

Laser und Laser ist nicht das Gleiche !

Die Frage lautet oft:

- welches System für welchen Einsatzzweck
- worin unterscheiden sich die Systeme

In diesem Teil finden Sie technische Erklärungen zur Funktionsweise und den unterschieden der verschiedenen Lasersysteme.

RGB ist nicht gleich RGB

RGB bedeutet, daß das angebotene Gerät eine Laserquelle mit roter, grüner und blauer Diode besitzt, mehr nicht. Es macht keine Aussage über mögliche Farben, Farbmischung und deren Qualität.

Bei der ersten Variante der RGB Module, werden die Dioden ein und ausgeschaltet. Diese Steuerungsart nennt sich TTL Steuerung.

Es ergeben sich sieben Farben (rot, grün, blau, magenta, cyan, gelb, weiß)

Bei der zweiten Variante der RGB Module, werden die Dioden analog angesteuert.

In der Theorie ergeben sich hier 16,7 Millionen Farben.

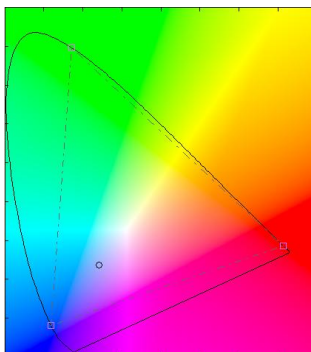
Diese Zahl begründet sich aus der digitalen Ansteuerung der Geräte.

Welcher *Farbraum* abgedeckt wird, das heißt welche Farben wirklich darstellbar sind, ist hiermit noch nicht definiert.

Der mögliche *Farbraum* hängt von zwei Faktoren ab.

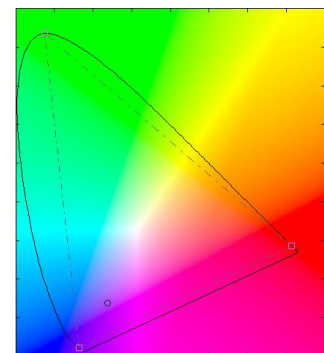
1. Die *Wellenlänge* der verwendeten Dioden
2. Die *Regelbarkeit* der Dioden, insbesondere im unteren Leistungsbereich.

Genau an dieser Stelle entstehen die großen Unterschiede.



Farbraum rot 638nm, grün 532nm, blau 473nm

Die Ellipse stellt den, für den Menschen sichtbaren, Farbraum dar. Die Empfindlichkeit des menschlichen Auges geht von sehr empfindlich bei grün (oben) bis hinab zu sehr unempfindlich bei UV blau und Infrarot. Farben außerhalb der Ellipse kann das menschliche Auge nicht wahrnehmen.

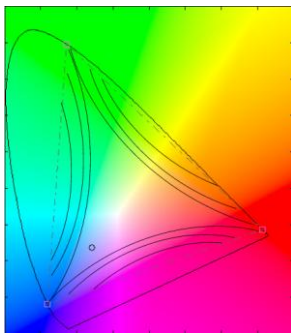


Farbraum rot 638nm, grün 520nm, blau 445nm

Abhängig von der Wellenlänge der verwendeten Dioden, kann durch additive Farbmischung ein Teil dieses sichtbaren Farbspektrums dargestellt werden.

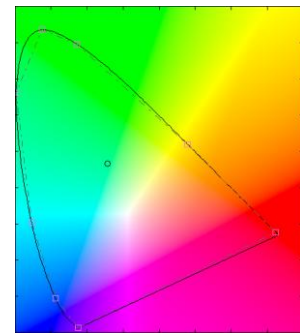
Die gestrichelte Linie stellt die mit der RGB Lasereinheit theoretisch erzeugbaren Farben dar. Zu beachten ist hierbei, daß die zur Erzeugung der Farbe erforderliche Leistung in den Diagrammen nach unten hin exponential ansteigt. Entsprechend wird die Gefahr mit der Lasereinheit Schäden anzurichten entsprechend größer.

Für die Nutzbarkeit des möglichen Farbraum ist die Regelbarkeit der Dioden entscheidend.

