

# Sicherer Umgang mit 3D-Druckern in der Schule

HANDREICHUNG FÜR ALLGEMEIN BILDENDE SCHULEN  
UND VERGLEICHBARE FÄCHER AN BERUFLICHEN SCHULEN  
IN BADEN-WÜRTTEMBERG

A young man with glasses is smiling and looking at a 3D printer. He is wearing a dark green hoodie. The printer is a large, dark-colored machine with a transparent window. The background is a bright, slightly blurred classroom or workshop setting.

**Herausgeber:**

**Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg**  
Thouretstraße 6, 70173 Stuttgart

**Zentrum für Schulqualität und Lehrerbildung  
Baden-Württemberg (ZSL)**  
Heilbronner Straße 314, 70469 Stuttgart

**Unfallkasse Baden-Württemberg (UKBW)**  
Augsburger Straße 700, 70329 Stuttgart

Stand September 2021

## INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort .....	4
1 Allgemeine Regeln und Hinweise .....	5
1.1 Arbeits- und Gesundheitsschutz .....	5
1.2 Besondere Anforderungen und Gefährdungen beim Umgang mit 3D-Druckern .....	6
1.3 Bildungsziele im Unterricht .....	6
2 Regelungen für allgemein bildende Schulen und vergleichbare Fächer an beruflichen Schulen .....	7
2.1 Arten und Auswahl von 3D-Druckern .....	7
2.2 Auswahl von Filamenten .....	8
3 Hinweise zur Anschaffung und Inbetriebnahme eines 3D-Druckers .....	9
4 Muster-Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit 3D-Druckern .....	15
5 Muster-Betriebsanweisung .....	22
6 Rechtliche Grundlagen, weitere Informationen und Quellen .....	24

# Vorwort

Die **Faszination des 3D-Drucks** mit seinen schier unerschöpflichen Möglichkeiten in Bereichen der Technik, Medizin, Forschung und im Alltag entdecken auch immer mehr Schulen für den Unterricht. 3D-Drucker ermöglichen dabei spannende **Einblicke in den Fertigungsprozess von Produkten**, angefangen vom Entwurf über das Anwenden und Programmieren entsprechender Software bis hin zur Realisierung von Modellen oder Halbzeugen.

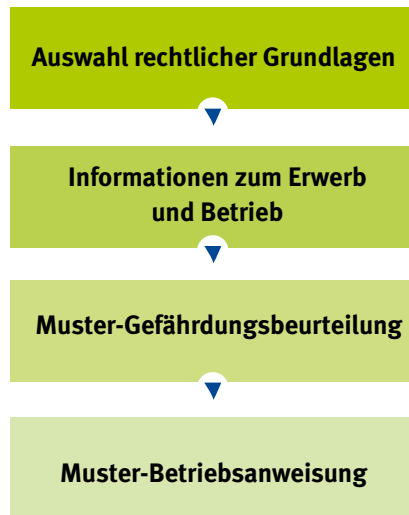
In den **allgemein bildenden Schulen** hält dabei das gemeinhin als 3D-Druck bezeichnete Verfahren der additiven Fertigung Einzug. Darunter versteht man den schichtweisen Aufbau eines dreidimensionalen Gegenstandes, der je nach Auswahl des Materials (so genanntes Filament) aus Kunststoff oder anderen Materialien gefertigt sein kann. In allgemein bildenden Schulen kommen dabei **3D-Tischdrucker** zum Einsatz, die nach dem Schmelzschichtverfahren (beispielsweise Fused Filament Fabrication, FFF) arbeiten.

Weitere Informationen zum Schmelzschichtverfahren werden unter anderem in der Broschüre der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) DGUV Information 202-103 „3D-Tischdrucker in Schulen“ (Juni 2019) gegeben. Diese Broschüre ist veröffentlicht unter [publikationen.dguv.de/regelwerk/](https://publikationen.dguv.de/regelwerk/).

Beim Umgang mit 3D-Druckern können **verschiedene Gefährdungen** auftreten (zum Beispiel Emissionen, Lärm, Überhitzung, Quetschungen). Deshalb sind beim Einsatz von 3D-Druckern an Schulen **arbeitsschutzrechtliche Regelungen** zu beachten. Die vorliegende Handreichung richtet sich an Schulen, die einen 3D-Drucker anschaffen möchten. Sie ist als Arbeits- und Orientierungshilfe konzipiert und umfasst u. a. Planungsschritte und Vorgaben, die vor der Anschaffung, beim Kauf, der Aufstellung, der Inbetriebnahme und dem Umgang mit 3D-Druckern beachtet werden sollten. Zudem werden ausgewählte rechtliche Grundlagen und weitere Informationen aufgeführt.

Die Handreichung enthält:

- eine Übersicht über ausgewählte rechtliche Grundlagen, die bei der Auswahl und dem Betrieb von 3D-Druckern sowie der Verwendung der hergestellten Produkte beachtet werden sollten,
- Informationen zu den wichtigsten Schritten, die beim Erwerb und Betrieb eines 3D-Druckers beachtet werden sollten,
- eine Muster-Gefährdungsbeurteilung,
- eine Muster-Betriebsanweisung.



Die Handreichung wurde im Auftrag des Ministeriums für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg durch die „Arbeitsgruppe Sicherheit“ erstellt, in der das Kultusministerium, das Zentrum für Schulqualität und Lehrerbildung Baden-Württemberg (ZSL) und die Unfallkasse Baden-Württemberg (UKBW) vertreten sind. Es wird darauf hingewiesen, dass für die Vollständigkeit und Richtigkeit der Handreichung keine Haftung übernommen wird. Jede Nutzerin und jeder Nutzer muss die aufgeführten Inhalte auf Grundlage der aktuell geltenden Vorgaben eigenverantwortlich prüfen und an die tatsächlichen Gegebenheiten anpassen. Diese Handreichung steht unter [www.gefahrstoffe-schule-bw.de](http://www.gefahrstoffe-schule-bw.de) zum Download zur Verfügung.

# 1 Allgemeine Regeln und Hinweise

## 1.1 Arbeits- und Gesundheitsschutz



Die Schulleiterin oder der Schulleiter sind für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Lehrkräfte sowie für die Sicherheit der Schülerinnen und Schüler im Unterricht verantwortlich. Hierzu sind arbeitsschutzrechtliche Vorgaben sowie Unfallverhütungsvorschriften zu berücksichtigen. Dabei ist zu beachten, dass in der Betriebssicherheitsverordnung, Gefahrstoffverordnung und Biostoffverordnung Schülerinnen und Schüler den Beschäftigten gleichgestellt werden. Dies bedeutet beispielsweise, dass von der Schule Gefährdungsbeurteilungen zu erstellen und zu dokumentieren sind, die sowohl die verwendeten Arbeitsmittel (vgl. Betriebssicherheitsverordnung, EG-Maschinenrichtlinie), Gefahrstoffe (vgl. Gefahrstoffverordnung) sowie die schulspezifischen Gegebenheiten, das Brandschutzkonzept und beabsichtigte Tätigkeiten berücksichtigen. Zudem müssen für bestimmte Arbeitsmittel (z. B. 3D-Drucker) Betriebsanweisungen erstellt und zugänglich gemacht sowie Bedienungsanleitungen in deutscher Sprache zur Verfügung gestellt werden.

3D-Drucker sind Maschinen im Sinne der EG-Maschinenrichtlinie und deshalb nicht mit herkömmlichen Bürodruckern oder Haushaltsgeräten vergleichbar. Sowohl beim Kauf als auch bei der Aufstellung, der Inbetriebnahme und dem Umgang mit 3D-Druckern im Unterricht sind Maßnahmen zu treffen, die den Schutz von Lehrkräften sowie von Schülerinnen und Schülern gewährleisten.

Ziel muss sein, vorhandene Risiken so gering wie möglich zu halten. Konkret bedeutet dies, dass die Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung durch die Schule bereits vor dem Kauf beginnt. Dabei werden der Drucker gemäß Bildungsziel und Einsatzgebiet ausgewählt und die schulspezifischen Gegebenheiten (z. B. räumliche Voraussetzungen, geeigneter Standort, Zugangsbeschränkungen und Aufsichtsmöglichkeiten) berücksichtigt. Wichtiger Bestandteil der Gefährdungsbeurteilung ist auch die Auswahl geeigneter Filamente, die ggf. als Gefahrstoffe ausgewiesen sind bzw. Gefährdungen durch Emissionen hervorrufen können. Es besteht

eine grundsätzliche Substitutionspflicht beim Einsatz von Gefahrstoffen, die Filamente und deren mögliche Emission einschließt. Mögliche Gefährdungen, die durch den Umgang (die Tätigkeit) mit dem 3D-Drucker auftreten können (z. B. elektrische, mechanische, thermische, physikalische, chemische Gefährdungen, Lärmbelastigung) und dementsprechend abgeleitete Schutzmaßnahmen werden ebenfalls in die Überlegungen zur Gefährdungsbeurteilung einbezogen. Werkzeuge, Gerä-

te und Maschinen sind dem Alter der Schülerinnen und Schüler gemäß auszuwählen und einzusetzen, bestehende Tätigkeitsverbote zu beachten.

Lehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler werden in den sicheren Umgang mit dem 3D-Drucker eingewiesen. Eine Unterweisung kann anhand der Betriebsanweisung und Bedienungsanleitung durch eine qualifizierte Lehrkraft erfolgen. Weitere Hinweise sind in Kapitel 4 aufgeführt.

## 1.2 Besondere Anforderungen und Gefährdungen beim Umgang mit 3D-Druckern

3D-Drucker sind aufgrund der von ihnen ausgehenden Gefährdungen nicht mit Bürodruckern vergleichbar. Von 3D-Druckern können im Betrieb Gefährdungen durch bewegte Maschinenteile, hohe Hitze oder Emissionen infolge des additiven Druckvorgangs ausgehen. Zusätzliche Gefährdungen bestehen durch die Lärmbelastigung während des Druckvorgangs, Verbrennungsgefahr an der heißen Düse während des Aufheizvorgangs sowie während und nach dem Druck, Verbrennungsgefahr durch die heiße Bauplattform und die Quetschgefahr an beweglichen Teilen während des Druckvorgangs.

Weitere Gefährdungen sowie abgeleitete Schutzmaßnahmen werden in Kapitel 4 in einer exemplarischen Dokumentation einer Gefährdungsbeurteilung beschrieben.

Bei der Anschaffung eines 3D-Tischdruckers muss darauf geachtet werden, dass dieser den aktuellen Sicherheitsvorschriften entspricht und in Deutschland zugelassen ist (CE-Kennzeichnung). Der 3D-Tischdrucker muss grundsätzlich so beschaffen sein, dass die oben beschriebenen Gefährdungen ausgeschlossen, zumindest aber möglichst geringgehalten werden. Dies kann zum Beispiel durch Einhausung des Bauraums zum Schutz vor unbeabsichtigtem Hineingreifen insbesondere während des Druckvorgangs, sichere Bedienung über ein Temperaturprogramm und verschiedene Druckgeschwindigkeiten sowie die Auswahl eines geeigneten Filaments nach Herstellerangaben erreicht werden. Weitere Informationen und wichtige Hinweise hierzu werden in Kapitel 3 gegeben.

## 1.3 Bildungsziele im Unterricht

Voraussetzung für den Einsatz von 3D-Druckern im Unterricht ist stets die Erfüllung eines ausgewiesenen Bildungsziels des aktuell gültigen Bildungsplans. Grundsätzlich ist zu prüfen, ob die Anschaffung eines schuleigenen 3D-Druckers tatsächlich notwendig ist oder aber das Bildungsziel durch die Nutzung der, von verschiedenen Medienzentren eingerichteten, Makerspaces erreicht werden kann. Wird ein schuleigener 3D-Drucker angeschafft, so können Gefährdungen dadurch reduziert werden, dass Schülerinnen und Schüler während des Druckvorgangs nicht selbst mit dem 3D-Drucker in Kontakt kommen und ein Hinein-

greifen in den Bauraum verhindert wird. Schülerinnen und Schüler dürfen nur unter Aufsicht und vorangegangener Unterweisung mit dem 3D-Drucker arbeiten. Hergestellte Produkte, Objekte und Modelle werden zu unterrichtlichen Anschauungszwecken eingesetzt und können in der Schule an geeigneten Orten (z. B. Vitrinen) ausgestellt werden. Aus Gründen der Produkthaftung und möglicher Gefährdungen wird dringend davon abgeraten, die selbst produzierten Objekte mit nach Hause zu geben. Weitere Informationen hierzu werden in Kapitel 3 gegeben.

## 2 Regelungen für allgemein bildende Schulen und vergleichbare Fächer an beruflichen Schulen



### 2.1 Arten und Auswahl von 3D-Druckern

Je nach Druckverfahren und Filamenten unterscheidet man verschiedene Arten von 3D-Druckern. Für den Einsatz an allgemein bildenden Schulen sind gemäß der Bildungsziele des aktuell gültigen baden-württembergischen Bildungsplans lediglich im Handel erhältliche 3D-Tischdrucker, die nach dem Schmelzschichtverfahren (beispielsweise Fused Filament Fabrication, FFF) arbeiten und Filamente auf Kunststoffbasis erlaubt.

Aufgrund sicherheitsrelevanter Aspekte ist der Einsatz von Bausätzen oder Selbstbaugeräten sowie Freihandgeräten (3D-Stifte) und von Lebensmitteldruckern an allgemein bildenden Schulen nicht erlaubt.

Beim Erwerb und Einsatz von 3D-Druckern an Grundschulen muss vorab geprüft und ggf. in der

Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung schriftlich begründet werden, dass die Verwendung eines 3D-Druckers zur Erreichung des Bildungsziels gemäß Bildungsplan erforderlich ist.

Zur Vermeidung der in Kapitel 4 aufgeführten Gefährdungen wird ein Drucker mit eingehaustem Bauraum und Absaugung empfohlen.

Um eine sichere Nutzung des 3D-Druckers zu gewährleisten, muss die vom Hersteller empfohlene Software verwendet werden. Von der Verwendung offener Systeme wird abgeraten. Beim Aufspielen der Software dürfen vom Hersteller vorgegebene Sicherheitseinstellungen nicht verändert werden. Weitere Hinweise werden in Kapitel 3 gegeben.

## 2.2 Auswahl von Filamenten

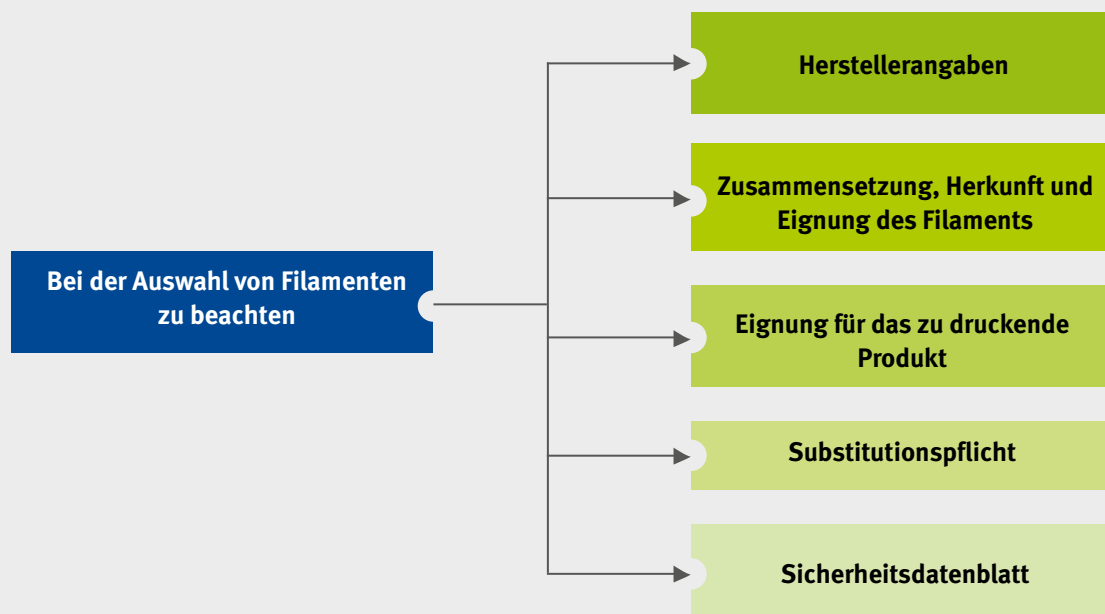
Bei der Auswahl von Filamenten sind einige Vorgaben zu berücksichtigen. An allgemein bildenden Schulen dürfen lediglich 3D-Tischdrucker zum Einsatz kommen, die nach dem Schmelzschichtverfahren arbeiten. Daher werden thermoplastische Materialien verarbeitet, die vielfach kunststoffbasiert sind. Gängige Filamente sind dabei u. a. PLA (Polylactid) und ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol). Es handelt sich meist um synthetische Polymere, die sich sowohl in der Herstellung als auch in den Eigenschaften unterscheiden.

Die Auswahl eines geeigneten Filaments geschieht auf Basis einer Beurteilung, in die folgende Überlegungen einbezogen werden:

- Herstellerangaben, Zusammensetzung und Herkunft des Filaments,
- Eignung des Filaments für den vorhandenen 3D-Drucker (Temperaturprogramm und verschiedene Druckgeschwindigkeiten),
- Eignung für das zu druckende Produkt,
- Substitutionspflicht beim Einsatz von Filamenten mit Gefahrstoffkennzeichnung,
- Beachtung des Sicherheitsdatenblatts.

Grundsätzlich sind Filamente so zu wählen, dass die hergestellten Produkte für den weiteren Einsatz im Unterricht geeignet sind. Aus diesem Grund können nur vom Hersteller des 3D-Druckers empfohlene Filamente verwendet werden. Der verwendete Kunststoff kann nur bei der durch den Hersteller empfohlenen Temperatur verarbeitet werden, da es bei einer Temperaturüberschreitung zu einer Zersetzung des Kunststoffes und somit zur Freisetzung von unerwünschten Zersetzungsprodukten kommen kann. Es besteht zudem die Gefahr weiterer Emissionen während des Druckvorgangs, wenn die empfohlenen Temperaturen durch den Hersteller nicht eingehalten werden.

