

Whitepaper

Projektionslaser für die Bereichsmarkierung

In Kooperation mit



Simply
Precise

DIE AUTOREN



CHRISTOPH KÄHLER

ist Produktmanager für Linienlaser bei dem internationalen Lasertechnikunternehmen LAP GmbH Laser Applikationen. Christoph Kähler ist zudem zertifizierter Laserschutzbeauftragter und gefragter Vortragsreferent.



JENNIFER KATHARINA ZAHNEN

ist Inhaberin des Ingenieurbüros HSE Engineering Consulting und berät als erfahrene HSE-Ingenieurin Unternehmen in allen Fragen des Umweltschutzes, der Arbeitssicherheit und des Brandschutzes.

WARUM PROJEKTIONSLASER FÜR DIE BODENMARKIERUNG?

Projizierende Laser ermöglichen es, Bereiche wie Gehwege oder Stellflächen mittels farbiger Laserlinien deutlich sichtbar zu kennzeichnen.

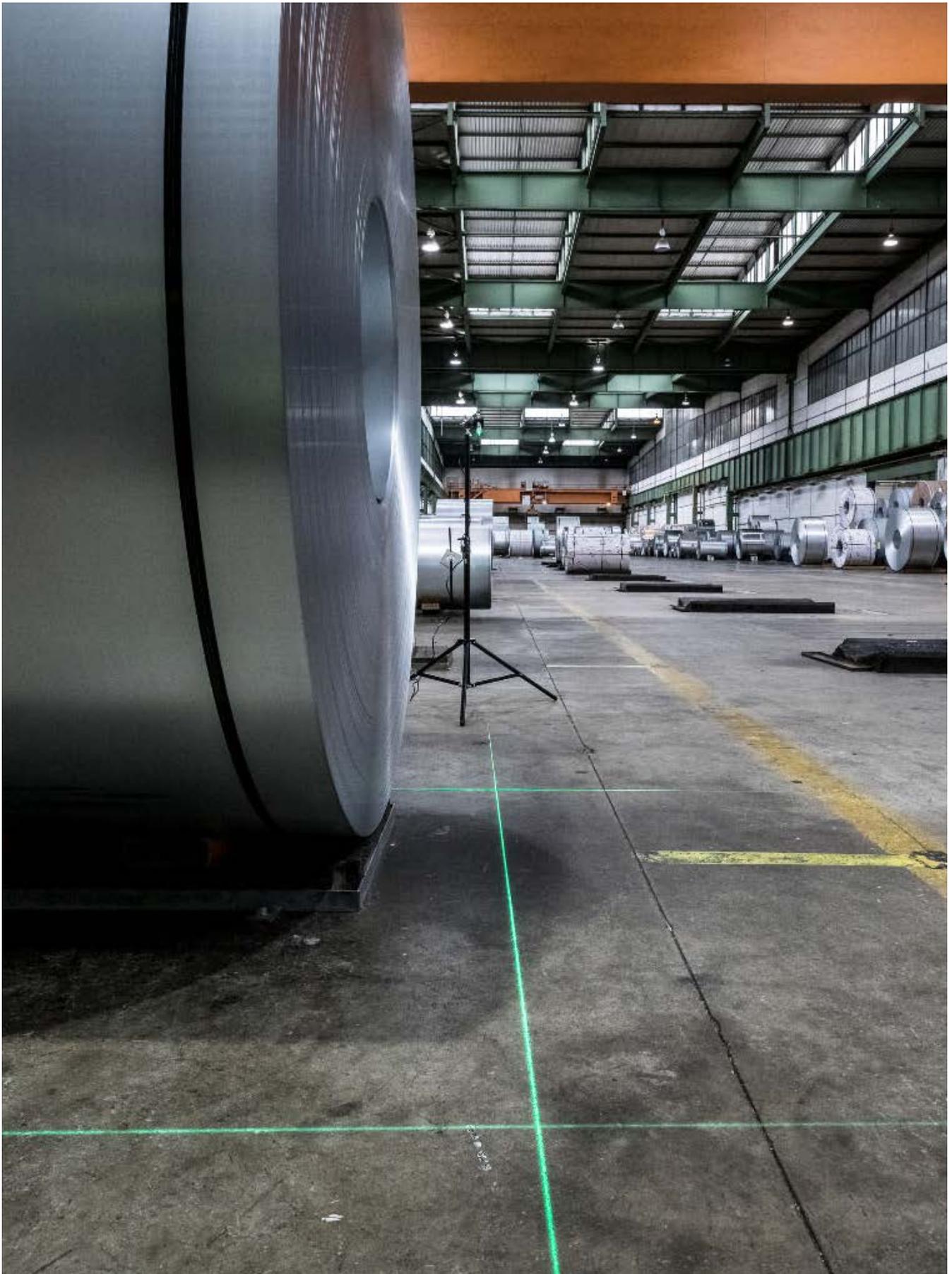
Insbesondere in Industrieumgebungen, die einen schnellen Verschleiß fördern, stellen Laser eine effektive und kosteneffiziente Alternative zu herkömmlichen Bodenmarkierungslösungen dar. Klebemarkierungen oder Lackierungen nutzen sich ab und erfordern ein regelmäßiges Erneuern. Dadurch entstehen nicht unerhebliche Kosten. Diese lassen sich durch projizierte Laserlinien konsequent vermeiden.

Damit der Lasereinsatz in der Praxis erfolgreich gelingt, gilt es einige wichtige Aspekte zu beachten.