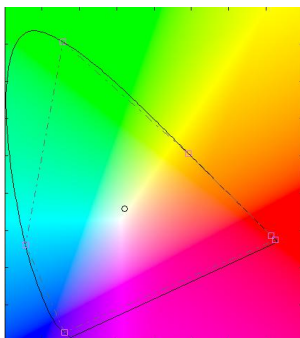


Links: Abhängig von der Qualität der verwendeten Dioden und Treiber reduziert sich bei günstigen System der darstellbare Farbraum erheblich.

Rechts: zum Vergleich der darstellbare Farbraum mit einem Gas Laser



Auch wenn die „alten“ Gas Laser aufwendiger zu installieren sind, mit reinen RGB Geräten besteht nicht einmal annähernd die Möglichkeit die Farbbandbreite dieser Geräte zu erreichen.



Um mit Diodenlasern in den Farbbereich eines Gas Laser zu kommen werden inzwischen bei High End Geräten nicht nur Dioden in Rot, Grün und Blau eingebaut, sondern zusätzlich auch Cyan und Gelb und Dunkelrot. Damit wird zumindest annähernd der Farbbereich eines Gas Lasers erreicht. Für die meisten Industrie und Event Anwendungen ist diese ausreichend. Sollte Ihre Wunschfarbe außerhalb des darstellbaren Bereichs liegen, kann entweder das Farbspektrum des Dioden Lasers durch auswechseln der Dioden in die gewünschte Richtung verschoben werden, oder man nimmt einen Gas Laser.

Der Laserstrahl:

Die „*Strahlqualität*“, ein Thema für abendfüllende Diskussionen.

Grundsätzlich gibt es vier Parameter, die den Strahl und damit die „*Qualität*“ beeinflussen, die *Divergenz* (*Aufweitung*), der *Durchmesser* am Strahlaustritt, die *Form* und die *Farbhomogenität*.

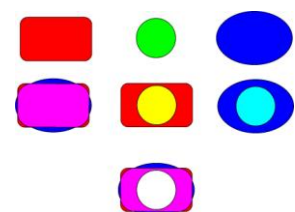
Während bei der *Farbhomogenität/Farbdarstellung* und *Form* weitestgehend *konsens* besteht, ist das Thema *Divergenz* und *Durchmesser* umstritten.

Farbdarstellung:

Grundsätzlich hat jede Laserquelle, also jede einzelne Diode, eine *eigene Strahlform* und *Abstrahlcharakteristik*.

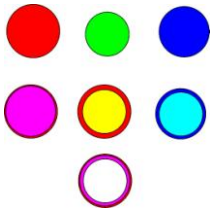
Theorie:

Bei *einfachen Diodensystemen* werden mit entsprechenden halbdurchlässigen Spiegeln die Strahlen der einzelnen Dioden vereinigt. Es ergibt sich ein der linken oberen Abbildung entsprechendes

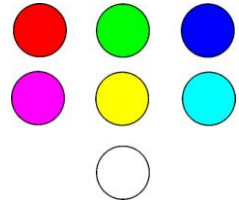


Strahlbild. Der dünnste Strahl, in der Regel der Grüne, ist der Kern des Strahls. Die gewünschte Farbe ergibt sich nur in diesem Bereich. Die dickeren Strahlen bilden um diesen Kern eine *Corona*. Je nach angewählter Farbe gibt es in den Randbereichen Farbfehler.

Bei *hochwertigen Diodensystemen* werden die Strahlen der einzelnen Dioden ebenso zusammengeführt. Zusätzlich wird mit aufwendigen optischen Systemen der Strahl geformt und die Divergenz der Einzelstrahlen zueinander optimiert. Der Kern mit der gewünschten Farbe wird größer, die *Corona minimiert*.

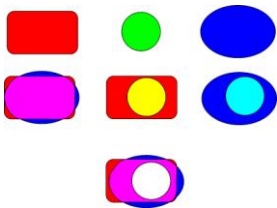


Bei *Gas Lasersystemen* gibt es nur eine Lichtquelle die alle Farben (Farblinien) enthält. Während bei *Diodensystemen* die Farben *additiv* zusammen gemischt werden, wird bei *Gas Lasern* *subtraktiv* aus einem weißen Vollstrahl, der ungewünschte Farbanteil ausgeblendet.

