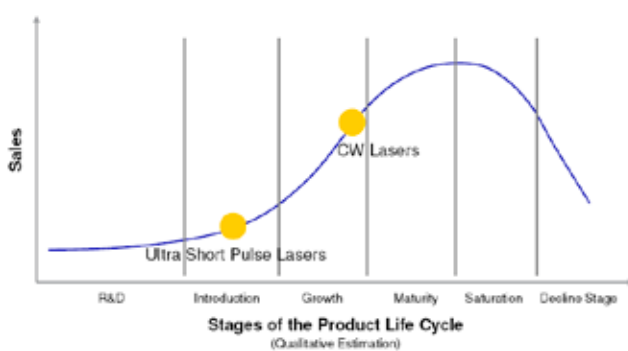
Figur 1. En kvartett laserprofiler som framträdde i den så kallade "Gerd Herzinger Session"; fr.v. Poprawe, Leibinger, Hefter och Krause.



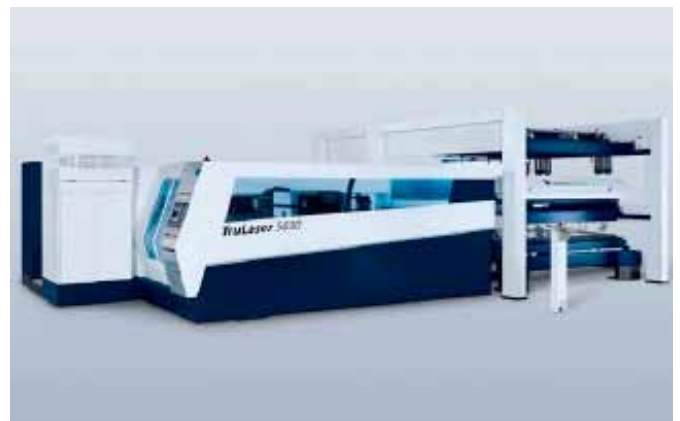
Figur 2. Peter Leibinger (t.v.) "satte ribban" som inledningstalare vid Gerd Herzinger sessionen, där.....



Figur 3. Reinhard Poprawe myser förnöjt då han kan rapportera om det nya "world record" som lyder på 90 MW i en laserpuls!



Figur 4. T.v. illustreras var i livscyklförloppet olika lasertyper befinner sig, och t.h. ser vi ur samma perspektiv var de nya ultrakortpuls-laserna ligger i förhållande till cw-källorna.



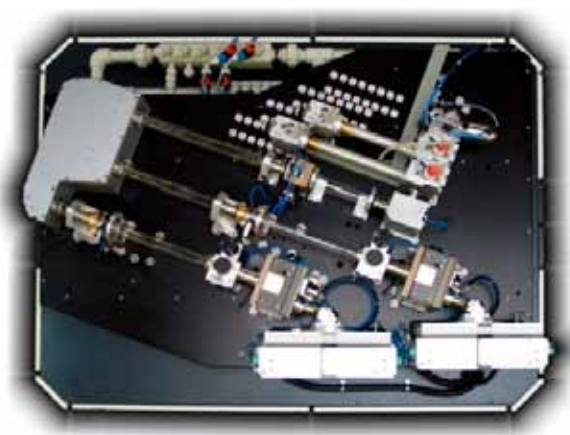
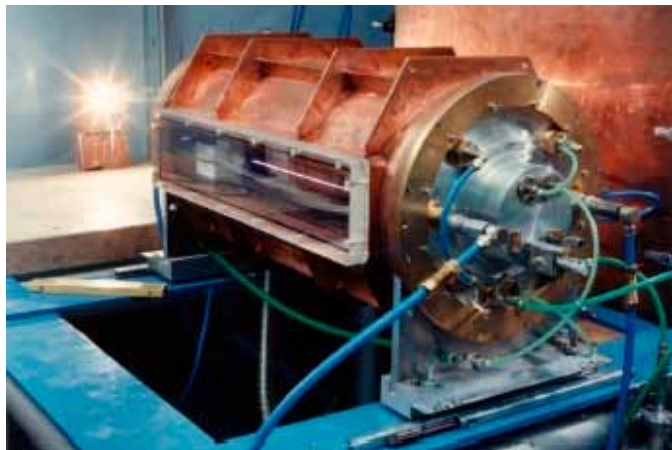
Figur 5. Några laserskärsystem från Trumpf; t.v. den disk-laserbaserade TruLaser5030 för tunnplåtsskärning, medan det fortfarande är CO₂-lasrar som gäller vid grövre dimensioner, här illustrerat med TruLaser3030 (t.h.).

för kostnaderna för denna lasertyp fortfarande anses alltför höga. Det som i första rummet bestämmer valet av laserkälla är nämligen pris och den applikation som är avsedd att bearbetas. Begrepp som tillförlitlighet och robusthet var tidigare viktiga urvalskriterier då kunden stod i begrepp att införskaffa en ny laser,

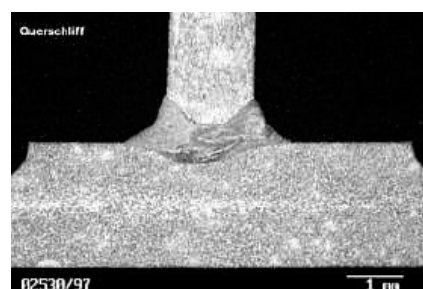
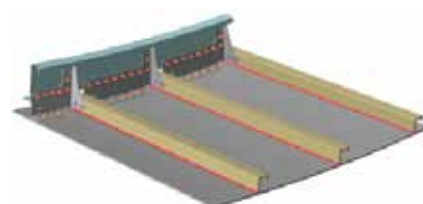
men dessa är inte längre bestämmande då marknaden utvecklat synnerligen högklassiga produkter vad gäller samtliga lasertyper. Idag är det därför inte bara investeringskostnaden som bestämmer valet utan i kanske lika hög grad laserkällans verkningsgrad. Dock är inte allt "guld som glimmar". Exempelvis innebär den

högre skärhastighet som moderna fastkroppslasrar erbjuder också en större förbrukning av assistgas.

Därmed var Dr. Leibinger inne på området laserskärning där han fick möjlighet att göra reklam för företagets produkter. Sålunda förordade han att använda ett disk-laserbaserat system som TruLaser5030 vid



Figur 6. "Inkråmet" på en tidig diffusionskyld CO₂-laser från RofinSinar med 560 W effekt från 1990 t.v., att jämföras med den betydligt smärre lösningen för en 4 kW disk laser från 2005 (t.h.).



Figur 7. Aluminiumsvetsning av panelförstärkningar hos Airbus i Nordenhamm. En applikation som varit i produktion sedan 1997 och som svetsas med en DC035 CO₂-slablaser från RofinSinar.

tunnplåtsskärning, medan den CO₂-baserade TruLaser3030 rekommenderades för laserskärning i grövre dimensioner [Fig. 5]. Vidare att de diskaserbaserade produkterna är billigare i jämförelse med motsvarande fiberlasrar då de förra inte har samma krav på hög briljans hos pumpdioderna.

Ulrich Hefter från RofinSinar GmbH i Hamburg berättade om några av företagets milstolpar. I den tidiga utvecklingen av CO₂-lasrar var allt fokus satt på att åstadkomma uteffekter på över 1 kW, något som

resulterade i lanseringen av tvärströmningslasern. Vidare ansträngningar att förbättra strålkvaliteten gav oss "fast axial flow"-källorna, vilka nådde en vidare förädling 1995 då RofinSinar presenterade sin idag klassiska diffusionskylda slab-laser [Fig. 6] med SM [Single Mode] strålkvalitet. För fastkroppslasarna har en liknande evolution skett. Här nådde man kW-området på 1980-talet med de lamppumpade stav-lasarna. Den på 90-talet uppfunna disklasern hjälpte till att förbättra strålkvaliteten avsevärt, och år 2004

såg den första fiberlasern med multi-kW effekt dagens ljus.

Dr. Hefter menade att numera är det inte enbart lasereffekten som styr valet av laserkälla, utan i lika hög grad strålkvalitet och briljans hos laserstrålen. Det senare begreppet förklarade jag utförligt i förra numret av LaserNytt, men kan kort beskrivas som lasereffekten dividerad med kvadraten på strålkvaliteten. Där relaterade jag också den jämförelse som Dr. Hefter gjorde mellan olika lasertyper med hänsyn till denna parameter. En jämförelse



Figur 8. Exempel på RLC av 0,1 mm tjockt rostfritt material utfört i en dedikerad maskin (t.h.) hos IWS i Dresden. Skärhastighet 350 m/min!



Figur 9. Volker Krause från Laserline, ett ungt företag med huvudkontoret förlagt till Koblenz (t.h.), berättade om företagets produkter och dess explosionsartade försäljning med mer än 1.000 diodlasrar levererade sedan 1997.

som identifierade två överlägsna ”segrare”, nämligen slab- och fiberlasrarna.

Dr. Hefter avslutade sin presentation med några applikationsexempel. Ett av dessa var tidig (1993) aluminiumsötsning med en CO₂ slab-laser [Fig. 7], ett annat och mer dagsaktuellt var RLC [Remote Laser Cutting] av 0,1 mm tjocka rostfria folier utfört vid IWS [Institut für Werkstoff und Strahltechnik, Dresden], där skärhastigheten låg på svindlande 350 m/min [Fig. 8].

Dr. Volker Krause från Laserline GmbH i Mülheim-Kärlich adresserade sitt företags produkt diodlasern, som han menade var ett av de bästa alternativen då det gäller energieffektivitet [Man talar idag om en elektrisk verkningsgrad på över 40%]. Jag är själv benägen att hålla med om detta och tror personligen

att denna lasertyp är den som kommer att uppvisa den största tillväxten inom den närmaste femårsperioden, inte minst inom min egen bransch – bilindustrin.

Laserline är ett förhållandevis ungt företag; grundat 1997 med sitt huvudsäte i Koblenz och med inalles 75 medarbetare [Fig. 9]. Dock har man idag installerat mer än 1.000 lasrar ”world-wide”. Man har två huvudsakliga produktfamiljer; dels LDF-serien med effekter upp till 10 kW, dels LDM-serien med maximal-effekten 2,3 kW [Fig. 10]. Båda produktserierna erbjuder strålkvaliteter på 30 mm*mrاد och ett så kallad ”foot-print” på 0,9 m². Laserkällorna byggs upp på traditionellt ”diodvis” där halvledarelementen kopplas samman till stänger [bars] vilka i sin tur byggs till staplar [stacks] som därpå kombineras för att skapa

Tabell I. Relationen mellan maximal lasereffekt och strålkvalitet enligt Laserline.

Lasereffekt [kW]	Strålkvalitet [mm*mrاد]
4	30
5	40
7	60
10	100

kW-effekter. Tidigare var 150 W det maximala som kunde utvinnas från en ”laser bar”, men idag har man nått 200 W vilket också resulterat i en förbättrad strålkvalitet, och enligt Dr. Krause går nu utvecklingen vidare mot att kunna generera 250 W från en dylik ”laserstång”.

