



Additive Fertigung (ohne Einsatz von krebserzeugenden Metallen)

Branche: Metall

Entzündbarer Feststoff. (H228)

In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase. (H261)

Einatmen von Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol vermeiden. (P261)

Keinen Kontakt mit Wasser zulassen. (P223)

Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen. (P280)

Die dargestellte Kennzeichnung entspricht den ermittelten Hauptgefahren die bei diesem Verfahren entstehen.

Sie ist als Ergebnis der Gefährdungsermittlung durch einen Arbeitgeber und nicht als chemikalienrechtliche Bewertung zu verstehen.

Auf die Angabe einer formalen GHS-Einstufung wird daher verzichtet.

Charakterisierung

Es gibt viele verschiedene Prozesskategorien der additiven Fertigung. Grundprinzip ist das sog. Schichtbauprinzip bei welchem das Werkstück durch Schicht für Schicht Auftragung eines Ausgangswerkstoffes entsteht.

Dieses Datenblatt konzentriert sich auf das Pulverbettverfahren (Pulverbettbasiertes Schmelzen) im Speziellen auf das Laser-Strahl -und Elektronenstrahlschmelzen.

Als Ausgangswerkstoffe werden sinter- und schweißgeeignete Metalle und Metallegierungen in Pulverform verwendet.

Beispielsweise verschiedene Aluminium und Titanlegierungen sowie [Edelmetalle](#).

Anwendung findet das Verfahren u.a. in der Automobilindustrie, Raumfahrtindustrie und Medizintechnik zur Herstellung von beispielsweise Werkzeugen, Formen und Formeinsätzen, sowohl für Funktionsprototypen als auch für Endprodukte.

Die folgenden Informationen im Datenblatt konzentrieren sich auf die Arbeitsschritte: Befüllung Pulvertank, Entfernung überschüssiger Pulverpartikel.

Grenzwerte und weitere nationale Einstufungen

Der [Allgemeine Staubgrenzwert](#) setzt sich aus den Grenzwerten für A- und E-Staub zusammen:

A-Staub (alveolengängige Fraktion): 1,25 mg/m³ (basierend auf einer mittleren Dichte von 2,5 g/m³)

E-Staub (einatembare Fraktion): 10 mg/m³ (dichteunabhängig)

Spitzenbegrenzung: 2 (II) Das Produkt aus Überschreitungsfaktor und Überschreitungsdauer muss eingehalten werden: ÜF 2 x 15 min = 30 min. Dabei sind auch längere Überschreitungsdauern zulässig, der ÜF darf nicht überschritten werden.

TA Luft (2002): (Nummer 5.2.1), d.h. die im Abgas enthaltenen staubförmigen Emissionen dürfen entweder den Massenstrom von 0,20 kg/h oder die Massenkonzentration von 20 mg/m³ nicht überschreiten.

Auch bei Einhaltung oder Unterschreitung eines Massenstroms von 0,20 kg/h darf im Abgas die Massen-

<p>konzentration von 150 mg/m³ nicht überschritten werden.</p>

Messung / Ermittlung

Es ist darauf zu achten, dass beim Öffnen von geschlossenen, transportstabilen Behältern aufgewirbeltes Metallpulver nicht eingeatmet werden kann und es zu keinem Hautkontakt kommt.

Emission von Kleinstpartikeln bei Befüllung der Anlage, Entnahme des Bauteils, Reinigung des Bauteils, Reinigung der Anlage.

Explosionsgefahren / Gefährliche Reaktionen

Die Bildung explosionsfähiger Staub-Luft-Gemische ist nicht möglich.

Die Entzündung von Staub-Luft-Gemischen durch [Zündquellen](#) wie z.B. elektrische Geräte, offene Flammen, Schweißfunken, in Mühlen oder durch Garben von Schleiffunken (z.B. Trennschleifer) ist möglich.

Mit elektrostatischen Aufladungen ist zu rechnen beim Ausschütten, z.B. auf Packmittel, beim pneumatischen Fördern und bei fehlender Erdverbindung ableitfähiger und leitfähiger Gegenstände.