Für welche Einsatzbereiche eignen sich Lasermarkierungen? Wie setzt man Laser für die Bereichsmarkierung richtig ein? Welcher Laser ist der richtige? Welche Umgebungsbedingungen sowie sicherheitstechnischen und rechtlichen Aspekte müssen berücksichtigt werden?

Dieses Whitepaper gibt Unternehmen Hilfestellung, den Einsatz von Linienlasern zur Bereichsmarkierung richtig abzuwägen und geeignete Laser auszuwählen. Das Whitepaper vermittelt verständlich Grundwissen und bietet Antworten auf zentrale Fragen, um Sie in Ihrem Entscheidungsprozess zu unterstützen.

Unsere Checkliste hilft Ihnen zusätzlich, die Machbarkeit im Vorfeld besser zu bewerten.



Linienlaser erzeugen permanent sichtbare farbige Markierungslinien, die auch in stark belasteten Umgebungen nicht an Sichtbarkeit verlieren.

1. AUFGABENSTELLUNG

Für die innerbetriebliche Wegesicherheit in Produktionsstätten und Logistikzentren erfordert die Unfallverhütungsvorschrift die sichtbare Kennzeichnung von Gehwegen, Stellflächen oder Sicherheitsbereichen. Doch gängige Methoden wie das Markieren der Böden mit Markierungsbändern oder -farbe können schon nach kurzer Zeit ihre Wirksamkeit verlieren. Eine Ursache ist mechanischer Verschleiß: Staplerverkehr und das Gleiten von Paletten sorgen für einen erhöhten Abrieb der Markierungen. Die Folge: Die Kennzeichnungen nutzen sich ab und sind oft bereits nach wenigen Wochen nur noch schwer erkennbar (Abbildung 1).

Eine zweite Ursache können Staub und Schmutz in der Produktionsumgebung sein. Dies trifft insbesondere in Stahlwerken, Gießereien oder Betrieben der Feuerfestindustrie zu. Zudem können Schmutzanhaftungen herkömmliche Markierungen unkenntlich machen. Ein Erneuern dieser Markierungen löst nur temporär die Problematik. Auch hochwertige Markierungsfarbe mit anschließender Versiegelung stellt keine dauerhafte Lösung dar.



Abbildung 1: Abrieb an Bodenmarkierungen

Projektionslaser können für beide Szenarien eine Alternative bieten: Die Laserlinien werden auf den Boden projiziert. So lassen sich Bereiche markieren, ohne eine Beschichtung am Boden aufzubringen. Die Vorteile: Durch Laserprojektion entsteht kein Abrieb und der zu markierende Bereich ist auch in stark belasteten Umgebungen permanent gekennzeichnet. So einfach die Lösung klingt, die Komplexität liegt im Detail. Neben Sicherheitsaspekten, die zum Schutz der Mitarbeiter berücksichtigt werden müssen, kann die Physik dem Einsatz von Projektionslasern in bestimmten Fällen einen Strich durch die Rechnung machen. Im Folgenden werden daher die grundlegenden Eigenschaften von Lasern und ihr unterschiedliches Projektionsverhalten erklärt.

2. DIE AUSWAHL DES RICHTIGEN LASERS

Grundsätzlich sollten nur industrietaugliche Laser zur Bereichsmarkierung verwendet werden. Industrielle Projektionslaser sind heute in anspruchsvollen Produktionsumgebungen wie der Luftfahrt- und Automobilindustrie, dem Maschinenbau oder der Stahl- und Aluminiumindustrie weltweit etablierter Standard. Durch den Fortschritt in der Lasertechnologie sind die Laserdioden inzwischen so klein, dass sie einen vielseitigen Einsatz ermöglichen. Diese Entwicklung hat allerdings gleichzeitig zur Folge, dass viele internationale Anbieter projizierende Laser zu einem sehr

geringen Preis über Onlineplattformen anbieten. Hier ist Vorsicht geboten, denn Laser ist nicht gleich Laser! Die Produkte unterscheiden sich erheblich in ihrer Verarbeitung, der Projektionsqualität, der Lebensdauer und folglich auch der Betriebssicherheit. LAP produziert seit 35 Jahren Projektionslaser nach Qualitätsstandards, welche die hohen Anforderungen der Industrie erfüllen. Alle Laser der XtrAlign-Familie von LAP verfügen über eine Betriebsdauer von mindestens 30.000 Stunden und eine 100-prozentig geprüfte Qualität. Ein robustes Edelstahlgehäuse nach IK10 und IP67 schützt die empfindliche Laserquelle zudem vor Staub, Wasser, Vibration und Schock. Gerade im rauen Industrieinsatz ist ein Edelstahlgehäuse günstigen Ausführungen in Aluminium deutlich überlegen.

→ **Fazit:** Der schnelle Griff zum günstigen Produkt von der Stange ist wenig zielführend. Vielmehr sind Industrielaser gefragt, die speziell auf die jeweilige Aufgabe abgestimmt sind. Wenn Sie also den Lasereinsatz für die Bodenmarkierung planen, definieren Sie ihre Anforderungskriterien im Vorfeld sorgfältig gemeinsam mit einem fachkundigen Experten.

PROJEKTIONSVERHALTEN UNTERSCHIEDLICHER LASER

Neben der Verarbeitung und Lebensdauer ist das Projektionsverhalten der Laser ein wichtiges Kriterium bei der Laserwahl. Um das optimale Projektionsergebnis zu erzielen, stehen zwei verschiedene Lasertypen zur Auswahl: Diese werden im Folgenden Laser mit „Standardstrahlaufweitung“ und Laser mit „alternativer Strahlaufweitung“ bezeichnet. Bei beiden wird die Linienprojektion mittels Zylinderlinse erzeugt, indem die Linse die punktförmige Laserquelle zu einer Linie umformt. Allerdings wirken sich die Verfahren unterschiedlich auf den Linienverlauf aus. Je nach Installationsort haben daher beide ihre jeweiligen Vorteile.

