

# ► Erfolgreich in die Zukunft mit Additiver Fertigung

Eine Navigationshilfe zur Einordnung  
von Potenzialen

# Management Summary

- ▶ Additive Fertigung („3D-Druck“) setzt sich in vielen Branchen der produzierenden Industrie durch.
- ▶ Das Tempo der Marktdurchdringung in einzelnen Anwendungsbereichen (Design und Prototyping, Ersatzteile, Leichtbau, Individualisierung von Produkten, Serienbauteile) ist sehr hoch.
- ▶ Additive Fertigung ist für erste Anwendungsfälle serienreif. Gesundheitswesen, Luft- und Raumfahrt und Konsumgüterindustrie sind führend.
- ▶ Eine Eins-zu-eins-Substitution bestehender Fertigungsverfahren ist fast nie zielführend. Eine ganzheitliche 3D-Druck-Strategie mit Blick auf Prozess, Produkt und Kunde hebt das volle Potenzial.
- ▶ Hinderungsgründe für die Implementierung in Unternehmen sind hauptsächlich organisatorischer Natur.
- ▶ Immer mehr Marktteilnehmer nutzen diese Potenziale. Unternehmen sollten jetzt prüfen: Wo warten, wo starten?
- ▶ Der Porsche Consulting „Quick Check“ erlaubt eine realistische Antwort auf diese Frage.

## 01 Einleitung

Adidas, Airbus, BMW, Chanel, GE, Google, Lego, Siemens, Stryker: Namhafte Unternehmen aus unterschiedlichen Bereichen der Industrie investieren in additive Fertigungsverfahren. Sie setzen unter anderem darauf, dass die additive Fertigung die Leistungsfähigkeit und Funktionalität von Bauteilen steigert, individualisierte Produkte ermöglicht und/oder Wertschöpfungsketten radikal verändert.

In dieser Situation muss sich jedes produzierende Unternehmen fragen: Wo bringt der Einsatz von additiven Fertigungsverfahren Vorteile? Lässt sich Zusatznutzen auf technischer Ebene erzielen? Entstehen Kostenvorteile? Verkürzt sich die „Time-to-Market“? Oder lassen sich ganz neue Geschäftsmodelle etablieren?

Die aktuelle Diskussion bewegt sich noch zwischen Hype und Skepsis. Wer den Nutzen und die Einsatzmöglichkeiten dieser Technologie realistisch abschätzen möchte, muss unter anderem die technischen und kommerziellen Anforderungen an die Produkte und die zu produzierenden Stückzahlen berücksichtigen. In einigen Märkten, insbesondere in der Konsumgüterindustrie, kommen Marketing-Aspekte hinzu.

Der vorliegende Report gibt im ersten Teil einen Überblick über den aktuellen Status quo – in Form von fünf Thesen und einer Schlussfolgerung. Im zweiten Teil stellt er mit dem chAMp-Modell („Channeling Additive Manufacturing Potential“) eine Navigationshilfe für Entscheider bereit, um den konkreten und individuellen Nutzen der Technologie schnell und einfach zu bewerten. Der dritte Teil diskutiert die Serienreife der Technologie und leitet Handlungsempfehlungen für einzelne Anwendungsbereiche ab.

Wenn der Leser nach der Lektüre den Schluss zieht, dass er sich intensiv mit den additiven Fertigungsverfahren beschäftigen und die individuellen Nutzungsmöglichkeiten bewerten sollte, hat der Report sein Ziel erfüllt. Denn die additive Fertigung bietet hohes Potenzial für die Weiterentwicklung von produzierenden Unternehmen und sollte daher Teil von deren Zukunftsstrategie sein. Zudem entwickelt sich die Technologie mit hoher Geschwindigkeit weiter. Wer heute nicht in die additive Fertigung einsteigt, läuft Gefahr, den Anschluss zu verlieren.

# Was ist additive Fertigung?

Additive Fertigung ist ein Prozess, in dem durch schichtweises Auftragen ein dreidimensionales Objekt gefertigt wird. Das Objekt kann aus Metall, Kunststoff, Keramik und anderen Materialien entstehen. Der Fügeprozess der Schichten findet durch Schmelz- und Härteprozesse von Einsatzmaterialien statt, die aktuell meist in Draht- oder Pulverform vorliegen. Im Wesentlichen werden sieben Verfahrensprinzipien

für Additive Fertigung unterschieden: VAT Photopolymerisation, Material Jetting, Powder Bed Fusion, Binder Jetting, Material Extrusion, Sheet Lamination und Directed Energy Deposition. Im Einzelnen gibt es mehr als dreißig Verfahren. Zu den gebräuchlichsten gehören Fused Deposition Modeling (FDM; für Kunststoffe) und selektives Laserschmelzen/sintern (SLM/SLS; für Metalle und Kunststoffe).








Kategorien	Kategoriebeschreibung	Beispielverfahren und primäre Materialien		
		Metall	Kunststoff	Sonstiges*
Vat Photopolymerisation	 Flüssiges Photopolymer wird schichtenweise mit Lichtstrahlen ausgehärtet		3	Stereolithography (SLA)
				Digital Light Processing (DLP)
				Continuous Liquid Interface Production (CLIP)
Material Jetting	 Werkstoff wird tropfenweise mit einer beheizten Düse selektiv auf das Objekt aufgetragen		5	Polyjet Printing (PJP)
Powder Bed Fusion	 Werkstoffpulver wird schichtweise durch thermische Energie (zum Beispiel Laser-, Elektronenstrahl) selektiv verschmolzen	Electron Beam Melting (EBM)		
			2	Selective Laser Sintering (SLS)
		4	Direct Metal Laser Sintering (DMLS/SLM)	
Binder Jetting	 Bindemittel wird auf Pulverbett punktuell aufgetragen zur schichtenweisen Verbindung des Werkstoffpulvers			Three Dimensional Printing (3DP)
Material Extrusion	 Schmelzfähiger Werkstoff wird mit einer beheizten Düse schichtenweise auf das Objekt aufgetragen		1	Fused Deposition Modeling (FDM)
Sheet Lamination	 Laminierte Werkstofffolien werden schichtenweise zugeschnitten, bspw. mittels Laser, Messer			Laminated Object Manufacturing (LOM)
Directed Energy Deposition	 Laserstrahl wird zum Aufschmelzen und gleichzeitigem Aufbringen eines Zusatzwerkstoffes genutzt	Laser Metal Deposition (LMD)		

Abb. 1. Additive Fertigungsverfahren im Vergleich nach ASTM International  
 \* Papier, Keramik, Sand | ● TOP 5 Verfahren nach Einsatz 2018 (Statista)  
 Grafik: Porsche Consulting, ASTM International, VDI 3405

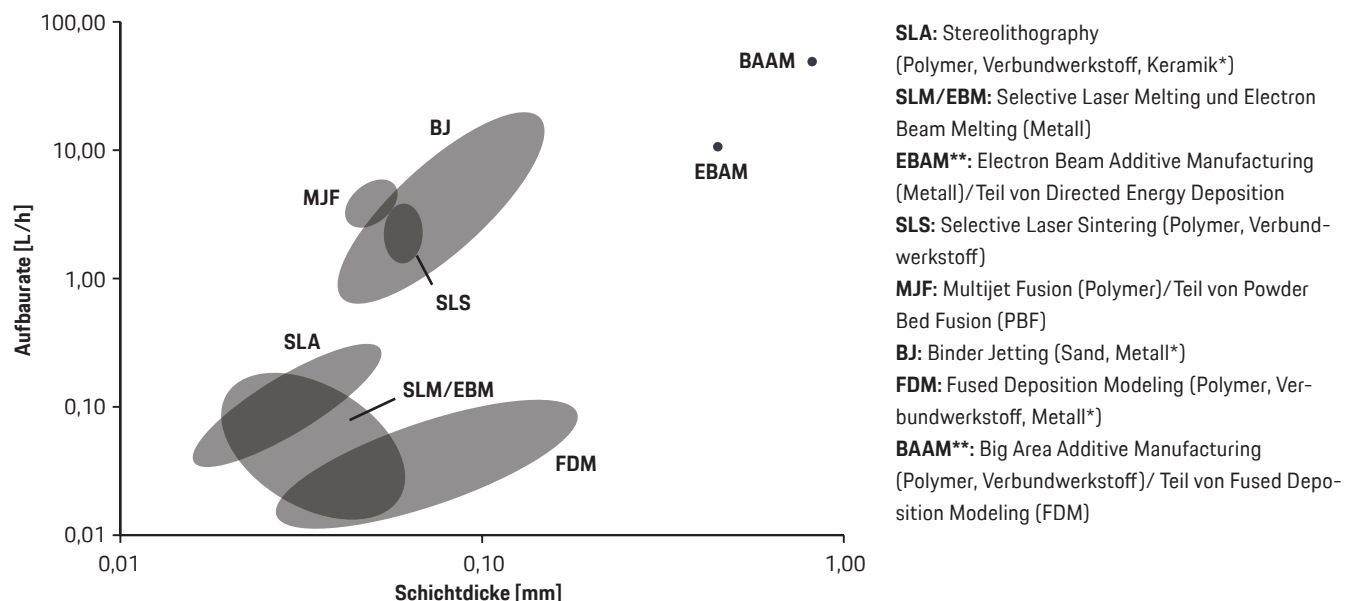


Abb. 2. Produktionsgeschwindigkeiten und Schichtdicken nach Technologie | \* Sintern nach Druck erforderlich | \*\* Markennamen  
 Grafik: MIT: H. Quinlan, T. Hasan, J. Jaddou, A.J. Hart. Industrial and Consumer Uses of Additive Manufacturing: A Discussion of Capabilities, Trajectories, and Challenges. Journal of Industrial Ecology, 21(S1):S15-S20, 2017

