



Auf den Punkt gebracht

Editorial

Liebe Leserinnen und Leser,
das Jahr 2008 ist erst wenige Wochen alt, da gehen wir bereits mit riesigen Schritten auf die ersten Höhepunkte zu. Ein Jahr der Messen - sicherlich nicht nur für uns. Den Startpunkt setzt die Intec in Leipzig, die neue Rekorde bricht, gefolgt von der neu aus der Taufe gehobenen LASYS in Stuttgart, die auch die Plattform für die Stuttgarter Lasertage darstellt. Mit der LOB in Berlin - jetzt auf dem Messegelände - gehen wir wieder in den Osten Deutschlands, bevor Aachen im Westen das Aachener Laser Kolloquium (AKL 08) begrüßt. Mitte des Jahres ist dann auch die Mitte Deutschlands an der Reihe mit der Optatec in Frankfurt. Nach den Sommermonaten ist dann die Euroblech in Hannover der krönende Abschluß für dieses Jahr. Überall auf diesen Messen werden Sie uns persönlich ansprechen können und sich von den Produkten unseres Hauses überzeugen können.

Ein Schwerpunkt dieser Ausgabe von „Auf den Punkt gebracht“ sind die hohen Leistungsdichten, die Optiken aushalten müssen, und dazu passend unsere weiter verbesserte MP-5 Antireflex-Beschichtung für ZnSe-Fokussierlinsen. Auch Rückreflexe sind störend und sollten soweit wie möglich unterdrückt werden: mit unseren ATFR-Spiegeln – jetzt auch bei anderen CO₂-Laserwellenlängen als 10,6 µm.

Viel Spaß beim Lesen
wünscht Ihnen

Martin Benzing



Schwarze Löcher

Viele kennen II-VI nur als Hersteller von ZnSe, aber es gibt noch andere, kleine aber feine Abteilungen, die in ganz anderen Wellenlängenbereichen arbeiten:

eV Products unterstützt die NASA bei der Entdeckung eines neuen Typs Schwarzer Löcher

Am 20. Dezember 2006 berichtet die NASA von der Entdeckung einer mysteriösen kosmischen Explosion, 1,6 Millionen Lichtjahre entfernt. Wissenschaftler halten die Explosion, die von der NASA als ein „Hybrid Gamma-Ray Burst“ bezeichnet wird, für ein Indiz der Geburt eines neuen Typs Schwarzer Löcher. Die NASA entdeckte den „Hybrid Burst“ erstmals am 14. Juni 2006, mithilfe des „Swift Gamma-Ray Burst Detecting“-Satelliten. Dieser Satellit spürt solche Gamma-Ray Bursts im Kosmos mit über 32.000 CdZnTe-Gamma-Ray-Detektoren auf, hergestellt von eV-Products, einer Tochter von II-VI Incorporated, USA.

Ins All geschossen im November 2004, beinhaltet der Swift-Satellit drei Teleskope die in Reihe arbeiten: das Burst-Alert-Teleskop (BAT), das X-Ray-Teleskop (XRT) und das UV/Optical-Teleskop (UVOT). CdZnTe-Detektoren von eV-Products ermöglicht es dem BAT Gamma-Ray-Burst-Signale zu erkennen und den genauen Standort solcher Explosionen im Kosmos zu liefern. Wenn der BAT solche Explosionen ausfindig gemacht hat, sendet er die Koordinaten und Intensitäts-Daten an die Beobachter auf der Erde, um sie von dort über das Gamma-Ray Burst Coordinates Network (GCN) zu verteilen.

Der „Hybrid Burst“ am 14. Juni (GRB 0600614) kam von einer Galaxie in der südlichen Konstellation Indus und dauerte 102 Sekunden. Seit seiner Entdeckung durch den Swift-Satelliten haben eine hohe Anzahl von Teleskopen, in der Umlaufbahn und auf der Erde (das Hubble-Teleskop einbezogen), diese Explosionen beobachten können. Allerdings, trotz der exakten Positionierung der Explosion durch Swift und der Beobachtung durch die besten Teleskope auf und über der Erde, bleibt der Charakter der Explosion ein Mysterium.