Beim „**Standardverfahren**“ erfolgt die Strahlaufweitung mittels einer Zylinderstablense (Abbildung 2). Die Strahlen an den Rändern legen dabei einen längeren Weg zurück als die Strahlen im Zentrum. In der Mitte des Strahls ist die Energiedichte am größten und somit die Sichtbarkeit der Projektion am besten. An den Enden fällt die Energie ab und die Sichtbarkeit der Projektion lässt nach.

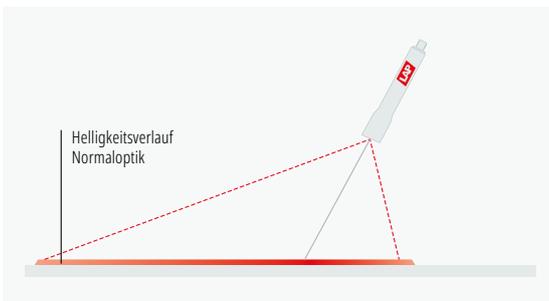


Abbildung 2:
Standardverfahren: Aufweitung des Laserstrahls
in einer Zylinderstablense

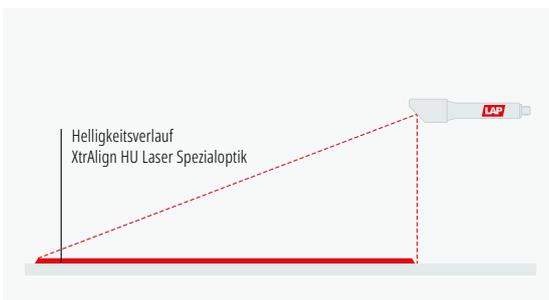


Abbildung 3:
Alternatives Verfahren: Aufweitung des Laserstrahls
mit einer Zylinderröhrchenlinse

Laser mit Standardaufweitung haben den Vorteil, dass sie über eine sehr hohe Liniengeradheit verfügen und sich auf den richtigen Projektionsabstand frei fokussieren lassen. Die „XtrAlign HD und HY“ Laser von LAP erreichen eine Liniengeradheit von $\pm 0,05$ mm/m, was ein deutliches Qualitätsmerkmal ist. Diese Eigenschaft kommt besonders dann zum Tragen, wenn mehrere Projektionslinien zu einer langen Linie zusammengefügt werden. Soll beispielsweise ein Gehweg von 50 Meter Länge projiziert werden, sind mehrere Laser dieses Typs notwendig (siehe Kapitel „Montage des Lasers“).

Bei der „**alternativen Strahlumformung**“ wird der Strahl nicht direkt aufgeweitet, sondern zusätzlich mit einer Zylinderröhrenlinse in der Optik gebrochen (Abbildung 3). Mit Lasern dieses Typs lässt sich daher eine besonders homogene Helligkeitsverteilung über die gesamte Linienlänge erzielen. Die „XtrAlign HU Laser“ von LAP verfügen über diese Spezialoptik und sind daher gut geeignet, um eine durchgehende Linie zu projizieren, die auch über eine Länge von 20 Metern nicht an Helligkeit verliert.

→ **Fazit:** Beide Projektionsverhalten haben ihre Vorteile. Welcher Laser die Anforderungen an die jeweilige Anwendung am besten erfüllt, hängt von weiteren Faktoren ab, die in den folgenden Kapiteln erklärt werden.

→ **Das sollten Sie wissen:** Aufgrund der punktförmigen Laserquelle wird die projizierte Linie entsprechend schmal sein. Eine breite Linie, wie sie bei Lackierungen für die Bereichsmarkierung üblich ist, kann über eine projizierte Linie nicht erreicht werden.

BESONDERHEITEN DES BODENS

Rauer Boden

Wie gut die Laserlinie für den Betrachter wahrnehmbar ist, hängt entscheidend vom Projektionsuntergrund ab. Ein grauer rauer Betonboden, wie er in Gewerbebetrieben häufig vorhanden ist, bietet ideale Bedingungen für die Bereichsmarkierung mittels Laser. Hier lässt sich bereits mit einer Standardstrahlaufweitung ein sehr gutes Projektionsergebnis erzielen. Die Laserlinie wird aus allen Richtungen gut erkannt.

Reflektierender Boden

Ist der Hallenboden jedoch farblich beschichtet und auch versiegelt, können Reflexionen auftreten (Abbildung 4). In eher seltenen Fällen kann der Boden sogar aus Metall bestehen (Abbildung 5). Dann ist die Bereichsmarkierung mittels Laserprojektion nur



