

# Additive Fertigungsverfahren (3D-Druck) Laserstrahlschmelzen

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Gefährdungen beurteilen</b>	<b>2</b>
1.1	Verantwortung und Mitwirkung	2
1.2	Betriebliche Organisation des Arbeitsschutzes	3
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	5
	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>7</b>
<b>3</b>	<b>Gefährdungsbeurteilung Additive Fertigungsverfahren – Laserstrahlschmelzen/Laserstrahlsintern, Checkliste</b>	<b>8</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 betriebspezifischen 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

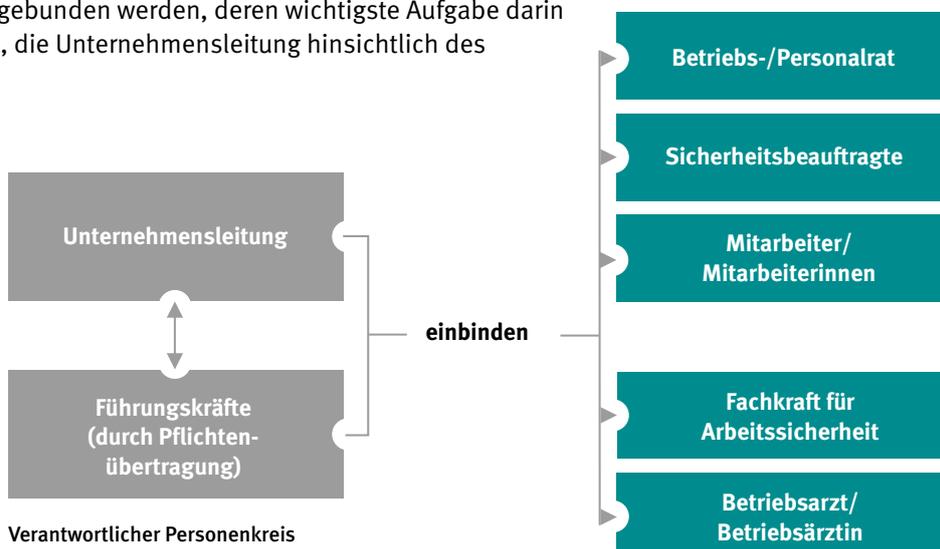
Das Erstellen einer Gefährdungsbeurteilung ist Aufgabe der Unternehmensleitung.

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.

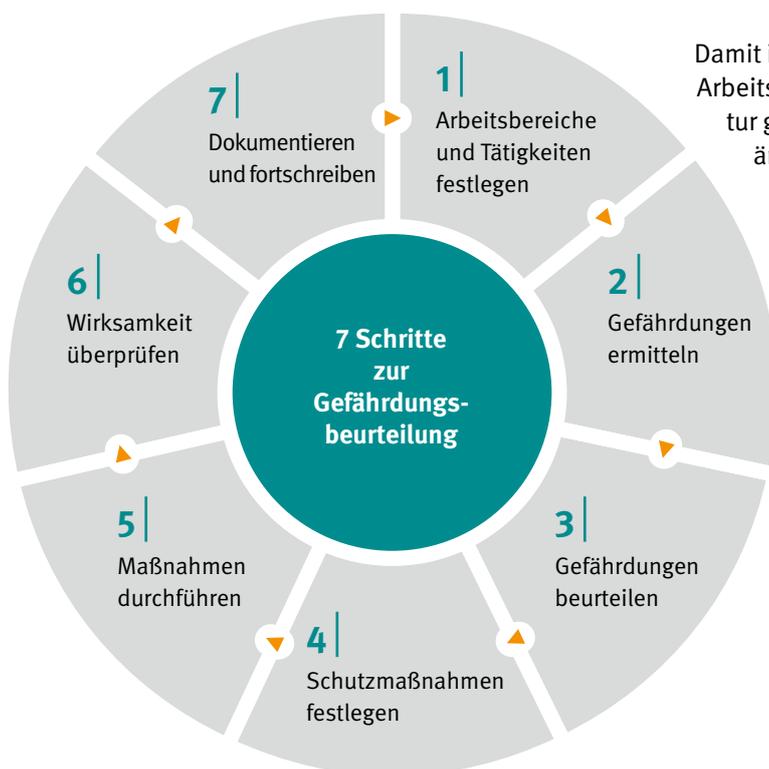
## 1.3 Durchführung der Gefährdungsbeurteilung

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 voraussehbaren Tätigkeiten und Arbeitsabläufe im Betrieb. Dazu gehören auch Tätigkeiten und Arbeitsabläufe, wie z. B. War-

tung, Instandhaltung oder Reparatur. Auf der Grundlage der Gefährdungsbeurteilung sind Maßnahmen zur Gefahrenabwehr einzuleiten 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 betriebsbedingte Veränderungen erfasst werden, die Einfluss auf den Arbeitsschutz und die Gefährdungsbeurteilung haben.