## 02 Fünf Thesen



- ▶ Auf Basis von Projekterfahrungen und der Zusammenarbeit mit führenden Unternehmen, die Anlagen der additiven Fertigung herstellen oder als Fertigungsdienstleister entsprechende Bauteile produzieren, hat Porsche Consulting fünf Thesen zur additiven Fertigung formuliert.

### Diese Thesen zeigen auf:

- ▶ Wie Unternehmen schon heute die Vorteile der additiven Fertigung nutzen
- ▶ Welche technischen Entwicklungen zu erwarten sind
- ▶ Wie sich die Technologie in Zukunft entwickeln kann
- ▶ Welche neuen Geschäftsmodelle sich durch additive Fertigung erschließen lassen
- ▶ Welches unternehmerische Umdenken erforderlich ist, um den maximalen Nutzen zu erzielen



### THESE 01

Additive Fertigung ist für erste Anwendungsfälle serienreif

Additive Fertigung kommt seit mehr als dreißig Jahren im Prototypenbau, das heißt bei der werkzeuglosen Fertigung von Bauteilen als Unikat oder in Kleinserien, zum Einsatz. Heute hat die Technologie die Serienreife erreicht – unter anderem in den Bereichen Gesundheitswesen, Konsumgüter, Luft- und Raumfahrttechnik und in der Automobilindustrie.

Im **Gesundheitswesen**, insbesondere in der Medizintechnik, ist die additive Fertigung bereits Standard – vor allem dort, wo kundenindividuelle Produkte in kleinen Baugrößen gefertigt werden: Hörgeräte, Zahnprothesen und Implantate. Plakatig gesagt: Additive Fertigung macht hier das Unikat serienreif.

In der **Konsumgüterindustrie**, für die hohe Stückzahlen typisch sind, ist die Realisierung von Zusatzfunktionen der Treiber für den Einsatz additiver Fertigungsverfahren. Ein

Beispiel: Der Modekonzern Chanel produziert die Mascara-Bürste „Le Volume Révolution Mascara“ additiv in hohen Stückzahlen (Ziel: eine Million pro Monat). Die Mikrowaben des Bürstchens nehmen mehr Wimperntusche auf als übliche Mascara-Bürsten, und der Produktentstehungsprozess wurde durch additives Rapid Prototyping erheblich beschleunigt.

Die **Luft- und Raumfahrt** nutzt die Möglichkeiten der additiven Konstruktion und Fertigung, um neue Freiheitsgrade in Bauteile einzubringen und dadurch deren Gewicht zu reduzieren und/oder zusätzliche Funktionen zu integrieren. Im Turbinenbau können durch 3D-Druck-Verfahren aufwändige konventionelle Fertigungsverfahren (Fräsen mit Zerspanungsanteilen von über 90 Prozent durch elektrochemisches Abtragen) substituiert werden. Hier wirkt sich die geringe Fertigungsgeschwindigkeit nicht nachteilig aus, weil die Stückzahlen generell niedrig sind.

Die **Automobilindustrie** verwendet seit Jahren additive Bauteile für das „Rapid Prototyping“. Jetzt erfolgt der Einstieg in die Kleinserien- und Ersatzteilerfertigung sowie im Rennsport.



## THESE 02

Eine Eins-zu-eins-Substitution ist meist nicht wirtschaftlich

Ein primär aus Kostengründen angestrebter Technologiewechsel (Ablösung konventioneller Fertigungsverfahren wie Gießen, Umformen, Zerspanen) erschließt nicht die Potenziale, die additive Fertigungsverfahren bieten. Zudem wird er bei größeren Serien heute noch nicht die erwünschten Kostenvorteile bringen.

Allerdings verschieben sich hier kontinuierlich die Grenzen. Viele Unternehmen arbeiten daran, das Verfahren auch für größere Serien wirtschaftlicher zu gestalten. Die Fertigungsgeschwindigkeit nimmt zu, die Bauräume der Anlagen werden größer, und es gibt kombinierte Anlagen für die hybride Fertigung (Spritzguss sowie spanende Bearbeitung in Kombination mit additiver Fertigung).

### Kunststoff

Verfahren wie CLIP (Continuous Liquid Interface Production) haben in den vergangenen Jahren dazu beigetragen, dass die Druckzeit in einigen Fällen von mehreren Tagen auf Minuten verkürzt werden konnte. Diese Technologie arbeitet 25 bis 100mal schneller als Polyjet- oder SLA-Verfahren.

Auf der formnext 2018 hat EOS für 2020 die Serienreife der LaserProFusion-Technologie angekündigt, die Teile annähernd so schnell fertigen soll wie der Kunststoff-Spritzguss.

### Metall

HP plant den Einstieg in die additive Fertigung von Metallen und hat Anlagen vorgestellt, die rund 50mal schneller als die bisher verfügbaren Anlagen für Metall-3D-Druck sein sollen. Zu den ersten Kunden für das MetalJet-Verfahren wird Volkswagen gehören und plant mit dieser Technologie unter anderem Rückspiegelhalterungen für Elektrofahrzeuge zu produzieren. Durch solche Technologiesprünge werden Pro-

duktionskosten und -zeiten in Zukunft weiter sinken. Das macht additive Fertigungsverfahren für größere Serien interessant.

Weltweit führende Technologiekonzerne setzen deshalb stark auf diese Verfahren. GE hat mit GE Additive einen separaten Geschäftsbereich gegründet, unter anderem mit dem Ziel, in den nächsten zehn Jahren Effizienzpotenziale von 3 bis 5 Mrd. US-Dollar zu heben. Zugleich investiert das Unternehmen in den Kauf von 3D-Drucker-Herstellern (zum Beispiel Concept Laser), um am Wachstum in diesem Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus, aber auch bei der Serienfertigung von Bauteilen, teilzuhaben.



## THESE 03

Additive Fertigung verbessert die Funktionalität und/oder Leistung von Bauteilen

Additive Fertigung eröffnet produzierenden Unternehmen die Möglichkeit, sich durch leistungsfähigere und kundenindividuelle Produkte am Markt zu differenzieren. Bauteile können zum Beispiel im Hinblick auf Wirkungsgrad, Bauraum, Gewicht oder Standzeiten verbessert oder zusätzliche Funktionen integriert werden. Das bedeutet aus Sicht des Herstellers (und seines Kunden) einen klaren Wettbewerbsvorteil.

Um diese Vorteile bestmöglich zu nutzen, sollte das Bauteil vom Start weg unter der Maßgabe konstruiert werden, dass es im AM-Verfahren hergestellt wird. Das bedeutet unter anderem, dass der Konstrukteur in freieren 3D-Formen denken kann. Daraus ergeben sich zum Beispiel neue Möglichkeiten der Konstruktionsmethodik (zum Beispiel Bionik/Leichtbau) und die Integration von Funktionen (komplexe Bauteile mit integrierten Halterungen, Gelenken, Scharnieren etc.). Zudem können auch Bauteile realisiert werden, die mit Hilfe Künstlicher Intelligenz (KI) konstruiert wurden.

## Einige Beispiele

- ▶ GE hat eine durch additive Fertigung optimierte Gasturbine vorgestellt, deren Wirkungsgrad durch die verbesserte Gestaltung von 62,3 auf 64 Prozent steigt. Bei einer Leistung von 826 Megawatt kann der Kraftwerksbetreiber pro Jahr rund 1,5 Millionen US-Dollar an Energiekosten einsparen.
- ▶ Eine ebenfalls von GE entwickelte Kraftstoffdüse für Flugzeugtriebwerke, die aus 20 Bauteilen bestand, kann dank additiver Fertigung einteilig gefertigt werden. Das spart rund 25 Prozent Gewicht und 30 Prozent Kosten.
- ▶ Airbus hat bei einer Verriegelungswelle für Türen des Airbus A350 das Gewicht um 45 Prozent und die Kosten um 25 Prozent gesenkt – durch den Einsatz eines additiven Fertigungsverfahrens.
- ▶ Bei Hochleistungs-Sportwagen muss der Bremssattel heute noch aus Aluminium gefertigt werden, weil sich Titan (das eine höhere Zugfestigkeit bietet und deshalb eigentlich das Material der Wahl ist) nicht oder nur schwer zu so komplexen Bauteilen wie Bremssätteln verarbeiten lässt. Mit einem additiven Verfahren (selektives Laserstrahlschmelzen) hingegen ist das möglich. Bugatti hat den Prototypen eines additiv gefertigten Bremssattels vorgestellt, der nur noch 2,9 statt 4,9 Kilogramm wiegt.