Abbildung 4:
Boden mit Harz versiegelt,
leichte Reflexion

Abbildung 5:
Metallboden, starke Reflexion

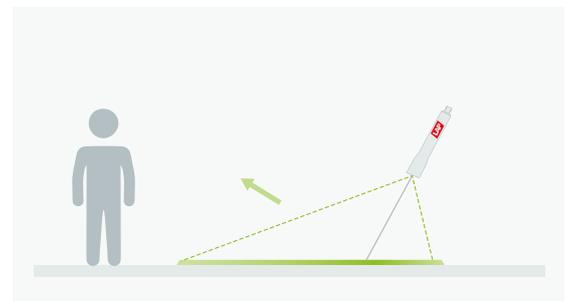
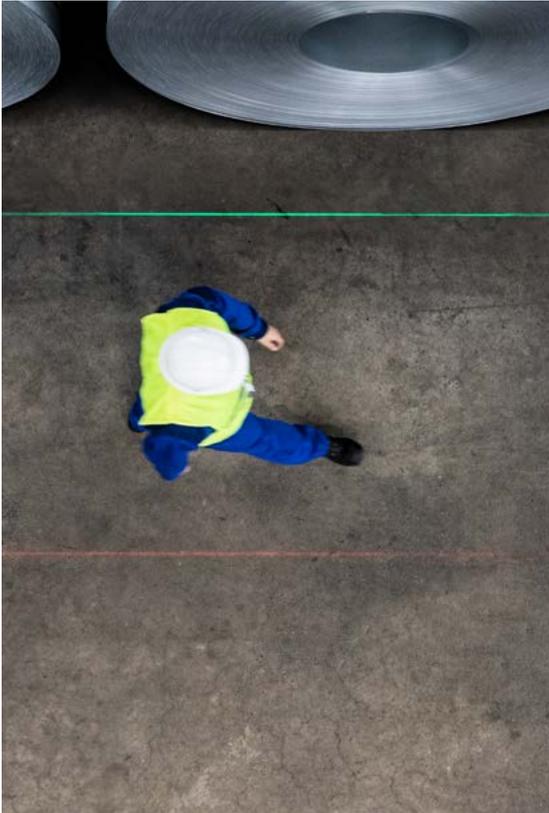


Abbildung 6:
Reflexion bei einer Standardaufweitung: Bei reflektierenden Böden muss der Betrachter entgegengesetzt der Projektionsrichtung blicken, um die Linie zu erkennen



Abbildung 7:
Reflexionen bei einer alternativen Strahlaufweitung



INFO

ROTE ODER GRÜNE LASERLINIEN?

Für Linienprojektionen sind die verbreitetsten Farben Rot, Grün und Blau. Andere Farben sind zwar auch möglich, kommen aber nur in außergewöhnlichen Anwendungen zum Einsatz. Eine rote Projektion ließe sich beispielsweise zur Markierung von Gefahrenbereichen oder Bereichen, die nicht betreten werden sollen, einsetzen. Grundsätzlich nimmt das menschliche Auge Grün besser wahr als Rot. Unter gleichen Umgebungsbedingungen ist eine grüne Projektion also immer besser zu erkennen als eine rote. Daher ist eine Kombination aus beiden Farben nicht zu empfehlen.

bedingt erfolgreich. Da der Laserstrahl entsprechend dem Projektionswinkel reflektiert wird, ist die Linie bei Lasern mit Standardstrahlaufweitung nur aus einer Richtung gut erkennbar. Für einen Betrachter, der aus einer anderen Richtung blickt, ist die Linie hingegen kaum wahrnehmbar (Abbildung 6).

Das beste Projektionsergebnis auf reflektierenden Böden lässt sich mit einer alternativen Strahlaufweitung erzielen. Da der Laserstrahl in viele Richtungen abgestrahlt wird, ist die Reflexion auch aus vielen Richtungen erkennbar (Abbildung 7) – und die Erkennbarkeit aus allen Richtungen erhöht die Sicherheit.

EINFLUSS VON UMGEBUNGSBEDINGUNGEN

Lichtverhältnisse

Den größten Einfluss auf die Sichtbarkeit der projizierten Linie für den Betrachter hat das Umgebungslicht. Stark ausgeleuchtete Betriebsstätten nimmt das menschliche Auge zwar als sehr hell wahr, die Projektion wird jedoch durch Kunstlicht nur wenig beeinflusst. Viel stärker ist der Einfluss von natürlichem Licht. Sonnenlicht, das durch Dachluken oder Fenster auf die Projektion fällt, kann die Linie nahezu unsichtbar machen. Da Sonnenlicht das gesamte Wellenspektrum abdeckt und eine sehr hohe Intensität aufweist, überlagert es jede Laserprojektion.

Staub und Schmutzanhaftungen

Beste Einsatzbedingungen bieten hingegen dunkle und staubige Umgebungen. In großen Hallen zur Metallherstellung oder -verarbeitung werden Leuchtmittel und Fenster oft von Staub, Abrieb oder auch Aerosolen verdunkelt. Herkömmliche Bodenmarkierungen mit Farbe und Bändern können zudem durch Staub und anhaftenden Schmutz ihre Sichtbarkeit einbüßen. Damit Kennzeichnungen unabhängig vom Verschmutzungsgrad dennoch sichtbar bleiben, sind diese Umgebungen geradezu prädestiniert für projizierende Laser.

→ **Das sollten Sie wissen:** Der Einsatz von Lasern zur Bereichsmarkierung im Freien (Outdoor) ist nur bei Dunkelheit möglich. Im Innenbereich (Indoor) ist darauf zu achten, dass die Laser nur an Orten ohne permanentes Sonnenlicht eingesetzt werden. Bei temporärem Sonnenlicht, wie es beispielsweise in der Nähe von Rolltoren oder anderen Eingängen auftreten kann, muss für jede Anwendung separat beurteilt werden, ob sich der Lasereinsatz für die Bereichsmarkierung eignet.