Naturligtvis finns det fortfarande en begränsning vad gäller strålkvaliteten för de högre effekterna vilket



Figur 10. Laserlines två produktfamiljer LDF- respektive LDM-serien. Båda med 30 mm*mrad strålkvalitet och ett "foot-print" på 0,9 m².

framgår av Tabell 1 och Fig. 11. Dock prognostiserade Dr. Krause att år 2015 skulle man kunna presentera produkter där en 5 kW-laser har < 10 mm*mrad och där strålkvaliteten för lasrar med effekter mellan 10-40 kW kommer att ligga på 30-100 mm*mrad. Det skall bli intressant att se om man lyckas nå upp till en sådan målsättning.

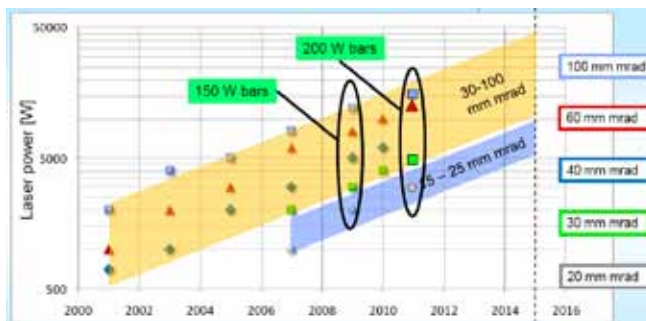
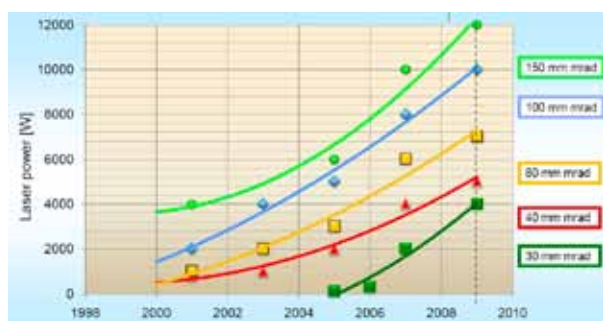
I motsats till konkurrerande diodlasertillverkare använder sig Laserline fortfarande av så kallad aktiv kylning med ett flytande medium. Trots detta anges kylelementen ha en livslängd på 50 000 timmar. Andra nyckeltal som nämndes i detta sammanhang var diodlivslängd 30 000

timmar vid fullt effektuttag, ingen förändring av fokuspunktsläget efter 20 000 timmars drifttid, och mindre än 0,3% effektminskning efter 10 000 timmar. Med sådana data "i ryggen" är det förståeligt att Dr. Krause kan utlova en 5-årig garanti på företagets produkter.

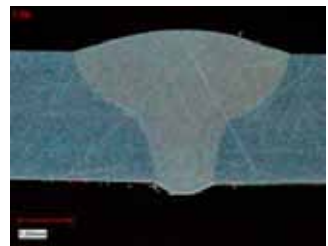
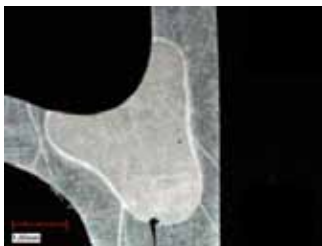
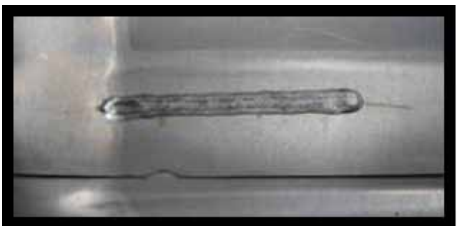
Han fortsatte sedan med några bilrelaterade applikationer såsom laserlödning av tak, dräneringskanaler och bakluckor där Laserlines diodlasrar kommit till användning. Speciell stolthet tror jag Dr. Krause kände då han pekade på utvecklingen hos Audi AG då det gäller lasersvetsning av aluminium. På såväl bakdörren till Q7-modellen [2006] som taket till Audi TT [2007] hade företaget använt lampumpade Nd:YAG-lasrar för svetsningen, men i och med introduktionen av

Q5-modellen 2008 och dess bakdörr hade valet i stället fallit på diodlasern [Fig. 12]. En förklaring till detta kan vara den något kortare våglängden hos diodlasrar [0,91-1,02 µm], vilket gör att laserstrålen uppvisar en bättre absorption i just aluminium. Audi använder sig vid produktionen av den nämnda komponenten i Neckarsulm av en LDF 400/4000-enhet, vilket skall uttolkas som 4000 W i en 400 µm grov optisk fiber. Svets hastigheten ligger kring 3 m/min, den totala svetslängden uppgår till cirka 800 mm och svetsverktyget manipuleras av en sexaxlig industrirobot.

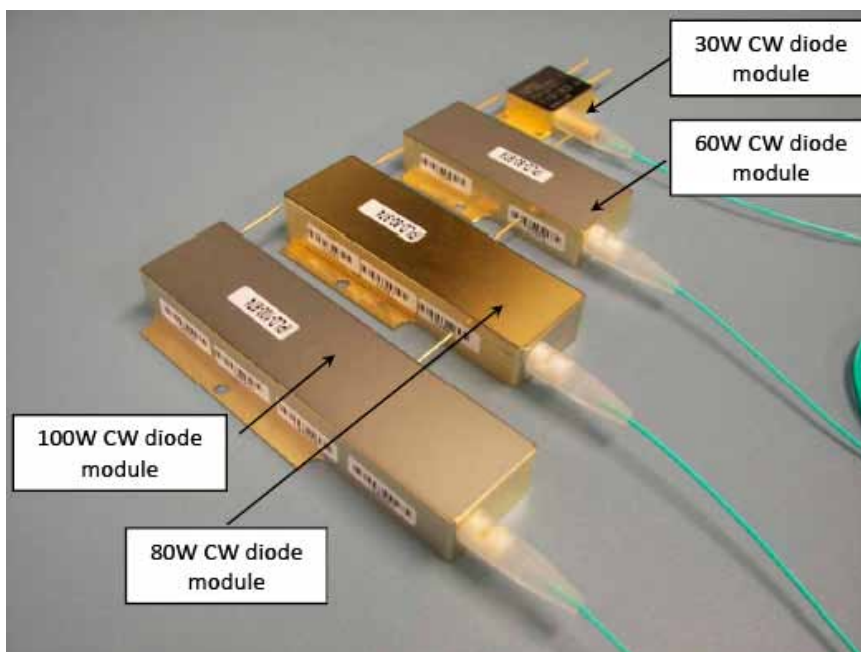
Siste talare i denna Gerd Herzinger-session var Andre Mashkin från IPG Laser GmbH i Burbach som fått hoppa in i stället för mer bekante Valentin Gapontsev. Han uppehöll sig kring företagets nya generation av lasrar av så kallad QCW-typ som erbjuder extremt höga pulsenergies. Sålunda kan man åstadkomma toppeffekter på 1 MW med 10mJ energi per puls. Detta har möjliggjorts genom utveckling av en ny generation pumpdioder [Fig. 13] med hög briljans i kombination med en sofistikerad elektronikstyrning av pumpströmmen. För mer praktisk användning pekade Dr. Mashkin på toppeffekter mellan 700 W och 10 kW, pulslängder mellan 0,1-20 ms och pulsenergies ända upp till 100 J. Fördelen med den nya lasertypen är att den också kan opereras i cw-



Figur 11. Utvecklingen över tiden av de direktverkande diodlasrarnas strålkvalitet i relation till maximal uteffekt. T.h. illustreras den förbättring som hänför sig till att Laserline numera kan utvinna 200 W från en enstaka "laser bar".



Figur 12. Diodlasersvetsning av aluminiumbakdörren till Audi Q5-modellen; en utmaning såtillvida att fogens geometri förändras över dörrens bredd från en strålfällegeometri, via en kantfog till en överlappsdo.

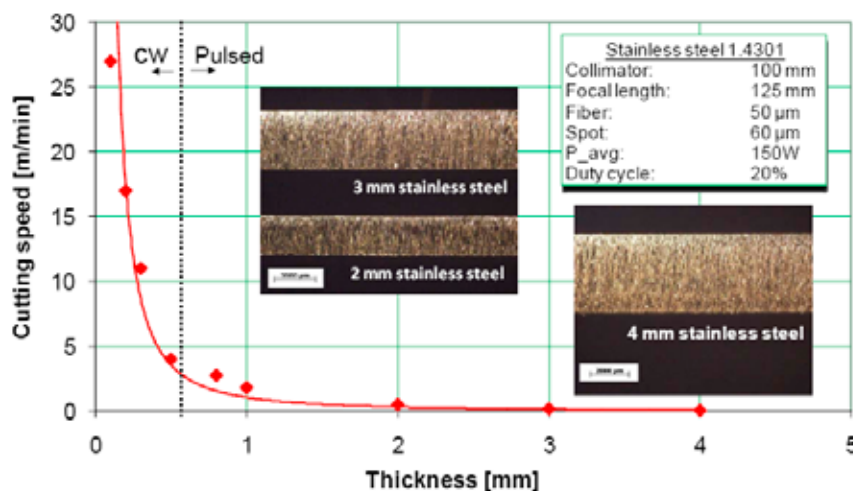


Figur 13. Hemligheten bakom de höga topp effekter som IPG kan erbjuda med sin nya QCW-serie är en ny generation av pumpdioder (närmast), vilka bl.a. används i produkten YLS-600/6000 (t.h.).

mode. Kommersiella produkter är YLR-150/1500, vilket skall uttydas som 1500 W pulseffekt och 150 μm distributionsfiber. BPP [Beam Parameter Product] är imponerande 0,37 mm*mrad. Denna laser kan alltså även användas i cw-mode och då med 250 W effekt. För mer energikrävande bearbetning rekommenderas YLS-600/6000 vilken kan opereras med en medeleffekt på 600 W, och som har en strålkvalitet på 2,0 mm*mrad. För laserskärning av material tunnare än 0,5 mm rekommenderas cw-mode medan pulsvarianterna bör användas vid skärning i grövre material [Fig. 14]. Effektstabiliteten över tiden garanteras till $\pm 0,5\%$, och vid försök under varierande temperatur mellan 10-40 °C hade effektvariationen varit lägre än 3%.

Skillnaden mellan QCW-serien och IPG:s traditionella högeffektslaser är att de förstnämnda är mycket mer kompakta till sin uppbyggnad, använder sig av luftkylning, och är också betydligt billigare. Detta tillsammans med låga underhållskostnader gör dem till ett idealiskt alternativ för skär- och svetsapplikationer – allt enligt Dr. Mashkin. Vi får väl vänta och se om denna lasertyp finner sin nisch på marknaden i konkurrens med alla de andra alternativ som erbjuds för tillfället.

Ett område under stark utveckling på senare tid är diodlaserar med förbättrad strålkvalitet. En särskild



Figur 14. Skärhastighet i förhållande till plåttjocklek vid laserskärning av rostfritt 1.4301-material, där IPG rekommenderar att gå över till pulsmod, med i det här fallet 750 W topp effekt, för tjocklekar över 0,5 mm.

session för detta ämne leddes av Dieter Hoffmann från Fraunhofer ILT, och här fick vi lyssna till ett antal representanter från olika diodlasertillverkande företag. Först ut var Dr. Detlev Wolff från Jenoptik GmbH som kunde peka på den utveckling som skett både vad gäller möjligt effektuttag från en enstaka laserstav som priset per Watt för denna form att generera laserljus [Tabell 2].

