

Additive Fertigungsverfahren (3D-Druck) Stereolithographie / DLP

- ✓ — Gefährdungsbeurteilung
- ✓ — Checkliste

Inhalt

1	Gefährdungen beurteilen	2
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
2	Checkliste für typische Arbeitsbereiche bzw. Tätigkeiten Tätigkeiten im 3D-Druck Stereolithographie/DLP, Einleitung	7
3	Gefährdungsbeurteilung im 3D-Druck Stereolithographie/DLP, Checkliste	8

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

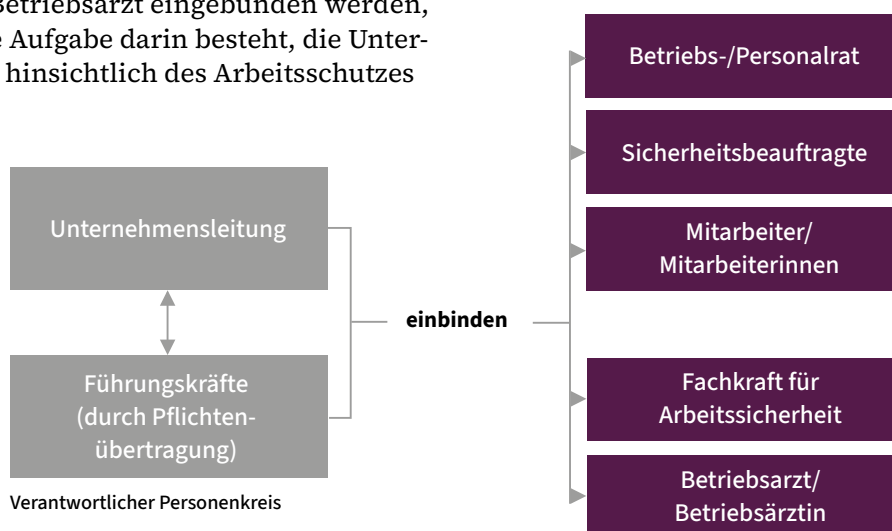
Das Erstellen einer Gefährdungsbeurteilung ist Aufgabe der Unternehmensleitung.

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.

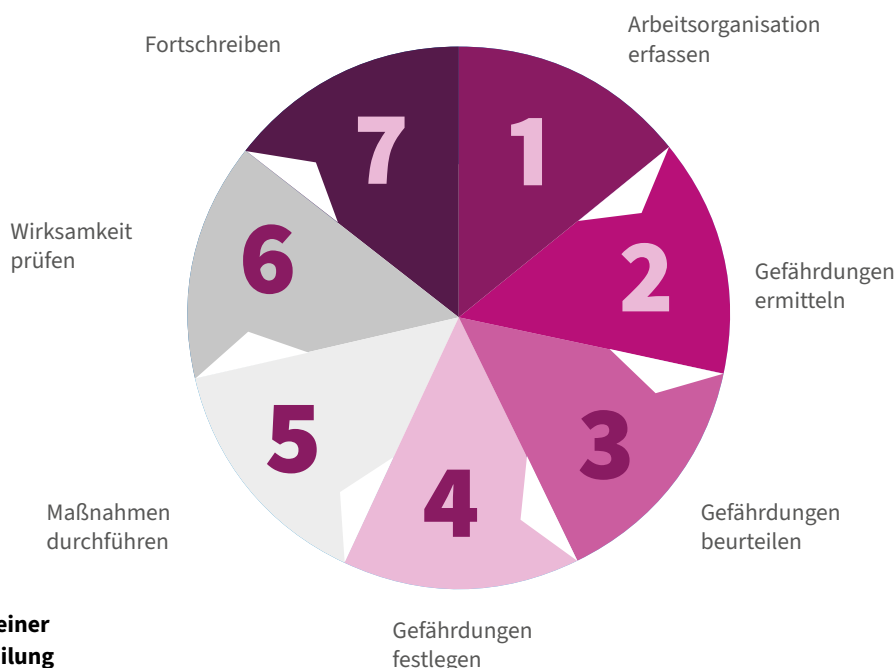
1.3 Durchführung der Gefährdungsbeurteilung

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 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.

