

# Additive Fertigungsverfahren (3D-Druck) Laserstrahlschmelzen/Laserstrahlsintern

- ✓ — Gefährdungsbeurteilung
- ✓ — Checkliste

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Gefährdungen beurteilen</b>	<b>1</b>
1.1	Verantwortung und Mitwirkung	2
1.2	Betriebliche Organisation des Arbeitsschutzes	2
1.3	Durchführung der Gefährdungsbeurteilung	3
	Schritt 1: Arbeitsbereiche und Tätigkeiten festlegen	3
	Schritt 2: Gefährdungen ermitteln	4
	Schritt 3: Gefährdungen beurteilen	4
	Schritt 4: Schutzmaßnahmen festlegen	4
	Schritt 5: Maßnahmen durchführen	4
	Schritt 6: Wirksamkeit überprüfen	5
	Schritt 7: Dokumentieren und fortschreiben	5
<b>2</b>	<b>Checkliste für typische Arbeitsbereiche bzw. Tätigkeiten beim additiven Fertigungsverfahren – Laserstrahlschmelzen/Laserstrahlsintern, Einleitung</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Gefährdungsbeurteilung Additive Fertigungsverfahren – Laserstrahlschmelzen/Laserstrahlsintern, Checkliste</b>	<b>7</b>

## 1 Gefährdungen beurteilen

Gefährdungen zu beurteilen, die für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbunden sind, und daraus Arbeitsschutzmaßnahmen abzuleiten ist eine Kernforderung des Arbeitsschutzgesetzes an die Unternehmensleitung. Sie gilt für Unternehmen aus dem Handwerk, der Industrie und dem Dienstleistungsbereich gleichermaßen. Auf das Arbeitsschutzgesetz gestützte Verordnungen, wie z. B. Arbeitsstätten-, Betriebssicherheits- und Gefahrstoffverordnung sowie die Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ DGUV Vorschrift 1, konkretisieren die Anforderungen an Gefährdungsbeurteilung und Arbeitsschutzmaßnahmen. So soll gewährleistet werden, dass sich die betriebsspezifischen Arbeitsschutzmaßnahmen an der tatsächlichen Gefährdungslage im Betrieb orientieren.

Mit ihrem präventiven Ansatz bildet die Gefährdungsbeurteilung die Grundlage für einen wirksamen betrieblichen Arbeitsschutz zur Verhütung von Arbeitsunfällen und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren einschließlich menschengerechter Gestaltung der Arbeit.

Die Gefährdungsbeurteilung ist ein Hilfsmittel, um Ursachen für Störungen der Arbeit zu verringern. Sie hilft zu entscheiden, wo, in welchem Umfang und mit welcher Dringlichkeit Maßnahmen erforderlich sind. Regelmäßige Aktualisierungen der Gefährdungsbeurteilung unterstützen den kontinuierlichen Verbesserungsprozess im Betrieb. Informationen über die Beurteilungsergebnisse tragen zu Motivation sowie sicherheits- und gesundheitsgerechtem Verhalten der Beschäftigten bei.

## 1.1 Verantwortung und Mitwirkung

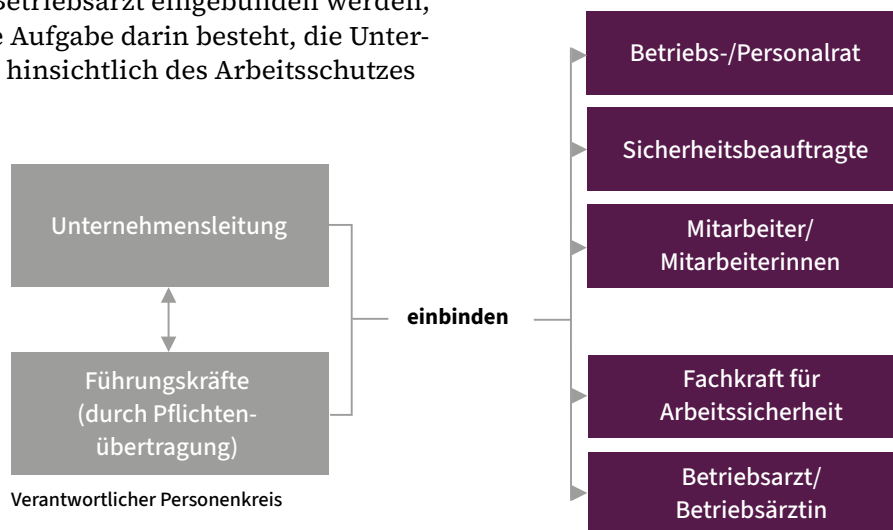
Das Erstellen einer Gefährdungsbeurteilung ist Aufgabe der Unternehmensleitung.

Im Rahmen der Übertragung von Unternehmerpflichten kann sie diese Aufgabe an Führungskräfte delegieren. Dies ist sinnvoll, wenn die Unternehmensleitung selbst die Gefährdungen an den Arbeitsplätzen wegen unterschiedlicher Arbeitsbereiche oder der Betriebsgröße nur schwer oder ungenügend einschätzen kann. Die Übertragung muss schriftlich erfolgen. Die Verantwortlichkeit der Unternehmensleitung bleibt daneben bestehen.

Die verantwortlichen Führungskräfte können und sollen sich unterstützen lassen. So sollten die Fachkraft für Arbeitssicherheit und die Betriebsärztin bzw. der Betriebsarzt eingebunden werden, deren wichtigste Aufgabe darin besteht, die Unternehmensleitung hinsichtlich des Arbeitsschutzes

zu beraten und zu unterstützen. Auch die praktischen Erfahrungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an ihren Arbeitsplätzen sind wertvolle Informationsquellen bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung. Die Mitwirkung der Beschäftigten ist eine wesentliche Voraussetzung, um Gefährdungen zu erkennen, realistisch zu beurteilen sowie um effektive Schutzmaßnahmen festzulegen, die von den Mitarbeitenden akzeptiert und unterstützt werden.

