



# Auf den Punkt gebracht

## Schwarze und gelbe Linsen? Was soll's!

Es spuken doch immer wieder Gerüchte herum. So zum Beispiel über – angeblich – sagenhafte Schneidergebnisse mit „schwarzen“ Linsen. Was ist dran?

Dazu einen kurzen Ausflug in die Geschichte, gewürzt mit etwas Technik:

Vor ca. 20 Jahren wurde überall an Beschichtungen für CO<sub>2</sub>-Laseroptiken geforscht ...

- In Japan wurde untersucht, ob man nicht die Wasserlöslichkeit der Salz-Substrate, also den Hauptnachteil von Kochsalz-Linsen, durch das Aufbringen einer Schutzbeschichtung, sozusagen als Rundumversiegelung, beheben könne.

Das sehr aufwändige Programm wurde nach einigen Jahren aufgegeben, da sich das wasserunlösliche ZnSe als das bessere Substrat-Material erwies.

- In Europa favorisierte man eine Zeit lang niedrig absorbierende Antireflexbeschichtungen aus Arsentrisulfid (As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>), die sich aber wegen Unbeständigkeit und mangelnder Reproduzierbarkeit nicht durchsetzen konnten.

- In den USA bei II-VI Inc. verfolgte man zwei erfolgversprechende Wege. Zum Einen die Verbesserung der Standard-AR-Beschichtungen

und des Weiteren ein neues „schwarzes“ Schichtsystem, basierend auf Germanium, welches sichtbares Licht nicht durchlässt. Während man mit der neuen Standard-AR-Beschichtung sehr bald die gewünschten Ergebnisse erzielte, überwogen bei den (damals „Black Coating“ genannten) „schwarzen Linsen“ die Nachteile:

- Das „Black Coating“ war nur eingeschränkt reproduzierbar.
- Es war nicht durchsichtig.
- Es war zu aufwändig herzustellen.

Das „Black Coating“ wurde zu den Akten gelegt und statt dessen entwickelte man bei II-VI die ultraharten PV- und die niedrigst absorbierenden ULA-Beschichtungen, die heutzutage unter der Bezeichnung MP-5 vermarktet werden.

Die industrielle Fertigung der ZnSe-Linsen und deren Standard-Beschichtungen wurde über die Jahre weiter verbessert, so dass heute die Einhaltung engster Toleranzen bei ungewöhnlich niedriger Ausschussquote gewährleistet ist.

Die „schwarzen Linsen“ gibt es immer noch; aber nicht von II-VI! Denn ausführliche Testreihen bei II-VI und bei einigen namhaften Lasermaschinen-Herstellern haben keinerlei Vorteile ergeben. Weder hat sich der Brennfleckdurchmesser verringert (und damit gibt es keine Vorteile in Bezug auf die Schnittgeschwindigkeit), noch hat sich die Haltbarkeit verbessert (denn die äußere Schicht der „schwarzen Linse“ ist aus dem gleichen Material wie die einer II-VI-Standardlinse), noch kann man den Gasverbrauch reduzieren (denn der hat nur etwas mit der Düsenöffnung zu tun).

Und somit können die alten Beschichtungsprogramme ja weiterhin in der II-VI-Schublade bleiben.

Die Linsen, die wir Ihnen heute liefern, bieten für jeden Laseranwender Vorteile: Sie sind industrieerprobt, sie sind von gleichbleibender Qualität und sie sind trotzdem kostengünstig.



### Inhalt

Schwarze und gelbe Linsen

YAG-Fenster

Laserscanner-Systeme

Reinigen von Optiken

Schweißoptiken

1

Auf den Punkt gebracht erscheint 4 mal im Jahr.

Für den Inhalt verantwortlich:  
Manfred Berger.