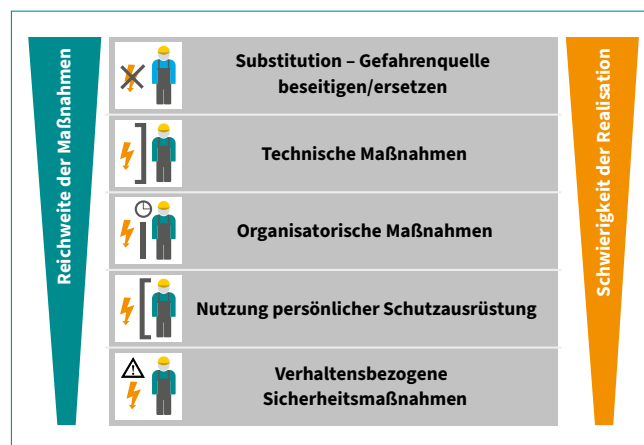
Fortschreiben

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 im 3D-Druck Stereolithographie/DLP, 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 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 allgemeine Informationen:

- Broschüre „Sicher arbeiten mit Gefahrstoffen“ (MB011), www.bgetem.de, Webcode: **M18724371**
- Checklisten zur Gefährdungsbeurteilung: Gefahrstoffe, biologische Arbeitsstoffe (SZ015), www.bgetem.de, Webcode: **M18593109**
- Checklisten zur Gefährdungsbeurteilung: Hand- und Hautschutz (SZ016), 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 Webcode: **M18517786**

Weiterführende Informationen zu speziellen Themen oder weiteren Arbeitsbereichen:

- Broschüre „Sicherheit und Gesundheit beim Arbeiten mit 3D-Druckern“ (MB033) www.bgetem.de, Webcode: **M21271894**
- Checklisten zur Gefährdungsbeurteilung: „Additive Fertigungsverfahren (3D-Druck)“ (SZ026) www.bgetem.de, Webcode: **M20836418**
- Brancheninformationsseite „3D-Druck/Additive Fertigungsverfahren“ www.bgetem.de, Webcode: **18661564**
- Vorlagensammlung „Betriebsanweisungen 3D-Druck“ (BZ026) www.bgetem.de, Webcode: **M24549540**
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: „3-D-Druck: Praxisgrundlagen zu Produktsicherheit und Rechtsrahmen“ Projektnummer: F 2389) www.baua.de www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2389

