Ralph Stelzer (Hrsg.)

ENTWERFEN ENTWICKELN ERLEBEN 2016

Beiträge zur virtuellen Produktentwicklung
und Konstruktionstechnik

TUDpress

Ralph Stelzer (Hrsg.) **ENTWERFEN** ENTWICKELN **ERLEBEN** 2016
Beiträge zur virtuellen Produktentwicklung und Konstruktionstechnik

Ralph Stelzer (Hrsg.)

ENTWERFEN ENTWICKELN ERLEBEN 2016

Beiträge zur virtuellen Produktentwicklung
und Konstruktionstechnik

Dresden · 30. Juni – 1. Juli 2016

Programmkomitee Virtuelle Produktentwicklung und Konstruktionstechnik

Prof. Dr. Ralph Stelzer, TU Dresden

Prof. Dr. Michael Abramovici, Ruhr-Universität Bochum

Prof. Dr. Reiner Anderl, TU Darmstadt

Prof. Dr. Martin Eigner, Universität Kaiserslautern

Prof. Dr. Detlef Gerhard, TU Wien

Prof. Dr. Jivka Ovtcharova, KIT Karlsruhe

Prof. Dr. Rainer Stark, TU Berlin

Prof. Dr. Sandor Vajna, Universität Magdeburg

Prof. Dr. Sandro Wartzack, Universität Erlangen

Entwickeln – Entwerfen – Erleben 2016.
Beiträge zur Virtuellen Produktentwicklung und Konstruktionstechnik
Herausgeber: Ralph Stelzer

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind
im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek
The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche
Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the
Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

ISBN 978-3-95908-062-0

© 2016 w.e.b. Universitätsverlag & Buchhandel
Eckhard Richter & Co. OHG
Bergstr. 70 | D-01069 Dresden
Tel.: 0351/47 96 97 20 | Fax: 0351/47 96 08 19
<http://www.tudpress.de>

TUDpress ist ein Imprint von w.e.b.

Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.
Layout und Satz: Technische Universität Dresden.
Umschlaggestaltung: TU Dresden, Illustration © 2016 TU Dresden
Printed in Germany.

Erscheint zugleich auf QUCOSA der SLUB Dresden
<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-203878>

KOMPLEXITÄT

DREHT SICH IMMER
NUR IM KREIS.

EINFACH

TRIFFT
ENTSCHEIDUNGEN.

Komplexität bremst Ihr Business aus. Denn je gewaltiger die Informationsflut, desto schwieriger die Entscheidungsfindung. SAP arbeitet daran, Dinge zu vereinfachen. Damit aus Daten Wissen und aus Wissen fundierte Entscheidungen werden, die Ihr Unternehmen weiterbringen. Finden Sie heraus, wie gemeinsam einfach möglich wird auf sap.de/runsimple

Run Simple

Customized Fabrication – Mass Customizing mit 3D-Druck

Frank Lamack

Kernthesen

Customized Fabrication bietet durch die Verschmelzung von (Mass) Customizingansätzen und digitaler und automatisierbaren Produktionsverfahren wie ADM neue Potentiale für ein kundenspezifischen Produktion der Losgröße 1, einer daraus folgenden intensivierten Kundenintegration, innovativen Produktentwürfen zu bisher unmöglichen Geschäftsmodellen.

Digitale Mensch-Maschine-Schnittstellen und digitale Plattformen werden zu wesentlichen Bausteinen von Customized Fabrication (wie Industrie4.0-Strategien generell) und ermöglichen auch neue Kundenerlebnisse.

CAD-Files als digitale Blueprints für einfache wie komplexe Konstruktionen und Produktentwicklungen etablieren sich als das nächste *Sharing-Medium* nach Text, Bild, Audio und Video zwischen Herstellern und Endkonsumenten – und stellen Hersteller wie auch Kunden vor neue Herausforderungen.

ADM (Additive Design and Manufacturing bzw. **3D-Druck**) gewinnt als hochflexible Fertigungstechnologie zunehmend an Bedeutung für die Massenproduktion und etabliert neue Paradigmen hinsichtlich Produktentwicklung und Design mit zum Teil *disruptiver* Innovationskraft.

