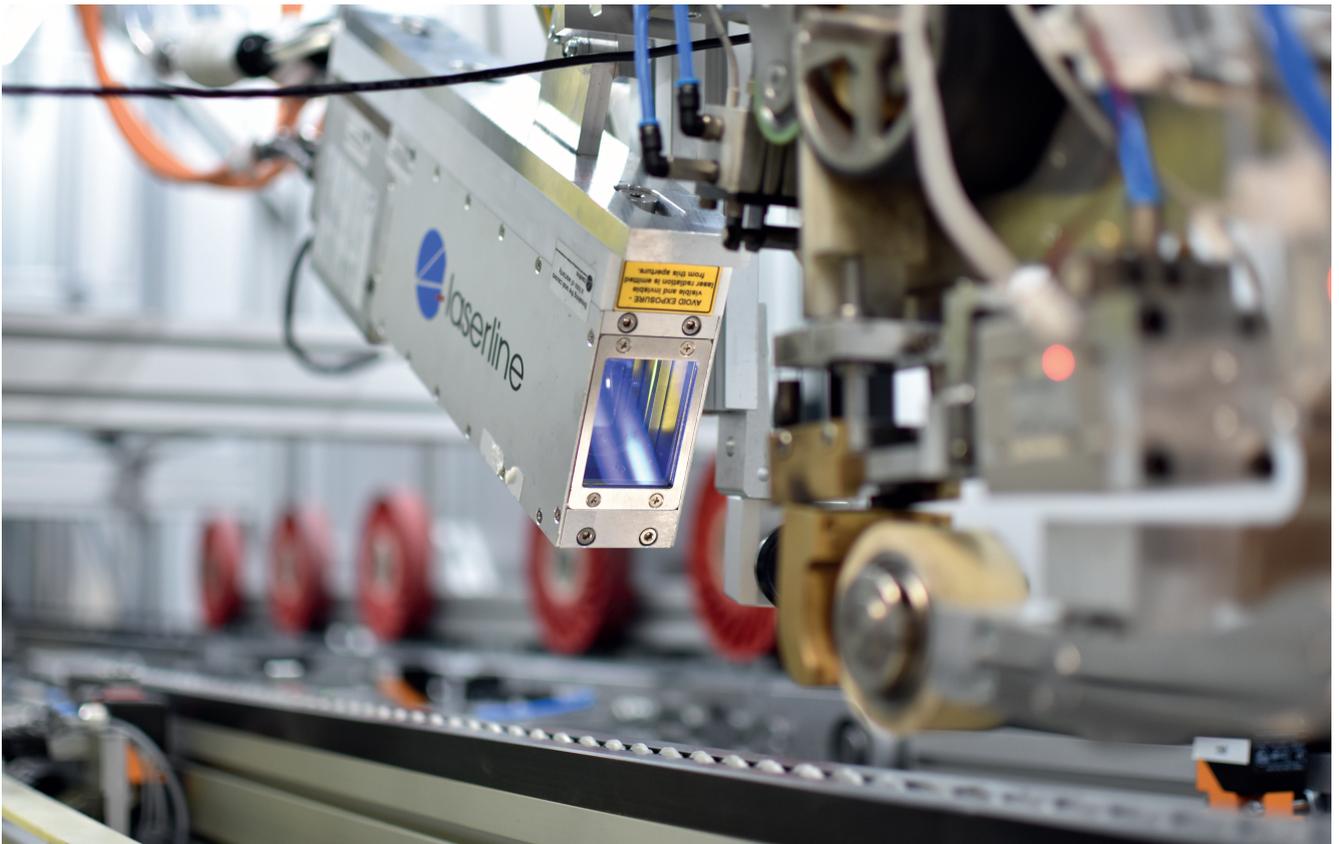


Die Hydra unter den Diodenlasern

Mehrere Bearbeitungsköpfe in einer Reihe optimieren Verfahrensgeschwindigkeit

Für die Herstellung von Leichtbaukomponenten mittels Thermoplast-Tapelegen kommen oft Diodenlaser zum Einsatz. Gängige Bandablegesysteme sind in ihrer Produktionskapazität jedoch spürbar begrenzt, da sie nur mit einem Bearbeitungskopf arbeiten. Die Laserline GmbH verspricht mit einem flexiblen Multikopfsystem ein kosteneffizientes Verfahren, das sich auch in der Großserienproduktion rechnen soll.