3 Gefährdungsbeurteilung im 3D-Druck Stereolithographie/DLP, Checkliste

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: In Ordnung	Beschreibung des Mangels und der durchzuführenden Maßnahmen	Mängelbeseitigung bis/Von:	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
Allgemeine Schutzmaßnahmen						
Maschinen – fehlende Informationen	Alle Maschinen müssen eine Konformitätserklärung (Herstellereklärung) haben, in welcher 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 von 3D-Drucker, Washer und Curer 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	Beschreibung des Mangels und der durchzuführenden Maßnahmen	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.					
Arbeiten mit Gefahrstoffen allgemein						
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. Hinweis: Beim Einsatz von leicht entzündbaren Waschmitteln wie Isopropanol (IPA) muss mit der Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre gerechnet werden.					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: In Ordnung	Beschreibung des Mangels und der durchzuführenden Maßnahmen	Mängelbeseitigung bis/Von:	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
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.					
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.					
Gesundheitsgefahren durch Aufnahme von Gefahrstoffen	Bei der Verwendung von Gefahrstoffen ist das Ess-, Trink- und Rauchverbot im gesamten Arbeitsbereich zu beachten					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: In Ordnung	Beschreibung des Mangels und der durchzuführenden Maßnahmen	Mängelbeseitigung bis/Von:	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
Mechanische Gefährdungen						
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 oder verfahrbarer Beschichter können Quetsch-, Scher- und Einzugsstellen darstellen. Gefahrstellen müssen durch Schutzeinrichtungen gesichert werden. <u>Hinweis:</u> Bei gekapselten Maschinen ist eine Gefährdung durch Quetsch- und Scherstellen nahezu ausgeschlossen. Im Einrichtbetrieb allerdings muss diese Gefährdung gesondert geprüft werden und die Beschäftigten sind dann darüber speziell zu unterweisen.					
Physikalische Gefährdungen						
Gefährdung durch Laser- oder UV-Strahlung	Laser-Strahlung und UV-Strahlung muss wirkungsvoll abgeschirmt sein. Es darf keine direkte oder reflektierte Strahlung nach außen dringen. Beim Einsatz von Schutzfiltern (Schutzscheiben) muss sie auf ein zulässiges Maß abgesenkt werden, wobei Blendungen auszuschließen sind. Daher sind defekte Schutzfilter Instand zu setzen. Schutzfilter sind regelmäßig entsprechend der Herstellerangaben zu prüfen und bei Bedarf auszutauschen.					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: In Ordnung	Beschreibung des Mangels und der durchzuführenden Maßnahmen	Mängelbeseitigung bis/Von:	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
Gefährdung durch UV-Strahlung beim Nachhärten	Die Geräte zum Nachhärten müssen bestimmungsgemäß verwendet werden. Hierzu müssen die Informationen in den entsprechenden Betriebsanleitungen beachtet werden. In regelmäßigen Abständen ist das Nachhärtegerät hinsichtlich Beschädigung, Manipulation u. ä. zu überprüfen (Sichtprüfung).					
Spezielle chemische Gefährdungen						
Belastung der Atemluft	3D-Drucker, Washer und Curer müssen in einem gut durchlüfteten, separaten Raum aufgestellt werden, der nicht als ständiger Arbeitsplatz genutzt wird.					
Belastung der Atemluft	Bei Reinigungsarbeiten muss sparsam mit dem Lösemittel umgegangen werden, um eine unnötige Belastung der Atemluft zu reduzieren.					
Belastungen der Haut	Bei allen Arbeiten (z. B. Nachfüllen, Entleeren oder Transport von Werkstücken zwischen 3D-Drucker, Washer und Curer) muss ein Kontakt zu Gefahrstoffen, z. B. unangehärtetem Druckmaterial / Harz, Lösemittel etc. vermieden werden. Es muss geeignete persönliche Schutzausrüstung, z. B. Schutzhandschuhe aus Nitril (siehe dazu auch das entsprechende Sicherheitsdatenblatt) sowie geeignete Hautschutz- und Hautpflegemittel zur Verfügung gestellt werden. Ein Hautschutzplan muss erstellt und aufgehängt werden.					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: In Ordnung	Beschreibung des Mangels und der durchzuführenden Maßnahmen	Mängelbeseitigung bis/Von:	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
Belastung der Haut durch unausgehärtetes Druckmaterial	In der Nähe der Arbeitsstellen muss eine Waschgelegenheit zur Verfügung stehen, damit Beschäftigte, die z. B. mit unausgehärtetem Druckmaterial in Berührung gekommen sind, sich sofort reinigen können.					
Gesundheitsbelastung durch unausgehärtetes Druckmaterial	Beim Umgang mit Kartuschen, die das unausgehärtete Druckmaterial beinhalten, müssen die Hinweise des Herstellers beachtet werden. Es dürfen nur geschlossene Kartuschen verwendet werden. Kartuschen dürfen nicht gewaltsam geöffnet werden.					