Inhalt

●	Editorial	1
●	Schwarze Löcher	1
●	Keine Rückreflexe	2
●	Wir können auch asphärisch	2
●	Noch mehr Power mit MP-5	3
●	Wann kracht's ?	3, 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
Tel.: 06151/880629
Fax: 06151/896667

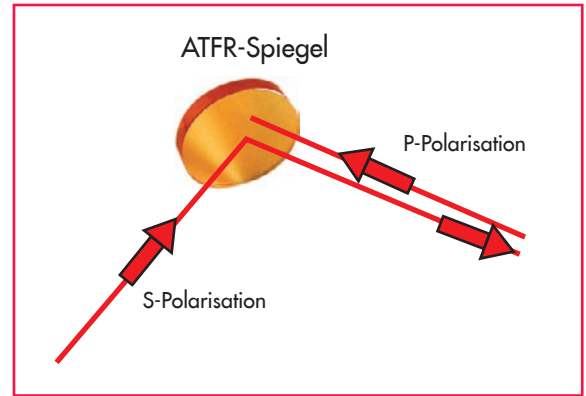
Martin Benzing: 06151-8806-23
benzing@ii-vi.de

Keine Rückreflexe auch jenseits von 10,6 µm

Es ist hinlänglich bekannt: Rückreflexe machen Ärger. Reflektiert nämlich ein Teil der Laserstrahlung vom Werkstück, kann dieser durch die Optik wieder eingefangen werden und so zum Laser zurückgelangen. Hier löst er dann Leistungsschwankungen aus und kann im Extremfall die Resonatorspiegel beschädigen. Aber auch wenn der Laser nicht gleich beschädigt wird, sorgen die Leistungsschwankungen dafür, dass der Prozess nicht mehr sauber abläuft und die Bearbeitungsresultate mangelhaft werden.

Abhilfe wird bereits seit einigen Jahren in Form des ATFR-Spiegels (absorbing thin film reflector) von II-VI angeboten der in viele Systeme integriert ist. Er sorgt dafür, dass die Rückreflexe vom Werkstück absorbiert werden und somit nicht mehr zum Laser gelangen können.

Bisher gab es diesen Spiegel allerdings nur für die Hauptwellenlänge des CO₂-Lasers bei 10,6 µm. Für alle anderen Wellenlängen funktionierte der ATFR nicht. Da nun aber der CO₂-Laser im Kunststoff- und Verbundwerkstoffbereich auch auf anderen Wellenlängen genutzt wird, stellte dies manchmal ein Problem dar. Zwar gibt es von den Kunststoffen selbst keine nennenswerten Rückreflexe, aber oft werden



mehrschichtige Materialien oder Verbundmaterialien bearbeitet, bei denen Aluminium oder andere Metalle in Schichten oder Gittern integriert sind. Trifft der Laserstrahl auf das Metall, wird er hier wieder reflektiert und es entstehen die gleichen Probleme wie im Metallbereich.

II-VI hat nun sein ATFR-Design so angepasst, dass auch andere Wellenlängen als 10,6 µm angeboten werden können. Damit steht dem Einsatz des CO₂-Lasers auch bei rückreflektierenden Verbundstoffen und mehrschichtigen Materialien nichts mehr im Wege.

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

Wir können auch asphärisch

Im Gegensatz zu den sphärischen Oberflächen unserer Standardoptiken, weichen die Oberflächen asphärischer Optiken von der Kugelfläche ab und beschreiben einen Kegelschnitt (Kreis, Ellipse, Parabel oder Hyperbel), der entweder rotationssymmetrisch oder nichtrotationssymmetrisch (Freiform-Asphäre) ist.

