



e**BUSINESS**LOTSE

INFOBÜRO FÜR UNTERNEHMEN

AACHEN



INFO-BROSCHÜRE

# 3D-Druck – Prozessmanagement für individualisierte Massenprodukte

Wie können Fertigungsdienstleister in die endkundengerichtete Produktion integriert werden?

Mittelstand-  
Digital

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Zielgruppe

Die Informationsbroschüre „3D-Druck – Prozessmanagement für individualisierte Massenprodukte“ richtet sich an 3D-Druckdienstleister, die additive Fertigungsverfahren (Additive Manufacturing) nutzen, sowie an IT-Dienstleister, die eine Plattform für den Datenaustausch und die Individualisierung anbieten.

Mit der additiven 3D-Drucktechnologie erfolgt die Fertigung von Produkten durch einen schichtweisen Aufbau. In dieser Broschüre werden mögliche Potenziale im Bereich der Herstellung mittels additiver Fertigungsverfahren aufgezeigt.

## Impressum

### Herausgeber:

eBusiness-Lotse Aachen  
Prof. Dr.-Ing. Thomas Ritz, FH Aachen  
Eupener Straße 70  
52066 Aachen  
ritz@fh-aachen.de  
www.m2c-lab.fh-aachen.de

### Redaktion:

mobile media & communication lab der FH Aachen  
Thomas Ritz, Kirsten Siekmann, Ramona Wallenborn

### Gestaltung und Produktion:

Ramona Wallenborn

### Bildnachweis:

S. 3 Nikeblog, S. 4 ZEIT Online, S. 6 Auto-passion,  
S. 10 Verivox, alle Fotos und Grafiken sind eigene Darstellungen

### Stand:

Juli 2014

Die Info-Broschüre einschließlich aller Bestandteile ist urheberrechtlich geschützt und alle Rechte daran sind vorbehalten. Verwertungen der Info-Broschüre oder von Teilen dieser Veröffentlichung sind ausschließlich nach Genehmigung unter Angabe der Quelle „3D-Druck – Prozessmanagement für individualisierte Massenprodukte (eBusiness-Lotse Aachen)“ zulässig.

Die Inhalte der vorliegenden Broschüre geben zum Zeitpunkt der Erstellung den aktuellen Stand der Forschung und Entwicklung wieder. Dennoch kann für ihre Vollständigkeit und Richtigkeit keine Haftung übernommen werden.

Das mobile media & communication lab der FH Aachen gibt eine Richtung vor, in die sich die Industrie der Zukunft entwickeln könnte. Bei Fragen und Anregungen steht Ihnen gerne das Team des mobile media & communication lab zur Verfügung.



## Wie 3D-Druckdienstleister Individualisierungen für neue Geschäftsmodelle nutzen können

Im Bereich der Konsumgüter entwickelt sich der Trend zunehmend in Richtung individualisierbarer Massenprodukte. Anstatt gewöhnliche Massenprodukte für den eigenen Gebrauch oder als Geschenk zu kaufen, möchten heutige Verbraucher Artikel mit Persönlichkeit erwerben, die einzigartig sind. Der Markt ist bereits auf diese Entwicklung eingegangen. Individualisierbare Massenprodukte werden bereits in diversen Industriebereichen angeboten, z. B. bei Kleidung, Nahrungsmitteln, Schmuck und Dekorationsartikeln. Im Lebensmittelbereich gibt es zum Beispiel die Internetseite „My Muesli“, auf der Kunden ihre eigene Müsli-Mischung zusammenstellen können. „NIKEiD“ bietet die Möglichkeit, Schuhe und Taschen individuell zu gestalten, indem die Kunden Modelle und Farben aus einem breiten Angebot auswählen können. Auf „thisismykea.com“ lassen sich Möbelstücke durch die Beklebung mit verschiedenen Mustern neu gestalten. Diese individualisierten Produkte werden anschließend mit unterschiedlichen Verfahren produziert.

### Zunehmende Verbreitung des 3D-Drucks

Die derzeitige Entwicklung im Bereich von Herstellungsverfahren zeigt, dass der 3D-Druck sich zunehmend verbreitet. Viele individualisierbare Produkte können bereits mittels 3D-Druckverfahren hergestellt werden, wie zum Beispiel Smartphone-Hüllen sowie Schmuck und Dekorationsartikel wie Vasen. Es existieren Online-Plattformen wie „Shapeways“, „Ponoko“ und „i.materialise“, auf denen Kunden Produkte auf kreative Weise gestalten können.

Aufgrund der aktuellen Entwicklungen eines veränderten Konsumverhaltens und moderner Technologien bietet der 3D-Druck individualisierbarer Massenprodukte Potenzial hinsichtlich der Erweiterung und Integration neuer Geschäftskonzepte für Additive Fertigungsdienstleister.

### Fertigungsdienstleister im B2B-Geschäft tätig

Im Bereich der 3D-Druckindustrie (Additive Manufacturing) fällt auf, dass die meisten Aufträge an additive Fertigungsdienstleister von Firmenkunden ausgehen statt von Endkunden. Es bestehen vorrangig Kundenbeziehungen im Bereich Business-to-Business (kurz: B2B, deutsch: Geschäftsbeziehungen) und weniger Beziehungen im Bereich Business-to-Customer (kurz: B2C, deutsch: Konsumentenbeziehungen).

### Additive Manufacturing:

Additive Produktionsverfahren (engl. Additive Manufacturing) haben gemeinsam, dass sie das Produkt im Gegensatz zu subtraktiven Produktionsverfahren (wie zum Beispiel Fräsen) schichtweise erstellen. Dabei wird Schicht für Schicht Material aufgetragen und das Produkt aufgebaut. Deswegen eignet sich diese Vorgehensweise besonders für die Produktion von Einzelteilen und Kleinserien.

Experteninterviews mit additiven Fertigungsunternehmen im Rahmen des Forschungsprojekts MAC4U (siehe Seite 13) zeigten auf, dass die meisten Bestellungen durch Industriekunden erfolgen, die die 3D-gedruckten Prototypen (Musterexemplare) für die eigene Produktentwicklung nutzen. Nichtsdestotrotz bestehen bereits Verbindungen von 3D-Drucktechnologien zum Endkundengeschäft.

