

Lasersicherheit bei Linienlaser Modulen

Sicherheitsinformationen · OEM Linienlaser Module und Sets

Produktname	Lasersicherheit bei Linienlaser Modulen	Spec	5 – 2026
Beschreibung	OEM Linienlaser Module und Sets	Rev	09/2026
Produktlinie	Linienlaser, Kreuzlaser	Status	Information

Übersicht

Laser sind potentiell gefährlich, davon kann erst einmal ausgegangen werden. Das sehr stark gebündelte Laserlicht erzeugt bei direkter Bestrahlung eines menschlichen Auges, respektive der Netzhaut, eine sehr hohe Energiedichte, was zu einer Beschädigung der Sehzellen führen kann. Bei höheren Leistungen kann sogar eine Gefährdung der Haut entstehen.

Um eine Gefährdung von Personen auszuschließen, lassen sich unsere Linien- und Kreuzlaser sehr einfach in eine ungefährliche Laserklasse einstufen. Dies geschieht allein schon durch die technische Umsetzung des Laserstrahls in eine Linie oder ein Kreuz und somit eine Aufteilung des Laserlichts auf eine relativ große Fläche. Bereits nach sehr kurzen Distanzen wird somit die Laserklasse 2 erreicht, die laut EN 60825-1, OStrV oder TROS als ungefährlich gilt, da der unter normalen Umständen vorhandene Lidschlussreflex des menschlichen Auges dafür sorgt, dass eine Schädigung ausgeschlossen werden kann.

Nach welcher Entfernung das Laserlicht in Klasse 2 oder 1 eingestuft werden kann und somit als ungefährlich gilt, hängt von der Zusammenstellung des Linienlasers ab. Je nach Leistung und Auslenkwinkel differiert dies. Im Anhang finden Sie deshalb eine Übersichtstabelle mit den empfohlenen, notwendigen Abständen.

Unterschied „Laser“ und „Lasereinrichtung“

Als „Laser“ wird das Lasergerät bzw. das Lasermodul bezeichnet. Wird dieses an eine Maschine oder eine andere Einrichtung angebaut, so entsteht eine „Lasereinrichtung“. Für die Sicherheitseinstufung eines installierten Linienlasers ist

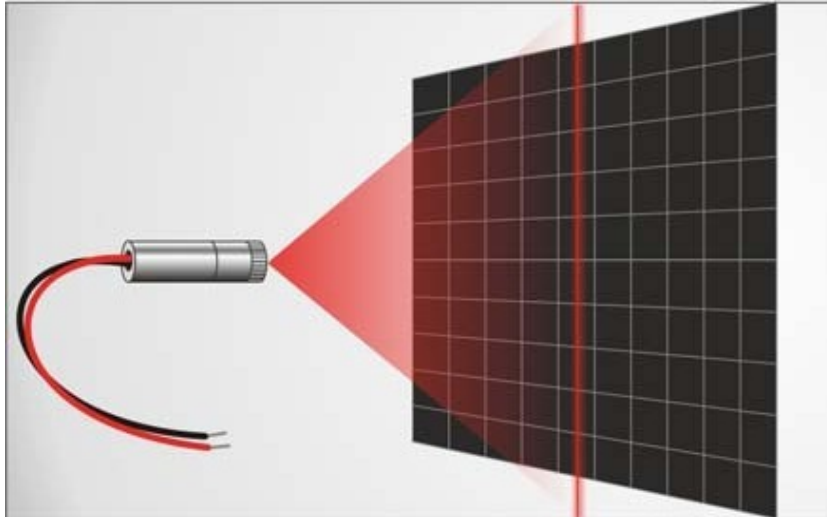
es sehr wichtig, die Gesamtinstallation zu betrachten. Diese wird als „Lasereinrichtung“ bezeichnet und beinhaltet alle Maßnahmen und die gesamte Umgebung, in der der Laser eingesetzt wird.

Das Lasergerät und die Lasereinrichtung können bzw. müssen unterschiedliche Laserklassen besitzen. Dies ist normal. Für die Klassenvergabe laut OStrV ist unbedingt die **Lasereinrichtung**, also der Laser im installierten Zustand, zu betrachten.