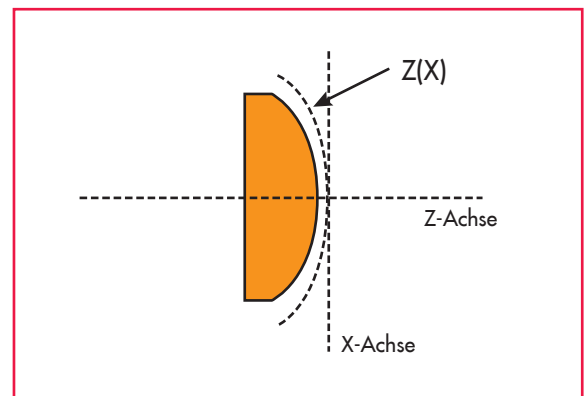
Die asphärischen Elemente einer Linse werden durch die Asphärengleichung dargestellt.

$$Z(X) = \frac{(1/R) x^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1)(1/R)^2 x^2}} + A_4 x^4 + A_6 x^6 + A_8 x^8 \dots + A_{20} x^{20}$$

Dabei ist
R = Scheitelradius
k = konische Konstante, wobei: $k = -1$ Paraboloid
 $k < -1$ Hyperboloid
 $-1 < k < 0$ Ellipsoid

A₄; A₆; = asphärische Parameter

Die Verwendung asphärischer Oberflächen in einem optischen System, ermöglicht entweder kleinere Spotgrößen oder liefert das selbe Ergebnis wie ein System aus sphärischen Flächen mit weniger Elementen (so kann z.B. aus einem sphärischen Fünfelementer eine Optik mit zwei asphärischen Optiken gefertigt werden).



Die Herstellung einer asphärischen Oberfläche mit dem konventionellen Polierprozess ist nahezu unmöglich, hierzu setzt II-VI eine alternative Bearbeitungsmethode – das Diamantbearbeiten ein. Bei dieser Methode wird das Material mit einer Diamantspitze abgedreht. Asphärische Linsen werden meist auf herkömmlichen 2-achsigen Diamantbearbeitungsmaschinen hergestellt und gehören bei II-VI bereits seit Jahren zum Standardprogramm.

ZnSe, Ge und Si gehören zu den IR-Materialien die für diesen Bearbeitungsprozess geeignet sind, im 1 µm Bereich bietet sich ZnS als Material zum Diamantbearbeiten an.

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

Noch mehr Power mit verbesserter MP-5 Beschichtung

Wer wünscht sich das nicht: mehr Leistung! Bei unseren Autos wollen wir mehr Leistung bei weniger Benzinverbrauch. Warum dann nicht auch mehr CO₂-Laserausleistung bei gleicher Optik? Auf dem Papier hat jeder Laser letztlich mehr Leistung als auf dem Werkstück ankommt. Warum? Eine Vielzahl von Optiken ist dafür verantwortlich dass das Laserlicht auch um die Ecken kommt und am Ende auf das zu bearbeitende Blech fokussiert wird. Aber eben diese Optiken absorbieren immer einen kleinen Teil der Leistung und bei vielen Optiken summiert sich das am Ende zu beachtlichen Werten. Immer noch werden Kupferspiegel ohne zusätzliche Beschichtung und Linsen mit hohen Absorptionen eingesetzt.

Das Nonplusultra in Punkto Leistung sind heutzutage hochreflektierende Spiegel mit MMR- oder TRZ-Beschichtung, Phasenschieberspiegel mit hoher Reflexion und Linsen mit niedrigster Absorption. Genau diese Absorption haben wir nun noch weiter reduziert.



Mit unserer kontinuierlich verbesserten MP-5-AR-Beschichtung garantieren wir maximal 0,13% Reflexion. Typischerweise liegen die Werte bei 0,10%.

Viele Jahre Erfahrung in der Herstellung, Einengung der Prozessparameter und allerhöchste Qualitätskontrolle erlauben es uns die Messlatte weiter anzuheben – wobei wir hier eigentlich sagen müssten: nach unten zu setzen.

Für mehr Informationen rufen Sie bitte an:

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

Wann kracht's? Leistungsdichte beeinflusst die Funktion von Laseroptiken

Die Frage, bei welcher maximalen Leistungsdichte Ihres Laserstrahles die Optiken in ihrer Funktion gestört bzw. zerstört werden, wird oft gestellt. Die Antworten darauf sind oft nicht nur mehrdeutig, sondern auch verwirrend, da normalerweise viele Parameter (Material, Absorption, Umgebung, Einbaubedingungen, Strahlparameter) einen Einfluß auf die Funktion der Optiken haben.

