

Filtrationstechnische Sicherheit: Brandrisiken und Brandschutz bei der Filtration von Laserrauchen

Durch den Materialabtrag bei der Laserbearbeitung entstehen gasförmige und feststoffhaltige Emissionen. Bei der Partikelfracht handelt es sich um Feststoffe mit einer sehr geringen Partikelgröße. Etwa 90 % der bei der Lasermaterialbearbeitung entstehenden Partikel liegen in einem Bereich unter 10 µm. Neben diesen sehr feinen und lungengängigen Stäuben entstehen aber auch sog. »Schweißperlen« oder Funken, die einen Durchmesser von bis zu 2 mm und eine Temperatur bis zu 1.500 °C aufweisen. Kleinere Abfallstücke mit beliebiger Geometrie können ebenfalls Temperaturen von mehreren hundert Grad aufweisen.

Sowohl bei der Bearbeitung von Metallen als auch von sämtlichen organischen Stoffen handelt es sich bei der in den Rauchen mitgeführten Partikelfracht um brennbare Materialien. Lediglich bei der Bearbeitung von mineralischen Materialien und Keramiken (Metalloxide) entstehen ausschließlich nicht brennbare Stoffe, welche bei einer weiterführenden sicherheitstechnischen Betrachtung nicht näher beleuchtet werden müssen.

Um einen Brand auszulösen sind neben dem brennbaren Material, also dem Staub selbst, zusätzlich Sauerstoff und eine wirksame Zündquelle erforderlich. Die Zufuhr von Sauerstoff durch die umgebende Luft lässt sich bei Laserbearbeitungsprozessen, außer bei völlig abgekapselten Bearbeitungsräumen, nicht vermeiden. Jedoch können sowohl geräteeigene Zündquellen als auch der Eintrag von Zündquellen von außerhalb der Filteranlage verhindert werden. Auf beide Punkte und ebenso auf die Beeinflus-

sung der Brennbarkeit eines Staubes wird im Nachfolgenden eingegangen.

Brennbarer Staub – Brandausbreitung

Das Brand- und Abbrandverhalten eines Stoffes wird mit der Brennzahl (BZ) charakterisiert. Sie ist ein Kriterium für die Ausbreitung eines Brandes nach lokaler Einwirkung einer Zündquelle (glühender Platindraht). Bei Stoffen mit der Brennzahl 1 bis 3 breitet sich der Brand nicht selbstständig aus. Stäube aus Laserbearbeitungsprozessen weisen erfahrungsgemäß jedoch häufig eine Brennzahl von 4 oder 5 auf. Bei diesen Brennzahlen breitet sich ein Brand auch nach Wegnahme der Zündquelle weiter aus.

Staubeigene Zündquellen

Bei den Zündquellen sind zunächst die staubeigenen Zündquellen zu betrachten. Diese entstehen durch Selbsterhitzung einer abgelagerten Staubmenge, z. B. im Staubsammelbehälter einer Filteranlage. Staubpar-

tikel aus der Laserbearbeitung von Metallen oxidieren im abgelagerten Zustand in der Filteranlage weiter. Bei einer Oxidation handelt es sich um eine exotherme Reaktion, welche Wärme freisetzt und dadurch den abgelagerten Staub erhitzt. Diese Temperaturerhöhung führt wiederum zu einer noch schnelleren Oxidation und zu noch mehr Wärmefreisetzung. Bei diesem Kaskadeneffekt spielt auch die Menge des abgelagerten Staubes eine entscheidende Rolle.

Je größer eine Staubschüttung (z. B. in einem Staubsammelbehälter), desto größer ist auch die Wärmedämmung dieser Schüttung, was zu einem Wärmestau und zu einer weiteren Erhitzung des Staubes führt. Diese Selbsterhitzung führt beim Erreichen der Zündtemperatur zur Selbstentzündung. Zinkhaltige Stäube (z. B. aus der Laserbearbeitung von verzinkten Blechen) oder Metallstäube, die mit organischen Materialien versetzt sind (z. B. aus der Laserbearbeitung von öligen oder folierten Blechen), neigen besonders stark zu dieser Selbstentzündung. Zu beachten ist auch, dass eine Erhöhung der Umgebungstemperatur um 10 Grad zu einem verdoppelten Oxidationsrisiko führt.

Eine weitere chemische Reaktion, die zu einer Selbsterhitzung und damit einer Selbstentzündung führen kann, ist die Thermitreaktion zwischen Eisenoxid und Aluminium. Liegen diese Stäube gemischt in einer Filteranlage vor, kann es zum Austausch des Sauerstoffs zwischen dem oxidierten Eisen und dem Aluminium kommen. Auch bei dieser Reaktion werden große Wärmemengen freigesetzt, was wiederum zu einer schnelleren Thermitreaktion und zu noch mehr Wärmezeugung führt, wodurch die Selbstentzündungstemperatur erreicht werden kann.