Im Zeitalter des Endkunden und der Erlebnisse

Studien belegen, dass es in den postindustriellen Informationsgesellschaften einen Shift bei den Kundenbedürfnissen und ihren Erwartungen gibt, der von Einheitlichkeit hin zu mehr Individualität und Unverwechselbarkeit geht. Die Ansprüche und Differenzierungsbestrebungen treiben den Innovationsbedarf an, beschleunigen die Produktlebenszyklen und machen es zunehmend notwendiger, dass Unternehmen Kunden Werkzeuge an die Hand geben, mit denen diese sich Produkte selbst zusammenstellen können, egal

ob als Privat- oder Geschäftskunden. Auch ein Blick auf die Sprache offenbart es: So werden aus Konsumenten Nutzer und Prosumer, also produzierende Konsumenten. Diese treffen in viel höherem Maße bewusst Design- und Kaufentscheidungen, erleben so eine höhere Zufriedenheit und sind zahlungsbereiter. Sie kennen ihre Präferenzen besser, können diese besser ausdrücken und zeigen ein höheres Engagement Produktwelten. Erlebnis und Experience haben sich als Beschreibungsbegriffe etabliert: Sei es User, Customer, Product, Brand, Service Experience oder kompletter Lifecycle Experiences.

Letzte Evolutionsstufe scheinen die Maker zu sein, die vernetzt in Do-It-Yourself-Communities und auf Content-Sharing-Portalen nicht nur eigene Produkte entwickeln und anbieten, sondern dazu die Werkzeuge selbst bauen, um sich ihre eigenen Produkte und Bauteile herzustellen – und diese wiederum auf Sharing-Plattformen freigeben.

Nutzergenerierte Inhalte, Kundenintegration und Co-Design

Die Effekte des im Web2.0-Paradigma postulierten Mit-Mach-Web sind nach gut 10 Jahren klar sichtbar, wenn man die Nutzerzahlen von Content-Plattformen analysiert, die stark durch die Aktivität von Nutzern getrieben sind. So hat Facebook 1,39 Mrd. Nutzer, wovon in Deutschland nach Umfragen der 28 Mio. noch 38% aktiv sind; mit Instagram erstellen weltweit 300 Millionen Nutzer aktiv Fotos. Bei YouTube sind 16% der deutschen Nutzer aktiv (2012 in Deutschland 38 Millionen Nutzer). Die Liste lässt sich beliebig fortführen. Auch wenn in den letzten Jahren die aktiven Nutzerzahlen für jede Plattform einzeln betrachtet sinken, was eher ein Effekt der Ausdifferenzierung ist, wird Mitbeteiligung von immer mehr Unternehmen in Betracht gezogen. Nutzer werden immer mehr Optionen zur Teilhabe erhalten und Unternehmen werden auf eine größere Erwartungshaltung treffen.

Öffnen sich Unternehmen über digitale Schnittstellen bzw. Kanäle ihren Kunden, so treten beide in Interaktion miteinander. Die Art der *Kanäle* kann sehr vielfältig sein, technisch immer leichter integrier- oder implementierbar – angefangen von einfachen Feedback-, Kommentar- oder E-Mailfunktionen, hin zu Direktkontakten wie Chats und Social-Media-Streams, um mit Kunden in einen intensiven Austausch zu gelangen und die Produktqualität zu testen oder Uploadmöglichkeiten, um neue Ideen aufzunehmen.

Von interaktiver Wertschöpfung wird gesprochen, wenn direkt mit Produkt verknüpfte Schnittstellen wie Konfiguratoren oder *Designtools* bereitgestellt werden, um es Nutzern zu ermöglichen, seine eigene Lösung final zu be-

stimmen. Kunden rücken so immer näher in den Produkterstellungsprozess hinein.