MONTAGE DES LASERS

Vor der Wahl des Lasers steht die Frage: Wo und wie kann der Laser montiert werden? Sollen die Linien einen möglichst großen Bereich abdecken, empfiehlt sich eine hohe Montageposition direkt unter der Decke. Träger an Hallendecken bieten sich hierfür an. Bei Deckenhöhen von mehr als zehn Metern sollte die Laserleistung sehr hoch (max. 40 mW) gewählt werden, um eine gute Sichtbarkeit sicherzustellen.

Bei niedrigeren Montagepositionen (zwischen ein bis drei Metern), beispielsweise über Türen oder an Regalen, können geringere Laserleistungen (z.B. 15 mW) eingesetzt werden. Bedenken Sie dabei, dass Beschädigungen durch Flurförderzeuge oder Kräne entstehen können. Achten Sie daher auf die Robustheit der Laser. Alle Laser der XtrAlign Familie von LAP verfügen über die höchste Stoßfestigkeitsklasse IK10. Dies bedeutet, dass die Laser auch bei groben Kollisionen funktionsfähig bleiben.

LAP bietet zudem eine Vielzahl an Halterungen, in denen die Laser montiert werden können und die teilweise über Feinjustiervorrichtungen verfügen. Diese Feinjustierung ist dann wichtig, wenn mehrere Laser eine Linie projizieren müssen. Je nach Umgebungsbedingungen, Montagehöhe und Bodenbeschaffenheit kann die Anzahl der benötigten Laser variieren. Damit die projizierten Linien auch als eine Linie wahrgenommen werden, müssen die Laser exakt zueinander ausgerichtet sein. Eine Halterung mit Feinjustierung, beispielsweise die „B5-HD“ von LAP, ist daher empfehlenswert.

→ **Fazit:** Prüfen Sie vor der Laserauswahl die Montageposition und Anbringung. Achten Sie bei niedrigen Höhen auf die Robustheit der Laser.



AUS DER PRAXIS

MARKIERUNG VON STELLFLÄCHEN

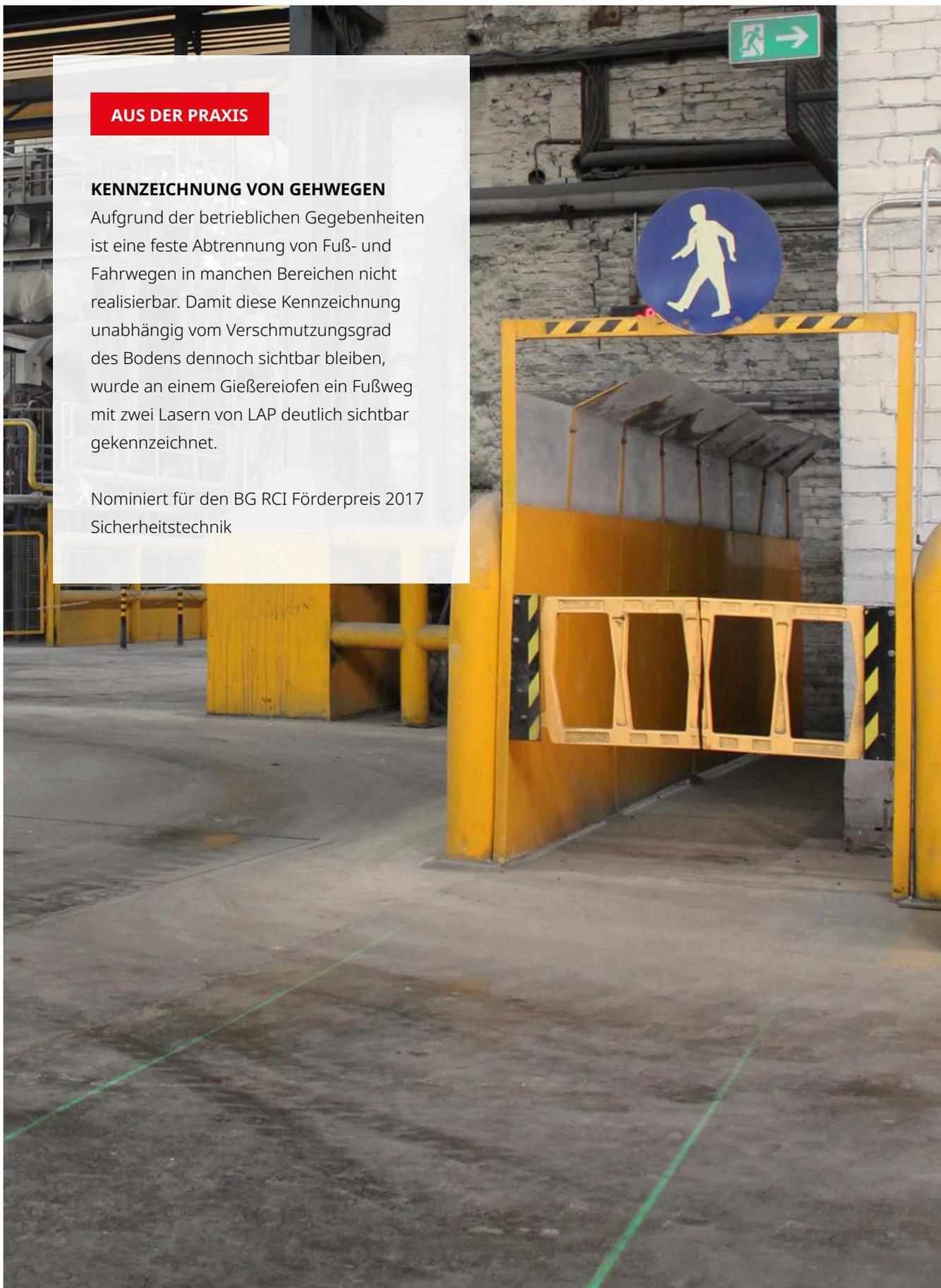
Wenn Paletten häufig an derselben Stelle abgestellt und wieder aufgenommen werden, leidet die Bodenmarkierung besonders stark. Die Markierung mittels Lasern bietet hier viele Vorteile. Neben der guten Sichtbarkeit der grünen Projektion braucht die Markierung nicht erneuert werden. Sollte der Stellplatz einmal verlegt werden, so müssen auch keine Rückstände der Markierung entfernt werden.