Gefährdung der Augen durch Reinigungsmittel	Können Spritzer in die Augen gelangen, muss eine Schutzbrille getragen werden, zusätzlich muss eine Augendusche (z. B. Augenspülflasche) bereitgestellt 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 (🔗 www.baua.de).					
Postprozess – Reinigen im Washer						
Maschinen – fehlende Informationen	Hersteller müssen Angaben zu folgenden Restrisiken machen: <ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung der Bildung von explosionsfähiger Atmosphäre; • Vermeidung der Zündung einer explosionsfähigen Atmosphäre; • Schutz vor den Auswirkungen einer Explosion. 					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: In Ordnung	Beschreibung des Mangels und der durchzuführenden Maßnahmen	Mängelbeseitigung bis/Von:	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
Brand- und Explosionsgefahr bei der Verwendung von Isopropanol im Washer	Die Verwendung von Isopropanol kann zur Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre führen. Eine lokale Absaugung der Lösemitteldämpfe unmittelbar am Washer ist erforderlich. Die Wirksamkeit der Absauganlage muss vor Inbetriebnahme und jährlich wiederkehrend nachgewiesen werden.					
Brand- und Explosionsgefahr bei der Verwendung von Isopropanol im Washer	Ist die Absaugung nicht ausreichend effektiv, müssen wirksame Zündquellen vermieden werden. Dazu ist eine Zoneneinteilung erforderlich und Mindestabstände müssen eingehalten werden. Die DGUV-Information 209-088 „Reinigen von Werkstücken mit Reinigungsflüssigkeiten“, Anhang 1 empfiehlt dazu u. a.: <ul style="list-style-type: none"> • Zone 1: Radius 2,5 m • Zone 2: Radius 4,5 m 					
Brand- und Explosionsgefahr beim Umfüllen von Isopropanol	Beim Umfüllen oder Entleeren ist darauf zu achten, dass Behälter, Pumpen, Trichter, der Aufstellort und weitere Komponenten geerdet sind und die Beschäftigten ableitfähiges Schuhwerk tragen. Die Pumpe, z. B. eine Siphonpumpe, muss während des Befüllens in die Flüssigkeit eintauchen und das verdrängte Dampf-Luft-Gemisch muss während des gesamten Befüll- und Entleerungsvorgangs unmittelbar an der Einfüllöffnung abgesaugt werden.					
Brand- und Explosionsgefahr beim Umfüllen von Isopropanol	Die Einrichtungen zur Erdung müssen regelmäßig durch eine befähigte Person auf ihre ordnungsgemäße Funktion überprüft werden.					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: In Ordnung	Beschreibung des Mangels und der durchzuführenden Maßnahmen	Mängelbeseitigung bis/Von:	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
Brand- und Explosionsgefahr beim Umfüllen von Isopropanol	Behälter für leicht entzündbare Flüssigkeiten, wie z. B. Isopropanol, mit einem Fassungsvermögen größer 5 Litern, müssen aus ableitfähigem Material bestehen (z. B. Kennzeichnung „ExEIStat“).					
Brand- und Explosionsgefahr durch leere Kanister	Leere Lösemittelkanister sind aus dem Arbeitsraum zu entfernen und werden arbeitsschutztechnisch wie volle behandelt.					
Brand- und Explosionsgefahr durch verschüttetes Isopropanol oder Leckage	Für den Notfall des Austritts muss ein Bindemittel bereitgestellt werden z. B. Tonerde oder Kieselgur. In diesem Fall sind wirksame Zündquellen zu vermeiden und gut zu lüften. Umgang mit benutztem Bindemittel erfolgt nach ähnlichen Vorgaben wie für gebrauchte Putztücher.					
Brand- und Explosionsgefahr durch verschüttetes Isopropanol oder Leckage	Gebrauchte Putztücher dürfen nur in die dafür vorgesehenen dicht schließenden, nicht brennbaren Behälter gefüllt werden. Diese Behälter sind geschlossen zu halten. Nach vollständiger Befüllung des Behälters muss dieser aus dem Arbeitsbereich entfernt und in einem separaten Raum oder außerhalb des Gebäudes gelagert werden					
Brand- und Explosionsgefahr sowie Inhalative Gefährdung	Isopropanol darf nicht über Nacht oder über das Wochenende im undichten Washer verbleiben.					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: In Ordnung	Beschreibung des Mangels und der durchzuführenden Maßnahmen	Mängelbeseitigung bis/Von:	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
Brand- und Explosionsgefahr	Die Schutzmaßnahmen zum Brand- und Explosionsschutz sowie deren Wirksamkeit sind im Explosionsschutzdokument zu dokumentieren. Weiterführende Informationen bietet das BG-Infoblatt „3D-Druck: Brand- und Explosionsschutz bei der Verwendung von Isopropanol in Washern“ (S339), Webcode: XXX					
Inhalative Gefährdung	Nach Gebrauch müssen Lösemittelbehälter sofort wieder dicht verschlossen werden, da sonst ständig Lösemittel verdunstet.					
Postprozess – Härten im Curer						
Brand- und Explosionsgefahr durch verdampfende Lösemittel	Werkstücke dürfen nur vollständig getrocknet in den Curer eingelegt werden.					