Eine weitere Stufe ist der *Co-Design-Prozess*, bei dem die für die Herstellung eines kundenindividuellen Produkts benötigten Informationen transferiert werden. Die Kunden werden folglich in die wertschöpfenden Prozesse der Anbieter integriert und fungieren hier als aktive Aufgabenträger. So liefert zum Beispiel *LEGO* eine virtuelle Version seines Spielprinzips, um eigene Modelle auf Basis von Legosteinen zu bauen, die am Ende als individuell zusammengestellte Baukästen an den Kunden gesendet werden. Man stelle sich dieses Prinzip in anderen Bereichen vor: Mit passenden, standardisierten Bausteinen digital designen, nur mit Investition von Zeit – und erst bestellen, wenn die designte Variante die Bedürfnisse und Anforderungen abdeckt.

So entsteht eine Vielzahl an Varianten, die anderen Kunden wieder zur Verfügung gestellt werden – auf digitalen Lagern zum vernachlässigbaren Bruchteil realer Lagerpreise. Gerade Logistiker beobachten diese Entwicklungen. Der nächste Schritt sind mit Konstruktionsregeln versehene Werkzeuge, die anwenderfreundliches Computergestütztes und freies Design nach individuellem Bedarf erlauben. Damit kann die Bauteilpalette eines Anbieters auch ohne dessen Zutun durch die „Crowd“, also die Nutzer, die die Werkzeuge verwenden, wachsen. Ein solcher Anbieter wandelt sich zu einem „Enabler“, einem „Befähiger“. Die Produkte werden ganz auf den Kunden zugeschnitten und machen diese zu etwas Besonderem. Hier sind Herstellungsverfahren gefragt, die für Unikate und Kleinserien entwickelt wurden.

Universalprinzip additives Schichtverfahren

Additive Fertigung ist ein Verfahren aus dem Rapid Prototyping, das sich in den letzten 25 Jahren etablierte und bei dem Bauteile schichtweise aufgebaut werden. Es dient dazu, kostengünstig Design- und Funktionsmodelle für die Phasen der Produktentwicklung zu produzieren – und wie im Automobilbau kann das sogar bis zu den C-Serien geschehen, mit denen Real-Life-Tests im öffentlichen Verkehr durchgeführt werden. Es ist eine Fertigungstechnologie, die ihren Vorzug in ihrer Geschwindigkeit und Flexibilität hat, da keine Werkzeug- oder Maschinenwechsel notwendig sind. Und aktuell bei einer Lotgröße von unter einhundert kostengünstiger ist als zum Beispiel Spritzguss. Hinzu kommt, dass das Zerlegen in Schichten – sowohl im Daten-Handling als auch in der Produktion – völlig neue Designs und Konstruktionen erlaubt, so für bionische Ansätze, zur Gewichtsreduktion oder von Hochtemperaturfähigkeit.

Auch wenn kritische Stimmen die im Vergleich zu anderen Fertigungsverfahren mangelnde Oberflächenqualität und fehlende Prozesssicherheit bemängeln (und so die Weiterentwicklung forcieren) – sehen zunehmend mehr Experten, dass ADM in den kommenden 8 bis 16 Jahren die Schwelle zur Massenproduktion nehmen wird. Auch die Erfolgsmeldungen häufen sich: Im Luftfahrzeugbau ergibt sich zum Beispiel ein enormes Potential, mittels ADM leichte und flexible Strukturen sowie zusätzlich statt auf Lager nur auf Bedarf zu produzieren. Ein anderes Beispiel zeigt die Disruptivität: So sind in den USA in der Hörgerätebranche innerhalb von 500 Tagen zahlreiche Anbieter, die Kunden keine mittels ADM angepassten Hörgeräte anbieten konnten, vom Markt verschwunden. In der Medizin sorgen Implantate aus additiv gesintertem Titanpulver für hohe Einsparpotentiale durch um ein Viertel reduzierte Operationszeiten, minimalinvasive Operationen mit an Patienten angepasste Implantate und verbesserter Konvaleszenz.