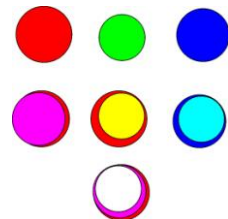


Praxis:

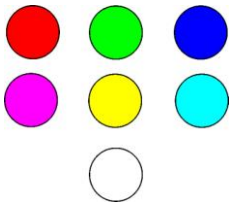
Bei einfachen Systemen ergibt sich ein reales Strahlbild, das für Raumanwendungen im *Nahfeld* (5 -20m) geeignet ist. Die Geräte haben in der Regel eine Divergenz > 1 mrad und sind für Club oder Partyeinsätze gedacht.



Bei allen Diodensystemen werden durch *optomechanische* Komponenten die Strahlen zusammengeführt und bearbeitet. Desto mehr und desto höherwertige Komponenten verwendet werden, desto besser wird der Strahl. Dennoch ist es nahezu unvermeidbar, daß durch *mechanische* und *thermische Einflüsse* die Justage dieser mechanischen Komponenten *nicht ganz perfekt* ist.



Da der Gas Laser nur eine Lichtquelle hat bleibt auch in der Praxis die *Farbmischung ohne einbußen*.



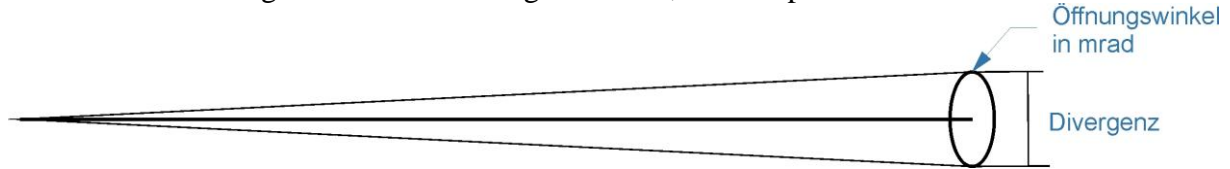
Strahlform:

Der Strahl sollte *Rund* sein und die *Corona möglichst gering*. Dieses ist besonders bei Grafikprojektionen erforderlich, da sich sonst die *Strichdicke* in Abhängigkeit der Bewegungsrichtung des Lasers ändert und sich entlang der eigentlichen Wunschfarbe immer *Fehlfarben* bilden.

Divergenz (Aufweitung):

Abhängig vom Lasersystem und bei Diodensystemen abhängig von den verwendeten Dioden und der verwendeten Optik ergeben sich *verschiedene Strahlcharakteristiken*.

Die technischen Angaben sind in der Regel in mrad, das entspricht 0.057295779513082325 Grad



In der Praxis entspricht *1 mrad* einer Strahlaufweitung von *1 Millimeter pro Meter Abstand* zur Strahlquelle.

Entsprechend hat z.B. ein Strahl mit 5mm Durchmesser an der Laserquelle in 10 Meter Entfernung einen Durchmesser von 15mm.

Der erste Gedanke ist natürlich, daß das Lasersystem eine möglichst geringe Divergenz haben soll, damit auch in möglichst großer Entfernung der Strahl noch kleinst möglich ist.

Im Prinzip richtig, aber je nach Einsatzzweck der Anlage kann das auch kontraproduktiv sein. Aber dazu später bei der Frage „Welches System für welchen Einsatz ?“.

Strahldurchmesser:

Grundsätzlich gilt, desto dünner der Strahl, desto höher die Strahlintensität im Kern, aber... auch dazu später bei der Frage „Welches System für welchen Einsatz ?“.

Die Scanning Einheiten:

Neben der Laserquelle selbst sind die *Scanner das Herzstück* jeder Laseranlage.

Jeder Scanner besteht aus zwei elektrisch angetrieben Stellmotoren (X und Y Achse), die an der beweglichen Welle jeweils einen kleinen Spiegel befestigt haben.