I sitt forskningslaboratorium har Jenoptik idag lyckats generera 160 W ur en stav, men Dr. Wolff menade att detta på intet sätt skulle vara någon gräns för vad som är möjligt. Typisk våglängd för denna lasertyp är 940 nm, och 300-400 W per laserstav är en realistisk bedömning av framtida utvecklingspotential, ja kanske till och med 500 W. Här börjar dock kylningen bli ett pro-

Tabell 2. Utvecklingen av effektuttag per laserstav och kostnaden per Watt för diodlaserar.

År	Lasereffekt/stav [W]	Kostnad/Watt [€]
1991	15	150
1996	20	45
1997	30	33
2001	40	15
2006	60	10
2010	120	8

blem med den passiva kylning som normalt används, varför Jenoptik har ett nytt intressant koncept "på gång". Detta innebär att man använder sig av ett antal så kallade "single emitters" ["injektionselektroder"] som monteras direkt på ett kylelement. Genom att kombinera flera

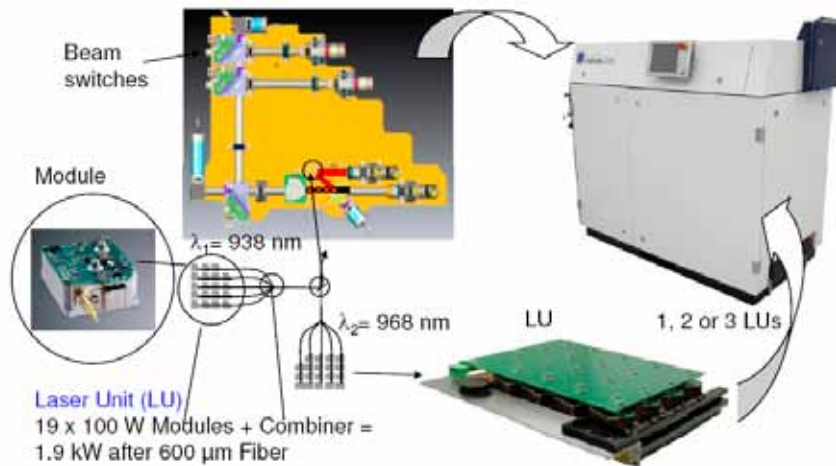


Figur 15. Deltagarna i den session som adresserade ämnesområdet direktverkande diodlaserar; fr.v. Hoffmann, Wolff, Dorsch och Biesenbach.

sådana element kan man skala upp uteffekten. Konceptet bygger på låg ström/hög spänning, vilket gör det enkelt att använda sådana "single emitters".

Trumpf har ju med framgång lanserat sin TruDiode-serie, och om denna produkt berättade Friedhelm Dorsch från Trumpf Werkzeugmaschinen GmbH i Ditzingen. Här byggs laserkällorna upp av passivt kylda moduler om 100 W, vilka har en storlek på 8×6×3 cm, men man har problem med den stråldivergens som för denna lasertyp alltid blir fallet i den så kallade "slow axis". BPP i denna riktning ligger på 50 mm*mrad, medan man i "fast axis"-riktningen har utmärkta 0,3 mm*mrad. Denna anisotropi gör att man antingen "underfyller" distributionsfibern, vilket resulterar i en försämrad strålkvalitet, eller "överfyller" densamma, med reducerad lasereffekt som resultat. Genom ett optimerad kollimering av laserstrålen i kombination med omformning av densamma har det emellertid blivit möjligt att förbättra den resulterande strålen till en BPP på 6 mm*mrad så att den låter sig inkopplas i en 100 µm grov optisk fiber och presenterar en N.A. [Numerisk Apertur] på 0,12. Genom så kallad "multiplexing" kombineras sedan ett antal dylika fibrer till knippen; antingen 7 stycken vilket ger 700 W i en 400 µm fiber med strålkvaliteten 20 mm*mrad, eller 19 stycken med 1900 W effekt i 600 µm-fiber och med en strålkvalitet på 30 mm*mrad. Ytterligare effektökning får man genom "våglängdsmultiplexing" av två olika våglängder, 938 respektive 968 nm [Fig. 16], varför Trumpf med denna teknik idag kan erbjuda produkter med effekter upp till 4500 W och en strålkvalitet på 25 mm*mrad.

Detta gör diodlasrarna till ett intressantare alternativ än motsvarande lampppumpade stavlasrar [Fig.



Figur 16. Schematisk skiss över hur Trumpf går till väga för att skala upp effekten i kW-området för sina diodlasrar; dels kombinerar man upp till 19 fibrer i knippen, dels använder man sig av "våglängdsmultiplexing" där man kombinerar två olika våglängder, som i det här fallet 938 och 968 nm.



Figur 17. En avsevärd skillnad i storlek och därmed "foot-print" då man jämför två Trumpf-produkter som båda levererar 3 kW lasereffekt; en lampppumpad stavlaser HL3306D och den mindre diodlasern TruDiode3006.

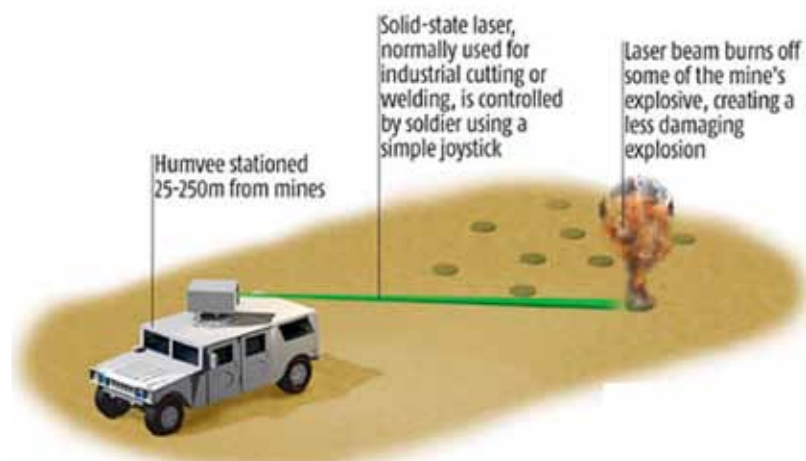


Figur 18. Intressanta bilder som visar hur man med hjälp av en Thulium-baserad diodlaser med 2 µm våglängd avlägsnar prostatacancer celler.

17], inte minst med tanke då att TruDiode-produkterna har en elektro-optisk verkningsgrad på 45%, och en elektrisk dito [WPE = Wall Plug Efficiency] på 40%, värden som är 15 gånger högre än de för de gamla stavlasrarna. På detta sätt blir det möjligt att reducera energiförbrukningskostnaderna med upp till 90% - en nog så viktig aspekt i dagens miljömedvetna industri.

Dr. Jens Biesenbach från DILAS Diodenlaser GmbH i Mainz pekade på de mångfasetterade användningsområden som diodlasern kan erbjuda, mycket beroende på att våglängderna kan skräddarsys genom inblandning av olika mängder Indium, Gallium, Arsenik och Fosfor i halvledarmaterialet. Därmed kan man med olika laserkällor täcka in ett våglängdsområde mellan 405-2200 nm [Fig. 18], alltså från blått/rött synligt ljus ända till det infraröda. Liksom Jenoptik och Trumpf använder sig DILAS av lösningen med passivt kylda diodpaket, och deras standardprodukter ligger inom våglängdsområdet 800-1000 nm där man kan generera effekter på ända upp till 200 W [600 µm fiber; N.A. 0,22] från en enstaka diodstav. Utanför detta "standardområde" opererar man med betydligt anspråkslösare effekter, vanligtvis 6-25 W [400 µm; N.A. 0,22] per modul. Många av DILAS produkter används inom det medicintekniska området, och några exempel på sådana är:

- * 633 nm för skinn- och lungcancerbehandling
- * 652 nm för huvud- och nackcancerbehandling



Figur 19. Röjning av minor med så kallad THEL (Tactile High Energy Laser) som arbetar med effekter mellan 10-100 kW, och där man använder diodlasrar med 976 nm våglängd och 650 W effekt (t.h.) som pumpmoduler.

- * 793 nm för prostatabehandling och njurstensoperation
- * 810 nm för hårborttagning
- * 980 nm för lagning av tänder och prostatabehandling
- * 1.320 nm för lungcancerbehandling
- * 1.470 nm för urologi- och gynekologiingrepp [40 W] samt kosmetisk behandling [15 W]
- * 1.940 nm för Acne-behandling

Helt andra användningsområden hittar vi i den militära sektorn där diodlasrar med våglängder på 802, 804, 806 och 808 nm används vid målsökning så kallad ATFLIR [Advanced Target Forward Looking

InfraRed], samt för oskadliggörande av minor, där diodlasrar tjänar som pumpkällor för så kallade THEL [Tactile High Energy Laser, Fig. 19].

Särskild uppmärksamhet vid årets AKL-konferens röntne Innoslab-lasern, mycket tack vare att företaget EdgeWave belönades med det så kallade "Innovation Award Laser Technology". I en av sessionerna var Dr. Keming Du [Fig. 21] inbjuden för att berätta om denna spännande laserkälla. Det aktiva mediet består av en enkel kristall med två polerade ytor och genereringen av laserljus sker via pumpdioder med en linjeformig laserstråle [Fig. 22]. Vidare

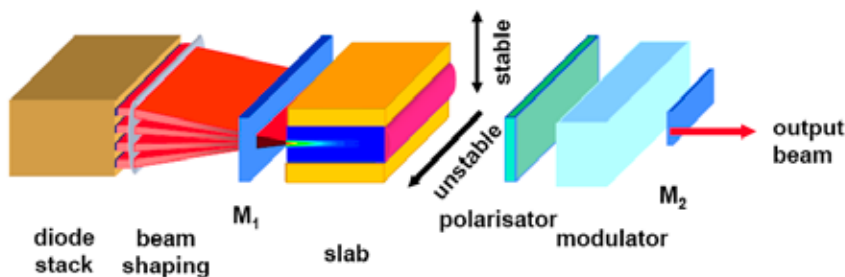


Figur 20. Ett antal diodlaserprodukter från företagen Jenotik, Trumpf och DILAS.



edgewave

Figur 21. Företaget Edgewave:s forskningsingenjör Keming Du gav oss initierad information kring Innoslab-konceptet.



Figur 22. Principen för Innoslab-lasern vilken pumpas med dioder som ger en linjeformig ljusstråle.

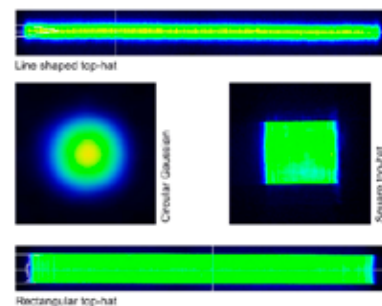
arbetar man med Q-switch-teknik, vilket gör att följande prestanda kan erbjudas:

- * Strålkvaliteter med $M2 < 2$
- * Pulsenergi upp till 60 mJ per puls
- * Pulslängd ner till 4 nanosekunder
- * Toppeffekt upp till 7 MW
- * Högsta pulsrepetition ligger på 150 kHz!

