

Die PHOTON ENERGY GmbH hat einen neuen Ultrakurzpuls-Laser "CEPHEUS" mit einer Pulsdauer von 10 ps und einer maximalen Leistung von 12 W vorgestellt. Wir haben den CEPHEUS mit einer konventionellen Anordnung aus Scanner und Planfeldlinse zu einer Beschriftungsanordnung kombiniert. Die Bearbeitung mit einem Ultrakurzpuls laser unterscheidet sich grundlegend von der mit einem Nanosekunden-Laser. Einige interessante Ergebnisse eröffnen neue Möglichkeiten der Markierung, zum Beispiel auf Edelstahl.

[www.photon-energy.de](http://www.photon-energy.de)



**Lasermarkiersysteme haben sich in den letzten Jahrzehnten zu einem anerkannten Werkzeug für die Teilekennzeichnung etabliert. Grundlage dafür waren zunächst Bogenlampengepumpte Festkörperlaser sowie CO<sub>2</sub> Laser.**

Seit etwa 15 Jahren sind es statt der bogenlampengepumpten Festkörperlaser hauptsächlich diodengepumpte Systeme, die besonders zuverlässig und kompakt sind. Die Festkörpersysteme auf Basis von Neodym dotierten Kristallen sind Güte geschaltet mit einer Pulsdauer im Nano-Sekunden-Bereich, sodass sie eine hohe Pulsspitzenleistung erreichen. Damit lassen sich die meisten Materialien gut markieren. Limitierungen gibt es durch die thermische Wirkung der Strahlung und durch die geringe Absorption von einigen Materialien, wie zum Beispiel Glas oder manchen Keramikarten.

## Kompakter Ultrakurzpuls laser

Ultrakurzpuls-Strahlquellen, die Pulsdauern von etwa 10 ps haben, können praktisch jedes Material bearbeiten (Abb.1). Aufgrund der hohen Pulsspitzenleistung dieser Laser ist die Wechselwirkung mit dem Material nicht linear, so dass jedes Material mit dem Laserlicht reagiert. Damit schließen Ultrakurzpuls laser die Lücke und ermöglichen neue Anwendungen.

Die PHOTON ENERGY GmbH hat einen neuartigen Ultrakurzpuls-Laser entwickelt: **CEPHEUS** (Abb. 2) Diese fortschrittliche Strahlquelle basiert auf einem modengekoppelten Seedoszillator und nachgeschalteten Power Amplifiern. Die maximale mittlere Leistung beträgt 12W bei einer Repetitionsrate von 500 kHz, die maximale Pulsenergie 350  $\mu$ J bei einer Repetitionsrate von  $\leq$ 20 kHz. Die Pulsdauer ist für alle Repetitionsraten und Leistungseinstellungen konstant bei ca. 10 ps. Die Pulsspitzenleistung erreicht mit diesen Parametern den Wert von etwa 30 MW.

Besonders bemerkenswert sind die kompakten Abmessungen des Lasers, der geringe Wartungsaufwand, sowie die hohe Zuverlässigkeit und Stabilität. Die Laserstrahlquelle ausschließlich luftgekühlt.

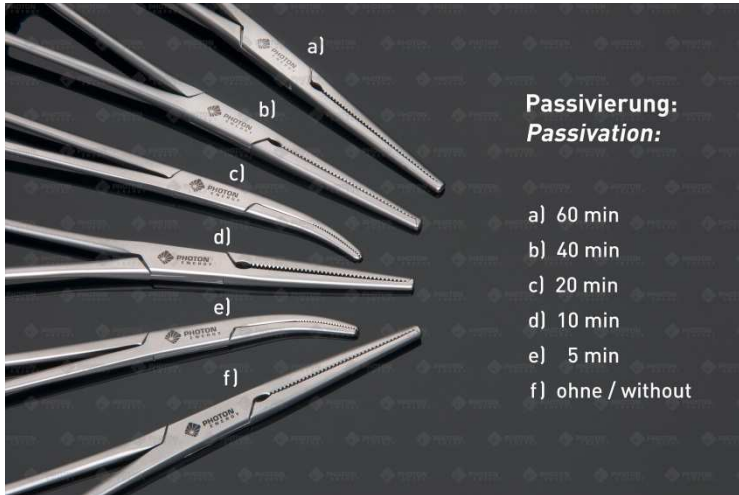


Abb. 1 Chirurgische Instrumente, die mit einem ps-Laser markiert wurden. Vergleich von Passivierungszeiten.



Abb. 2 Kompakter Laserkopf der ps-Strahlquelle CEPHEUS

### Aufbau als Bearbeitungssystem

Aufgrund der kompakten Abmessungen war es sehr einfach die Strahlquelle mit einem Galvo-Scannersystem mit Planfeldlinse zu kombinieren und wie einen konventionellen Beschriftungslaser anzuwenden. (Abb. 3)

Mit dieser Anordnung haben wir unterschiedliche Materialien untersucht. Beispielhaft für die neuen Möglichkeiten möchten wir hier die Markierung von Edelstahl anführen.