Die Beschreibung des Variantenreichtums der am Markt befindlichen wird hier zu weit führen.

Letztendlich läuft alles auf *drei Parameter* zusammen, die je nach Laserquelle und geplantem Einsatz entsprechend konfiguriert sein müssen.

Die *Größe der Ablenkspiegel*, die *erreichbare Geschwindigkeit* der Stellmotore und die *Präzision der Ansteuerung* sind die entscheidenden Kriterien.

Je größer die verwendeten Ablenkspiegel sind, desto größer ist Ihre Masse. Je höher die durch die Stellmotore zu bewegend Masse, desto größer muß der Stellmotor werden. Der Energiebedarf erhöht sich und daraus resultierend auch die Erwärmung. Wird der Motor größer und wärmer leidet aber die Präzision und Positionen werden nicht mehr korrekt angefahren.

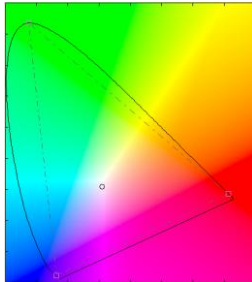
Eine gängige Größe zur Einschätzung der Qualität eines Scanningsystems ist die Angabe der max. Scanning Geschwindigkeit bei Projektion des ILDA Testbildes mit 8° Öffnungswinkel. Dieser Wert ist aber nur die halbe Wahrheit. In den seltensten Fällen werden Sie in 10m Entfernung ein nur 1,39m großes Bild projizieren wollen. Interessanter ist meistens die maximale Scanning Geschwindigkeit bei maximalem Öffnungswinkel.

Laserleistung:

1, 2, 5, 10, 12, 15, 25, 30 oder sogar Leistungen über 100 Watt werden angeboten.

Wie setzen sich die Leistungen zusammen und was wird wirklich benötigt ?

Viel hilft viel ist hier der völlig falsche Ansatz !



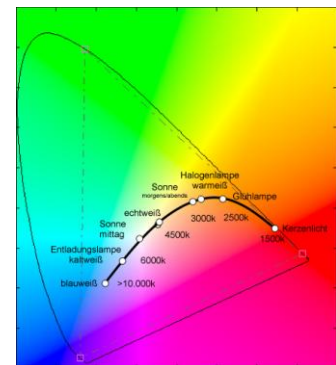
Sie wollen eine *schöne, gut sichtbare* und *farbenreiche* Lasershow ? Entsprechend sollte ein *gut dimensioniertes Lasersystem* für eine *gute Farbbalance* und *feine Farbübergänge*, wenn alle Dioden auf 100% laufen, weiß ausgeben und die erforderliche Leistung nicht wesentlich überschreiten.

Zwischenfrage: Was ist eigentlich weiß ?

Warmweiß, Kaltweiß, Echtweiß, Mittelweiß, Tages oder Halogenweiß

Weiß ist im Prinzip keine Farbe, weiß ist die Addition aller vorhandenen Farbwellenlängen. Wenn diese Mischung im Farbraum ausgewogen vorhanden ist, addieren sich diese Wellenlängen im menschlichen Auge zu weiß.

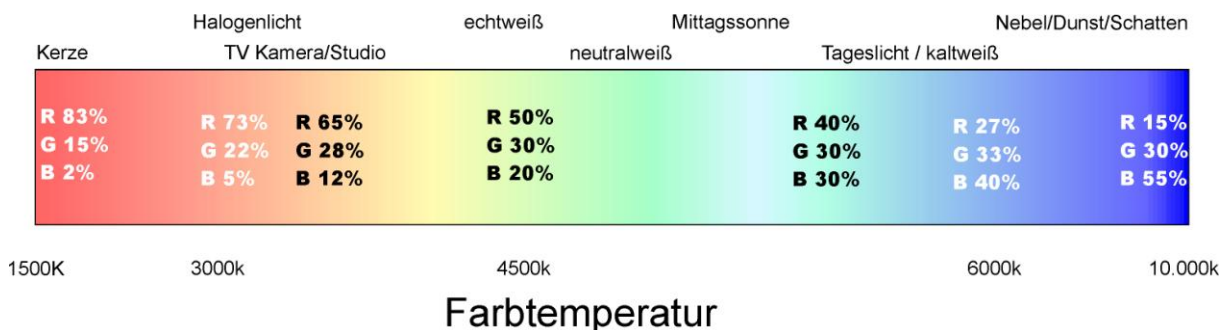
Die *Farbtemperatur* ist ein Maß für den Farbeindruck einer Lichtquelle. Die Einheit der Farbtemperatur ist Kelvin (K).