Der Direktiodenlaser LDMdirect von Laserline erleichtert durch seine geringe Gehäusebreite von nur 50 mm den Einbau in Fließbandanlagen. Weiterer Pluspunkt: Es lassen sich mehrere Bearbeitungsköpfe nebeneinander in eine Aufspannung integrieren © AZL Aachen GmbH

Stahl wird als konventioneller Konstruktionswerkstoff in Automobilbau, Luft- und Raumfahrttechnik sowie für den On- und Offshore-Pipelinebau zunehmend von Leichtbaukomponenten verdrängt. Neben Aluminium werden dabei faserverstärkte Kunststoffe immer bedeutender: Sie sind 60 bis 70% leichter als Stahl, 25% leichter als Aluminium und überzeugen mit hoher Stabilität, Korrosionsbeständigkeit und guten Fatigue-Eigenschaften. Der etablierte Verarbeitungsprozess solcher Faser-Kunststoff-Verbunde basierte bisher vor allem auf der Verwendung duroplastischer Matrixsysteme und Epoxidharze. Mit dem sogenannten Duroplast-Tapelegeverfahren werden Bautei-

le flexibel durch das sukzessive Ablegen unidirektional vorimprägnierter Fasern in Form von Tapes oder Rovings hergestellt. Die Verarbeitung von Duroplasten hat jedoch wesentliche Nachteile: Der Kleber wird als gesundheitsschädigend eingestuft und erfordert eine tägliche, intensive Reinigung der Produktionsanlage mit umweltgefährdenden Lösungsmitteln, was eine mögliche Automatisierung stark einschränkt. Zudem müssen die Tapes in einem zeit- und kostenintensiven Autoklavierprozess konsolidiert werden. Anschließend können die Bauteile nicht noch einmal aufgewärmt und umgeformt werden. Ebenso ist die Möglichkeit eines späteren Recyclings noch ungeklärt.

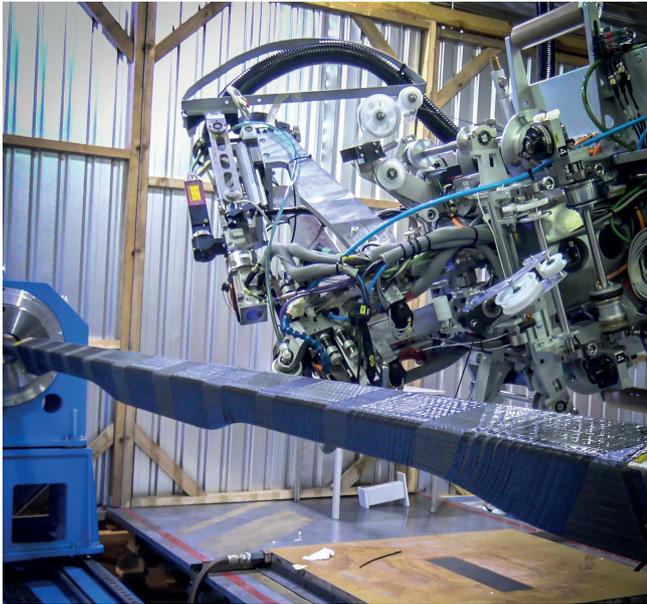


Bild 1. Eigens für die Fertigung von Endlosrohren entwickelte Laserline einen rotierenden Multi-kW-Diodenlaser, der per Tapewickel-Verfahren die Herstellung von Kurzrohren oder Konstruktionsbauteilen ermöglicht

© Mikrosam 2020

Keinen dieser Nachteile weisen hingegen thermoplastische Matrixsysteme mit Endlosfasern (beispielsweise aus Carbon, Basalt, Aramid oder Glas) auf. Ähnlich wie bei der Duroplast-Verarbeitung werden auch thermoplastische Materialien typischerweise in Form von aufgerollten Tapes verarbeitet.

Womit die thermoplastischen Matrixsysteme punkten

Beim Tapelegen werden die Bänder durch eine Vorschubeinheit parallel zur Bearbeitungsebene von einer Rolle abgezogen und in gewünschter Position auf der Arbeitsplattform oder dem teilgefertigten Bauteil abgelegt. Auf diese Weise können unter anderem Organobleche hergestellt oder lokale Verstärkungen von großflächigen Kunststoffbauteilen realisiert werden. Beim Tapewickeln hingegen, das zur Fertigung von rotationssymmetrischen Bauteilen wie Rohren, Wellen oder Druckbehältern genutzt wird, werden die Bänder in einer Art Kreuzwicklung auf einem rotierenden Behälter bzw. Rohr abgelegt (**Bild 2**). Anders als bei der Verwendung von Duroplasten werden die Thermoplast-Tapes sowohl beim Legen als auch Wickeln direkt konsolidiert. Dazu werden die Tapes durch eine Wärmequelle aufgeschmolzen und anschließend zur Fixierung mittels Druckrolle auf die vorhandene Decklage gepresst, sodass sie sich stoffschlüssig miteinander verbinden. Die Erwärmung kann dabei über verschiedene Quellen erfolgen – zur Auswahl stehen etwa Infrarot- oder Halogen-Strahler, Heißgas oder Laser. Letztere ermöglichen einen regelbaren, lokal konzentrierten und sehr schnellen Wärmeeintrag in die Bandmatrix. In Verbindung mit einem hohen Automatisierungsgrad bietet das laserunterstützte Thermoplast-Tapelegeverfahren daher aus technologischer Sicht das größte wirtschaftliche Potenzial.