Bei Filamenten für 3D-Drucker handelt es sich oftmals nicht um reine Kunststoffe. Sie können mit Additiven (z. B. Weichmacher, Karbonfasern) angereichert sein, um bestimmte gewünschte Eigenschaften zu erhalten. Von diesen Additiven können Emissionen und somit Gefährdungen ausgehen, wenn diese in die Raumluft gelangen. Außerdem müssen Gefährdungen, die bei einer Weiterverarbeitung auftreten können (z. B. durch Staubbildung, scharfkantige Produktteile), berücksichtigt werden.





### 3 Hinweise zur Anschaffung und Inbetriebnahme eines 3D-Druckers



Der folgende Abschnitt

- enthält Hinweise, die vor dem Kauf eines 3D-Druckers berücksichtigt werden sollten,
- weist auf wichtige Punkte bei der Aufstellung und der Inbetriebnahme hin und
- gibt eine Orientierung zur Einhaltung des Arbeitsschutzes und der Produkthaftung.

Vor der Anschaffung eines 3D-Druckers sind verschiedene Aspekte (z. B. Auswahl eines geeigneten Druckers, Standort des Druckers) zu berücksichtigen und in die Gefährdungsbeurteilung einzubeziehen.

Bei der Aufstellung und Auswahl eines geeigneten Standortes sind u. a. folgende Punkte wichtig:

- der Standort des 3D-Druckers ist vorab mit dem zuständigen Sachkostenträger der Schule abzuklären,
- zur Vermeidung von Gefährdungen wie Lärm und Emissionen sowie unbefugter Nutzung sollte möglichst ein separater, abschließbarer Raum mit geeigneter Lüftungsmöglichkeit gewählt werden,
- sofern nicht kontinuierlich durch eine technische Lüftung für Frischluft gesorgt werden kann, muss regelmäßig gelüftet werden können, um eine Anreicherung durch Emissionen zu vermeiden,

- Zugluft oder stärkere Temperaturschwankungen können ggf. den Druckvorgang stören, daher sollte mindestens nach jedem Druckvorgang gelüftet werden (z. B. mittels Stoßlüftung),
- ungeeignet sind Räume mit dauerhaftem Unterrichtsbetrieb,
- der Drucker ist auf einer feuerfesten Unterlage aufzustellen,
- aufgrund einer möglichen Brandgefahr durch Überhitzung des 3D-Druckers oder Kurzschluss dürfen keine Brandlasten in der Nähe des Druckers aufbewahrt werden bzw. vorhanden sein (z. B. Papier, Vorhänge).

Lehrkräfte wie auch Schülerinnen und Schüler werden über den sachgerechten Umgang mit dem 3D-Drucker durch eine qualifizierte Person unterwiesen (Person kennt und berücksichtigt die Betriebsanleitung und Herstellerangaben). Eine Betriebsanweisung ist zu erstellen und zugänglich zu machen (z. B. in Sichtweite neben dem Gerät aushängen).

Vor Inbetriebnahme des 3D-Druckers wird durch Sicht- und Funktionsprüfung einer qualifizierten Person kontrolliert, ob ein sicherer Betrieb gewährleistet werden kann (z. B. fachgerechter Anschluss, Brandschutzvorgaben, ggf. Not-Aus-Schalter).

# 1 Klärung

## Checkliste zur Anschaffung und Inbetriebnahme eines 3D-Druckers

Schritte	Zu beachten	Weitere Hinweise	Regelungen (Auswahl)*
Abklärung/ Absprache in der Fachschaft und mit der Schulleitung.	Geplanter Einsatz im Unterricht.	Eventuell schriftliche Begründung: Relevanz zum Erreichen des Bildungsziels. Abklärung und Prüfung, ob Kauf notwendig ist oder die Nutzung eines Makerspaces der Kreismedienzentren (KMZ) oder Stadtmedienzentren (SMZ) möglich ist.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildungsplan</li> <li>• Fachcurriculum</li> </ul>
Abklärung/ Absprache mit dem Sachkostenträger.	Kauf, Aufstellung und Betrieb	Brandschutzkonzept beachten und die Prüfung ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel abklären.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EG-Maschinenrichtlinie</li> <li>• Betriebssicherheitsverordnung</li> <li>• Vorgaben des vorbeugenden Brandschutzes</li> </ul>
	Standort	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Möglichst in separatem Raum (zumindest nicht in Raum mit dauerhaftem Unterriechsbetrieb) aufstellen.</li> <li>• Auf ausreichende Belüftung achten (nach Möglichkeit technische Lüftung, Abluftanlage vorsehen; ansonsten Fensterlüftung, z. B. Stoßlüftung über Fenster, gewährleisten).</li> <li>• Geräuschpegel des Druckers beachten (möglichst eingehausten Drucker mit Absaugung anschaffen).</li> <li>• Sicherheitsabstände einhalten.</li> <li>• Nicht in der Nähe leicht entzündlicher Materialien aufstellen.</li> <li>• Auf stabile, feuerfeste Unterlage achten.</li> <li>• Raum muss über Feuermelder/Rauchmelder verfügen.</li> <li>• Auf geeignete Feuerlöscheinrichtung achten.</li> <li>• Auf sachgemäße Lagerung von Filamenten achten.</li> <li>• Empfehlung: Not-Aus-Schlagtaster gemäß VDE 0113, über den der 3D-Drucker abgeschaltet werden kann.</li> </ul>	
	Gefährdungsbeurteilung durchführen (elektrische, mechanische, thermische, physikalische, chemische Gefährdungen).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brand- und Explosionsgefahr vermeiden.</li> <li>• Gefährdung durch Lärm, Staub, Hitze und Strahlung berücksichtigen.</li> <li>• Sicherheitstechnische Prüfungen berücksichtigen.</li> <li>• Zugang/Zugriff für Unbefugte verhindern.</li> </ul> <p>Siehe Muster-Gefährdungsbeurteilung.</p>	
	Betriebszeiten mit dem Sachkostenträger (eventuell dem Gebäudeversicherer) und der Schulleitung abklären (Stichwort: unbeaufsichtigter Betrieb, Nachtbetrieb).	Haftungserklärung (Klärung mit Sachkostenträger, schriftliche Vereinbarung treffen): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wer haftet bei Betrieb und keiner direkten/dauerhaften Aufsicht?</li> <li>• Überwachung aus der Ferne möglich?</li> <li>• Ist eine „Declaration of safe unattended professional use“ des Herstellers ausreichend?</li> </ul>	

\* Es handelt sich um eine Auswahl der maßgeblichen Regelungen, ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

# 2 Auswahl

## Checkliste zur Anschaffung und Inbetriebnahme eines 3D-Druckers

Schritte	Zu beachten	Weitere Hinweise	Regelungen (Auswahl)*
Gerätewahl	Fertig montiertes Tischgerät (keinen Bausatz verwenden).	Nur Drucker und Materialien von namhaften Herstellern auswählen. Gegebenenfalls Kontakt mit KMZ oder SMZ mit Makerspace aufnehmen.	EG-Maschinenrichtlinie
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drucker muss den aktuellen Sicherheitsvorschriften entsprechen (auf CE-Kennzeichnung und Typenschild achten).</li> <li>• Bedienungsanleitung/Gebrauchsanleitung muss in deutscher Sprache vorliegen.</li> <li>• Hinweise zu Sicherheit, Aufstellung, Betrieb, Wartung, Reinigung, Störungsbeseitigung (ggf. in deutscher Sprache) einholen.</li> </ul>	EG-Maschinenrichtlinie
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Möglichst Drucker mit geschlossenem Bauraum (eingehauste Drucker) und Absaugung erwerben (bei offenem Bauraum die Aufsicht beachten, um ein Hineingreifen während des Betriebs zu verhindern).</li> <li>• Möglichst geräuscharmen Drucker anschaffen.</li> <li>• Kalibrierung beachten (halbautomatische Kalibrierung durch eine Software wird empfohlen).</li> </ul>	
	Kein Freihandgerät verwenden.	Kein Schutz vor Berührung (Verbrennungsfahr), direkte Emission.	
	Keinen Lebensmitteldrucker verwenden (Anmerkung: für berufliche Schulen sind, je nach Ausbildungsziel, Ausnahmen möglich).	Bei Lebensmitteldruckern müssen u. a. die Hygienevorschriften beachtet werden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infektionsschutzgesetz</li> <li>• Hygienevorschriften</li> </ul>
Ausstattung des Druckers mit beabsichtigtem Einsatz im Unterricht abgleichen.	Kriterien <ul style="list-style-type: none"> <li>• Größe des Bauraums</li> <li>• Größe des Druckbetts</li> <li>• geeignete Filamente</li> <li>• Druckzeiten</li> <li>• Druckgeschwindigkeit</li> <li>• Temperaturregelung</li> <li>• Abschaltvorrichtung</li> <li>• Überhitzungsschutz</li> <li>• Programmierung</li> <li>• allgemeine Steuerung</li> </ul>	Gefährdungsbeurteilung durchführen und dokumentieren. Betriebsanweisung erstellen. Betriebsanleitungen beachten.  Gefahr von <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quetschungen,</li> <li>• Verbrennungen,</li> <li>• Entzündlichkeit,</li> <li>• Gefahrstoffemission durch Aufschmelzen.</li> </ul> Siehe Muster-Gefährdungsbeurteilung, Muster-Betriebsanweisung.	
Filamente auswählen	Eignung der durch den Hersteller erlaubten Filamente für den geplanten Einsatz prüfen.	Entzündlichkeit und Gefahrstoffemission durch Aufschmelzen beachten. Herstellerangaben und Sicherheitsdatenblatt der Filamente beachten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellerangaben</li> <li>• Sicherheitsdatenblatt der Filamente</li> </ul>
	PLA-Filamente sind gegenüber ABS-Filamenten bei gleicher Eignung zu bevorzugen.	ABS kann gesundheitsschädliche Dämpfe freisetzen, Druckergehäuse und Abluftanlage sind notwendig.	
	Verwendung anderer Filamente (z. B. Nylon, TPU).	Eignung und mögliche Emissionen beachten. Herstellerangaben von 3D-Drucker und Filament beachten. Sicherheitsdatenblatt des Filaments beachten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellerangaben</li> <li>• Sicherheitsdatenblatt der Filamente</li> </ul>