Präprozess:

Metallpulver bestehen meist aus nicht oxidiertem Metall, weshalb von einer Brand- und Explosionsgefahr auszugehen ist.

Bei der Verwendung von Metallpulvern kann es zur Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre und sogar zur Explosion kommen. Besondere Gefahren können beim Umgang mit Aluminium als Werkstoff entstehen.

Bauprozess:

Erhöhte Reaktivität und Gefahr von Verpuffungen und Staubexplosionen aufgrund geringer Dichte des Metallpulvers (z. B. Legierungen auf Basis von Titan und Aluminium).

Postprozess:

Bei der Verwendung von Aluminiumpulver oder anderen reaktionsfreudigen Metallen kann es bei der Reinigung des Filters zur Explosion kommen, da dabei die Absaugung außer Betrieb ist.

Gesundheitsgefährdung

Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut kann zu Gesundheitsschäden führen.

Risiko von Hautverbrennungen durch aufgeheizte Oberflächen im Arbeitsraum oder Werkteile nach Beendigung des Druckvorgangs.

Gefährdungen durch spezielle physikalische Einwirkungen, Optische Strahlung, Laserstrahlung.

Technische und Organisatorische Schutzmaßnahmen

Eine trockene Verwendung darf nur in geschlossenen Anlagen oder offen mit hochwirksamer Absaugeinrichtung durchgeführt werden.

Absauganlage in regelmäßigen Abständen in Abhängigkeit von der Verschmutzung reinigen.

Falls beim Einsatz Stäube entstehen sollten, sind die Sicherheitshinweise im GisChem-Datenblatt für Titan und Aluminium zu beachten.

Präprozess:

Beim Ab- und Umfüllen bzw. beim Mischen der Komponenten Staubentwicklung vermeiden.

Offene Schüttvorgänge sollen vermieden werden, indem beispielsweise mittels Beschichter oder über eine Pulverdüse Metallpulver bereitgestellt werden.

Beim Handhaben von Metallpulver während der ganzen Prozesskette (Einfüllen, Entnehmen des Werkstückes, Reinigen der Maschine, Aufbereiten des Pulvers) ist auf staubarmes Arbeiten zu achten.

Bauprozess:

Zur Detektion von austretendem Schutz- oder Prozessgas sollte eine Gassensorik installiert werden.

Regelmäßige Wartung der Anlage ist zu gewährleisten, um sicher zu stellen, dass die im leichten Überdruck gefahrene Anlage im Bauprozess dicht abgeschlossen ist.

Postprozess:

Bei Reinigung der Anlage, dem Aufbereiten des Pulvers an speziellen Siebanlagen und der mechanischen Nachbearbeitung (z.B. Schleifen und Abstrahlen), ist mit einer höheren Staubbelastung zu rechnen.

Beim Reinigen des Innenraums u.a. der Linsenoptik besteht wegen der kondensierten Stäube eine erhöhte Explosionsgefahr. Trocknen u.a. die speziellen Linsenreinigungstücher, so können sie sich selbst entzünden.

Zur Reinigung des Bauraums sollten Filtergeräte eingesetzt werden, die über ein mehrstufiges Filtersystem verfügen. Aus Explosionsschutzgründen ist ein Vorfilter mit einem Nassabscheider z.B. Wasserbad zu verwenden.

Helle Farbgebung der Arbeitsplätze ist zu empfehlen. Dadurch werden Verunreinigungen durch Metallpulver schneller bemerkt.

Brand- und Explosionsschutz

Staubablagerung und Staubaufwirbelung vermeiden, Staubablagerungen sofort entfernen.

Es ist sicherzustellen, dass die Anlage [technisch dicht](#) ist. Kann dies nicht dauerhaft realisiert werden, sind weitere technische Maßnahmen erforderlich, z.B. technische Lüftung.

Explosionsgefährdete Bereiche in [Zonen](#) einteilen und im [Explosionsschutzdokument](#) ausweisen.

Bei der Verarbeitung pulverförmiger Legierungen in Kombination mit u.a. heißen Oberflächen sind Brand- und Explosionsgefahren zu berücksichtigen.

