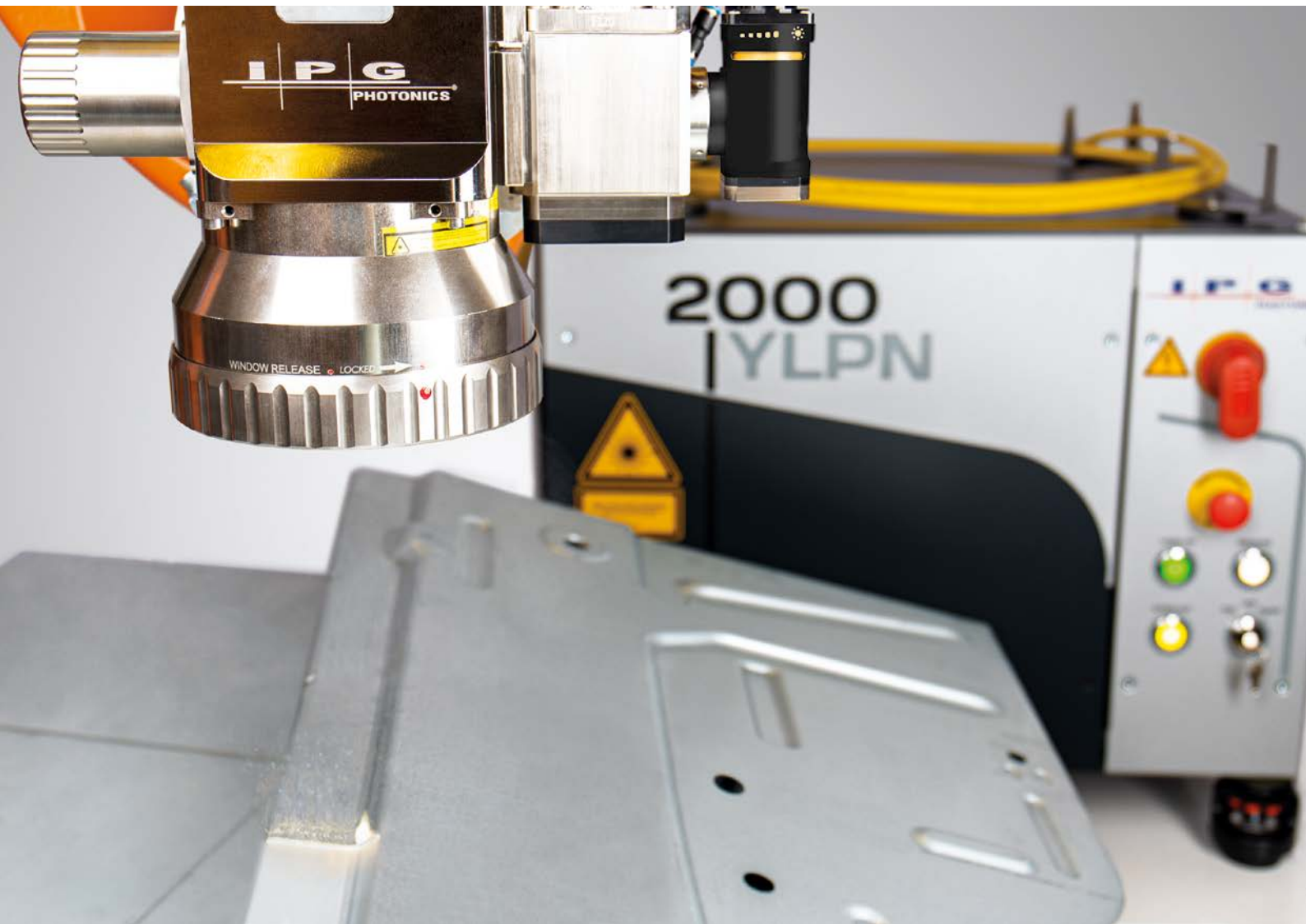


Europäischer Lasermarkt



Laserreinigen in High Speed

Höhere Laserleistung können die Prozessgeschwindigkeit oft linear positiv beeinflussen. Ein aktuelles Beispiel zeigt wie flexible der Laser auch in den Alltag integriert werden kann.