Materialvielfalt und automatisierte Verfahren

Mit den aktuell vier Verfahrensvarianten und jeweiligen Subvarianten lassen sich unterschiedliche Materialien mit spezifischen Eigenschaften verarbeiten. Die Vielfalt steigt dabei kontinuierlich, da in etwa die Regel gilt: Alles was sich als Pulver herstellen oder aufschmelzen lässt, kann „gedruckt“ werden. So stehen pulverförmige Metalle wie Kupfer, Titan, Aluminium und Edelstahl zur Verfügung, bei Kunststoffen sind am bekanntesten ABS, PLA, Nylon, als auch Carbon. Sande zur Erstellung von keramischen Bauteilen sind für hochqualitative Produkte verfügbar, des Weiteren auf Schoko- und Lebensmittelpasten basierende Systeme. Dabei werden hohe Erwartungen an Graphen gesetzt, dass extrem dünne Schichten bei gleichzeitig hoher Festigkeit und sogar Transparenz erlauben soll. Die Befürchtung, dass noch mehr Kunststoff in die Welt kommt, motiviert Unternehmen zu Recyclingkonzepten und Materialforschungen in Richtung von holz- und steinhaltigen Filamenten.

Alle Verfahren haben ihre Stärken und spezifischen Limits – eines eint sie jedoch bisher: Keine der additiven Verfahren erreicht die Oberflächenqualität, die man vom Spritzgussverfahren kennt. Fused Filament Fabrication (FFF) oder Fused Deposition Modeling (FDM) zeigen sich in feinen Schichten und Selektives Lasersintern (SLS) erzeugt eine feinkörnige Optik und Haptik – zu differenzierter Farbigkeit und Klavierlack-Oberflächen bei gleichzeitiger Festigkeit ist es jedoch noch ein Stück Weg. Nachträgliche Färbe- oder Lackierverfahren sind natürlich möglich, erzeugen aber die Mehraufwände, die bei Customized Fabrication die Marge senken.

Neue Designprinzipien: digital, hyperkomplex, bionisch

Wenn man sich nach ADM-Anforderungen produzierte Bauteile betrachtet, wird klar, dass hier ein neues *Paradigma* entsteht. Da „Wachstum“ das Bauprinzip ist, werden organische Formen oder solche mit hoher topologischer Komplexität möglich. Einerseits sehr ästhetisch, erfüllt es andererseits die Funktionen natürlicher Bauprinzipien: Materie wird nur dort eingesetzt, wo sie benötigt wird. Das bedeutet sparsamer Einsatz bei gleichzeitig hoher Stabilität und großen Oberflächen relativ zur Baugröße.

Stehen Unternehmen an der Einführung von ADM, wird schnell klar, dass das einfache Ausdrucken konventionell konstruierter Bauteile nicht der Weg ist, sondern dass ein Redesign ansteht, um die Potentiale von ADM auszuschöpfen. Spektakulär war die Bekanntgabe eines Flugzeugbauers, der aus einem aus 126 Einzelteilen bestehendes Bauteil ein Komplettteil mittels ADM fertigte, zwar momentan noch doppelt so teuer in der Herstellung, jedoch nur noch halb so schwer. Auf lange Sicht stellt sich eine Einsparung ein, da die Produktion nicht still steht, sollte nur ein einziges Bauteil fehlen oder Werkzeuge gerade nicht verfügbar sein. Mithin muss erst dann gefertigt werden, wenn Bedarf ist und damit entfallen Lagerkosten. In der Zwischenzeit ist vielleicht bereits eine optimierte Version digital vorhanden. ADM-Bauteile können performanter durch eine größere Oberfläche sein, und Wärme so besser abführen und gleichzeitig enorme Gewichts- und Materialeinsparungen ermöglichen. Eine weitere Möglichkeit von ADM liegt darin, innerhalb eines Materials mit Flexibilität und Steifigkeiten zu variieren, in sich bewegbare Bauteile zu erzeugen und das in nur einem Arbeitsprozess. Hier wird klar, es gibt ein neues Paradigma, wie in Zukunft designt und produziert werden kann.