Postprozess – Entfernung des Stützmaterials, Oberflächenveredelung						
Gefährdung der Augen durch herumfliegende Kleinteile	Beim Entfernen des Stützmaterials und bei der Oberflächenbearbeitung, können Kleinteile unkontrolliert herumfliegen, die das Auge gefährden können. Geeignete Schutzmaßnahmen (z. B. zur Verfügung stellen von Schutzbrillen oder Verwendung vongeschlossenen Systemen wie ein Handschuhkasten (Glove-box) müssen getroffen werden.					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: In Ordnung	Beschreibung des Mangels und der durchzuführenden Maßnahmen	Mängelbeseitigung bis/Von:	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
Verletzungsgefahr durch spitze/scharfe Werkzeuge	<p>Bevorzug sind Werkzeuge mit geringer Gefährdung hinsichtlich Schnittverletzung einzusetzen, z. B. Seitenschneider statt Messer. Schnittschutzhandschuhe/mechanische Schutzhandschuhe sind beim Einsatz von scharfen Werkzeugen, z. B. Messern mit feststehender Klinge, zur Verfügung zu stellen.</p> <p>Ergänzende Informationen sind im Hautschutzportal der BG ETEM zu finden: (🔗 https://hautschutz.bgetem.de)</p>					
Wartung und Entstörung						
Belastung der Haut durch unausgehärtetes Druckmaterial	Bei Rüst- und Reinigungsarbeiten (z. B. das manuelle Filtern des unausgehärteten Druckmaterials), bei Leckage des Druckmaterial-Behälters u. ä. muss der Hautkontakt mit dem unausgehärtetem Druckmaterial verhindert werden. Daher müssen Schutzhandschuhe, Schutzbrille und langärmelige Arbeitskleidung getragen werden. Falls die Kleidung mit unausgehärtetem Druckmaterial kontaminiert wird, muss diese unverzüglich gewechselt werden.					
Verletzungsgefahr durch bewegte Maschinenteile	Es ist sicherzustellen, dass bei Störungen, Wartung und Instandhaltung nicht an der laufenden Maschine gearbeitet wird und anschließend abnehmbare Schutzeinrichtungen wieder angebracht werden.					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: In Ordnung	Beschreibung des Mangels und der durchzuführenden Maßnahmen	Mängelbeseitigung bis/Von:	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
Unfall- und Gesundheitsgefahren durch Maschinen	<p>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.</p> <p><u>Hinweis:</u> befähigte Person siehe § 2 (6) BetrSichV</p>					
Gefährdung durch Laser-Strahlung	Wartungsarbeiten am Laser werden ausschließlich durch geschultes Personal des Herstellers durchgeführt.					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: In Ordnung	Beschreibung des Mangels und der durchzuführenden Maßnahmen	Mängelbeseitigung bis/Von:	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
Lagerung und Entsorgung						
<p>Brandgefahr bei der Lagerung von Reinigungsmitteln</p>	<p>Lösemittelhaltige Reinigungsmittel (z. B. Isopropanol) sind leicht entzündbar. Zur Lagerung müssen ausschließlich unzerbrechliche, geschlossene und dafür vorgesehene Behälter (max. 10 l) verwendet werden. Die Behälter sind standsicher in einer Auffangeinrichtung aufzustellen. Auf entsprechende Gefahrstoff-Kennzeichnung muss geachtet werden.</p> <p>An oder in der Nähe von Arbeitsplätzen dürfen entzündbare Flüssigkeiten, wie z. B. Isopropanol, nur in einer Menge gelagert werden, die für den Fortgang der Arbeit erforderlich ist (Tagesbedarf). Eine Aufbewahrung von Mengen über 20 kg in Arbeitsräumen ist nicht erlaubt, siehe dazu TRGS 510 (www.baua.de).</p> <p>Die über den Tagesbedarf hinausgehende Menge an entzündbaren Flüssigkeiten muss in entsprechenden Lagern aufbewahrt werden. Dies sind entsprechend zu kennzeichnen und müssen abgeschlossen werden. Sie dürfen nur von befugten Personen betreten werden. Das Abstellen von anderen Gegenständen in diesen Räumen ist unzulässig.</p> <p><u>Hinweis:</u> Für die Lagerung im Arbeitsraum bieten auch „Sicherheitschränke“ eine gute Lösung. Diese können Mengen bis zu 200 Litern aufnehmen und im Arbeitsraum selbst aufgestellt werden.</p> <p>Ausführliche Informationen: www.baua.de TRGS 510 Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern.</p>					

Mögliche Gefährdungen und Belastungen	Maßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz	Überprüfung: In Ordnung	Beschreibung des Mangels und der durchzuführenden Maßnahmen	Mängelbeseitigung bis/Von:	Beratungsbedarf wenn ja, X	Bemerkungen Kontrolle der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen
Brandgefahr bei der Lagerung von Reinigungsmittel	Verkehrswege (Treppenräume, Flucht- und Rettungswege, Durchgänge) oder Pausen-, Bereitschafts-, Sanitär- bzw. Sanitätsräumen sind keine zulässigen Lagerflächen.					
Umweltgefährdung bei Entsorgung von Lösemittel- und Druckmaterialabfällen	Zur Entsorgung von Lösemittel- und Druckmaterialabfällen müssen die Hinweise der Hersteller hinsichtlich der Entsorgung beachtet werden.					