REGIO-SPEZIAL Bayern

Bayern ist mit seiner Infrastruktur in Sachen Lasertechnologie gut für die Zukunft aufgestellt, wie unser REGIO-SPEZIAL Bayern belegt.

Mit neuer Strahlform zum besseren Schweißergebnis

Glas an Glas, Glas an Metall, Glas an Kunststoff. Doch kann Glas auch per Laser geschweißt werden?

Kühler Kopf bei der Laseranwendung

Lasergestützte Prozesse glänzen in der Regel durch hohe Genauigkeit. Die aber lebt nicht zuletzt von einer exakten und effizienten Kühlung.



Entrosten mit Scangeschwindigkeit von bis zu 140 m/sec.

Laserreinigen in High Speed

Neben der hohen Qualität der Bearbeitung sind hohe Verfahrensgeschwindigkeiten essenziell, um Laseranwendungen wirtschaftlich darstellen zu können. Höhere Laserleistung kann oft linear die Prozessgeschwindigkeit positiv beeinflussen. Hierbei zeigt ein aktuelles Beispiel wie flexible der Laser auch in den Alltag integriert werden kann, indem er Züge pünktlicher werden lässt.

Keywords: Laserreinigen, Entrosten, Faserlaser, Nanosekunden Pulse, High Speed Reinigung

IPG Photonics entwickelt und vermarktet Glasfaserlaser, die in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt werden, darunter Materialverarbeitung, medizinische Anwendungen und Telekommunikation. Gegründet wurde das Unternehmen 1991 in Russland vom Physiker Dr. Valentin P. Gapontsev, einem Vorreiter auf dem Gebiet der Faserlaser und Träger zahlreicher Auszeichnungen. In den Anfängen produzierte und verkaufte IPG kundenspezifische Glas- und Kristalllaser, drahtlose Chromatometer für die Hyperthermie und Laserkomponenten. 1992 begann das Unternehmen, sich auf die Entwicklung von Hochleistungs-Faserlasern und -verstärkern zu konzentrieren. Seinen ersten bedeutenden Auftrag

erhielt das Unternehmen vom Telekommunikationsbetreiber Italtel. Anschließend gewann IPG einen zweiten großen Auftrag von Daimler-Benz Aerospace. Das Unternehmen eröffnete 1994 einen Standort in Deutschland und richtete 1998 seinen weltweiten Hauptsitz in den USA ein. Im Jahr 2000 investierte IPG in große neue Produktionsanlagen in den USA, um seine eigenen Diodenpumpen herzustellen, eine der Hauptkomponenten der Faserlaser und -verstärker. IPG ist hochgradig vertikal integriert und produziert alle wichtigen Komponenten für seine Laser und Verstärker selbst. Das Unternehmen ging 2006 an die Börse und ist am NASDAQ gelistet.

Wer öfters mit dem Zug unterwegs ist kennt sich mit Verspätungen aus. Sicherlich existieren hierbei die unterschiedlichsten Gründe, warum ein Zug zu spät kommt. Bei einem Grund handelt es sich um ein Phänomen was verstärkt im Herbst Auftritt. Schienen können durch Laubblätter stark verunreinigt werden. Hierbei bilden sie mit der Zeit einen schmierigen Film, der sich durch weiteren Blätterfall immer weiter aufbaut. Resultat sind durchdrehende Räder, welche eine Beschleunigung oder gar eine gleichbleibende Geschwindigkeit erschweren. Des Weiteren kann es zu längeren Bremswegen kommen die zu gefährlichen Situationen im Schienenverkehr führen. Lange wurde an