AUS DER PRAXIS

KENNZEICHNUNG VON GEHWEGEN

Aufgrund der betrieblichen Gegebenheiten ist eine feste Abtrennung von Fuß- und Fahrwegen in manchen Bereichen nicht realisierbar. Damit diese Kennzeichnung unabhängig vom Verschmutzungsgrad des Bodens dennoch sichtbar bleiben, wurde an einem Gießereiofen ein Fußweg mit zwei Lasern von LAP deutlich sichtbar gekennzeichnet.

Nominiert für den BG RCI Förderpreis 2017
Sicherheitstechnik



3. BETRIEBS SICHERHEIT

AUF DIE LASERKLASSE KOMMT ES AN

Damit Sie Positionierlaser sicher einsetzen, sollten Sie wissen, welcher Leistungsklasse der Laser Ihrer Wahl entspricht und wie Sie die Laserklassen richtig bewerten. Gemäß der Norm DIN EN/IEC 60825-1:2015 wird jeder Laser einer Klasse zugeordnet. Grundlage für die Klassifizierung (Abbildung 9) sind die Wellenlänge (sichtbares oder unsichtbares Spektrum) sowie die Laserleistung. Die maximal erlaubte Leistung wird im Abstand von 70 Millimetern oder 100 Millimetern entlang der Laserlinien gemessen. Dabei wird die Stelle der Linie bestimmt, welche die höchste Leistungsdichte aufweist.

Laser der **Laserklasse 1** werden als gefahrlos eingestuft und können ohne Schutzmaßnahmen betrieben werden. Allerdings ist die Laserleistung so gering, dass eine projizierte Linie auch unter günstigen Bedingungen nur sehr schwer zu erkennen ist.

Laser der **Laserklassen 2 und 2M** werden im Normtext zwar als „potenziell gefährlich“ beschrieben, ein Kontakt von weniger als 0,25 Sekunden Dauer verursacht jedoch gemäß Normtext keine Schäden. Wenn also Laser der Klassen 2 und 2M so eingesetzt werden, dass Personen nicht direkt geblendet werden, ist auch dieser Einsatz ungefährlich.

Erst ab dem Einsatz der **Laserklasse 3R** und höher müssen spezielle Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden. Dazu gehört unter anderem, dass der Einsatzbereich als Laserbereich ausgewiesen wird und ein Laserschutzbeauftragter im Betrieb benannt werden muss.

→ **Das sollten Sie wissen:** Die gesamte Laserleistung verteilt sich auf die Linie. Daher kann es vorkommen, dass Laser eine sehr hohe interne Leistung aufweisen und doch in eine niedrige Laserklasse eingestuft werden.



Abbildung 8:
Beispiel eines Laserwarnschildes nach EN 60825-1.
Die Laserklasse muss als Hinweis ebenfalls am Laser deutlich sichtbar sein.

LASER-KLASSE	MAX. ERLAUBTE LEISTUNG BEI 70 mm	MAX. ERLAUBTE LEISTUNG BEI 100 mm
1	1,18 mW	
2	3,0 mW	
2M		3,0 W
3R	15,0 mW	
3B	500 mW	
4	> 500 mW	

Abbildung 9:
Laserklassen nach EN/IEC 60825-1

DIE GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG

Um die Sicherheit im Betrieb gewährleisten zu können, muss der Betreiber eine Gefährdungsbeurteilung nach den „Technischen Regeln ortsfester Strahlquellen“ (TROS) durchführen und die „Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung“ (OStrV) einhalten. Wenn Sie eine Laserinstallation planen, muss daher untersucht werden, ob Personen durch die Laser geblendet werden können.

Dabei spielen die Bewegungen der unterschiedlichen Verkehrsteilnehmer im Betrieb eine wichtige Rolle (Abbildung 10 und 11).

Das dargestellte Beispiel (Abbildung 11) zeigt als Anwendungsfall die Markierung von Gehwegen. Dabei sollen Fuß- und Fahrwege mittels Lasermarkierung sichtbar voneinander abgegrenzt werden. Untersucht wurden typische Bewegungen von Fußgängern, Flurförderzeugen und innerbetrieblichem Verkehr wie Lkw und die damit einhergehenden natürlichen Blickrichtungen der Verkehrsteilnehmer.

Es ist ersichtlich, dass bei normalen Bewegungen der Verkehrsteilnehmer im Betrieb ein zufälliges Hineinblicken in den Laserstrahl nahezu ausgeschlossen werden kann (Abbildung 10).

