



# Auf den Punkt gebracht

## Editorial

Liebe Leser unserer 10. Ausgabe des „Auf den Punkt gebracht“!

In den nächsten vier Monaten werden Sie Gelegenheit haben, uns auf den verschiedensten Messen persönlich kennen zu lernen! Auch in Zeiten einer gutgehenden Konjunktur ist uns der Kontakt zu unseren Kunden die wichtigste Aufgabe.

Zweimal in München, je einmal in Leipzig und Stuttgart sind wir präsent.

Unsere erste Station ist im März die „Metall“ in München – die europäischen Fachmesse für Metallbearbeitung in Industrie und Handwerk, bei der Laser heutzutage natürlich eine große Rolle spielen. Nur eine Woche später präsentiert sich die „Intec“ zum ersten Mal in Leipzig statt früher in Chemnitz. Die neue Messe Leipzig bietet der „Intec“ den passenden Rahmen, um der steigenden Zahl von Ausstellern gerecht zu werden.

Auch die „Blechexpo“ hat den Veranstaltungsort gewechselt. In der neuen Messe Stuttgart finden die Aussteller mehr Platz als an dem bisherigen Messeplatz Sinsheim, um ihre Produkte zu präsentieren.

Und der Höhepunkt des Jahres in der Laserszene folgt im Juni: die „Laser 2007“ in München. Vier Tage mit den neuesten Highlights im Wellenlängenbereich von 190 nm bis 10.6 µm!

Unser Team freut sich darauf, Sie persönlich kennen zu lernen und Ihnen unsere CO<sub>2</sub>-Laseroptiken und Nd:YAG-Laserkomponenten höchster Qualität mit unserer Erfahrung von mehr als 30 Jahren vorstellen zu dürfen. Gerne vereinbaren wir auch Termine, damit Sie Ihren Messeablauf optimal planen können.

Nutzen Sie die Chance und fragen Sie uns!

Bis dann!

*M. Benzing*



## Optikreinigung

Jeder der ein Auto fährt oder eine Brille trägt weiß was passiert, wenn die Windschutzscheibe bzw. das Brillenglas verdeckt sind. Man sieht schlecht hindurch.

Ähnlich ist es bei den Schneidlinen bzw. Umlenkspiegeln in den Laseranlagen. Nur führt hier der Dreck bzw. die Kontaminierung zwangsläufig zur Absorption von Laserenergie und damit zur Erwärmung. Diese absorbierte Wärmeenergie beeinträchtigt dann die Funktion der Linsen oder Spiegel und kann bei extremer Verschmutzung (Absorption) auch zur Zerstörung der Optik führen.

Um die kontaminierte Optik zu reinigen, haben wir die einzelnen Reinigungsschritte in unserer Reinigungsanleitung (siehe unsere Homepage: [www.ii-vi.de](http://www.ii-vi.de)) zusammen gefasst.



Auswertungen von reklamierten Optiken haben ergeben, dass ca. 50% durch Kratzer auf der beschichteten Oberfläche unbrauchbar werden. Diese Kratzer kommen nicht nur vom Reinigen sondern auch von einer falschen Auflage beim Reinigen.

Erstes Absaugen oder Abblasen von losen Partikeln vermindert das Risiko von Kratzern beim Reinigen. Um Ihnen bei den weiteren Reinigungsschritten eine optimale Auflage zu gewährleisten und das Handling zu vereinfachen, haben wir einen Reinigungshalter entwickelt, der für die gängigen Optikdurchmesser benutzt werden kann.

Rufen Sie uns an, gerne unterbreiten wir Ihnen ein Angebot!

## Inhalt

- Editorial 1
- Optikreinigung 1
- Auch das ist II-VI 2
- Laserkristalle für Festkörperlaser 2
- Strahlaufweitung macht den Fokus klein 3
- GaAs oder Ge für einen kleineren Fokusspot 4

Auf den Punkt gebracht erscheint 2 mal im Jahr.

Verantwortlich für den Inhalt: Martin Benzing.



