

Warum ist „sparks“ das hellste¹⁾ Lasersystem der Welt?

Möchte man die Qualität heutiger Showlaser-Systeme bewerten, ist es wichtig nicht nur auf die angegebene Laserleistung (Watt), sondern vielmehr auf die Strahlqualität (Durchmesser und Divergenz) zu achten. Gerade in den letzten Jahren wurden mangels Verfügbarkeit von qualitativ hochwertigen Festkörperlaser im blauen und roten Bereich Systeme, die auf Aneinanderreihung von einzelnen leistungsschwachen Laserdioden basieren, auf den Markt gebracht.

Dabei war schnell klar, dass es sich hierbei nur um eine temporäre Kompromisslösung handelt, die zwar einfacher im Handling als die bisherigen Gas-Ionen-Laser ist, aber einen Verzicht auf optimale Strahlqualität bedeutet.

Gerade aber die optimale Strahlqualität eines Lasers erzeugt, wesentlich mehr als dessen Leistung, die gewünschte Helligkeit, Intensität und Schärfe der Laserprojektion.

Dies ist leicht verständlich, wenn man die physikalische Definition von Intensität bzw. Helligkeit betrachtet.

$$\text{Sie lautet: Helligkeit} = \frac{\text{Leistung (Watt)}}{\text{Fläche (m}^2\text{)}}$$

Unter Zugrundelegung der gegebenen Strahlparameter eines Lasers ergibt sich im Detail folgende Formel für die ELB Werte (Effective Laser Brightness = Helligkeit / Intensität) in einer bestimmten Entfernung (z.B. 200 m als typische Entfernung für ein High-Power Lasersystem im Open-Air Einsatz).

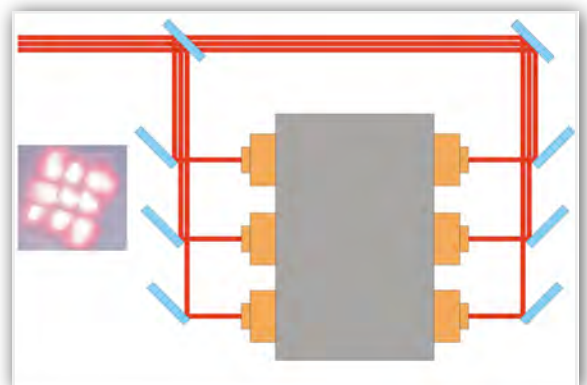
$$\text{ELB (Entfernung)} = \frac{4 \times \text{Leistung}}{(\text{Entfernung} \times \text{Divergenz} + \text{Durchmesser})^2 \times \pi}$$

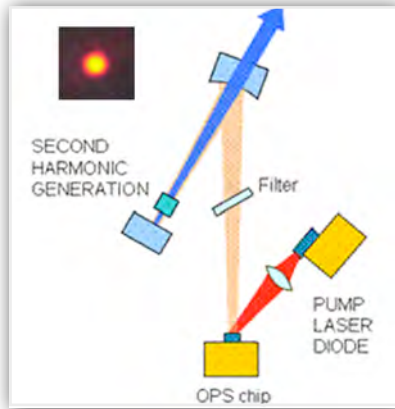
(Hierbei wurde die Näherung $\tan \alpha = \alpha$ für die gegebenen kleine Winkel angesetzt.)

Ein stark divergenter Strahl einer Laserdiode nimmt auch schon bei kurzer Entfernung von, z.B. 100 m um ein Zifaches an Durchmesser zu. Die Leistungsdichte (Helligkeit / Intensität) sinkt bei einer Laserdiode somit rasch auf nur einen winzigen Bruchteil.

Hinzu kommen extreme Anforderungen an den mechanischen Aufbau, der die dauerhaft exakte Justage vieler optischen Elemente zueinander gewährleisten müsste, um zu verhindern, dass einzelne Teilstrahlen aus dem „Verbund“ auswandern. Gerade im rauen Umfeld von Display-Anwendungen birgt das ein großes Risiko.

Typischer Aufbau einer Laserdioden-Kombination. Die Strahlen mehrerer Laserdioden werden nebeneinander „angereicht“. Ein Beispiel für ein Strahlaustritt ist links abgebildet.



