

## **Auf dem Weg zur industriellen Reife – Von der Idee über die Kleinserie bis zur AM-Serienfertigung**

**Additive Fertigung für die Produktion von Bauteilen mit einer Losgröße von 100.000 Stück? Das ist momentan eher Zukunft statt Wirklichkeit. Ist die Additive Fertigung für diese Stückzahlen die Technologie der Wahl und welche Hemmnisse für die Industrialisierung sind momentan damit verbunden? Starten Sie zunächst klein – und verändern Sie die Welt nicht von heute auf morgen.**

„Ich betrete die Produktionshalle mit einem Tablet in der Hand. Über dieses kann ich in Echtzeit die Status aller additiven Fertigungsmaschinen, den Betriebszustand der Peripheriegeräte und die Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen der Produktion abrufen sowie die Lagerzustände der Werkstoffe kontrollieren. Mein Weg zu den abgetrennten Metallaserschmelzanlagen kreuzen autonome Flurförderfahrzeuge, die Werkstoffe und Bauteile in konditionierten und arbeitssicheren Behältern transportieren. An einer Metallaserschmelzanlage wird über ein digitales System der automatisierte Rüstvorgang gesteuert, während an der Anlage daneben die vier Laser zeitgleich 40 Bauteile in Serie fertigen. Im Nachbearbeitungsbereich werden die Bauteile spezifisch und adaptiv parametrisiert entpulvert, wärmebehandelt und oberflächengestrahlt. Roboter übernehmen diese Arbeitsschritte weitestgehend automatisiert, Cobots unterstützen die Mitarbeiter bei manuellen Prozessen. Die Qualitätssicherung erfolgt in jedem Prozessschritt inline und digital. Die autonomen Flurförderfahrzeug transportieren die nachbearbeiteten Bauteile zum Versand, während ich auf dem Tablet den Weg der Bauteile in meiner smarten Produktion nachverfolgen und den Qualitätsreport erstellen kann, der für die Kunden digital abrufbar ist.“

### **Hemmschuh für die Serienfertigung ist die industrielle Reife**

Dies ist leider – noch – ein Zukunftsszenario der additiven Serienfertigung. Bisher wurde und wird die Additive Fertigung erfolgreich insbesondere bei der Fertigung von Prototypen und kundenindividuellen Bauteilen eingesetzt. Doch in den letzten Jahren steigt das Verlangen der Industrie, die Additive Fertigung auch für Klein- oder sogar Großserien einzusetzen. Treibendes Potential ist hierfür die hohe geometrisch-konstruktive Freiheit, funktionsintegrierte oder leichtbauoptimierte Bauteile flexibel und wirtschaftlich zu fertigen.

Die industrielle Reife der Additiven Fertigung und der damit verbundenen Prozesskette ist heute jedoch noch nicht dort angekommen, dass sie für die industrielle Serienfertigung angewendet werden kann. Werden und bleiben Sie skeptisch, wenn in Hochglanzbroschüren die Additive Fertigung als serienfertigungstauglich und vollkommen industriell anwendbar angepriesen wird. Hemmnisse sind dabei nicht nur technischer Art, wie mangelnde Prozessstabilität, Reproduzierbarkeit der Qualität und Prozesskettenrobustheit. Auch mangelnde Wirtschaftlichkeit und Produktivität bei Großserien, aufwändige Qualitätssicherung und Zertifizierung sowie rechtliche Unsicherheiten bei der Produkthaftung limitieren derzeit die Einsatzbereiche. Aufgrund mangelnder Standards ist für eine technisch und wirtschaftlich erfolgreiche Anwendung der Additiven Fertigung ein hohes Maß an anlagenspezifischem Prozess- und Technologiewissen notwendig.

Zahlreiche Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie Unternehmen arbeiten international in zukunftsweisenden Forschungs- und Entwicklungsprojekten, die Additive Fertigung in die industrielle Serienfertigung zu führen. Stichworte hierbei sind industrietaugliche Prozesse, Anlagen und Steuerungen – die Umsetzungsmöglichkeiten sind dabei mannigfaltig.