Ein Mischen von unterschiedlichen Metallpulverresten ist zu vermeiden. Schlämme aus Nassabscheidern sowie geflutete Luftfilter können an Luft reagieren und Wasserstoff freisetzen (Explosionsgefahr).

Pulverförmige Werksstoffe sind sehr leicht entzündlich. Insbesondere muss Vorsicht beim Reinigen des Werkstoffes durch Sieben gewahrt werden, um Brandentwicklung zu vermeiden.

Bei der Verarbeitung von metallischen Werkstoffen in Pulverform können diese sich statisch aufladen und zu einer Elektrischen Entladung am Nutzer führen.

Metallisches Pulver kann auch noch Stunden nach der Zerstäubung statisch aufgeladen sein.

Pulverförmige Werksstoffe sind sehr leicht entzündbar. Insbesondere muss Vorsicht beim Reinigen des Werkstoffes durch Sieben gewahrt werden.

Bei der Verwendung von Aluminiumpulver oder anderen reaktionsfreudigen Metallen kann es bei der Reinigung des Filters zur Explosion kommen, da dabei die Absaugung außer Betrieb ist.

Arbeitsbereich abgrenzen! Verbotsschilder P003 "Keine offene Flamme; Feuer, offene [Zündquelle](#) und Rauchen verboten" und Warnzeichen D-W021 "Warnung vor explosionsfähiger Atmosphäre" anbringen!

Schlagfunken und Reibfunken vermeiden.

Nur [explosionsschutzgeschützte Geräte entsprechend](#) der [Zoneneinteilung](#) verwenden.

Erden aller Teile, die sich gefährlich aufladen können. Prüffristen für Erdungseinrichtungen nach den gesetzlichen bzw. betrieblichen Erfordernissen, z.B. unter Berücksichtigung der Korrosion, festlegen.

Elektrostatisch ableitfähige oder leitfähige Behälter verwenden oder solche, die sich nicht gefährlich aufladen können.

Rohre, Schlauchleitungen und Armaturen so auswählen und verwenden, dass Verbindungen zur Erde nicht unterbrochen werden und keine Gleitstielbüschelentladungen entstehen können.

Elektrostatisch aufladbare körnige und pulverförmige Stoffe nur in FIBC Typ B, C oder D handhaben.

Arbeiten mit Zündgefahr (z.B. Feuerarbeiten, Heißenarbeiten, Schweißen) nur mit schriftlicher Erlaubnis ausführen.

Mühlen stellen wirksame [Zündquellen](#) dar. Konstruktiver Explosionsschutz ist erforderlich.

Hygienemaßnahmen

Einatmen von Stäuben vermeiden!

Vor Pausen und nach Arbeitsende Hände und andere verschmutzte Körperstellen gründlich reinigen.
Hautpflegemittel nach der Hautreinigung am Arbeitsende verwenden (rückfettende Creme).
Nahrungs- und Genussmittel getrennt von Arbeitsstoffen aufbewahren. Essen, Trinken und Rauchen sind verboten!

Persönliche Schutzmaßnahmen

Augenschutz: Gestellbrille mit Seitenschutz.

Handschutz: Werden die Bauteile noch im warmen Zustand entnommen, sind geeignete hitzebeständige Schutzhandschuhe zu tragen.

Die Handschuhmaterialien wurden Sicherheitsdatenblättern entnommen.

Längerfristiges Tragen von Chemikalienschutzhandschuhen stellt selbst eine **Hautgefährdung (Feuchtarbeit)** dar. Vermeidung durch Einhaltung von Tragezeiten und/oder Tätigkeitswechsel.

Beim längerfristigen Tragen von Chemikalienschutzhandschuhen sind gegen Schweißbildung spezielle **Hautschutzmittel** vor der Arbeit zu empfehlen (s. z.B. [Hautschutzmittel](#)).

Diese können allerdings die Schutzleistung der Handschuhe beeinträchtigen. Der [Hautschutzplan](#) muss das Tragen von Schutzhandschuhen berücksichtigen.

Hautschutz: Ein [Hautschutzplan](#) mit Angabe der zu verwendenden Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemittel ist zu erstellen.