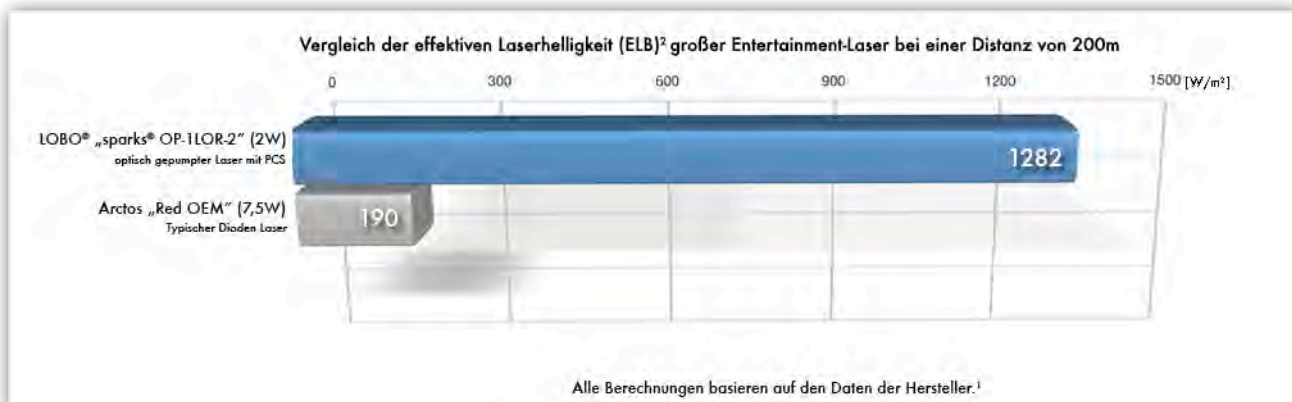


Anders sieht dies bei optisch gepumpten Lasern aus. Hier tritt der Laserstrahl nicht direkt aus einer stark divergenten Laserdiode aus, sondern die Emission des OPS Chips (optically pumped) wird durch den Resonator geformt und der Frequenz-verdoppelte Strahl tritt durch einen Auskoppelspiegel mit einer extrem niederen Divergenz aus.

Aufbau eines optisch gepumpten Lasers.
Ein Strahlprofil mit der typischen niederen Divergenz und der hohen Leistungsdichte ist links abgebildet.

Mit deutlich besseren Strahlparametern wäre die damit zu erzielende Helligkeit somit um ein mehrfaches höher. Um dies zu verdeutlichen, hier eine kurze Gegenüberstellung der Helligkeit, z.B. von roten Lasern in 200 m Entfernung. (Um größtmögliche Transparenz in der Berechnung zu geben, wird als Zwischenschritt zunächst der Durchmesser in 200 m Entfernung errechnet mit der daraus resultierenden Fläche, und dann die Helligkeit.)

Optisch gepumpter Laser Typ LOBO / „sparks OP-1LOR2“ mit PCS	Dioden Laser Typ Arctos / „Red OEM“
Leistung: 2 Watt Typischer Strahlparameter: Durchmesser 4,62 mm; Divergenz 0,2 mrad. (Standardwerte ohne PCS, 1,4 mm, 0,65 mrad)	Leistung: 7,5 Watt Strahlparameter: Durchmesser 3,8 x 3,8 mm; Divergenz 1,1 mrad
Durchmesser (in 200 m Entfernung): 4,62 mm + (200 m x 0,2 mrad) = 4,46 cm	Durchmesser (in 200 m Entfernung): 3,8 mm + (200 m x 1,1 mrad) = 22,4 cm
Fläche (in 200 m Entfernung): (4,46cm/2) ² x3,14 = 15,6 cm ²	Fläche (in 200 m Entfernung): (22,4cm/2) ² x 3,14 = 394 cm ²
Helligkeit; ELB Wert (in 200 m Entfernung): = 2 Watt/15,6cm ² = 1282 W/m²	Helligkeit; ELB Wert (in 200 m Entfernung): = 7,5 Watt/394 cm ² = 190 W/m²