Medeleffekter upp till 600 W kan erbjudas, liksom skräddarsydda våglängder som 1.064, 532, 355 och 266 nm. En särskild egenskap är den att även strålprofilen kan skräddarsys; från en cirkulär Gaussisk via en linjeformig endimensionell "TopHat" [som då är Gaussisk i den andra dimensionen] till en fyrkantig tvådimensionell "TopHat"-form [Fig. 23]. Detta

kan ha avgörande betydelse vid till exempel avverkning av glas, där en Gaussisk strålprofil endast ger en 30%-ig verkningsgrad medan en 2D "TopHat" har en verkningsgrad på näst intill 100%. Edgewaves produkter delas upp i serierna A, IS, HD samt Boxtar [Fig. 24] och används inom ett brett spektra av bearbetningsprocesser vilket Dr. Du exemplifierade med bl.a.:

- * Mikrobörning och gravering inuti glas
- * Börning och skärning av integrerade kretskort
- * Skapande av mikroverktyg genom tredimensionell "rapid prototyping"
- * Laserlödning av aluminium utan flussmedel, där strålen från Inn-

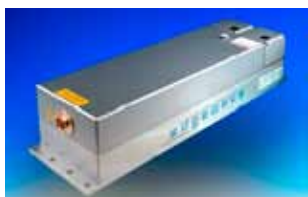


Figur 23. En unik egenskap hos Innoslab-lasern är den att strålprofilen kan skräddarsys allt efter behov; från olika former av TopHat-mod till en helt Gaussisk energifördelning i laserstrålen.

oslab-lasern rengör ytan och kombineras med en högeffektglas för själva lödprocessen

- * Strukturering av dielektriska eller ledande skikt för Kisel-solceller

Dr. Du visade också på ett flerstrålearrangemang för parallell gravering av glas. Som synes har man ännu inte ägnat sig åt någon metallbearbetning, vilket kan synas vara ett minus, men sådana experiment sades vara på agendan för framtiden. Här avsåg man också att undersöka ännu kortare pulslängder och andra våglängder. Vi ser med förväntan fram mot att få höra mer om detta – kanske vid AKL'12 som kommer att gå av stapeln 9-11 maj 2012. ☺



Figur 24. Edgewave:s produktserie av Innoslab-lasrar med fr.v. modellerna A, IS, HD och Boxtar.

Peter Hoffmann – En laserentreprenör ut i fingerspetsarna



Av Johnny K. Larsson, Volvo Cars.

Peter Hoffmann lärde jag känna redan under hans tid som institutionsföreståndare för BLZ [Bayerisches LaserZentrum] och hans parallella engagemang vid LFT [Lehrstuhl für FertigungsTechnik] vid Friedrich-Alexander-Universität i Erlangen. Men ett mer djupgående samarbete inleddes kring millennieskiftet då vi på Volvo, i samarbete med Peters företag ERLAS [Erlanger Lasercentrum], gjorde våra första lärospår kring processen laserlödning. En av mina minnesbilder från den tiden var att laserparametrarna var av underordnad betydelse för ett lyckat lödresultat. Av större vikt var ytillståndet hos de karosskomponenter som skulle sammanfogas! I slutänden visade sig varmgalvat plåtmaterial vara det i särklass gynnsammaste för att få en god vätnings mellan lodmaterialet och substratet, en ovärderlig kunskap som därefter gjort att det endast är denna ytbeläggning som kan specificeras för våra lödapplikationer idag.

Under LANE [Laser Assisted Net Shape Engineering] -konferensen förra året gjorde jag ett studiebesök i ERLAS' relativt nya fabrikslokaler vid Kraftwerkstraße 26 utanför Erlangen [Fig. 1], och fick därmed möjlighet att återuppliva gamla minnen från pionjärtiden med Peter. Jag bad honom också berätta lite

om sina erfarenheter som laserentreprenör och om hur hans företag utvecklats genom åren, samt vilken utrustning och vilka tjänster han idag kan erbjuda sina kunder. Detta är vad Peter Hoffmann hade att förtälja:

Grunden för ERLAS lades då man 1987, med finansiellt stöd från Bayerns finansministerium, etablerade ett så kallat applikationslaboratorium för laserteknik vid universitetet i Erlangen-Nürnberg. Avsikten med denna nygrundade institution var att transferera den omfattande kunskap som förvärvats vid universitetet beträffande laserprocesser som skärning, svetsning och härdning till industriell produktion. Under min vägledning transformerades laboratoriet om till ett "non-profit" forskningsinstitut, BLZ – Bayerisches LaserZentrum GmbH 1992, för vilket jag var föreståndare fram till 1998. Så småningom kom dessa process- och systemteknologier, vilka över tiden har förfinats med avseende på tekniska och ekonomiska fördelar, att skapa basen för grundandet av det affärsmässigt drivna företaget ERLAS – Erlanger Lasertechnik GmbH.

Den omedelbara närheten till universitetet har kunnat bibehållas genom mitt personliga engagemang i utbildningen. Samarbetet med och stödet till forskningsprojekt som bedrivs vid universitetet är garantin för den innovationskraft som



Figur 1. Sedan drygt tre år tillbaka huserar ERLAS numera i spaciösa och ändamålsenliga lokaler på Kraftwerksstraße strax utanför Erlangen.

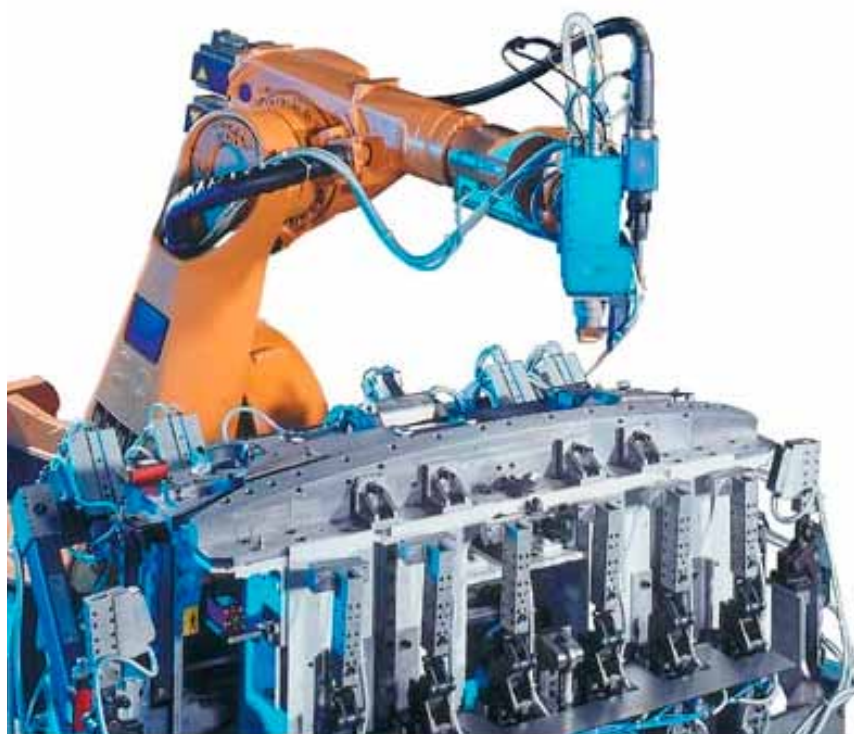
finns hos ERLAS. Vår service och "produktportfölj" sträcker sig från rena beställningsjobb till systemkonstruktion av laseranläggningar. Vår vision är att kunna erbjuda professionell service åt våra kunder, alltifrån produktkonstruktion till dess implementering i serieproduktion, samtidigt som vi tillser att kunden erhåller den lösning som för honom ger den mest ekonomiska nyttan. 2006 etablerades ERLAS Lasertec Vizcaya S.L. som vårt första dotterbolag i Spanien. Idag har jag runt 80 anställda på dessa båda orter, varav 75 stycken här i Erlangen. Sett mot bakgrund till att den globala årliga tillväxten av lasersystem ligger kring 13%, samt att vi lyckats väl på marknader i såväl Asien som Nord- och Sydamerika och därtill vår flytt till nya, större och mer ändamålsenliga lokaler 2007, kommer ERLAS att fortsätta på sin inslagna väg för fortsatt expansion.

De huvudsakliga tjänster som vi har att erbjuda består av:

- * Laserskärning av såväl tvådimensionella som komplexa tredimensionella geometrier
- * Lasersvetsning av både mindre och större komponenter
- * Laserlödning av tunnplåtskonstruktioner [Fig. 2] men också av grövre, massiva komponenter
- * Laserhårdning av funktionsytor [Fig. 3] utsatta för extraordinärt slitage
- * Laserpåläggning med olika typer av slittåliga beläggningar

Och för dessa ändamål har vi tillgång till följande utrustningar [Fig. 4] i våra lokaler:

- * Högeffektlasrar, vilka omfattar 4 stycken CO₂-lasrar med effekter upp till 6 kW, 2 stycken Nd:YAG-lasrar med 4 kW effekt, en Yb:YAG-skilaslaser med 4 kW effekt, en 2 kW fiberlaser samt 2 stycken diodlasrar med upp till 4,6 kW effekt
- * På automatiseringssidan hittar vi 6 stycken industrirobotar, den största med 2,5 m räckvidd, en portalrobot med ett arbetsområde på cirka 4x2x1 meter, 3 linjärrobotar med arbetsomfånget 3x1,5x0,75 meter, samt en bädd för planskärning som kan hantera plåtar upp till ett format av 4x2 meter
- * Flexibelt anpassade automatiseringslösningar och fixturer
- * Mekanisk verkstad och svetsutrustningar för mer traditionell svetsning



Figur 2. ERLASER®BRAZE – En egenutvecklad verktygslösning med integrerad fogföljning och processövervakning.

Bland de produktinföranden av laserlödning där ERLAS varit behjälpligt i utvecklingsfasen kan nämnas Audi TT (bakskärm/tak), samt Opel Vectra (bakdörrsöppning) och Mercedes E-Klasse (bakdörrsöppning).

Med sin mer än 20-åriga erfarenhet fokuserar nu Peter Hoffmann och hans ERLAS på att använda lasertekniken för produkt- och processinnovationer, och att integrera densamma i kundernas tillverkningsprocesser. Ett utmärkt exempel på detta fick jag vid mitt besök där, då man just var på väg att leverera en utrustning avsedd för "scanner"-svetsning av rattstänger till en underleverantör åt Ford Motor Company i USA. Denna var uppbyggd på ett sätt som mycket påminner om den

produktionscell som ERLAS marknadsför under produktbenämningen "ERLASER®WELD Rotation", och som utvecklats för svetsning av små och medelstora komponenter [Fig. 5]. Flera interpolerade axlar i roboten, tillsammans med en lägesomställare, gör att många svetsar kan utföras utan någon omfixering eller indexeringen av komponenten. Parallellt med att svetsningen utförs kan man ladda detaljer för nästa komponent, vilket garanterar maximal produktivitet vid högvolymproduktion. Men



Figur 3. ERLASER®TCH för temperaturkontrollerad laserhårdning av främst verktyg och formar, där hårdzonen övervakas av en tvåfärgspyrometer. Typiska värden för spårbredd och hård djup är 5-40 mm resp. 0,2-1,5 mm.