II-VI LOT GmbH  
Im Tiefen See 58  
64293 Darmstadt  
www.ii-vi-lot.de

Manfred Berger: 06151-8806-29  
berger@ii-vi-lot.de

# VLOC-/II-VI-Fenster für YAG schützen die Optiken

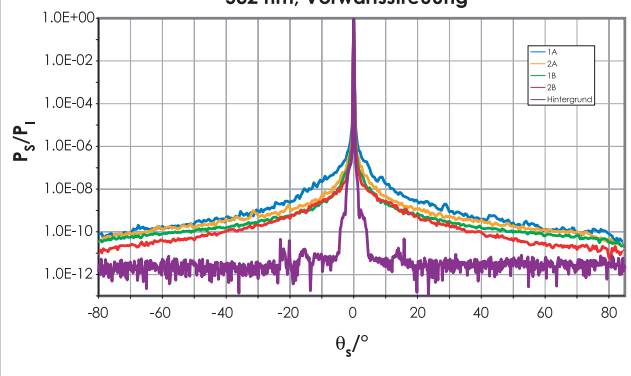
Es ist immer das Gleiche: irgendwann spritzt Schmelzgut beim Schneid- oder Schweißprozess gegen die Optik, die in den meisten Fällen recht teuer ist. Dann ist meistens auch der gute Rat nicht nur teuer; er hilft auch oft nicht, denn die Optik kann unter Umständen sofort so stark beschädigt sein, dass sie ersetzt werden muss. Ein wirkungsvoller Schutz kann nur durch ein vorgeschaltetes Fenster gewährleistet werden, welches die Spritzer „abfängt“. Nun ist das leichter gesagt als getan, denn die Anforderungen an solche Schutzfenster für cw-Leistungen im Multi-kw-Bereich sind alles andere als trivial:

Der durchgehende Strahl soll in seiner Form, Intensität und sonstigen Eigenschaften möglichst nicht verändert werden. Im Idealfall wäre das ein „Fenster ohne Fenstereigenschaften“. Das gibt es natürlich nicht. Aber wir kommen dem schon recht nahe:

Die Schutzfenster für YAG-Laser von II-VI/VLOC haben geringste Reflexionsverluste (durch optimierte Antireflexbeschichtungen), vernachlässigbare Transmissionsverluste (durch die Verwendung von hochreinem wasserfreiem Quarzsubstrat) und weisen keinerlei optische Verzerrungen (durch interferometrische Überwachung von Planität und Brechungsindex) auf.

Jens-Uwe Richter: 06151-8806-694  
richter@ii-vi-lot.de

Abb. 1 Winkelaufgelöste Streulichtmessung (ARS), 532 nm, Vorwärtsstreuung



Auch der unvermeidbare Streulichtanteil (siehe Abb. 1) ist kaum der Rede wert, was durch unabhängige Messungen nachgewiesen wurde.

Eigentlich ist ein solches Fenster viel zu schade um den ganzen Dreck abzukriegen...



Interferometrische Auswertungen eines stark verschmutzten Nd:YAG-Schutzfenster

# Laser-Scanner-Systeme

Besonders das schnelle Beschriften von Materialien wie z.B. Metall, Plastik, Papier usw. durch Laser gewann in den letztem Jahren an Bedeutung.

Hierfür wird der sogenannte Galvo-Scanner eingesetzt. Dieser besteht in den meisten Fällen aus einem Strahlaufweiter, zwei motorgetriebenen Galvo-Spiegeln und einer Scanlinse (F-Theta-Linse).

Das Wort „Galvo-Scanner“ wurde von dem ursprünglichen „Galvanometer“, einem Messinstrument, das mit Hilfe einer Drehspule und einem Spiegel kleinste Gleich- und Wechselströme nachweisen kann, abgeleitet. Der Galvo-Scanner funktioniert nach dem gleichen Prinzip.

Es werden jedoch nicht nur höchste Ansprüche an die Elektronik des Scannersystems gestellt, sondern

vor allem an die optischen Komponenten, die den Laserstrahl an jeder Stelle des zu markierenden Objektes punktgenau fokussieren sollen (Abb. 2).

Eine Scanlinse muss deshalb vor allem so beschaffen sein, dass die Abbildungseigenschaften auf einer ebenen Bearbeitungsfläche an jedem Punkt optimal sind. Anders als bei einer herkömmlichen Linse, die lediglich den Laserstrahl in einem bestimmten Fokus abbildet, sind die Scanlinsen, auch F-Theta Linsen genannt, so beschaffen, dass sie den Brennfleck außerhalb der optischen Achse erzeugen. Die Lage des Fokuspunktes ist dabei proportional dem Scan-Winkel und somit kann dieser in höchster Qualität an jeder Stelle des Arbeitsfeldes positioniert werden.



# Warum fokussieren bis Sie schwarz sehen?



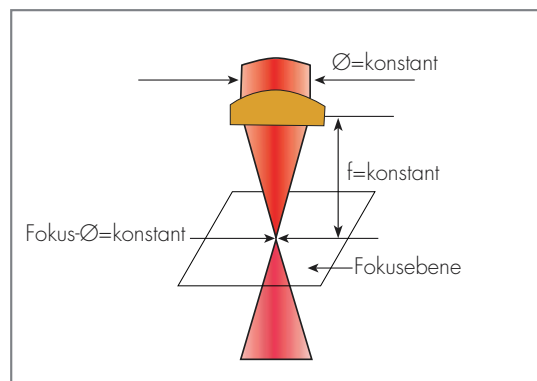
Durch verschmutzte Fokussierlinsen kann sich je nach Laser-

Industrielle Laserstrahl-Schneidtechnologie benötigt Laser-Optiken, die für den Wellenlängenbereich von  $10,6 \mu\text{m}$  optimiert sind und konstante Prozessbedingungen ermöglichen. Geringste Erwärmung durch Absorption führt bereits zu Veränderungen der Fokussierbedingungen. So führen bereits geringe Schwankungen des Rohstrahldurchmessers (Rohstrahlradius) zu Veränderungen des Fokusbereichs und der im Fokus erziel-

baren Laserstrahl-Leistungsdichte. Allerdings ist selbst der Wunsch, bei konstantem Rohstrahl immer gleiche Fokusbedingungen einzuhalten, schwer zu realisieren.

Die regelmäßige Kontrolle und Reinigung aller im Strahlengang befindlichen optischen Elemente und ganz besonders der Fokussierlinsen verlängert die Lebensdauer der optischen Komponenten dramatisch und trägt zur Prozessstabilität bei.

leistung und bei entsprechender Betriebstemperatur die Fokusebene verschieben. Stark beschädigte und verschmutzte Linsen führen zu einer „Fokustrift“ von mehreren Millimetern.



Eine gleichbleibende Schneidqualität ist damit nur noch schwer einzuhalten.

Erleichtern Sie Ihrem Laser den Erfolg durch saubere Optik-Oberflächen.

Uwe Schmidt: 06151-8806-15  
schmidt@ii-vi-lot.de

## Laser-Scanner-Systeme

Vor der F-Theta-Linse oder dem Linsensystem befinden sich die Galvo-Spiegel (Pre-Objective-Scanning), die den Strahl in y- und x-Richtung auslenken.

Als Substratmaterial für die Scannerspiegel hat sich das einkristalline Silizium bewährt, da es sowohl von seinem Gewicht als auch von seiner Resonanzfrequenz die Scan-Geschwindigkeit kaum beeinträchtigt. Genauso wichtig wie das richtige Substratmaterial ist die Spiegelbeschichtung. Eine optimale Beschichtung sollte selbst bei großen Einfallswinkeln kaum Absorptionsverluste aufweisen.

Optimierte Beschichtungsauslegung, Spiegelsubstrat-Dicke und Substratmaterial gewährleisten optimale Abbildungsbedingungen bei gleichzeitig maximaler Scan-Geschwindigkeit.

Um einen kleinen Fokusspot zu erreichen, wird der Laserstrahl nach dem Austritt aus dem Laser, mit Hilfe eines Teleskopes aufgeweitet. Das Teleskop funktioniert wie das galiläische Fernrohr, d.h. die konkave Eingangslinse weitet den Strahl auf und die plan-konvexe Linse fokussiert den Strahl (kollimiert) ins Unendliche, sodass ein paralleles Strahlenbündel aus dem Strahlaufweiter austritt.

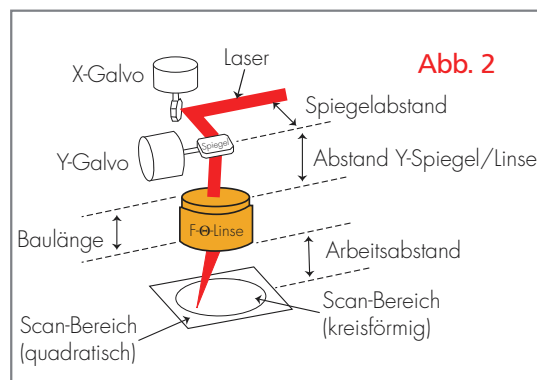
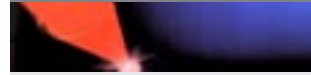


Abb. 2

Susanne Koeble: 06151-8806-499  
koeble@ii-vi-lot.de

# Ran an die Schweißoptik! Man nehme... Metalloptiken



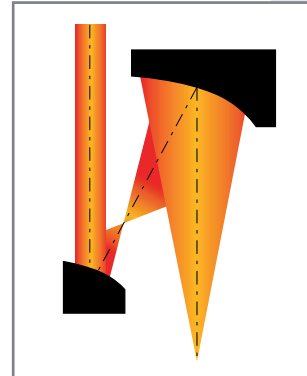
Immer neue Laseranwendungen erfordern neue Varianten der Fokussierung. Die gewünschten Fokusabmessungen sollen entweder sehr klein sein oder auch sehr groß oder gar in zwei oder mehrere Maxima aufgeteilt werden. Teilweise werden runde, quadratische oder linienförmige Abbildungen in der Fokusebene gewünscht. Machbar ist fast alles. Präzisionsoptiken haben Ihren Preis. Dies trifft besonders auf Applikationen unter Nutzung sehr hoher Laserleistungen oder auch sehr hoher Leistungsdichten zu. Hohe Leistung mit gleichzeitig hoher Leistungsdichte stellt die höchste Anforderung dar. Spiegel-fokussierung wurde bereits 1976 zum Laserstrahl-Schneiden eingesetzt. Die hohe Abbildungsqualität einer Meniskus-Linse oder gar einer asphärischen Transmissions-optik konnte nicht ohne extrem

hohen Fertigungsaufwand erreicht werden. So verschwand die Reflexionsoptik einstweilen in der Schublade. Die ZnSe-Substrate der transmissiven Optiken wurden stets verbessert und die erforderlichen Antireflexbeschichtungen sind heute bei II-VI auf Wunsch mit minimaler Absorptionen (bis <0,10%) erhältlich. Weltweit ist es bisher keinem anderen Hersteller gelungen, derart niedrige Absorptionswerte mit geringsten Toleranzen in hohen Stückzahlen zu fertigen.

Lasersysteme mit Strahlleistungen zwischen 8 und 12 kW erlauben nur noch bedingt den Einsatz von Linsen. Während zum Schweißen standardmäßig und problemlos Metallspiegel eingesetzt werden können, bestimmt in Schneidsystemen die Schneidgaszufuhr in erheblichem Maße die Schnittqualität. Ring- oder Mehrstrahldüsen erfüllen nur in einzelnen Anwendungen die Anforderungen. So sind diverse Designideen getestet worden, die vielleicht sogar den gleichzeitigen Einsatz, sowohl als Schneid- als auch als Schweißoptik ermöglichen.

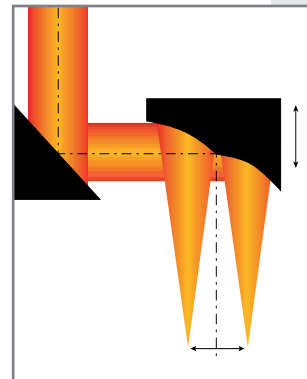
Zwischenfokussierungen erlauben sowohl variable F-Zahlen, als auch variable Bauformen. II-VI fertigt Ihnen alle asphärischen Spiegel-Varianten oder Paraboloiden als Spiegelpaar mit Brennweiten zwischen 100 und 1000 mm.

Die Ablenkwinkel werden durch Rohstrahl-Dimensionen und vorgegebene Schneid- bzw. Schweißkopfgeometrie bestimmt. Das Spiegelpaar wird als Kassette in Ihren Fokussierkopf eingesetzt. Positionsveränderungen innerhalb des Spiegelpaars sind deshalb unmöglich. Vorbereitete Referenzanschlüsse erlauben schnelles Austauschen, z. B. zur Reinigung. Zum Einsatz kommen ausschließlich direkt gekühlte Spiegel mit höchsten Reflexionswerten. Bei garantiert koaxialer Aufnahme des Fokussierkopfes kann sogar das horizontale Justieren der Gasdüse entfallen. Die vertikale Justage bzw. auch die Kombination mit kapazitiven Höhenabtastungen ist problemlos möglich.

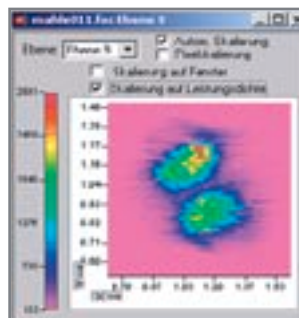


Ein auf wenige hundert Mikrometer fokussierter Laserstrahl eines CO<sub>2</sub>-Hochleistungslasers erfüllt nicht alle Materialbearbeitungs-Aufgaben. So nutzen die Laserschweiß-Spezialisten gern sogenannte Twin-Spot-Optiken.

Diese Zwilling-Fokus-Optiken teilen den Laserstrahl in einem gewünschtem Verhältnis auf zwei separate Foki auf. Diese werden beim Schweißen je nach Anwendung in Schweißrichtung hintereinander oder nebeneinander positioniert. Damit lassen sich Positionierfehler zwischen Laserstrahl und Werkstück ausgleichen. Auch die Nahtfuge kann besser überbrückt werden. Es können unterschiedliche Nahtvolumina erzeugt oder die Gefügeaushärtung positiv beeinflusst werden.



Dachkantenspiegel ersetzen den ebenen Spiegel und spalten bereits dort den Rohstrahl in zwei einzelne Strahlen auf. Damit kann anstelle des gestuften Paraboloiden ein einfacher Paraboloid eingesetzt werden.



cw-Energieverteilung im Fokus einer „Twin-Spot“-Optik bei ca. 8 kW Strahlleistung