II-VI Deutschland GmbH  
Im Tiefen See 58  
64293 Darmstadt  
[www.ii-vi.de](http://www.ii-vi.de)  
Tel.: 06151/880629  
Fax: 06151/896667

Uwe Schmidt: 06151-8806-15  
[schmidt@ii-vi.de](mailto:schmidt@ii-vi.de)

### Mit II-VI-Optiken den extrasolaren Planeten auf der Spur

Schon die meisten Schulkinder wissen, Sterne beginnen nicht erst im Dunkeln zu leuchten. Sie sind immer an unserem Himmel und scheinen am Mittag genau so hell wie um Mitternacht. Nur können wir sie mittags nicht sehen, weil sie vom Licht unserer Sonne verdunkelt werden. Wären wir in der Lage, die Sonnenstrahlung heraus zu filtern, könnten wir die Sterne am Tage genau so einfach sehen, wie vor dem Morgengrauen.

Astronomen, die nach extrasolaren Planeten suchen – Planeten, die Millionen von Kilometern von unserer Sonne entfernt andere Sterne umkreisen – kennen eine ähnliche Herausforderung: die schwachen Lichtstrahlen, die von diesen Planeten reflektiert werden, sind allzu oft durch einen Lichtschleier überdeckt, der die Sterne umgibt, um die die Planeten kreisen und der diese sogar vor unseren besten Teleskopen verborgen hält.

Hierbei hilft eine innovative, hypermoderne Optik von II-VI INFRARED den Astronomen, die extrasolaren Planeten zu erhellen, indem sie den Lichtschleier ihrer Sonnen herausfiltert. Bekannt als ein „Apodized Phase Plate“ oder APP, ist die Optik eine von vielen spezialisierten „nicht rotationssymmetrischen“ Optiken, die in der II-VI INFRARED Diamantbearbeitungsabteilung in Saxonburg, Pennsylvania, hergestellt werden.

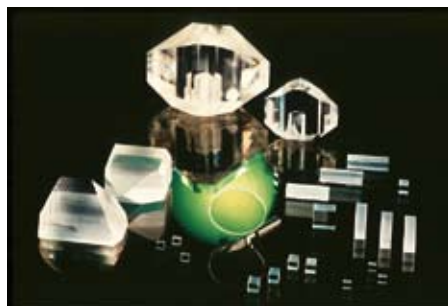


Die APP ist ebenso wie die marktführenden Höchstleistungs-CO<sub>2</sub>-Laserlinsen von II-VII INFRARED aus Zink-Selenit (ZnSe) von hoher optischer Qualität hergestellt. Sinusförmige Wellen mit kleiner Amplitude und zusätzliche Wellen werden mit Hilfe von Diamantspitzen in die Optik geschliffen, wobei Präzisions-Fast- und Slow-Tools Servos verwendet werden. Dies schafft ein fertiges Produkt. Das entfernte Sternenlicht wird zum Teil unterdrückt und dadurch die Chancen für Astronomen erhöht, extrasolare Planeten zu beobachten, die andernfalls unsichtbar blieben.

Derzeit werden APPs am „Center for Astronomical Adaptive Optics“ im Steward-Observatorium der Universität von Arizona getestet. Ein PDF-Dokument der ersten Ergebnisse steht auf unserer Homepage zum Download bereit.

Martin Benzing: 06151-8806-23  
benzing@ii-vi.de

## Laserkristalle für Festkörperlaser - Teil 1



Im folgenden möchten wir Ihnen einen kurzen Überblick über verschiedene Kristalle geben, die in Festkörperlasern eingesetzt werden. Oft ist es so, dass man die Namen schon gehört und gelesen hat, aber nicht genau weiß, warum jetzt genau der Kristall und nicht ein anderer zur Lichterzeugung genutzt wird. Eine kurze Wiedergabe der physikalischen Eigenschaften dieser Kristalle soll die Erläuterungen ein wenig vertiefen.

