

Vorschläge und Lösungsmöglichkeiten

Handtaster

Kann auf eine manuelle Zufuhr von Zusatzwerkstoffen verzichtet werden, sollte eine Zweihandbetätigung (DIN EN 574) mit 3-stufigem Zustimmenschalter (DIN EN 60947-5-8) zum Einsatz kommen.

Auflagekontrolle

HLG, die auf das Werkstück aufgesetzt werden, sollten über eine Auflagekontrolle verfügen. Geeignete Sensoren sind:

- Mechanische, stößelbetätigte Schalter: Sie sind robust, es können jedoch Verschmutzungs- und Verhakungseffekte auftreten.
- Stromdurchflossene Kontaktnadeln: Dafür muss das Werkstück leitfähig sein. Die Nadeln können verhaken, Anhaftungen an den Nadeln sind möglich.
- Berührungslos wirkende induktive Sensoren: Sie sind robust, das Werkstück muss jedoch leitfähig sein. Der Reduktionsfaktor sowie die Schaltabstände bestimmen maßgeblich die Prozesstoleranz des Sensors.
- Berührungslos wirkende kapazitive Sensoren: Sie sind geeignet auch für Nicht-Metalle. Es können jedoch Querempfindlichkeiten gegenüber möglichen Fluiden in der Prozess-/Messzone auftreten.

Abstandskontrolle

Abstandskontrollen sind einsetzbar für HLG, die auf das Werkstück aufgesetzt oder frei geführt werden.

- Ultraschallsensoren: Sie sind robust, klein bauend, auch für größere Abstände geeignet. Es können jedoch Querempfindlichkeiten durch hohe Gasgeschwindigkeiten im Messbereich auftreten.

Lage- und Positionskontrolle

Lage- und Positionskontrollen sind einsetzbar für HLG, die auf das Werkstück aufgesetzt oder frei geführt werden.

- Neigungssensoren: Sie besitzen eine geringe Baugröße, liefern ein analoges Signal, das durch einen Grenzwertschalter einfach auszuwerten ist. Die Grenzen sind leicht definierbar.
- Beschleunigungssensoren (linear, Gyroskope): Sie weisen eine geringe Baugröße auf, liefern ebenfalls ein analoges Signal. Die Schwellwerte sind jedoch komplizierter zu definieren als bei Neigungssensoren, da durch manuelles Führen und gegebenenfalls Verhaken bereits hohe Beschleunigungen auftreten können.

Strahlführungskontrolle

- Thermosensoren: Die Strahlführungsabschirmung sollte hier eine gute Wärmeleitung aufweisen. Auf dem Umfang der Strahlführungsabschirmung müssen mehrere Sensoren platziert sein, um für beliebige Einfallswinkel Fehler in der Strahlführung schnell zu erkennen.

Das Projekt hat gezeigt, dass es weder den universellen Sensor noch die universelle Sicherheitssteuerung für handgeführte Laser zur Materialbearbeitung gibt. Die Auswahl und Kombination sollte je nach Anwendung und Bauform des HLG erfolgen.



Forschung für Arbeit und Gesundheit

Sichere und gesunde Arbeitsbedingungen stehen für sozialen Fortschritt. Sie ermöglichen Unternehmen wie auch der gesamten Volkswirtschaft einen Vorsprung im globalen Wettbewerb.

Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) forscht und entwickelt im Themenfeld Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, fördert den Wissenstransfer in die Praxis, berät die Politik und erfüllt hoheitliche Aufgaben – im Gefahrstoffrecht, bei der Produktsicherheit und mit dem Gesundheitsdatenarchiv. Die BAuA ist eine Ressortforschungseinrichtung im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales.

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Friedrich-Henkel-Weg 1–25
44149 Dortmund
Telefon 0231 9071-2071
Fax 0231 9071-2070
info-zentrum@baua.bund.de
www.baua.de



Eingebaute Sicherheit –
Sichere Konstruktion
handgeführter Laserwerkzeuge

Handgeführte Laser zur Materialbearbeitung

Handgeführte Laser zur Materialbearbeitung (HLG) etablieren sich neben automatisierten Laseranlagen in einer Reihe von Anwendungsfeldern. Im Maschinen- und Anlagenbau werden handgeführte Laser ebenso eingesetzt wie in der Automobilindustrie, im Schiffbau und bei der Restaurierung von Denkmälern. Ob Feinschweißen, Auftragschweißen, Schneiden, Härten, Reinigen von Oberflächen oder auch Beschriften – handgeführte Laser eignen sich für viele Bearbeitungsmethoden. Als mobile Geräte eignen sich handgeführte Laser für hochpräzise Bearbeitungen großer stationärer Werkstücke oder Flächen, die nicht bewegt werden können. Der Laser kann einfach vor Ort gebracht und ohne vorherigen Programmieraufwand präzise von Hand über das Werkstück geführt werden. Die Vorteile des Lasers werden für die Reparatur von Anlagen, zum Beispiel Gesenke in Schmieden, aber auch bei der Reinigung von Fassaden genutzt. In der Demontage von Industrieanlagen hat der handgeführte Laser den Schweißbrenner ebenfalls teilweise ersetzt.

So sicher wie ein stationärer Laser?