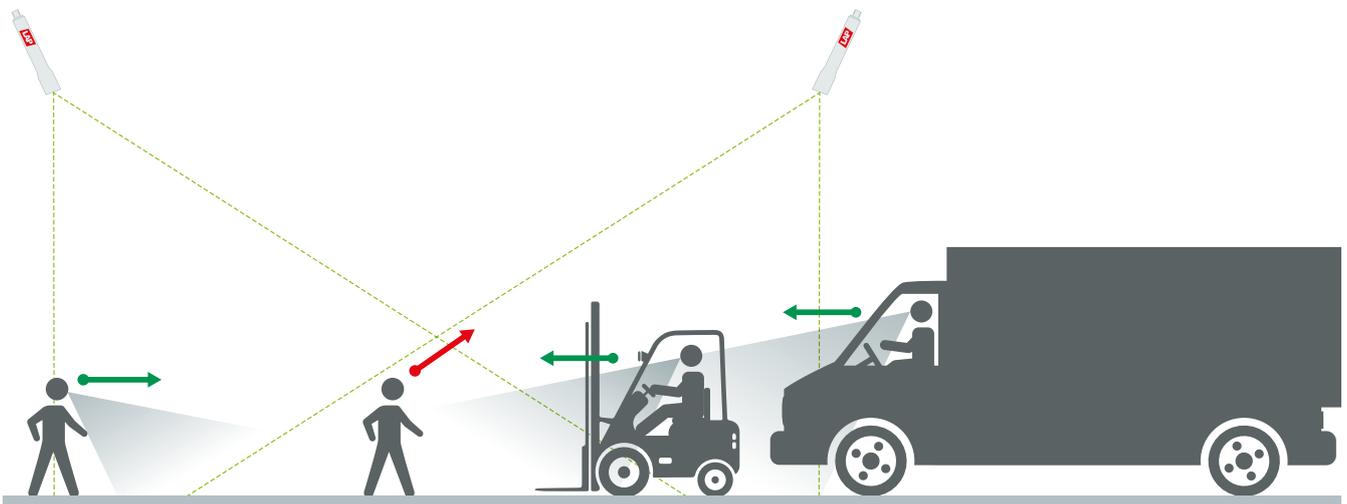


Abbildung 10:
Bei normalen Bewegungen im Betrieb sind die Blickrichtungen der Verkehrsteilnehmer unbedenklich.

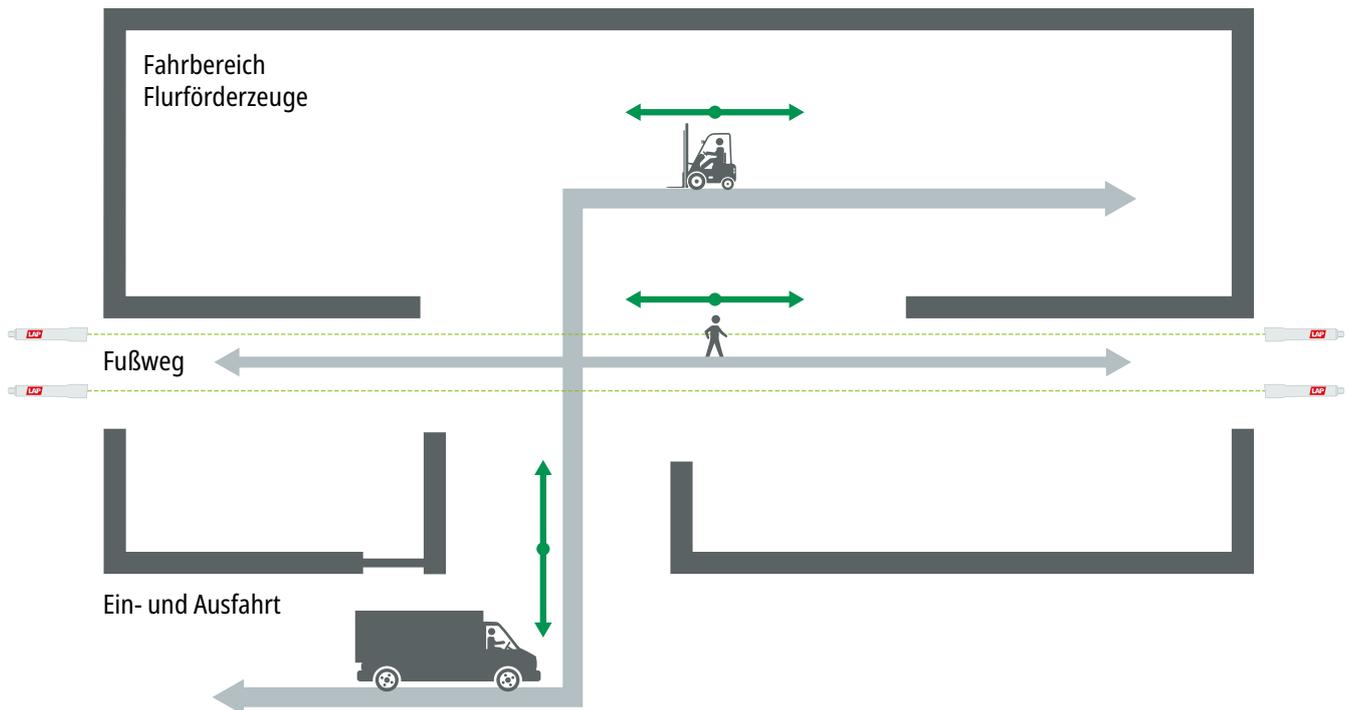


Abbildung 11:
Die Grafik zeigt ein Beispiel für die Bewegungsrichtungen unterschiedlicher Verkehrsteilnehmer im Betrieb.

Sollte wider Erwarten eine Blendung möglich sein, müssen die Expositionswerte ermittelt werden. Der Expositionswert ergibt sich aus der Energie, die tatsächlich in die Netzhaut eingetragen wird. Die genaue Berechnung und die Grenzwerte sind in der TROS dargestellt. Da für die Bereichsmarkierung jedoch aufgeweitete Laserquellen verwendet werden und deren Montagehöhe in der Regel weit oberhalb der Augenhöhe liegt, ist die tatsächliche Energie, die auf der Netzhaut auftritt, sehr gering und daher auch ungefährlich.