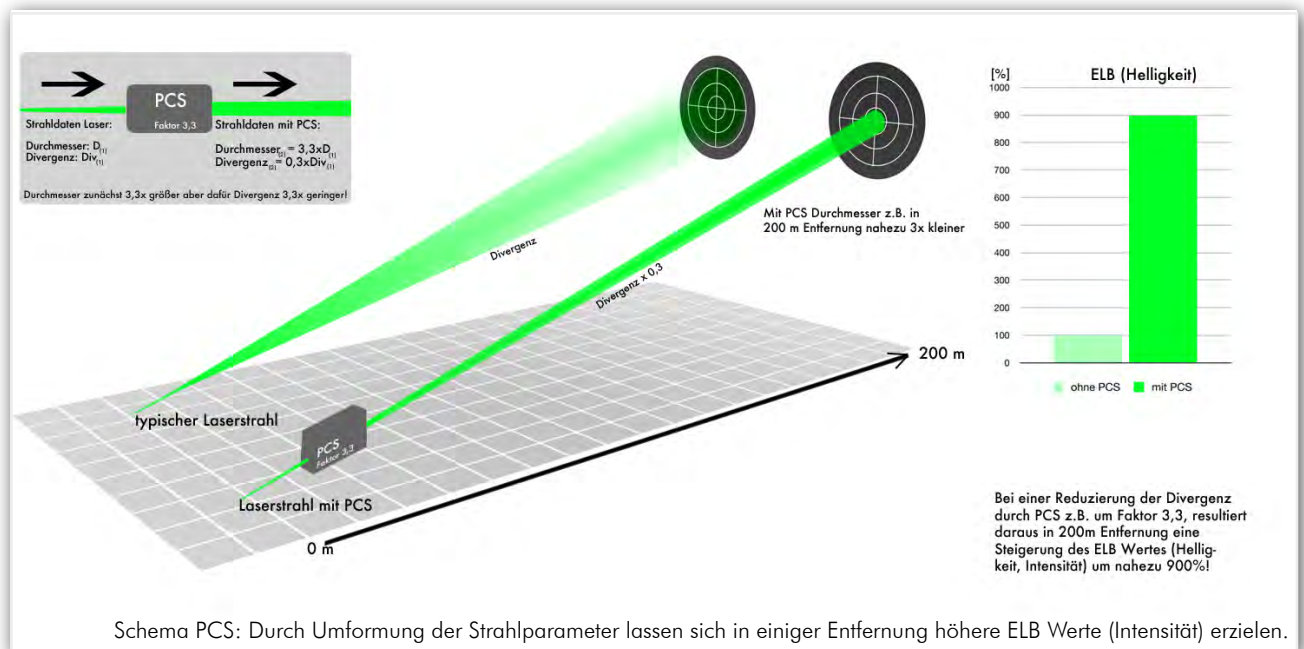


d.h. ein optisch gepumpter Laser mit nur 2 Watt Leistung erscheint bereits in 200m Entfernung fast 7 mal heller als ein Dioden-Kombinations-Laser der 7,5 Watt aufweist. Ein Ergebnis, dass der Laie wohl so nicht erwartet hätte.

Wie man sieht, ist die Strahlqualität somit für die effektive Helligkeit (ELB-Wert) eines Systems maßgeblich verantwortlich. Sie kann auch mit optischen Elementen nicht verbessert werden. (Ein „schlechter“ Laser kann somit mit Optiken nicht in einen „guten“ Laser verwandelt werden.)

LOBO hat mit **PCS, dem Post-Collimated Scanning**, ein Verfahren entwickelt, was nun in der Lage ist, die Strahlparameter zwar prinzipiell nicht zu verbessern, aber sie so umzuformen und für Showzwecke optimal zu adaptieren, so dass die Helligkeit noch deutlich gesteigert wird.

Physikalisch betrachtet ist das Produkt aus Durchmesser und Divergenz eines Laserstrahles immer konstant, d.h. möchte man die Divergenz verringern, was in einiger Entfernung bereits zu einer extremen Erhöhung der ELB-Werte (d.h. der Leistungsdichte, also der Helligkeit) führt, ist es zunächst notwendig den Durchmesser des Strahls mit sogenannten Kollimations-Optiken zu vergrößern.



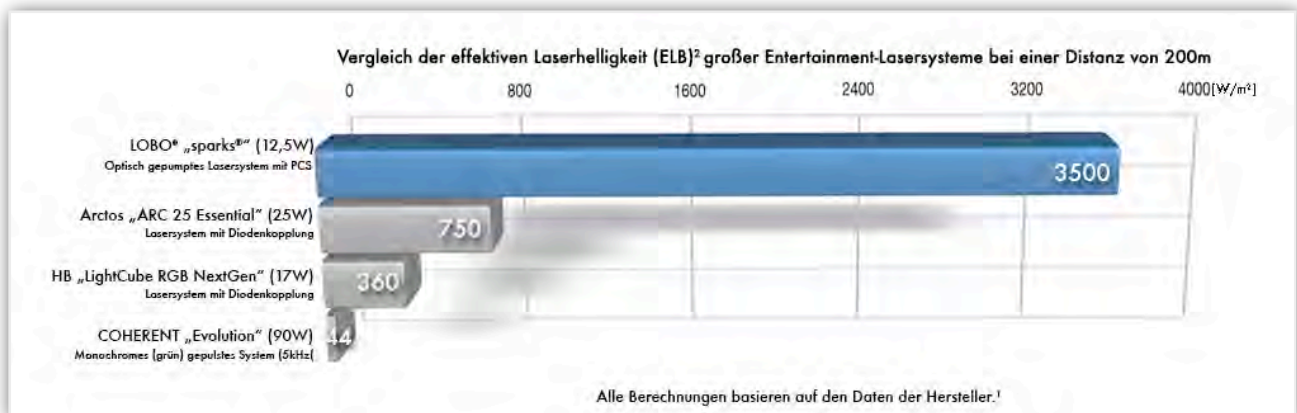
Nur aufgrund des geringen Strahldurchmessers am Austritt eines optisch gepumpten sparks Lasers im Vergleich zu Diodenlasern, können in Verbindung mit den extrem großflächigen ultra-planaren Spiegeln der LOBO-Scannereinheit vom Typ AMP solche Kollimations-Optiken überhaupt verwendet werden, ohne die Scannengeschwindigkeit oder die Bildqualität negativ zu beeinflussen.

