

Additive Fertigung– mit 3D-Druck von der Idee zum Bauteil

Zusatzqualifikation in der dualen Ausbildung



Additive Fertigung – mit 3D-Druck von der Idee zum Bauteil

„3D-Druck“ – Synonym für Veränderungen der Fertigungstechnologien	3
Additive Manufacturing in industriellen Prozessen: Trends, Chancen und Qualifikationsanforderungen.....	8
3D-Druck – Marktentwicklung und Anwendungsgebiete	11
Qualifikationsanforderungen an die Auszubildenden und Ausbilder	13
Planung und Umsetzung: Grundsätzliche Voraussetzungen für die Zusatzqualifikation	16
Ausblick: 3D-Druck als Standard in der betrieblichen Ausbildung.....	19

„3D-Druck“ – Synonym für Veränderungen der Fertigungstechnologien

Die Geschichte des 3D-Drucks, des bisher jüngsten Fertigungsverfahrens, kann bis zur Erfindung der Stereolithografie im Jahre 1981 und der späteren Lasersinter Verfahren (1987) und Fused Deposition Modeling FDM (1988) zurückverfolgt werden. Material-, Zeit- und Kosteneinsparung brachten Vorteile mit sich und führten zur Weiterentwicklung der zunächst vorrangig für Prototypen- und Musterbau eingesetzten Verfahren. Breitere Nutzergruppen können schließlich durch den Ablauf der Patente seit 2009 auf dieses Wissen zugreifen.

Maker, Do-It-Yourself- und Open-Source-Philosophie-Anhänger sehen heute in der Möglichkeit, Produkte einfach zu Hause ausdrucken zu können, eine neue industrielle Revolution sowie die Demokratisierung von Fertigungsprozessen, denen folgende Faktoren zum Vormarsch verholfen haben:

- Die steigende Anzahl der Nutzer neuer Technologien dank der fortschreitenden Computerisierung
- Die Entwicklung zunehmend interessanter und finanziell tragbarer Additive Manufacturing-Systeme
- Aufkommende Technologieanbieter, wie z.B. Produktionsparks, stellen professionelle AM-Systeme¹ nicht nur der Industrie, sondern auch kleinen Betrieben und Privatanwendern zur Verfügung
- Öffentliche und private Investoren sehen jüngst die Möglichkeiten rund um Additive Fertigungstechnologien, wie beispielsweise Innovationskraft steigern, Lohnkosten senken, etc. und fördern somit Projekte und Forschungen

Die Additiven Fertigungstechnologien finden also allmählich Einzug in die industrielle Fertigung. Designfreiheit in der Konstruktion, Produktion on Demand, eine schnelle Prototypenfertigung oder die kostengünstige Kleinserie sind nur einige der Vorteile dieses Verfahrens.

¹ AM = Additive Manufacturing

„3D-Druck“ – Synonym für Veränderungen der Fertigungstechnologien

Häufig findet man die Begriffe „3D-Druck“ und „Additive Fertigungstechnologien“ in einer gemeinsamen Verwendung. Additive Fertigungstechnologien dienen zur Kategorisierung und technologischen Abgrenzung zu den „Subtraktiven Fertigungsverfahren“ oder „Formativen Fertigungsverfahren“.

Unter Additiven Fertigungstechnologien wird die Vielzahl von Fertigungsverfahren verstanden, bei denen durch das schichtweise Auftragen und Verfestigen von Material dreidimensionale Objekte, ohne bauteilspezifische Werkzeuge, auf Basis eines 3D-CAD Modells entstehen.

Entsprechend der jeweiligen Verfahren und Materialien kommen verschiedene Prozesse (thermische, physikalische oder chemische) zum Verbinden der einzelnen Materialschichten zur Anwendung.

Definition: 3D-Druck

„3D-Druck“ bezeichnete ursprünglich das 3D-Printing-Verfahren, bei dem dünne Pulverschichten mittels eines Binders haftend miteinander verbunden werden und durch den schichtweisen Aufbau dreidimensionale Objekte/Teile entstehen – das sogenannte Verfahrensprinzip. Heute wird die Bezeichnung als Synonym und Überbegriff für Additive Fertigungsverfahren und generative Fertigungsverfahren verwendet.