Handlungsschritte einer Gefährdungsbeurteilung

### 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 Eintritts-

wahrscheinlichkeit. 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. Diesen 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.

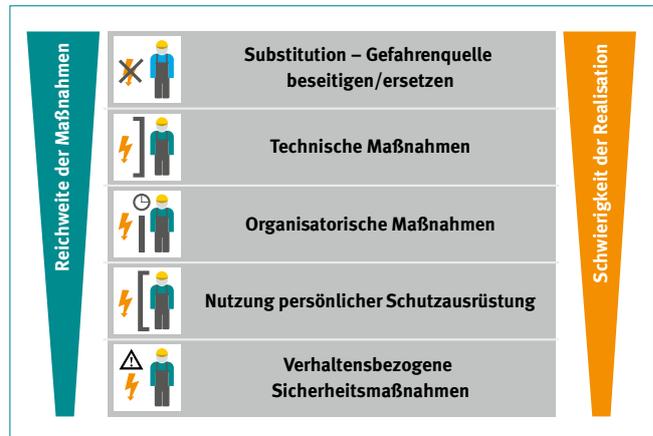
### Fortschreiben

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)



### Hinweis

- ▶ 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 eine Hilfe bei der Erstellung der Gefährdungsbeurteilung sein. Für den vorliegenden Gewerbebereich werden die typischen Gefährdungen aufgeführt.

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 entsprechende 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 unten) zurückgegriffen werden oder es muss eine individuelle Gefährdungsbeurteilung erstellt werden.

### Weiterführende allgemeine Informationen:

- Gefährdungsbeurteilung – Gefährdungen und Belastungen am Arbeitsplatz (Handlungshilfe für KMU mit allgemeinen Informationen) (D014), Webcode: M18104354
- Checklisten zur Gefährdungsbeurteilung: Organisation des Arbeitsschutzes (SZ018), Webcode: M18316912
- Checklisten zur Gefährdungsbeurteilung: Erste Hilfe (SZ014), Webcode: M18105029
- Checklisten zur Gefährdungsbeurteilung: Hand- und Hautschutz (SZ016), Webcode: M18494704
- Checklisten zur Gefährdungsbeurteilung: Gefahrstoffe, biologische Arbeitsstoffe (SZ015), Webcode: M18593109

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

- Checklisten zur Gefährdungsbeurteilung: RLT-Anlagen (SZ005), Webcode: M18445067
- Organisation des Arbeitsschutzes, Demografischer Wandel, Ermittlung von Unfallursachen, Mobile Arbeit/ Außendienst, Altersgerechte Arbeitsorganisation, Büro und büroähnliche Bereiche (SZ018), Webcode: M18316912

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

DGUV Informationen 208-033 „Belastungen für Rücken und Gelenke – was geht mich das an?“, Webcode: M18608583

Erhältlich unter [www.bgetem.de](http://www.bgetem.de), Medien/Service, Medienportal, Webcode: 11205644