Figur 4. Exempel på några olika lasermaskiner avsedda för såväl produktion som applikationsinriktad forskning.

den här cellen kan även med god ekonomi användas vid prototyp- och lågvolymtillverkning p.g.a. korta omställningstider och programmeringshjälpmedel som exempelvis TopLas 3D från Trumpf. Bland andra optioner som finns kan nämnas ett taktilt följningsverktyg och processövervakningssystem benämnt ERWIN® för lasersvetsprocessen och ERCON® för robotrörelserna.

För det på senare år växande användningsområdet laserhårdning har man på ERLAS skapat en så kallad expertdatabank benämnd ERHARD® där man kan hitta rekommenderbara processparametrar med hänsyn till det material som skall hårdas. Man kan idag erbjuda spårbredder kring 40 mm och hård djup på mellan 0,2 och 1,5 mm. Exempel på typiska hårdhetsvärden efter hårdning med hjälp av diodlaser är 57 HRC för 1.1730-material [C45W], likaledes 57 HRC för 1.2311 [40CrMnMo7] och 60 HRC för 1.2320 [60CrMo10]. Genom att byta ut optiken och ansluta en pulvermatningsenhet kan denna utrustning även användas för laserpåläggning och reparationssvetsning. Här nämndes grundmaterial som varmvalsat 1.2343 och 1.2312, men också kallvalsat material med så hög kolhalt som 0,6% [1.2333], och påläggningsmaterial av Cobaltbas [Stellite], Nickelbas [Inconel] eller järnbaserade material. Typiska



Figur 5. ERLASER®WELD Rotation – en högproduktiv och kostnadseffektiv lösning för lasersvetsning av detaljer med hög komplexitet.



skikt tjocklekar vid enkelpassager med lasern kan varieras mellan 0,2 och 2,0 mm.

Den gode Peter avslutade med att understryka att ERLAS kan förse alla sina kunder med hög och jämn precision i utlevererade artiklar, och med stor leveranssäkerhet, kombinerat med kostnadsoptimering och hög flexibilitet. Den laserintresserade



som framgent passerar förbi Nürnberg kan jag varmt rekommendera att göra ett besök hos den sympatiska Peter Hoffmann på ERLAS – en verklig ”laserentreprenör”. ☺

Mikrobearbetning med laser

Av Johnny K Larsson, Volvo Cars

Lasermärkning av påsar tillverkade av laminerad aluminiumfolie

Aluminiumfolie är ett vanligt material för paketering av en mängd varor, inte minst inom livsmedelsbranschen. Materialet erbjuder hållbarhet, motståndskraft mot kemisk degradering och är ogenomträngligt för vattenånga och gaser. Dessutom är det relativt billigt jämfört med likartade förpackningsmaterial. Genom att addera ett eller flera lager av en tunn, transparent plastfilm (exempelvis polyetylen eller polypropylen) till aluminiumfolien skapas ett skikt som är resistent mot genomsläpp av vattenånga, samtidigt som det skapar förutsättningar för att effektivt värmeförsegla förpackningen.

Den ur lasersynpunkt största fördelen med laminering med en plastfilm är den att en CO₂-laser kan användas för att märka förpackningen. En sådan märkning kan innefatta "bäst-före-datum",

produktinformation, spårbarhets-ID etc. lasern tillhandahåller en permanent och läsbar märkning i motsats till bläckskrift eller limapplicerade etiketter vilka lätt kan skadas eller avlägsnas, något som kan resultera i förlust av kritisk information.

För en specifik applikation ville kunden märka produkt-ID på påsar av laminerad poly-aluminium-folie. En 25 W laser provades i kombination med märkverktyget "FH Flyer", som har en 200 mm lång fokallängd, och märkprocessen kontrollerades med hjälp av mjukvaruprogrammet "WinMark Pro". Med denna utrustning erhåller man en fokalpunkt med 280 µm diameter på laminatförpackningen. Märkningen består av 20 tecken plus den rektangulära "LOT"-logotypen, vilket sammantaget representerar en märkarea på 98,5×6,5 mm. Med 25 W effekt blir den rekommenderade hastigheten för lasermärkning 254 mm per sekund [Fig. 1]! Allt som allt tar det 1,03 sekunder att utföra hela märkningen, vilken blir mycket tydligt läsbar. CO₂-laserstrålen smälter med lätthet plastfilmen och producerar en

lättläst, något förhöjd märkning med reliefutseende [Fig. 2].

Laserskärning av korrugerat kartongmaterial

Korrugerat kartongmaterial används som förpackning eller utfyllnadsgods för varor som kräver extra skydd under transport. Enkelsidigt korrugerat kartong tillverkas genom att limma en plan skiva på ena sida av ett korrugerat ämne. För den här aktuella applikationen gällde det att skära dylika enkelsidigt korrugerade kartonger med olika densitet hos pappret, och där den förväntade produktiviteten krävde en skärhastighet på 9,15 m/min.

Eftersom kunden behövde skära ett brett sortiment av olika tjocklekar vilka utgjordes av såväl 10 som 15 kg korrugerad kartong beslöt man att montera fokuseroptiken på ett litet X-Y-bord. Optiken består av en lins med 190 mm brännvidd vilket ger en 305 µm stor fokalpunkt på arbetsstycket och ett skärpedjup på hela 13,7 mm. Med hjälp av kväve som assistgas, trycksatt till 0,34 bar, erhöles rena skärkanter med minimal förkolning.



Figur 1. Denna produkt-ID märktes med 25 W lasereffekt och en processhastighet på 254 mm/sek vilket innebär att hela märkningsoperationen tog blott 1,03 sekunder.



Figur 2. Denna närbild visar det reliefintryck som fås p.g.a. den något förhöjda märkningen på foliepåsens yttre plastskikt.



Figur 3. 10 kg-varianten av korrugerad kartong med 9,5 mm höga korrugeringar på 19 mm c/c-avstånd skurna med 109 W effekt och 9,15 m/min i skärhastighet.



Figur 4. Den svarta 15 kg-varianten med 12,7 mm höga korrugeringar och 25,4 mm c/c-avstånd kunde laserskäras med 142 W effekt.



Figur 5. Denna keramiska säkring avsedd för högspännings- och starkströmsapplikationer lasermärktes med 25 W effekt och 190 mm/sek i märkningshastighet, vilket innebär en cykeltid per detalj på blott 0,3 sekunder!

För att innehålla skärhastighetskravet på 9,15 m/min användes 109 W lasereffekt för att skära 10 kg-varianterna som består av 9,5 mm höga korrugeringar med ett c/c-mått på 19 mm [Fig. 3]. Hos de 15 kg tunga kartongvarianterna har korrugeringarna en höjd på 12,7 mm med ett c/c-avstånd på 25,4 mm, och dessa skars med 142 W effekt [Fig. 4]. Båda varianterna uppvisade rena skärnitt och minimal förkolning efter laserskärningen.

Lasermärkning av keramiska säkringar

Extra kraftiga keramiska säkringar, ofta betecknade som halvledarsäkringar, ger skydd åt de halvledare som används i högspännings- och

starkströmsdrivna motordrev, växelriktare, likriktare och vid kontinuerlig energiförsörjning.

På grund av att ett spänningsfall hos individuella apparater är kritiskt i system genom vilka en starkström löper, ville en speciell tillverkare märka den uppmätta resistansen i milliohm på varje enskild säkring som produceras. Därför genomfördes ett applikationsprov för att fastlägga huruvida det var realistiskt att märka de individuella säkringarnas resistens i löpande produktion.

Försöksupställningen omfattade en 25 W CO₂-laser, ett "FH Flyer" märkverktyg samt mjukvaruprogrammet "WinMark Pro" för att styra märkningsprocessen. Märkverktyget var försett med en 200 mm

lång fokallängd som ger ett tillräckligt stort (5 mm) skärpedjup för att åstadkomma en jämn märk kvalitet över den kurvatur som säkringen har.

En femställig teckentext med 5 mm höjd specificerar den uppmätta resistansen. Med 25 W lasereffekt och en märkningshastighet på 190 mm/sek skapades en permanent märkning med hög kontrastverkan vid en cykeltid på 0,3 sekunder per säkring [Fig. 5]! I ett helt automatiserat produktionssystem är det möjligt att konstruera FH Flyer-verktyget på ett sådant sätt att det kan läsa och märka de individuella resistansvärdena direkt från en nätverksfil, vilken skapats och underhålls via ett datorbaserat tillverkningssystem. ☺

Nytt EU-projekt inom laserultraljud

Av Niklas Malmberg, Swerea KIMAB

Swerea Kimab har under många år arbetat med laserultraljud och har studerat flera av dess applikationer. Laserultraljud är en beröringsfri metod där laser används för att

generera och detektera ultraljudsvågor. Genom att studera ultraljudets utbredning kan man få information om materialegenskaper, godstjocklekar och defekter.

Signastir är ett nystartat EU-projekt inom sjunde ramprogrammet som avser att utveckla tekniken för

defektdetektering vid FSW-svetsning. Projektkoordinatör är TWI i Storbritannien. Förutom TWI och Swerea Kimab så ingår andra deltagare från Storbritannien, Polen, Tyskland, Nederländerna, och Sverige. ☺

Laserns mångfasetterade användningsområden belystes under LANE 2010

Rapport från 6th Laser Assisted Net Shape Engineering [LANE] 21-24 September i Erlangen, Nürnberg

Av Johnny K Larsson, Volvo Cars

Under tre dagar i september i fjol genomfördes den sjätte LANE [Laser Assisted Net Shape Engineering]-konferensen traditionsenligt på "Physikum" vid Erlangens universitet.

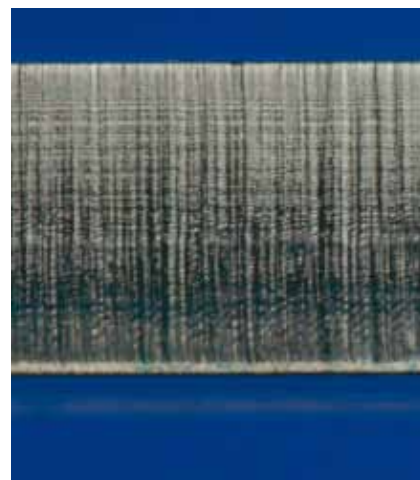
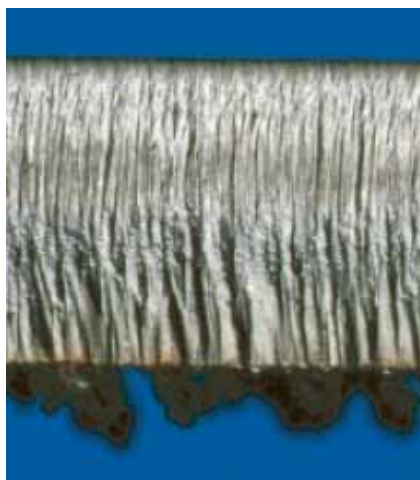
Initiativet till denna högklassiga laserkonferens togs 1994 av dåvarande institutionsföreståndaren för Lehrstuhl für Fertigungstechnik [LFT] vid Friedrich-Alexander-Universität, Nürnberg-Erlangen, professor Manfred Geiger [Fig. 1], och hans

kollega professor Frank Vollertsen, den senare nu verksam vid Bremer Institut für Angewandte Strahltechnik [BIAS]. Båda dessa gentlemän finns fortfarande med i kulisserna då det gäller arrangemanget av konferensen, men huvudansvarig är numera den lättsamme professor Michael Schmidt som tagit över Dr. Geigers position vid universitetet som så kallad "Chair of Photonics", men som också är institutionsföreståndare för Bayerisches LaserZentrum [BLZ]. Tillsammans med kollegorna på institutionen kunde man nu genomföra ett mycket lyckat och näst intill prickfritt program.