→ **Das sollten Sie wissen:** Wenn Laser der Laserklasse 3R oder 3B eingesetzt werden, kann bei genauer Untersuchung die Gesamtinstallation aufgrund des Expositionswertes sogar in Laserklasse 2 eingestuft werden. Diese Untersuchung kann aber nur ein zertifizierter Lasersicherheitsbeauftragter durchführen.



RECHTLICHE HINWEISE

Lasermarkierungen sind in Bereichen mit erhöhtem Risiko nur im Verbund mit weiteren Sicherheitsmaßnahmen zu verwenden. Gemäß dem Technik Organisation Personal (TOP)-Prinzip ist die Laserkennzeichnung eine organisatorische Maßnahme und in Kombination mit weiteren Maßnahmen als Gesamtsystem wirksam. Wenn Sie in Ihrer Gefährdungsbeurteilung Gefährdungen ermitteln, die trennende Schutzeinrichtungen wie Barrieren, Schutzgitter, Lichtschranken oder Geländer fordern, ist die Kennzeichnung mittels Laser allein nicht ausreichend.

Dies gilt gleichermaßen für eine farbige Markierung. Diese bietet auch keine Absturzsicherung oder Schutz vor mechanischen Gefahren.

Der Fall, dass die projizierte Linie nicht erkennbar ist oder ein technischer Defekt des Lasers vorliegt, muss in der Gefährdungsbeurteilung genau betrachtet werden. Je nach Art der Gefährdungen für die Verkehrsteilnehmer sind geeignete Zusatzmaßnahmen zu überlegen.

→ **Fazit:** *Die Lasermarkierung von Bereichen mit erhöhtem Risiko sollte deshalb immer auf einer Gefährdungsbeurteilung basieren, die von einem Sicherheitsingenieur oder einer Fachkraft für Arbeitssicherheit begleitet wurde.*

4. ZUSAMMENFASSUNG

Der Einsatz von Lasern für die innerbetriebliche Bereichsmarkierung bietet viele Vorteile: Er stellt eine kosteneffiziente Alternative zu gängigen Kennzeichnungsmethoden dar. Das kostspielige und aufwendige Erneuern von Klebe- oder Farbmarkierungen entfällt. Linienprojektionen bieten zudem eine dauerhaft sichtbare Kennzeichnungslösung. Besonders in Produktionsstätten, in denen Staub und Schmutzanhaftungen herkömmliche Bodenmarkierungen unkenntlich machen können, sind Lasermarkierungen eine effektive Möglichkeit, um die Sichtbarkeit trotzdem zu gewährleisten.

Die Realisierung ist jedoch nicht trivial. Arbeitsschutz sowie technische und rechtliche Aspekte müssen berücksichtigt werden. Um das bestmögliche Ergebnis zu erzielen und Fehlinvestitionen zu vermeiden, ist es ratsam, die Machbarkeit im Vorfeld genau zu prüfen. Dieses Whitepaper und die Checkliste auf Seite 15 geben Ihnen eine Entscheidungshilfe für den Praxiseinsatz an die Hand.

5. MACHEN SIE DEN PRAXIS-CHECK!

EIGNET SICH DER LASER-EINSATZ FÜR IHRE AUFGABE?

	JA	NEIN
KEIN DIREKTES SONNENLICHT?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BODEN MIT GERINGER REFLEXION?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
INSTALLATION AN DECKE ODER ANDEREN GEEIGNETEN ORTEN OHNE ABSCHATTUNG MÖGLICH?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
NICHT ALLEINIGE SCHUTZMAßNAHME?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ALLES MIT JA BEANTWORTET? DANN LOS!

KONTAKTIEREN SIE UNS!

Weiterführende Expertenhilfe in Fragen der Betriebssicherheit bietet Jennifer Katharina Zahnen, Inhaberin von HSE Engineering Consulting. Bei technischen Fragen und bei der Auswahl des richtigen Lasers unterstützen die Experten von LAP, Caren Lüdemann (Vertrieb) und Christoph Kähler (Produktmanagement).

ANSPRECHPARTNER

Caren Lüdemann
linelaser@lap-laser.com

Christoph Kähler
C.Kaehler@lap-laser.com

Jennifer Katharina Zahnen
jenna.zahnen@hse-nrw.de

ÜBER LAP

LAP ist ein weltweit führender Anbieter von Systemen zur Steigerung von Qualität und Effizienz durch Laserprojektion, Lasermessung und weiterer Verfahren. Jährlich liefert LAP 15.000 Einheiten an Kunden unter anderem aus den Branchen Strahlentherapie, Stahlerzeugung und Composite-Verarbeitung. 350 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind an den Standorten in Europa, Amerika und Asien tätig.

www.lap-laser.com

ÜBER HSE

Das Ingenieurbüro HSE Engineering Consulting berät Unternehmen in Fragen der Arbeitssicherheit und Anlagensicherheit sowie des Umwelt- und Brandschutzes. Darüber hinaus bietet das Unternehmen Sicherheitseinweisungen und Trainings an, die individuell auf Unternehmen zugeschnitten sind.

www.hse-nrw.de



LAP GmbH

Laser Applikationen

Zeppelinstr. 23

21337 Lüneburg

Germany

Phone +49 4131 95 11-95

Email info@lap-laser.com

www.lap-laser.com