Abgrenzung: 3D-Druck und AM

AM und 3D-Druck stehen somit für die Beschreibung der gleichen Fertigungsverfahren. Für eine einfache, alternative Unterscheidung könnte man sagen, dass 3D-Druck grundsätzlich den reinen Druckprozess bezeichnet und Additive Manufacturing den gesamten Prozess von der fertigungsgerechten Konstruktion, der Bauteiloptimierung, dem Drucken unter Berücksichtigung der Materialien bis hin zum Prozess der Nachbearbeitung umfasst.

Welche aktuellen AM oder 3D-Druckverfahren werden derzeit eingesetzt und worin unterscheiden sie sich? Grundlage bildet die durch das DIN-Institut erarbeitete und im Entwurf vorliegende DIN EN ISO/ASTM 52900. Hier erfolgt eine konkrete Zuordnung nach Prozesskategorien der aktuellen 3D-Druckverfahren.

Prozesskategorien nach DIN EN ISO/ASTM 52900:

1. Freistrahl-Bindemittelauftrag (engl.: binder jetting, BJT)
2. Materialauftrag mit gerichteter Energieeinbringung (engl.: directed energy deposition, DED)
3. Materialextrusion (engl.: material extrusion, MEX)
4. Freistrahl-Materialauftrag (engl.: material jetting, MJT)
5. Pulverbettbasiertes Schmelzen (engl.: powder bed fusion, PBF)
6. Badbasierte Photopolymerisation (engl.: vat photopolymerization, VPP)
7. Schichtlaminiierung (engl.: sheet lamination, SHL)

🔗 Weitere Information hierzu finden Sie unter: <https://www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/nwt/aktuelles/revision-der-grundlagennorm-din-en-iso-astm-52900-additive-fertigung-grundlagen-terminologie--277374>



Prozessübersicht und Erläuterungen

FERTIGUNGSTECHNIK	BESCHREIBUNG UND ANWENDUNGSGEBIETE
<p style="text-align: center;">1</p> <p>Binder Jetting (BJT) – Strahlen von Bindemittel</p>	<p>Diese Technologie basiert auf dem Einsatz von Tintenstrahl-Druckerköpfen, die Pulver gezielt binden, und trug damit zur Entstehung des Ausdrucks 3D-Druck bei. Wieder werden jedes Mal einzelne Schichten mit einer weiteren Pulverschicht über die oberste gesprüht. Durch das Zusammenkleben des Pulvers und der einzelnen Schichten entsteht das Objekt. Zum Schluss wird das überschüssige Pulver, das nicht vom Bindemittel erfasst wurde, weggerüttelt, -geblasen oder -gebürstet.</p> <p>Modellbau, Architektur</p>
<p style="text-align: center;">2</p> <p>Directed Energy Deposition (DED) – Gezielte Energieablagerung</p>	<p>Das DED-Verfahren ist dem FDM-Verfahren sehr ähnlich. Allerdings wird ein Metalldraht anstelle eines Polymerfilaments verwendet. Alternativ kann jedoch auch ein Pulver an die entsprechende Stelle aufgespritzt werden. Das Pulver oder der Draht wird dann geschmolzen und auf die vorherige Schicht oder Oberfläche mit einem Elektronenstrahl oder Laser aufgeschweißt. Durch die fokussierte thermische Energie wird das Material verbunden.</p> <p>Kniegelenkersatz, Werkzeugset (Titan Tool Kit) von McLaren, Microturbinen in Energieanlagen</p>
<p style="text-align: center;">3</p> <p>Material Extrusion (MEX) – Materialextrusion</p>	<p>Allgemein bekannt als das von Stratasys² entwickelte FDM-Verfahren oder Fused Deposition Modelling. Ein Materialfilament wird am Schmelzpunkt durch eine erhitzte Düse gepresst und dann angelagert, um schichtweise ein Objekt zu erzeugen, wo es benötigt wird. Geläufige Analogien sind eine Heißklebepistole.</p> <p>Standardtechnologie für 3D- Drucker im Consumer Bereich</p>
<p style="text-align: center;">4</p> <p>Material Jetting (MJT) – Strahlen von Material</p>	<p>Tintenstrahl-Druckköpfe sprühen geschmolzenes Material auf, welches dann abkühlt und erstarrt. So entsteht Schicht für Schicht das gewünschte Objekt. Das Material wird dort angelagert, wo es gebraucht wird.</p> <p>Architektur, Lebensmittelbereich (Schokoladen-Drucker, ...)</p>