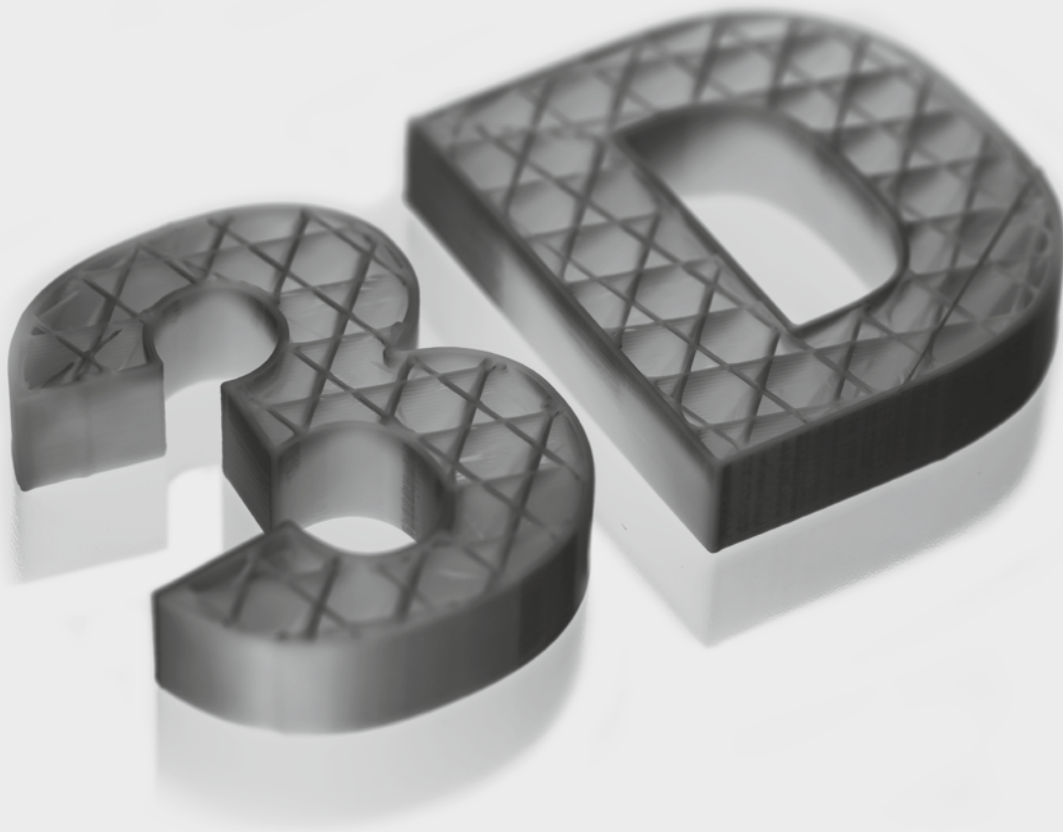
\* Es handelt sich um eine Auswahl der maßgeblichen Regelungen, ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

# 3

## Standort

### Checkliste zur Anschaffung und Inbetriebnahme eines 3D-Druckers

Schritte	Zu beachten	Weitere Hinweise	Regelungen (Auswahl)*
Möglichst in einem separaten Raum aufstellen.	Nicht in einem Raum mit dauerhaftem Unterrichtsbetrieb aufstellen.	Auf ausreichende Belüftung achten (nach Möglichkeit technische Lüftung, Abluftanlage vorsehen; ansonsten Fensterlüftung, z. B. Stoßlüftung über Fenster, gewährleisten).  Bildungsplan und Fachcurriculum beachten. Abklärung und Prüfung, ob ein Kauf notwendig ist oder die Nutzung eines Makerspace der KMZ oder SMZ möglich ist.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildungsplan</li> <li>• Fachcurriculum</li> </ul>
Standort so wählen, dass sicherer Betrieb, Wartung und Prüfung möglich sind.	Sicherheitsabstände beachten.  Sicherstellen, dass sich keine Brandlasten in direkter Umgebung befinden.	Es dürfen keine Gegenstände in den Druckraum hineinragen. Auf stabile, feuerfeste Unterlage achten.  Es dürfen sich keine Papierstapel, Notizzettel oder brennbare Stoffe (Klebstoff, Brennspritus ...) in direkter Umgebung befinden.	
Vor unbefugtem Zugriff schützen.	Möglichst in getrenntem, abschließbarem Raum aufstellen, ansonsten eingehauste Drucker empfohlen. Aufbewahrung in einem abschließbaren Schrank.	Wird der 3D-Drucker ungeschützt aufgestellt, besteht die Gefahr, dass Fremdgegenstände in den Druckraum gelangen können oder dieser verschmutzt.  Siehe Muster-Gefährdungsbeurteilung.	



\* Es handelt sich um eine Auswahl der maßgeblichen Regelungen, ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

# 4 Betrieb

## Checkliste zur Anschaffung und Inbetriebnahme eines 3D-Druckers

Schritte	Zu beachten	Weitere Hinweise	Regelungen (Auswahl)*	
Vor erster Inbetriebnahme.	Anschlüsse prüfen.	Herstellerhinweise beachten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellerangaben</li> </ul>	
	Regelungen zur elektrischen Sicherheit beachten.	Herstellerhinweise beachten. VDE-Vorschriften beachten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht</li> <li>• DGUV Information 202-039.</li> </ul>	
	Nur vom Hersteller empfohlene Software verwenden. Keine offenen Systeme verwenden.	Beim Aufspielen der Software dürfen vom Hersteller vorgegebene Sicherheitseinstellungen nicht verändert werden.		
	Gefährdungsbeurteilung dokumentieren.	Muster-Gefährdungsbeurteilung an die Vor-Ort-Bedingungen anpassen.		
	Betriebsanweisung erstellen.	Muster-Betriebsanweisung auf die Vor-Ort-Bedingungen anpassen.		
Betrieb	Für ausreichende Belüftung, ggf. für eine Absaugeinrichtung sorgen.	Vgl. oben „Vor dem Kauf – Standort“.		
	Druckzeiten beachten.	Überhitzung vermeiden. Herstellerhinweise beachten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellerangaben</li> </ul>	
	Aufsicht/Überwachung klären, v. a. bei Druck ohne Aufsicht (über Nacht, am Tag ohne direkte Aufsicht ...).	Bei Überwachung aus der Ferne mit dem Sachkostenträger (und/oder Gebäudeversicherer) eventuelle Haftung klären – vgl. oben „Vor dem Kauf – Betriebszeiten“. Herstellerangaben und Sicherheitsdatenblatt der Filamente beachten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellerangaben</li> <li>• Sicherheitsdatenblatt der Filamente</li> </ul>	
	Nur geeignete Hilfsmittel für die Erhöhung der Haftung des Produkts verwenden.	Heiße Oberflächen beachten. Entzündbare Hilfsmittel nur bei erkaltem Druck einsetzen oder die Trägerplatte (Glasplatte) entnehmen. Herstellerangaben beachten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellerangaben</li> </ul>	
	Verwendung gedruckter Produkte.	Wegen Gefahr von Filamentrückständen dürfen die Produkte nicht für die Verarbeitung oder Nutzung von Lebensmitteln (z. B. als Ausstecher, Schüsseln, Teller etc.) verwendet werden. Auch Bestandteile des Druckers, wie Druckkopf oder Extrusionsdüse, können sich auf die Lebensmittelechtheit der Kunststoffe auswirken. In den Rillen des Produkts können sich Keime und Bakterien ansiedeln.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infektionsschutzgesetz</li> <li>• Hygienevorschriften</li> </ul>
		Produkte dürfen nicht für die Nutzung mit und neben Wärmequellen verwendet werden. Kein Druck von z. B. Kerzenhaltern oder Lampenschirmen.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• BAuA-Publikation „Produktsicherheit beim 3D-Druck“.</li> </ul>
		Mechanische Belastungen berücksichtigen. Herstellerhinweise beachten.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellerangaben</li> </ul>
		Verwendung als Anschauungsmaterial ist möglich.		
		Weitere Verwendung im Unterrichtsgang ist möglich (vorab Eignungsprüfung, z. B. Bruch-sicherheit durchführen).		
		Kein Verkauf der Produkte (produkthaftungsrechtliche Vorgaben sind zu beachten, Produkthaftungsgesetz).		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktsicherheitsgesetz</li> <li>• Produkthaftungsgesetz</li> </ul>

