

Laser-Sicherheitsleitfaden (Laser Awareness Guide)

INHALTSVERZEICHNIS

Technische Spezifikationen: Einführung	3
Technische Spezifikationen: Laser	4
Technische Spezifikationen: Laserklasse	5
Technische Spezifikationen: Laserleistung	7
Technische Spezifikationen: Laser-Wellenlänge	8
Technische Spezifikationen: Laser-Divergenz	9
Technische Spezifikationen: Laser-Durchmesser an der Austrittsöffnung	11
Technische Spezifikationen: Laser-Lebensdauer	12
Technische Spezifikationen: Der Sicherheitsabstand (NOHD)	13
Technische Spezifikationen: Die maximal Zulässige Bestrahlung (MPE)	14
Gefahren für das Auge verstehen: Blick in den Strahl (direkte Exposition)	15
Gefahren für das Auge verstehen: Blick auf den projizierten Punkt (diffuse Reflexion)	16
Gefahren für das Auge verstehen: Risikoreduzierung	17
Gefahrenabstände	18
Sicherheitshinweis	19

Einführung

LASER

Klasse

3B

Leistung

Ausgangsleistung in mW (variiert je nach Produkt)

Wellenlänge

520–532 nm (grüne Dauerstrich-Laserstrahlung)

Divergenz

0,05 mrad

Durchmesser an der Austrittsöffnung

40–50 mm

Lebensdauer

> 5.000 Stunden

NOHD

Abstand in Metern (variiert je nach Produkt)

MPE

25,4 W/m²

Über diesen Leitfaden

Dieser Leitfaden soll Ihnen einen tieferen Einblick in die Eigenschaften Ihres Lasergeräts geben.

Dieses Dokument erklärt jede der technischen Spezifikationen des Produkts, wie sie im Benutzerhandbuch zu finden sind, unter dem Gesichtspunkt der Sicherheit.

TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN: LASER

Was ist ein Laser?

LASER

Klasse

3B

Leistung

Ausgangsleistung in mW (variiert je nach Produkt)

Wellenlänge

520–532 nm (grüne Dauerstrich-Laserstrahlung)

Divergenz

0,05 mrad

Durchmesser an der Austrittsöffnung

40–50 mm

Lebensdauer

> 5.000 Stunden

NOHD

Abstand in Metern (variiert je nach Produkt)

MPE

25,4 W/m²

Funktionsweise

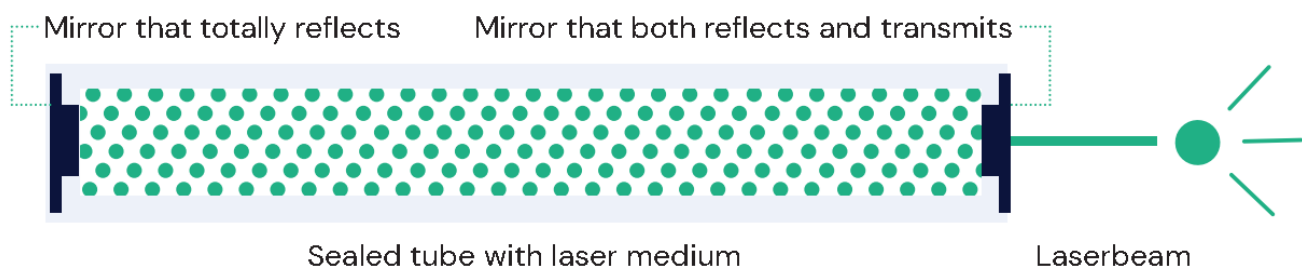
LASER ist eine Abkürzung für Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation (Lichtverstärkung durch angeregte Emission von Strahlung).

Ein einfacher Laser besteht aus einem versiegelten Rohr, das ein Paar Spiegel und ein Lasermedium enthält. Wenn dem Lasermedium Energie zugeführt wird, wird es angeregt und gibt Energie in Form von Lichtpartikeln (Photonen) ab.

Ein Spiegelpaar an beiden Enden des versiegelten Rohrs reflektiert oder überträgt das Licht in Form eines konzentrierten Stroms von Lichtphotonen, die alle in dieselbe Richtung fließen. Der Photonenstrom, der das Rohr an der Austrittsöffnung verlässt, wird als Laserstrahl bezeichnet.

[Funktionsweise des Lasers]

- Spiegel mit 100 % Reflexion (hinten)
- Versiegeltes Rohr mit Lasermedium
- Teildurchlässiger Spiegel (Austrittsöffnung)
- Bündelung zu einem parallelen Laserstrahl



Klassifizierung von Lasern

LASER

Klasse

3B

Leistung

Ausgangsleistung in mW (variiert je nach Produkt)

Wellenlänge

520–532 nm (grüne Dauerstrich-Laserstrahlung)

Divergenz

0,05 mrad

Durchmesser an der Austrittsöffnung

40–50 mm

Lebensdauer

> 5.000 Stunden

NOHD

Abstand in Metern (variiert je nach Produkt)

MPE

25,4 W/m²

Anwendungsbereiche & Klassen

Lasers werden für eine Vielzahl von Zwecken eingesetzt, darunter das Zeigen auf Objekte während einer Präsentation, das Ausrichten von Materialien auf Baustellen sowie von Ärzten für kosmetische und chirurgische Eingriffe.

Die Laserklassifizierung basiert auf dem Potenzial des Lasers, bei direkter Bestrahlung oder bei Exposition gegenüber Reflexionen des Strahls über reflektierende Oberflächen Schäden an den Augen oder der Haut zu verursachen.

Klasse

Klasse 1

Klasse 2

Klasse 3R

Klasse 3B

Klasse 4

Typische Anwendungen

CD/DVD-Player/Rekorder, Laptop oder PC

Präsentations-Laserpointer, Barcodescanner

Einige Mess- & Zielgeräte, leistungsstärkere Pointer

Leistungsstärkere Laserprodukte für professionelle Anwendungen

Medizinische Laser, industrielles Schneiden/Schweißen, wissenschaftliche Anwendungen

Gefahrenstufen der Laserklassen

LASER

Klasse

3B

Leistung

Ausgangsleistung in mW (variiert je nach Produkt)

Wellenlänge

520–532 nm (grüne Dauerstrich-Laserstrahlung)

Divergenz

0,05 mrad

Durchmesser an der Austrittsöffnung

40–50 mm

Lebensdauer

> 5.000 Stunden

NOHD

Abstand in Metern (variiert je nach Produkt)

MPE

25,4 W/m²

Leistungseinstufung

Jeder Laserstrahl wird einer von vier Laserklassen (1, 2, 3 oder 4) zugeordnet. Die Laserklasse hängt von der im Laserstrahl transportierten Energiemenge (Laserleistung) und der Wellenlänge (Farbe) des Laserstrahls ab.

Die Ausgangsleistung für einen Laser der Klasse 3B liegt zwischen 5 und 499 mW (Milliwatt).

Klasse	Leistung	Gefahrenpotenzial
Klasse 1 / 2	0 – 1 mW	GERING: Sicher bzw. Augenschutz durch Lidschlussreflex
Klasse 3R	1 – 5 mW	MITTEL: Potenzielle Gefährdung bei direktem Blick
Klasse 3B	5 – 499 mW	HOCH: Gefahr für das Auge bei direkter Exposition
Klasse 4	> 500 mW	SEHR HOCH: Gefahr für Auge und Haut + Brandgefahr

Elektromagnetisches Spektrum

LASER

Klasse

3B

Leistung

Ausgangsleistung in mW (variiert je nach Produkt)

Wellenlänge

520–532 nm (grüne Dauerstrich-Laserstrahlung)

Divergenz

0,05 mrad

Durchmesser an der Austrittsöffnung

40–50 mm

Lebensdauer

> 5.000 Stunden

NOHD

Abstand in Metern (variiert je nach Produkt)

MPE

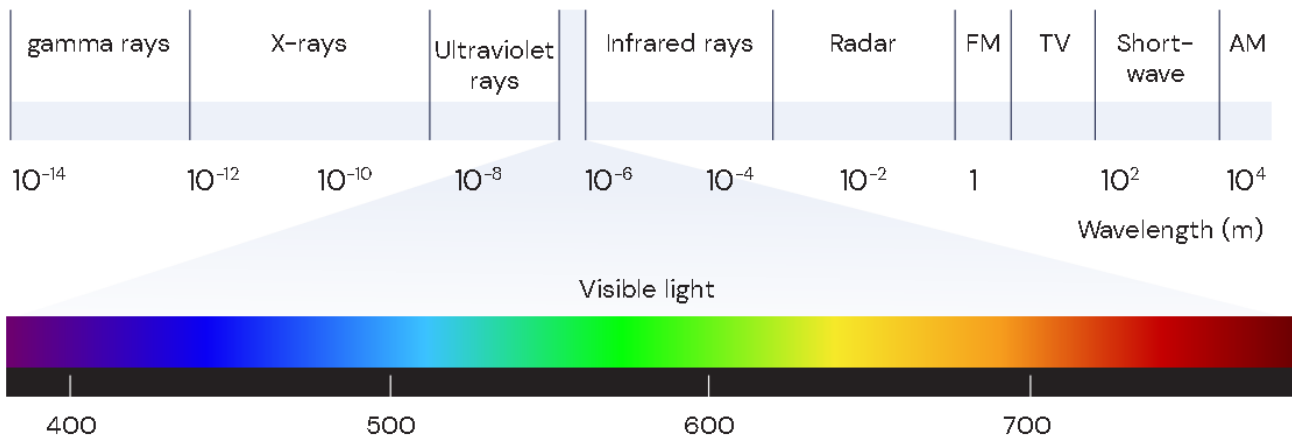
25,4 W/m²

Sichtbares Licht & Netzhautrisiko

Die Produkte der Bird Control Group emittieren Laserlicht mit einer Wellenlänge zwischen 520 und 532 nm (Nanometer), was für das Auge von Vögeln am besten sichtbar ist.

Licht im sichtbaren und nahen Infrarotspektrum von 400–1400 nm (der sogenannte „Netzhautgefährdungsbereich“ / Retinal Hazard Region) kann Schäden an der Netzhaut verursachen. Eine direkte Exposition gegenüber Laserlicht in diesem Spektrum sollte vermieden werden.

Wellenlängen außerhalb dieses Bereichs (z. B. ultraviolettes und fernes Infrarotspektrum) sollten stets vermieden werden; sie werden jedoch durch spezielle Beschichtungen auf den Linsen aller Optiken absorbiert.



TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN: DIVERGENZ

Strahl Aufweitung und Bündelung

LASER

Klasse

3B

Leistung

Ausgangsleistung in mW (variiert je nach Produkt)

Wellenlänge

520–532 nm (grüne Dauerstrich-Laserstrahlung)

Divergenz

0,05 mrad

Durchmesser an der Austrittsöffnung

40–50 mm

Lebensdauer

> 5.000 Stunden

NOHD

Abstand in Metern (variiert je nach Produkt)

MPE

25,4 W/m²

Laserschutzbrille & Präzision

Um eine unbeabsichtigte Exposition gegenüber dem Laserstrahl zu verhindern, wird die Verwendung einer Laserschutzbrille für Personen empfohlen, die sich im Laserprojektionsbereich aufhalten. Die Laserschutzbrille sollte so ausgewählt werden, dass sie vor der spezifischen Leistung und Wellenlänge des Lasers schützt.

Die Laseroptik ist sehr präzise, was zu einer sehr konstanten Strahlbreite mit optimalen Vogelabwehreigenschaften über große Entfernungen führt.

Ein negativer Nebeneffekt der extrem geringen Strahlstreuung ist, dass der Laserstrahl selbst in großer Entfernung von der Quelle ein Risiko für Blendung, Ablenkung oder sogar Augenverletzungen darstellt (wenn die direkte Exposition lange genug anhält).



Strahl Aufweitung (Beam Expander)

LASER

Klasse

3B

Leistung

Ausgangsleistung in mW (variiert je nach Produkt)

Wellenlänge

520–532 nm (grüne Dauerstrich-Laserstrahlung)

Divergenz

0,05 mrad

Durchmesser an der Austrittsöffnung

40–50 mm

Lebensdauer

> 5.000 Stunden

NOHD

Abstand in Metern (variiert je nach Produkt)

MPE

25,4 W/m²

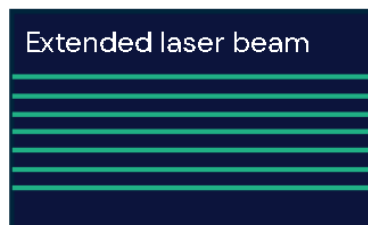
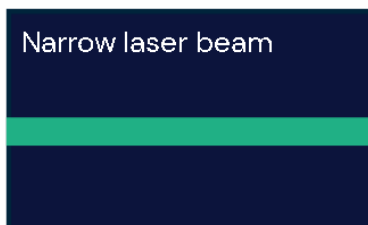
Schutz durch vergrößerten Durchmesser

Die Produkte der Bird Control Group sind mit einem Strahlen Aufweitung (Beam Expander) ausgestattet; dies hilft, potenzielle Augenverletzungen zu vermeiden. Ein speziell entwickeltes optisches System verwandelt den ursprünglichen schmalen Strahl in einen wesentlich breiteren Strahl.

Infolgedessen kann nur ein kleiner Teil des gesamten Strahls in das Auge gelangen, da der Querschnitt des Strahls viel größer ist als die Öffnung der Iris.

⚠️ WARNUNG:

Verwenden Sie keine optischen Instrumente (z. B. Ferngläser), um den Laserstrahl zu betrachten!



A narrow beam compared to the expanded beam from the same laser source. (the laser power is spread across a larger surface)

⚠️ *Do not use optical instruments to view the laser beam (e.g. binoculars).*

TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN: LEBENSDAUER

Nutzungsdauer des Lasermediums

LASER

Klasse

3B

Leistung

Ausgangsleistung in mW (variiert je nach Produkt)

Wellenlänge

520–532 nm (grüne Dauerstrich-Laserstrahlung)

Divergenz

0,05 mrad

Durchmesser an der Austrittsöffnung

40–50 mm

Lebensdauer

> 5.000 Stunden

NOHD

Abstand in Metern (variiert je nach Produkt)

MPE

25,4 W/m²

Betriebsdauer

Die Lebensdauer des Lasermediums ist ein Mittelwert des Zeitraums, in dem dieses Lasermedium Laserlicht projizieren kann.

Die Qualität des Lasermediums nimmt mit der Zeit ab, weshalb die Lebensdauer des Lasers auf etwa 5.000 Stunden begrenzt ist.

TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN: NOHD

Sicherheitsabstand (Nominal Ocular Hazard Distance)

LASER

Klasse

3B

Leistung

Ausgangsleistung in mW (variiert je nach Produkt)

Wellenlänge

520–532 nm (grüne Dauerstrich-Laserstrahlung)

Divergenz

0,05 mrad

Durchmesser an der Austrittsöffnung

40–50 mm

Lebensdauer

> 5.000 Stunden

Nenn-Augengefährdungsabstand

Der Sicherheitsabstand (Nominal Ocular Hazard Distance – NOHD) ist der Abstand von der Laserquelle, ab dem die Exposition gegenüber dem Laserstrahl sicher wird (d. h. bei Entfernungen oberhalb des NOHD wird die Intensität der Energie pro Fläche geringer als die maximal zulässige Bestrahlung auf die Hornhaut des Auges).

Bei einem Abstand, der kürzer als der NOHD ist, stellt der Laserstrahl eine potenzielle Gefahr dar und könnte Schäden am Auge verursachen.

NOHD-Werte werden auf der Grundlage von Ungünstigsten-Szenario-Bedingungen (Worst-Case) berechnet.

NOHD

Abstand in Metern (variiert je nach Produkt)

MPE

25,4 W/m²

TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN: MPE

Maximal Zulässige Bestrahlung (Maximum Permissible Exposure)

LASER

Klasse

3B

Leistung

Ausgangsleistung in mW (variiert je nach Produkt)

Wellenlänge

520–532 nm (grüne Dauerstrich-Laserstrahlung)

Divergenz

0,05 mrad

Durchmesser an der Austrittsöffnung

40–50 mm

Lebensdauer

> 5.000 Stunden

NOHD

Abstand in Metern (variiert je nach Produkt)

MPE

25,4 W/m²

Grenzwert für sichere Exposition

Die maximal Zulässige Bestrahlung (MPE) ist die höchste Leistungs- oder Energiedichte (in W/cm² oder J/cm²) einer Laserquelle, die als sicher gilt, d. h. die eine vernachlässigbare Wahrscheinlichkeit für die Verursachung von Schäden aufweist. Sie wird gewöhnlich ermittelt, indem 10 % der Dosis genommen werden, die unter Worst-Case-Bedingungen eine 50 %ige Chance hat, Schäden zu verursachen.

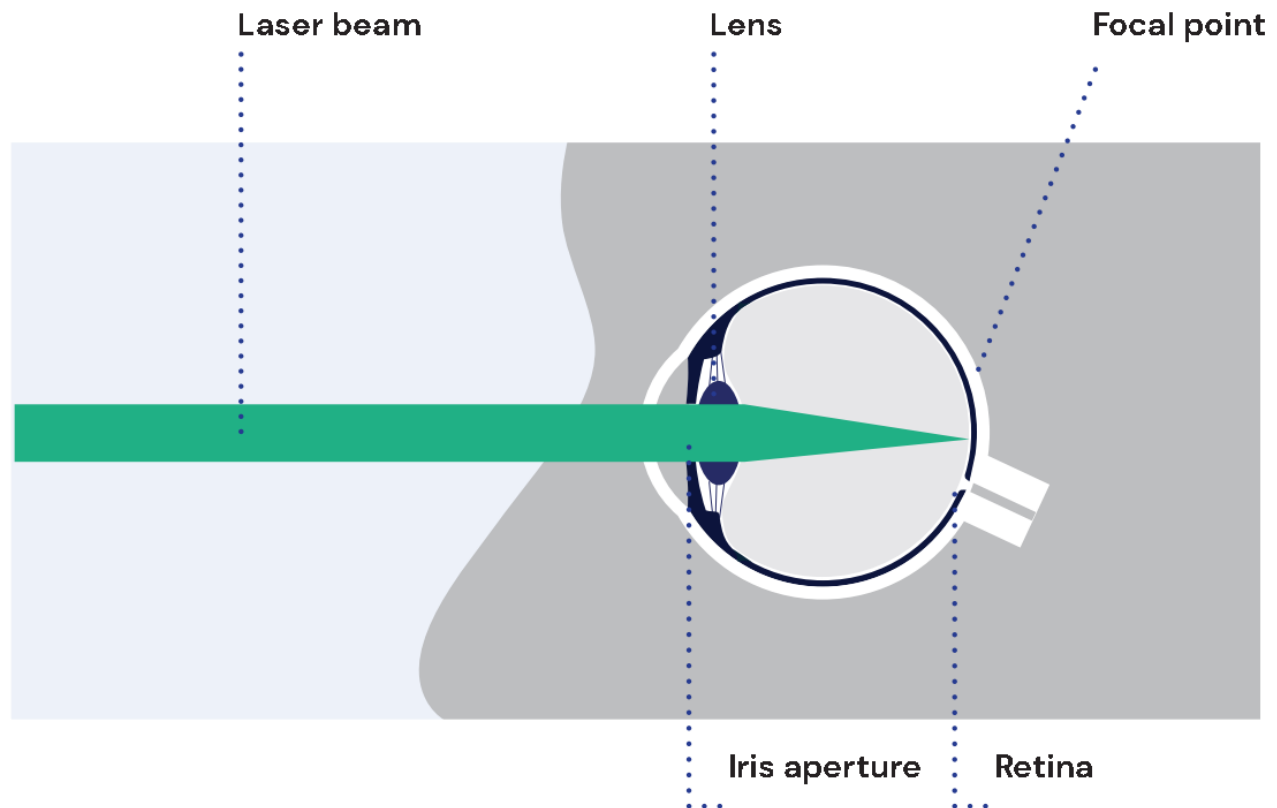
Die MPE wird an der Hornhaut des menschlichen Auges oder an der Haut für eine bestimmte Wellenlänge und Expositionszeit gemessen, die meist auf 0,25 Sekunden festgelegt ist, da dies der Zeit des Lidschlussreflexes entspricht.

Direkte Exposition & Diffuse Reflexion

1. Blick in den Strahl (direkte Exposition)

Eine Augenverletzung tritt auf, wenn Laserlicht lange genug an einer Stelle auf der Netzhaut verbleibt, sodass sich die Hitze auf ein schädliches Niveau erwärmt. Mit anderen Worten: Wenn eine Augenverletzung auftritt, wurde der Wert für die maximal zulässige Bestrahlung (MPE) überschritten.

Eine Person kann sich nicht schnell genug abwenden oder blinzeln, um eine Netzhautverletzung zu verhindern, wenn ein Laserstrahl der Klasse 3B direkt auf das Auge gerichtet ist.



2. Blick auf den projizierten Punkt (diffuse Reflexion)

Das Streulicht des Laserpunkts, wie es auf einer Oberfläche gesehen wird, stellt unter normalen Bedingungen keine Gefahr für die Augen dar. Das Anstarren des reflektierten Laserpunkts aus kurzer Entfernung (mehr Photonen gelangen ins Auge) oder über einen längeren Zeitraum kann jedoch zu einer Gefährdung der Augen führen.

Vermeiden Sie es, den Laserpunkt aus nächster Nähe länger als wenige Sekunden anzustarren.

Risikoreduzierung & Schutzmaßnahmen

Eine Augenverletzung entsteht durch:	Sicherheitssystem	Wie das Risiko reduziert wird
1. ...die Menge an Photonen (Intensität des Strahls) ...	Eine Strahlen Aufweitung (Beam Expander) reduziert die Intensität des Strahls.	Vermeiden Sie die Verwendung von Ferngläsern oder anderen optischen Instrumenten, die den Laserstrahl bündeln können. Brillen gelten nicht als optische Instrumente.
2. ...die durch die Irisöffnung eintreten...	Die Irisöffnung ist ein natürliches System, das verhindert, dass zu viel Licht in das Auge gelangt.	Seien Sie besonders vorsichtig, wenn Sie Laser nachts verwenden, da das menschliche Auge aufgrund einer größeren Irisöffnung bei Dunkelheit anfälliger für Augenverletzungen ist.
3. ...die kontinuierlich auf einen Punkt auf der Netzhaut fokussiert werden...	Der Laserstrahl kann präzise ausgerichtet werden.	Richten Sie den Laserstrahl niemals auf Personen oder Fahrzeuge. Staren Sie niemals in den Strahl.
4. ...lange genug, um Hitze auf schädliche Niveaus aufzubauen.	Wenn sich ein Laserstrahl bewegt, ist die maximale Expositionszeit begrenzt, wodurch das Verletzungsrisiko verringert wird.	Blockieren Sie nicht die freie Bewegung des Lasergeräts.

Übersicht der Auswirkung nach Entfernung

Ergebnis der Exposition gegenüber dem Laserstrahl	Abstand bei normalem Betrieb	Abstand im Worst-Case-Szenario
Laser kann dauerhafte Augenverletzungen verursachen.	Unbeabsichtigte Exposition gegenüber einem sich bewegenden Strahl mit einer Mindestrotationsgeschwindigkeit von 1,25°/Sek.	Absichtliches Anstarren eines stationären Strahls ohne Augenschutz. Abstand < NOHD-Wert
Laser kann bei einem Piloten oder Fahrer vorübergehende Blitzblindheit verursachen und Nachbilder erzeugen.	Abstand < 480 Meter (Jenseits dieser Entfernung ist die Geschwindigkeit des Laserpunkts so hoch, dass der Laser keine gefährlichen Schäden mehr am Auge verursachen kann. Expositionszeit ist < 0,005 Sek. Wert basiert auf 250 mW Ausgangsleistung, Irisöffnung ø 7 mm bei Nachtbedingungen).	Abstand < ± 3 x NOHD-Wert
Laser kann Blendung verursachen und die Sicht eines Piloten oder Fahrers blockieren.	—	Abstand < ± 10 x NOHD-Wert
Laser kann Ablenkung verursachen, da er heller als das Umgebungslicht ist.	—	Abstand < ± 20 x NOHD-Wert

Hinweis: Die aufgeführten Gefahrenabstände dienen nur als allgemeine Orientierungshilfe.

Rechtlicher Hinweis und Niederlassungen

Dieses Dokument ist für Schulungs-, Instruktions- und Informationszwecke des Benutzers bestimmt und ersetzt keinen sachkundigen und ausgebildeten Laserschutzbeauftragten (Laser Safety Officer – LSO) mit den im ANSI Z136-Standard (herausgegeben vom American National Standards Institute) definierten Aufgaben und Verantwortlichkeiten.

Im Zweifelsfall bezüglich der örtlichen Sicherheit: Konsultieren Sie einen Laserschutzbeauftragten, um Ihre spezifische Situation zu beurteilen.

Lesen Sie vor der Verwendung unserer Produkte das Benutzerhandbuch.

**Der AVIX Autonomic wird entwickelt und hergestellt von:
Bird Control Group**

DELFT (ZENTRALE)	PORTLAND	MELBOURNE
Europa, Naher Osten, Afrika, Asien	Nordamerika, Südamerika	Australien, Neuseeland
Molengraaffsingel 8 2629 JD Delft Niederlande +31 23 230 2030	120 SW Grover Street, Suite 001 Portland, OR 97239 Vereinigte Staaten\+1-844-406-9280	350 Collins St, Suite 5 Melbourne, VIC 30009 Australien +61 3 8676 8261

Kontakt: hello@birdcontrolgroup.com | birdcontrolgroup.com
Veröffentlicht: 16. April 2024