Quelle: Eigene Darstellung von Michael Bose, ergänzt mit Mark Rushton <https://blogs.solidworks.com>

² Stratasys ist ein führender Anbieter auf dem Gebiet der 3D-Drucktechnologie und hat sich auf die Herstellung von 3D-Druckern als auch auf Materialien und Filament für 3D-Drucker spezialisiert, v.a. in der Automobilindustrie, Medizin oder Luft- und Raumfahrt.

5

Powder bed fusion (PBF)
– Verschmelzung im Pulverbett

Powder bed fusion funktioniert ähnlich wie das Strahlen von Bindemittel. Wesentlicher Unterschied hier ist, dass ein Laser oder ein Elektrostrahl die einzelnen Körnchen verschmilzt anstatt ein Bindemittel.

Zahnimplantate, Kfz-Ersatzteile für Oldtimer

6

Vat photopolymerization (VPP)
– Wannen-Photopolymerisation

Das Verfahren basiert auf der Aushärtung von Photopolymeren bei Bestrahlung mit ultraviolettem Licht. Das Photopolymer liegt in Form eines flüssigen Harzes vor, das in eine Wanne oder Behälter gefüllt ist und Schicht für Schicht durch eine Lichtquelle (DLP) oder einen Laser (SLA) ausgehärtet wird.

Gehäuseteile für Elektrowerkzeuge



Überblick 3D-Druckverfahren, Prinzipien und Materialien

GRUPPE	BASIS	PRINZIP	DRUCKVERFAHREN	MATERIALIEN
SCHMELZ-SCHICHTUNG	Geschmolzene Materialien	Schmelzschichtung	<ul style="list-style-type: none"> Fused Deposition Modeling (FDM) Fused Filament Fabrication (FFF) Fused Layer Modeling (FLM) Layer Plastic Deposition (LPD) 	Kunststoffe (z.B. ABS, PLA, ASA, POM, PP) und Kunststoffmischungen
AUSHÄRTEN	Flüssige Materialien	Druckkopf	<ul style="list-style-type: none"> PolyJet (PJM) Multi-Jet Modeling (MJM) Wachsdruk (3DWP) 	Kunstharze, UV-sensitive Flüssigkunststoffe, Wachs
		Stereolithografie mit Laser	<ul style="list-style-type: none"> Stereolithografie (STL, SLA) 	Kunstharze, UV-sensitive Flüssigkunststoffe, Wachs
		Stereolithografie mit Maske	<ul style="list-style-type: none"> Digital Light Processing (DLP) Film Transfer Imaging (FTI) 	
AUFSCHMELZEN	Pulver	Sintern	<ul style="list-style-type: none"> Selektives Lasersintern (SLS) Selektive Heat Sintering (SHS) 	Kunststoffe, Metalle, Legierungen, Keramik
		Schmelzen	<ul style="list-style-type: none"> Selektives Laserschmelzen (SLM) Elektronenstrahlschmelzen (EBM) 	
VERKLEBEN	Pulver, Papier	Schichten, Verkleben, Cutting	<ul style="list-style-type: none"> Laminated Object Modeling (LOM) Layer Laminated Manufacturing (LLM) 3DP PLT 	Gips, Papier
SONDERFORMEN	Diverse	Diverse	<ul style="list-style-type: none"> Contour Crafting (CC) etc. 	Beton, Wachs, Teig, Silikon, Schokolade, Weingummi etc.

Additive Manufacturing in industriellen Prozessen: Trends, Chancen und Qualifikationsanforderungen



Die Einsatzbereiche von additiven Fertigungsverfahren sind breit gefächert und in fast allen Branchen und Bereichen sowie auf dem Konsumentenmarkt vertreten.