Darüber hinaus kann die Unternehmensleitung die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung ganz oder teilweise externen fachkundigen Personen oder Institutionen übertragen.



## 1.2 Betriebliche Organisation des Arbeitsschutzes

Auch organisatorische Mängel können zu Gefährdungen und Belastungen führen.

Daher hat die Unternehmensleitung das Unternehmen so zu strukturieren und zu organisieren, dass alle Vorgesetzten und jeder Mitarbeiter und jede Mitarbeiterin genau wissen, für welche Arbeitsschutzmaßnahmen sie verantwortlich sind und welche Befugnisse und Zuständigkeiten sie haben.

Dies setzt voraus, dass alle die betriebliche Organisationsstruktur zum Arbeitsschutz kennen und über die zugehörigen Regelungen informiert sind. Durch eine funktionierende Arbeitsschutzorganisation werden wichtige Daten und organisatorische Regelungen festgehalten, mit denen staatlichen

und berufsgenossenschaftlichen Anforderungen entsprochen wird.

Die Vorgesetzten, Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen sind verpflichtet, nach ihren Möglichkeiten sowie gemäß der Unterweisung und Weisung der Unternehmensleitung für ihre Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit sowie für Sicherheit und Gesundheitsschutz derjenigen zu sorgen, die von ihren Handlungen oder Unterlassungen betroffen sind.

## 1.3 Durchführung der Gefährdungsbeurteilung

Die Gefährdungsbeurteilung ist die systematische Ermittlung und Bewertung relevanter Gefährdungen der Beschäftigten mit dem Ziel, die erforderlichen Maßnahmen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit festzulegen.

Die Gefährdungsbeurteilung betrachtet alle vorausschbaren Tätigkeiten und Arbeitsabläufe im Betrieb. Dazu gehören auch Tätigkeiten und Arbeitsabläufe, wie z. B. Wartung, Instandhaltung oder Reparatur. Auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung sind Maßnahmen zur Gefahrenabwehr

einzuweisen und die Wirksamkeit dieser Maßnahmen ist zu überprüfen. Das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung, die festgelegten Maßnahmen des Arbeitsschutzes und das Ergebnis ihrer Überprüfung ist zu dokumentieren. Weiterhin sind Gefährdungsbeurteilungen nach betrieblichen Veränderungen oder Umstrukturierungsmaßnahmen zu aktualisieren.

Damit ist eine Gefährdungsbeurteilung kein einmaliger Arbeitsprozess. Vielmehr muss eine Organisationsstruktur geschaffen werden, durch die



### Handlungsschritte einer Gefährdungsbeurteilung

betriebsbedingte Veränderungen erfasst werden, die Einfluss auf den Arbeitsschutz und die Gefährdungsbeurteilung haben.

#### Schritt 1:

##### Arbeitsbereiche und Tätigkeiten festlegen

Damit eine sinnvolle und effiziente Ermittlung und Beurteilung der Gefährdungen stattfinden kann, muss entsprechend der Betriebsstruktur ein Konzept erstellt werden, mit dem alle Beschäftigten bzw. alle Tätigkeiten erfasst werden. Bei gleichartigen Arbeitsbedingungen ist die Beurteilung eines Arbeitsplatzes oder einer Tätigkeit ausreichend (§ 5 Abs.2 ArbSchG).

Im Folgenden werden Möglichkeiten der Erfassung aller Beschäftigten bzw. Tätigkeiten aufgezeigt.

#### • Arbeitsplatzbezogene Gefährdungsbeurteilung

Die arbeitsplatzbezogene Gefährdungsbeurteilung ist ratsam, wenn ein Mitarbeiter bzw. eine Mitarbeiterin einen festen Arbeitsplatz nutzt oder ein Arbeitsplatz von mehreren Beschäftigten genutzt wird und diese gleichen Gefährdungen ausgesetzt sind. Beispielsweise können Arbeitsplätze im Druckbereich, Büroarbeitsplätze, Weiterverarbeitungsarbeitsplätze oder Arbeitsplätze in der Werkstatt arbeitsplatzbezogen beurteilt werden. Hier werden die Gefährdungen beurteilt, die an diesem Arbeitsplatz bestehen bzw. von den benutzten Arbeitsmitteln an diesem Arbeitsplatz ausgehen. Bei der Beurteilung sind alle Betriebszustände der Arbeitsmittel, u. a. Probetrieb, Einrichten, Wartung und Pflege, Instandsetzung, zu betrachten.

- **Arbeitsbereichsbezogene Gefährdungsbeurteilung**

Die Beurteilung der Gefährdungen bezieht sich auf einen Bereich mit mehreren Arbeitsplätzen, z. B. eine Werkstatt. Die hier Beschäftigten können einer Reihe von Gefährdungen ausgesetzt sein, die übergreifend für diesen Bereich betrachtet und bei der arbeitsplatz- oder personenbezogenen Beurteilung nicht mehr aufgeführt werden. Dies kann z. B. für Lärm, Beleuchtung, Klima oder Verkehrswege gelten.

- **Tätigkeitsbezogene Gefährdungsbeurteilung**

Hierbei wird die Gefährdung von Personen beurteilt, die Tätigkeiten an verschiedenen Einsatzorten nachgehen oder in verschiedenen Arbeitsbereichen tätig werden. Beispiele: Beschäftigte im Außendienst, Instandhaltungspersonal, Reinigungspersonal, Elektroinstallateure, Servicetechniker und Servicetechnikerinnen.