Das laserbasierte Verfahren wird bereits seit 2009 erfolgreich in der Serienfertigung eingesetzt, unter anderem in der Ferti-

gung von Bauteilen aus carbonfaserverstärkten Kunststoffen (CFK). Hier erzielen die Laser mit Leistungen von bis zu 3kW Tapelegegeschwindigkeiten von etwa 5 m/min. Dabei wurden sukzessive die Strahlquellen dem Anwendungsbedarf angepasst und Baugröße sowie Investitionskosten kontinuierlich reduziert. Allerdings sind herkömmliche Bandauflegeanlagen mit nur einem einzigen Bearbeitungskopf in ihrer Produktionskapazität spürbar begrenzt. Der steigende Bedarf an Leichtbaukomponenten – sei es im Offshore-Bereich (etwa für den Bau kilometerlanger Pipelines), im Onshore-Bereich für die Herstellung von Wasserleitungen, in der Produktion von Druckbehältern oder zur großflächigen Laminierung von Organoblechen für Kfz- oder Flugzeugteile – erfordert daher einen neuen technologischen Ansatz, der eine höhere Tape-Ablegerate zu einem wirtschaftlichen Preis ermöglicht.

Im flexiblen Multikopf-Ablagesystem arbeiten mehrere Köpfe in einer Reihe

Vor diesem Hintergrund entwickelte Laserline das LDMdirect – einen modularen Direktiodenlaser mit einer Gehäusebreite von unter 50 mm, der die Möglichkeit bietet, mehrere Bearbeitungsköpfe in einer Aufspannung zur parallelen Bearbeitung handelsüblicher Tapebreiten zu integrieren (**Titelbild**). Mit einer Laserleistung von über 2 kW pro Bearbeitungskopf sorgt das flexible Multikopfablesystem für eine signifikante Erhöhung der Prozessgeschwindigkeit und eine entsprechend erhöhte Produktionskapazität. Durch ihre kompakte Bauform lassen sich die »

CT-Mess- ergebnisse, denen Sie vertrauen können



Seeing beyond



**Nach DIN EN ISO/ICE 17025
akkreditierte CT-Prüftechnik in Essingen**

Defektanalyse, P201/202, Montagekontrolle, Soll-Ist-Vergleiche, Erstbemusterung, Reverse Engineering, Röntgenmikroskopie u.v.m

ctdl.metrology@zeiss.com // Tel. +49 7365 9645-60

Direktstrahler problemlos in Roboter oder Maschinen integrieren und ermöglichen damit eine wirtschaftliche Serienfertigung im großen Stil.

Für die Bearbeitung von Endlos-Rohren für Offshore-Pipelines oder Onshore-Wasserleitungen war zudem eine Anpassung der Lasersysteme erforderlich. Hierfür entwickelte Laserline weltweit einzigartige rotierende Multi-kW-Diodenlaser für Endlosrohrwickelmaschinen (**Bild 1**). Bei dem Verfahren rotieren mehrere Laser gleichzeitig und kontinuierlich auf einer Drehvorrichtung um die Längsachse des Rohres – das Rohr wird hierbei ausschließlich über Vor- und Zurückbewegungen durch die Drehvorrichtung geführt, bis die gewünschte Anzahl von Lagen aufgebracht wurde. Jeder der Laser verschweißt ein Tape, sodass gleich mehrere Tapes parallel abgelegt werden können. Die gesamte Bauteilfertigung wird somit signifikant beschleunigt, und eine Großproduktion mehrerer kilometerlanger Rohre kann erstmals wirtschaftlich umgesetzt werden.