Dieses PCS (Post-Collimated Scanning) erlaubt es dadurch bei einem sparks-System die Gesamtdivergenz mit Hilfe der Kollimatoreinheit KOL-5 um mehr als Faktor 3 zu verringern, was letztendlich zu einer Reduzierung der Gesamtsystem-Divergenz auf nur 0,3 mrad führt und deshalb sparks zum derzeit hellsten Multicolor-System der Welt macht.

Für komplette Lasersysteme bestehend aus Laser und Scannereinheit bzw. PCS ergeben sich, z. B. nun folgende Helligkeitswerte:

Optisch Gepumptes Lasersystem Typ LOBO „sparks“ mit PCS	Dioden Lasersystem Typ Arctos / „ARC 25 Essential“
Leistung: typ. 12,5 Watt Strahlparameter: Durchmesser 7,5 mm; Divergenz 0,3 mrad (Standard Durchschnittswerte ohne PCS, 2,3 mm, 1 mrad) Durchmesser (in 200 m Entfernung): 7,5 mm + (200 m x 0,3 mrad) = 6,75 cm Fläche (in 200 m Entfernung): (6,75cm/2) ² x3,14 = 35,7cm ² Helligkeit; ELB Wert (in 200 m Entfernung): = 12,5 Watt/35,7cm ² = 3500 W/m²	Leistung: max. 25 Watt Strahlparameter: Durchmesser 5,0 mm; Divergenz 1,0 mrad Durchmesser (in 200 m Entfernung): 5 mm + (200 m x 1 mrad) = 20,5 cm Fläche (in 200 m Entfernung): (20,5cm/2) ² x3,14 = 329,9cm ² Helligkeit; ELB Wert (in 200 m Entfernung): = 25 Watt/329,9cm ² = 750 W/m² => sparks-System mehr als 4 mal heller
Dioden Lasersystem Typ HB / „LightCube RGB NextGen“	Q-Switched Laser Typ COHERENT / Evolution 90
Leistung: max. 17 Watt Strahlparameter: Durchmesser 5,0 mm; Divergenz 1,2 mrad Durchmesser (in 200 m Entfernung): 5 mm + (200 m x 1,2 mrad) = 24,5 cm Fläche (in 200 m Entfernung): (24,5cm/2) ² x3,14 = 471,2cm ² Helligkeit; ELB Wert (in 200 m Entfernung): = 17 Watt/471,2cm ² = 360 W/m² => sparks-System mehr als 9 mal heller	Leistung: max. 90 Watt @ 5kHz Strahlparameter: Durchmesser 3,0 mm; Divergenz 8 mrad Durchmesser (in 200 m Entfernung): 3 mm + (200 m x 8 mrad) = 160,3 cm Fläche (in 200 m Entfernung): (160,3cm/2) ² x3,14 = 20.171cm ² Helligkeit; ELB Wert (in 200 m Entfernung): = 90 Watt/20.171cm ² = 44 W/m² => sparks-System mehr als 80 mal heller

Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle veranschaulicht und zeigen wieder deutlich den extremen Helligkeitsvorteil eines sparks-Systems gegenüber anderen Lasersystemen.



1.) Die Leistungsdaten der einzelnen Lasertypen, die den Berechnungen gemäß Tabelle ELB-Werte zugrunde liegen, stammen aus den im Internet veröffentlichten Datenblättern der jeweiligen Hersteller (Stand 25.03.2009). LOBO übernimmt keiner Gewähr für die Richtigkeit dieser Spezifikationen. Die erwähnten Markennamen sind Eigentum ihrer jeweiligen Rechteinhaber.