\* Es handelt sich um eine Auswahl der maßgeblichen Regelungen, ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

# 4

## Betrieb

### Checkliste zur Anschaffung und Inbetriebnahme eines 3D-Druckers

Schritte	Zu beachten	Weitere Hinweise	Regelungen (Auswahl)*
Betrieb Fortsetzung	Entnahme der Produkte.	Aufgrund scharfkantiger Produktteile besteht eine Verletzungsgefahr. Werkzeuge und persönliche Schutzausrüstung zum Entgraten sind notwendig.	
Wiederholter Betrieb	Reinigung und Wartung.	Reinigungs- und Wartungszyklen des Herstellers beachten. Einweisung/Unterweisung in die Werkzeuge und persönliche Schutzausrüstung (Schutzbrille, Schutzhandschuhe) zum Entgraten.	
	Regelmäßige Prüfintervalle.	Prüfintervalle für ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel beachten (jährliche Prüfung).	• DGUV Vorschrift 3
	Sichtprüfung	Vor jeder Inbetriebnahme auf erkennbare Mängel prüfen, z. B.:  <b>An Steckern, Kupplungen und Buchsen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gelockerte, verbogene oder verschmorte Steckkontakte, gerissene, verformte oder abgeplatzte Gehäuse bzw. Gehäuseteile</li> <li>• Abgelöster bzw. beschädigter Knickschutz</li> <li>• Gelockerte bzw. gelöste Zugentlastung</li> </ul> <b>An den Leitungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flickstellen</li> <li>• Schadhafte Leitungsisolierungen</li> <li>• Versprödungen (z. B. durch UV-Einstrahlung oder Wärmeeinwirkung)</li> <li>• Fühlbare Deformationen, die auf Leitungsbrüche oder Knickstellen im Inneren der Leitungen hinweisen</li> </ul> <b>Am Gerätegehäuse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebrochene oder abgeplatzte Gehäuseteile</li> <li>• Schmorstellen</li> <li>• Leitfähiger Schmutz oder Feuchtigkeit</li> <li>• Deformationen</li> <li>• Verstopfte oder verschmutzte Extrusionsdüse</li> </ul>	
	Funktionsprüfung	Funktionsprüfung nach Vorgabe des Herstellers durchführen.	

\* Es handelt sich um eine Auswahl der maßgeblichen Regelungen, ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

## 4 Muster-Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit 3D-Druckern




Die Muster-Gefährdungsbeurteilung kann als Handlungs- und Orientierungshilfe herangezogen werden. Es wird darauf hingewiesen, dass für die Vollständigkeit und Richtigkeit der Muster-Gefährdungsbeurteilung keine Haftung übernommen

wird. Jede Nutzerin und jeder Nutzer muss die aufgeführten Inhalte eigenverantwortlich fachkundig prüfen und an die tatsächlichen Gegebenheiten vor Ort anpassen (z. B. Ausstattung des Fachraums, Beachtung der Betriebsanweisungen).

### Muster-Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit 3D-Druckern (Schmelzschichtverfahren)

(gilt nicht für Lebensmitteldrucker)




Nr.	Mögliche Gefährdungen/ Belastungen	Konkrete Gefährdung	Risiko*	Maßnahmen/ Verhaltensregeln	Realisierung		Wirksamkeitskontrolle		
					bis/am/wann	verantwortlich	wie/wann	durch wen	
1	<b>Mechanische Gefährdungen</b>								
	<b>Ungeschützt bewegte Maschinenteile</b>	Gefahr von Quetschungen an Fingern und Händen beim Hineingreifen in den Druckraum.	 gering mittel hoch	Möglichst Drucker mit Schutzgehäuse verwenden. Während des Betriebs nicht in den Druckraum greifen. Mit dem Drucker dürfen nur hierzu beauftragte und speziell unterwiesene Personen arbeiten. Der Drucker darf nicht von mehreren Personen gleichzeitig bedient werden.	regelmäßig arbeitstäglich regelmäßig arbeitstäglich regelmäßig arbeitstäglich				
		Verletzungsgefahr durch das Einziehen von Haaren und Kleidung an beweglichen oder rotierenden Teilen.	 gering mittel hoch	Unterweisung/Betriebsanweisung Möglichst Drucker mit Schutzgehäuse verwenden. Mit dem Drucker dürfen nur hierzu beauftragte und speziell unterwiesene Personen arbeiten. Der Drucker darf nicht von mehreren Personen gleichzeitig bedient werden. Lose Teile der Kleidung (z. B. Kordeln, Tücher, Schals) sichern bzw. ablegen. Im Bedarfsfall lange Haare zusammenbinden oder geeignete Mütze/Haube/Haarnetz verwenden.	regelmäßig halbjährlich regelmäßig arbeitstäglich regelmäßig arbeitstäglich				
				Unterweisung/Betriebsanweisung	regelmäßig halbjährlich				

\* Das Risiko einer Gefährdung ergibt sich aus deren Eintrittswahrscheinlichkeit und der zu erwartenden Schwere der Verletzungen. Es wird zwischen geringem (gelb), mittlerem (orange) und hohem (rot) Risiko unterschieden.



## Muster-Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit 3D-Druckern (Schmelzschichtverfahren)


(gilt nicht für Lebensmitteldrucker)

Nr.	Mögliche Gefährdungen/ Belastungen	Konkrete Gefährdung	Risiko*	Maßnahmen/ Verhaltensregeln	Realisierung		Wirksamkeitskontrolle		
					bis/am/wann	verantwortlich	wie/wann	durch wen	
1	<b>Mechanische Gefährdungen</b>								
	<b>Teile mit gefährlichen Oberflächen</b>	Gefahr von Schnittverletzungen an scharfkantigen Druckerteilen.	 gering mittel hoch	Drucker außerhalb von Verkehrs- und Fluchtwegen aufstellen.  Unterweisung/Betriebsanweisung	regelmäßig arbeitstäglich  regelmäßig halbjährlich				
		Gefahr von Verletzungen (Schnitt- und Augenverletzungen) an scharfkantigen Produktteilen beim Entnehmen und Bearbeiten.	 gering mittel hoch	Bei Bedarf geeignete Werkzeuge zum Entgraten der Druckerzeugnisse verwenden.  Bei Bedarf geeignete persönliche Schutzausrüstung (Schutzbrille und Schutzhandschuhe) bereitstellen und tragen.  Unterweisung/Betriebsanweisung	regelmäßig arbeitstäglich  regelmäßig arbeitstäglich				
		Gefahr von Schnittverletzungen beim Wechsel des Filaments.	 gering mittel hoch	Wechsel des Filaments nur durch unterwiesene Lehrkraft.  Bei Bedarf geeignete persönliche Schutzausrüstung (Schutzhandschuhe) bereitstellen und tragen.  Unterweisung/Betriebsanweisung	regelmäßig halbjährlich  regelmäßig arbeitstäglich				
				Unterweisung/Betriebsanweisung	regelmäßig halbjährlich				

\* Das Risiko einer Gefährdung ergibt sich aus deren Eintrittswahrscheinlichkeit und der zu erwartenden Schwere der Verletzungen. Es wird zwischen geringem (gelb), mittlerem (orange) und hohem (rot) Risiko unterschieden.

### Muster-Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit 3D-Druckern (Schmelzschichtverfahren)



(gilt nicht für Lebensmitteldrucker)

Nr.	Mögliche Gefährdungen/ Belastungen	Konkrete Gefährdung	Risiko*	Maßnahmen/ Verhaltensregeln	Realisierung		Wirksamkeitskontrolle		
					bis/am/wann	verantwortlich	wie/wann	durch wen	
2	<b>Elektrische Gefährdungen</b>								
	<b>Elektrischer Schlag</b>	Gefahr eines Stromschlags durch defekte elektrische Bauteile oder beschädigte Anschlusskabel.	 gering mittel hoch	Vor Inbetriebnahme 3D-Drucker auf erkennbare Mängel überprüfen (Sicht- und Funktionsprüfung).  Während des Betriebs 3D-Drucker auf ungewöhnliche Hitze- oder Geruchsentwicklung überprüfen (Funktionsprüfung).  Beschädigte Kabel, Stecker und Schalter vor Inbetriebnahme von einer fachkundigen Person ersetzen lassen. Ansonsten ist der 3D-Drucker außer Betrieb zu setzen und mit einem Warnhinweis zu versehen.  Regelmäßige, wiederkehrende Prüfung elektrischer Betriebsmittel (Prüfintervalle der DGUV beachten).  Unterweisung/Betriebsanweisung  Störungsbeseitigung, Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten dürfen nur von ausgebildeten Fachkräften durchgeführt werden, die mit der Technik und den Gefahren des 3D-Druckers vertraut sind. Arbeiten an elektrischen Komponenten dürfen nur von einer ausgebildeten Elektrofachkraft durchgeführt werden.	regelmäßig arbeitstäglich  regelmäßig arbeitstäglich  regelmäßig arbeitstäglich  regelmäßig nach Vorschrift  regelmäßig halbjährlich  regelmäßig bei Bedarf	verantwortlich	wie/wann	durch wen	

\* Das Risiko einer Gefährdung ergibt sich aus deren Eintrittswahrscheinlichkeit und der zu erwartenden Schwere der Verletzungen. Es wird zwischen geringem (gelb), mittlerem (orange) und hohem (rot) Risiko unterschieden.