Im industriellen Bereich werden sie vorwiegend im Prototypen- und Modellbau (Rapid Prototyping), in der Herstellung von Werkzeugen (Rapid Tooling), der Forschung/Entwicklung und zunehmend auch in der Fertigung von Endprodukten bzw. Teilen für Endprodukte bei geringen Stückzahlen (Rapid Manufacturing) eingesetzt. Durch den Einsatz von 3D-Druck lassen sich diese Prozesse nicht nur schnell und kostengünstig realisieren, sondern auch Teile mit einer hohen geometrischen Komplexität und Funktionsintegration herstellen.

Grundsätzlich trifft die Aussage zu, dass mit steigender Komplexität eines Bauteils der Einsatz additiver Verfahren wirtschaftlicher und effizienter ist.

Additive Manufacturing in industriellen Prozessen: Trends, Chancen und Qualifikationsanforderungen

Mit einer stärker fortschreitenden Digitalisierung von Prozessen lassen sich 3D-Drucker über ihre Schnittstelle mit anderen neuen Technologien besser vernetzen. Mithilfe von CAD-Systemen oder über Cloud Computing/Producing ist es möglich, Bauteile dezentral bzw. auf den Kunden zugeschnitten zu fertigen.

Im automotiven Bereich laufen bereits Entwicklungsprojekte, um 3D-Drucker in der direkten Nähe zu bzw. an den Produktions-/Montagelinien zu integrieren und somit eine individuelle sowie bedarfsgerechte Fertigung einzelner Bauteile zu ermöglichen. Die Medizin und der Luftfahrtbereich setzen schon heute mit 3D-Drucktechnologie gefertigte Teile ein.

Folgen der technologischen Weiterentwicklung

Die neuen technologischen Möglichkeiten der additiven Fertigungsverfahren führen – in Kombination mit der fortschreitenden Digitalisierung – zu einem zwingenden Umdenken in der Bauteilentwicklung, Konstruktion, Fertigung und im Design. Beeinflusst wird dies u.a. durch die Individualisierung von Produkten, die Ein-Stück-Losgröße und zunehmende Komplexität von Bauteilen. Damit wird der 3D-Druck als eine innovative Grundlagentechnologie alle Bereiche und Beschäftigungsfelder der Industrie durchdringen.

Bedingt durch die Prozessabläufe, die Vielfalt an 3D-Druckverfahren und ihrer Anwendungsapplikationen sowie der stetig wachsenden Bandbreite an Materialien und Maschinenkonfigurationen gilt es, die bisherigen Qualifikationen und beruflichen Kompetenzen zu erweitern bzw. neu zu vermitteln. So sind u.a. Kenntnisse und Fertigkeiten im Umgang mit CAD-Systemen oder der 3D-Modellierung zwei Grundvoraussetzungen zum effektiven Einsatz von 3D-Druck-Systemen. Weiterhin sind die grundsätzlichen Prozessabläufe beim 3D-Druck zu beherrschen und verfahrensspezifisch anzuwenden.

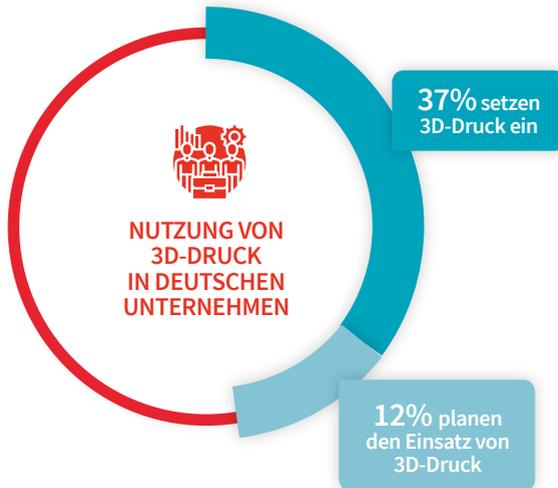


3D-Druck – Marktentwicklung und Anwendungsgebiete

Der 3D-Druck ist stetig auf dem Vormarsch – und bietet viel Potenzial.

Der 3D-Druck ist international und national weiter auf dem Vormarsch. Die verschiedenen Anwendungsbereiche und der Einsatz speziell in industriellen Bereichen wachsen stetig, jedoch langsam.