Die hier genannten Potenziale lassen sich nur dann vollständig erschließen, wenn man einen ganzheitlichen Blick auf das Produkt, den Prozess und den Kunden bzw. dessen Erwartungen an das Produkt behält. Eine Voraussetzung hierfür ist die Anpassung von Denkmustern und Organisationsformen im Unternehmen, das heißt letztlich die Offenheit dafür, die vorhandenen Potenziale der additiven Fertigung weitestgehend zu nutzen. Dazu gehören neue Entwicklungs- und Konstruktionsmethoden, die zum Beispiel Künstliche Intelligenz sowie generative Designverfahren mit kürzeren Optimierungszyklen nutzen.



## THESE 04

Additive Fertigung wird die Unternehmensprozesse grundsätzlich verändern

Die wirtschaftliche Fertigung kleiner Stückzahlen eröffnet die Chance, Bauteile oder Produkte kurzfristig „on demand“ zu produzieren statt große Mengen zu fertigen und einzulagern. Damit bietet sich die Möglichkeit für eine dezentrale, lokalisierte Fertigung. Zugleich lassen sich Konstruktionsänderungen schneller umsetzen und Kundenwünsche wirtschaftlicher berücksichtigen. Auch durch eine Individualisierung von Produkten können Unternehmensprozesse bzw. Wertschöpfungsketten vollständig neu organisiert werden.

### Beispiele

- ▶ Ein Hersteller von Messgeräten fertigt die Kunststoffgehäuse der Geräte nur noch auftragsbezogen im 3D-Druck und kann dabei die individuellen Kundenwünsche/Optionen berücksichtigen. Das verkürzt die Lieferzeit, weil keine aufwändigen und teuren Spritzgussformen gebaut werden müssen. Außerdem lassen sich Design-Änderungen bei laufender Serie viel schneller realisieren.
- ▶ In der Testfabrik „NextGenAM“ erproben Daimler, EOS und Premium Aerotec ein komplettes Ökosystem der automatisierten digitalen und additiven Fertigung von Aluminiumkomponenten – einschließlich der Automatisierung von vor- und nachgelagerten Prozessen.
- ▶ Adidas beschleunigt in seiner „Speed Factory“ bestehende Geschäftsprozesse und verlagert die teilweise additive Produktion von Sportschuhen mit kundenindividueller Sohle dorthin, wo sich die Kunden befinden.
- ▶ Die Bussparte von Mercedes Benz (Evobus) hat rund 2000 Kunststoff- und Metallsatzteile identifiziert, die künftig auftragsbezogen im 3D-Druck gefertigt werden sollen – mit allen Eigenschaften von OEM-Ersatzteilen. Der Vorteil: eine verbesserte Supply Chain mit erheblich verringerter Lagerhaltung.



## THESE 05

Additive Fertigung eröffnet Möglichkeiten für neue Geschäftsmodelle

Über die Optimierung von Produkten hinaus eröffnet die Nutzung der additiven Fertigung auch Möglichkeiten für neue Geschäftsmodelle sowie für die Erschließung neuer Märkte.

### Hierzu ebenfalls einige Beispiele:

- ▶ BMW Mini bietet mit dem „Mini yours customised“-Programm personalisierte Nachrüstprodukte an. Der Mini-Fahrer kann über einen Konfigurator Bauteile für sein Auto personalisieren und im 3D-Druck herstellen lassen. Das generiert neues Umsatzpotenzial und neue Wege der Kundenbindung.
- ▶ Das Münchner Startup YouMawo (und andere, zum Beispiel VIU Eyewear und Yuniku) bietet passgenaue und sehr leichte Brillengestelle an, gefertigt im Verfahren des Selektiven Lasersinterns (SLS). Der Optiker scannt den Kopf des Kunden, der ein Brillenmodell gewählt hat, und sendet die Daten an YouMawo, wo die individuelle Brille gefertigt wird.
- ▶ UPS plant, gemeinsam mit SAP, ein On-Demand-Netzwerk für die Overnight-Fertigung und -Lieferung von kundenspezifischen Produkten zu etablieren. Damit wird UPS vom Logistik-Dienstleister zum Lieferanten.
- ▶ Ein Beispiel aus der Industrie: Der Greiferhersteller Schunk bietet seinen Kunden die individuelle Konstruktion von Robotergreifern auf einer Online-Plattform, fertigt die Komponenten im 3D-Druck und liefert sie den Kunden.



**Der nächste Schritt:** Ganzheitliche Strategie mit Blick auf Kunden, Produkte und Prozesse

Die Einsatzfelder der additiven Fertigung sind vielschichtig. Die potenziellen Vorteile sind differenziert zu betrachten. Die Frage aus Unternehmenssicht lautet: Wo warten, wo starten?

Für nachhaltigen Erfolg ist – so die Empfehlung von Porsche Consulting – eine ganzheitliche Strategie zur Evaluierung und Implementierung der additiven Fertigung zu erarbeiten, die in drei Richtungen zielt: Kunde, Produkt und Prozess.

### KUNDE

Maßgeschneiderte bzw. personalisierte Produkte und neu ausgerichtete Geschäftsmodelle bieten Mehrwert aus Kundensicht.

### PRODUKT

Veränderte Konstruktionsmethodik („Freedom of design“) führt zu neuen Gestaltungsmöglichkeiten, die zum Beispiel erweiterte Funktionen, geringeres Gewicht oder vereinfachte Montage ermöglichen.

### PROZESS

Additive Fertigung erschließt neue Chancen und/oder Potenziale zur Kostensenkung in den Bereichen Entwicklung/Anlauf, Produktion/Logistik und Sales/After Sales.

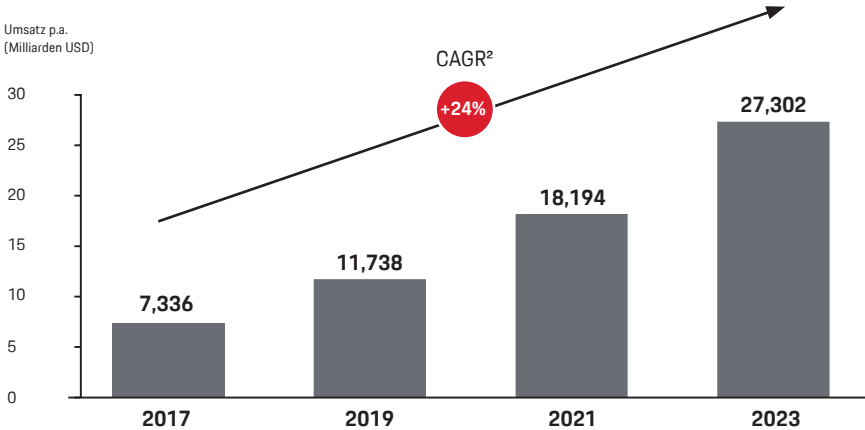
Erste Potenziale sind häufig leicht zu erschließen. Wer aber die AM-Technologie ohne die hier skizzierte Strategie einführt, geht das Risiko ein, enttäuscht zu werden oder zumindest nicht alle Vorteile zu nutzen, die sich in den drei Handlungsfeldern ergeben.

Zusätzlich sind, parallel zur Nutzung additiver Fertigungsverfahren, neue Prozesse zu etablieren bzw. vorhandene Prozesse anzupassen. Das gilt unter anderem für die Bereiche Konstruktion/Entwicklung, Qualitätsmanagement, „Intellectual Property“, Fort- und Weiterbildung und Change Management. Außerdem stellt sich die Frage „Make or Buy“: Investiert man in Anlagen zur additiven Fertigung oder nutzt man (zunächst) qualifizierte Dienstleister?

Mit dem chAMP-Modell („Channeling Additive Manufacturing Potential“) hat Porsche Consulting einen Einstieg in diese Strategie geschaffen. Sie beginnt mit einer Orientierung und Abschätzung der Möglichkeiten für das jeweilige Unternehmen in Form eines Quick-Checks.