### Endkunden als neue Zielgruppe für Fertigungsdienstleister

Bestimmte Online-Plattformen bieten Endkunden die Möglichkeit, Massenprodukte zu individualisieren und liefern die mit additiven Verfahren hergestellten Produkte nach Hause.

Durch neue Geschäftskonzepte können Endkunden zu einer neuen Zielgruppe für die bisher nur im B2C-Bereich angesiedelten additiven Fertigungsdienstleister werden. Bei der Analyse verschiedener Online-Plattformen zur Individualisierung von Massenprodukten und zum 3D-Druck wie „Shapeways“ oder „Ponoko“ stellen sich beispielsweise folgende Fragen:

- ▶ Inwiefern können individualisierte Produkte designkonform zum Firmenauftritt sein?
- ▶ Wie können Sicherheitsstandards eingehalten werden?

### Schwächen und Lösungen für Fertigungsdienstleister in B2B- und B2C-Bereichen

Darüber hinaus werden Nachteile von Unternehmen mit reinem Online-Auftritt deutlich. Obwohl der Kunde eine optische Vorschau des bestellbaren Endprodukts auf dem Bildschirm sieht, bleibt die Möglichkeit, das Produkt real zu betrachten und anzufassen, aus. Ein haptischer Eindruck durch Ausprobieren des realen Produkts kann dem Kunden lediglich beim traditionellen ortsgebundenen Handel geboten werden. Unter Berücksichtigung beider Zielgruppen, sowohl Industriekunden (B2B) als auch private Endkunden (B2C), zeichnen sich zwei Hauptproblemfelder für additive Fertigungsunternehmen ab:

- ▶ Additive Fertigungsunternehmen mit reinen B2B-Beziehungen haben keinen Kontakt zum Endnutzer. Ihnen fehlen somit Informationen über die Bedürfnisse des Endkonsumenten, sodass wertvolle Informationen und damit verbundene Chancen ungenutzt bleiben.

- ▶ Reine Online-Dienstleister im B2C-Bereich können dem Endkunden keine reale Erfahrung mit dem Produkt bieten, bevor es geliefert wird. Die fehlende Interaktionsmöglichkeit mit dem anfassbaren Produkt ist ein allgemeiner Nachteil von Online-Käufen.

Um die zuvor erwähnten Schwächen in B2B- und B2C-Beziehungen zu bewältigen, bieten sich folgende Möglichkeiten an: Additive Fertigungsunternehmen mit reinen Geschäftskundenbeziehungen würden von einer näheren Verbindung zum Endkunden profitieren. Mit den gewonnenen Informationen über die Konsumenten können sie ihr Produkt auf die Kundenbedürfnisse anpassen und folglich den Absatz steigern. Der Online-Handel könnte dem fehlenden realen Produkterlebnis entgegenwirken, indem Möglichkeiten des stationären Handels eingebunden werden. Demzufolge müssen elektronischer und ortsgebundener Handel miteinander kombiniert werden.

Additive Fertigungsunternehmen mit reinen B2B-Geschäftsbeziehungen können mit einem neu entwickelten Konzept in Endkundenbeziehungen (B2C) eingebunden werden. Das Konzept soll es Unternehmen ermöglichen, von den Prozessabläufen der Fertigung individualisierter Produkte zu profitieren. Dazu soll eine Verbindung zwischen eCommerce (deutsch: elektronischer Handel) und stationärem Handel hergestellt werden, zum Beispiel durch Maßnahmen am Verkaufsort (engl.: Point of Sale, kurz: POS). Durch ein



besonderes und reales Produkterlebnis direkt am Verkaufsort können Kunden auf einer emotionalen Ebene angesprochen werden.

Im Folgenden wird ein Konzept vorgestellt, das auf automatisierten und digitalisierten gemeinsamen Prozessabläufen unterschiedlicher Geschäftspartner – dem Additiven Fertigungsdienstleister und dem Verkaufsort – basiert. Das Konzept wird mit Hilfe eines Anwendungsfalls aus der Automobilindustrie veranschaulicht.

### Integration von Additiven Fertigungsdienstleistern in B2C-Beziehungen

Damit Additive Fertigungsunternehmen von B2C-Beziehungen profitieren können, kann das Verkaufsort als Verbindungsglied zwischen dem Fertigungshersteller (Additive Manufacturer, kurz AM) und dem Konsumenten gesehen werden. Im folgenden Anwendungsbeispiel wird das Verkaufsort von einer sogenannten „Tuning-Werkstatt“ repräsentiert.

#### „Tuning-Werkstatt“ als Bindeglied

In einer Tuning-Werkstatt können Kunden ihr Serienfahrzeug mit maßgeschneiderten Komponenten für Karosserie und Innenraumausstattung modifizieren und dadurch aufwerten lassen. Ein Beispiel für dort angebotene Massenprodukte sind Schaltknäufe. In dem vorgestellten Konzept werden die Schaltknäufe entsprechend kundenindividueller Wünsche gestaltet und durch das Additive Fertigungsverfahren hergestellt. Für die Entwicklung von maßgefertigten Produkten sind standardisierte Arbeitsabläufe, Software-Anwendungen und Datenformate erforderlich.

Als Geschäftspartner finden sich die Tuningwerkstatt und der Additive Manufacturer in einer Win-Win-Situation wieder, also eine Geschäftssituation, von der beide Partner profitieren. Einerseits ist das Werkstattpersonal in der Lage, das Expertenwissen über die angebotenen Produkte und die Kundenbedürfnisse mit dem Hersteller zu teilen, andererseits kann der Fertigungshersteller die Werkstatt vor Ort mit Software zur Individualisierung unterschiedlicher Komponenten, wie zum Beispiel Schaltknäufe, ausstatten. Durch die Produktionsaufträge der Werkstatt kann der Fertigungshersteller seinen Absatz erhöhen. Auch die Werkstatt zieht einen Vorteil aus dieser Beziehung, da sie durch das Anbieten von individualisierbaren

Produkten ein Alleinstellungsmerkmal im Vergleich zu ihren Wettbewerbern erhält. Zusätzlich stellt die Werkstatt reale Modelle von 3D-gedruckten beispielhaft individualisierten Schaltknäuf-Varianten im Ladenlokal zur Verfügung. Dieses neuartige Verkaufskonzept erhöht die Wettbewerbsfähigkeit der Tuning-Werkstatt im Vergleich zu herkömmlichen Unternehmen dieser Art und bietet den Kunden ein einzigartiges Einkaufserlebnis.