	Brennzahl	Art der Reaktion
KEINE Brandausbreitung	BZ1	kein Entzünden
	BZ2	kurzes Entzünden und rasches Auslöschung
	BZ3	örtliches Brennen oder Glühen mit geringer Ausbreitung
Brandausbreitung	BZ4	Durchglühen ohne Funkenwurf (Glimmbrand)
	BZ5	feuerwerksartige Verbrennung
	BZ6	sehr rasches Durchbrennen unter Flammerscheinung

▲ Definition der unterschiedlichen Brennzahlen.



▲ Filteranlage Typ Herding COMP mit Funkenvorabscheider und integrierter Löschanlage.

Vorbeugende Schutzmaßnahmen

Bei dem »Vermeiden von Brennstoff« handelt es sich um eine primäre, vorbeugende Maßnahme, welche die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Brandes reduziert. Durch die Beimischung eines nicht brennbaren Materials (z. B. Calciumcarbonat) kann die Brennzahl des Staubgemischs in der Filteranlage reduziert werden. Erfahrungsgemäß liegt das hierfür benötigte Mengenverhältnis von Laserrauch zu Inertmaterial bei ca. 1:1, ist jedoch vom konkret vorliegenden Staub und dessen Charakteristik abhängig. Das inerte Material kann mithilfe des Herding® MULTICOATER automatisiert und mengenkontrolliert in die Filteranlage zudosiert werden.

Bei der ebenfalls vorbeugenden sekundären Schutzmaßnahme »Vermeiden von wirksamen Zündquellen« sind zunächst die geräteeigenen Zündquellen zu betrachten. Diese Zündquellen werden durch das Maßnahmenpaket des »konstruktiven Potentialausgleichs« verhindert.

Um zu vermeiden, dass sich der abgelagerte Staub durch elektrostatische Entladung entzündet, sind die rohgasseitigen, leitfähigen Bauteile leitend miteinander verbunden, die rohgas-



▲ Sinterlamellen-Filtermedien Typ Herding DELTA und Herding DELTA².

seitigen Bauteile mit einer Pulverbeschichtung mit Durchschlagsfestigkeit kleiner 4 kV versehen, die Filterelemente nicht aufladbar, bzw. antistatisch ausgeführt sowie die Filterelemente und der Staubsammelbehälter zwangsgeerdet.

Darüber hinaus muss sicher verhindert werden, dass von außerhalb der Filteranlage wirksame Zündquellen eingetragen werden. Größere Partikel mit hohen Temperaturen und einer entsprechenden Masse, wie sie auch bei der Materialbearbeitung von Metallen entstehen (Schweißperlen, Funken), können in der Filteranlage als Zündquelle wirken und müssen deshalb sicher vorabgeschieden werden. Hierfür dient als Schutzmaßnahme ein Funkenvorabscheider.

Der Herding® Funkenvorabscheider besteht aus einer Schüttschicht-Kassette mit einer Keramik-Kugelschüttung und kann im Filtergehäuse integriert werden. Funken und grobe Partikel, welche als Zündquelle wirken können, werden von diesem Grobpartikelabscheider sicher zurückgehalten. Dies wurde eindrucksvoll mittels Hochgeschwindigkeitsaufnahmen bestätigt.

Filteranlage mit Löscheinrichtung

Neben diesen vorbeugenden Schutzmaßnahmen, welche die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Brandes reduzieren, kann als weitere Schutz-

maßnahme eine Branddetektion und eine Löschanlage zum Einsatz kommen. Diese können einen Brand nicht verhindern jedoch die Auswirkungen und den Schaden signifikant reduzieren. Zur Branddetektion kommen in Herding® Filteranlagen verschiedene Melder zum Einsatz.

Im Rohgasraum befindet sich ein Wärmemelder, der Reingasraum wird von einem Infrarotmelder

(Funkenmelder) und einem Rauchmelder überwacht. Als Löschgas können je nach Anwendungsfall neben dem Verdrängungsgas Kohlendioxid auch die Inertgase Stickstoff und Argon zum Einsatz kommen. Inertgase sind insbesondere dann erforderlich, wenn mit besonders hohen Verbrennungstemperaturen (z. B. bei Titan oder Magnesium) zu rechnen ist. Damit das Löschgas nicht entweicht und eine inerte Atmosphäre aufgebaut werden kann, sind auf der Roh- und Reingasseite der Filteranlage Klappen oder Schieber erforderlich.

In Filteranlagen der Baureihe Herding® COMP kann eine solche Löscheinrichtung mit Branddetektion komplett integriert werden.

Neben diesen sicherheitstechnischen Einrichtungen gibt der Herding® Sinterlamellenfilter durch seine reine Oberflächenfiltration und starre Bauweise zusätzliche Betriebssicherheit. Er steht für höchste Reingasqualität, konstante Absaugluftmenge und eine sehr lange Standzeit.

■ INFO

Autor:
Dipl.-Ing. (FH) Markus Mußemann
Herding GmbH Filtertechnik
August-Borsig-Str. 3
92224 Amberg
Tel.: 09621 630-0
Fax: 09621 630-120
E-Mail: info@herding.de
www.herding.de