# Die Marktentwicklung

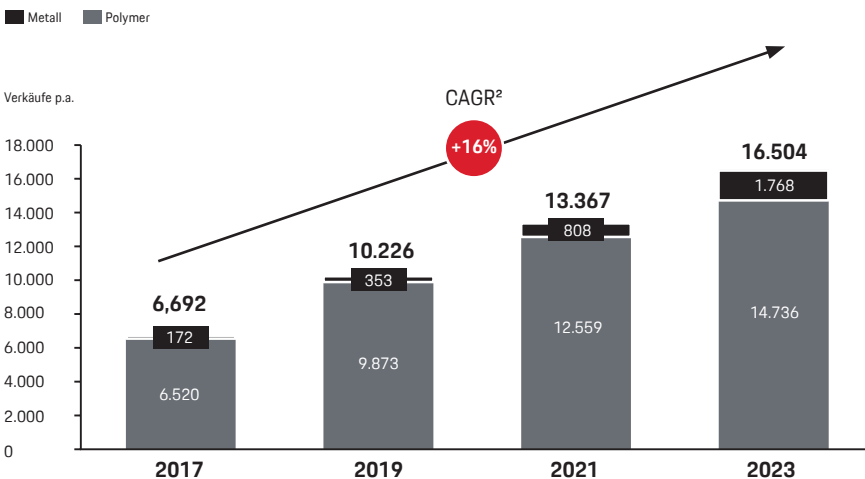
## Globaler AM Markt: Umsatzprognose für Produkte und Services<sup>1</sup>



2017 wurden weltweit 14.376 industrielle Anlagen für die additive Fertigung installiert, davon 1.786 für die Produktion von Metallteilen. Ihr Anteil am Gesamtvolumen stieg um 80 Prozent. Zugleich fiel der Durchschnittspreis für eine Metall-AM-Anlage von 551.000 US-Dollar (2016) auf 408.000 US-Dollar.<sup>3</sup>

Das Gesamt-Umsatzvolumen für additive Fertigung lag im Jahr 2017 bei 7,336 Milliarden US-Dollar. Für 2019 werden schon 11,738 Milliarden US-Dollar prognostiziert; für 2023 liegt die Prognose bei 27,302 Milliarden US-Dollar. Das entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 24,6 Prozent.<sup>3</sup>

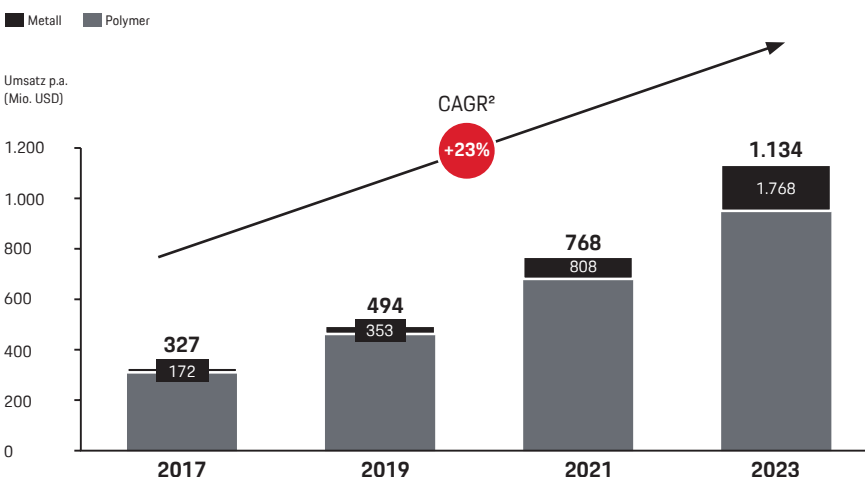
## Globaler AM Markt: Verkäufe von Produktionsanlagen



### Einige Zahlen für einzelne Anwenderbranchen:

Eine Studie des Marktforschungsunternehmens 'Markets and Markets' rechnet damit, dass der globale Markt für den 3D-Druck von Medizinprodukten von 840 Millionen US-Dollar in 2017 auf rund 1,9 Milliarden US-Dollar bis 2022 zunimmt – eine jährliche Wachstumsrate von 17,5 Prozent.<sup>4</sup>

## Globaler AM Markt: Umsatz Ausgangsmaterial für AM – Metall und Polymer



In der Automobilindustrie wird für 2023 ein Gesamtumsatz von 5,3 Milliarden US-Dollar mit AM-Bauteilen prognostiziert. 2027 sollen es schon 12,6 Milliarden US-Dollar sein.<sup>5</sup>

In Deutschland nutzen laut einer Befragung der VDMA-Arbeitsgruppe Additive Manufacturing 47 Prozent der Maschinenbauer AM-Bauteile. 5,5 Prozent der Befragten haben 2017 mehr als 1 Million Euro in AM-Teile investiert. Jedes zweite AM-Teil wird als Muster oder Prototyp verwendet, je 15 Prozent entfallen auf Serienteile, Ersatzteile und Werkzeuge.<sup>6</sup>

1 Keine gedruckten end-use Bauteile sondern alle AM Produkte und Services . Ausgenommen sind Beteiligungskapital und interne Investitionen von Unternehmen | 2 CAGR = Compound Annual Growth Rate | 3 Wohlers 2018 | 4 Presse-Info Medica 2018, 12.11.18 | 5 Marktstudie SmartTech Markets Publishing | 6 Technology Scout, VDMA Arbeitsgruppe Additive Manufacturing, 2. Auflage 2018





## 03 Quick-Check

### Wo warten, wo starten?

Porsche Consulting empfiehlt, nicht auf weitere Technologieentwicklungen oder Erfolgsbeispiele anderer Marktteilnehmer zu warten, sondern jetzt die Potenziale der additiven Fertigung für das eigene Unternehmen zu bewerten.

Der nachfolgende Quick-Check dient hierbei als Navigationshilfe. Er umfasst die drei Handlungsfelder:

- ▶ **Kunde:** Individualität, Geschäftsmodell
- ▶ **Produkt:** Konstruktion, Design, Funktion, Performance
- ▶ **Prozess:** Entwicklung, Anlauf, Produktion, Logistik, Sales, After Sales

Diese Bereiche sind spaltenweise im chAMP-Modell abgebildet. Das Modell beschreibt für jeden Bereich die potentiellen Vorteile durch den Einsatz additiver Fertigung, die für Ihr Unternehmen relevant sein können. Die Attraktivität der additiven Fertigung wird sowohl anhand der Vorteile je

Bereich (vertikal) als auch anhand der Bandbreite über alle fünf Spalten hinweg (horizontal) bewertet.

Im ersten Schritt wird für jeden Bereich bewertet, welche Vorteile der Einsatz additiver Fertigungsverfahren mit sich bringt. Sind mehrere Vorteile in einem Bereich zu erkennen, steigert sich der Gesamtnutzen und mit ihm die Punktzahl je Spalte bzw. Bereich.

Im zweiten Schritt wird die Anzahl der betroffenen Bereiche betrachtet. Gibt es in mehreren Spalten Vorteile für die additive Fertigung, steigt die Notwendigkeit für eine ganzheitliche Strategiebetrachtung. Die Punktesumme wird über die Summe aller Spalten ermittelt. Bei geringerer Punktezahl lautet die Empfehlung: Warten! Bei einer mittleren Punktzahl ist eine differenzierte Betrachtung sinnvoll. Bei hoher Punktzahl: Starten!

Identifizieren Sie die Vorteile

**Kreuzen** Sie in jedem Bereich die **Potentiale an**, die für Sie interessant sind

Berechne Sie die Summe jeder Spalte

- 0 Punkte**, wenn keine Box ausgewählt ist
- 1 Punkt**, wenn eine Box ausgewählt ist
- 3 Punkte**, wenn 2 Boxen ausgewählt sind
- 5 Punkte**, wenn 3 Boxen ausgewählt sind

Berechnen Sie die chAMP\*-Punktzahl

Die Punktzahl in jeder Spalte zeigt, wie relevant in dem jeweiligen Bereich die Additive Fertigung für Ihr Unternehmen momentan ist. Ist die Punktzahl in einer Spalte 3 oder größer, sollten Sie in diesem Bereich mit Additiver Fertigung durchstarten. Ist die Gesamtsumme über alle Spalten größer gleich 10 sollte eine gesamtheitliche AM Strategie angegangen werden.

Abb. 3. Hinweise zur Bewertung in Rahmen des chAMP\* Modells  
\* channeling additive manufacturing potential  
Grafik: Porsche Consulting

# Das Porsche Consulting chAMP\*-Modell bewertet die Attraktivität der Anwendung additiver Fertigung

## Kundenerlebnis/Geschäftsmodell

- ▶ Ist die Herstellung von Built-to-Order-Produkten\*\* für Sie interessant?
- ▶ Ist die Fertigung kundenspezifischer oder personalisierter Produkte ein Wettbewerbsvorteil?
- ▶ Eröffnet die Einbeziehung der Kunden in Design und Fertigung neue Geschäftsmodelle?