Titel

dem Problem getüftelt. Die Frage, die sich hierbei immer wieder stellte, war wie man das Problem lösen kann und gleichzeitig mit der Lösung den Schienenverkehr nicht beeinflusst. Die Schicht abzutragen ist hierbei nur ein Teilproblem. Das Ganze muss auch in einer passablen Geschwindigkeit geschehen welches Anfangs bei 40 km/h bis zukünftig bei 100 km/h und mehr realisiert werden soll. Also ein einfacher, skalierbarer Prozess. Genau diesen hat dLaser Precision Solution aus den Niederlanden mit Hochleistungsgepulsten Faserlasern von IPG Laser umgesetzt. Das Projekt basierte auf einem Langzeit Projekt welches sich seit über zehn Jahren auf das Problem der Verunreinigungen der Schienen beschäftigte. Der Durchbruch kam mit der Verfügbarkeit kompakter gepulster Faserlaser mit mittlerer Leistung von 1 kW. Denn auch das Handling auf einem Güterwagen spielt eine große Rolle.

Das Schienen-Reinigungsmodul kann einfach am Wagen befestigt werden. Der Faserlaser befindet sich hierbei im Wagen. Der Schmierfilm wird mit hoher Präzision entfernt, ohne Einfluss auf die Schienen selbst zu haben. Diese Reinigungszüge sind verstärkt in USA auf dem Vormarsch. Ziel soll nächstes Jahr sein, die 100 km/h zu erreichen, welche mit alternativ Technologien wie das Wasserstrahlreinigen nicht zu erreichen sind.

Mit Photonen gegen Atome

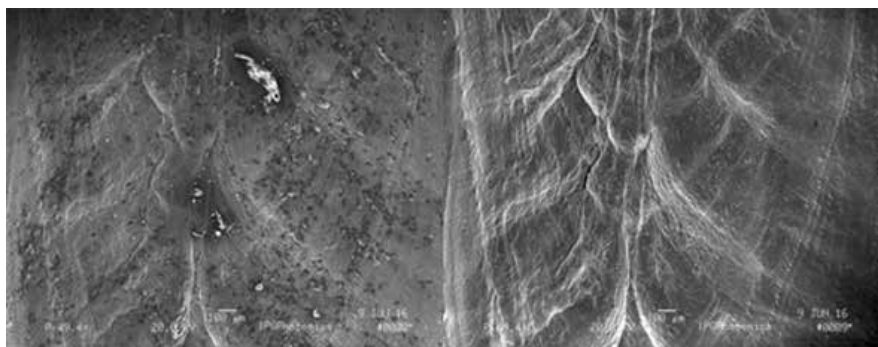
Ob Entrosten oder Entlacken, Oxidschichten entfernen oder ganze Gebäude reinigen. Der Laser passt sich den Gegebenheiten perfekt an. Wurden noch vor einigen Jahren Schweißnahtvorbereitung mit wenigen 100 W realisiert, können heutzutage mit Nanosekunden gepulste Faserlaser im Multikilowatt Bereich Hochgeschwindigkeitsprozesse umgesetzt werden. Das Wirkprinzip ist hierbei immer das Gleiche. Der Laserstrahl trifft auf die Oberfläche und

trägt mit den passenden Parametern den gewünschten Bereich ab. Die einzige Unterscheidung ist, ob der Laserstrahl direkt absorbiert (beim Entrosten) oder auf dem Träger (in der Regel beim Entlacken). Wird der Laserstrahl direkt absorbiert, trägt er die zu entfernende Schicht, je nach Stärke, komplett ab oder Schicht für Schicht.

Bei metallischen Oberflächen hat die Rostschicht eine höhere Absorption, so dass diese stärker abgetragen wird. Mit den richtigen Parametern lässt sich so ein exakter Abtrag einstellen. Bei Lackschichten wird der Laserstrahl (in der Regel mit ca. 1 µm Wellenlänge) im Träger absorbiert und sprengt den Lack quasi ab.