## Muster-Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit 3D-Druckern (Schmelzschichtverfahren)



(gilt nicht für Lebensmitteldrucker)

Nr.	Mögliche Gefährdungen/ Belastungen	Konkrete Gefährdung	Risiko*	Maßnahmen/ Verhaltensregeln	Realisierung		Wirksamkeitskontrolle		
					bis/am/wann	verantwortlich	wie/wann	durch wen	
3	<b>Gefahrstoffe</b>								
	<b>Einatmen von Gefahrstoffen</b>	Gesundheitsgefahr durch Gefahrstoffemissionen aus den erhitzten Filamenten (je nach Filament).	 gering mittel hoch	Möglichst Drucker mit Absaugung benutzen.  Auswahl von geeigneten Filamenten ohne oder nur mit geringer Schadstoffemission (Substitutionspflicht).  Ausreichende Lüftung (technische Lüftung oder Fensterlüftung) sicherstellen.  Vor Inbetriebnahme 3D-Drucker auf erkennbare Mängel überprüfen (Sicht- und Funktionsprüfung).  Während des Betriebs 3D-Drucker auf ungewöhnliche Hitze- oder Geruchsentwicklung überprüfen (Funktionsprüfung).  Nur nach Herstellerangaben gelagerte Filamente verwenden.  Sicherstellen, dass die vom Hersteller (3D-Drucker und Filament) in der Bedienungsanleitung empfohlenen Temperaturen eingehalten werden.  Sicherheitsdatenblatt des Filaments beachten.  Unterweisung/Betriebsanweisung	regelmäßig arbeitstäglich  regelmäßig arbeitstäglich  regelmäßig arbeitstäglich  regelmäßig arbeitstäglich  regelmäßig arbeitstäglich  regelmäßig arbeitstäglich  regelmäßig arbeitstäglich  regelmäßig arbeitstäglich				
		Gefährdung von Schwangeren und Stillenden.	 gering mittel hoch	Aktuelle Bestimmungen zum Mutterschutz beachten.  Unterweisung/Betriebsanweisung	regelmäßig arbeitstäglich  regelmäßig halbjährlich				

\* Das Risiko einer Gefährdung ergibt sich aus deren Eintrittswahrscheinlichkeit und der zu erwartenden Schwere der Verletzungen. Es wird zwischen geringem (gelb), mittlerem (orange) und hohem (rot) Risiko unterschieden.

### Muster-Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit 3D-Druckern (Schmelzschichtverfahren)




(gilt nicht für Lebensmitteldrucker)

Nr.	Mögliche Gefährdungen/ Belastungen	Konkrete Gefährdung	Risiko*	Maßnahmen/ Verhaltensregeln	Realisierung		Wirksamkeitskontrolle	
					bis/am/wann	verantwortlich	wie/wann	durch wen
4	<b>Brennbare Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase</b>	Brandgefahr durch heiße Oberflächen, defekte Kabel und Bauteile oder Software-Fehler.	 gering mittel hoch	3D-Drucker möglichst in einen Raum mit Rauchmelder/Wärmemelder aufstellen. 3D-Drucker auf einer stabilen, feuerfesten Unterlage aufstellen. Sicherstellen, dass sich keine brennbaren Gegenstände in der Nähe des Druckers befinden. Unterweisung/Betriebsanweisung	regelmäßig arbeitstäglich regelmäßig arbeitstäglich regelmäßig arbeitstäglich regelmäßig halbjährlich			
		Brandgefahr durch zu hohe Verarbeitungstemperatur der Filamente, maximale Erhitzungstemperatur wird überschritten.	 gering mittel hoch	3-Drucker möglichst in einem Raum mit Rauchmelder/Wärmemelder aufstellen (auch Überwachung mit Kamera denkbar). Möglichst 3D-Drucker mit Temperaturüberwachung verwenden. Vor Inbetriebnahme 3D-Drucker auf erkennbare Mängel überprüfen (Sicht- und Funktionsprüfung). Vor dem Druckvorgang Filamentzuführung und Druckkopf überprüfen (Funktionsprüfung). Sicherheitsfunktion „Temperaturüberwachung“ des 3D-Druckers regelmäßig überprüfen (Funktionsprüfung). Während des Betriebs 3D-Drucker auf ungewöhnliche Hitze- oder Geruchsentwicklung überprüfen (Sicht- und Funktionsprüfung). Sicherstellen, dass die vom Hersteller (3D-Drucker und Filament) in der Bedienungsanleitung empfohlenen Temperaturen eingehalten werden (Funktionsprüfung).	regelmäßig arbeitstäglich regelmäßig arbeitstäglich regelmäßig arbeitstäglich regelmäßig arbeitstäglich regelmäßig arbeitstäglich regelmäßig arbeitstäglich regelmäßig arbeitstäglich			

\* Das Risiko einer Gefährdung ergibt sich aus deren Eintrittswahrscheinlichkeit und der zu erwartenden Schwere der Verletzungen. Es wird zwischen geringem (gelb), mittlerem (orange) und hohem (rot) Risiko unterschieden.

## Muster-Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit 3D-Druckern (Schmelzschichtverfahren)

(gilt nicht für Lebensmitteldrucker)







Nr.	Mögliche Gefährdungen/ Belastungen	Konkrete Gefährdung	Risiko*	Maßnahmen/ Verhaltensregeln	Realisierung		Wirksamkeitskontrolle	
					bis/am/wann	verantwortlich	wie/wann	durch wen
4	<b>Brände und Explosionen</b>							
	<b>Brennbare Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase</b>		 gering <b>mittel</b> hoch	3D-Drucker während des Betriebes nicht unbeaufsichtigt lassen (regelmäßige Kontrolle sicherstellen; auch Überwachung mit Kamera denkbar).  Unterweisung/Betriebsanweisung	regelmäßig arbeitstäglich			
				Unterweisung/Betriebsanweisung	regelmäßig halbjährlich			
5	<b>Thermische Gefährdungen</b>							
	<b>Heiße Medien/Oberflächen</b>	Verbrennungsgefahr an heißen Oberflächen (Druckkopf, Druckbett, Produkte).  Gefahr von Verbrennungen beim Entnehmen des heißen Produkts.	 gering <b>mittel</b> hoch	Vor dem Druckvorgang Filamentzuführung und Druckkopf prüfen (Funktionsprüfung).  Während des Betriebs nicht in den Druckraum greifen.  Unterweisung/Betriebsanweisung	regelmäßig arbeitstäglich  regelmäßig arbeitstäglich  regelmäßig halbjährlich			
				Vor Entnahme des Produkts ausreichend abkühlen lassen.  Bei Bedarf geeignete persönliche Schutzausrüstung (Schutzhandschuhe) bereitstellen und tragen.  Unterweisung/Betriebsanweisung	regelmäßig arbeitstäglich  regelmäßig arbeitstäglich  regelmäßig halbjährlich			
6	<b>Spezielle physikalische Einwirkungen</b>							
	<b>Lärm</b>	Lärmbelästigung durch Betriebsgeräusche des 3D-Druckers.	 gering <b>mittel</b> hoch	Möglichst 3D-Drucker mit Schutzgehäuse verwenden.  3D-Drucker möglichst nicht oder zumindest nicht dauerhaft in einem Unterrichtsraum nutzen.  Unterweisung/Betriebsanweisung	regelmäßig arbeitstäglich  regelmäßig arbeitstäglich  regelmäßig halbjährlich			

\* Das Risiko einer Gefährdung ergibt sich aus deren Eintrittswahrscheinlichkeit und der zu erwartenden Schwere der Verletzungen. Es wird zwischen geringem (gelb), mittlerem (orange) und hohem (rot) Risiko unterschieden.

# 5 Muster-Betriebsanweisung

Die Muster-Betriebsanweisung kann als Handlungs- und Orientierungshilfe herangezogen werden. Es wird darauf hingewiesen, dass für die Vollständigkeit und Richtigkeit der Muster-Betriebsanweisung keine Haftung übernommen wird. Jede Nut-

zerin und jeder Nutzer muss die aufgeführten Inhalte eigenverantwortlich fachkundig prüfen und an die tatsächlichen Gegebenheiten vor Ort anpassen (z. B. Ausstattung des Fachraums, Einbeziehung der Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung).