Anders als bei eingehausten Laser-Handarbeitsplätzen, beispielsweise in der Goldschmiede oder im Dentallabor, kann die Bearbeitungszone vieler handgeführter Lasergeräte nur teilweise oder gar nicht abgeschirmt werden, weil sonst eine dreidimensionale Bearbeitung nicht möglich ist. Selbst bei bestimmungsgemäßem Betrieb, insbesondere jedoch in vorhersehbaren Fehlerfällen, können Beschäftigte gefährlicher Laserstrahlung ausgesetzt sein. Dabei steigt das Risiko nicht nur mit zunehmender Ausgangsleistung des Lasers. Auch die eingesetzten Optiken und die Prozessdauer können das Risiko dieser Gefährdung erhöhen.

Anforderungen und Risiken

Auf die sichere Konstruktion kommt es an

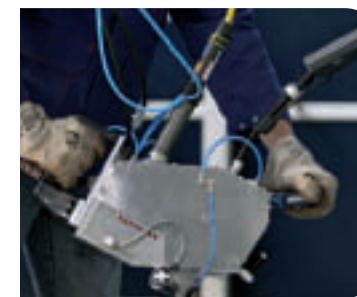
Internationale Sicherheitsnormen wie die DIN EN ISO 12100 verlangen eine inhärent sichere Konstruktion, um die mit der Anwendung eines Geräts oder einer Maschine verbundenen Risiken zu vermindern. Geeignete persönliche Schutzausrüstung (PSA) wie Laserschutzbrillen oder Schutzkleidung bietet einen wirksamen Schutz, stellt im Sinne dieser Sicherheitsphilosophie aber eine ergänzende Schutzmaßnahme dar, die nur temporär eingesetzt werden sollte.

Risiken erforschen, Lösungen finden

Doch wie konstruiert man ein sicheres handgeführtes Lasergerät zur Materialbearbeitung? Welche Fehlerfälle sind vorhersehbar? Welche Risiken entstehen, wenn Beschäftigte der Laserstrahlung ausgesetzt werden? Welche Anforderungen müssen an die Konstruktion gestellt werden, um das Risiko so gering wie möglich zu halten? Die BAuA hat zur Untersuchung genau dieser Fragen ein Entwicklungsprojekt gefördert. Ziel war es, Sicherheitskonzepte für handgeführte Lasergeräte zu entwickeln und konstruktive sowie technische Maßnahmen zu definieren. Das Hauptaugenmerk wurde dabei auf eine sichere Steuerungstechnik gerichtet. Sie muss in der Lage sein, mögliche Fehler sehr schnell zu erkennen und den Laser auszuschalten, bevor es zu Gesundheitsrisiken kommt. Zu diesem Zweck wurden am Laserzentrum Hannover verschiedene Versuchsträger gebaut. So konnten praxisnahe Versuche mit und ohne Laserstrahlung durchgeführt werden. Die Ergebnisse informieren Hersteller und Anwender über die mit der Benutzung von handgeführten Laserwerkzeugen verbundenen Gefährdungen und Risiken. Empfehlungen für konstruktive und technische Maßnahmen wurden abgeleitet.

Die Bedeutung von Sensoren

Leistungsstarke Laser bergen ein hohes Verletzungsrisiko, wenn sie unkontrolliert durch den Raum strahlen. Deshalb muss ein wirksames Sicherheitskonzept verhindern, dass Laserstrahlung im Fehlerfall frei in den Raum abstrahlen kann. Bei Fehlern in der Strahlführung muss verhindert werden, dass Strahlung aus dem Gerät austreten kann. Sensoren kommt dabei eine wichtige Rolle zu. Um die verschiedenen Anwendungen und Bauformen von HLG, zum Beispiel Aufsatzgeräte oder frei geführte Geräte, zu untersuchen, wurde eine große Bandbreite von Sensoren geprüft. Generell müssen für HLG eingesetzte Sensoren Anforderungen an ein geringes Gewicht, eine kleine Baugröße und die Eignung als sicherheitsbezogenes Bauteil in einer Sicherheitssteuerung erfüllen.



In fünf Schritten zu einem Sicherheitskonzept

Die Erarbeitung eines Sicherheitskonzeptes für HLG sollte unter Beachtung der DIN EN ISO 13849-1 erfolgen. Dabei sind die folgenden fünf Schritte zu beachten:

1. Ausgangspunkt ist die Gefährdungsanalyse und die Beurteilung des Risikos durch Laserstrahlung. Dabei sind insbesondere vorhersehbare Fehlerfälle zu berücksichtigen.
2. Danach werden die Sicherheitsfunktionen mit ihren jeweiligen Eigenschaften festgelegt.
3. Im nächsten Schritt wird für jede vorgesehene Sicherheitsfunktion ein erforderlicher Performance Level (PL_r) festgelegt. Je nach Beitrag eines sicherheitsbezogenen Bauteils zur Risikominderung ergibt sich ein bestimmter PL_r . Um den notwendigen Performance Level zu erreichen, muss die Architektur der Sicherheitssteuerung typischerweise eine durchgängige Redundanz und Diversität aufweisen.
4. Nach Auswahl der sicherheitsbezogenen Bauteile müssen anhand der sicherheitsbezogenen Kenndaten/Parameter der Bauteile die Zuverlässigkeitswerte einschließlich des erreichten Performance Levels (PL) berechnet werden. Hilfestellung bieten Software-Produkte (z. B. SISTEMA) mit denen der PL der sicherheitsbezogenen Steuerung automatisiert berechnet werden kann.
5. Die Systemreaktionszeit des Gesamtsystems bis zum Isolieren/Deaktivieren der Laserstrahlung muss verifiziert werden. Diese mögliche Expositionszeit ist den Werten für die maximal zulässige Expositionszeit auf Basis der maximal zulässigen Bestrahlungswerte gegenüberzustellen, um Aussagen über mögliche Risiken treffen zu können.