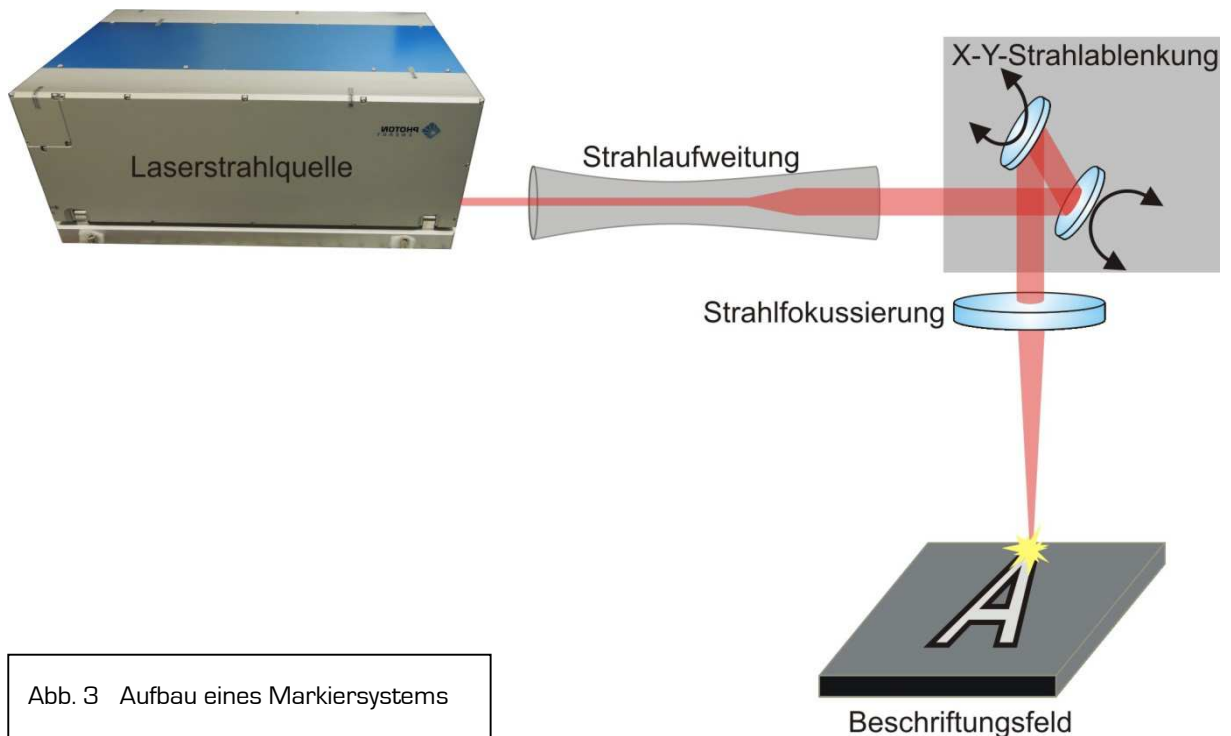


Abb. 3 Aufbau eines Markiersystems

### Markieren von Edelstahl

Edelstahl markiert man mit herkömmlichen Systemen basierend auf einem ns-Laser über den Gravur-Effekt, wobei Material abgetragen wird oder auch über Anlassfarben.

Im Gravur-Effekt steht vor allem die Intensität des Lasers im Vordergrund, während bei den Anlassfarben die thermische Wirkung entscheidend ist.

Die gängigste Methode zur Markierung ist die Anlassfarbenbeschriftung, da hier der beste Kontrast erzielt wird. Die Beschriftung ist schwarz; unter bestimmten Betrachtungswinkeln ist die Markierung allerdings schlecht erkennbar. Dies ist Folge der starken Reflektion unter diesen Einfallswinkeln. Dieser Nachteil wird häufig bemängelt, gerade wenn es sich um hochwertige Markierungen auf teuren Gegenständen handelt.