<b>Muster-Betriebsanweisung</b>		Nr.:
		Stand:
<b>Anwendungsbereich</b>		
Schule: .....	Arbeitsplatz/Zimmer: .....	
Gebäude: .....	Tätigkeit: .....	
<b>Geltungsbereich: Maschinen, Geräte, Arbeitsverfahren</b>		
<b>Arbeiten mit dem 3D-Drucker (Schmelzschichtverfahren)</b> (gilt nicht für Lebmitteldrucker)		
<b>Gefahren für Mensch und Umwelt</b>		
  	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefahr eines Stromschlags durch defekte elektrische Bauteile oder beschädigte Anschlusskabel.</li> <li>• Verbrennungsgefahr an heißen Oberflächen (Druckkopf, Druckbett, Produkte).</li> <li>• Verbrennungsgefahr beim Entnehmen des Produkts.</li> <li>• Gefahr von Quetschungen an Fingern und Händen beim Hineingreifen in den Druckraum.</li> <li>• Gefahr von Schnitt- und Augenverletzungen an scharfkantigen Drucker- oder Produktteilen und beim Wechsel des Filaments.</li> <li>• Verletzungsgefahr durch bewegte und rotierende sowie scharfkantige Teile.</li> <li>• Gesundheitsgefahr durch Gefahrstoffemissionen aus den erhitzten Filamenten (je nach Filament).</li> <li>• Brandgefahr durch heiße Oberflächen, defekte Kabel und Bauteile, zu hohe Verarbeitungstemperatur oder Software-Fehler.</li> <li>• Lärmbelastigung durch Betriebsgeräusche des 3D-Druckers.</li> </ul>	
<b>Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit dem 3D-Drucker dürfen nur hierzu beauftragte und unterwiesene Personen arbeiten.</li> <li>• Bedienungsanleitung des Herstellers beachten.</li> <li>• Möglichst 3D-Drucker mit Schutzgehäuse verwenden.</li> <li>• 3D-Drucker möglichst nicht oder zumindest nicht dauerhaft in einem Unterrichtsraum nutzen.</li> <li>• Sicherstellen, dass sich keine brennbaren Gegenstände in der Nähe des Druckers befinden.</li> <li>• 3D-Drucker nur bestimmungsgemäß und mit vom Hersteller erlaubten Filamenten verwenden.</li> <li>• Filamente ohne oder nur mit geringer Schadstoffemission auswählen (Substitutionspflicht).</li> <li>• Sicherheitsdatenblatt des Filaments beachten.</li> <li>• Nur nach Herstellerangaben gelagertes Filament verwenden.</li> <li>• Vor Druckbeginn ausreichende Lüftung (technische Lüftung/Fensterlüftung) sicherstellen.</li> <li>• Vom Hersteller vorgeschriebene Betriebstemperaturen einhalten.</li> <li>• Lange Haare zusammenbinden oder geeignete Mütze/Haube/Haarnetz tragen.</li> <li>• Lose Teile der Kleidung (z. B. Kordeln, Tücher, Schals) sichern bzw. ablegen.</li> <li>• Bei Bedarf geeignete (Schutz-)Handschuhe, Schutzbrille tragen.</li> <li>• Vor Inbetriebnahme 3D-Drucker auf erkennbare Mängel prüfen (Sicht- und Funktionsprüfung).</li> <li>• Vor dem Druckvorgang Filamentzuführung und Druckkopf prüfen.</li> <li>• Während des Betriebs nicht in den Druckraum greifen.</li> <li>• 3D-Drucker während des Betriebs nicht unbeaufsichtigt lassen (regelmäßige Kontrolle sicherstellen).</li> <li>• Während des Betriebs 3D-Drucker auf ungewöhnliche Hitze- oder Geruchsentwicklung prüfen (Funktionsprüfung).</li> <li>• Vor Entnahme des Produkts den 3D-Drucker ausreichend abkühlen lassen.</li> <li>• Wechsel des Filaments nur durch unterwiesene Lehrkraft.</li> </ul>	
<b>Verhalten bei Störungen und im Gefahrenfall</b>		<b>Feuer: 112</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrkraft informieren.</li> <li>• 3D-Drucker abschalten und von der Stromversorgung trennen.</li> <li>• Abkühlzeit beachten.</li> </ul>		
<b>Verhalten bei Unfällen, Erste Hilfe</b>		<b>Notruf: 112</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3D-Drucker abschalten und von der Stromversorgung trennen, Lehrkraft informieren.</li> <li>• Erste Hilfe leisten, dabei auf Eigenschutz achten.</li> <li>• Im Bedarfsfall Notruf absetzen.</li> <li>• Im Bedarfsfall Ersthelfer/Ersthelfer benachrichtigen.</li> </ul>	
<b>Reinigung, Instandhaltung, Entsorgung</b>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reinigung nach Herstellerangaben.</li> <li>• Vor Instandhaltungsarbeiten den 3D-Drucker von der Stromversorgung trennen.</li> <li>• Reparaturen dürfen nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden.</li> <li>• Prüfintervalle einhalten, Wartungsvorgaben des Herstellers beachten.</li> <li>• Fachgerechte Entsorgung.</li> </ul>	
Datum: .....		Freigegeben (Unterschrift): .....
<small>Durch die oben geleistete Unterschrift wird die Anpassung der BA auf die arbeitsplatzspezifischen Bedingungen und ortsbefindlichen Bedienungsanleitungen bestätigt!</small>		



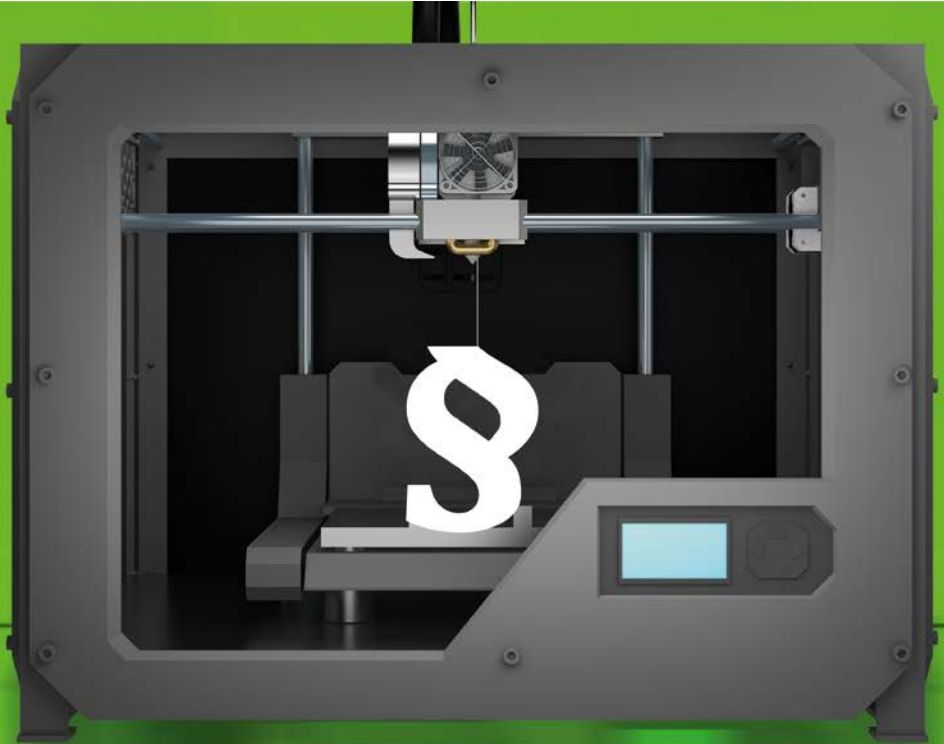
## 6 Rechtliche Grundlagen, weitere Informationen und Quellen



**Auswahl an Gesetzen, Verordnungen, Vorschriften,**  
die beim Betrieb von 3D-Druckern an Schulen  
beachtet werden müssen:

- Bildungspläne des Landes  
Baden-Württemberg
- Arbeitsschutzgesetz
- Gefahrstoffverordnung
- Betriebssicherheitsverordnung
- Maschinenverordnung (9. ProdSV)
- EG-Maschinenrichtlinie  
(Richtlinie Nr. 2006/42/EG)
- Produktsicherheitsgesetz (ProdSG)
- Produkthaftungsgesetz (ProdHaftG)
- Gesetz über Urheberrecht und verwandte  
Schutzrechte (UrhG, Urheberrecht)
- Unfallverhütungsvorschriften




**Bekanntmachung des Umweltbundesamtes:**

- [link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00103-020-03095-x.pdf](https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00103-020-03095-x.pdf)

**Informationen der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – BAuA:**

- [www.baua.de/DE/Themen/Anwendungssichere-Chemikalien-und-Produkte/Produktsicherheit/3D-Drucker.html](https://www.baua.de/DE/Themen/Anwendungssichere-Chemikalien-und-Produkte/Produktsicherheit/3D-Drucker.html)
- [www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Praxis/3-D-Druck.html](https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Praxis/3-D-Druck.html)
- [www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2389.html](https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2389.html)