Schon der Begriff „Leistungsdichte“ kann unterschiedlich interpretiert werden. Für viele ist die „maximale Leistungsdichte“ gleichbedeutend mit dem Zerstörungsschwellwert – der Leistungsdichte, bei der eine Optik irreversibel geschädigt wird. Da es allerdings schon vorher zu Bearbeitungsproblemen aufgrund mangelnder Wärmeabfuhr (thermische Linsenwirkung!) kommen kann, ist es angebracht den Begriff der „maximalen Leistungsdichte“ für Laseroptiken näher zu definieren und in diesem Fall durch „kritische Leistungsdichte“ zu ersetzen.

Von den gebräuchlichsten Spezifikationen für die „maximale (kritische) Leistungsdichte“ sollen hier die wichtigsten erwähnt werden, die für folgende Laseranwendungen zutreffen:

1. Die Durchschnitts-Leistungsdichte für CW-Laseranwendungen \varnothing_D

2. Die Spitzen-Leistungsdichte für CW-Laseranwendungen \varnothing_S
3. Die Spitzenleistungsdichte für gepulste Laseranwendungen \varnothing_P

Zu beachten ist, dass die jeweiligen Werte für die „maximale Leistungsdichte“ für jeden der drei Fälle grundverschieden sind. Da gibt es z.B. die „maximale Leistungsdichte“ für den Fall der Zerstörung von Optiken bei gepulsten Lasersystemen mit einer Impulslänge von $\leq 1 \mu s$.

Auch bei gepulsten Systemen gibt es eine maximale Leistungsdichte für den Fall thermisch induzierter Spannungen in Optiken (die die Strahlparameter ungünstig beeinflussen). Diese Werte unterscheiden sich komplett von denen bei CW-Laseranwendungen.

Leistungsdichte kann man im allgemeinen beschreiben als die „Durchschnitts-Leistungsdichte“, die den $1/e^2$ -Strahldurchmesser eines gegebenen Lasers zugrunde legt. (Bei diesem Durchmesser ist die Intensitätsverteilung einer Gaußschen Intensitätsverteilung (TEM₀₀) auf ca. 14% vom Spitzenwert abgesunken!) Für den Fall einer Gaußschen Verteilung (rotations-symmetrisch!) gilt also dementsprechend:

$$\varnothing_D = P_G / \pi R^2$$

\varnothing_D = Durchschnitts-Leistungsdichte
 P_G = Gesamtlaserleistung
 R = Strahlradius bei dem die Leistung auf $1/e^2$ (=14%) abgesunken ist

→ Seite 4

→ Fortsetzung von Seite 3:

Die Spitzenleistungsdichte \varnothing_S ist im Falle einer Gaußschen Verteilung allerdings höher als die Durchschnitts-Leistungsdichte \varnothing_D , da wir hier nur den zentralen Bereich der Gaußverteilung betrachten müssen, in dem die Leistung sich vom Scheitelwert nur unwesentlich verändert hat (z.B. ist es gebräuchlich, nur die inneren 5% der Verteilung zu berücksichtigen). Die Spitzenleistungsdichte \varnothing_S kann man nun wie folgt beschreiben:

$$\varnothing_S = \frac{P_G \left(1 - e^{-\frac{2(0,05 R)^2}{R^2}}\right)}{\pi(0,05 R)^2}$$

Man kann nun unschwer erkennen, dass:
 $\varnothing_S \cong 2 \varnothing_D$

Und zwar gilt dies unabhängig vom Strahldurchmesser. Normiert auf eine Laser-Gesamtleistung von 1,0 W ergeben sich nun – in Abhängigkeit vom $1/e^2$ -Strahldurchmesser – Spitzenwerte für einen inneren 5%-Bereich, die einer e-Funktion folgen (siehe Tabelle).