Außerdem wird bei der Markierung mit dem ns-Laser die Korrosionsanfälligkeit an diesen Stellen erhöht, so dass z.B. Medizinbesteck-Hersteller üblicherweise eine Passivierung der Oberfläche durchführen. [Abb. 1]

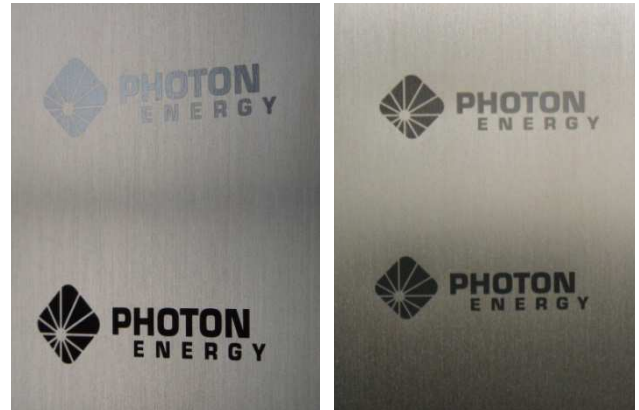


Abb. 4 Edelstahl beschriftet mit ns-Laser (jeweils oben) und ps-Laser (jeweils unten) aufgenommen von der Seite (links) und senkrecht von oben (rechts)

Bei der Markierung mit einem Ultrakurzpuls-Laser handelt es sich um einen anderen Effekt.

Da der Ultrakurzpuls-Laser sehr kurze Pulsdauern hat und damit eine extrem hohe Pulsspitzenleistung, handelt es sich nicht um Anlassfarben; das Material wird nicht warm.

Die Oberfläche wird geringfügig angeraut, die Beschriftung erscheint tiefschwarz und dies unabhängig von der Blickrichtung. [Abb. 4]

Die ps-Markierung zeigt eine interessante Struktur. Hochauflösende Rasterelektronenaufnahmen zeigen einen Wellenabstand von ca. 1 – 2  $\mu\text{m}$  [Abb.5, links]. Diese Wellen sind aus länglichen Nano-Strukturen aufgebaut mit einem Durchmesser von ca. 200nm und einer Länge von ca. 1  $\mu\text{m}$  [Abb. 5, rechts]. Die Oberfläche ist mit hoher Wahrscheinlichkeit hydrophob. Diese hydrophoben Eigenschaften vermindern die Korrosionsanfälligkeit an diesen Stellen. Umfangreiche Tests mit Herstellern von chirurgischen Instrumenten haben dies bestätigt.

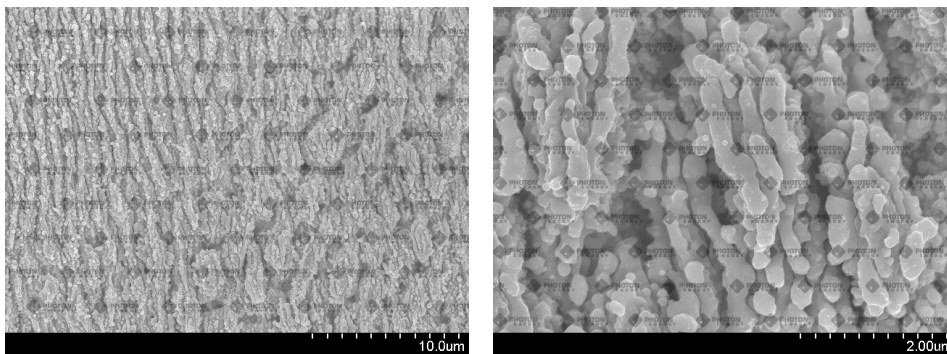


Abb. 5 REM-Aufnahme, Vergrößerung links 4 000-fach, rechts 20 000-fach

Somit wird der bei ns-laser notwendige Passivierungsschritt, für den eine Lösung auf Basis von Zitronensäure eingesetzt wird, überflüssig. Die Herstellung der Produkte wird also kürzer, kostengünstiger und hochwertiger.

Obwohl mit dem ps-Laser keine Passivierung nötig ist, haben wir untersucht, wie sich diese Markierung bei dieser Behandlung verhält. Die Beschriftung mit dem ps-Laser widersteht den üblichen Passivierungsprozeduren wesentlich besser als die Beschriftungen mit dem ns-Laser (Abb 1). Selbst bei einer Passivierung für 60 min ist die Beschriftung mit dem ps-Laser noch sehr deutlich, während die Beschriftung mit dem ns-Laser nach dieser Zeit keinen Kontrast mehr aufweist.

## Zusammenfassung

Die Markierung von Edelstahl mit dem ps-Laser zeigt einige Vorteile gegenüber dem ns-Laser. Die Beschriftung weist einen hohen Kontrast auf, ist unabhängig vom Blickwinkel und korrosionsbeständig. Edelstahl-Teile, zum Beispiel chirurgische Instrumente, können somit ohne den aufwändigen Passivierungsschritt und somit mit niedrigeren Herstellkosten gefertigt werden. Die Qualität der Beschriftung steigt.

## Der Autor

Dr. Hans Amler (Dipl. Physiker) ist Geschäftsführer der PHOTON ENERGY GmbH seit 2001. Davor hat er sich mit Markiersystemen auf Basis von ns-Laser beschäftigt.

## Quelle

Fachzeitschrift Optik & Photonik 2/2013