Flexible Anpassung des Laserstrahls

Eigens für die Tapeverarbeitung entwickelte Laserline spezielle Homogenisierungsoptiken mit Zoomfunktion, die den Laserstrahl optimal auf die Tapebreite abstimmen können. Dazu erzeugen spezielle optische Linsen einen variablen rechteckigen, nahezu ideal homogenisierten Laserstrahl, der Tapes mit typischen Abmessungen bis zu 2 Zoll Breite unter äußerst gleichmäßigem Energieeintrag prozesssicher plastifiziert. Die von Haus aus bereits sehr gleichmäßige Intensitätsverteilung des Laserline Diodenlasers kann mithilfe der Homogenisierungsoptiken nochmals optimiert werden. Zudem ermöglichen die Optiken eine flexible Anpassung des Laserstrahls an die Legegeschwindigkeit. Je nach Anwendung können Parameter vor Prozessbeginn festgelegt und über die Dauer des gesamten Prozesses beibehalten oder bei laufendem Prozess dynamisch angepasst werden. Der Gesamtenergieeintrag bleibt immer exakt auf die Fügezone begrenzt, die Peripherie und das Bauteil selbst werden keiner übermäßigen Erwärmung ausgesetzt. Durch die Möglichkeit der präzisen Prozessanpassung erreicht der Diodenlaser mit zoomfähiger Homogenisierungsoptik – insbesondere im Vergleich zu anderen Wärmequellen wie etwa Halogenstrahlern – hohe und damit wirtschaftliche Ablegegeschwindigkeiten. Mit diesem neuen Ansatz ist aktuell eine schnelle Leichtbau-

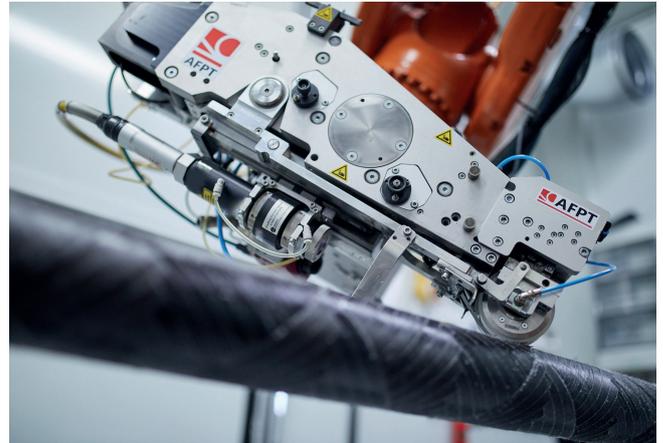


Bild 2. Bei rotationssymmetrischen Bauteilen wie Rohren, Wellen oder Druckbehältern werden die Bänder in einer Art Kreuzwicklung auf dem rotierenden Bauteil abgelegt © AFPT

teilfertigung auf Basis von Tapelegen möglich. Auch abseits dieser technologischen Weiterentwicklungen bietet der Diodenlaser für den Einsatz in der Tapeverarbeitung eine Reihe wirtschaftlicher sowie technischer Vorteile.

Technische und wirtschaftliche Vorteile mit dem Diodenlaser

So kann der Temperatureintrag in das Band durch die präzise Leistungsskalierung und nahezu optimalen Homogenität des Diodenlasers jederzeit exakt reguliert werden, was ein Aufschmelzen der Kunststoffmatrix ohne lokale Zersetzung erlaubt und für optimale Schweißergebnisse sorgt. Eine Off-Axis Temperaturmessung regelt dabei permanent die Laserleistung und stellt eine Erwärmung des Materials unterhalb der kritischen Zersetzungstemperatur sicher. Als weiterer Pluspunkt kommt hinzu, dass der Diodenlaser leistungsstabil und weitestgehend verschleißfrei arbeitet. Dadurch fallen kaum Wartungen an, was sich sehr positiv auf die Gesamtbetriebskosten (TCO) auswirkt. Zudem bietet der Diodenlaser mit einem Wirkungsgradwert bis 50% die höchste Energieeffizienz im Industrielasermfeld. Die etwas höheren Investitionskosten für den Diodenlaser im Vergleich zu konventionellen Wärmequellen sind mit Blick auf die beschleunigte Produktion von CFK-Bauteilen und die niedrigen Betriebskosten somit uneingeschränkt vertretbar, so Laserline.

Mit dem laserbasierten Tapewickeln und -legen thermoplastischer Faserverbundkunststoffe können endlosfaserverstärkte Kunststoffbauteile vollautomatisch, energieeffizient und mit hoher Geschwindigkeit produziert werden. Unter Einsatz technischer Anpassungen wie zoomfähigen Homogenisierungsoptiken, rotierenden Multi-kW-Diodenlasern und Direktstrahlern wird die Tape-Ablegerate nochmals zusätzlich erhöht, was eine serienmäßige Herstellung von FVK-Bauteilen ermöglicht. Perspektivisch ist damit der Weg für die Großproduktion von Tanks, kilometerlangen Pipelines für den Offshore-Bereich und von Organoblechen oder lokalen Verstärkungen, etwa an Formbauteilen, geebnet. Die gefertigten Bauteile können anschließend je nach Anwendungsgebiet weiterverarbeitet und beispielsweise mit Anschlussflanschen ausgestattet, warm tiefgezogen oder auf Maß geschnitten und montiert werden. ■

Der Autor

Dipl.-Ing. Michael Nagel arbeitet als Senior Key Account Manager Technical Sales bei Laserline

Service

Digitalversion

- Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/onlinearchiv

English Version

- Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com