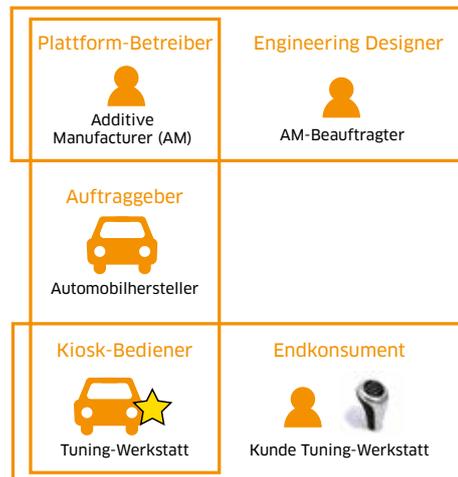


#### Benutzergruppen

Es werden bestimmte Benutzer benötigt, die spezifische Arbeitsschritte ausführen, um das Additive Fertigungsunternehmen in die Entwicklungsprozesse von individualisierten Massenprodukten für Endkunden zu integrieren:

- ▶ Auftraggeber (Visionär),
- ▶ Additive Manufacturer (Hersteller der individualisierten Produkte, Betreiber der Software),
- ▶ Engineering Designer (technischer Gestalter),
- ▶ Kiosk-Bediener (Bediener der Software im Verkaufsort),
- ▶ Endkunden

Die Nutzer nehmen Rollen ein, denen bestimmte Tätigkeiten zugeordnet werden. Die Rollen werden im Folgenden anhand des Anwendungsbeispiels aus der Automobilindustrie erläutert.



### Fertigungsunternehmen als Hauptbetreiber beim 3D-Fertigungsverfahren

Eine Analyse unterschiedlicher Betreibermodelle stellte heraus, dass der Additive Manufacturer das größte Interesse daran hätte, Anbieter des Individualisierungssystems zu sein, welches aus einer Web-Anwendung und einer mobilen Applikation am Point of Sale (kurz POS, dt. Verkaufsort) besteht. Das komplette Softwaresystem wird von nun an „Plattform“ genannt. Der Additive Manufacturer ist in der Lage, mehrere Vertragspartner zu haben, denen er die Plattform zur Verfügung stellt, z.B. Tuning-Werkstätten. Im Gegensatz zu einem POS als Bediener der Plattform würde er seine Wettbewerbsfähigkeit dadurch nicht einschränken. Ganz im Gegenteil kann der Hersteller seine Produktion und Einnahmen vergrößern, indem er die Plattform in mehreren Verkaufsorten anbietet.

### Rollenaufteilung der Nutzergruppen beim 3D-Fertigungsverfahren

Unter der Annahme, dass der **Additive Manufacturer** Plattformbesitzer ist, übernehmen die anderen Benutzergruppen folgende Rollen:

Der Additive Manufacturer produziert die individualisierten Massenprodukte mit Hilfe von additiven Fertigungstechniken. Als Besitzer der Plattform bietet der Hersteller die Plattform einem POS an (z.B. Tuning-Werkstatt) oder einer Organisation, die

für die Produktorganisation und –lieferung zuständig ist (z.B. Automobilhersteller). Im letzteren Fall würde der Automobilhersteller Kontakt zu seinen Tuning-Werkstattpartnern aufnehmen und den Vertrieb durch die dortige Installation der mobilen Anwendung aufnehmen. In dem gewählten Fallbeispiel sind die Endverbraucher die Kunden der Tuning-Werkstatt, die letztendlich die Schaltknäufe nach eigenen Wünschen individualisieren und kaufen.

Darüber hinaus wird ein weiterer Beteiligter benötigt, der zu Beginn des Prozesses den Additive Manufacturer beauftragt. Dieser **Auftraggeber** untersucht, ob ein bestimmtes Produkt geeignet für die Individualisierung und eine spezifische Zielgruppe ist. Im gewählten Fallbeispiel nimmt die Tuning-Werkstatt sowohl die Rolle des Auftraggebers als auch die des Kiosk-Bedieners ein. Sie weist den Additive Manufacturer an, die Entwicklung eines individualisierbaren Modells eines Schaltknäufes in die Wege zu leiten.

Ein Verkäufer der Tuning-Werkstatt wird zusammen mit dem **Kunden** die mobile Applikation am POS bedienen. Dieser Teil der Plattform wird „Kiosk Engine“ genannt. Über die Kiosk Engine können dem Kunden Schaltknäufe angeboten werden, die der Kunde individualisieren kann, z.B. durch das Anbringen eines Namens oder Logos. Schließlich wird der Verkaufsprozess mit dem Senden der Daten des individualisierten Schaltknäufs zum Additive Manufacturer abgeschlossen.



In der frühen Phase der Produktentwicklung müssen individualisierbare 3D-Daten eines Schaltknaufs entwickelt werden. Dafür wird ein technischer Gestalter (**Engineering Designer**) vom Additive Manufacturer angewiesen, ein anpassbares 3D-Modell eines Schaltknaufs auf Basis des Auftrags der Tuning-Werkstatt zu erstellen.

Der Engineering Designer legt auf dem 3D-Modell bestimmte Lösungsräume an, innerhalb derer das Modell später in der **Tuning-Werkstatt** verändert werden kann. An dieser Stelle wird der Unterschied zu üblichen Online-Systemen zum Individualisieren von Produkten deutlich. Abgesehen von den verschiedenen Benutzergruppen gibt es besondere 3D-Daten, die nur innerhalb bestimmter vorher festgelegter Restriktionen modifiziert werden können. Diese Einschränkungen garantieren, dass Corporate Design (Gestaltungsrichtlinien einer Firma) sowie Sicherheitsvorgaben, zum Beispiel die des Automobilherstellers und/oder der Tuning-Werkstatt, erfüllt werden.

Schaltknäufe für die Tuning-Werkstatt können beispielsweise auf die Richtlinien des Automobilherstellers abgestimmt werden. Daraus folgt, dass die Möglichkeiten der Individualisierung (Form, Farbe, Dekorationen wie beispielsweise ein Name oder Logo) eingeschränkt werden müssen.