Die aktuellen nationalen und internationalen Studien von Ernst & Young (2016) besagen, dass bei den befragten deutschen mittelständischen Unternehmen und Großunternehmen 37% bisher 3D-Druckverfahren nutzen und 12% die Anwendung planen. 5,5% der Befragten setzen den 3D-Druck schon in der Endfertigung für Bauteile ein. Damit nimmt Deutschland eine führende Position in der Einführung und Nutzung von 3D-Drucktechnik ein. Innerhalb der kommenden Jahre wird speziell für den Einsatz in der Endfertigung für Deutschland ein Anstieg auf 26% vorausgesagt.³



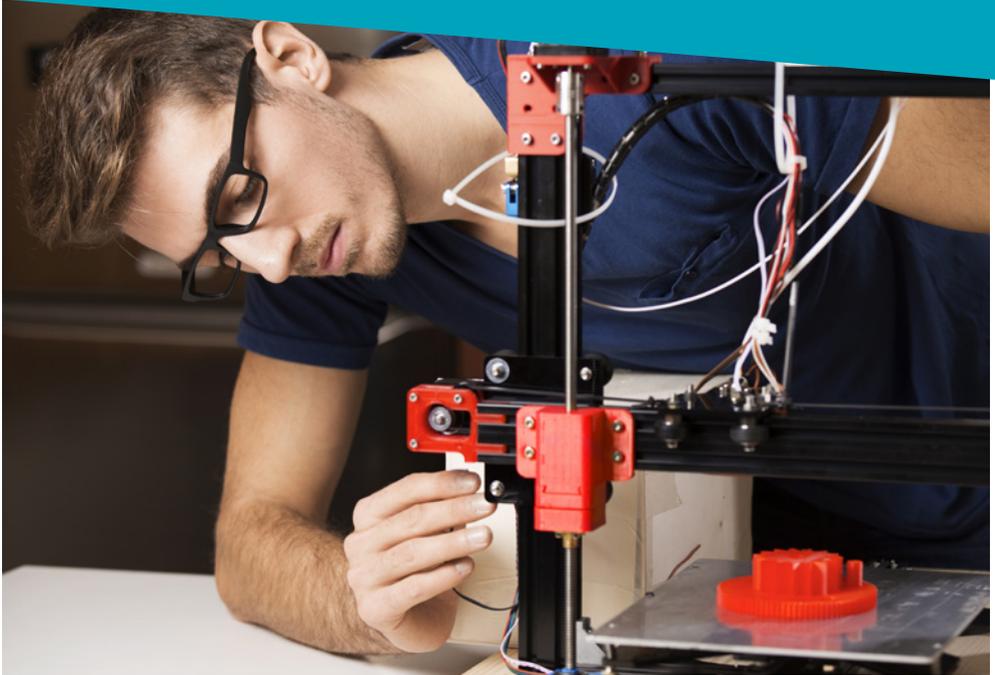
³ Quelle: EY's Global 3D Printing Report 2016

3D-Druck – Marktentwicklung und Anwendungsgebiete

Bezogen auf die Anwendung in den Branchen Automotive/Luftfahrt, Maschinen- und Anlagenbau, Elektronik und Pharma/Medizin ergibt sich eine fast gleichmäßige Verteilung zwischen 27% und 29%. In der Kunststoffindustrie ist der Anteil mit 38% am höchsten.



Qualifikationsanforderungen an die Auszubildenden und Ausbilder



Ausgehend von den Veränderungen der Arbeitswelt durch die zunehmend fortschreitende Digitalisierung und die Einführung innovativer Technologien wie dem 3D-Druck wurde mit der Teilnovellierung in den elf Berufsausbildungsverordnungen der industriellen Metall- und Elektroberufe sowie der Mechatroniker den sich verändernden Qualifikationsanforderungen Rechnung getragen.

Neben der neu aufgenommenen integrativen Berufsbildposition 5 (BBP 5) „Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit“ erfolgten spezifische Aktualisierungen in den Industrie 4.0 relevanten Kern- und Fachqualifikationen. Einen neuen Ausbildungsbestandteil bildet die Zusatzqualifikation (ZQ) „Additive Fertigungsverfahren/3D-Druck“ als eine von sieben optionalen Zusatzqualifikationen – vier für den Bereich der industriellen Metallberufe sowie des Mechatronikers und drei für die industriellen Elektroberufe.