- **Personenbezogene Beurteilung**

Eine personenbezogene Gefährdungsbeurteilung ist bei besonderen Anforderungen an den Arbeitsplatz oder die Arbeitsumgebung notwendig, z. B. wenn besonders schutzbedürftige Beschäftigte (Menschen mit Behinderungen, werdende oder stillende Mütter, Jugendliche) betroffen sind.

### Schritt 2:

#### Gefährdungen ermitteln

Eine Gefährdung ist die Möglichkeit des Eintritts eines Schadens oder einer gesundheitlichen Beeinträchtigung ohne bestimmte Aussagen über Ausmaß oder Eintrittswahrscheinlichkeit. Wie sich aus der Gefährdung Arbeitsschutzmaßnahmen ableiten lassen, wird in Schritt 4 beschrieben.

### Schritt 3:

#### Gefährdungen beurteilen

In den meisten Fällen können zur Beurteilung Vorgaben aus Gesetzen, Verordnungen und Technischen Regelwerken herangezogen werden. (Beispiel: Arbeitsplatzgrenzwerte für Gefahrstoffe und Lärm). Hier wurde das Risiko durch Experten und Arbeitswissenschaftler beurteilt und es ist keine weitere Risikoeinschätzung erforderlich (Grenzwert eingehalten: ja/nein). Nur wenn solche Vorgaben nicht existieren oder wenn vom Technischen Regelwerk abgewichen werden soll, sind individuelle Risikoeinschätzungen notwendig. Hierbei schätzt man das Risiko ein, das sich aus dem vorhersehbaren Schadensausmaß und dessen Eintrittswahrscheinlichkeit zusammensetzt.

**Die Fragen lauten also:** Wie wahrscheinlich ist es z. B., dass in einer Arbeitssituation ein Unfall

passiert oder eine Erkrankung entsteht? Wie gravierend wären die Folgen?

Das Risiko einer Gefährdung wächst folglich mit dem möglichen Schadensausmaß und der Wahrscheinlichkeit für den Eintritt eines Schadens.

### Schritt 4:

#### Schutzmaßnahmen festlegen

Entsprechend der Gefährdungsbeurteilung sind Arbeitsschutzmaßnahmen zu treffen. Hierbei sind der Stand der Technik, der Arbeitsmedizin und Hygiene und sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zu berücksichtigen.

Für die Festlegung von Arbeitsschutzmaßnahmen gilt folgende Rangfolge:

1. **Gefahrenquelle beseitigen:** Die wirksamste Maßnahme besteht darin, die Gefahrenquelle oder die Ursache einer Belastung zu beseitigen, indem auf ein ungefährliches Arbeitsverfahren umgestellt wird oder ein gefährlicher Stoff durch einen ungefährlichen Stoff ausgetauscht wird.
2. **Sicherheitstechnische Maßnahmen:** Kann die Gefahrenquelle nicht beseitigt werden, ist als nächstes zu prüfen, ob bestehende Gefährdungen durch technische Vorrichtungen oder bautechnische Maßnahmen entschärft werden können.  
**Beispiel:** Räumliche Trennung von Mensch und Gefahrenquelle durch Absperrungen, Umwehungen, Verdeckungen und Verkleidungen an Maschinen.
3. **Organisatorische Maßnahmen:**  
**Beispiel:** Aufenthalt im Gefahrenbereich beschränken oder verbieten.
4. **Nutzung persönlicher Schutzausrüstung:**  
**Beispiel:** Tragen von Gehörschutz an lauten Maschinen.
5. **Verhaltensbezogene Maßnahmen:**  
**Beispiel:** Unterweisung.

Wirtschaftliche Gesichtspunkte haben oft einen entscheidenden Einfluss auf die Auswahl der Schutzmaßnahmen. Dabei wird nicht bedacht, dass eine scheinbar teure Investition sich langfristig als wirtschaftlich günstiger herausstellen kann, wenn Unfälle, Berufskrankheiten und Krankenstand der Beschäftigten in die Berechnung einbezogen werden.

### Schritt 5:

#### Maßnahmen durchführen

Mit der Umsetzung der Arbeitsschutzmaßnahmen müssen geeignete Personen beauftragt werden. Die-

sen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen müssen ausreichend Zeit, Ressourcen und Befugnisse zur Verfügung gestellt werden. Es ist sinnvoll, für die Durchführung von Maßnahmen verbindliche Termine zu vereinbaren und diese auch zu kontrollieren.

### Schritt 6:

#### Wirksamkeit überprüfen

Wenn Arbeitsschutzmaßnahmen aufgrund von Gefährdungsbeurteilungen durchgeführt wurden, muss in einem weiteren Schritt geprüft werden, ob diese Maßnahmen wirksam sind.

### Schritt 7:

#### Dokumentieren und fortschreiben

##### Dokumentieren

Eine angemessene Dokumentation dient als Basis für die Nachvollziehbarkeit, Transparenz und Kommunikation des Arbeitsschutzes im Betrieb. Darüber hinaus bietet sie der Unternehmensleitung Rechtssicherheit. Die Dokumentation zum Arbeitsschutz muss beinhalten (§ 6 ArbSchG):

- Das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung
- Die Maßnahmen des Arbeitsschutzes
- Das Ergebnis der Überprüfung (Wirksamkeitskontrolle der Maßnahmen)

Unfälle im Betrieb, bei denen ein/-e Beschäftigte/-r getötet oder so verletzt wird, dass er bzw. sie stirbt oder für mehr als drei Tage völlig oder teilweise arbeits- oder dienstunfähig wird. Zweckmäßig ist es, alle Unfälle und Verletzungen zu erfassen, um Schwerpunkte von Gefährdungen zu erkennen.