### Software-Komponenten zur Individualisierung

Das entwickelte Konzept sieht Software-Komponenten vor, die es ermöglichen, aus Daten für Massenprodukte individualisierbare Produkte herzustellen. Hierzu wurde eine Plattform entwickelt, die aus zwei Software-Komponenten besteht:

- ▶ Kiosk Engine
- ▶ Market Place

### Kiosk Engine im Verkaufslokal

Eine Komponente ist die Kiosk Engine. Sie ist eine mobile Anwendung für einen Tablet-PC. Die Tuning-Werkstatt als Geschäftspartner (POS) erhält diese Anwendung, um zusammen mit dem Endkunden das Produkt zu individualisieren ohne über spezielle Kenntnisse der 3D-Modellierung zu verfügen.

### Market Place zum Datenaustausch

Die weitere Komponente der Plattform ist eine Web-Anwendung, genannt Market Place. Die individualisierbaren 3D-Modelle müssen zuerst vom Engineering Designer entwickelt und anschließend in die Kiosk Engine transferiert werden. Erst dann kann der eigentliche Individualisierungsprozess beginnen. Über den Market Place können die unterschiedlichen Benutzergruppen, die an der digitalen Produktentwicklung beteiligt sind, alle notwendigen Daten austauschen. Auch die Tuning-Werkstatt oder je nach Vertragslage der Automobilhersteller bekommen Zugriff auf den Market Place. Auf diese Weise kann die Tuning-Werkstatt 3D-Modelle von Schaltknäufen auswählen und anschließend entscheiden, welche Schaltknäufe sie ihren Kunden zur Individualisierung anbieten möchte.

Damit die Kompatibilität zwischen den Softwareanwendungen, der Kiosk Engine und dem Market Place, gegeben ist, werden die Daten durch ein im Hintergrund laufendes Software-Modul transformiert. Dieses Software-Module wird „Production Connector“ genannt.

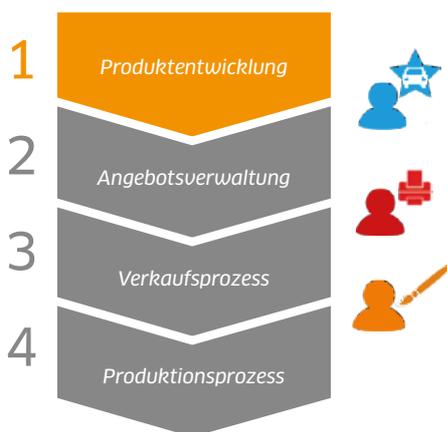


## Prozessmanagement zur Entwicklung individualisierbarer Massenprodukte

Das entwickelte Konzept besteht aus standardisierten Arbeitsabläufen. Es beginnt mit Prozessen in der frühen Phase der Produktentwicklung und endet mit der Produktion durch den Fertigungs-hersteller. Wie in der folgenden Abbildung deutlich wird, setzt sich das Konzept aus vier Hauptprozessen zusammen, die nachfolgend erklärt werden.

### 1. Produktentwicklung

Die Produktentwicklung ist ein komplexer Prozess, bestehend aus mehreren Unterprozessen, die wiederum von verschiedenen Benutzern ausgeführt werden. Beteiligt sind der Auftraggeber, der Additive Manufacturer und der Engineering Designer. Die besondere Art der Produktentwicklung ermöglicht eine automatisierte Qualitätssicherung.



Als ersten Schritt der Produktentwicklung findet die **Auftragsklärung** statt. Der AM erhält von der Tuning-Werkstatt den Auftrag, die Entwicklung eines individualisierbaren 3D-Modells eines Schaltknäufs zu veranlassen. Die gefertigten Schaltknäufe sollen für ein bestimmtes Serienmodell (Auto) kompatibel sein. Kunden der Tuning-Werkstatt, die dieses Modell fahren, können ihren eigenen Namen auf den Schaltknäuf setzen, allerdings nur in bestimmten Schriftarten und Größe sowie an einem vorgegebenen Positionsrahmen. Der AM beauftragt einen Engineering Designer individualisierbare digitale 3D-Modelle zu entwickeln. Die notwendigen Informationen erhält dieser technische Gestalter vom AM über den Market Place.

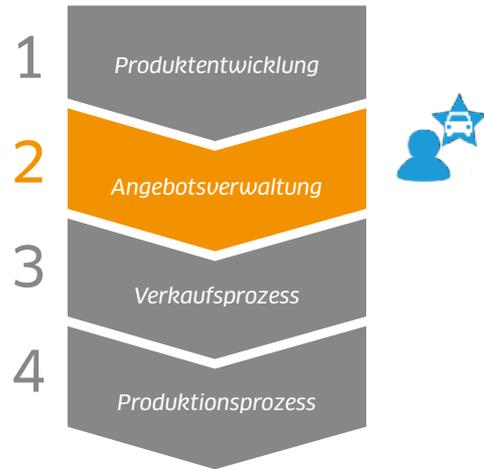
Der nächste Schritt der Produktentwicklung ist die sogenannte **Masterentwicklung**. Der technische Gestalter muss die geforderten individualisierbaren

3D-Daten entwickeln, die von nun an „Master“ genannt werden. Um einen Master zu entwickeln, verwendet der Gestalter eine Software, mit der dreidimensionale Objekte erstellt werden können. Zusätzlich ermöglicht die Software, Restriktionen für die Individualisierung des 3D-Modells festzulegen. Um zu beweisen, dass solche Systeme umsetzbar sind, wurden Zusatzprogramme/Plug-Ins für die 3D-Software „Blender“ programmiert. Im Folgenden werden die Restriktionen „Konfigurationspunkte“ genannt. Es gibt verschiedene Arten von Konfigurationspunkten, welche in den Optionen der Blender Bedienoberfläche angeboten werden. Der technische Gestalter kann zum Beispiel den Konfigurationspunkt „Text“ auf ein 3D-Modell des Schaltknäufs setzen, um die spätere Anbringung des Kundennamens im Individualisierungsprozess zu ermöglichen. Zusätzlich kann es Konfigurationspunkte geben, die ein Verschieben, Vergrößern und Verkleinern sowie die Prägung eines Schriftzugs erlauben. In diesem Fallbeispiel hat die Tuning-Werkstatt einen Schaltknäuf für ein bestimmtes Automodell in Auftrag gegeben, auf den der Endkunde einen Text nur in bestimmten Schriftarten und innerhalb eines festen Größenrahmens aufbringen kann. Der technische Gestalter erhält diese Anweisungen und das 3D-Grundmodell zusammen mit dem Auftrag des AM. Er wendet anschließend die gewünschten Konfigurationspunkte mit Hilfe der Blender-Zusatzprogramme auf das 3D-Modell an. Schließlich lädt er den sogenannten „Master“ auf dem Market Place hoch.