### 3 Gefährdungsbeurteilung: additive Fertigungsverfahren – Laserstrahlschmelzen/Laserstrahlsintern, Checkliste

MÖGLICHE GEFÄHRDUNGEN UND BELASTUNGEN	MASSNAHMEN ZUM ARBEITS- UND GESUNDHEITSSCHUTZ	ÜBER-PRÜFUNG: IN ORDNUNG	HANDLUNGS-BEDARF, MÄNGEL	MÄNGEL-BESEITIGUNG BIS/VON	BERATUNGS-BEDARF WENN JA, X	BEMERKUNGEN KONTROLLE DER WIRKSAMKEIT DER GETROFFENEN MASSNAHMEN
<b>Allgemeine Schutzmaßnahmen</b>						
Verletzungsgefahr des Fußes durch um- oder herabfallende Gegenstände	1. Allen Mitarbeitern, bei denen die Gefahr von Fußverletzungen durch um- oder herabfallende Gegenstände besteht, sind Sicherheitsschuhe kostenlos zur Verfügung zu stellen					
Stolpern und Stürzen	2. Verkehrswege und Fußböden dürfen keine Stolperstellen haben. Schäden sind sofort zu reparieren, Verkehrswege und insbesondere Fluchtwege sind stets freizuhalten.					
Belastung des Wirbelsäulensystems	3. An allen Arbeitsplätzen, an denen regelmäßig größere Gewichte transportiert und/oder gehoben werden, ist zu überprüfen, ob eine Hebehilfe einsetzbar ist. Insbesondere wenn Bücken erforderlich ist, wird empfohlen, eine Hebehilfe zur Verfügung zu stellen.					
Elektrische Gefährdungen	4. 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.					
Unfall- und Gesundheitsgefahren durch Maschinen	5. Für Maschinen benötigen Sie auf jeden Fall eine Konformitätserklärung (Herstellereklärung) darüber, dass die Maschine den gültigen Vorschriften entspricht. Die Konformitätserklärung, die lediglich eine Zusicherung des Herstellers ist, ersetzt die eigene Gefährdungsbeurteilung nicht. Empfehlenswert ist der Kauf von Maschinen mit GS-Zeichen und zugehörigem Prüfzeugnis.					

MÖGLICHE GEFÄHRDUNGEN UND BELASTUNGEN	MASSNAHMEN ZUM ARBEITS- UND GESUNDHEITSSCHUTZ	ÜBER-PRÜFUNG: IN ORDNUNG	HANDLUNGS-BEDARF, MÄNGEL	MÄNGEL-BESEITIGUNG BIS/VON	BERATUNGS-BEDARF WENN JA, X	BEMERKUNGEN KONTROLLE DER WIRKSAMKEIT DER GETROFFENEN MASSNAHMEN
Unfall- und Gesundheits-gefahren durch Maschinen	6. Es muss festgelegt werden, 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.					

### Mechanische Gefährdungen

Verletzungs-gefahr durch bewegte Maschinenteile	7. An allen Maschinen und Geräten sind die Schutzeinrichtungen und Maschinenverkleidungen regelmäßig auf Vollständigkeit und Funktionssicherheit zu überprüfen.					
Verletzungs-gefahr durch bewegte Maschinenteile	8. Es ist sicherzustellen, dass bei Störungen, Wartung und Instandhaltung nicht an der laufenden Maschine gearbeitet wird und anschließend abnehmbare Schutzeinrichtungen wieder angebracht werden.					
Verletzungs-gefahr durch bewegte Maschinenteile	9. Bewegte Maschinenteile, wie Bauplattform und Antriebsteile können Quetsch-, Scher- und Einzugsstellen darstellen. Gefahrstellen müssen durch Schutzeinrichtungen gesichert werden.  Hinweis: 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.					
Verletzungs-gefahr durch bewegte Maschinenteile	10. Maschinenverkleidungen müssen fest verschraubt sein. Schutzeinrichtungen müssen montiert und funktionsfähig sein; im Zweifelsfall anhand der Bedienungsanleitung überprüfen.					

MÖGLICHE GEFÄHRDUNGEN UND BELASTUNGEN	MASSNAHMEN ZUM ARBEITS- UND GESUNDHEITSSCHUTZ	ÜBER- PRÜFUNG: IN ORDNUNG	HANDLUNGS- BEDARF, MÄNGEL	MÄNGEL- BESEITIGUNG BIS/VON	BERATUNGS- BEDARF WENN JA, X	BEMERKUNGEN KONTROLLE DER WIRKSAMKEIT DER GETROFFENEN MASSNAHMEN
<b>Physikalische Gefährdungen</b>						
Gefährdung durch Laser-Strahlung	11. 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.					
Gefährdung durch heiße Oberflächen	12. 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.					
Gefährdung durch Brände und Explosionen	13. Pulverförmige Werkstoffe sind sehr leicht entzündlich. Sie können Brände oder Explosionen verursachen. Staubarmes Arbeiten ist notwendig – bspw. durch geschlossenes System während des Pulverhandlings.					
<b>Chemische Gefährdungen</b>						
Gefahren durch Einatmen von Rauch und Inertgasen	14. Durch den Hersteller bereits montierte Kapselungen oder Absaugungsvorrichtungen müssen benutzt werden. Die Wirksamkeit der Absaugmaßnahmen ist regelmäßig zu prüfen.					
Belastung der Atemluft	15. Die Maschine muss in einem gut durchlüfteten, separaten Raum aufgestellt werden, der nicht als ständiger Arbeitsplatz genutzt wird.					

MÖGLICHE GEFÄHRDUNGEN UND BELASTUNGEN	MASSNAHMEN ZUM ARBEITS- UND GESUNDHEITSSCHUTZ	ÜBER-PRÜFUNG: IN ORDNUNG	HANDLUNGS-BEDARF, MÄNGEL	MÄNGEL-BESEITIGUNG BIS/VON	BERATUNGS-BEDARF WENN JA, X	BEMERKUNGEN KONTROLLE DER WIRKSAMKEIT DER GETROFFENEN MASSNAHMEN
Gefährdung durch Sauerstoffverdrängung	<p>16. 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.</p> <p>Hinweis: Falls eine Gefährdung durch ausströmendes Schutzgas besteht, können beispielsweise Gaswarnanlagen in Bodennähe eingesetzt werden.</p>					
Gefährdung durch unsachgemäße Lagerung der Pulverwerkstoffe	<p>17. Das Pulver ist entsprechend der Herstellerangaben im Sicherheitsdatenblatt und der TRGS 510 zu lagern.</p>					
Unfall- und Gesundheitsgefahren durch Maschinen	<p>18. Das Schutzgas ist entsprechend der Herstellerangaben im Sicherheitsdatenblatt und der TRGS 510 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.</p>					
Gefährdung durch verunreinigte Kleidung	<p>19. 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).</p>					

MÖGLICHE GEFÄHRDUNGEN UND BELASTUNGEN	MASSNAHMEN ZUM ARBEITS- UND GESUNDHEITSSCHUTZ	ÜBER-PRÜFUNG: IN ORDNUNG	HANDLUNGS-BEDARF, MÄNGEL	MÄNGEL-BESEITIGUNG BIS/VON	BERATUNGS-BEDARF WENN JA, X	BEMERKUNGEN KONTROLLE DER WIRKSAMKEIT DER GETROFFENEN MASSNAHMEN
<b>Pre-Prozess &amp; Post-Prozess – Rüstung der Maschine, Entfernung des Stützmaterials, Oberflächenveredelung</b>						
Belastung der Atemluft beim Einsatz nicht karzinogenen Stoffen	<p>20. Staubarmes Arbeiten während des Pulver-Handlings (bspw. Einfüllen des Ausgangsmaterials, Entnehmen des „gedruckten“ Werkstückes, Aufbereitung des Ausgangsmaterials): Möglichst geschlossene Systeme (Glovebox, Materialtransport in geschlossenen Containern) oder alternativ eine Absaugeinrichtung (regelmäßige Überprüfung der Wirksamkeit) verwenden. Ansonsten manuelles Handling des Pulvers unter Verwendung geeigneter PSA (mindestens FFP2) mit größtmöglicher Sorgfalt durchführen (konzentriertes und langsames Schütten).            FFP2 Maske mit Ausatemventil: Tragedauer: 2 h, Erholungszeit: 1/2 h            FFP2 Maske ohne Ausatemventil: Tragedauer: 1 1/4 h, Erholungszeit: 1/2 h            Arbeitsmedizinische Vorsorge Angebotsuntersuchung            Hinweis: Der allgemeine Staubgrenzwert sowie ggf. Akzeptanz- und Toleranzgrenzwerte müssen beachten werden! Siehe dazu auch TRGS 900 (<a href="http://www.baua.de">www.baua.de</a>).</p>					
Belastung der Atemluft beim Einsatz von karzinogenen Stoffen	<p>21. Beim Einsatz von karzinogenen (krebserzeugenden) Stoffen (z. B. Chrom/Nickel-/Kobaltstäube) muss zusätzlich zum Punkt 20 ein Expositionsverzeichnis erstellt werden, vom Arbeitgeber arbeitsmedizinische Pflichtvorsorge veranlasst werden und die Einhaltung der Akzeptanz- und Toleranzgrenzwerte nachgewiesen werden.            Siehe dazu auch TRGS 910 (<a href="http://www.baua.de">www.baua.de</a>).</p>					
Verletzungsgefahr durch spitze/scharfe Bauteile und raue Oberflächen	<p>22. Schnittschutzhandschuhe/mechanische Schutzhandschuhe sind bei der Handhabung von Bauteilen zu tragen.             Hautschutzportal der BG ETEM (<a href="https://hautschutz.bgetem.de/">https://hautschutz.bgetem.de/</a>)             Hinweis: Beim Einsatz von Maschinen mit rotierenden Werkzeugen ist aufgrund der Einzugsgefahr auf das Tragen von Handschuhen zu verzichten.</p>					