Darüber hinaus fordern spezielle Regelungen differenzierte Dokumente, z. B. macht die TRGS 400 Vorgaben für die Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen.

#### Zur Dokumentation können beitragen:

- Arbeitsbereichsanalysen nach der Gefahrstoffverordnung
- Messprotokolle (Gefahrstoffe, Lärm)
- Betriebsanweisungen für Gefahrstoffe und Maschinen
- Arbeitsanweisungen
- der Sicherheitsbericht nach der Störfallverordnung
- das Explosionsschutzdokument nach der Gefahrstoffverordnung
- Nachweise über die Durchführung von Prüfungen durch befähigte Personen oder zugelassene Überwachungsstellen
- Berichte über Betriebsbesichtigungen durch Technische Aufsichtsbeamte oder Beamte der staatlichen Arbeitsschutzverwaltung etc.

Letztlich dient die Dokumentation der Unternehmensleitung zum Nachweis, ihrer Verpflichtung hinsichtlich des Arbeitsschutzes nachgekommen zu sein.

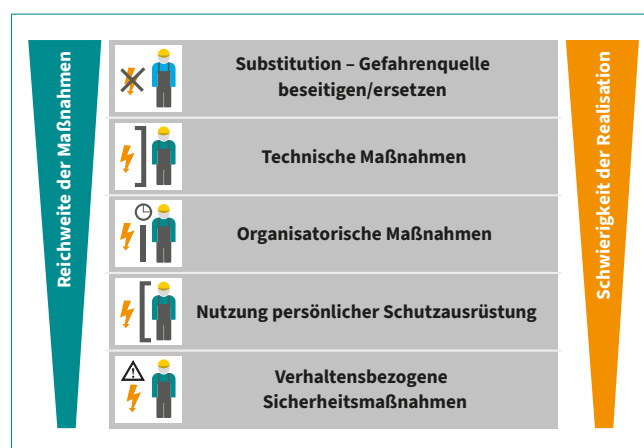
#### Fortschreiben

Die Zeitabstände zur Überprüfung der Wirksamkeit von Maßnahmen müssen anhand von Betriebsanleitungen, sicherheitstechnischen Regeln und Betriebserfahrungen festgelegt werden. Technische Schutzmaßnahmen aufgrund von Tätigkeiten mit Gefahrstoffen sind allerdings mindestens jedes dritte Jahr zu überprüfen und zu dokumentieren (§ 7 Abs. 7 GefStoffV). Die Gefährdungsbeurteilung ist regelmäßig zu überprüfen.

Unternehmen unterliegen einem ständigen Veränderungsprozess, z. B. durch:

- Änderungen in der Betriebsorganisation
- Beschaffung neuer Arbeitsmittel oder -stoffe
- Umstrukturierung von Arbeits- oder Verkehrsbereichen
- Änderung von Arbeitsverfahren oder Tätigkeitsabläufen
- Änderung von Vorschriften und Gesetzen
- Verbesserung des Standes der Technik
- Auftreten von Unfällen, Beinahe-Unfällen, Berufskrankheiten oder Erhöhung des Krankenstandes.

In jedem Fall muss die Gefährdungsbeurteilung des veränderten Bereiches aktualisiert werden.



Rangfolge der Schutzmaßnahmen (STOP-Prinzip: Substitution – Technik – Organisation – Personal)



Unternehmen unterliegen einem ständigen Veränderungsprozess. In jedem Fall muss die Gefährdungsbeurteilung des veränderten Bereiches aktualisiert werden.

## 2 Checkliste für typische Arbeitsbereiche bzw. Tätigkeiten beim Laserstrahlschmelzen / Laserstrahlsintern, Einleitung

Die nachfolgende Checkliste soll insbesondere kleinen und mittleren Betrieben (KMU) eine Hilfe bei der Erstellung der Gefährdungsbeurteilung sein.

Bei ähnlichen Maschinen bzw. Arbeitsplätzen kann die Beurteilung zusammengefasst werden. Bei Handlungsbedarf oder Mängeln sollte die entsprechende Maschine aber eindeutig identifizierbar vermerkt werden.

Bei festgestelltem Beratungsbedarf kann auf entsprechenden interne und externe Spezialisten sowie das Informationsangebot der BG ETEM-Website [www.bgetem.de](http://www.bgetem.de) zurückgegriffen werden. Natürlich steht auch die für den Betrieb zuständige Aufsichtsperson für Fragen zur Verfügung.

Sollten in der vorliegenden Liste Tätigkeiten oder Arbeitsbereiche im Betrieb nicht berücksichtigt sein, so kann entweder auf weitere Checklisten (siehe Aufzählung) zurückgegriffen werden oder es muss eine individuelle Gefährdungsbeurteilung erstellt werden.

### Weiterführende Informationen:

- Broschüre „Sicher arbeiten mit Gefahrstoffen“ (MB011), [www.bgetem.de](http://www.bgetem.de), Webcode: **M18724371**
- Checklisten zur Gefährdungsbeurteilung: Gefahrstoffe, biologische Arbeitsstoffe (SZ015), [www.bgetem.de](http://www.bgetem.de), Webcode: **M18593109**
- Checklisten zur Gefährdungsbeurteilung: Hand- und Hautschutz (SZ016), [www.bgetem.de](http://www.bgetem.de), Webcode: **M18494704**
- Broschüre: „Gemeinsam zu gesunden Arbeitsbedingungen – Handlungshilfe zur Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastung in Betrieben mit bis zu 10 Beschäftigten. Mit Anhang für Unternehmen mit bis zu 50 Beschäftigten“ (MB042), [www.bgetem.de](http://www.bgetem.de), Webcode: **M18517786**

### Weiterführende Informationen zu speziellen Themen oder weiteren Arbeitsbereichen:

- Broschüre „Sicherheit und Gesundheit beim Arbeiten mit 3D-Druckern“ (MB033), [www.bgetem.de](http://www.bgetem.de), Webcode: **M21271894**
- Checklisten zur Gefährdungsbeurteilung: „Additive Fertigungsverfahren (3D-Druck)“ (SZ026), [www.bgetem.de](http://www.bgetem.de), Webcode: **M20836418**
- Brancheninformationsseite „3D-Druck/Additive Fertigungsverfahren“ [www.bgetem.de](http://www.bgetem.de), Webcode: **18661564**
- Vorlagensammlung „Betriebsanweisungen 3D-Druck“ (BZ026), [www.bgetem.de](http://www.bgetem.de), Webcode: **M24549540**
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: „3-D-Druck: Praxisgrundlagen zu Produktsicherheit und Rechtsrahmen“ Projektnummer: F 2389 ), [www.baua.de](http://www.baua.de), Webcode: **DOI: 10.21934/baua:bericht20181106**
- Broschüre „Prüfung und Dokumentation ortsfester Absauganlagen“ (S019), [www.bgetem.de](http://www.bgetem.de), Webcode: **M19453337**
- Checkliste zur Gefährdungsbeurteilung: „Lasersicherheit“ (SZ024), [www.bgetem.de](http://www.bgetem.de), Webcode: **M18675268**

### 3 Gefährdungsbeurteilung Additive Fertigungsverfahren (3D-Druck) Laserstrahlschmelzen/Laserstrahlsintern

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: in Ordnung	Handlungsbedarf, Mängel	Mängelbeseitigung bis/von	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
<b>Allgemeine Schutzmaßnahmen</b>						
Maschinen – fehlende Informationen	Alle Maschinen müssen eine Konformitätserklärung (Herstellereklärung) haben, in der der Hersteller bestätigt, dass die Maschine den gültigen Vorschriften entspricht. Die Konformitätserklärung ersetzt die eigene Gefährdungsbeurteilung nicht. 3D-Drucker müssen nach den jeweils geltenden europäischen Rechtsvorschriften für Maschinen konstruiert sein.					
Maschinen – fehlende Informationen	In der Bedienungsanleitung müssen alle Angaben zur sicheren Verwendung und zu Restgefahren enthalten sein. Wenn Restgefahren nicht ausgeschlossen werden können, müssen diese als Benutzerinformation in der Bedienungsanleitung und gegebenenfalls durch Warnschilder und Sicherheitshinweise an der Maschine bekannt gegeben werden. Bei Zweifeln den Herstellersupport nach der Risikobewertung aus dem CE-Konformitätsbewertungsprozess fragen, um spezifische Restrisiken zu ermitteln.					
Maschinen – fehlende Informationen	Betriebsanweisungen für Tätigkeiten an Maschinen und Anlagen sind zu erstellen und den Beschäftigten am Arbeitsplatz zugänglich zu machen.					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: in Ordnung	Handlungsbedarf, Mängel	Mängelbeseitigung bis/von	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
Maschinen – fehlende Informationen	Alle Beschäftigten werden vor Aufnahme ihrer Tätigkeit an Maschinen, mindestens einmal jährlich sowie anlassbezogen unterwiesen. Anlassbezogene Unterweisungen sind insbesondere dann erforderlich, wenn sich Arbeitsbedingungen ändern, neue Gefährdungen entstehen oder ein Unfall bzw. Beinaheunfall eingetreten ist. Alle Unterweisungen sind vollständig und nachvollziehbar zu dokumentieren.					
Elektrische Gefährdungen	Es muss gewährleistet sein, dass alle elektrischen Anlagen und Betriebsmittel vor Inbetriebnahmen, nach Reparaturen und in regelmäßigen Zeitabständen gemäß DGUV Vorschrift 3 geprüft werden. Reparaturen dürfen nur von Elektrofachkräften durchgeführt werden. Ein schriftlicher Nachweis über die vorschriftengerechte Ausführung ist von den beauftragten Fachfirmen zu fordern.					
Stolpern und Stürzen	Verkehrswege und Fußböden dürfen keine Stolperstellen haben. Schäden sind sofort zu reparieren, Verkehrswege und insbesondere Fluchtwege sind stets freizuhalten.					
<b>Arbeiten mit Gefahrstoffen allgemein</b>						
Allgemeine Gefahren bei Arbeiten mit Gefahrstoffen	Eine Substitutionsprüfung ist durchzuführen. Ziel der Substitution ist es, Ersatzstoffe zu finden und zu beurteilen, ob sie weniger gefährliche Eigenschaften besitzen.					
Allgemeine Gefahren bei Arbeiten mit Gefahrstoffen	Für alle verwendeten chemischen Produkte (Gefahrstoffe) müssen Sicherheitsdatenblätter im Unternehmen vorhanden sein, die der Hersteller bzw. Lieferant mitliefern muss.					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: in Ordnung	Handlungsbedarf, Mängel	Mängelbeseitigung bis/von	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
Allgemeine Gefahren bei Arbeiten mit Gefahrstoffen	Alle verwendeten chemischen Produkte (Gefahrstoffe) sind in einem Gefahrstoffkataster zu erfassen.					
Allgemeine Gefahren bei Arbeiten mit Gefahrstoffen	Die verwendeten Gefahrstoffe dürfen nur vorschriftsmäßig gekennzeichnet den Beschäftigten zur Verfügung gestellt werden.					
Allgemeine Gefahren bei Arbeiten mit Gefahrstoffen	Es sind Betriebsanweisungen für den sicheren Umgang mit Gefahrstoffen zu erstellen und den Beschäftigten am Arbeitsplatz zugänglich zu machen.					
Allgemeine Gefahren bei Arbeiten mit Gefahrstoffen	Alle Beschäftigten werden vor Aufnahme ihrer Tätigkeit mit Gefahrstoffen, mindestens einmal jährlich sowie anlassbezogen unterwiesen. Anlassbezogene Unterweisungen sind insbesondere dann erforderlich, wenn sich Arbeitsbedingungen ändern, neue Gefährdungen entstehen oder ein Unfall bzw. Beinaheunfall eingetreten ist. Alle Unterweisungen sind vollständig und nachvollziehbar zu dokumentieren.					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: in Ordnung	Handlungsbedarf, Mängel	Mängelbeseitigung bis/von	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
Belastung der Atemluft beim Einsatz von KMR-Stoffen	<p>Beim Einsatz von KMR-Stoffen (krebserzeugenden, mutagenen (erbgutverändernden) und reproduktionstoxischen (fortpflanzungsgefährdenden) Gefahrstoffen), wie z.B. Chrom/Nickel-/Kobaltstäube muss ein Expositionsverzeichnis erstellt werden, Hinweis: Siehe dazu auch TRGS 910 (🔗 <a href="http://www.baua.de">www.baua.de</a>). Die BG ETEM stellt sogenannte Musterverzeichnisse (z. B. Musterverzeichnis Staub Best-Nr: S032-M) als orientierende Hilfestellung zur Verfügung.</p> <p>Zur Speicherung des Expositionsverzeichnisses können Unternehmen die Zentrale Expositionsdatenbank (ZED) der DGUV nutzen. Die ZED erleichtert die gesetzeskonforme Dokumentation und Verwaltung der Daten.</p>					
Belastung der Atemluft beim Einsatz von karzinogenen Stoffen	<p>Beim Einsatz von KMR-Stoffen (krebserzeugenden, mutagenen (erbgutverändernden) und reproduktionstoxischen (fortpflanzungsgefährdenden) Gefahrstoffen), wie z.B. Chrom/Nickel-/Kobaltstäube muss</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• arbeitsmedizinische Pflichtvorsorge vom Arbeitgeber veranlasst werden,</li> <li>• falls vorhanden: die Einhaltung der Akzeptanz- und Toleranzgrenzwerte nachgewiesen werden.</li> </ul>					
Gesundheitsgefahren durch Aufnahme von Gefahrstoffen	Bei der Verwendung von Gefahrstoffen ist das Ess-, Trink- und Rauchverbot im gesamten Arbeitsbereich zu beachten					
Belastung der Atemluft	Bei der Verwendung von Aceton und Isopropanol ist auf den sparsamen Einsatz zu achten. Einsatz nur in gut belüfteten Räumen, Einatmen der Dämpfe ist zu vermeiden. Geeignete Schutzhandschuhe sind zu tragen.					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: in Ordnung	Handlungsbedarf, Mängel	Mängelbeseitigung bis/von	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