Figur 1. Mästaren och hans lärjunge. T.v. initiativtagaren till LANE-konferenserna professor Manfred Geiger och t.h. nuvarande ordförande professor Michael Schmidt, tillika institutionsföreståndare vid BLZ.





Figur 2. Snittkanter för laserskuret 4 mm tjockt rostfritt material skuret med 2,5-3,0 kW lasereffekt. De två exemplen t.v. har skurits med 1 μm våglängd med fokalkpunkten placerad 1 l resp. 1 mm ner i materialet, medan bilden t.h. illustrerar resultatet från skärning med 10 μm våglängd och med fokalkpunktens läge 1 mm ovanför toppytan.

Konferensen hade attraherat mer än 200 deltagare från 25 länder att komma till Sydtyskland denna höst, och cirka 150 högklassiga "papers" presenterades tillsammans med en något mindre "poster"-session. Dessutom fanns en miniutställning där några av de mera kända leverantörerna av laserutrustningar gavs möjlighet att visa upp sina senaste produkter. Huvuddelen av presentationerna kom från den akademiska världen, vilket också varit tyngdpunkten för LANE-konferenserna genom åren, men även några produktionserfarenheter från industriella applikationer fanns bland innehållet, och två för året nya ämnesområden var laserpåläggning och lasertillämpningar inom elektroniksektorn. Nytt för denna LANE-konferens var också att bidragen numera klassificeras enligt så kallad "science citation index", vilket innebär att de går att söka i välansedda databaser som Elsevier, Science Direct och Physics Procedia.

Den inledande plenarsessionen visade verkligen på laserns mångfasetterade användningsområden och först ut bland talarna var välbekant professor Reinhart Poprawe, som innan han tog över rollen som föreståndare vid Institut für Lasertechnik



Figur 3. Några av de ingående komponenterna i ett flexibelt "remote"-system med bl.a. lättvikts-speglar för snabba rörelser speciellt vid RLC, samt "zoom-optiker" vilka innehåller juster-bara kollimerings- och fokuseringslinser för variabel brännvidd och fokalkpunktsdiameter.

[ILT] i Aachen var verkställande direktör för Thyssen LaserTechnik [TLT]. Han berättade nu om aspekter kring materialavverkning via utdrivning av smältan vid laserskärning och -börning, och inverkan av de vid laserbearbetning vanligaste våglängderna 1 och 10 μm [Fig.2]. 1 μm -våglängden är snabbare på grund av dess bättre strålkvalitet, men ger en sämre snittkantskvalitet. Dock kunde Dr. Poprawe konstatera att allt fler fiberbaserade laserskärssystem finner insteg på marknaden. Annars uppehöll sig den gode Reinhart en hel del kring den simuleringsmodell som utvecklats vid

ILT där skärgasens och smältans flöden simuleras med volymelement enligt den så kallade kontinuerliga Galerian-tekniken. EUREQA är en metamodel baserad på data från experiment som laddas in i ett datorprogram och därifrån, via ett antal ekvationer, kan räkna fram de precisa processparametrarna vid laserskärning och -börning.

Dr. Ursula Keller från Institute for Quantum Electronics vid Swiss Federal Institute of Technology i Zürich berättade om så kallade ultrasnabba lasrar med möjlighet att med pulsteknik generera höga pulseffekter från tämligen moderata

medeleffekter. De två komponenter i laserkällan som möjliggör detta är förstärkare med vilka man direkt kan öka pulseffekten, men även oscillatorer med vars hjälp man kan höja pulsfrekvensen. Viktigt i sammanhanget är att kylkapaciteten måste anpassas vid denna form av högeffektgenerering. Vid laboratoriet i Zürich har man utvecklat sin så kallade SESAM-laser, vilken är en Yb:Lu₂O₃-baserad diskaser med följande prestanda:

Pulslängd 738 fs

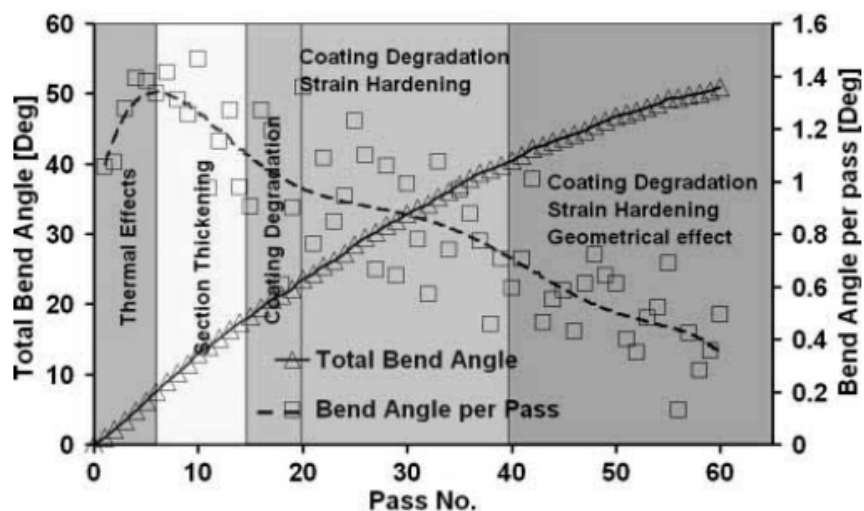
Medeleffekt 141 W

Toppeffekt 2,8 MW

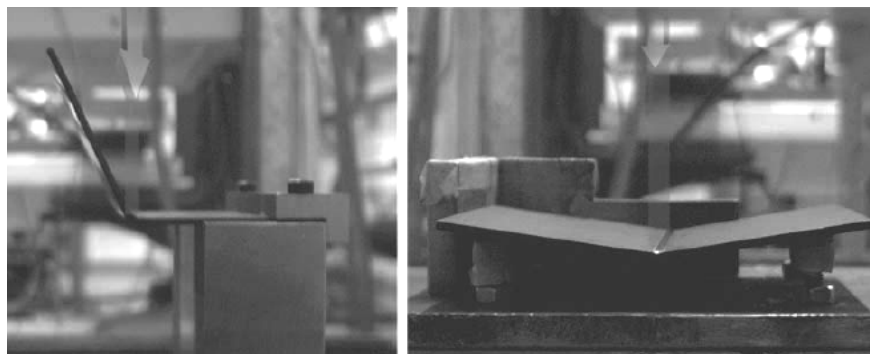
Pulsfrekvens 60 MHz

Med denna typ av laser påstår man sig kunna nå en optisk verkningsgrad på mellan 70-72%.

Den i mitt tycke mest intressanta presentationen under plenarsessionen var den som hölls av Dr. Michael Zäh från Technische Universität [TU] i München. Han redogjorde brett för de två "remote"-teknikerna svetsning och skärning, och fastlade definitionen av fjärbearbetning till att vara allt som använder sig av en fokallängd som är större än 300 mm. "Remote"-tekniken kräver som vi vet laserkällor med god strålkvalitet, men får problem med skyddsgastillförsel och trådmatning vid svetsning. På plussidan finns en ökad åtkomst genom de långa arbetsavstånden. En intressant aspekt är att laserstrålens infallsvinkel blir en ytterligare processparameter som man i vissa fall kan dra fördel av. Vid Remote Laser Cutting [RLC] skiljer man mellan så kallad ablativ skärning [Remote Ablation Cutting = RAC] och fusionsskärning [Remote Fusion Cutting = RFC]. Den förra sker enbart genom förångning där man genom en repeterad rörelse avverkar 50-100 µm lager åt gången. Detta begränsar användningen av denna teknik till materialtjocklekar upp till 1,5 mm. Vid RFC-bearbetning utnyttjar man en kombination av



Figur 4. Sammanfattning av olika faktors inverkan under laserformningsprocessen. Experimenten är utförda på 1,5 mm tjockt grafitbelagt mjukt stål med 750 W lasereffekt, 5,5 mm fokalpunkt och en framföringshastighet på 30 mm/sek.



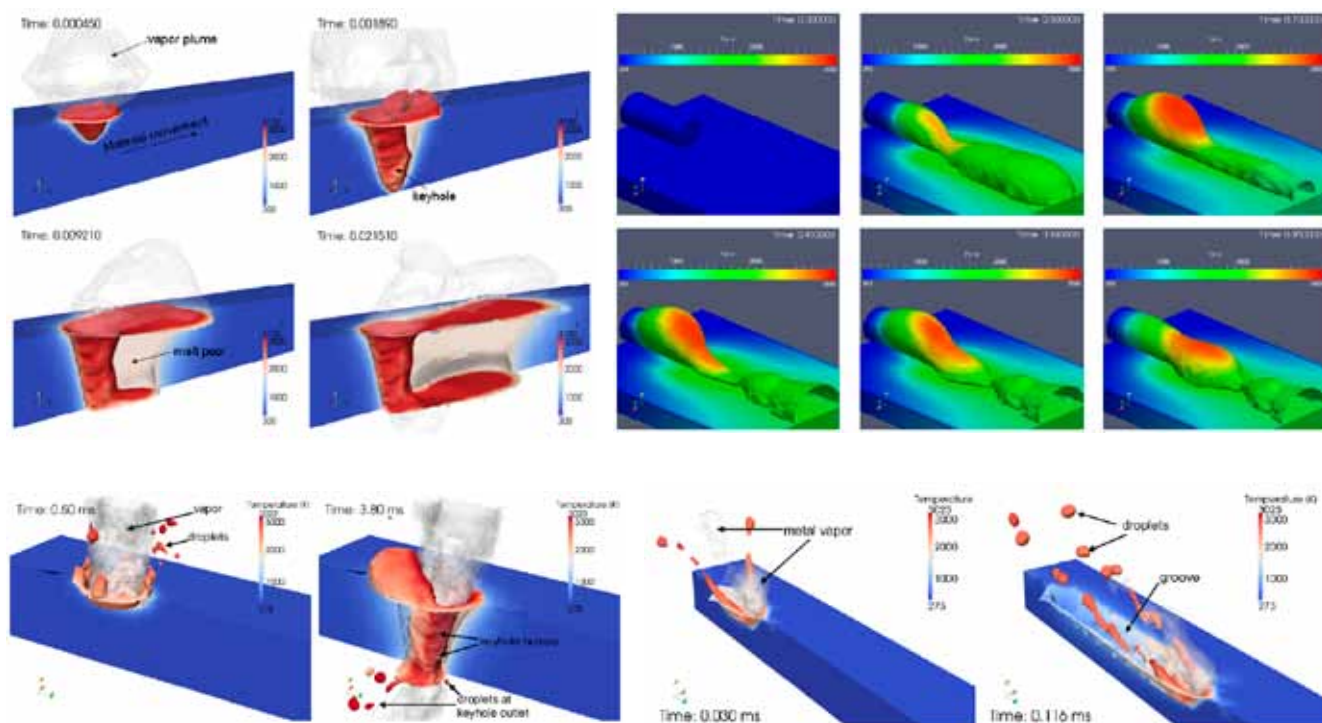
Figur 5. De två försöksupställningar som använts vid laserformningsförsöken vid Liverpool University; "cantilever" t.v. och "V-block" t.h.

förångning och smältning och kan på detta sätt skära upp till 4 mm tjockt material med en enda passage.