Bei Festkörperlasern ist das aktive Medium im Gegensatz z.B. zum CO<sub>2</sub>-Gaslaser, wie der Name schon sagt, ein fester Körper meist in Form eines Kristalls (oft Oxide oder Fluoride).

Das Grundmaterial wie z.B. YAG (Oxid) oder YLF (Fluorid) ist hier durch Fremdatome dotiert. Dies bedeutet, dass an bestimmten Stellen der Kristallgitterstruktur die Originalatome durch eine bestimmte Anzahl Dotierungsatome ersetzt werden: Bei YAG und YLF oft durch Neodym (Nd). Ohne diese Dotierung wären die Kristalle optisch nicht aktiv und könnten trotz der Anregung durch Blitzlampen oder Pumpdioden kein Licht emittieren.

Der erste 1960 gebaute Festkörperlaser, ist der **Rubinlaser**. Er basiert auf dem mit Chrom dotierten synthetischen Oxid Saphir (Cr:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Dabei ist dem Saphir meist 0,05% Chrom zugesetzt. Dadurch erhält er seine typisch „rubin-rote“ Farbe. Der Rubinlaser ist ein sog. 3-Niveausystem und emittiert rotes Licht bei 694 nm. Rubinlaser werden heute hauptsächlich in der Metrologie (z.B. in der Holographie) eingesetzt.

Weitere aktive Lasermaterialien werden im folgenden Newsletter behandelt. Für Fragen stehen wir Ihnen wie immer gerne zu Verfügung.

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

### Aufweitung mit einem reflektiven Teleskop

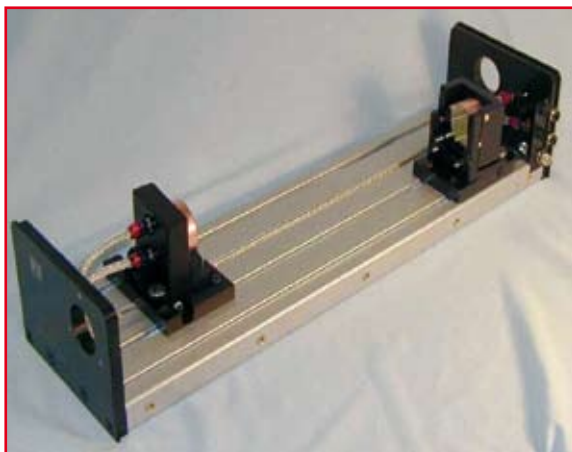
Ist die Leistung oder die Leistungsdichte des Lasers zu hoch, kommen transmissive Teleskope nicht mehr in Frage. Meist sind die Eingangslinsen dann überfordert und erhitzen sich stark, was zu Abbildungsfehlern oder gar zur Zerstörung führt.

Für diesen Fall empfiehlt es sich mit reflektiven Teleskopen, d.h. mit Teleskopen, die aus Spiegeln zusammengesetzt werden, zu arbeiten.

Hier gibt es, wie bei den transmissiven Teleskopen auch, Versionen mit und ohne Zwischenfokus (keplersche und galileische Teleskope). Es gilt dabei für das Vergrößerungsverhältnis letztlich äquivalentes zu den transmissiven Teleskopen. Das Vergrößerungsverhältnis der Teleskope ergibt sich aus dem Verhältnis der Krümmungsradien (Brennweite) des

Ausgangs- zum Eingangsspiegel.

Das waren dann aber auch schon die Gemeinsamkeiten der transmissiven mit den reflektiven Teleskopen. Denn während die transmissiven Teleskope noch recht einfach in der Planung, im Design und in der Justage sind, stellen reflektive Teleskope hohe Ansprüche. Die Ursachen hierfür sind vielschichtig:



### Planung und Design

Um eine gewünschte Vergrößerung zu erreichen, muss man Spiegel unterschiedlicher Brennweiten miteinander kombinieren. Die kostengünstigsten Spiegel am Markt, die zu einer Divergenz oder Konvergenz des Strahls führen sind sphärische Spiegel. Ihre Oberflächen sind wie Kugelsegmente geformt und können relativ einfach hergestellt werden. Leider haben diese Spiegel aber große Nachteile: Je größer der Ablenkwinkel ist, unter dem diese Spiegel zum Einsatz kommen, je kleiner die Brennweite

ist und je größer die Ausleuchtung der Spiegel ist desto größer sind die Abbildungsfehler. Um diese Abbildungsfehler zu minimieren, werden Spiegelteleskope mit sphärischen Spiegeln sehr lang gebaut und arbeiten mit möglichst kleinen Ablenkwinkeln.