## Konstruktion/Design

- ▶ Bringt die Optimierung Ihrer Produkte bezüglich Leistung, Gewicht oder Lebensdauer Wettbewerbsvorteile?
- ▶ Bietet die Integration zusätzlicher Funktionen in bestehende Bauteile Zusatznutzen?
- ▶ Lässt sich durch neue Formen und revolutionäre Designs eine Differenzierung im Markt erreichen?

## Entwicklung/Anlauf

- ▶ Ist die Verkürzung der Entwicklungszeit ein Vorteil im Wettbewerb?
- ▶ Bieten reduzierte Herstellzeiten und -kosten von Werkzeugen und Hilfsmittel Nutzen?
- ▶ Ist eine Beschleunigung und Absicherung des Produktanlaufs für Sie interessant?

## Produktion/Logistik

- ▶ Bringt eine Reduzierung der Montageschritte Nutzen, zum Beispiel durch Funktionsintegration?
- ▶ Ist eine Verkürzung der Logistikkette oder der Lieferzeiten von Vorteil?
- ▶ Profitieren Sie von erhöhter Anlagenverfügbarkeit, zum Beispiel durch gedruckte Ersatz- und Verschleißteile?

## Sales/After Sales

- ▶ Ist die Erhöhung der Lieferfähigkeit und -geschwindigkeit ein Wettbewerbsvorteil?

Kunde	Produkt	Prozess		
Kundenerlebnisse/ Geschäftsmodell	Konstruktion/ Design	Entwicklung/ Anlauf	Produktion/ Logistik	Sales/ After Sales
Ist die Herstellung von Built-to-Order-Produkten** für Sie interessant?	Bringt die Optimierung Ihrer Produkte bezüglich Leistung, Gewicht oder Lebensdauer Wettbewerbsvorteile?	Ist die Verkürzung der Entwicklungszeit ein Vorteil im Wettbewerb?	Bringt eine Reduzierung der Montageschritte Nutzen, zum Beispiel durch Funktionsintegration?	Ist die Erhöhung der Lieferfähigkeit und -geschwindigkeit ein Wettbewerbsvorteil?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist die Fertigung kundenspezifischer oder personalisierter Produkte ein Wettbewerbsvorteil?	Bietet die Integration zusätzlicher Funktionen in bestehende Bauteile Zusatznutzen?	Bieten reduzierte Herstellzeiten und -kosten von Werkzeugen und Hilfsmitteln Nutzen?	Ist eine Verkürzung der Logistikkette oder der Lieferzeiten von Vorteil?	Ergeben sich Vorteile aus verringerten Lagerhaltungs- und ggfs. Verschrottungskosten?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eröffnet die Einbeziehung der Kunden in Design und Fertigung neue Geschäftsmöglichkeiten?	Lässt sich durch neue Formen und revolutionäre Designs eine Differenzierung im Markt erreichen?	Ist eine Beschleunigung und Absicherung des Produktanlaufs für Sie interessant?	Profitieren Sie von erhöhter Anlagenverfügbarkeit, z.B. durch gedruckte Ersatz- und Verschleißteile?	Ist eine Reduzierung des End-of-Service Restrisikos*** interessant für Sie?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
= __ Punkte	= __ Punkte	= __ Punkte	= __ Punkte	= __ Punkte

**0 Punkte**, wenn keine Box ausgewählt ist, **1 Punkt**, wenn eine Box ausgewählt ist, **3 Punkte**, wenn 2 Boxen ausgewählt sind, **5 Punkte**, wenn 3 Boxen ausgewählt sind

Abb. 4. chAMP\* Modell zur Selbsteinschätzung

\* channeling additive manufacturing potential | \*\* Produkte, die bedarfsweise für konkrete Aufträge mit Kundenbezug gefertigt werden | \*\*\* Das Risiko, dass Allzeitbestände falsch berechnet wurden, Werkzeuge neu hergestellt oder Lieferanten neu freigegeben werden müssen

Grafik: Porsche Consulting

---

## KUNDE/GESCHÄFTSMODELL



Wenn sich durch die additive Fertigung auf Basis von CAD-Daten „Built-to-order“-Bauteile oder kundenspezifische bzw. individualisierte Produkte herstellen lassen, wird ein Punkt vergeben. Wichtig ist hier die strategische Ausrichtung auf eine End-to-end-Lösung, die den Auftragseingang, die Modellerstellung und den Druck weitestgehend automatisiert.

Die Gesamtbewertung für diesen Bereich steigt, wenn durch die Integration des Kunden in Prozesse wie Design oder Fertigung neue Umsatzpotenziale entstehen, zum Beispiel durch die persönliche Auswahl bzw. Variation von Form, Farbe oder Funktion.

Um die Möglichkeiten aufzuzeigen, hilft folgendes Gedanken-spiel: Findet die Produktion nur an einem Standort statt und besteht sie nur aus einem Prozessschritt, können Änderungen am Bauteil direkt in die Produktion einfließen. Zum Beispiel kann ein Motorradhersteller, der additive Fertigungsverfahren nutzt, noch während der Fertigung des Rahmens die Wünsche des Kunden an das Design zum Beispiel des Lenkers berücksichtigen. Die klassischerweise aufeinander folgenden Unternehmensprozesse Produktentstehung, Auftragsabwicklung und Fertigung verschmelzen dann miteinander.

---

## KONSTRUKTION/DESIGN



Für Optimierungsmöglichkeiten bestehender Produkte, zum Beispiel im Hinblick auf Leistung, Gewicht, Standzeit und Funktionen, werden im Quick-Check Punkte vergeben. Ermöglichen die Freiheiten im Design eine völlig neue Gestaltung der Bauteile, erhöht sich die Gesamtpunktzahl.

Hier ist aus Sicht des Konstrukteurs Fantasie gefragt. Denn additive Fertigung bietet Möglichkeiten, die mit konventionellen Verfahren nicht zu realisieren sind. Dabei gilt der Grundsatz „If you can imagine it, you can print it.“

Güngör Kaya, Chief Digital Officer (CDO) der EOS GmbH, ein weltweit führender Hersteller von Anlagen für das selektive Laserschmelzen (SLS/SLM): „Es erfordert einen Kulturwandel, die Vorteile der additiven Fertigung voll auszuschöpfen. Additive Konstruktion ist eine völlig neue Herangehensweise.“

Der Anwender kann somit nicht nur Kosten sparen, sondern auch die Wertigkeit seines Produktes steigern bzw. ihm neue Eigenschaften verleihen. Zum Beispiel haben additiv gefertigte Bauteile - trotz geringeren Gewichtes - häufig eine gesteigerte Lebensdauer und/oder eine höhere Belastbarkeit.

---

## ENTWICKLUNG/ANLAUF



Ideen, Konzepte und Verbesserungen können durch 3D-Druck-Anwendungen im Produktentstehungsprozess ohne große Wartezeiten getestet und als physische Prototypen in Augenschein genommen werden. Darüber hinaus optimiert Rapid Prototyping den Planungsprozess und die Konstruktion von Maschinen bzw. von deren Bauteilen (oder auch von Konsumgüterprodukten) bereits in einer sehr frühen Phase. Wenn das im konkreten Fall zutrifft oder wenn eine agilere Produktentwicklung ermöglicht wird, werden in dieser Spalte Punkte vergeben.

Weitere Potenziale liegen in der Herstellung von Werkzeugen, Formen, Lehren und Hilfsmitteln. Auch hier können Änderungen schneller eingebracht werden, wenn additive Fertigungsverfahren zum Einsatz kommen. Die Werkzeuge selbst können ebenfalls optimiert werden, zum Beispiel durch innenliegende Kühlkanäle. Gegebenenfalls lässt sich auch eine werkzeuglose Fertigung realisieren (zum Beispiel bei der Substitution von Metallguss und Kunststoff-Spritzguss) und somit sehr viel Zeit einsparen. In diesem Fall steigt die Punktzahl.

Zusätzliche Punkte werden vergeben, wenn der Anlauf selbst durch additive Fertigung beschleunigt und abgesichert werden kann.

## PRODUKTION/LOGISTIK



Eine Eins-zu-eins-Substitution herkömmlicher Fertigungsverfahren durch additive Technologien ist aktuell weitestgehend nur in der Medizintechnik attraktiv – und dort auch nur, weil individuelle, an den jeweiligen Patienten angepasste Bauteile quasi in Serie produziert werden können. In den meisten anderen Anwendungsbereichen besteht ein großer Vorteil additiver Fertigungsverfahren darin, dass zum Beispiel einzelne Prozessschritte der Produktion eingespart werden, etwa durch Funktions-/Bauteilintegration. In der Luft- und Raumfahrttechnik gibt es Beispiele, bei denen 20 Bauteile zu einem zusammengefasst wurden. So lassen sich auch Kosten für Fehlerquellen und Nacharbeit reduzieren. Der Einsatz additiver Fertigung kann dadurch auch die Logistikkette ganz wesentlich verkürzen. Verbessert sich die Durchlaufzeit und erhält der Kunde schneller sein Produkt? Kann die Produktion vielleicht sogar am Verbrauchsort stattfinden? Können Bauteile (zum Beispiel Ersatzteile) in kleinen Serien bedarfsweise nachproduziert statt auf Vorrat in großen Mengen hergestellt und zunächst eingelagert werden? Damit wird die Supply Chain grundsätzlich neu gestaltet, und die Punktzahl steigt entsprechend. Abschließend können auch Service und Support vom Einsatz der Technologie profitieren. Zum Beispiel lässt sich die Verfügbarkeit von Anlagen durch den 3D-Druck von Ersatzteilen steigern oder die Wartezeit auf spezielle Komponenten durch additiv gefertigte Bereitschaftsteile überbrücken.

## SALES/AFTER SALES

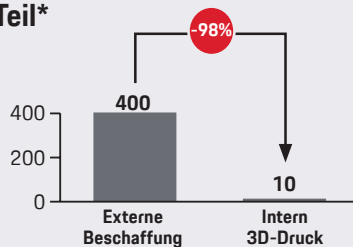


Aus Sicht des Vertriebs wird additive Fertigung interessant, wenn der Anwender zum Beispiel durch hohe Verfügbarkeit, Lieferfähigkeit und Liefergeschwindigkeit Wettbewerbsvorteile erzielen kann. So kann das Drucken von Ersatzteilen direkt am Bedarfsort – in einem Regionallager oder bei einem Händler – die Erreichbarkeit der Kunden verbessern. Das steigert die Reichweite eines Vertriebsnetzwerks, und die Produktion wird flexibilisiert. Wenn diese Vorteile wirksam sind, ist ein Punkt zu vergeben.

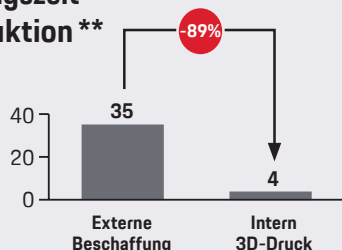
Bevorratungen von Teilen mit langen Lieferverpflichtungen führen häufig zu hohen Lagerhaltungskosten und binden Kapital. Wenn additive Fertigungsverfahren (zum Beispiel der Druck von Ersatzteilen „on demand“) diese Nachteile verhindern oder reduzieren können, werden Punkte vergeben.

Ferner kann der Druck von Ersatzteilen das „End of service“-Restrisiko reduzieren – das heißt die Gefahr, dass Allzeitbestände falsch berechnet wurden, Werkzeuge neu hergestellt oder Lieferanten neu freigegeben werden müssen. Dieses reduzierte Risiko wird im Modell ebenfalls mit Punkten bewertet.

### Kosten pro Teil\*



### Bereitstellungszeit inkl. Konstruktion \*\*



### Volkswagen Portugal: Kosten- und Zeitersparnis

Volkswagen Autoeuropa in Palmela/Portugal hat 2014 das Konzept validiert, Montagevorrichtungen und andere Fertigungshilfsmittel im 3D-Druck herzustellen. 2016 nahm das Werk den ersten Desktop-3D-Drucker in Betrieb. Im ersten Jahr wurden bereits rund 1000 Werkzeuge, Schablonen etc. additiv gefertigt. 93 Prozent der früher in Auftrag gegebenen Schablonen, Positionierhilfen oder Werkzeuge werden nun direkt am Standort entwickelt und produziert. Dadurch sanken die Entwicklungskosten für diese Werkzeuge in zwei Jahren um 91 Prozent. Ein Beispiel: Eine konventionell gefertigte Schablone für das Aufbringen des Heckklappenabzeichens kostete zuvor rund 400 Euro pro Stück, jetzt sind es 10 Euro. Inzwischen sind im Werk über ein Dutzend 3D-Drucker im Einsatz. Die Kosteneinsparungen in 2016 betragen 150.000 Euro, 2017 waren es 325.000 Euro.\*\*\*

Abb. 5. Ausgewähltes Beispiel: Schablone zur Anbringung des Heckklappenabzeichens

\* Typische Einsparungen zwischen 80 und 98 Prozent je nach Material und Anwendungsfall | \*\* Inklusive Konstruktion und Engineering, typische Druckzeiten zwischen wenigen Stunden und wenigen Tagen | \*\*\* Paul Heiden, VW nutzt Vorteile der additiven Fertigung. In: dima 5/2018, S.32-33

Quelle: Volkswagen Autoeuropa und Ultimaker



# 04 Serienreife von additiver Fertigung in einzelnen Branchen

Kleine Stückzahlen, geringe Bauteilgrößen, individuelle Maßanfertigungen und unkritische Baugeschwindigkeit: Das sind die Bedingungen, unter denen der Einsatz additiver Fertigung heute bereits attraktiv ist und sich in den letzten Jahren in verschiedenen Branchen auch in der Serienproduktion durchgesetzt hat. Dabei verschieben sich die Einsatzgrenzen – vor allem was die Stückzahlen betrifft – durch die Technologieentwicklung immer weiter nach oben.

Schon länger ist die Technologie im **Prototypenbau** und in der Produktentstehungsphase – beim werkzeuglosen Fertigen in geringen Losgrößen – etabliert.

Bei der **Serienfertigung** sind das Gesundheitswesen/die Medizintechnik und die Konsumgüterindustrie führend, sofern man die serielle, automatisierte Fertigung von individualisierten Produkten (zum Beispiel Hörgeräte, Zahn-

prothesen) noch als Serienproduktion und nicht als grundsätzlich neues Produktionsmodell („hoch automatisierte Fertigung in Losgröße Eins“) bezeichnen will.

Bei **Industrieanwendungen** ist die additive Fertigung in der Luft- und Raumfahrt am weitesten verbreitet. Hier passen die Rahmenbedingungen – geringe Stückzahlen, hohe Stückkosten, hoher Nutzen von Leichtbau – am besten.

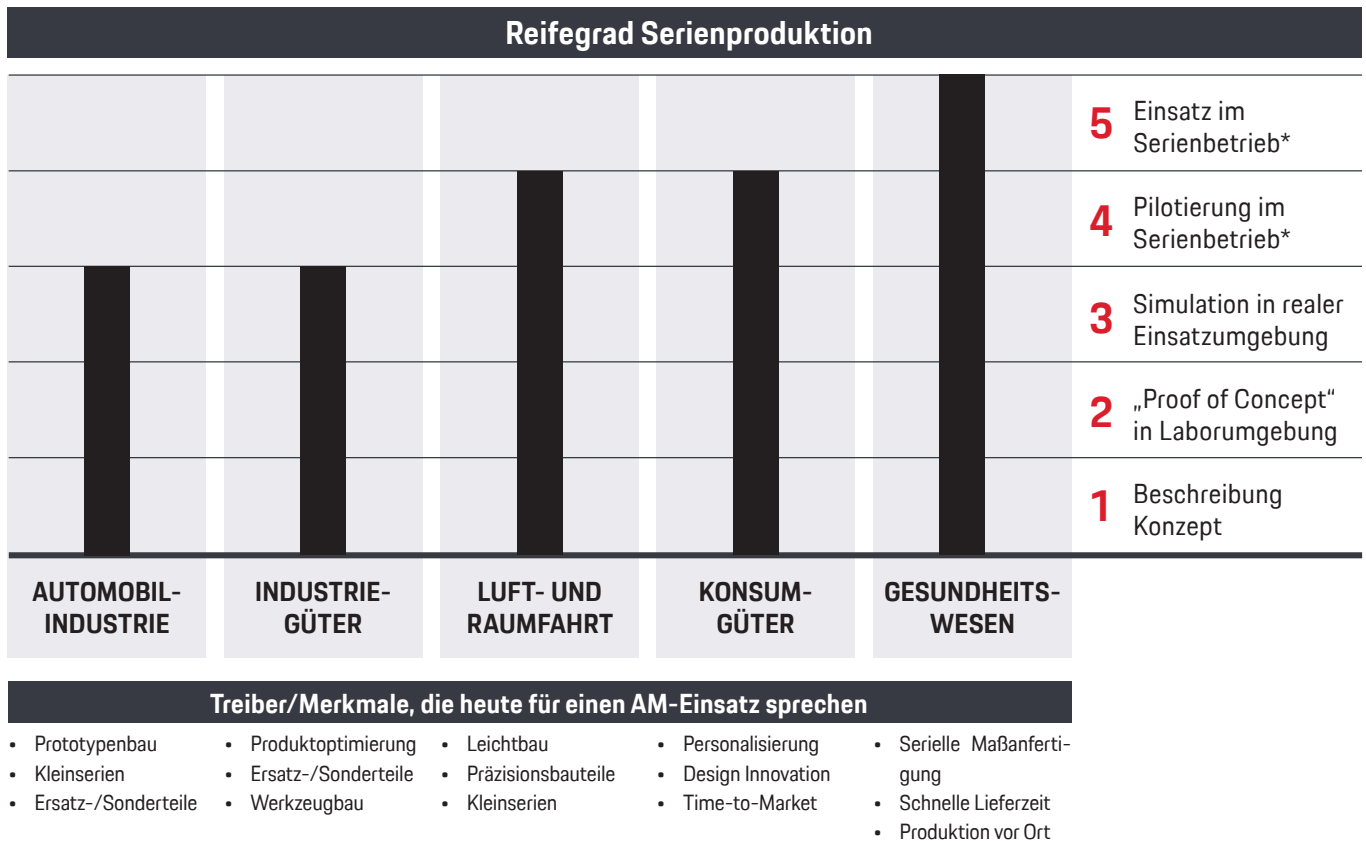


Abb. 6. Reifegrad der Additiven Fertigung in verschiedenen Branchen  
 \* Unabhängig von Produktionskonzept, Auftragsabwicklungsart und Lebenszyklusphase (Einzelfertigung bis Massenproduktion)  
 Grafik: Porsche Consulting

---

## GESUNDHEITSWESEN



Das wohl bekannteste Beispiel aus dem Gesundheitswesen ist das durch additive Fertigungsverfahren hergestellte, an die Geometrie des Ohrs individuell angepasste Hörgerät. Innerhalb von weniger als zwei Jahren hat die additive Fertigung hier einen Marktanteil von nahezu null auf rund 90 Prozent erobert. Auch Implantate und Zahnersatz werden nach diesem Verfahren hergestellt.

Die Individualisierung steigert eindeutig den Kundennutzen, die serielle/automatisierte Fertigung senkt die Kosten. So können zum Beispiel vollflexible (und gut sitzende) Armprothesen zum Preis von unter 50 US-Dollar gefertigt werden. Aber auch in sehr anspruchsvollen, hochpreisigen Segmenten der Medizintechnik kommen additive Fertigungsverfahren zum Einsatz, zum Beispiel bei der Herstellung von hochkomplexen Implantaten aus Titan für Hüfte, Knie und Wirbelsäule.

Unternehmen der Medizintechnik, deren Geschäft von diesen Merkmalen geprägt ist und die noch nicht mit AM-Technologien fertigen, sollten ihre Produktstrategie entsprechend überarbeiten und additive Fertigungsverfahren erproben. Das gilt insbesondere für die Hersteller von Prothesen und Orthesen. Auch Hersteller von Pharmazeutika können durch den 3D-Druck Nutzen für sich und ihre Kunden bzw. Patienten generieren – zum Beispiel indem sie personalisierte Medikamente (Tabletten) produzieren.

---

## KONSUMGÜTERINDUSTRIE



Bei den Konsumgüterherstellern sind oftmals nicht Technik- oder Kostengründe der primäre Treiber für den Einsatz additiver Fertigungsverfahren, sondern der Wunsch der Kunden nach individualisierten Produkten – und die Möglichkeit, durch die Erfüllung dieses Wunsches Marktvorteile zu erlangen und sich als innovativer Anbieter zu positionieren.

Ein Beispiel: 2018 hat Adidas den „Futurecraft 4D“ vorgestellt – einen additiv gefertigten Sportschuh. Bis zum Jahresende 2018 sollen in der für diesen Zweck aufgebauten „Speed Factory“ bereits 100.000 individualisierte Schuhe gefertigt werden. Der sachliche Nutzen liegt in der optima-

len Anpassung der Innensohle an den Fuß des Benutzers. Ein weiterer Mehrwert: Künftig können die Kunden direkt in die Prozesse integriert werden, indem sie zum Beispiel das Muster des Schuhs selbst designen. Das steigert die Attraktivität aus Konsumentensicht.

Für Konsumgüterhersteller mit hohen Ansprüchen an Design-Innovationen und schnelle Markteinführungen ist der Einsatz additiver Fertigungsverfahren auf jeden Fall interessant – auch aus Marketing-Gründen. Die Attraktivität der Verfahren steigt zudem mit wachsendem Anteil individualisierter Produkte.

---

## LUFT- UND RAUMFAHRT



In der Luft- und Raumfahrt ist die additive Fertigung insbesondere im Hinblick auf die zu erzielenden Gewichtseinsparung (und, daraus resultierend, geringerem Treibstoffverbrauch) interessant. Voraussetzung ist hier, dass die Bauteile neu und unter Nutzung der zusätzlichen Design-Freiheiten konstruiert werden. Beispielsweise hat Airbus 2017 additiv gefertigte Halterungen für Hydraulikbehälter entwickelt, gebaut und erprobt, die 35 Prozent leichter sind als die bisher verwendeten Bauteile.

GE hat in einem umfassenden Modellprojekt des „Advanced Turboprop Design“ die Vorteile additiver Fertigungsverfahren intensiv genutzt und den gesamten Prozess von der Entwicklung bis zur Montage – darauf ausgerichtet. Das Ergebnis: 855 Bauteile der bisherigen Konstruktion konnten zu zwölf additiv gefertigten Komponenten zusammengefasst werden. Die Vorteile sind eine um 50 Prozent verkürzte Testzeit des Modells, ein 20 Prozent geringerer Treibstoffverbrauch sowie eine Reduzierung der Dateien von initial 300 auf eine. Zugleich wird eine höhere Lebensdauer erwartet, weil sich zum Beispiel die Anzahl potenzieller Bruchstellen reduziert.

Nahezu alle Flugzeughersteller und ihre Zulieferer erproben additive Fertigungsverfahren oder nutzen sie bereits. Einige wie zum Beispiel Premium Aerotec beteiligen sich auch – gemeinsam mit den Herstellern der Produktionsanlagen – an der Weiterentwicklung der Verfahren.

---

## INDUSTRIEGÜTER

---



In der Industriegüterproduktion ist der Einsatz additiver Fertigungsverfahren insbesondere im Prototypenbau sowie im Werkzeugbau vorteilhaft. Anlagen einschlägiger Hersteller wurden dezidiert für diesen Einsatzbereich entwickelt. Ein weiterer potenzieller Anwendungsbereich ist das Ersatzteilgeschäft.

Darüber hinaus ist bei Bauteilen, deren Konstruktion einen hohen Einfluss auf den Wirkungsgrad oder sonstige Leistungsdaten einer Maschine ausübt, eine Optimierung des Funktionsdesigns durch additive Fertigung zu prüfen. Auch hierzu ein Beispiel: Durch additive Fertigung konnte Siemens den Wirkungsgrad von Brennerspitzen für Gasturbinen um ein Prozent erhöhen. Das bedeutet aus Sicht des Anwenders eine ganz erhebliche Energiekosteneinsparung über den gesamten Lebenszyklus der Turbine – und für Siemens einen klaren Wettbewerbsvorteil, der mit vergleichsweise geringem Aufwand erzielt wurde. Außerdem profitiert der Hersteller von einer Kostenreduktion um 40 Prozent, für den Turbinenbetreiber sinkt die Ausfallzeit durch Reparaturen um 90 Prozent.

Für Industrieunternehmen ist somit vor allem die Optimierung von Produkten zur Steigerung des Kundennutzens durch additive Fertigungsprozesse zu prüfen.

---

## AUTOMOBILINDUSTRIE

---



In der Automobilindustrie liegt ein aktueller Fokus zur Einführung additiver Fertigungsverfahren auf dem Werkzeug- und Prototypenbau. Der Zulieferer Magna konnte zum Beispiel durch die Integration einer konturnahen Kühlung die Zykluszeit eines Spritzgusswerkzeugs um 17 Prozent senken, den Ausstoß entsprechend erhöhen und zugleich den Werkzeugverschleiß reduzieren. Größere Potenziale sind außerdem in der Fertigung von Ersatzteilen zu sehen. Erste Pilotinstallationen laufen bereits oder werden vorbereitet.

Für die Serienproduktion gehören aktuell fehlende Standards bezüglich Werkstoff und Prozessabnahme zu den größten Herausforderungen. Ferner sind die Herstellkosten durch additive Fertigung meist (noch) nicht konkurrenzfähig. Das zunehmende Angebot an Nischenmodellen, die in geringerer Stückzahl gefertigt werden, sowie von Sonderausstattungen wiederum kommt der additiven Fertigung entgegen.