Intressant är också att kombinera processer vid fjärbearbetning så att man med en laserkälla/utrustning kan såväl skära som svetsa och märka, enbart genom att variera processparametrarna hastighet, fokalpunktsdiameter och lasereffekt. Detta blir ett nog så tilltalande alternativ för små och medelstora företag, vilket gör att även småserietillverkning kan bli ekonomisk.

På senare år har det ju kommit fram olika former av så kallade "zoom-optiker", vilka gör att fokalpunkten kan flyttas i laserstrålens utbredningsriktning för att på så vis möjliggöra optimal energitäthet i olika positioner [Fig. 3]. Robotburen

"remote"-teknik innebär i många fall svetsning "on-the-fly" och för detta ändamål har Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften [IWB] i München utvecklat ett program för planering av robotanor döpt till "Blackbird Robotersysteme". I fjärbearbetningssammanhang blir också säkerhetsaspekterna viktiga, och här visade Dr. Zäh på klassiska monitoringsystem, men också på de koncept med aktiva element i laserkabinettets väggar [LaserSpy] som vi fått oss presenterade på senare tid, och som då laserstrålen missar arbetsstycket och istället träffar skyddsväggen omedelbart slår ifrån laserkällan. Slutligen berättades om forskningsprojektet RoboLaSS, där SS skall uttolkas som "Schweissen und Schneiden" och



Figur 6. Imponerande processsimuleringsmodeller utvecklade vid "Chair of Photonics" (Erlangen-Nuremberg University). Överst från vänster och medurs illustreras nyckelhålssvetsning, laserlödning, "remote ablation cutting" (RAC) och "remote fusion cutting" (RFC).

indikera att projektet i första hand rör sig om fjärrlasersvetsning och -skärning. Nytt i detta projekt blir utvecklandet av en processmodell för skärprocessen RLC.

I en senare del av plenarsessionen träffade vi på två verkliga åldermän inom laserbranschen; professor Dieter Schuöcker från Technical University [TU] of Vienna satt ordförande och förste talare var här sympatiska professor Ken Watkins från Liverpool University. Dr. Watkins har ju efterträtt en annan laserpionjär i Liverpool, nämligen professor William "Bill" Steen, och båda är ju frekventa besökare vid ICALEO-konferenserna. Här berättade Dr. Watkins om laserformning med hjälp av TGM [Temperature Gradient Mechanism], där man använder en defokuserad laserstråle för att påverka materialet. Formningen kan ske antingen med arbetstycket inspant i en sida, så kallad "cantilever"-bearbetning, eller fritt upplagt, så kallad "V-block bending" [Fig. 5]. Det är allmänt känt att vinkelförändringen vid denna typ

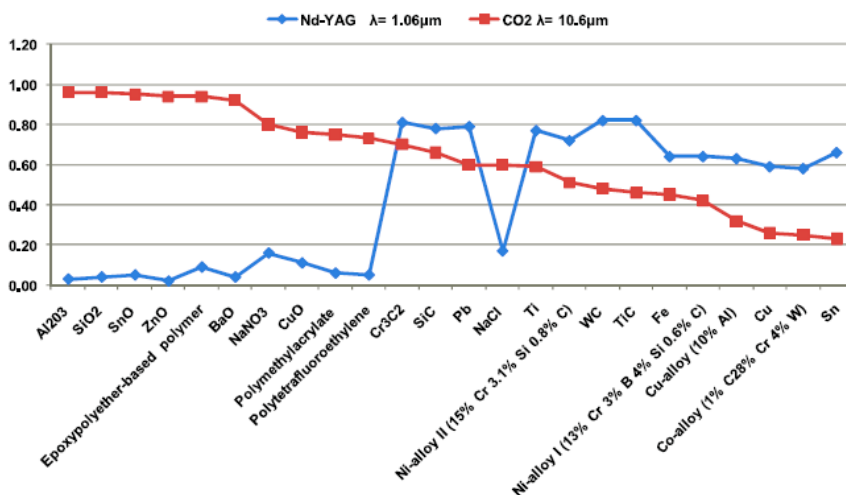
av formning avtar med varje passage som görs med laserstrålen. Detta kan bero på en mängd faktorer av vilka den gode Ken torgförde följande [Fig. 4]:

- * Ett ökande bearbetningshårddnande [Work Hardening = WH]
- * En ökande materialförtjockning
- * Oftast använder man sig av ett absorberande skikt på den komponent som skall formas och detta degraderas över tiden varför absorptionen av laserstrålen kommer att variera
- * Temperaturgradienten blir mindre ju mer komponenten värms upp, varför det något motsägelsefullt blir svårare att forma materialet ju varmare det blir
- * Genom att den yta som laserstrålen träffar blir mer och mer vinklad får fokuspunkten en mer elliptisk form och därmed en lägre energitäthet

Alla dessa effekter tycks vara mest uttalade vid "cantilever"-bearbetning, varför fritt upplagda arbetstycken torde vara att föredra vid laserformning. Avslutningsvis redo-

gjordes för några experiment utförda på 1,5 mm tjockt mjukt stål med en 760 W CO₂-laser och en bearbetningshastighet på 30 mm/s.

En av de största auktoriteterna då det gäller simulering av laserprocesser torde vara Dr. Andreas Otto från just Universitetet i Erlangen. Denna gång inledde Dr. Otto sin föreläsning med att visa en simulering av en väderleksprognos för orkanen Katrinas tilltänkta förlopp, vilken byggde på indata som flödes- och temperaturförändringar och som därför mycket påminner om de parametrar som exempelvis förekommer vid simuleringar av lasersvetsförloppet. Dock menade Dr. Otto att det idag inte finns någon tillgänglig simuleringsmodell för lasersvetsning som innefattar alla förekommande processer såsom; absorption, värmeledning, fastransformationer, ång- och smältflöden. Därpå visade han på några simuleringsexempel, vilka innefattade "Remote Laser Cutting" både med ablations- och fusionsprincip, så kallad "percussion drilling" och laserlödning [Fig.



Figur 7. Absorptionsförmågan för 1 resp. 10 μm laserljusvåglängd i några olika pulver-material som ofta används vid "Laser Additive Manufacturing" (LAM).

6]. Dessa simuleringsmetoder har utvecklats och förfinats av Dr. Otto och hans team under många år och det visuella intryck man får är synnerligen imponerande – frågan är bara om den enorma datakapacitet som krävs kan rättfärdiga nyttan av simuleringarna. Avslutningsvis pekade Dr. Otto på de huvudsakliga problem som återstår att lösa, nämligen att koppla olika tids- och rumsparmetrar för exempelvis elektromagnetism, värmeflödesdynamik, metallurgi och termomekanik.

Näste talare var min gode vän professor Andreas Ostendorf från Ruhr-Universität Bochum, med vilken jag f.ö. hade en synnerligen intressant dialog senare under kvällen vid den bankett som avhölls i klassisk miljö på slottet "Seehof". Den f.d. institutionsföreståndaren vid LZH [LaserZentrum Hannover] höll en fascinerande presentation

där han berättade om hur man med hjälp av polymera partiklar kunde tillverka "konstgjord hud". Tekniken, där man med laserns hjälp kan manipulera de optiska krafterna mellan partiklarna, lämpar sig även för tillverkning av filter och inom mikrosammansättning. Genom att använda galvaniska speglar eller SLM [Spatial Light Modulator] kan processen utföras i två respektive tre dimensioner. Man kan använda sig av antingen ett termiskt angreppssätt eller ett biokemiskt. Det senare verkar mest spännande då man här låter ett protein [Streptavine] attraheras av ett vitamin H som kallas Biotin. Genom att använda laserljus kan man få dessa partiklar, vars storlek är mellan 1-20 μm att röra sig i rymden och förena sig med varandra. Processen måste utföras med partiklarna i en vätska och hittills har man enbart arbetat med

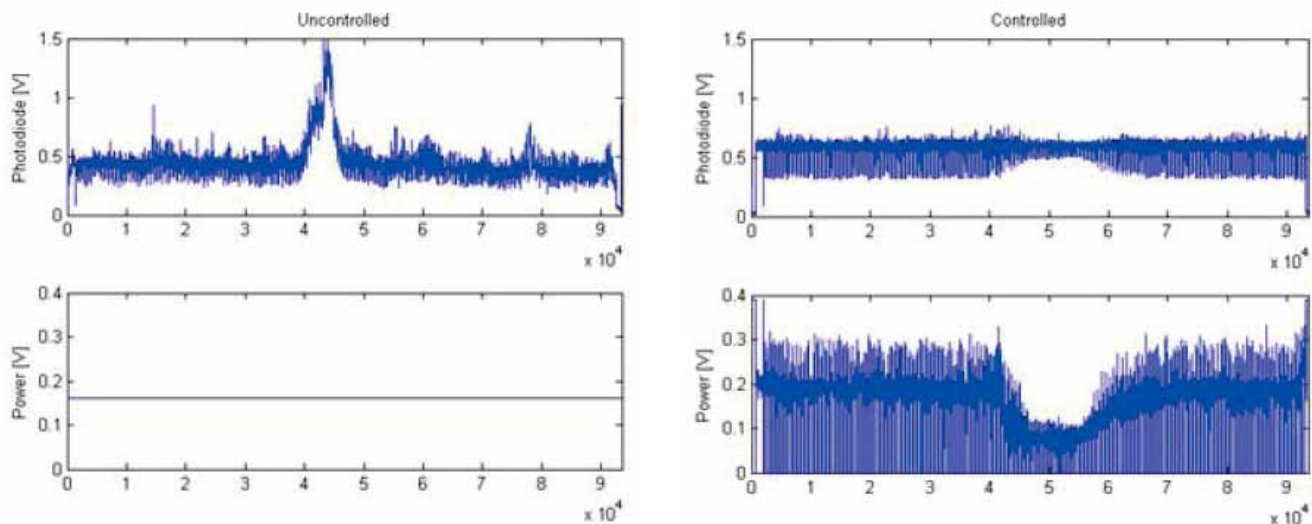
transparenta material. Dr. Ostendorf menade dock att man i framtiden även skulle kunna applicera metoden på blandningar av metaller och polymerer, helt enkelt genom att belägga dessa partiklar med Streptavine och Biotin.