Entscheidend ist was gereinigt werden soll. Geometrie, Empfindlichkeit des Substrates. Was soll

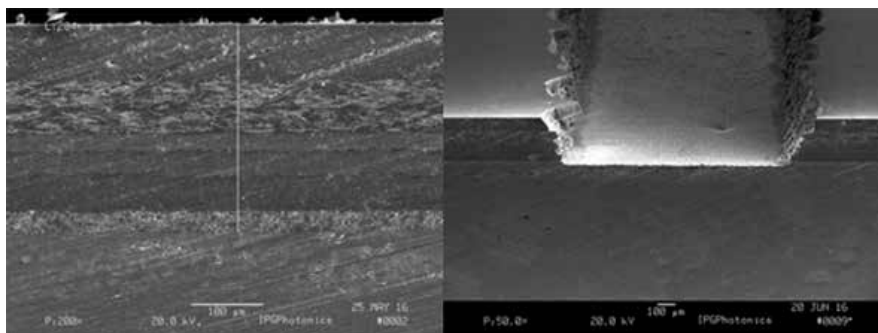
abgetragen werden und in welcher Geschwindigkeit? Aus diesen Informationen kann die geeignet Faserlaserstrahlquelle abgeleitet werden. Denn für jede Anwendung gibt es die richtigen Parameter, die der Laser mitbringt wie beispielsweise die Spotgeometrie (Rund oder Rechteckig). Große Pulsängen mit mehreren hundert Nanosekunden oder eher im Subnanobereich für die Feinbearbeitung der Oberfläche. 150 mJ Pulsenergie für den schnellen Flächenabtrag oder im einstelligen Bereich für filigrane Bauteilgeometrien. Bei der Oberflächenbearbeitung mit Lasern handelt es sich um ein berührungsfreies Verfahren, mit dem Schichten definierter Dicke abgetragen und scharf abgegrenzte Bereiche gereinigt werden können. Die Wärmeeinflusszone im Grundwerkstoff ist dabei so gering, dass das zu reinigende Bauteil nicht beschädigt wird.



REM Aufnahmen einer Schweißnaht vor und nach der Bearbeitung. Dies zeigt hierbei einen sehr feinen Abtrag welcher sämtliche Entfernung/Reduktion von Kohlenstoff, Oxiden und anderen Verunreinigungen nachweist (nachgewiesen mit einem EDX).

Bildquelle: IPG

Beispiel einer Entlackung mittels Laserstrahlung auf einem Aluminiumsubstrat. Links im Querschnitt die Lackierung mit 75 µm Klarlack, 75 µm Blaulack, 100 µm Weißlack und 50 µm Grundierung. Rechts die Entfernung aller Lackschichten.



Bildquelle: IPG



Das Schienenreinigungsmodul – kompakt, robust und einfach integrierbar

Warum mit dem Laser reinigen?

Viele alternative Prozesse haben sich aufgrund ihres langen Bestehens in einigen Bereichen fest etabliert. So wird das Sandstrahlen sehr oft eingesetzt, um ältere Schichten oder Bauteilverunreinigungen zu entfernen. Hierbei ist die eigentliche Reinigung relativ einfach und effektiv. Sand wird mittels Druckluft auf die Oberfläche beschleunigt und sprengt Dreck, Schichten mittels übertragender Impulsenergien der Sandkörner ab. Der Prozess kann nur sehr bedingt feinabgestimmt werden und ist schwer automatisierbar. Ein weiterer Punkt ist die Entsorgung bzw. Trennung des Mediums Sand mit dem kontaminierten Material. Das Laserreinigen ist ein kontaktloses und sehr feinabstimmendes Verfahren. Hierbei werden keine abrasiven Materialien eingesetzt die Probleme bei der Entsorgung oder Reinigung für eine Wiederverwendung mit sich bringen würden. Auch kann es problemlos automatisiert werden. Bei einer