Nachdem der technische Gestalter den Master auf den Market Place geladen hat, überprüft der additive Fertigungs-hersteller, ob er das veränderbare Produkt produzieren kann. Dieser Prozess wird **Masteranalyse** genannt. Für die Analyse kreiert der AM Variationen des Masters. Er setzt zum Beispiel einen Schriftzug in unterschiedlichen Größen und unterschiedlich tiefen Prägungen auf das Modell. Dieser **Konfigurationsprozess** findet im Market Place statt. Anschließend lädt er die Datei in einem Format herunter, das für den additiven Fertigungsprozess Standard ist (z.B. STL) und analysiert die Druckbarkeit mit standardisierten 3D-Druck Techniken. Wenn die Daten weitere Richtlinien befolgen müssen, die der AM nicht prüfen kann, z.B. wenn die Form bestimmten Sicherheitsrichtwerten entsprechen muss, kann er eine weitere Prüfung an eine andere Partei weiterleiten. Im Falle von Schaltknäufen kann die weitere Partei ein Automobilhersteller sein, der die Nutzungssicherheit von Schaltknäufen kontrolliert. Wenn die Master der Schaltknäufe die **Masteranalyse** bestehen, werden sie im Market Place der Tuning-Werkstatt, die den Auftrag eingeleitet hat, zur Verfügung gestellt.

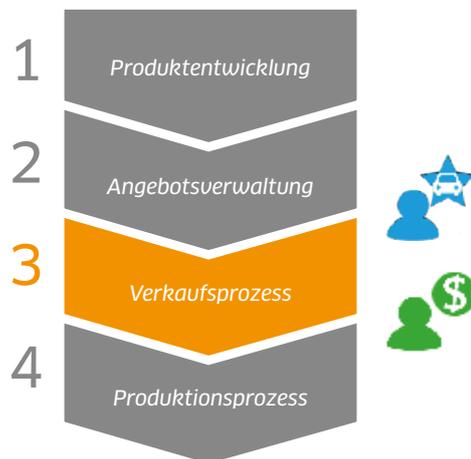
## 2. Angebotsverwaltung

Die Tuning-Werkstatt kann im Market Place auf die freigegebenen Schaltknaufmodelle zugreifen und verschiedene beispielhafte Individualisierungen als Anschauamodelle vornehmen. Ein Mitarbeiter des Verkaufslokals gestaltet die Modelle so, wie sie seiner Einschätzung nach den Kunden gefallen würden. Diese Beispielmodelle werden anschließend automatisch in die Kiosk Engine der Tuning-Werkstatt geladen, in der sie den Kunden angeboten und zusammen mit einem Mitarbeiter der Tuning-Werkstatt entsprechend der Kundenwünsche individualisiert werden können.



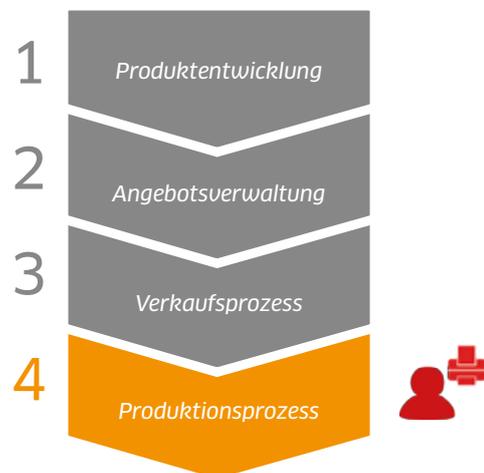
## 3. Verkaufsprozess

Der Kunde hat die Möglichkeit sich in der Tuning-Werkstatt die unterschiedlichen Beispielmodelle in der Kiosk Engine anzusehen und sich für eine weitere Individualisierung, beispielweise dem Anbringen seines Namens, zu entscheiden. Die Kiosk Engine hat eine Benutzeroberfläche, die eine leichte Konfiguration ermöglicht. Sie arbeitet mit den Daten des Masters, die speziell für diesen Individualisierungsprozess erstellt wurden. Durch die Restriktionen, die auf dem Master angelegt wurden, wird die Druckbarkeit und Befolgung weiterer Richtlinien garantiert. Entscheidet sich der Kunde den selbst gestalteten Schaltknauf zu kaufen, wird in der Kiosk Engine eine druckfähige Datei des Kundenmodells im Standard Additive Manufacturing Format „STL“ generiert und mit der Bestellung an den AM geschickt.



## 4. Produktionsprozess

Der Additive Manufacturer hat mit einer Bestellung aus der Kiosk Engine eine druckbare STL-Datei des individualisierten Schaltknaufs erhalten. Er kann jetzt die Produktion mit standardisierten 3D-Druck Prozessen, bestehend aus Pre-Process, Additive Manufacturing und Post-Process (analog zu Druckvorstufe, Druck und Druchnachbereitung im Printbereich) durchführen. Nachdem der Druckprozess abgeschlossen ist, erhält der Kunde sein betriebsbereites Produkt. In diesem Fallbeispiel wäre es denkbar, dass der individualisierte Schaltknauf an die Werkstatt geliefert wird, die ihn daraufhin in das Auto des Kunden einbaut statt ihn direkt zum Kunden zu schicken.



### Automatische Qualitätssicherung

Der komplexe Prozess der Produktentwicklung, basierend auf einem standardisierten und digitalen Arbeitsablauf über den Market Place, bietet eine automatische Qualitätssicherung. Da der Master als Ergebnis der Produktentwicklung einen vordefinierten Lösungsraum in Form von Konfigurationspunkten besitzt, kann er ohne erneute Kontrolle der zuvor festgelegten Richtlinien bzgl. Herstellbarkeit, Sicherheit und Corporate Design, individualisiert werden. Der AM muss nicht noch einmal für eine Prüfung der vom Kunden individualisierten Modelle hinzugezogen werden, da er die Druckbarkeit anhand des Masters bereits getestet hat.