- So muss unter anderem die Robustheit der Prozesse und Anlagen durch Automatisierungskonzepte erhöht werden, um die manuellen und damit nicht standardisierten Prozessschritte zu reduzieren.
- Darüber hinaus muss die Reproduzierbarkeit der Bauteilqualität durch beispielsweise Inline-Qualitätsmonitoring über der gesamten Prozesskette ermöglicht werden, ohne dass hierfür bei einem inhomogenen Anlagenpark teilweise mehrfach in aufwändige und kostenintensive Software und Peripherie investiert werden muss.
- Ein weiteres Handlungsfeld ist die Sicherstellung der Prozess- und Anwendersicherheit über der gesamten Prozesskette, um den industriellen Richtlinien und Regelwerken entsprechen zu können.

### **Schritt für Schritt in die industrielle Serienfertigung**

Auch wenn die additive Serienfertigung noch in der Ferne scheint, ist es strategisch sinnvoll, sich bereits heute auf dem Weg zu machen. Use-Cases insbesondere von Großunternehmen zeigen, dass die Serienfertigung als erster Schritt in der Additiven Fertigung gelingen kann. Für mittelständische Unternehmen ist dies aber für eine effiziente und nachhaltige Implementierung der Additiven Fertigung für einen mittel- und langfristigen Erfolg intern im Unternehmen und bei den Kunden nicht ratsam.

Auch wenn sich verschiedene Herangehensweisen und Implementierungskonzepte für die industrielle Additive Fertigung oft substanziell unterscheiden – das Credo lautet: Starten Sie zunächst klein und versuchen Sie nicht, innerhalb weniger Wochen die Additive Fertigung als disruptive Technologie für Ihre Produktion einzusetzen. Für eine nachhaltige und effiziente Implementierung der Additiven Fertigung im Unternehmen werden folgende Eckpunkte als Leitmodell vom Einstieg in die Additive Fertigung bis zur Serienfertigung von hochkomplexen Bauteilen empfohlen:

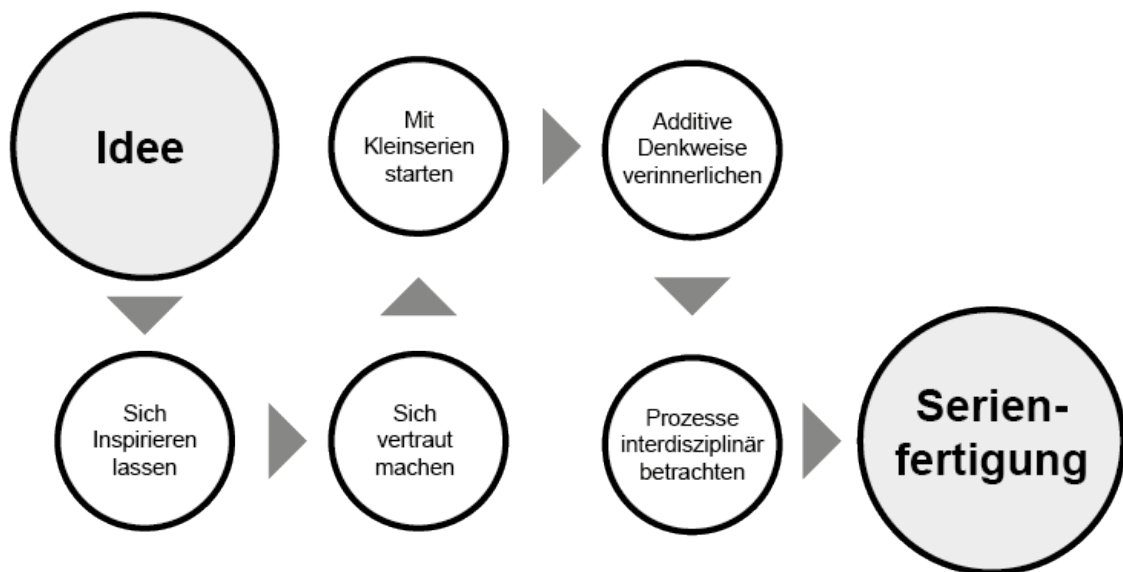


Abbildung 1: Weg von der Idee zur additiven Serienfertigung

#### *Über Use-Cases inspirieren und sensibilisieren lassen*

Suchen Sie den Kontakt zu Anwendern der Additiven Fertigung oder holen Sie sich Unterstützung von Beratungsunternehmen, Hochschulen und Forschungseinrichtungen, die Sie mit realen Anwendungen der Additiven Fertigung inspirieren. Use-Cases bieten die Möglichkeit, die Potentiale und Chancen aber auch die Herausforderungen der Additiven Fertigung, deren Prozesse und Technologien kennen zu lernen. Dabei sollten nicht nur hochtechnisierte funktionsintegrierte, leichtbauoptimierte Multimaterialbauteile betrachtet werden, sondern auch einfach umsetzbare aber dennoch wirtschaftlich interessante Anwendungen – die sogenannten „Low-Hanging Fruits“.