Diese Möglichkeiten, neue Freiheiten, der stark digitale Charakter, der automatische Produktionsprozess und die zunehmende Automatisierung in der Produktionsvorbereitung (wie zum Beispiel die Bestückung des Bau- raumes) machen ADM besonders attraktiv für die Erfüllung kundenspezifischer Produktanforderungen.

3D-Dateien als das neue MP3?

Angeichts der nun über mehr als zwei Dekaden eingeführten digitalen Konstruktion mit CAD-Software kann man davon ausgehen, dass in der Industrie 3D-CAD, 3D-Design und 3D-Modelling etablierte Prozesse sind, die immer mehr Dateien erzeugen. Sucht man im Web nach 3D-Dateien, eröffnet sich ein weites Universum und auf 3D-Content-Plattformen findet man 3D-Baupläne oder 3D-Modelle von hoher Qualität. Allein beim Suchbegriff „3d models free“ erzeugt man bei Google „Ungefähr 199.000.000 Ergeb-

nisse“ – im Vergleich zu „photos free“ „Ungefähr 2.280.000.000 Ergebnisse“. Traceparts.com bietet mit „100 Millionen CAD Modellen wie auch Produkt Dokumenten für die Konstruktions-, Einkauf-, Fertigungs- und Wartungsprozesse einen auf Geschäftskunden spezialisiertes Angebot. GrabCAD circa 1.020.000 CAD-Dateien, Thingiverse mehr als 100.000, TurboSquid circa 500.000 und Archive3D zählt allein über 45.000 freie Modelle. Die Liste lässt sich leicht fortführen.

Digitale Fotos zu erzeugen ist heute ein Kinderspiel. Die Erzeugung von 3D-Objekten wird ähnlich einfach, dass zeigen die Marktbewegungen bei 3D-Scannern an, die bis spätestens 2017 genereller Bestandteil mobiler Endgeräte sein werden. Unternehmen wie Google zeigen es mit Project Tango, Intel mit PrimeSense, Microsoft mit HoloLens und Kinect, 3D Systems mit Sense und das aus dem Kickstarter-Projekt hervorgegangene Startup Occipital mit seinem Structure Sensor. Werden die Bearbeitungswerkzeuge ähnlich benutzerfreundlich wie Foto-Apps, dann werden reale Objekte nach Lust und Laune digitalisiert.

Mit der Standardisierung von WebGL durch das Khronos Konsortium ist die Integration von 3D-Content im Web stark vereinfacht. Speziell für ADM wird mit 3MF, ein neues und quelloffenes Format standardisiert, dass dem PDF-Format für den Papierdruck vergleichbar ist. Wird es angenommen, und die Anzahl der beteiligten Firmen macht es sehr wahrscheinlich, lässt sich in Analogie zum „MP3“ als Format für digitale Musik ausmalen, was mit Maschinen- und Fahrzeugbau passieren kann. Erste Hersteller wie Nokia oder Honda geben Teile oder gesamte Produktdateien frei – das Unternehmen Local Motors baut komplett auf Crowd- und Co-Design basierte Autos.

Wie bei MP3 werden sich die gigantischen 3D-Dateien so komprimieren lassen, dass die digitalen Bauteile deutlich weniger Speicherplatz verbrauchen. Das ist die Voraussetzung, um diese zu versenden, zu kopieren, zu teilen und zu produzieren. Es wird Devices und Software geben, die in Kombination mit Cloud-Plattformen 3D als allgemein nutzbares Medium zum Durchbruch verhelfen: Mobile Endgeräte wie Smartphone oder Tablets haben bereits heute die Performance, um reale Objekte einzuscannen, virtuell zu bearbeiten und in Augmented oder Virtual Reality Applikationen interaktiv nutzbar zu machen. 3D wird so mit der Digitalisierung mobiler und virtueller. Somit könnten vergleichbar zur Musikbranche Playlists oder Samples, einfache Bauteil-Rekombinationen selbst unterschiedlicher Hersteller das Beste aus allen Welten kombinieren, ganz nach Anforderung und Geschmack des Nutzers. Und sind tatsächlich 3D-Copyshops oder der hauseigene 3D-Drucker etabliert, wird Virtuelles nach Bedarf real. Neue Plattformen, Ideen und Geschäftsmodelle werden entstehen, so wie heute freie

Onlineradios und kostenlose Streaming-Dienste: entweder als Kaufmodell oder im Abonnement. Die ersten Cloud-CAD-Anbieter oder webbasierten CAD-Teamcenter zeigen diese Richtung auf.