Die ZQ „Additive Fertigungsverfahren/3D-Druck“ ist, wie alle anderen Zusatzqualifikationen, im Rahmen der betrieblichen Berufsausbildung als betriebliches Projekt vorgegeben und umfasst einen Zeitrahmen von acht Wochen. Zu beachten ist, dass es sich um Fachinhalte und -wissen handeln muss, welche zusätzlich und über die Pflichtinhalte des Rahmenausbildungsplans hinausgehen.

Ausbildungsbetriebe und Auszubildende in der Verantwortung

In diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass die Berufsschulen nicht verpflichtet sind, Inhalte aus den Zusatzqualifikationen zu vermitteln.

Allerdings muss der Auszubildende bei der Prüfungsanmeldung (nach der Prüfung Teil 1) nachweisen, dass er über das notwendige Fachwissen aus der gewählten ZQ verfügt. Folglich liegt die Verantwortung beim Ausbildungsbetrieb oder dem Auszubildenden, dieses Wissen aufzubauen.

Hierbei ist es freigestellt, in welcher Art und Weise die Aneignung des jeweiligen Fachwissens erfolgt, z.B. durch interne Schulungen oder externe Bildungsmaßnahmen. Aus der praktischen Erfahrung empfiehlt es sich, den Nachweis anhand von aussagefähigen Schulungsnachweisen zu führen. Das können in etwa qualifizierte Teilnahmebescheinigungen sein, aus denen die vermittelten Inhalte und Stundenanteile ersichtlich sind. Wenn die jeweilige Berufsschule mögliche Zusatzqualifikationen anbieten, sollte eine Nachweisführung problemlos möglich sein.

Bezogen auf die ZQ „Additive Fertigungsverfahren/3D-Druck“ sind durch die Ausbildungsverordnung nachfolgende Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten zu vermitteln:

TEIL DER ZQ	ZU VERMITTELNDE KENNNTNISSE, FERTIGKEITEN UND FÄHIGKEITEN
<p>MODELLIEREN VON BAUTEILEN</p> 	<ul style="list-style-type: none"> A. Bauteile durch Programme zum computergestützten Konstruieren (CAD) erstellen B. Für digitale 3D-Modelle parametrische Datensätze entwickeln C. Gestaltungsprinzipien zur additiven Fertigung einhalten und Gestaltungsmöglichkeiten nutzen
<p>VORBEREITUNG VON ADDITIVER FERTIGUNG</p> 	<ul style="list-style-type: none"> A. Verfahren zur additiven Fertigung auswählen B. 3D-Datensätze konvertieren und für das Verfahren anpassen C. Verfahrensspezifische Produktionsabläufe planen D. Maschine zur Herstellung einrichten
<p>ADDITIVES FERTIGEN VON PRODUKTEN</p> 	<ul style="list-style-type: none"> A. Additive Fertigungsverfahren anwenden und Probebauteile erstellen und bewerten B. Prozessparameter anpassen und optimieren C. Prozesse kontrollieren, überwachen und protokollieren und Maßnahmen der Qualitätssicherung durchführen D. Fehler- und Mängelbeseitigung veranlassen sowie Maßnahmen dokumentieren E. Daten des Konfigurations- und Änderungsmanagements pflegen und technische Dokumentationen sichern F. Verfahrensspezifische Vorschriften zur Arbeitssicherheit und zum Umweltschutz einhalten

Weiterführende Informationen, Erläuterungen, Umsetzungshilfen und Musterprojekte finden Sie auf der Homepage des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) unter: www.bibb.de/ausbildungsgestalten

Planung und Umsetzung: Grundsätzliche Voraussetzungen für die Zusatzqualifikation

Für die Planung und Umsetzung der Zusatzqualifikationen im betrieblichen Ausbildungsprozess wurden im Rahmen der Umsetzungshilfe durch das BIBB folgende Empfehlungen ausgesprochen.