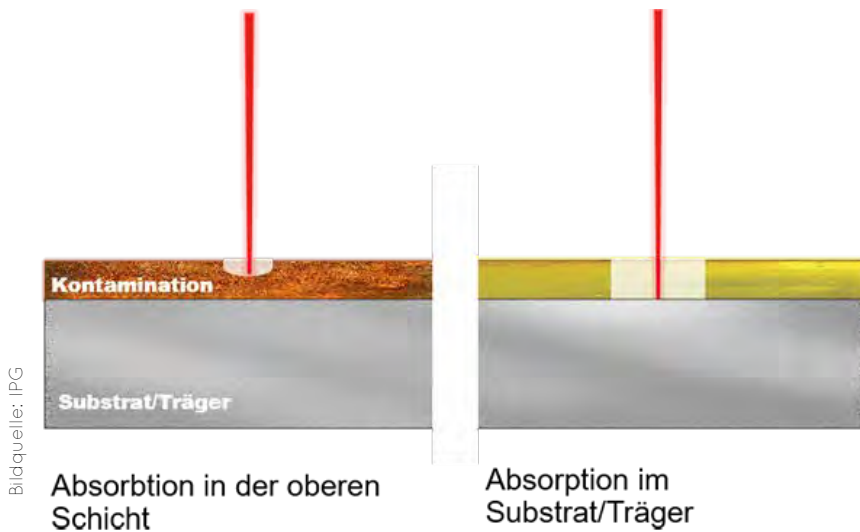
Trockeneis-Reinigung wird, auch wie beim Sandstrahlen mit Druckluft gearbeitet. Die Druckluft wird mit Eispartikel vermischt und trifft auf das Werkstück mit ca. 300 m/sec. Durch den großen Temperaturunterschied entsteht ein Thermoschock der Verunreinigungen löst. So sorgen die Eispartikel zum einen für den Thermoschock und zum anderen zum Entfernen der Schichten. Da es sich bei den Eispartikeln um CO₂ handelt, bleibt vom abrasiven Medium nichts übrig, da es sich gasförmig auflöst. Das Verfahren ist für dünne Schichten geeignet, bei stärkeren Dicken müssen Feststoffe beigemischt werden, welche zu ähnlichen Problemen führen wie bei der Entsorgung beim Sandstrahlen. Des Weiteren ist es ein sehr lautstarkes Verfahren und eignet sich nur bedingt in geschlossenen Räumen aufgrund des verwendeten CO₂. Ein weiteres Verfahren ist das chemische Reinigungsverfahren. Dieses eignet sich hauptsächlich für komplette Bauteilflächen und ist für eine spezifische Fläche nur bedingt einsetzbar. Der Umgang mit den passenden Chemikalien erfordert hohe Gewissenhaftigkeit. Auch die spätere

Entsorgung kann sehr aufwendig sein. Das thermische Reinigungsverfahren wird hauptsächlich angewendet, um Polymere oder Kunststoffe von Metallen zu entfernen. Hierbei wird das Bauteil auf größer 400 °C erhitzt, wobei der anhaftende Kunststoff in Schwelgase und Kohlenstoff zersetzt wird. Eine anschließende Oxidationsphase entfernt den restlichen Kohlenstoff. Alle Verfahren haben ihre spezifischen Vor- und Nachteile. Das Laserreinigen bietet ein sehr schnelles und vor allem gezieltes Verfahren an. Dazu ist diese auch seit nun mehr 20 Jahre in der Industrie fest im Einsatz und wurde hier auf Geschwindigkeit, Gründlichkeit, Sicherheit und Automatisierungsgrad stetig weiterentwickelt. Auch die Kosten haben sich für eine breite Marktdurchdringung attraktiver gemacht.