<b>Mechanische Gefährdungen</b>						
Verletzungsgefahr durch bewegte Maschinenteile	Maschinenverkleidungen müssen fest verschraubt sein. Schutzeinrichtungen müssen montiert und funktionsfähig sein. An allen Maschinen und Geräten sind die Schutzeinrichtungen und Maschinenverkleidungen regelmäßig auf Vollständigkeit und Funktionssicherheit anhand der Betriebsanleitung zu überprüfen.					
Verletzungsgefahr durch bewegte Maschinenteile	Bewegte Maschinenteile, wie Bauplattform und Antriebsteile können Quetsch-, Scher- und Einzugsstellen darstellen. Gefahrstellen müssen durch Schutzeinrichtungen gesichert werden. <u>Hinweis:</u> In der Regel sind die Anlagen gekapselt. Somit ist eine Gefährdung durch Quetsch- und Scherstellen nahezu ausgeschlossen. Im Einricht-Betrieb allerdings muss diese Gefährdung gesondert geprüft werden und die Beschäftigten sind dann darüber speziell zu unterweisen.					
<b>Physikalische Gefährdungen</b>						
Gefährdung durch Laser-Strahlung	Die Laser-Strahlung muss wirkungsvoll abgeschirmt sein. Es darf keine direkte oder reflektierte Strahlung nach außen dringen. Beim Einsatz von Laserschutzfiltern (Schutzscheiben) muss sie auf ein zulässiges Maß abgesenkt werden, wobei Blendungen auszuschließen sind. Daher sind defekte Laserschutzfilter Instand zu setzen. Laserschutzfilter sind regelmäßig entsprechend der Herstellerangaben zu prüfen und bei Bedarf auszutauschen.					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: in Ordnung	Handlungsbedarf, Mängel	Mängelbeseitigung bis/von	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
Gefährdung durch heiße Oberflächen	Da der Arbeitsraum und das Werkstück während des Druckvorgangs sehr heiß werden, dürfen diese nach Anhalten der Anlage für einen ausreichenden Zeitraum (siehe Bedienungsanleitung des Herstellers) nicht direkt berührt werden – Mitarbeiter entsprechend unterweisen und ggf. Schutzhandschuhe zur Verfügung stellen.					
<b>Spezielle chemische Gefährdungen</b>						
Gefahren durch Einatmen von Rauch und Inertgasen	Durch den Hersteller bereits montierte Kapselungen oder Absaugungsvorrichtungen an Maschinen müssen benutzt werden. Prüfung der Wirksamkeit der Absaugtechnik entsprechend den Herstellervorgaben mit Dokumentation, mindestens jedoch einmal jährlich.					
Belastung der Atemluft	Die Maschine muss in einem gut durchlüfteten, separaten Raum aufgestellt werden, der nicht als ständiger Arbeitsplatz genutzt wird. Die Wirksamkeit der Absaugmaßnahmen der Raumluft ist regelmäßig zu prüfen. Hinweis: Berücksichtigen Sie die vom Hersteller angegebenen Luftwechselraten, fragen Sie ggfs. beim Hersteller-Support nach.					
Gefährdung durch Sauerstoffverdrängung	Es ist zu prüfen, ob eine Gefährdung durch unkontrolliertes Ausströmen von Schutzgas erfolgen kann. Dies kann beispielsweise durch Leckage verursacht werden. Die Gefährdung für das Personal ist dabei von der Menge des ausströmenden Schutzgases und der Größe des Raumes abhängig. <u>Hinweis:</u> Falls eine Gefährdung durch ausströmendes Schutzgas besteht, können beispielsweise Gaswarnanlagen in Bodennähe eingesetzt werden.					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: in Ordnung	Handlungsbedarf, Mängel	Mängelbeseitigung bis/von	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
Gefährdung durch unsachgemäße Lagerung der Pulverwerkstoffe	Das Pulver ist entsprechend der Herstellerangaben im Sicherheitsdatenblatt und der TRGS 510 (🔗 <a href="http://www.baua.de">www.baua.de</a> ) zu lagern.					
Gefährdung durch unsachgemäße Lagerung von Schutzgas	Das Schutzgas ist entsprechend der Herstellerangaben im Sicherheitsdatenblatt und der TRGS 510 (🔗 <a href="http://www.baua.de">www.baua.de</a> ) zu lagern. Eine Lagerung im Arbeitsraum ist nur in einem geeigneten Sicherheitsschrank nach DIN EN 14470-2 möglich. Am Arbeitsplatz dürfen nur die für den Arbeitsprozess unbedingt erforderlichen Mengen bereitgehalten werden.					
Gefährdung durch verunreinigte Kleidung	Ist eine Verunreinigung der Arbeitskleidung nicht auszuschließen, muss die Arbeitskleidung den Beschäftigten gestellt und vom Betrieb gereinigt werden. Die verunreinigte Arbeitskleidung darf von den Beschäftigten nicht zur Reinigung nach Hause mitgenommen werden (siehe TRGS 500, 🔗 <a href="http://www.baua.de">www.baua.de</a> ).					
<b>Gefährdungen durch das Pulver – Pulverhandling</b>						
Gefährdung durch Brände und Explosionen	Pulverförmige Werkstoffe sind sehr leichtentzündbar. Sie können Brände oder Explosionen verursachen. Staubarmes Arbeiten ist notwendig – bspw. durch geschlossenes System während des Pulverhandlings.					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: in Ordnung	Handlungsbedarf, Mängel	Mängelbeseitigung bis/von	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
Belastung der Atemluft beim Einsatz nicht karzinogener Stoffen	<p>Staubarmes Arbeiten während des Pulver-Handlings (bspw. Einfüllen des Ausgangsmaterials, Entnehmen des „gedruckten“ Werkstückes, Aufbereitung des Ausgangsmaterials): Möglichst geschlossene Systeme (Handschuhkasten/Glovebox, Materialtransport in geschlossenen Containern) oder alternativ eine Absaugeinrichtung (regelmäßige Überprüfung der Wirksamkeit) verwenden.</p> <p>Ansonsten manuelles Handling des Pulvers unter Verwendung geeigneter PSA (mindestens FFP2) mit größtmöglicher Sorgfalt durchführen (konzentriertes und langsames Schütten).</p> <p>FFP2 Maske mit Ausatemventil: Tragedauer: 2 h, Erholungszeit: ½ h</p> <p>FFP2 Maske ohne Ausatemventil: Tragedauer: 1 ¼ h, Erholungszeit: ½ h</p> <p>Arbeitsmedizinische Vorsorge Angebotsuntersuchung</p> <p>Hinweis: Der allgemeine Staubgrenzwert sowie ggf. Akzeptanz- und Toleranzgrenzwerte müssen beachtet werden! Siehe dazu auch TRGS 900 und TRGS 910 (☞ <a href="http://www.baua.de">www.baua.de</a>).</p>					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: in Ordnung	Handlungsbedarf, Mängel	Mängelbeseitigung bis/von	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