**Informationen der Berufsgenossenschaften:**

- [www.bgetem.de/arbeitsicherheit-gesundheitsschutz/brancheninformationen1/druck-und-papierverarbeitung/3d-druck-additive-fertigungsverfahren](https://www.bgetem.de/arbeitsicherheit-gesundheitsschutz/brancheninformationen1/druck-und-papierverarbeitung/3d-druck-additive-fertigungsverfahren)
- [www.bgetem.de/arbeitsicherheit-gesundheitsschutz/brancheninformationen1/druck-und-papierverarbeitung/3d-druck-additive-fertigungsverfahren/gefaehrungsbeurteilung-beginnt-vor-dem-kauf](https://www.bgetem.de/arbeitsicherheit-gesundheitsschutz/brancheninformationen1/druck-und-papierverarbeitung/3d-druck-additive-fertigungsverfahren/gefaehrungsbeurteilung-beginnt-vor-dem-kauf)

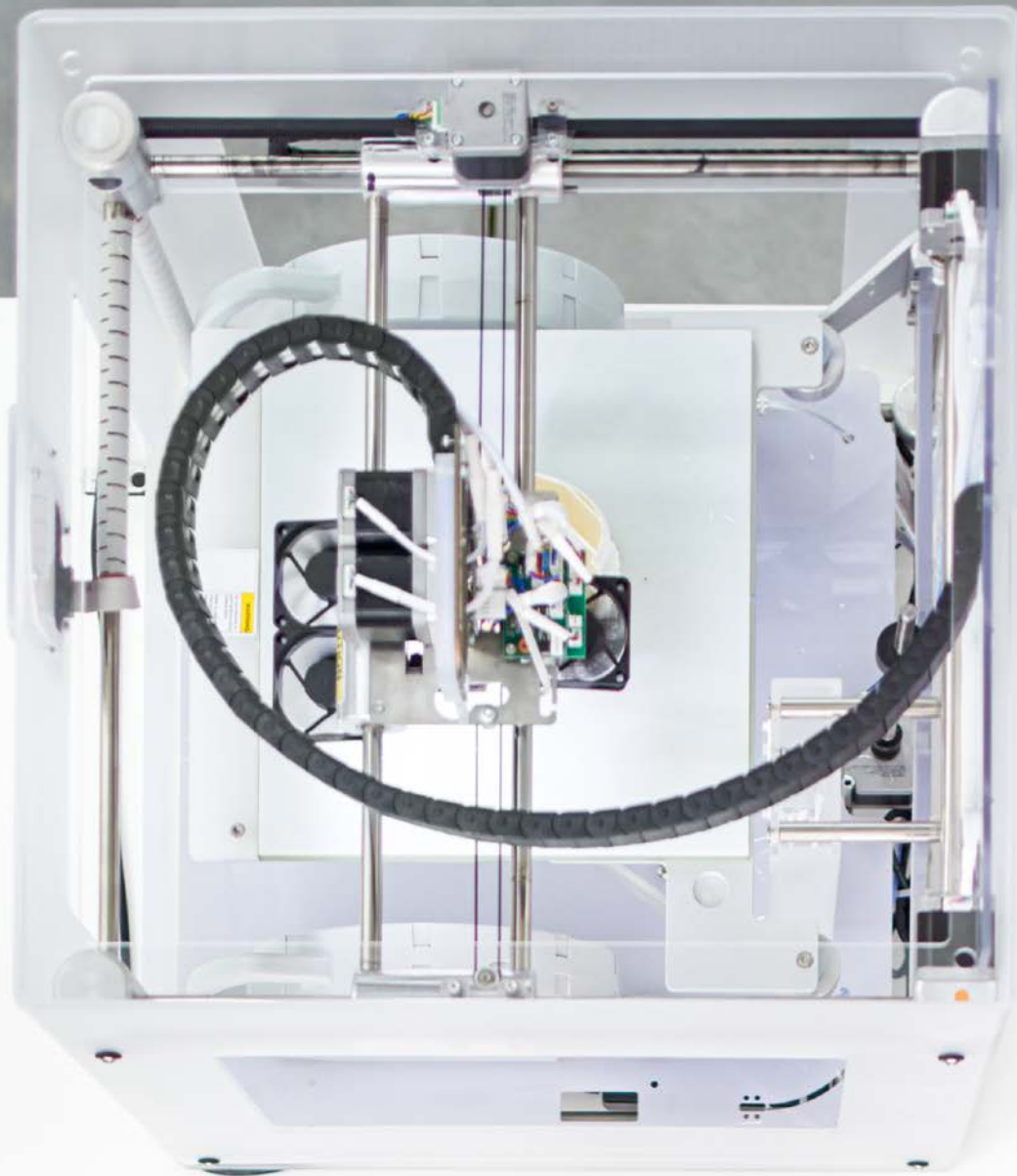
**Informationen der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung:**

- [publikationen.dguv.de/regelwerk/regelwerk-nach-fachbereich/bildungseinrichtungen/schulen/3571/3d-tischdrucker-in-schulen?number=SW17571](https://publikationen.dguv.de/regelwerk/regelwerk-nach-fachbereich/bildungseinrichtungen/schulen/3571/3d-tischdrucker-in-schulen?number=SW17571)
- [www.dguv.de/ifa/fachinfos/arbeiten-4.0/neue-technologien-stoffe/3d-drucker/index.jsp](https://www.dguv.de/ifa/fachinfos/arbeiten-4.0/neue-technologien-stoffe/3d-drucker/index.jsp)
- [publikationen.dguv.de/forschung/ifa/aus-der-arbeit-des-ifa/3380/exposition-bei-additiven-fertigungsverfahren-3d-druck-aus-der-arbeit-des-ifa-nr.-0397](https://publikationen.dguv.de/forschung/ifa/aus-der-arbeit-des-ifa/3380/exposition-bei-additiven-fertigungsverfahren-3d-druck-aus-der-arbeit-des-ifa-nr.-0397)

**Weitere Informationen:**

- [www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/1994/1994\\_09\\_09-Sicherheit-im-Unterricht.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/1994/1994_09_09-Sicherheit-im-Unterricht.pdf)
- [www.qua-lis.nrw.de/cms/upload/service/flyer/d-3D-Druck-in-der-Schule.pdf](https://www.qua-lis.nrw.de/cms/upload/service/flyer/d-3D-Druck-in-der-Schule.pdf)





## Impressum

### Herausgeber:

#### **Unfallkasse Baden-Württemberg (UKBW) Hauptsitz Stuttgart**

Augsburger Straße 700 | 70329 Stuttgart  
Postanschrift: 70324 Stuttgart

#### **Zentrum für Schulqualität und Lehrerbildung Baden-Württemberg (ZSL)**

Heilbronner Straße 314, 70469 Stuttgart

#### **Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg**

Thouretstraße 6, 70173 Stuttgart

### Service Nummer

T. 0711 9321-0

Kontakt: [www.ukbw.de/kontakt](http://www.ukbw.de/kontakt)

### Redaktion

„Arbeitsgruppe Sicherheit“  
im Auftrag des Kultusministeriums  
Baden-Württemberg  
Dr. Marco Häberlen  
Katja Kröner  
Hans-Joachim Wachter

### Gestaltung und Produktion

Jedermann-Verlag GmbH  
[www.jedermann.de](http://www.jedermann.de)

### Bildnachweis

[iStock.com/svetikd](https://iStock.com/svetikd) (S. 1)  
[iStock.com/zeljkosantrac](https://iStock.com/zeljkosantrac) (S. 2)  
[iStock.com/SDI Productions](https://iStock.com/SDIProductions) (S. 5)  
[iStock.com/vgajic](https://iStock.com/vgajic) (S. 7)  
[iStock.com/zeljkosantrac](https://iStock.com/zeljkosantrac) (S. 9)  
[iStock.com/Rawf8](https://iStock.com/Rawf8) (S. 12)  
[iStock.com/andresr](https://iStock.com/andresr) (S. 15)  
[iStock.com/SDI Productions](https://iStock.com/SDIProductions) (S. 23)  
[iStock.com/SeventyFour](https://iStock.com/SeventyFour) (S. 25)  
[iStock.com/SDI Productions](https://iStock.com/SDIProductions) (S. 26)  
[iStock.com/petrovv](https://iStock.com/petrovv) (S. 27)  
[iStock.com/Yuri\\_Arcurs](https://iStock.com/Yuri_Arcurs) (S. 28)





**Herausgeber:**

**Unfallkasse Baden-Württemberg  
(UKBW) Hauptsitz Stuttgart**

Augsburger Straße 700 | 70329 Stuttgart  
Postanschrift: 70324 Stuttgart

**Zentrum für Schulqualität  
und Lehrerbildung  
Baden-Württemberg (ZSL)**

Heilbronner Straße 314, 70469 Stuttgart

**Ministerium für Kultus,  
Jugend und Sport  
Baden-Württemberg**

Thouretstraße 6, 70173 Stuttgart

**Servicenummer**

T. 0711 9321-0

Kontakt: [www.ukbw.de/kontakt](http://www.ukbw.de/kontakt)

**Stand**

9|2021