Linienlaser korrekt montieren

Um die Lasersicherheit zu erreichen, muss ein Linienlaser dementsprechend an einer Maschine oder Vorrichtung montiert werden. Prinzipiell gilt: Der Werker oder Anwender darf nicht direkt am Modul in den Laserstrahl schauen können. Das Modul ist mechanisch sicher anzubauen, so dass es nicht aus Versehen wegfallen oder sich lösen kann und somit eine Gefährdung darstellt.

Sollte es nicht möglich sein, das Lasermodul entsprechend weit vom Anwender entfernt zu montieren, so kann der Werker mittels einer seitlichen Abdeckung ebenfalls vor zufälligem Blick in den Laserstrahl geschützt werden.



Grundsätzlich gilt hierbei: Je größer der Winkel, desto ungefährlicher der Laser. Da sich die Leistung auf eine größere Fläche verteilt, wird bei einem größeren Winkel der Montageabstand zunehmend unkritischer.

Sicherheitsabstände zum Werker bzw. Anwender

Wie bereits angesprochen, besteht zum Werker bzw. Anwender ein Mindestabstand vom Laser, der nach der Montage des Lasermoduls eingehalten werden muss. Innerhalb dieses Abstandes darf keine Bestrahlung eines menschlichen Auges möglich sein. Hierzu zählen auch zufällig mögliche Bestrahlungen, wenn zum Beispiel jemand den Kopf auf die Arbeitsfläche auflegen und so in den Strahl schauen könnte. Auch unbeabsichtigte Stürze zählen hierzu.

Wie man aus den nachfolgenden Ausführungen entnehmen kann, sind diese Abstände jedoch recht großzügig und unkritisch, da sich bei einem Linienlaser die Leistung mit zunehmendem Abstand stark abschwächt.

Nach der EN 60825-1 werden Laserquellen unterhalb 100 mm Abstand nicht mehr gefährlicher, auch wenn man sich weiter der Laserquelle annähert, da die Akkommodation des Auges nicht mehr in der Lage ist, die einfallende Figur scharf zu stellen und somit keine Mehrbelastung der Netzhaut entsteht. Im Klartext: Ist ein Linienlaser nach 100 mm sicher zu klassifizieren (in Klasse 1 oder 2), so entsteht bei kürzerer Betrachtungsdistanz weder eine höhere Klasse noch ein größeres Risiko. Die Entfernungen können somit bei 100 mm festgelegt werden.

Beispiel: Wird ein Linienlaser anhand seiner Leistung und seines Linienwinkels nach einer Distanz von 100 mm oder weniger in die Klasse 2 eingestuft, so werden für diesen Laser keine weiteren Sicherheitsmaßnahmen notwendig, auch wenn der Sicherheitsabstand von 100 mm nicht eingehalten werden kann.

Siehe hierzu EN 60825-1

A.4	Messbedingungen
A.4.2	Grenzblende
D.2.2	Gefährdungen des Auges, Abschnitt „Sehabstand“

Gefährdungsbeurteilung nach OStrV und TROS 2018

Die Strahlung eines Linienlasers wird in den aktuellen TROS als „ausgedehnte Quelle“ bezeichnet, da es sich nicht um einen vollkollimierten Laserstrahl, sondern um eine stark divergente und aufgeweitete Laserquelle handelt. Die Gefährdungsbeurteilung einer ausgedehnten Quelle kann anhand einer Versuchsanordnung mit einer

Kollimationslinse beurteilt werden. Hierbei simuliert die Kollimationslinse die Linse im menschlichen Auge. Das aufgeweitete Laserlicht der ausgedehnten Quelle wird auf eine netzhauttaugliche Größe gebündelt und erzeugt auf der Netzhaut eine nicht-runde Abbildung, die meist rechteckig erscheint. Dadurch reduziert sich die Gefährdung im Gegensatz zu regulär kollimierter Laserstrahlung.

Diese Gefährdungsverringerung kann mit einem Korrekturfaktor, der in der Regel zwischen 1,5 und 3 liegt, angegeben werden. Dieser Korrekturfaktor wird als Multiplikator für den MZB der Klasse 2 benutzt. Liegt dieser Korrekturfaktor beispielsweise bei 2, so wäre der MZB bei $1 \text{ mW} \times 2 = 2 \text{ mW}$ an einer Apertur von 7 mm.