MÖGLICHE GEFÄHRDUNGEN UND BELASTUNGEN	MASSNAHMEN ZUM ARBEITS- UND GESUNDHEITSSCHUTZ	ÜBER-PRÜFUNG: IN ORDNUNG	HANDLUNGS-BEDARF, MÄNGEL	MÄNGEL-BESEITIGUNG BIS/VON	BERATUNGS-BEDARF WENN JA, X	BEMERKUNGEN KONTROLLE DER WIRKSAMKEIT DER GETROFFENEN MASSNAHMEN
Gefahr durch Brände und Explosionen bei Materialwechsel	<p>23. 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 karzinogenen (krebserzeugenden) Stoffen (z. B. Chrom/Nickel-/Kobaltstäube) muss der Industriestaubsauger mindestens der Staubklasse H entsprechen und die Anforderungen der TRGS 560 erfüllen.</p>					
Gefahr durch Brände und Explosionen bei der Verwendung von Nassabscheidern	<p>24. 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>					
Entzündung/ Brände der pulverförmigen, reaktiven Werkstoffe durch statische Aufladung	<p>25 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>					

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
Pulverfreisetzung beim Trennen der Bauteile von der Bauplatte, dem Entfernen von Stützkonstruktionen und der spanenden Nachbearbeitung der Bauteile	<p>26. Beim Trennen der Bauteile von der Bauplatte, dem Entfernen der Stützkonstruktion und der spanenden 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> <p>Hinweis: Beim Trennen der Bauteile von der Bauplatte, dem Entfernen der Stützkonstruktion und der spanenden Nachbearbeitung sind die Informationen aus der Gefährdungsbeurteilung SZ023 „Metallbearbeitung (GB015)“ zu beachten. <a href="http://www.bgetem.de">www.bgetem.de</a>, Webcode: M18604367</p>					
Brand- und Explosionsgefahr bei der spanenden Nachbearbeitung	<p>27. 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.</p> <p>Hinweis: Beim Einsatz von Kühlschmierstoffen sind die Informationen der Broschüre „Sicher arbeiten mit Kühlschmierstoffen“ MB027 zu beachten. <a href="http://www.bgetem.de">www.bgetem.de</a> Webcode: M18990956</p>					
Verbrennungsgefahr bei der thermischen Nachbehandlung	<p>28. 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.</p>					

MÖGLICHE GEFÄHRDUNGEN UND BELASTUNGEN	MASSNAHMEN ZUM ARBEITS- UND GESUNDHEITSSCHUTZ	ÜBER- PRÜFUNG: IN ORDNUNG	HANDLUNGS- BEDARF, MÄNGEL	MÄNGEL- BESEITIGUNG BIS/VON	BERATUNGS- BEDARF WENN JA, X	BEMERKUNGEN KONTROLLE DER WIRKSAMKEIT DER GETROFFENEN MASSNAHMEN
<b>Wartung und Entstörung</b>						
Brandgefahr beim Filterwech- sel / Belastung der Atemluft	29. Bei der Wartung des Filtersystems ist geeignete PSA anzuwen- den. Hierbei ist zu beachten, dass es durch die Kontamination des Filtersystems zu Brandgefahren kommen kann.					
Brandgefahr durch verunrei- nigte Laseroptik	30. Durch prozessbedingte Verunreinigungen (z. B. Pulverrück- stände) 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	31. Beim Reinigen der Laseroptik ist geeigneter Atemschutz gegen Partikel (mindestens FFP2) zu tragen.  Siehe auch Punkt 20 und 21					
Brand- und Ex- plosionsgefahr beim Reinigen des Arbeits- bereiches	32. Um Pulveranhäufungen im Arbeitsbereich zu vermeiden, ist dieser regelmäßig zu reinigen. Entsprechend der verwende- ten 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.					
Gefährdung durch Laser- Strahlung	33. Wartungsarbeiten am Laser werden ausschließlich durch ge- schultes Personal des Herstellers durchgeführt.					

MÖGLICHE GEFÄHRDUNGEN UND BELASTUNGEN	MASSNAHMEN ZUM ARBEITS- UND GESUNDHEITSSCHUTZ	ÜBER- PRÜFUNG: IN ORDNUNG	HANDLUNGS- BEDARF, MÄNGEL	MÄNGEL- BESEITIGUNG BIS/VON	BERATUNGS- BEDARF WENN JA, X	BEMERKUNGEN KONTROLLE DER WIRKSAMKEIT DER GETROFFENEN MASSNAHMEN