LAM [Laser Additive Manufacturing], eller som vi kanske skulle säga laserpåläggning även om denna benämning ingalunda är heltäckande för denna typ av laserprocess, är väl ett av de mest heta ämnesområdena i laserbranschen just nu. Vid LANE-konferensens plenarsession fick vi lyssna till två föredrag inom ämnet. Först inledde professor Gideon Levy från Inspire Institut for Rapid Product Development [Swiss Federal Institute of Technology i Zürich] med en bred översikt av de olika tekniker som kan användas vid "rapid prototyping". För de laserbaserade metoderna är det använda materialets förmåga att absorbera laserljuset av avgörande betydelse för processens framgång [Fig. 7]. En tumregel är här att långa laservåglängder absorberas väl i plaster och polymera material medan en kortare våglängd är att rekommendera vid användning av metalliska pulver.

Därpå kom den långväga gästen, professor David L Bourell från Laboratory for Freeform Fabrication vid University of Texas, Austin, vars föredrag gav lite miljömässiga aspekter på LAM [Laser Additive Manufacturing]. Den som är intresserad av att veta mera kring detta uppmanas besöka hemsidan www.wohlerasso-



Figur 8. Resultatet av "laserkirurgi" vid avlägsnandet av en cancercell i munhålan; fr.v. en dag, sex månader, två år efter operationen.



Figur 9. T.h. ses kuber tillverkade med "selective laser melting" (SLM) utan (överst) och med (underst) processövervakning. Övan ses signalerna för spänning och lasereffekt utan (t.v.) och med (t.h.) "closed-loop"-kontrollen inkopplad.

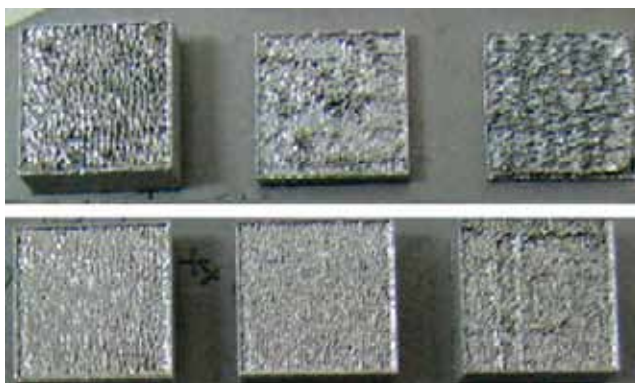
ciates.com/roadmap2009.html. Ett exempel på en så kallad uthålligare process kan vara att återanvända skärsrot från maskinbearbetning vid tillverkningen av metallpulver. En sak som uppenbarligen störde den gode Dr. Bourell var den höga energiförbrukningen vid LAM-processer. Här är det inte bara fråga om själva laserns energiförbrukning, utan Dr. Bourell menade att med en laser på 4 kW ligger den totala elektriska konsumtionen runt 20 kW p.g.a. all den kringutrustning som krävs vid laserpåläggning. På slutet adresserade han ett klassiskt problem då det gäller additiv tillverkning, nämligen den att erhålla tillräckligt hög densitet för den färdigställda komponenten. Forskningsresultat vid universitetet i Austin visade på att densiteten kunde förbättras genom elektro-kemisk deponering. Detta hade kunnat konstateras genom experiment på kuber tillverkade av kiselkarbid på vilka man tillfört Niob-partiklar.

Eftersom vi i Lasergruppen mestadels ägnar oss åt laserprocesser som kan användas inom tillverkningsindustrin glömmer vi kanske bort att lasertekniken är möjlig inom

så många andra ämnesområden, och då tänker jag inte minst på det medicintekniska. Som avslutning på första dagens plenarsession fick vi här nämligen höra en ytterst fascinerande presentation som handlade om oral- och så kallad maxillofacial kirurgi med laser. Talare var den sympatiska Dr. Florian Stelze från Universitätsklinikum Erlangen som berättade om hur man behandlade muncancertumörer med laserteknik. Tumörerna sitter vanligtvis på tungan eller i munhålan undersida och principen för avlägsnandet av tumören är att förånga densamma med hjälp av en CO₂-laser med defokuserad stråle [Fig. 8]. Vid tumörer på tungan kan det emellertid bli aktuellt att fokusera strålen och i sådana fall talar man om en så kallad "laserskalpell". Just för denna typ av kirurgi används en Er:YAG-laser med 2.940 nm våglängd, vilken ligger nära absorptionsmaximum för vatten. Annars används också andra lasertyper som KTP [Potassium Titanyl

Phosphate (KTiOPO₄)] med 532 nm våglängd, Nd:YAG [1.064 nm] eller CO₂ [10.600 nm].

De huvudsakliga fördelarna med denna form av laserkirurgi är att man i princip inte får några ärrbildningar efter operationen samt att eftervården kan minimeras. Dock finns det fortfarande nackdelar och bland dem som Dr. Stelze lyfte fram kan nämnas: termiska hudförändringar, ingen möjlighet att i efterhand analysera den avlägsnade vävnaden samt avsaknaden av den haptiska respons som man har då man arbetar med en traditionell skalpell. Andra begränsningar är den relativt klumpiga utrustningen, att olika tumörtyper kräver olika laservåglängder vid operation, samt de traditionella säkerhetsaspekterna vid laseranvändning som exempelvis nödvändigheten av att använda skyddsglasögon. Men trots dessa nackdelar måste man hålla med om



att lasertekniken erbjuder ofantliga möjligheter inom den medicintekniska verksamheten, och att det även här torde röra sig om att det blott är fantasin som sätter begränsningar för vad lasern kan användas till. Dessutom tycker jag att Dr. Stelzes presentation, liksom hela plenarsessionen i övrigt, visade på de nästintill obegränsade och mångfasetterade användningsområden som finns för lasertekniken.

Plenarsessionen avslutades med utdelandet av det så kallade Innovation Award, vilket tillföll Tom Craegs från Katholieke Universiteit Leuven och Peter Mercelis från LayerWise n.V. för att ha utvecklat ett optiskt processövervakningssystem

att användas vid SLM [Selective Laser Melting]. Det var den förstnämnde som fick ta emot priset ur juryordföranden Peter Hoffmanns [ERLAS - Erlanger Lasertechnik GmbH] hand. Herrarna Craegs och Mercelis hade arbetat en längre tid med SLM inom det tandtekniska området vilket bl.a. ledde till bildandet av "avknopningsföretaget" LayerWise n.V. Tidigt hade man kunnat konstatera att det saknades ett tillförlitligt instrument för processövervakning "on-line", varför man själva utvecklade en process med "closed-loop-control". Systemet bygger på återreflektion från smältan som fångas upp av fotodioder vilka mäter den elek-

triska spänningen. Låg spänning indikerar för liten pulvertillförsel och för hög spänning innebär att man lägger för tjocka uppbyggnadslager. Därutöver förekommer en CMOS [Complementary Metal-Oxide-Semiconductor] -kamera i systemet vilken ger tvådimensionell information kring smältans utseende. Återkopplingsfunktionen gör att processen kan reglera effekt och processhastighet för att därigenom stabilisera smältan [Fig. 9]. Uppfinningen presenterades första gången på Euromold'09 i Frankfurt, vilken är en branschmessa för formverktyg, och ägs numera av ett företag som heter Concept Laser GmbH, vilket har patentsäkrat denna lösning. ☺

Permanova automatiserar med laserprocesser hos Volvo Aero

Av Björn Lekander, Permanova AB

Detta är en stor order för Permanova Lasersystem AB.

För flygmotortillverkaren Volvo Aero i Trollhättan innebär den ännu ett kliv från manuellt arbete mot automatiserad produktion med hjälp av robotteknik och laserprocesser. De aktuella processerna är lasersvetsning och uppbyggnad av 3D-strukturer med tillsatsmaterial. Samtidigt ersätts funktionstänkande mer och mer av flödesorientering i produktionen.

Fordonsindustrin modell

Automation med hjälp av robotar och laser blir nu förebild även för flygmotorindustrin. Permanovas erfarenheter från lasersvetsning med höga tillgänglighetskrav för bilindustrin kommer nu väl till pass för Volvo Aero.

Kompetens och lokal support avgjorde

Björn Lekander, f.d. konstruktör av laserverktyg, numera teknisk säljare, hos Permanova:

"Vår kompetens inom laserprocesser och robotteknik samt dokumenterad förmåga att leda avancerade systemprojekt tror vi var viktiga kriterier för Volvo Aeros val av leverantör".

Robotiserad påsvetsteknik med laser

Volvo Aero har själva utvecklat en avancerad laserpåsvetsteknik (3D-strukturer), som tillsammans med den "vanliga" lasersvetsningen öppnar för en mycket effektiv lättvikts-teknik. Stora dyra gjutgods med omfattande bearbetning ersätts av geometriskt enklare mindre komponenter, som med lasertekniken både svetsas och påsvetsas till att bli avancerade färdiga komponenter med önskade egenskaper.



Bild 1: Rolls-Royce, Trent XWB. Courtesy of Volvo Aero Corporation



Bild 2. Björn Lekander

fortsättning nästa sida

Kalendarium 2011

Maj

- 12 Laserdag I
Årsmöte Lasergruppen
Duroc Engineering AB, Luleå
Per Westerhult

Juni

- 27–29 NOLAMP 13,
Nordisk laserkonferens, Trondheim
Hans Engström, LTU

Oktober

- 6 LaserNytt 2
6 Laserdag
Volvo Cars, Olofsström
Per Westerhult

November

- 17 Workshop Lasersvetsning
Luleå tekniska universitet
Per Westerhult

December

- 15 LaserNytt 3
Per Westerhult

Disklaser och avancerade laser- verktyg

Från en högeffektslaser med upp till 6 utgångar överförs laserenergin via fibrer till laserverktygen på robotarna. Här arbetar man med en avancerad dubbelcell med robotar och externa positionerare. Den kan enkelt skalas upp i takt med ökade volymer.

Robotarna är stora, med bra räckvidd och lastförmåga, men med begränsad positioneringsnoggrannhet. Denna begränsning och variationer i foggeometrin tas om hand av fogsökningen i Permanovas lasersvetsverktyg.

Permanova Lasersystem AB är en svensk integratör av robotiserade lasersystem för metallbearbetning, framför allt för svetsning, 3D skärning, hårdlödning, påsvetsning och märkning med laser. Vi höjer våra kunders produktivitet, produktkvalitet och lönsamhet.

För ytterligare information, se vår hemsida: www.permanova.se

Kontaktperson: Björn Lekander,
tel 031-7061971. ☎

Laserseminarium hos Permanova den 16 juni 2011

Funderar du på att investera i ny produktionsutrustning? Eller tycker du helt enkelt att din produktion borde kunna vara mer lönsam? I så fall hoppas vi att du tar tillfället i akt och besöker vårt seminarium om laserteknik. Vår förhoppning är att du – precis som våra kunder redan gjort – ska få en inblick i hur laserteknik kan höja både kvaliteten och lönsamheten i din produktion.

För mera information, se www.permanova.se