Atemschutz: Es wird empfohlen, Filtergeräte mit Gebläse und Helm oder Haube einzusetzen (z.B. TH2P). Hierfür bestehen keine Tragezeitbegrenzungen.

Körperschutz: Arbeitskleidung oder Schutzkleidung in explosionsgefährdeten Bereichen der [Zonen](#) 0, 1, 20 sowie in [Zone](#) 21 nicht wechseln, nicht aus- und nicht anziehen.

Ableitfähige Schuhe zur Verfügung stellen.

Zur Auswahl von Chemikalienschutzkleidung finden Sie Informationen in einem [Flyer des Fachbereichs PSA der DGUV](#).

Arbeitsmedizinische Vorsorge

Die Arbeitsmedizinische Vorsorge richtet sich nach den eingesetzten Rohstoffen, die bei der Additiven Fertigung, 3-D-Druck zum Einsatz kommen.

Die stoffbezogenen Anforderungen sind den einzelnen GisChem-Datenblättern der Stoffe zu entnehmen, ebenso wie geeignete DGUV-Grundsätze, die für die Vorsorge herangezogen werden können.

Falls aufgrund der [Gefährdungsbeurteilung](#) das Tragen von Atemschutz notwendig ist, ist arbeitsmedizinische Vorsorge ggf. nach dem DGUV-Grundsatz G 26 Atemschutzgeräte durchzuführen.

Falls aufgrund der [Gefährdungsbeurteilung](#) das Tragen von Chemikalienschutzhandschuhen über mehr als 2

Stunden am Tag notwendig ist ([Feuchtarbeit](#)), ist arbeitsmedizinische Vorsorge anzubieten ([Angebotsvorsorge](#), z.B. anhand G 24).

Bei [Feuchtarbeit](#) von regelmäßig 4 Stunden oder mehr pro Tag ist arbeitsmedizinische Vorsorge regelmäßig zu veranlassen ([Pflichtvorsorge](#), z. B. unter Heranziehung des DGUV-Grundsatzes G 24).

Beschäftigungsbeschränkungen

Jugendliche ab 15 Jahren dürfen hiermit nur beschäftigt werden:

wenn dieses zum Erreichen des Ausbildungszieles erforderlich, der Arbeitsplatzgrenzwert unterschritten und die Aufsicht durch einen Fachkundigen sowie betriebsärztliche oder sicherheitstechnische Betreuung gewährleistet ist.

Schadensfall

Produkt ist brennbar, geeignete Löschmittel: Sonderlöschpulver für die Brandklasse D (Metallbrandlöschpulver). Notfalls auch mit trockenem Sand abdecken.

Auf keinen Fall Wasser, Kohlendioxid oder Schaum verwenden - heftige Reaktion!

Staubaufwirbelung vermeiden!

Bei Brand in der Umgebung Behälter mit Sprühwasser kühlen.

Brandbekämpfung größerer Brände nur mit umgebungs-luftunabhängigem Atemschutzgerät!

Erste Hilfe

Nach Augenkontakt: Augen unter Schutz des unverletzten Auges sofort ausgiebig (mind. 10 Minuten) bei geöffneten [Augenlidern mit Wasser spülen](#).

Nach Hautkontakt: Verunreinigte Kleidung, auch Unterwäsche und Schuhe, sofort ausziehen; auf Selbstschutz achten.

Mit viel Wasser und Seife reinigen.

Nach Einatmen: Verletzten unter Selbstschutz aus dem Gefahrenbereich bringen.

Bei Atemstillstand künstliche Beatmung nach Möglichkeit mit Beatmungsgerät, auf jeden Fall Stoffkontakt bzw. Einatmen des Stoffes/Produktes vermeiden (Selbstschutz).

Nach Verschlucken: Bei Bewußtsein sofort in kleinen Schlucken viel Wasser trinken, Erbrechen herbeiführen!

Sonstiges: Die Informationen zur Ersten Hilfe wurden teilweise Herstellerangaben entnommen.

Entsorgung

Der komplette sechsstellige Abfallschlüssel ist nach [AVV](#) zuzuordnen und gegebenenfalls mit der örtlich zuständigen Behörde (z.B. Stadtverwaltung oder Landratsamt) abzustimmen.