Positionsgenaue und zeitlich genaue Bearbeitung

Das gegenüber äußeren Einflüssen unempfindliche Faserlaserdesign ist die Basis für einen sehr stabilen Betrieb. Bei den gängigsten, gepulsten Faserlasermodellen von IPG mit Pulsdauern im Nanosekundenbereich handelt es sich um gütegeschaltete Faserlasersysteme. Diese zeichnen sich durch einen einfachen, kompakten Aufbau aus. Das zentrale Element ist ein faserbasierter, gütegeschalteter Masteroszillator. Die Pulsbreiten sind dabei fest eingestellt und liegen zwischen 20 ns und 2000 ns, wobei die Pulswiederholraten den Wert zwischen 1 kHz und 2 MHz annehmen können. Hohe mittlere Ausgangsleistungen werden durch die Verstärkung von der Masteroszillatorstrahlung in ein- oder mehrstufigen Faserverstärkern realisiert. Pulsenergien von 150 mJ sind dabei heute Stand der Technik. Nach der Führung des Laserlichtes in mehrere Meter lange Prozessfasern propagiert die Laserstrahlung durch einen sogenannten optischen Isolator und einen Kollimator.

Titel



Bildquelle: IPG

Vereinfachte Schematische Darstellung der beiden Wirkprinzipien des Laserreinigens

mator. Abhängig von den Anforderungen bei der Materialbearbeitung und der Konzeption der Strahlführungs-Systeme können Kollimatoren so ausgewählt werden, dass Strahldurchmesser im Bereich zwischen 2 mm und 10 mm realisiert werden können. Ist eine flexible Pulsbreite während eines Prozesses gefragt, kommen üblicherweise sogenannte Master Oscillator Power Amplifier-Faserlaser (MOPA) von IPG zum Einsatz. Des Weiteren ist es mit den Faserlasermodulen in Kombination mit optimierten Elektronikkomponenten eine sehr schnelle Modulation möglich. Dies ermöglicht eine präzise und stabile Einzelpuls-Ansteuerung. Die ist Voraussetzung sowohl für eine positionsgenaue als auch zeitlich genaue Bearbeitung von Werkstoffen. Mit der Weiterentwicklung zu immer höheren mittleren Ausgangsleistungen wurden neue Anwendungen immer wirtschaftlicher. Die gepulsten Hochleistungs-Faserlasersysteme werden in 3 verschiedenen Bauformen angeboten. Die kompaktesten Versionen sind die Modul-Einheiten, welche sich perfekt in Maschinen platzsparend integrieren lassen. Eine weitere Variante ist die kompakte Rack-Bauform, die zusätzlich mit einem Netzteil ausgestattet ist und ebenfalls die einfache Integration in bestehende Anlagen erlaubt. Weiterhin gibt es eine

Schaltschrankversion mit diversen industriellen Schnittstellen, wie zum Beispiel Profinet, und integrierten Sicherheitsschnittstellen.

Auch im mobilen Einsatz möglich

Mit steigender Wirtschaftlichkeit hat sich das Laserstrahlreinigen in vielen Bereichen durchgesetzt. Waren Geschwindigkeiten ungenügend sind heute Leistungen mit über 2 kW im gepulsten Nanosekundenbereich kein Problem. Auch der Laserschutz ist in vielen Bereichen ausgearbeitet, beispielsweise beim Fassadenreinigen von Gebäuden. Durch die immer kompakteren Systeme mit höheren Leistungen ist das Verfahren auch im

mobilen Einsatz vorgedungen. Aktuell sind Formenreinigungen, Schweißnahtreinigung oder das Entlacken noch die klassischen Anwendungsfelder. Mit immer mehr Versuchsfeldern erschließen sich auch Bereiche, die die kommerziellen Anwendungen im Industriebereich verdrängen können oder eine ernstzunehmende Alternative darstellen.

www.ipgphotonics.com

Autor

Michael Stark

ist Project Manager Marketing and Sales bei IPG Laser in Burbach.

Beispiel Faserlaser für die Laserreinigung – 100 W bis 2 kW mittlere Leistung.



Bildquelle: IPG