Grundsätzlich sind diese Ablaufschritte für erfahrene Ausbilder oder mit der Ausbildung beauftragte Fachkräfte bekannt, insofern sie in ihrer Praxis mit „dem betrieblichen Auftrag“ oder „betrieblichem Projekt“ schon gearbeitet haben. Neben den organisatorischen Veränderungen gibt es jedoch einige grundlegende Voraussetzungen, die mit der Umsetzung der Zusatzqualifizierung einhergehen:

1. Aktuelle fachlich-inhaltliche Kompetenzen der Ausbilder bzw. der Ausbildungsbeauftragten

Um die Auszubildenden effektiv begleiten zu können, muss das Ausbildungspersonal über das hierfür notwendige Prozess- und Technologiewissen sowie die entsprechende Anwendungs-kompetenz verfügen. In den meisten Fällen besteht genau hier ein hoher Handlungsbedarf bei den Unternehmen, Berufsschulen und Bildungsträgern.

2. Zugang zu spezifischen 3D-Druckern/Prozessen in der Produktion

Grundsätzlich sollten die Unternehmen, in denen die Zusatzqualifizierung „3D-Druck-AM“ angeboten wird, über die notwendige Technik verfügen. Sollte dies nicht der Fall sein, bieten sich die Kapazitäten bei regionalen Kompetenzzentren „Mittelstand 4.0“, bei spezialisierten Bildungseinrichtungen, von FabLabs oder Kooperationen mit den Technologieanbietern an. Eine weitere Möglichkeit kann hier auch die Nutzung der „Verbundausbildung (regional/branchenbezogen)“ sein.

3. Zusammensetzung der Prüfungsausschüsse für Zusatzqualifizierungen

Derzeitig stehen die Industrie- und Handelskammern vor der Herausforderung die entsprechenden Prüfungskommissionen zu konstituieren, zu besetzen und die Vertreter weiterzubilden.

Planung und Umsetzung: Grundsätzliche Voraussetzungen für die Zusatzqualifikation

Prozessempfehlung zur Implementierung der ZQ

INFORMIEREN:

Wie sehen die Rahmenbedingungen für den Erwerb von Zusatzqualifikationen (ZQ) aus? Für welche Auszubildenden kommt ein Erwerb in Betracht?

Anfrage an IHK/Prüfungsausschuss: Wo und wann kann die Prüfung der ZQ erfolgen?

PLANEN:

Betrieblichen Ausbildungsplan für ZQ anpassen. Welche Ausbildungsabschnitte können im Ausbildungsbetrieb oder/und bei Bildungsdienstleistern realisiert werden? Klärung von Teilaufgaben und Verantwortlichkeiten.

Mitteilung an die IHK, wie viele Auszubildende, welche ZQ zu welchem Zeitpunkt erwerben.

DURCHFÜHREN:

Vermittlung der Inhalte der ZQ.
Feedback einholen: Wie läuft die Ausbildung? Lernstand prüfen, ggf. nachjustieren.

PRÜFUNG DER ZQ VORBEREITEN:

- Praxisbezogene Aufgabe auswählen – Prüfungsanforderungen (VO §§ 31 – 34) berücksichtigen und formulieren,
- Praxisbezogene Aufgabenstellung dokumentieren und notwendige technische Unterlagen bereitstellen,
- Prüfling einweisen (u. a. Datenschutz).

Mit IHK abstimmen und Prüfung beantragen (VO § 30)

ÜBERWACHEN UND QUITTIEREN:

Durchführung der praxisbezogenen Aufgabe überwachen und quittieren.

Eigenständige Durchführung der praxisbezogenen Aufgabe durch den Prüfling, Ausführung und Dokumentation sichern (Report vgl. VO § 35) und Eigenständigkeitsnachweis fristgerecht an IHK übergeben.

Prüfling: Fallbezogenes Fachgespräch führen (vgl. VO § 35)

Vorbereiten, durchführen und bewerten des fallbezogenen Fachgesprächs durch den Prüfungsausschuss.