Oft sind so lange Baugrößen für Teleskope nicht erwünscht oder die Fehler, die durch die Verwendung sphärischer Spiegel entstehen, zu groß oder es sollen größere Ablenkwinkel im Teleskop realisiert werden. In diesen Fällen kommen sphärische Spiegel nicht mehr in Frage. Die Abbildungsfehler werden zu groß und dadurch der Fokus, den man hinterher erreichen kann, zu schlecht.

Man weicht daher oft auf Parabolspiegel aus. Diese haben die Eigenschaft parallel zur Symmetrieachse des Paraboloiden einfallende Strahlen in einen Brennpunkt auf dieser Symmetrieachse perfekt zu vereinen. Da man aber schräg in den Parabolspiegel einstrahlen muss, gibt es bei handelsüblichen symmetrischen Parabolspiegeln auch hier Abbildungsfehler. Abhilfe schaffen nur sogenannte off-axis Parabolspiegel. Diese Spiegel haben eine Oberfläche, die einen Abschnitt außerhalb der Symmetrieachse des Paraboloiden enthält.

Die Abbildung ist in diesem Fall zwar nahezu perfekt, aber leider sind die Spiegel dann nicht mehr universell einsetzbar und in der Anfertigung aufwendig. Sie müssen für jede Anwendung daher neu ausgelegt und hergestellt werden.

### Justage

Spiegelteleskope sind aufgrund der völlig frei formbaren Oberflächen von Spiegeln sehr flexibel, sind aber in der Justage anspruchsvoll. Gegenüber transmissiven Teleskopen ist die Verkippung der Spiegel bei Spiegelteleskopen noch wesentlich kritischer und erfordert daher eine sehr präzise Strahleneinfädung.

### Fazit

Bei Spiegelteleskopen gilt sowohl für Auslegung als auch für Justage: Sorgfalt ist oberstes Gebot. II-VI unterstützt Sie gerne in jeder Phase Ihrer Planung und fertigt nach Ihren Erfordernissen Spiegel, die sowohl von den Oberflächenspezifikationen als auch von den Reflexionseigenschaften höchste Ansprüche erfüllen.

Ist die Auslegung und Justage des Systems erfolgt, zeigt sich aber auch die Stärke eines Spiegelteleskops: Selbst höchste Leistungsdichten und Leistungen vieler Kilowatt können so noch aufgeweitet werden.

Haiko von Rebenstock: 06151-8806-750  
von.rebenstock@ij-vi.de

# GaAs oder Ge für einen kleineren Fokusspot

Für spezielle Laseranwendungen wie z.B. Bohren benötigt man einen kleinen Fokussdurchmesser. Der Durchmesser ist von verschiedenen Faktoren abhängig:

- Strahlpropagations-Kennzahl ( $M^2$ )
- Beugung
- Sphärische Aberration.

Speziell die sphärische Aberration hängt unter anderem vom Brechungsindex des jeweiligen Materials ab und soll daher im Folgenden näher betrachtet werden.

Trifft kollimiertes Licht auf eine ideale Linse, werden alle Lichtstrahlen in einem Punkt gebündelt dessen Durchmesser nur von der Beugungsformel begrenzt wird:

$$\text{Durchmesser Spotgröße} = (4M^2\lambda f)/(\pi D)$$

mit

$M^2 = 1/K$  Strahlpropagations-Kennzahl

$\lambda$  = Wellenlänge

F = Brennweite

D =  $1/e^2$ -Durchmesser einer  $TEM_{00}$  Intensitätsverteilung

Viele Linsen zeigen jedoch ein Phänomen, dass als sphärische Aberration oder auch Öffnungsfehler bezeichnet wird. Hierbei werden die Lichtstrahlen die sich am Rande der Linse befinden stärker gebrochen und schneiden daher die optische Achse näher bei der Linse als die achsennahen Strahlen.