Je nach Farbzusammensetzung erscheint das weiß von „rotstichig“ (1500 – 3500k) über „grünstichig“ 3500k – 5000k bis „blautstichig“ (5000 – 12000k). Da das menschliche Auge im *grünen Bereich* am empfindlichsten ist und die meisten Farbnuancen wahrnimmt ist *echtweiß* eigentlich grünstichig. Ein schönes Beispiel hierfür findet sich in der Natur. In der Morgen- und Abendsonne wirken die Farben kräftig, in der Mittagssonne ist dagegen alles eher stumpf.

Alle farbintensiven Landschaftsfotografien wurden morgens oder abends gemacht.

Mittagsbilder sind immer bläulich und farbarm. Bilder die bei bedecktem Himmel oder Nebel gemacht wurden, enthalten fast gar keine Farben mehr.



Für ein schönes *echtesweiß* bei den aktuell gängigen Wellenlängen für rot mit 638nm, grün mit 520nm und blau mit 450nm benötigen Sie ein Leistungsverhältnis von ca. 50% Rot, 30% Grün und 20% Blau.

Und wieviel Leistung sollte ein Laser jetzt haben ?

Auf dem nebenstehenden Bild sehen Sie einen TÜV abgenommenen Aufbau, bei dem der zentrale Laser mit nur 2,5 Watt echtweiß betrieben wurde.

Diese Leistung ist vollkommen ausreichend für den Betrieb in Hallen und Sälen mit einem Fassungsvermögen von bis zu 2000 Personen, wenn bei Ihrer Show das Umgebungslicht entsprechend reduziert ist.



Ohne jemandem Angst machen zu wollen, aber ein stehender Strahl mit nur $100mW$, 2mm Durchmesser am Strahlaustritt und einer Divergenz von 1,0 mrad hat in 10 Meter Entfernung noch genügend Leistung das menschliche Auge *irreparabel* zu Beschädigen.

Natürlich sind moderne Showlaseranlagen so sicher gebaut, das stehende Strahlen nahezu unmöglich sind, aber eben nur nahezu.

Befinden sich Personen (Zuschauer) im bestrahlten Bereich (Public Scanning) ist die Leistung soweit zu reduzieren, daß die Leistung im bewegten Bild nicht höher ist als $0,5mW/mm^2$ ist.

Da sich *höhere Leistungen besser verkaufen* lassen, sind sehr viele Geräte im Umlauf, die nominell eine sehr hohe Leistung haben, teilweise werden Leistungen weit über 10 Watt angegeben, aber bei genauerem hinsehen werden Sie feststellen, daß diese Geräte nach einem *echten Weißabgleich auch nur 2-3 Watt weiß* erzeugen, da beim teureren rot extrem gespart wurde und damit der Leistungsüberschuss der grünen und blauen Dioden keine Verwendung findet. Da der Leistungsüberschuß aber da ist besteht immer die Möglichkeit, daß durch Fehlbedienung oder eine Störung plötzlich die volle Leistung (ins Publikum ?) austritt. Bei dieser Art Geräte sollte im Gerät mit einem Strahlteiler die überschüssige Leistung vor dem Weißabgleich bereits ausgeblendet werden.

Gerne Helfen wir Ihnen bei der Projektierung Ihrer Produktion.

Für weitere Fragen erreichen Sie uns unter 08145/8324 oder per mail herrmann@bb-s.de

BB´s Eventtechnik
Thorsten Herrmann
Kahrstraße 6
82281 Egenhofen/ OT Unterschweinbach
Tel.:08145/8324
herrmann@bb-s.de