Gefahr durch Brände und Explosionen bei Materialwechsel	<p>Beim Materialwechsel kann es zu exothermen Reaktionen zwischen den unterschiedlichen reaktiven Ausgangswerkstoffen kommen (Beispiel: Aluminium und Eisenoxid). Die Maschine muss komplett vom vorhergehenden Werkstoff befreit werden. Da dies sehr aufwendig ist, empfiehlt es sich pro Maschine nur einen Werkstoff zu verwenden.</p> <p>Verwendung eines geeigneten Industriestaubsaugers (siehe dazu auch DGUV Information 209-084). Auch beim Industriestaubsauger muss darauf geachtet werden, dass sich unterschiedliche pulverförmige, reaktive Ausgangsmaterialien nicht darin vermischen, da es sonst dort ebenfalls zu einer Entzündung kommen kann.</p> <p>Beim Einsatz von z. B. krebserzeugenden Stoffen (wie Chrom/Nickel-/Cobaltstäube) muss der Industriestaubsauger mindestens der Staubklasse H entsprechen und die Anforderungen der TRGS 560 (<a href="http://www.baua.de">www.baua.de</a>) erfüllen.</p>					
Gefahr durch Brände und Explosionen bei der Verwendung von Nassabscheidern	<p>Bei Verwendung von Nassabscheidern, kommt das reaktive Metallpulver mit Wasser in Verbindung. Es entsteht Wasserstoff, der zu einem Explosionsrisiko führen kann. Die Anreicherung von Wasserstoff muss verhindert werden, z.B. durch ausreichende Belüftung.</p>					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: in Ordnung	Handlungsbedarf, Mängel	Mängelbeseitigung bis/von	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
Entzündung/ Brände der pulverförmigen, reaktiven Werkstoffe durch statische Aufladung	<p>Kann eine Entzündung durch statische Aufladung nicht sicher ausgeschlossen werden, so muss ableitfähige Arbeits-/Schutzkleidung (inklusive ableitfähigen Schuhen und Schutzhandschuhen) getragen werden.</p> <p>Herstellung eines Potentialausgleiches zwischen Maschine, Peripherie und Mitarbeiter.</p>					
Gefährdung durch Ablagerungen der Pulverwerkstoffe außerhalb der Maschine	<p>Regelmäßige Reinigung des Arbeitsbereiches, mind. jedoch einmal täglich, durch Feuchtreinigung oder Aufsaugen (geprüfter Entstauber)</p> <p>Das Abblasen der Arbeitsbereiche und der Werkstücke mit Druckluft ist nicht gestattet.</p>					
Pulverfreisetzung beim Trennen der Bauteile von der Bauplatte, und der Nachbearbeitung der Bauteile	<p>Beim Trennen der Bauteile von der Bauplatte, Sieben bzw. Entpulvern und der Nachbearbeitung der Bauteile können Pulverreste freigesetzt werden, weshalb hierbei geeignete Schutzmaßnahmen anzuwenden sind. Nach Möglichkeit sollte die Pulverfreisetzung durch abgeschlossene Nachbearbeitungsanlagen und geeignete Absauganlagen minimiert werden. Ist dies nicht möglich, muss geeignete PSA gewählt werden.</p>					
Brand- und Explosionsgefahr beim Reinigen des Arbeitsbereiches	<p>Um Pulveranhäufungen im Arbeitsbereich zu vermeiden, ist dieser regelmäßig zu reinigen. Entsprechend der verwendeten Materialien und unter Berücksichtigung der Brand- und Explosionsgefahr können z. B. feuchte Tücher, Nassabscheider verwendet werden. Für eine einfachere Reinigung sind glatte Oberflächen im Arbeitsbereich zu bevorzugen.</p>					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: in Ordnung	Handlungsbedarf, Mängel	Mängelbeseitigung bis/von	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
<b>Post-Prozess – Nachbearbeitung, Oberflächenveredelung</b>						
Brand- und Explosionsgefahr bei der spanenden Nachbearbeitung	Bei der Nachbearbeitung (z. B. Abtrennen des Objektes von der Bauplattform) von Materialien mit Brand- und Explosionsgefahr (z. B. Titanwerkstoff, Metallpulver aus Hohlräumen) sind geeignete Maßnahmen zu treffen. Es sind beispielsweise geeignete Kühlschmierstoffe zu wählen (Informieren sie sich bei Ihrem Kühlschmierstoff-Händler), die regelmäßig auf Pulververunreinigungen zu prüfen sind.					
Verbrennungsgefahr bei der thermischen Nachbehandlung	Bei der thermischen Nachbehandlung der Bauteile kann es zu Gefährdung durch heiße Oberflächen kommen. Bei der Handhabung heißer Bauteile sind geeignete Arbeitsmittel (z.B. Greifwerkzeuge) und/ oder Schutzhandschuhe zu tragen.					
Verletzungsgefahr durch spitze/scharfe Bauteile und raue Oberflächen	Schnittschutzhandschuhe/ mechanische Schutzhandschuhe sind bei der Handhabung von Bauteilen zu tragen. Weitere Hinweise im Hautschutzportal der BG ETEM (🔗 <a href="https://hautschutz.bgetem.de">https://hautschutz.bgetem.de</a> ) Hinweis: Falls bei der Nachbehandlung Maschinen mit rotierenden Werkzeugen eingesetzt werden ist zu prüfen, ob durch das Tragen von Schutzhandschuhen Einzugsgefahr der Finger/ Hände besteht.					
<b>Wartung und Entstörung</b>						
Brandgefahr beim Filterwechsel/ Belastung der Atemluft	Bei der Wartung des Filtersystems ist geeignete PSA anzuwenden. Hierbei ist zu beachten, dass es durch die Kontamination des Filtersystems zu Brandgefahren kommen kann.					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: in Ordnung	Handlungsbedarf, Mängel	Mängelbeseitigung bis/von	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
Brandgefahr durch verunreinigte Laseroptik	Durch prozessbedingte Verunreinigungen (z. B. Pulverrückstände) kann es zur Kontaminierung des Schutzglases der Laser-Optik kommen. Das Schutzglas ist entsprechend der Herstellerangaben zu reinigen.					
Belastung der Atemluft beim Reinigen der Laseroptik	Beim Reinigen der Laseroptik ist geeigneter Atemschutz gegen Partikel (mindestens FFP2) zu tragen.					
Gefährdung durch Laserstrahlung	Wartungsarbeiten am Laser werden ausschließlich durch geschultes Personal des Herstellers durchgeführt.					
Unfall- und Gesundheitsgefahren durch Maschinen	Es ist sicherzustellen, dass Arbeitsmittel nach Reparaturen und Instandsetzungsarbeiten auf sicheren Zustand überprüft werden. Wenn Arbeitsmittel schädigenden Einflüssen (z. B. Verschleiß) ausgesetzt sind, die zu sicherheitswidrigen Zuständen führen können, ist es erforderlich, Art, Umfang und Fristen von regelmäßigen Prüfungen festzulegen und die Prüfungen von einer befähigten Person durchführen zu lassen.					