Dieser Abbildungsfehler führt zu einem größeren Fokus und einer nicht kongruenten Lage von rechnerischem und tatsächlichem Fokus.

Die exakte Spotgröße für eine bestimmte Linse muss durch eine Strahlberechnung ermittelt werden. Es existiert jedoch eine vereinfachte Formel die zur Berechnung hilfreich ist:

Fokussdurchmesser infolge sphärischer Aberration =  $(k D^3)/f^2$

mit

k = Funktion des Brechungsindex (siehe Abbildung 1)

f = Brennweite

D = Eingangstrahldurchmesser bei  $1/e^2$

k bei 10,6 (Meniskus)	
Material	= k
ZnSe	= 0.0187
GaAs	= 0.0114
Ge	= 0.0087

Tabelle 1

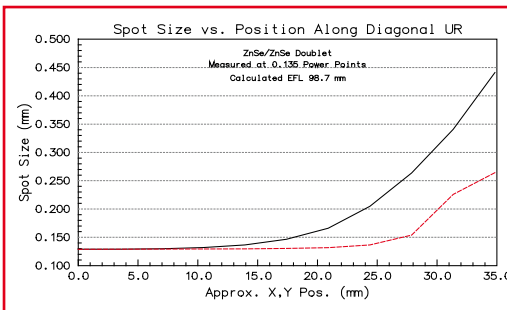


Abbildung 1

In Abbildung 1 sieht man deutlich, dass der k-Wert bei Ge erheblich kleiner ist als bei ZnSe. Auch bei GaAs sieht man einen Unterschied zu ZnSe (wenn auch nicht so gravierend wie bei Ge). Betrachtet man sich nun noch einmal die Formel  $(k D^3)/f^2$  so sieht man sofort: je kleiner der k-Wert um so kleiner wird auch der Fokussdurchmesser (bei gleichbleibendem Eingangstrahldurchmesser und Brennweite).

Betrachten wir nun die Theorie in der Praxis:

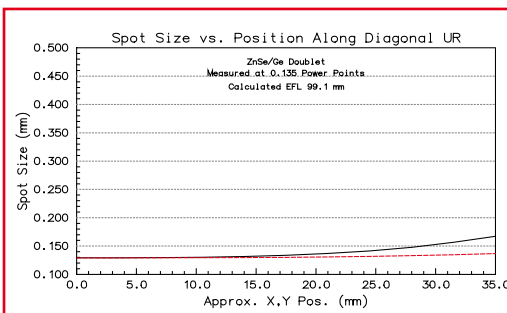


Abbildung 2

In Abbildung 1 und 2 wurden von II-VI zwei F-Theta-Doubletten (ZnSe/ZnSe-Linsen bzw. ZnSe/Ge-Linsen) verglichen.

Die Messung erfolgte über einen Scanbereich von 35 mm in x- und y-Richtung. Es ist klar ersichtlich, daß die ZnSe/Ge-Doublette (bei gleicher Brennweite von 100 mm) eine wesentlich kleinere Spotgröße an den Rändern aufweist.

Gerne helfen wir Ihnen das richtige Material für die Optimierung Ihres Prozesses zu finden.

**Termine:**  
Metall, München,  
07.-10.März  
Halle B2/Stand 209

Intec, Leipzig,  
14.-17. März  
Halle 1/Stand B09

BlechExpo, Stuttgart,  
13.-16. Juni  
Halle 4/Stand 4114

Laser, München,  
18.-21. Juni  
Halle B1/Stand 602

II-VI Deutschland GmbH  
Im Tiefen See 58  
64293 Darmstadt  
www.ii-vi.de  
Tel.: 06151/880629  
Fax: 06151/896667