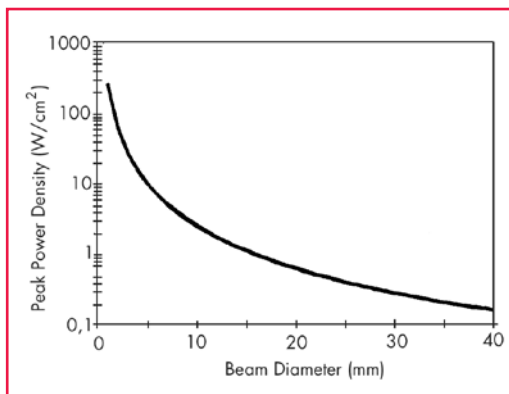
Bei einem 100-W-Laser mit $1/e^2$ -Strahldurchmesser von 3 mm beträgt die 5% Spitzenleistungsdichte also bereits 2,8 kW cm².

Gegenüberstellung von P_G und \varnothing_S eines CW-TEM₀₀-Laserstrahles normiert auf 1,0 Wcm⁻²

Strahldurchmesser (mm)	Spitzen-Leistungsdichte (W/cm ²)	Strahldurchmesser (mm)	Spitzen-Leistungsdichte (W/cm ²)
1	254,01	21	0,58
2	63,50	22	0,53
3	28,22	23	0,48
4	15,88	24	0,44
5	10,16	25	0,41
6	7,06	26	0,38
7	5,18	27	0,35
8	3,97	28	0,32
9	3,14	29	0,30
10	2,54	30	0,28
11	2,10	31	0,26
12	1,76	32	0,25
13	1,50	33	0,23
14	1,30	34	0,22
15	1,13	35	0,21
16	1,00	36	0,20
17	0,88	37	0,19
18	0,78	38	0,18
19	0,70	39	0,17
20	0,64	40	0,16

Die Durchschnitts-Leistungsdichte wäre in diesem Fall allerdings nur ca. 1,4 kW cm².

Unabhängig von der eigentlichen Bedeutung von \varnothing_G oder \varnothing_S wird die Optik ab einer bestimmten – subjektiven – Leistungsdichte limitierend bei der Bearbeitung oder für die Abbildungsqualität. Bei einigen Laseranwendungen, ist die „maximale Leistungsdichte“ identisch mit dem Zerstörungsschwellwert für die Optik. In anderen Fällen ist die maximale Leistungsdichte erreicht, wenn das Lasersystem aufgrund thermisch induzierter innerer Spannungen keine optimalen Ergebnisse erbringt.



Wenn die optischen Eigenschaften des Materials durch innere Spannungen so verändert werden, dass eine Fokussierung in der gewünschten Qualität nicht mehr möglich ist, ist eine kritische „maximale Leistungsdichte“ erreicht. Im Falle von CW-Laseranwendungen können thermisch induzierte interne Spannungen zu Änderungen des Brechungsindex des Optikmaterials (dn/dT-Effekte) und damit zu Fokussierproblemen führen.

Die durch die Absorption im Material hervorgerufene Temperaturerhöhung führt zu einem ausgeprägten Temperatur- (und damit auch Brechungsindex-) Gradienten, der bei kleinen Strahldurchmessern (wegen der relativ schlechten Wärmeleitung von optischen Substraten) sehr schnell zur Zerstörung führen kann.

Im Gegensatz dazu können größere Strahldurchmesser die Lebensdauer von Optiken entscheidend verlängern, da die Leistungsdichte geringer ist.

Eine exakte Darstellung der Definition von Laserstrahl-Parametern gemäß DIN EN ISO 11146 kann angefordert werden

Termine:

Intec, Leipzig,
26. - 29. Februar.
Halle 1/Stand A35

LASYS, Stuttgart
04. - 06. März
Halle 4/Stand C20

LOB, Berlin
17.-19. März
Halle 18/Stand 206

AKL, Achen
07. - 09. Mai

Optatec, Frankfurt
17. - 20. Juni



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

Klaus Hänsel: 06151-8806-42
haensel@ii-vi.de