Um die Gefährdung durch einen Linienlaser zu beurteilen, stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

- Beurteilung anhand der Leistung pro Apertur (einfache, rechnerische Methode)
- Beurteilung anhand der Abbildung, verringert durch den gemessenen Korrekturfaktor, oder anhand eines errechneten Korrekturfaktors

Die einfachere, am meisten gebräuchliche Methodik – die rechnerische Gefährdungsbeurteilung anhand der Leistung pro Apertur – kann aufgrund ihrer Einfachheit jederzeit durchgeführt und berechnet werden. Ein möglicher Korrekturfaktor wird hierbei nicht abgezogen. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die rechnerische Gefährdungsermittlung noch eine großzügige Abweichung in die sichere Richtung bedeutet.

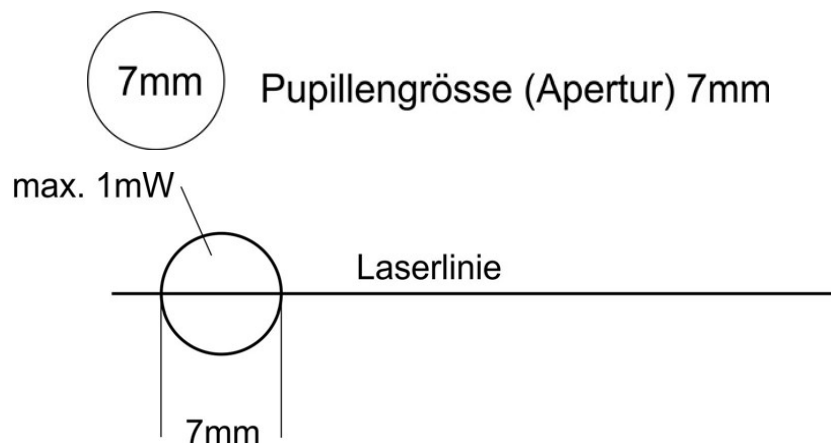
Im Bedarfs- oder Grenzfall ist eine Bewertung mittels Messmethode und daraus resultierendem Korrekturfaktor durchzuführen. Für bekannte Laserquellen gibt uns die aktuelle TROS bereits fertige Formeln vor, anhand derer der Korrekturfaktor sowie die neu ermittelten MZB-Werte errechnet werden können. Für die Laserklasse 2, in die wir unseren Linienlaser bzw. die Lasereinrichtung, die einen Linienlaser enthält, einklassifizieren müssen, haben wir eine maximal zulässige Laserleistung laut Berechnungen der TROS, gemessen an einer Messblende (Apertur) von 7 mm Durchmesser. Für eine ausgedehnte Quelle setzen wir den errechneten Korrekturfaktor ein und berechnen nun die notwendige, minimale Linienlänge am Auftreffpunkt. Der Auftreffpunkt ist der Punkt, an dem zum ersten Mal eine Gefährdung für einen Betrachter auftreten könnte.

Weitere Hinweise und Durchführungsvorschläge zur Bewertung von Linienlasern finden Sie in der aktuellen TROS Teil 2, Abschnitt 5.7.

Einfache rechnerische Bestimmung der Gefährdung ohne Korrekturfaktor

Lässt man den zulässigen Korrekturfaktor für eine „ausgedehnte Laserquelle“ außer Acht und nimmt die Standardtabelle für die zulässigen Bestrahlungswerte einer kollimierten Quelle, so kann man anhand der nachfolgenden Methode eine überschlägige Sicherheitsberechnung durchführen.

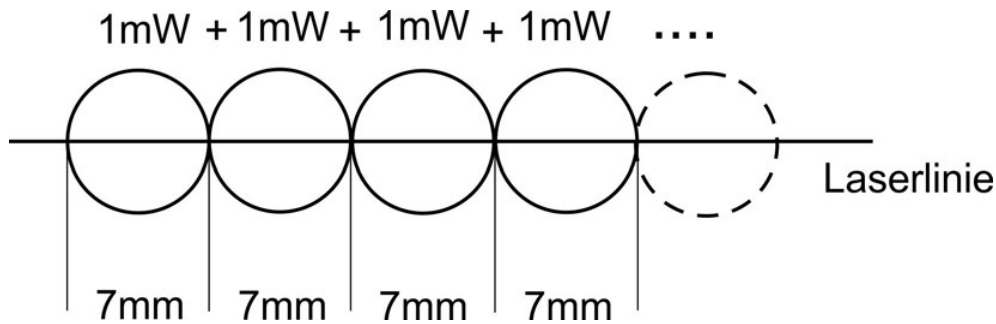
Grundsätzlich gilt nach der Unfallverhütungsvorschrift für die Laserklasse 2: Die Apertur der Pupille (Pupillengröße) wird mit 7 mm angegeben. Es darf maximal 1 mW Leistung ins Auge (Apertur) fallen. Als Apertur (Messblende) kann eine einfache Lochblende herangezogen werden.



Ginge man also davon aus, dass an einem bestimmten Punkt ein Anwender bzw. Werker in die Laserlinie schauen könnte, so lässt sich Folgendes sagen: Man kann rechnerisch die Laserlinie in 7-mm-Abschnitte aufteilen und somit pro 7 mm 1 mW Laserleistung addieren. Hat man also an dem Gefährdungspunkt eine Laserlinie mit 70 mm Länge, so wären hier 10 mW Laserleistung zulässig, bei 140 mm bereits 20 mW und so weiter.

Hierbei ist die **Linienlänge** zu beachten und nicht der Abstand zum Linienlaser. Die Linienlänge verändert sich mit unterschiedlichem Abstrahlwinkel.

Apertur-Additionsmethode



So kann sehr simpel und einfach die Gefährdung beurteilt und auch ausgeschlossen werden.

Man berechnet also die Linienlänge aufgrund des Linienwinkels mit der Formel $\text{Linienlänge} = 2 \times \tan(\text{Winkel} / 2) \times \text{Abstand}$ und nutzt dann die obige Leistungsberechnung, um die notwendige Linienlänge zur Einstufung in die Klasse 2 zu ermitteln. Daraus lässt sich dann der Sicherheitsabstand ableiten.

Wichtig: Dieser Sicherheitsabstand ist unter allen Umständen einzuhalten. Unter Umständen muss er mittels Blende, Trichter oder Abstandshalter sichergestellt werden.

Anhang 1 · Geltende Vorschriften und Normen

Laser werden nach den folgenden Normen eingestuft und bewertet:

Art	Regelwerk	Bezugsquelle
Norm	VDE 0837 / EN 60825-1	Bezug über den VDE
Arbeitsschutzverordnung	OStrV von 2010 und folgende	Download
Weiterführende Hinweise	TROS 2018	Download

Anhang 2 · Kennzeichnung des Laserbereichs

Jede Lasereinrichtung ist mit dem entsprechenden Warnhinweis zu kennzeichnen. Wird ein Linienlaser entsprechend den oben genannten Sicherheitsabständen montiert, so fällt die dadurch entstandene Lasereinrichtung unter Klasse 2M und muss deshalb mit den nachfolgenden Kennzeichnungen versehen werden:



Warnschild Laserklasse 2M

Laserstrahlung – Nicht in den Strahl blicken oder mit optischen Instrumenten betrachten. Laser Klasse 2M nach DIN EN 60825-1.



Warnzeichen Laserstrahl

Warnzeichen W004 „Warnung vor Laserstrahl“ zur Kennzeichnung des Laserbereichs.

Wir beraten Sie gerne bei der sicherheitstechnischen Umsetzung oder Kalkulation. Des Weiteren erstellen wir Gutachten für Ihre Lasereinrichtung mit einer Gefährdungsbeurteilung sowie Laser-Klasseneinstufung.

Informationen hierzu auch unter www.lasershop.com/de/Laserblog/

Copyright 2020 / 2021 / 2024 / 2026 by MediaLas Electronics GmbH · Autor: Dirk Baur

Sicherheitsdatenblatt MediaLas Laser Module LLM / KLM

Näherungsweise Sicherheitsabstände für MediaLas Linienlaser und Kreuzlaser

Die nachfolgenden Tabellen geben eine Übersicht über die Mindestabstände zur Einhaltung der Laserschutzklasse 2 bei verschiedenen Lasermodulen. In den meisten Fällen führt eine detailliertere Betrachtung am eigentlichen Anbau, also der endgültigen Lasereinrichtung, zu kürzeren und toleranteren Abständen. Eine Messung kann hierzu zusätzlich zielführend sein.

Für die Zugrundelegung der unten angegebenen Abstände wurde ein Korrekturfaktor für „ausgedehnte Quellen“ von 1,5 herangezogen. In den meisten Fällen liegt dieser Korrekturfaktor sogar im Bereich bis ca. 3, das heißt, es darf dreimal mehr Licht ins Auge gelangen als bei fokussierten Quellen. Somit können sich die Sicherheitsabstände nochmals verkürzen.

Ob es sich bei den Lasern um rot- oder grünstrahlende Modelle handelt, ist bei einer Klassifikation in die Laserklasse 2 unerheblich, denn die EN 60825-1 behandelt den gesamten sichtbaren Bereich von 400 – 700 nm mit denselben MZB-Werten. Somit sind die Tabellen ausschließlich an der Laserleistung ausgerichtet.

Sicherheitsabstände für HighPower Linienlaser sind etwas anders zu berechnen, da die Linienbreite deutlich größer ist als bei „regulären“ Linienbreiten. Hier sollte unbedingt eine Vor-Ort-Prüfung angewandt werden.

Linienlaser Übersicht

Leistung	20°	35°	45°	60°	90°	110°	120°	120° Glas
4 mW	55 mm	35 mm	27 mm	20 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm
5 mW	70 mm	45 mm	34 mm	23 mm	15 mm	14 mm	13 mm	15 mm
10 mW	140 mm	78 mm	60 mm	42 mm	25 mm	22 mm	20 mm	25 mm
20 mW	275 mm	150 mm	115 mm	80 mm	46 mm	35 mm	31 mm	46 mm
25 mW	340 mm	190 mm	145 mm	100 mm	58 mm	45 mm	39 mm	58 mm
30 mW	410 mm	225 mm	175 mm	120 mm	70 mm	55 mm	46 mm	70 mm
40 mW	530 mm	300 mm	230 mm	160 mm	93 mm	72 mm	62 mm	93 mm
50 mW	685 mm	375 mm	285 mm	200 mm	115 mm	90 mm	78 mm	115 mm

Leistung	20°	35°	45°	60°	90°	110°	120°	120° Glas
75 mW	1050 mm	560 mm	380 mm	300 mm	175 mm	135 mm	115 mm	175 mm
100 mW	1400 mm	750 mm	575 mm	400 mm	230 mm	180 mm	155 mm	230 mm
300 mW	2800 mm	1500 mm	1225 mm	950 mm	680 mm	540 mm	470 mm	700 mm
500 mW	3500 mm	2200 mm	1850 mm	1500 mm	1100 mm	900 mm	800 mm	1150 mm
700 mW	4200 mm	2800 mm	2300 mm	1800 mm	1300 mm	1070 mm	950 mm	1300 mm
1000 mW	5000 mm	3300 mm	2800 mm	2250 mm	1650 mm	1350 mm	1200 mm	1750 mm

Kreuzlinien Laser Übersicht

Leistung	5°	15°	55°
4 mW	110 mm	35 mm	15 mm
5 mW	130 mm	45 mm	18 mm
10 mW	280 mm	78 mm	25 mm
20 mW	550 mm	150 mm	45 mm
25 mW	680 mm	190 mm	55 mm
30 mW	820 mm	225 mm	62 mm
40 mW	1060 mm	300 mm	85 mm
50 mW	1370 mm	375 mm	110 mm
75 mW	2100 mm	560 mm	160 mm
100 mW	2800 mm	750 mm	220 mm

ACHTUNG! Die Informationen in diesem Datenblatt sind lediglich als Anhaltspunkt zu betrachten. Für eine genauere Einstufung sollte eine Detailprüfung an der jeweiligen Lasereinrichtung stattfinden.