#### *Mit Technologien vertraut machen*

Die Additive Fertigung bietet inzwischen eine Vielzahl von verschiedenen Verfahren und Technologien sowie diverse Werkstoffe, welche damit verarbeitet werden können. Messen, sowie Veranstaltungen bieten die Möglichkeit, sich mit den diversen Technologien der Additiven Fertigung vertraut zu machen. Abhängig von Ihren Vorstellungen, Ideen oder konkreten Anwendungen können diese Verfahren und Technologien abhängig derer spezifischen Eigenschaften und Umsetzungsmöglichkeiten analysiert werden.

#### *Mit einfachen Technologien starten (Prototypen und Kleinserien)*

Auch für Unternehmen, die keine Kunststoffe als Werkstoff für deren Produkte verarbeiten, kann die Investition in eine kostengünstige und kunststoffverarbeitende additive Fertigungsmaschine der technologische Einstieg in die Additive Fertigung bilden. Mittels dieser Maschinen können die ersten Gehversuche in der Additiven Fertigung gegangen werden, ohne dass hohes Prozess- und Technologiewissen notwendig ist.

#### *Additive Denkweise verinnerlichen*

Für die wirtschaftliche und nachhaltige Implementierung und Anwendung der Additiven Fertigung muss eine sogenannte „additive Denkweise“ in Ihrem Unternehmen verinnerlicht werden. Durch dieses Mindset kann ein additiver Mehrwert generiert werden, welcher die Integration der grundlegenden Potentiale der additiven Fertigung, wie die Funktionsoptimierung und -integration sowie die Leichtbauweise, in Ihre Anwendungen ermöglicht.

Für die Sensibilisierung für die additive Denkweise bietet sich ein Bottom-Up-Ansatz an. Über diesen Ansatz „Additive@Shopfloor“ werden kostengünstige Materialextrusionsanlagen in der Produktion am Band, in der Montage oder in der Prototypenfertigung aufgestellt und damit allen Mitarbeitenden zur Verfügung gestellt. Dadurch besteht nur eine geringe Hemmschwelle für die Ideengenerierung und damit Entwicklung von Anwendungen, die im Unternehmen für die Produktion (beispielsweise Montagehilfen oder Produktionshilfsmittel) oder für die Endprodukte (beispielsweise Konstruktionsoptimierungen) einen wirtschaftlichen Mehrwert leisten. Der „Additive@Shopfloor“-Ansatz ermöglicht die frühzeitige Sensibilisierung für die Potentiale der Additiven Fertigung und damit eine Erhöhung der Akzeptanz neuer Fertigungsverfahren sowie letztendlich die Schaffung von technisch und wirtschaftlich erfolgreichen Innovationen.

#### *Herausforderungen der industriellen Serienfertigung interdisziplinär betrachten*

Nach der Anwendung und Bewertung einfacher Technologien sowie der Umsetzung der additiven Denkweise steht der Schritt in eine Serienfertigung an. Dabei muss schon im Planungsprozess der Implementierung die ganze Prozesskette gesamtheitlich betrachtet werden. Dies beginnt bei der Wareneingangsprüfung über die Materiallagerung und die Bauteilfertigung bis zur Nachbearbeitung – der sogenannte Pre-, In- und Post-Prozess. Zusätzlich müssen unter anderem das Qualitätsmanagement sowie die Anwendersicherheit und umweltgerechte Reststoffentsorgung sichergestellt werden. Darüber hinaus bedeutet die Investition in eine additive Serienfertigung auch ein nachhaltiges Innovations- und Change Management in der Produktion, in der strategischen Ausrichtung sowie im Geschäftsmodell des Unternehmens und sollte daher ganzheitlich und interdisziplinär betrachtet werden.

