

Foto: Fotolia

Christian Theuermann

Additive Fertigungsverfahren heben Potenziale im Produktionsprozess

Einsatz, Möglichkeiten und zukünftige Entwicklung der 3D-Drucktechnologie in österreichischen Industrieunternehmen

Nach der ersten industriellen Revolution durch die Entwicklung der Dampfmaschine und der Mechanisierung von Handarbeit durch Maschinen zu Beginn des 19. Jahrhunderts, der zweiten industriellen Revolution durch die Nutzung elektrischer Energie um 1870 und der dritten industriellen Revolution ab 1970, welche die Automatisierung von Produktionsprozessen durch den Einsatz von Elektronik und IT brachte, steht aktuell die Ära der vierten industriellen Revolution an – das zweite Maschinenzeitalter (Theuermann 2016). Die Entwicklungen im Zusammenhang mit der industriellen Revolution werden zukünftig zu grundlegenden und tiefgreifenden Veränderungen im unternehmerischen Produktionsprozess führen und stellen Unternehmen vor neue Herausforderungen, ermöglichen aber auch neue Chancen und Entwicklungspotenziale für die heimische Wirtschaft – Digitaler Darwinismus (Kreutzer & Land 2016) prägt die künftige Unternehmenslandschaft. Die Bedeutung von Industrie-4.0-Lösungen wird in den nächsten Jahren erheblich zunehmen

und neue, intelligente, vernetzte und effiziente Produktionstechniken werden die Fabrikhallen erobern.

Im Bereich der Smart Production kommt dabei den additiven Fertigungsverfahren eine Schlüsselfunktion zu. Dadurch ergeben sich gravierende Änderungen in internen und externen unternehmerischen Funktionsbereichen, und es entsteht eine neuartige Qualität der Zusammenarbeit – Wertschöpfungsketten transformieren sich in weiterer Folge zu digitalen Wertschöpfungsnetzwerken (Theuermann & Lutzmayr 2016). Österreich ist bereit für Industrie 4.0 (Wilhelm & Brenner 2016).

Welchen Einfluss, welche Bedeutung und welchen Reifegrad die 3D-Drucktechnologie in österreichischen Industrie- und Dienstleistungsunternehmen aktuell hat und zukünftig einnehmen kann, stellt den Untersuchungsgegenstand dieser quantitativen empirischen Praxiserhebung¹ dar. Als Untersuchungs-

objekte wurden in dieser Studie mittlere und große Unternehmen ausgewählt, die entweder dem produzierenden Gewerbe zugeordnet oder als in der Industrie tätige Dienstleistungsunternehmen kategorisiert werden können. Dazu wurden aus einer Grundgesamtheit von 1.044 Unternehmen, mittels einer einfachen Zufallsstichprobe 631 Unternehmen ausgewählt und befragt. Die Erkenntnisse und Ergebnisse zeigen den gegenwärtigen Stand zur additiven Fertigung sowie die zukünftige Erwartungshaltung der Industrieunternehmen branchenübergreifend auf.

1. Die 3D-Drucktechnologie als wesentlicher Bestandteil des Advanced Manufacturing

Neue intelligente Produktionstechniken erobern die Fabrikhallen – Industrielle Revolution (Petri & Simpson 2013). Smart Production und das Additive Manufacturing, als spezifischer Herstellungsprozess mittels des 3D-Druckers, führen zu gravierenden Änderungen

und ausgewählte Bereiche und Erkenntnisse dieser empirischen Erhebung sind Bestandteil dieses Artikels.

¹ Die kompletten Studienergebnisse der von der Studienrichtung Rechnungswesen & Controlling der FH Campus 02 durchgeführten Untersuchung sind unter <https://www.campus02.at/rechnungswesen/projekt/industrie-4-0/> ersicht-

in internen und externen unternehmerischen Funktionsbereichen und unter Umständen zu einer verteilten Produktion, bei der die 3D-Drucktechnologie komplette Produktionsstraßen und Montagefließbänder ersetzen kann. Klassische Branchengrenzen verschwinden, es entstehen neue, übergreifende Handlungsfelder und Kooperationsformen. Es zeigt sich jedoch klar, dass additive Fertigungsverfahren ein wesentliches Element der Smart Production darstellen. Intelligente Produktion als Treiber der Flexibilisierung und Individualisierung in der Produktion und Dienstleistungsbranche haben durch den Einsatz der 3D-Drucktechnologie das Potenzial, traditionelle Fertigungsprozesse von Unternehmen abzulösen. Die Digitalisierung der klassischen Wertschöpfungskette wird zur globalen Herausforderung, bei der das Advanced Manufacturing zum Wegbereiter und Enabler bei der Umgestaltung und Weiterentwicklung des unternehmerischen Produktionsprozesses wird.

Unter Umständen verschiebt die Einführung der 3D-Drucktechnologie den Schwerpunkt – weg vom Betrieb der Produktionsanlage und dem Supply Chain Management hin zu vermehrtem Engineering und detaillierterer Produktionsplanung (Theuermann & Lutzmayr 2016). Zentrale Entwicklungen und Tendenzen im Advanced Manufacturing in der österreichischen Unternehmenspraxis, unter Einbeziehung der 3D-Drucktechnologie, können wie folgt zusammengefasst werden:

- Additive Fertigungsverfahren verkürzen die Zeit zwischen der Fertigstellung einer Konstruktionszeichnung, dem Produktionsbeginn und der Verfügbarkeit erster Produkte. Dies führt in weiterer Folge zu einer Effizienzsteigerung in der gesamten Wertschöpfungskette.
- Die unternehmerischen Grenzen verschwimmen immer mehr. Die 3D-Drucktechnologie lässt die Unternehmensbereiche näher zusammenrücken. Entwicklung, Technik, Produktion und Beschaffung werden enger miteinander verflochten.
- Die Unternehmen gehen davon aus, dass die Bedeutung der additiven Fertigungsverfahren zukünftig

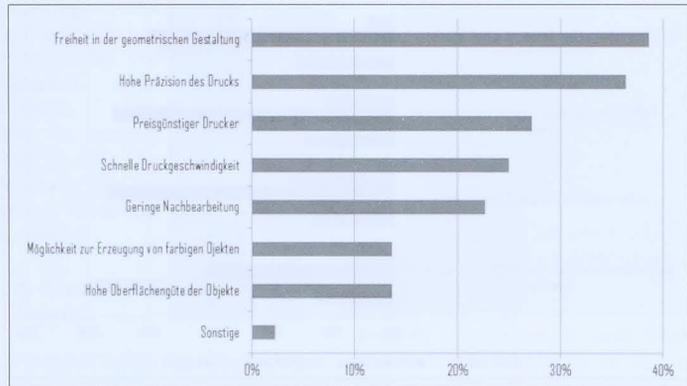


ABBILDUNG 1: VORTEILE DER 3D-DRUCKTECHNOLOGIE IM PRODUKTIONSPROZESS (MEHRFACHNENNUNGEN MÖGLICH)

erheblich zunehmen und diese Technologie die gesamte Unternehmensstruktur beeinflussen wird.

3D-Druck – Der zukünftige Techniktrend (Puchleitner 2016)? Dadurch, dass jede Produkteinheit unabhängig voneinander gefertigt wird, kann sie ohne großen Aufwand an verbesserte Konzepte, spezielle Wünsche, andere Bedürfnisse oder neue Modeströmungen angepasst werden. Außerdem ist der Aufwand für den Aufbau des Produktionsumfelds bei weitem nicht so hoch wie bei herkömmlichen Produktionsverfahren. Diese Vorteile (Jodlbauer & Straßer 2016) spiegeln sich vor allem in der Tatsache wider, dass die bis jetzt am weitesten verbreiteten Anwendungsgebiete in der Produktion von Einzelprodukten, Prototypen und von speziellen Ersatzteilen liegen. Doch auch für größere Produktionsmengen wird diese Technologie zunehmend sinnvoll, da Unternehmen somit in der Lage sind, ohne erhebliche Mehrkosten den Kunden eine wunschgemäße Fertigung mit einer großen Vielfalt an Formen, Farben und Größen zu bieten. Des Weiteren ist es möglich, Erzeugnisse in einem Stück zu fertigen, ohne wie bisher eine erhebliche Anzahl von separaten Bauteilen herzustellen und dann zusammensetzen zu müssen (D’aveni 2015).

Die 3D-Drucktechnologie kann hier mit einem für Unternehmen immer wichtiger werdenden Nutzen gegenüber der klassischen Fertigung punkten – der Flexibilisierung und Individualisierung hinsichtlich der Kundenanforderungen. Insgesamt zeigt sich, dass mehr als ein Drittel der Unternehmen

die 3D-Drucktechnik als wertschaffend charakterisieren, da dadurch eine merkliche Verbesserung in den Produktionsprozessen erreicht werden kann.

Die wesentlichen Vorteile (siehe Abbildung 1), die sich aus dem Einsatz der 3D-Drucktechnologie ergeben, sind vielfältig, wobei die Freiheit in der geometrischen Ausgestaltung der Druckobjekte (39 %) und die hohe Präzision, welche durch dieses Fertigungsverfahren (36 %) erzielt werden können, am häufigsten genannt sind. Weiters zeigt sich, dass die 3D-Drucktechnologie in der Fertigung zu einem geringeren Nachbearbeitungsaufwand, einer hohen Oberflächengüte sowie zu einer Flexibilisierung in der Produktion führt und dadurch beispielsweise auch geringere Produktionskosten gegenüber Spritzguss bei kleiner Losgröße entstehen können. Insgesamt lässt sich dadurch der Fertigungsprozess in gewissen Bereichen wesentlich optimieren bzw. effizienter gestalten. 3D-Drucktechnologie ist darüber hinaus für komplexe Arbeiten ideal geeignet.

Nicht zuletzt lassen sich mittels 3D-Druck auch Geometrien herstellen, die mit herkömmlichen Fertigungsverfahren nur sehr aufwändig oder unter Verwendung von Spezialwerkzeugen möglich wären. Es wird dadurch beispielsweise möglich, die Bauteilstärken auf die Kraftlinien der Belastung abzustimmen, damit ist auch extremer Leichtbau möglich (Chua et al. 2010).

2. Additive Fertigungsverfahren sind bereits Bestandteil des betrieblichen Produktionsprozesses

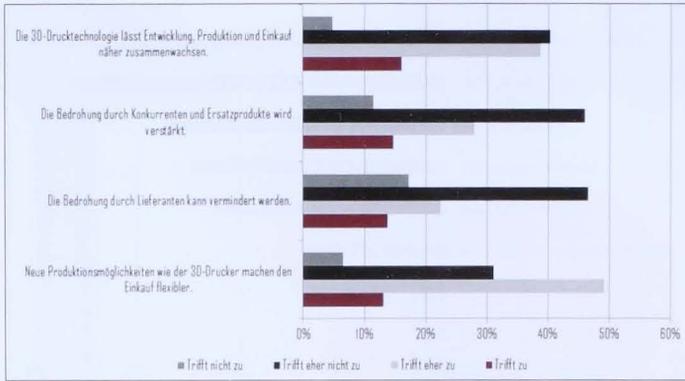


ABBILDUNG 2: POTENZIALE FÜR WETTBEWERBSVORTEILE DURCH DEN EINSATZ DER 3D-DRUCKTECHNOLOGIE

und verfügen über ein erhebliches Wachstumspotenzial

Die 3D-Drucktechnik, als Bestandteil des Fertigungsprozesses, hat die Experimentierphase verlassen, und deren erfolgreiche Integration führt zu einer Ausweitung des Produktionsspektrums. Wie weit diese reicht, hängt davon ab, an welcher Stelle in der Unternehmensorganisation der 3D-Druck eingesetzt wird und wie tiefgreifend der Integrationsprozess ausfällt.

Der gegenwärtige industrielle Anwendungsgrad des 3D-Druckers zeigt, dass derzeit ca. 35 % der Unternehmen bereits Erfahrungen (Einsatz, Anwendung, Technik) mit additiver Fertigung haben. Weitere 29 % der Studienteilnehmer sehen hierbei für die eigene Anwendung ein primäres Einsatzgebiet.

Ca. 2/3 der österreichischen Unternehmen stehen dem Einsatz der 3D-Drucktechnologie sehr positiv gegenüber und generative Fertigungsverfahren weisen ein merkliches Wachstumspotenzial auf. Speziell unter Berücksichtigung der zentralen Anwendungskriterien für Industrieunternehmen zeigt sich, dass Schichtstärke, Genauigkeit, Druckgeschwindigkeit, Rohmaterialkosten, Handhabung der Drucktechnologie und Materialvielfalt die wesentlichen Treiber für den industriellen Einsatz der 3D-Drucktechnik sind. Diese Parameter beeinflussen merklich die Effizienz des gesamten Produktionsprozesses und werden künftig den Anwendungsgrad mitbestimmen sowie eine merkliche Auswirkung auf die Effizienz der Produktionsabläufe haben.

Additive Fertigungsverfahren erschließen neue Produktionsmöglich-

keiten und machen die Produktionsprozesse mitunter leistungsfähiger, schneller, einfacher, effektiver, effizienter, nachhaltiger, preisgünstiger und kundengerechter (individueller) als die klassischen Fertigungsprozesse. Die Kundenindividualität kann noch stärker berücksichtigt werden, wodurch sich Wettbewerbsvorteile für innovative Unternehmen ergeben. Der Trend zur Digitalisierung, neue Technologien sowie das Advanced Manufacturing mit der 3D-Drucktechnologie hat auch Folgen für die internen Abläufe und wirkt sich auf die organisatorische Entwicklung in den Unternehmen aus. So lässt der 3D-Drucker den Einkauf, die Entwicklung, die Qualitätssicherung und die Produktion näher zusammenwachsen, wodurch sich für Unternehmen auch zahlreiche Chancen in Form von Wettbewerbsvorteilen (z. B. in der Materialentwicklung, Individualisie-

rung der Produkte, Optimierung bzw. Verkürzung der Supply Chain, etc.) ergeben werden.

Eine engere Verflechtung der unternehmensinternen Bereiche (Produktion, Einkauf, Konstruktion, Controlling, etc.) sehen grundsätzlich mehr als 55 % der teilnehmenden Unternehmen bei der Anwendung der 3D-Drucktechnik im Fertigungsprozess. Die 3D-Drucktechnologie macht den Einkauf flexibler und führt dazu, dass in gewissen Situationen die Abhängigkeit von Lieferanten reduziert werden kann. Das der 3D-Drucker zu einer Steigerung der Flexibilität in der Beschaffungsorganisation führt, wird von ca. 62 % (trifft zu bzw. trifft eher zu) der untersuchten Unternehmen in Österreich bestätigt. So wird diese Technologie auch die Serienfertigung beeinflussen, da es mitunter wirtschaftlich sein wird, Produkte kundenspezifisch anzupassen und bedarfsgerecht zu fertigen. Dies führt dazu, dass die 3D-Drucktechnologie ein wesentlicher Aspekt im Zusammenhang mit künftigen Wettbewerbsvorteilen von Unternehmen einnehmen wird – Kundenindividualität kann effizienter umgesetzt werden.

3. Die 3D-Drucktechnik macht den Produktionsprozess leistungsfähiger

Mögliches Zukunftsszenario – die Fabrikhalle von morgen ist ein einzelnes Gerät: 3D-Drucker ermöglichen die schnelle und präzise Produktion komplexer und leichter Bauteile (o. V. 2015).

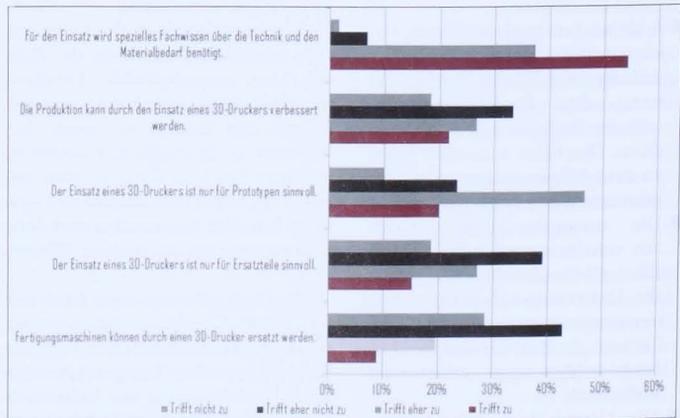


ABBILDUNG 3: 3D-DRUCKTECHNOLOGIE HAT ERHEBLICHE AUSWIRKUNGEN AUF DEN TRADITIONELLEN PRODUKTIONSPROZESS

Der Industrie bieten die additiven Fertigungsverfahren dadurch zahlreiche Vorteile, und dies wirkt sich auch auf den gesamten Fertigungsablauf in den Unternehmen aus.

Insgesamt gehen 59 % der untersuchten Unternehmen davon aus, dass die 3D-Drucktechnik direkt oder indirekt einen Einfluss auf den zukünftigen Produktionsprozess haben wird. Mehr als 70 % der Unternehmen gehen davon aus, dass durch den Einsatz der 3D-Drucktechnologie die Produktionsprozesse zukünftig massiv beschleunigt werden können. Dass durch den Einsatz eines 3D-Druckers eine Optimierung bei den Kosten erzielt werden kann, wird von den Unternehmen grundsätzlich positiv gesehen. So sind insgesamt 64 % der Teilnehmer der Ansicht, dass Kosteneinsparungs- bzw. Optimierungspotenziale realisiert werden können.

Die Mitarbeiterqualifikation wird bei Industrie 4.0 zum entscheidenden Engpass und zentralen Erfolgsfaktor. Einig ist sich die Unternehmenspraxis (ca. 90 %) dahingehend, dass die additiven Produktionsverfahren entsprechendes Know-how bzgl. der Technik und den Druckmaterialien in den Unternehmen erfordert (Abbildung 3).

Rapid Prototyping ist eines der zentralen Anwendungsgebiete (ca. 65 %) der 3D-Drucktechnik und wird die Effizienz im gesamten Produktionsprozess in den Unternehmen erhöhen. Betrachtet man die Einsatzmöglichkeit hinsichtlich der Ersatzteilefertigung, so sehen 42 % der teilnehmenden Unternehmen hier das vordergründige Einsatzgebiet für die 3D-Drucktechnik. Jedoch erwarten 58 % der Unternehmen ein erweitertes Betätigungsfeld für den 3D-Drucker, welcher über die Ersatzteilproduktion hinausgeht.

Unternehmen sehen durch den Einsatz des 3D-Druckers eine positive Auswirkung auf den Produktionsablauf, indem die Produktion innovativer und leistungsfähiger (mehr als 65 %), aber auch flexibler (ca. 64 %) wird. Insgesamt sind sich die befragten Unternehmen einig, dass der Einsatz eines 3D-Druckers klar erkennbare Vorteile in der Fertigung entstehen lässt, da vor allem Prozesse beschleunigt, die Produktion verbessert und flexibler gestaltbar wird. Die additiven Fertigungsverfahren verkürzen die Zeit zwischen der Fertigstellung einer Konstruktions-

zeichnung, dem Produktionsbeginn und der Verfügbarkeit erster Produkte. Dies führt in weiterer Folge zu einer Optimierung der gesamten Wertschöpfungskette.

4. Zusammenfassung

3D-Drucker haben das Potenzial, ganze Fertigungsketten von Unternehmen zu revolutionieren. Das generative Fertigungsverfahren erlaubt die standortunabhängige Produkterstellung und wird die globale Wertschöpfungskette beträchtlich beeinflussen. Die nächste Entwicklungsstufe stellt die gezielte Anwendung der 3D-Drucktechnik in der industriellen Fertigung dar. Die Unternehmen (ca. 71 %) gehen davon aus, dass die Bedeutung der additiven Fertigungsverfahren zukünftig erheblich zunehmen und diese Technologie die gesamte Unternehmensstruktur beeinflussen wird.

Im Zusammenhang mit den zukünftig großen Themenfeldern Digitalisierung, Industrie 4.0 und Big Data kommen auf Unternehmen wesentliche Herausforderungen zu. Diese reichen von Sicherheitsanforderungen über Risikomanagement, Business Continuity Management, Change Management, Logistik 4.0 bis hin zu Compliance-Themenfelder, die es bestmöglich zu bewältigen gilt.

Referenzen:

Theuermann, C. (2016): Smart Production: 3D-Drucktechnologie in österreichischen Unternehmen. In: *industrie aktuell*, 2, S. 12-16.

Kreutzer, R.T. & Land, K.-H. (2016): *Digitaler Darwinismus – Der stille Angriff auf Ihr Geschäftsmodell und Ihre Marke*, 2. Auflage, Wiesbaden.

Theuermann, C. & Lutzmayr, D. (2016): *Chancen, Herausforderungen und Bedeutung der Industrie 4.0 – Derzeitiger Einsatz und zukünftige Entwicklung des 3D-Drucks in Industrie- und Dienstleistungsunternehmen in Österreich*, Graz: FH CAMPUS 02, Studienrichtung Rechnungswesen & Controlling.



**Prof.(FH) Dipl.-Ing.
Dr. Christian
Theuermann**

Professor an der Fachhochschule CAMPUS 02 in Graz

Wilhelm, T. & Brenner, E. (2016): Österreich ist bereit für Industrie 4.0. In: *Gewinn*, 35. Jahrgang, April, S. 88-90.

Petri, I.J. & Simpson, T.W. (2013): 3D-Printing disrupts manufacturing – How economies of one create new rules of competition. In: *Research-Technology Management*, Arlington, November-December, S. 1-6.

Puchleitner, K. (2016): *Disruptive Economy: Wie Alles anders wird*. In: *trend* Nr. 22, S. 38-39.

Jodlbauer, H. & Straßer, S. (2016): Geschäftsmodellinnovationen basierend auf Industrie 4.0 sichern zukünftigen Erfolg der Unternehmung. In: Gleich, R. & Losbichler, H. & Zierhofer, R. (Hrsg.): *Unternehmenssteuerung im Zeitalter von Industrie 4.0*, München, S. 109-122.

D'aveni, R. (2015): 3D-Druck vor dem Durchbruch. In: *Harvard Business Manager*, Heft 7, S. 18-41.

Chua, C.K. & Leong, K.F. & Lim, C.S. (2010): *Rapid Prototyping: Principles and Applications*, 3rd Edition.

o. V. (2015): *Die Zukunft der Arbeit in der Industrie 4.0*, Veröffentlichung Handelsblatt und GE at work.

Autor:

Prof.(FH) Dipl.-Ing. Dr. Christian Theuermann ist Professor an der Fachhochschule CAMPUS 02 in Graz und Fachbereichs koordinierter für Transferkompetenz an der Studienrichtung Rechnungswesen & Controlling mit langjähriger Industrieerfahrung in leitender Position und Autor zahlreicher einschlägiger Publikationen. Er ist geschäftsführender Gesellschafter einer Beratungsunternehmung mit den Dienstleistungsschwerpunkten Beschaffung und Sourcing, Supply Chain Risk Management, Corporate-Riskmanagement, Digitalisierung und Transformationsmanagement. Darüber hinaus ist er Trainer und Vortragender an Weiterbildungs- und Schulungseinrichtungen im In- und Ausland.

E-Mail: christian.theuermann@campus02.at