Somit lässt sich auch Mass Customizing neu interpretieren: „Mass“ kommt nicht mehr nur von den Herstellern, sondern durch die Nutzer, die Crowd, die selbst die Art des Customizing bestimmen. Hier entsteht die Frage, wie sich Unternehmen einbringen können. Noch besitzen sie die Kompetenzhoheit hinsichtlich Entwurf, Entwicklung und Produktion baubarer, funktionsfähiger und auch sicherer Produkte. Mit zunehmender Kundenintegration muss und wird sich dieses Wissen über die Unternehmensgrenzen hinweg ausbreiten. Um eine Prognose zu fällen: Die Innovationsgeschwindigkeit gesamtgesellschaftlich wird sich noch weiter erhöhen.

Additive Wertschöpfungsnetzwerke

Im Rahmen verschiedener Customized-Fabrication-Projekte und den Erfahrungen als Teil eines additiven Netzwerkes und mit den Entwicklungen in dem Umfeld „3D-Printing“ wird klar: Digitale Plattformen werden die „Switching Hubs“, die Wertschöpfungsaspekte, Teilnehmer, Informationen, Daten, Services und Systeme orchestrieren. Denn im Ecosystem von additiver Fertigung gibt es eine hohe Wertschöpfung, wie Konvertierungen, Baubarkeitstests, Transformationen, Retopolisierungen oder Feature- und Kapazitäten-Management sowie IP-Schutz und Qualitätssicherung. Ergänzt wird es durch webtypische Services wie Dienstleistersuche, Chats und verlässliches Co-Browsing, um Anforderungen an das zu fertigende Bauteil vertraglich sicher zu definieren.

Abbildung 1: Fabplace.de – Funktionsschema und Portal

Solche Plattformen stellen eine Chance und gleichzeitig Bedrohung für bestehende, globale Liefernetzwerke dar, da sie neue Teilnehmer ins Spiel bringen und die Preise drücken. Wenn On-Demand produziert werden kann, entfallen große Lagerkapazitäten. Weiterhin treiben Hubs die Dezentralisierung weiter voran: Sind Dienstleister erst einmal online auffindbar und stellen ihre Kapazitäten und Produktionsstandorte in Echtzeit zur Verfügung, um ihre Bauräume besser auszulasten oder neue Kunden zu erreichen, werden Suchalgorithmen den optimalen Fertiger finden. Hubs wie Ponoko oder 3DHubs zeigen, wie dezentrales Entwerfen, Entwickeln, Fertigen und Ausliefern funktionieren kann – und die Trennung zwischen privat und geschäftlich unterliegt ähnlichen Prozessen.

Mit Customized Fabrication werden Konzepte realisiert, die mit den Konzepten von Industrie 4.0 als flexible Produktion angedacht wurden: Mittels ADM liefern Produkte diesen Anforderungen an Fertigung und Finishing mit sich, als digitale Dateinetzwerk spiegeln sie die netzwerkartige Struktur ihres Designs, ihrer Produktion und Auslieferung. Fabriken wandeln sich mit ADM-Maschinen strukturell in die Form von Fertigungsinseln, die solange es der Bauraum erlaubt, völlig heterogene Bauteile gleichzeitig produzieren können.

Zusammenfassung und Handlungsempfehlung

Mass Customizing ist mittlerweile ein in großer Breite etabliertes Konzept, um Kunden durch die individuelle Bedarfsbefriedigung näher an die Marke zu binden. Durch Automatisierung und digitale Unterstützung mittels durchgängiger IT-Lösungen lassen sich loyale Kundenbeziehungen aufbauen. Das Customizing mittels additiver Fertigung kann der nächste Schritt sein. Innovationsorientierte Unternehmensführer können Erkenntnisse und Erfahrungen in Pilotprojekten sammeln, um so als First-Mover Wissensvorsprünge auszunutzen und sich auf die flächendeckenden Etablierung von ADM vorbereiten. Das Beispiel der Hörgerätehersteller zeigt auf, wie schnell hier Veränderungen entstehen können.