### Qualitätskontrolle des Masters

Eine detailliertere Beschreibung des Arbeitsablaufs und des Datenflusses wird in der nebenstehenden Abbildung (S. 11) gezeigt. Sie zeigt die verschiedenen Schritte, die der Master durchläuft. Anhand dieser Abbildung wird deutlich, an welchem Punkt die Qualitätssicherung erfolgt. Sie ist bereits beim veröffentlichten Master abgeschlossen. Das bedeutet, dass der Master bereits einer Qualitätskontrolle unterzogen wurde, bevor er dem Kunden zur Individualisierung angeboten wird. Normalerweise überprüft der Additive Manufacturer die vom Kunden erhaltenen Daten in der Pre-Process Phase vor dem eigentlichen Druckprozess. Somit kann der Kunde die Daten nicht nochmals ändern und ohne eine weitere Prüfung drucken lassen. Anders als in dem entwickelten automatisierten Prozessablauf, der die Einhaltung von Richtlinien hinsichtlich Druckbarkeit, Sicherheit und Corporate Design sicherstellt, besitzen herkömmliche AM-Druckdaten keine Mechanismen, die diese Einhaltung gewährleisten.

### Gesamtbetrachtung der Arbeitsabläufe

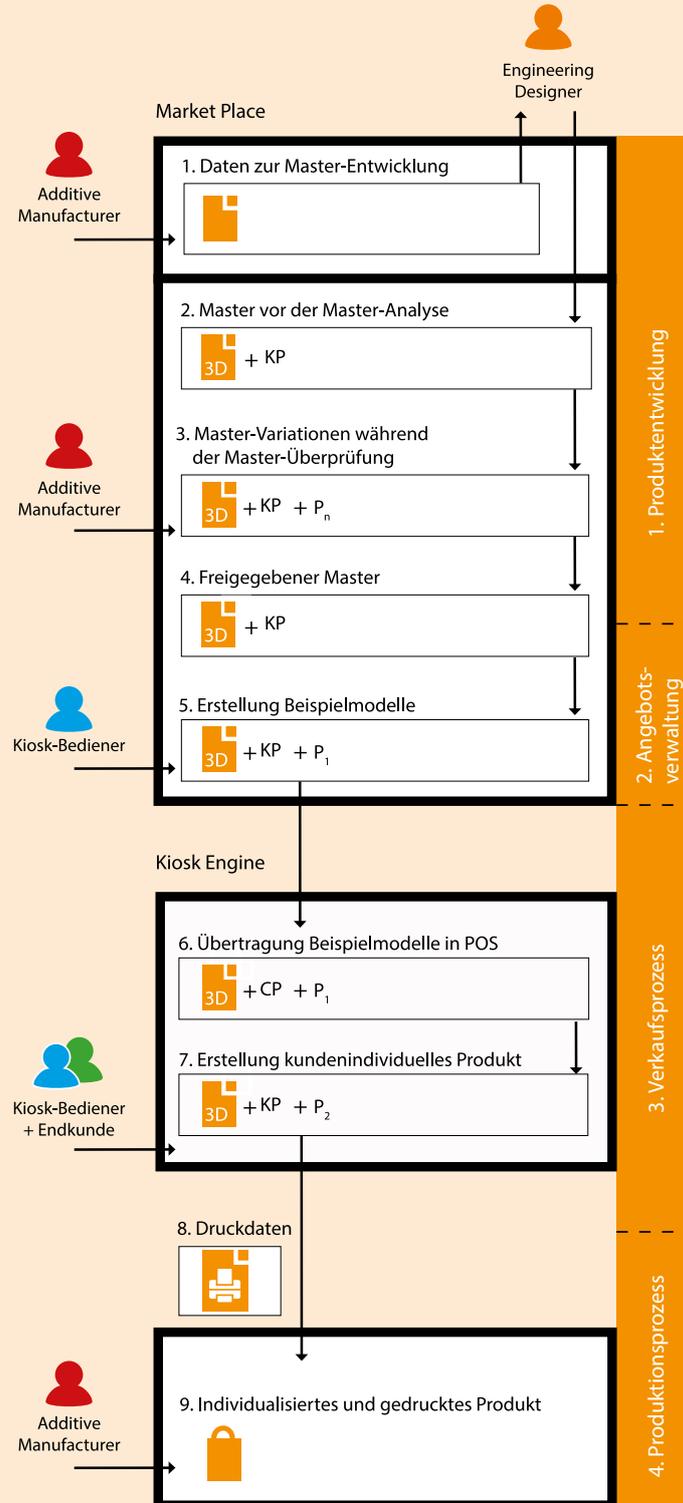
Damit aus einem Massenprodukt letztendlich ein kundenindividualisiertes Produkt hergestellt werden kann, besteht das Gesamtkonzept aus einem Zusammenspiel unterschiedlicher Akteure mit sich ändernden Produktzuständen zu verschiedenen Zeiten.

Nachdem der Additive Manufacturer zu Beginn der **Produktentwicklung** die Auftragsinformationen und alle notwendigen Daten dem Engineering Designer auf dem Market Place zur Verfügung gestellt hat, kann der Engineering Designer ein 3D-Modell des Massenproduktes entwickeln, das Freiheitsgrade (Konfigurationspunkte) für die Individualisierung durch den Kunden lässt. Dieses Modell wird anschließend auf seine Druckbarkeit überprüft.

Nach einer erfolgreichen **Prüfung** kann der Kiosk-Bediener unterschiedliche Beispiel-Muster für seine Kunden generieren. Die sogenannten Kiosk-Muster können nun vor Ort am POS vom Kiosk-Bediener zusammen mit dem Kunden über die Kiosk Engine eingesehen und entsprechend der kundenindividuellen Bedürfnisse innerhalb der zuvor festgelegten Freiheitsgrade angepasst werden. Bei der **Individualisierung** sind keine Kenntnisse der 3D-Modellierung notwendig. Eine Echtzeit-Anzeige visualisiert dem Kunden bereits bei der Erstellung seinen individuell gestalteten Schaltknäuf.

Nachdem die Individualisierung abgeschlossen wurde, wird aus dem 3D-Modell automatisiert eine druckbare Datei (STL-Datei) für den Additive Manufacturer generiert. Dieser kann daraufhin mit der **Produktion** des vom Kunden individualisierten Schaltknäufs beginnen.