#### **Ganzheitliche und interdisziplinäre Betrachtungsweise**

In kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) sind häufig die Unsicherheit und Innovativität mit Wissens- und Wollensbarrieren verbunden und behindern damit die Anwendung der Additiven Fertigung. Neuartige Wertschöpfungsketten und globale Wertschöpfungsnetzwerke sind vorstellbar, scheitern aber zurzeit zumeist an der industriellen Umsetzbarkeit. So wirft die fundamentale Veränderung der Additiven Fertigung zahlreiche technische und nichttechnische Fragestellungen in der Materialentwicklung, der Implementierung und Anwendung sowie zum Innovations- und Change Management der Interaktions- und Arbeitsbeziehungen in ihren Eco-Systemen auf.

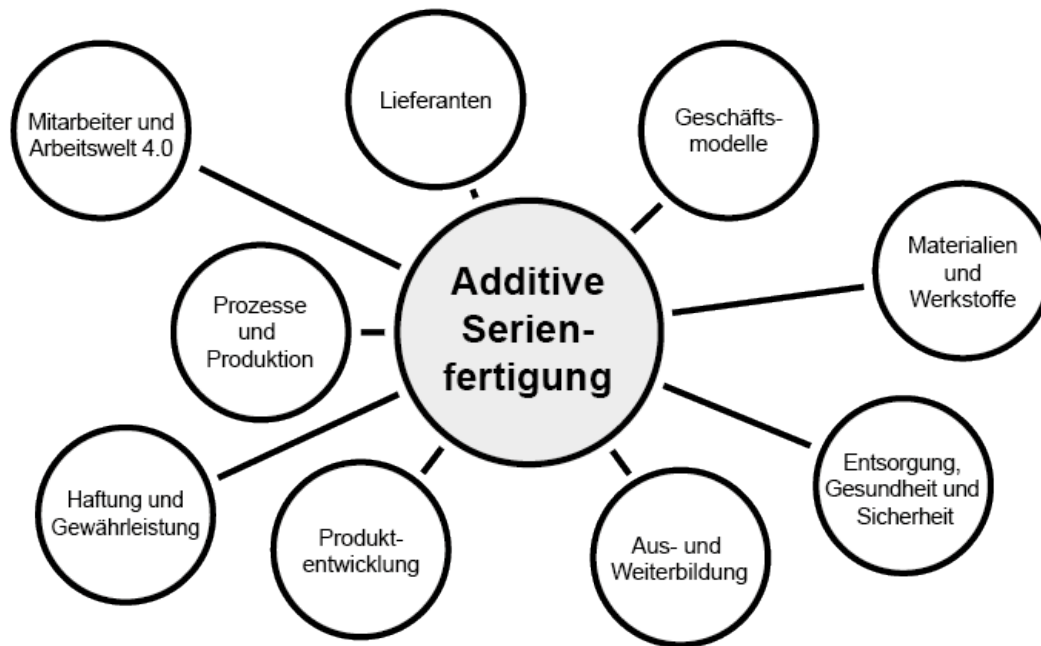


Abbildung 2: Ganzheitliche und interdisziplinäre Betrachtungsweise der additiven Serienfertigung

Die Überwindung von Hemmschwellen bei der Ausschöpfung der Potentiale der Additiven Fertigung erfordern die Nutzbarmachung neuer Ansätze in der Forschungszusammenarbeit. So entsteht an der Universität Bayreuth ein interdisziplinäres Zentrum für die Additive Fertigung: Der Campus Additive.Innovationen. Dieser bündelt fakultäts- und lehrstuhlübergreifend die bestehenden Expertisen und technischen Ausstattungen in der Grundlagen- und Applikationsforschung der Additiven Fertigung der Universität Bayreuth und weiteren außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Der Campus Additive.Innovationen versteht sich dabei als interdisziplinäre Denkfabrik („Think Tank“) und bündelt unter anderem Know-how der Materialentwicklung, der Produktionstechnik, des strategischen Innovationsmanagements, der Jurisprudenz sowie der Sporttechnologie und der Afrikawissenschaften. Diese systematische Vernetzung technischer und nichttechnischer Innovationsfelder ermöglicht dabei einen erweiterten Blick auf die additiven Innovationen und eine nachhaltige strategische Entwicklung auch für Unternehmen.

#### **Autoren:**

Christian Bay

Universität Bayreuth

Akademischer Rat am Lehrstuhl für Umweltgerechte Produktionstechnik

Geschäftsführer der Forschungsstelle Campus Additive.Innovationen

Prof. Dr.-Ing. Frank Döpfer

Universität Bayreuth

Inhaber Lehrstuhl für Umweltgerechte Produktionstechnik

Direktor der Forschungsstelle Campus Additive.Innovationen