Erfahrungen aus Pilotierungen zeigen, dass Customized-Fabrication-Projekte von der ersten Evaluationsphase bis zu einer funktionierenden Reife ein bis drei Jahre andauern. Hierbei haben sich agile und iterative Vorgehensmodelle mit ständigen Feedback-Loops als bewährt erwiesen, um nah am Kundenbedarf zu bleiben und teure Fehlentwicklungen vermeiden helfen. Mit Social Features und Web-Analytics-Werkzeugen sind solche Umfragen und Feedbacks kostengünstig und unkompliziert integrierbar und erlauben tiefe Einsichten in die neuen Kundengruppen. Es lohnt sich, frühzeitig ein Pilotprojekt zu initiieren, um sowohl Einblick in die Potentiale und Limits von

ADM zu erlangen – und so für sich eine eigene Nische zu erarbeiten. Da gerade Hersteller hierbei Neuland betreten, wenn man allein auf die Verzahnung ihrer physischen Produkte mit digitalen Services schaut, sind solche Projekte noch interessanter und dringlicher. Das Unternehmen sollte in seiner Organisation auf die Veränderungen vorbereitet werden, und gerade letzteres benötigt die meiste Zeit und erzeugt die größeren Kosten als die Produkt- und Softwareentwicklung.

Literaturverzeichnis

- Martin Luenendonk (2015): Mass Customization: What, Why, How, and Examples, <http://www.entrepreneurial-insights.com/mass-customization-what-why-how/>, Abruf 16.10.2015
- Joe Castaldo (2014): Mass Customization: The Future of Manufacturing, <http://www.profitguide.com/industry-focus/manufacturing/why-mass-customization-is-the-future-of-manufacturing-64553>, Abruf 23.10.2015
- Emanuel de Bellis (2015): Die 3-K-Erfolgsfaktoren von Mass Customizing, In Marketing Review St. Gallen 2, 2015, S.62-69
- Frauke Schobelt (2015): Konsumenten wünschen sich von Marken mehr Wertschätzung, http://www.wuv.de/marketing/konsumenten_wuenschen_sich_von_marken_mehr_wertschaetzung, Abruf 15.01.2015
- Ralf Reichwald, Frank Piller (2009): Interaktive Wertschöpfung. Open Innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung, 2. Aufl., Wiesbaden
- Manfred Bruhn, Karsten Hadwich (Hrsg.): Interaktive Wertschöpfung durch Dienstleistungen: Strategische Ausrichtung von Kundeninteraktionen, Geschäftsmodellen und sozialen Netzwerken. Forum Dienstleistungsmanagement. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2015, S. 264 ff
- Phillip Roth (2015): Börsenbericht: Die ersten offiziellen Facebook-Nutzerzahlen im Jahr 2015, http://allfacebook.de/zahlen_fakten/facebook-nutzerzahlen-2015, Abruf 26.10.2015
- Daniel Michelis (2009): User Generated Content - Entwicklung einer Typologie der Nutzeraktivität, <http://www.digitale-unternehmung.de/2009/12/user-generated-content-entwicklung-einer-typologie-der-nutzeraktivitat>, Abruf 17.10.2015
- Richard D'Aveni (2015): 3D-Druck vor dem Durchbruch, In Harvard Business Manager, 6, 2015, S.18 ff
- Shaun Illingworth (2016): End-to-End Experience Lifecycle™. Mapping the journey of an end-to-end customer & user experience, <http://www.akendi.com/process/end-to-end-experience-lifecycle/>, Abruf 29.3.2016

Kontakt

Frank Lamack
T-Systems Multimedia Solutions GmbH
Riesaer Str. 5
01129 Dresden
<http://www.t-systems-mms.com>