Erklärungen:

 = unterschiedliche Daten für die Master-Entwicklung

P<sub>n</sub> = Parameter für die Master-Analyse

 = 3D Blender-Datei

P<sub>1</sub> / P<sub>2</sub> = Parameter für die Konfigurationspunkte

KP = Konfigurationspunkte

 = Druckdaten im STL- oder AMF-Format

## Betreibermodell

Die Plattform kann auf Basis verschiedener Betreibermodelle angewandt werden. In diesem Fallbeispiel wurden der AM und die Tuning-Werkstatt als Unternehmenspartner definiert. Die Werkstatt war auch gleichzeitig der Initiator der Bestellung.

### Auftraggeber übernimmt finanzielles Risiko

Als Initiator und Auftraggeber übernimmt die Tuning-Werkstatt das finanzielle Risiko der Marktforschung und Produktentwicklung. Im aufgezeigten Anwendungsfall hatte sie die Produktidee, ihren Kunden Schaltknäufe eines bestimmten Automodells anzubieten, die der Kunde individualisieren kann. Sollte der erwartete Verkaufserfolg des Produkts nicht eintreffen, muss die Werkstatt die vom AM getragenen Kosten für die Beschaffung und das Betreiben der Plattform (Kiosk Engine und Market Place) erstatten, sowie die Kosten der Entwicklung des Masters übernehmen.

### Fertigungsdienstleister als Auftraggeber

Es sind zusätzlich zu diesem Fallbeispiel noch weitere Geschäftsszenarien möglich, die sich in unterschiedlichen Verträgen zwischen den Geschäftspartnern unterscheiden. Es wäre beispielsweise denkbar, für die Bestellung auf einen externen Initiator zu verzichten. Stattdessen könnte der additive Fertigungshersteller sein Produkt an verschiedenen Verkaufsstellen anbieten. Außerdem kann das Entgelt je nach Vertrag anders sein. Es wäre z.B. möglich eine finanzielle Partizipation des technischen Gestalters zu sichern. Um die Wirtschaftlichkeit der Plattform für die verschiedenen Benutzergruppen, vor allem für den Additive Manufacturer und den Bestellinitiator, zu kennen, müssen weitere Recherchen betrieben werden. Eine Marktanalyse und / oder Informationen aufgrund einer Kooperation mit einem möglichen Verkaufsort können hilfreich für diese Aufgabe sein.

## Ausblick

Optionen für die Individualisierung können in Zukunft weiter ausgearbeitet werden. Zusätzlich zu den Funktionen des Anbringens und Verändern von Text auf einem Produkt können andere Möglichkeiten, wie das Auftragen eines Logos ausgeschöpft werden. Auch die Veränderung der Farbe und Form des Produkts ist denkbar. Dieser Prozess ermöglicht sogar eine temporäre Abkopplung von Produktentwicklung und Produktion. Bedingt durch die Software, die einen standardisierten Arbeitsablauf mit sich führt, ist das ganze System für weitere Fallbeispiele anwendbar. Sie kann für multiple Produkte genutzt werden. Der Anbieter der Plattform kann verschiedene Verkaufsorte aufsuchen, sogar Industrien inklusive ihrer Zielgruppen.

### Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Bisher existiert ein solches standardisiertes System für individualisierbare additiv herstellbare Massenprodukte auf dem Markt noch nicht. Die analysierten Online-Plattformen, wie „Shapeways“ und „Ponoko“, bieten verschiedene Konfigurationssysteme an und beschäftigen sich mit Produkten aus dem kostengünstigeren Sektor. Mit dem in dieser Broschüre vorgestellten Konzept der Wertschöpfungskette individualisierter Massenprodukte werden höherpreisige Produkte angesprochen, welche von einer kostspieligeren Produktentwicklung vor der Produktion geprägt sind. Dies können Produkte der Automobilindustrie, hochwertige Dekoration, Mode, Schmuck oder die Medizin-Branche sein.

### Besonderes Verkaufserlebnis steigert Umsatz

Abgesehen von dem Angebot und der Option ein Produkt in der Kiosk Engine zu individualisieren, kann das Verkaufsort (Tuning-Werkstatt) auch bereits hergestellte Modelle (Schaltknäufe) ausstellen und so dem Kunden das endgültige Produkt zugänglicher machen. Das breite und individualisierbare Angebot mit der praktischen Erfahrung gibt dem Verkaufsort eine einmalige Geschäftsmöglichkeit. Es erlaubt die Möglichkeit die Produktpalette zu erweitern und das Kundenbewusstsein, Kundenvertrauen sowie schließlich auch die Verkaufszahlen zu steigern, was wiederum die Einnahmen des additiven Fertigungsunternehmens und des Systembereitstellers beeinflusst.

## Danksagung

Danke an das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie für das ebenfalls geförderte Projekt „MAC4U – Massenmaßfertigung für individualisierbare Produkterweiterungen“ (Ref. Nr. 01MS12023).

Das Projekt MAC4U zielt auf die Integration von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) in die Wertschöpfungskette von individualisierten Massenprodukten im Konsumgüterbereich. Im Rahmen des Projekts wird ein Demonstrator entwickelt und erprobt, um produzierende KMU aus dem Bereich „Additive Manufacturing“ (3D-Druck) nahtlos in die Wertschöpfungskette von Massenprodukten einbinden zu können.

Mit Hilfe eines Fallbeispiels aus dem Bereich der Automobilindustrie entwickelt das Projekt MAC4U Standards zur Angebotsbeschreibung individualisierter Produkte, zur Konfiguration und zur Abwicklung. Das Projekt vernetzt bestehende IT-Lösungen mit den dazugehörigen unternehmensübergreifenden Geschäftsprozessen aus verschiedenen Phasen der Wertschöpfung (Angebot, Konfiguration, Bestellung, Produktion) auf Basis etablierter, erweiterter und neuer eBusiness-Standards. MAC4U verbindet so den Kaufprozess von Massenprodukten mit der Konfiguration und Produktion von hochgradig individualisierten Accessoires, wie zum Beispiel dem individuell angepassten Schaltknäuf für den Serien-PKW.