REFLEXION DES GESAMTEN PROZESSES

Planung und Umsetzung: Grundsätzliche Voraussetzungen für die Zusatzqualifikation

Schritte für die praktische Durchführung der Herstellung von Bauteilen mit 3D-Druckern

1	3D-DATEN-MODELL	Erzeugen und Erstellen von 3D-Scanning, CAD, Modelling, 3D-Datenüberprüfung
2	VORBEREITUNG FERTIGUNGSPROZESS	
	Konvertierung des 3D-Modells in Druckformat	Konvertierung in STL-Datei
	Aufbereitung der konvertierten Datei	Slicing, Meshing, Stützstrukturen, Prozessparameter beachten
	Einrichten Maschine/Drucker	Kalibrierung, verfahrens- und anlagenspezifische Bauraumvorbereitung (Vorheizen)/Prozessparameter prüfen Materialbeschickung, Material prüfen/Arbeitssicherheitsanforderungen beachten und prüfen
3	FERTIGUNGSPROZESS	
	Herstellprozess überwachen	Aufbau des Objektes, Druck
	Entnahmen vorbereiten und durchführen	Abkühlzeit, Aushärtungszeiten beachten/Restmaterial Bauraum Kontrolle/Arbeitssicherheitsanforderungen
4	NACHBEARBEITUNG/FINISHING	
	Entfernen von Stützmaterial und Materialanhängen	Je nach Bauteil und Verfahren
	Oberflächenbearbeitung	Entsprechend FA und Qualitätsanforderungen
5	QUALITÄTSSICHERUNG	Mäße und Toleranzen prüfen/Bauteil- und Prozessdokumentation

Ausblick: 3D-Druck als Standard in der betrieblichen Ausbildung

Durch das hohe Potenzial und die variablen Einsatzfelder der 3D-Drucktechnologie und ihrer weiteren Entwicklung im Hinblick auf die Bauraum- und Bauteilgröße, Druckgeschwindigkeit, Prozesssicherheit und ihrer Vernetzung zu anderen Prozessen und Technologien ist davon auszugehen, dass sie sich als Standardtechnologie wie Drehen oder Fräsen etablieren wird.

Ein vergleichbares Phänomen ließ sich bereits bei der Einführung von CAD-Systemen beobachten: Vor 20 Jahren nur als Spezialschulungen angeboten, werden sie heute in fast allen Bereichen eingesetzt und sind ebenso ein fester Bestandteil der Berufsausbildung.

Somit ist es sehr wahrscheinlich, dass sich auch die jetzt noch als Zusatzqualifikation vermittelten Inhalte zukünftig zu Standardinhalten innerhalb der Ausbildung entwickeln.

Grundsätzlich bieten die Zusatzqualifikationen, einen guten systematischen Ansatz zur Vermittlung der „Industrie 4.0“-relevanten Bildungs- und Lerninhalte, u.a. vernetzte Systeme, dezentrale Überwachung der Fertigung, Anlagen-, Prozess- und Produktoptimierung, IT-Sicherheit sowie Cloud-basierten Datentransfer.

Die Beschäftigung mit dem 3D-Druck in der Ausbildung kann ferner helfen, neue „Meta-Kompetenzen“ zu entwickeln, wie zum Beispiel eigenständiges Lernen oder die Interaktion zwischen Mensch und Maschine in neuen Verfahren.

Darüber hinaus können die Zusatzqualifizierungen für eine Unterstützung im Azubi-Marketing herangezogen werden, wodurch Unternehmen sich als besonders attraktive und innovative Arbeitsplätze positionieren können.

Autor

Michael Bose

Wirtschaftsingenieur Michael Bose arbeitet seit 1989 im Bereich der beruflichen Aus- und Weiterbildung von Managern und seit 2010 befasst er sich besonders mit technologie- und prozessorientierter Weiterbildung. Bose ist heute Leiter des JOBSTARTER plus-Projekt QUANT 4.0 im Netzwerk der Automobilzulieferunternehmen BerlinBrandenburg mit Fokus auf die Qualifizierung von Auszubildenden in neuen Technologiefeldern, wie z.B. Additive Fertigung.



Impressum

Cornelsen eCademy GmbH

Friesenwall 19
50672 Köln

kontakt@ecademy-learning.com
www.ecademy-learning.com/ausbildung-digital

Bildnachweise

Cover © science photo/Adobe Stock
Seite 5 © nd3000/AdobeStock
Seite 7 © Cornelsen eCademy GmbH
Seite 9 © pressmaster/Adobe Stock
Seite 10 © Cornelsen eCademy GmbH
Seite 13 © frenky362/Adobe Stock
Seite 14 © etienne marting/unsplash