Unter den Autoherstellern hat BMW bislang die weitreichendsten Aktivitäten unternommen und unterstreicht dies durch die geplante Eröffnung eines Campus für Additive Fertigung. Von 2010 bis 2018 hat BMW eine Million 3D-Druck-Teile produziert. 2018 waren es mehr als 200.000 – das zeigt die schnelle Wachstumsrate.

Das bereits erwähnte Gemeinschaftsprojekt NextGenAM (von Daimler, EOS und Premium Aerotec) ist ein weiteres Beispiel für einen gesamtheitlichen Ansatz, die Serienfähigkeit additiver Verfahren für die Automobilindustrie voranzutreiben.

Empfehlenswert und auch bewährt ist der AM-Einsatz zudem in den Entwicklungsressorts, etwa um die Iterationsgeschwindigkeit beim Testen von Bauteilen zu steigern. Ein Beispiel: Beim Volkswagen E-Racing-Modell „I.D.R Pikes Peak“ wurden Chassis Bauteile für Tests im Windkanal gedruckt und kurzzyklisch optimiert.

OEMs und Zulieferer sollten sich mit der Frage auseinandersetzen, mit welchen Partnern bzw. in welchem 3D-Druck-Ökosystem sie ihre Prozesse für die Serienproduktion mit additiver Fertigung vorbereiten können.

Die Digitalisierung in der gesamten Industrie schafft die Voraussetzung für neue Möglichkeiten in Entwicklung, Konstruktion und Produktion. Die additive Fertigung ist Teil dieses Prozesses, weil sie zum Beispiel – im Sinne von Industrie 4.0 – die wirtschaftliche Fertigung von individualisierten Produkten ermöglicht. Zugleich erleichtert sie die Nutzung neuer Konstruktionsmethoden, die zum Beispiel die Grundsätze der Bionik (Konstruktion nach dem Vorbild der Natur).

Zusätzliches Potenzial entsteht durch Einbeziehung der Künstlichen Intelligenz in den Konstruktionsprozess von additiv gefertigten Bauteilen. Diese Methodik kann die Entstehung grundsätzlich anderer Produkt-Designs fördern. Und in Zukunft wird das Verfahren – als „4D-Druck“ – auch Produkte erzeugen, die zum Beispiel unter dem Einfluss von Druck, Schall oder Wasser ihre Form verändern.

Aus diesen Gründen ist Additive Fertigung nach Einschätzung von Porsche Consulting fester Bestandteil des „Advanced Manufacturing“, nach dem marktführende Industrieunternehmen künftig produzieren werden.

---

## Porsche Consulting

Die Porsche Consulting GmbH wurde 1994 gegründet, beschäftigt heute 550 Mitarbeiter und zählt zu den Top-Ten-Managementberatungen in Deutschland (Lünendonk-Analyse). Das weltweit agierende Unternehmen ist eine Tochtergesellschaft des Sportwagenherstellers Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG, Stuttgart. Neben dem Hauptsitz in Bietigheim-Bissingen hat Porsche Consulting Standorte in Stuttgart, Hamburg, München und Berlin sowie Mailand, São Paulo, Atlanta, Belmont (Silicon Valley) und Shanghai. Unter dem Leitmotiv „Strategisch denken, pragmatisch handeln“ unterstützen die Berater Unternehmen vor allem bei der Verbesserung ihrer Leistungsfähigkeit und ihrer Innovationskraft. Zu den Klienten gehören Konzerne und mittelständische Unternehmen aus der Automobilindustrie, der Luft- und Raumfahrt sowie dem Maschinen- und Anlagenbau. Weitere Klienten kommen aus dem Finanzdienstleistungssektor, der Konsumgüterindustrie und dem Handel sowie aus der Baubranche.

---

## Wir denken strategisch und handeln pragmatisch.

Als führende Beratungsgesellschaft für die Umsetzung von Strategien haben wir einen klaren Auftrag: Wir schaffen Überlegenheit im Wettbewerb durch erlebbare Resultate. Dabei denken wir strategisch und handeln pragmatisch. Aus Überzeugung stellen wir stets den Menschen in den Mittelpunkt. In der Zusammenarbeit mit unseren Klienten und ihren Mitarbeitern liegt der Erfolg unserer Projekte. Denn das Ziel ist erst erreicht, wenn es uns gelingt, alle Beteiligten für notwendige Veränderungen zu begeistern. Als Berater nehmen wir jede Aufgabe sportlich. Fairplay ist uns wichtig. Und wir geben uns mit dem Erreichten niemals zufrieden. Wir wollen stets noch etwas besser werden. Dabei hilft uns unsere Unabhängigkeit. Sie gibt uns genügend Spielraum auch für ungewöhnliche Lösungen.

---

## Autoren



▶ **Gregor Grandl**

Senior Partner  
gregor.grandl@porsche.de



▶ **Marc Ziegler**

Partner  
marc.ziegler@porsche.de



▶ **Christopher Zeeb**

Senior Berater  
christopher.zeeb@porsche.de



▶ **Markus Uellendahl**

Senior Partner  
markus.uellendahl@porsche.de



▶ **Dennis Knoll**

Associate Partner  
dennis.knoll@porsche.de



▶ **Dr. Jörg Clobes**

Senior Experte  
joerg.clobes@porsche.de

---

## Kontakt

### Industriegüter

Gregor Grandl  
Senior Partner

+49 711 911 - 32332

### Automotive

Markus Uellendahl  
Senior Partner

+49 711 911 - 32100



# Das Porsche Consulting chAMp\*-Modell bewertet die Attraktivität der Anwendung additiver Fertigung

Kunde	Produkt	Prozess		
Kundenerlebnisse/ Geschäftsmodell	Konstruktion/ Design	Entwicklung/ Anlauf		
Produktion/ Logistik	Sales/ After Sales			
Ist die Herstellung von Built-to-Order Produkten** für Sie interessant?	Bringt die Optimierung Ihrer Produkte bezüglich Leistung, Gewicht oder Lebensdauer Wettbewerbsvorteile?	Ist die Verkürzung der Entwicklungszeit ein Vorteil im Wettbewerb?	Bringt eine Reduzierung der Montageschritte Nutzen, zum Beispiel durch Funktions-integration?	Ist die Erhöhung der Lieferfähigkeit und -geschwindigkeit ein Wettbewerbsvorteil?
..... <input type="checkbox"/>	..... <input type="checkbox"/>	..... <input type="checkbox"/>	..... <input type="checkbox"/>	..... <input type="checkbox"/>
Ist die Fertigung kundenspezifischer oder personalisierter Produkte ein Wettbewerbsvorteil?	Bietet die Integration zusätzlicher Funktionen in bestehende Bauteile Zusatznutzen?	Bieten reduzierte Herstellzeiten und -kosten von Werkzeugen und Hilfsmitteln Nutzen?	Ist eine Verkürzung der Logistikkette oder der Lieferzeiten von Vorteil?	Ergeben sich Vorteile aus verringerten Lagerhaltungs- und ggfs. Verschrottungskosten?
..... <input type="checkbox"/>	..... <input type="checkbox"/>	..... <input type="checkbox"/>	..... <input type="checkbox"/>	..... <input type="checkbox"/>
Eröffnet die Einbeziehung der Kunden in Design und Fertigung neue Geschäftsmöglichkeiten?	Lässt sich durch neue Formen und revolutionäre Designs eine Differenzierung im Markt erreichen?	Ist eine Beschleunigung und Absicherung des Produktanlaufs für Sie interessant?	Profitieren Sie von erhöhter Anlagenverfügbarkeit, z.B. durch gedruckte Ersatz- und Verschleißteile?	Ist eine Reduzierung des End-of-Service Restriktions** interessant für Sie?
..... <input type="checkbox"/>	..... <input type="checkbox"/>	..... <input type="checkbox"/>	..... <input type="checkbox"/>	..... <input type="checkbox"/>
<b>= ___ Punkte</b>	<b>= ___ Punkte</b>	<b>= ___ Punkte</b>	<b>= ___ Punkte</b>	<b>= ___ Punkte</b>

**0 Punkte**, wenn keine Box ausgewählt ist, **1 Punkt**, wenn eine Box ausgewählt ist, **3 Punkte**, wenn 2 Boxen ausgewählt sind, **5 Punkte**, wenn 3 Boxen ausgewählt sind

\* channeling additive manufacturing potential | \*\* Produkte, die bedarfsweise für konkrete Aufträge mit Kundenbezug gefertigt werden | \*\*\* Das Risiko, dass Allzeitbestände falsch berechnet wurden, Werkzeuge neu hergestellt oder Lieferanten neu freigegeben werden müssen  
 Grafik: Porsche Consulting

**Porsche Consulting**

Stuttgart | Hamburg | Munich | Berlin | Milan | São Paulo | Atlanta | Belmont | Shanghai

© Porsche Consulting 2018

[www.porsche-consulting.com](http://www.porsche-consulting.com)