Zur Bewältigung des Projektes wurde ein Projekt-konsortium, bestehend aus klein- und mittelständischen Unternehmen sowie aus Forschungseinrichtungen, zusammengestellt:

- ▶ Steinbeis Innovation GmbH
- ▶ CAS Software AG
- ▶ CP – Centrum für Prototypenbau GmbH
- ▶ FH Aachen mit dem Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik sowie dem Fachbereich Maschinenbau und Mechatronik

Weitere Informationen zum Forschungsprojekt „MAC4U“ finden Sie unter folgender Website: [www.mac4u-projekt.de](http://www.mac4u-projekt.de)



## Autoren



Prof. Dr.-Ing. Thomas Ritz arbeitete nach seinem Studium der Informatik zunächst als wissenschaftlicher Mitarbeiter für die Universität Stuttgart und später beim Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation. Dort baute er maßgeblich das Fraunhofer IAO m-Lab mit auf. 2004 wurde er an die FH Aachen berufen. Seine

Forschungs- und Beratungstätigkeiten konzentrieren sich auf mobile Unternehmenssoftware und benutzerzentrierte Methoden u zur Entwicklung solcher Systeme. Das von Prof. Ritz geleitete mobile media & communication lab (m<sup>2</sup>c-lab) an der FH Aachen beschäftigt sich mit innovativen Fragestellungen rund um mobile und internetbasierte Informationssysteme.



Ramona Wallenborn studierte Communication and Multimedia Design an der FH Aachen und Hogeschool Zuyd in Maastricht. Seit Abschluss des Bachelorstudiums 2010 arbeitet sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin für das mobile media & communication lab (m<sup>2</sup>clab) der FH Aachen. Dort unter-

stützt sie die Organisation von Projekten im Bereich (e)Mobilität und Mass Customization und ist in diesen Bereichen mit der Entwicklung innovativer Konzepte, der Erstellung von Business Models sowie der Mensch-Maschine-Schnittstelle für mobile Informationssysteme vertraut. Seit 2012 studiert sie berufsbegleitend den Masterstudiengang Marketing and Communications an der FOM in Düsseldorf.



Nach ihrer Berufsausbildung zur Mediengestalterin studierte Kirsten Siekmann Communication & Multimedia Design an der FH Aachen und der Hogeschool Zuyd in Maastricht. Seit ihrem Abschluss im Jahr 2012 arbeitet sie im m<sup>2</sup>c-lab der FH Aachen, wo sie Forschungsarbeiten in den Bereichen Mass

Customization und Mobilität leistet. Hauptsächlich geht es dabei um die Aufstellung von innovativen Geschäftsmodellen und die iterative Entwicklung von Applikationen mit Fokus auf mobile Lösungen. Der Entwicklungsprozess umfasst die Konzeption von Softwarefunktionen sowie die Gestaltung eines benutzerfreundlichen Interfaces und wird durch wiederholte Usabilitytests begleitet.

## Literaturangaben

- ▶ Auto-passion (o.J.): „Le style intérieur et sono“, URL: <http://auto-sport-luxe.doomby.com/pages/les-styles-de-tuning/le-style-interieur-et-sono.html>, Abruf am 14.03.2014
- ▶ CP (2012): Informationen erhalten durch das Management des CP – Centrum für Prototypenbau. 41812 Erkelenz, Deutschland
- ▶ Gebhardt, A. (2007): „Generative Fertigungsverfahren“, 3. Auflage, Carl Hanser Verlag, München
- ▶ Gebhardt, A., Ritz, T., Siekmann, K., Wallenborn, R. (2013): „Additive Manufacturing Businesses in the Process Chain of Individualized Mass Products“, DDMC 2014, Berlin
- ▶ Halebach, J., Eckstein, A. (2013): „Das Cross-Channel-Verhalten der Konsumenten“, Band 35. Oldenburg: viaprinto
- ▶ i.materialise (2014): „i.materialise“, URL: <http://i.materialise.com>, Abruf am 14.03.2014
- ▶ MAC4U (2014): „MAC4U Forschungsprojekt“, URL: <http://www.mac4u-projekt.de/>, Abruf am 14.03.2014
- ▶ Mykea (2010): „Mykea“, URL: <http://www.thisismykea.com>, Abruf am 13.03.2014
- ▶ mymuesli (2014): „MyMuesli – Dein individuelles Bio-Müsli“, URL: <http://www.mymuesli.com>, Abruf am 14.03.2014
- ▶ Nike (2014): „NIKE iD“, URL: <http://www.nike.com>, Abruf am 14.03.2014
- ▶ Nikeblog (2012): „NFL x NIKEiD Dunk High“, URL: <http://www.nikeblog.com/2012/04/23/nfl-x-nikeid-dunk-high-all-32-teams/>, Abruf am 14.03.2014
- ▶ Ponoko (2014): „Ponoko \_ The World's easiest Making System“, URL: <http://www.ponoko.com>, Abruf am 12.03.2014
- ▶ Shapeways (2014): „Shapeways“, URL: <http://www.shapeways.com>, Abruf am 14.03.2014
- ▶ Verivox (2014): Qualitätssicherung. URL: <http://www.verivox.de/themen/qualitaetssicherung/>, Abruf am 18.03.2014
- ▶ Zeit Online (2012): „Neuer 3D-Drucker sammelt 1,3 Millionen bei Kickstarter“, URL: <http://www.zeit.de/digital/internet/2012-10/3d-drucker-formlab-kickstarter>, Abruf am 14.03.2014





### Das eKompetenz-Netzwerk für Unternehmen

Die Förderinitiative ist Teil des Förderschwerpunkts „Mittelstand-Digital – IKT-Anwendungen in der Wirtschaft“. Zu „Mittelstand-Digital“ gehören ferner die Förderinitiativen „eStandards: Geschäftsprozesse standardisieren, Erfolg sichern“ (16 Förderprojekte) und „Einfach intuitiv – Usability für den Mittelstand“ (13 Förderprojekte).

Unter [www.mittelstand-digital.de](http://www.mittelstand-digital.de) können Unternehmen sich über die Aktivitäten der eBusiness-Lotsen informieren, auf die Kontaktadressen der regionalen Ansprechpartner sowie aktuelle Veranstaltungstermine zugreifen oder auch Publikationen einsehen und für sich herunterladen.

Mittelstand-  
Digital

FH AACHEN  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages