

Challenges for New Business Models Based on Big-Data Analysis in the Machining Industry

Herausforderungen für neue Geschäftsmodelle auf Basis Big-Data-Analysen in der zerspanenden Fertigung

Dr.-Ing. Thomas Mücke

TDM Systems GmbH, Derendinger Str. 53, D-72072 Tübingen

Abstract — The retrieval of information from the production area leads to a constant optimization of product and manufacturing costs by means of a methodical preparation of real-time data. This reduces production and change costs, coupled with improved workflows in planning and production. The connectivity of ERP, PLM and MES processes creates new possibilities to optimize the technical and business areas through data analytics. Digitization leads through connections via IoT platforms (Internet of Things) to new business models. It shows how the infrastructure has to change in order to achieve new business models through the integration of suppliers and customers in the process chain.

Zusammenfassung — Die Informationsrückgewinnung (retrieval of information) aus der Produktion führt durch eine methodische Aufbereitung von Echtzeitdaten zu stetigen Produkt- und Herstellkostenoptimierungen in der Planung. Dadurch werden Produktions- und Änderungskosten reduziert, verbunden mit verbesserten Workflows im Planungs- und Produktionsbereich. Durch die Vernetzung von ERP-, PLM- und MES geprägten Prozesse entstehen neue Möglichkeiten, welche die technischen und betriebswirtschaftlichen Bereiche ganzheitlich mittels Data-Analytics optimieren. Die Digitalisierung führt durch die Vernetzung über IoT-Plattformen (Internet of Things) zu neuen Geschäftsmodellen. Es wird aufgezeigt, wie sich die Infrastruktur ändern muss um neue Geschäftsmodelle, durch Einbindung der Lieferanten und Kunden, in der Prozesskette zu erzielen.

I. EINFÜHRUNG

Durch Echtzeitdaten sind in der gesamten Wertschöpfungskette neue Potenziale möglich. Dies führt in der spanenden und spanlosen Bearbeitung zu notwendigen standardisierten Maschinenintegrationen auf Basis der VDI-Richtlinie 5600, bzw. dem RAMI 4.0-Adapter mit detaillierten Maschineninformationen zu Prozess- und Bauteildaten, um über die horizontale Vernetzung die Kunden und Lieferanten in den Gesamtprozesskette einzubinden und resultierend neue Effekte zu erzielen. Hierzu müssen die Daten aus der Maschine strukturiert und verdichtet werden, damit die Echtzeitdaten korrekt in Verbindung mit den Informationen aus verschiedenen Systemen in der Gesamtprozesskette optimiert werden können.

Dadurch ist es möglich, die unterschiedlichen Bereiche zu verbessern und mittels der Echtzeitdatenverarbeitung Kunden- und Lieferantenprozesse in die Gesamtprozesskette einzubinden. Basierend auf dieser Informationsverarbeitung sind neue Geschäftsmodelle mit Servicekonzepten realisierbar, welche zu erheblichen Einsparungen führen. Somit können auf Basis der Reduzierung von Produkt- und Herstellkosten individualisierte Produkte mit Losgröße 1 zu Kosten von Großserien gefertigt werden. Desweiteren ist es möglich, dass sich produzierende Unternehmen auf Ihr Kernbusiness konzentrieren, da betriebstechnisch notwendige Serviceleistungen verstärkt durch Lieferanten in neuen Businessmodellen unterstützt werden können, welche zu einer weiteren Kostenreduzierung im Gesamtumfeld führen.

II. HERAUSFORDERUNG FÜR NEUE EFFEKTE

Um neue Effekte zu erzielen ist die Echtzeitdatenverarbeitung einer der wesentlichen Schlüssel. In der Zerspanung müssen die Informationen in detaillierter Form aus der Maschine ausgelesen werden und die Daten aus den Planungsbereichen assoziierend zusammengeführt werden. Somit ist es zwingend notwendig, die Daten nicht nur zu sammeln, sondern auch assoziativ mit anderen Daten zu verschmelzen, um u.a. die Qualität stetig zu verbessern.

III. HERAUSFORDERUNG FÜR NEUE GESCHÄFTSMODELLE

Zur Einführung neuer Geschäftsmodelle sind die aufgeführten Effekte mittels Big Data-Analytics eine Voraussetzung [1]. Um Kunden und Lieferanten ins gesamte Netzwerk einzubinden ist eine peer-to-peer-Vernetzung nicht mehr möglich. Somit müssen die verschiedenen Bereiche und Systeme in eine Plattform-Integration wie in Abb. 1 dargestellt, überführt werden. Hierzu ist die vertikale und horizontale Integration zur Einbindung der Lieferanten in die Wertschöpfungskette notwendig. Diese Kommunikationstechnik bildet den Endkunden die Basis für eine hohe Flexibilität in der IT-Landschaft, da somit Systeme mit der offenen Architekturanbindung über APIs relative einfach und kostengünstig geändert werden können, da die Schnittstellenabhängigkeiten wesentlich reduziert werden.

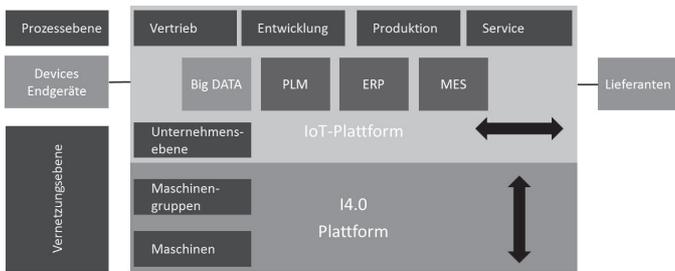


Abb. 1. Vertikale und horizontale IoT-Plattform nach Mücke

IV. REALISIERUNG ZUR ERMITTLUNG NEUER EFFEKTE

Mittels Echtzeitdaten aus der Maschine können neue Effekte erzielt werden. Dies wird am Beispiel von Technologiedaten erläutert.

Der grundsätzliche heutige Ablauf im technischen Bereich des CAD/CAM-Prozesses mit den aktuellen Schwachstellen ist in Abb. 2 dargestellt [2].

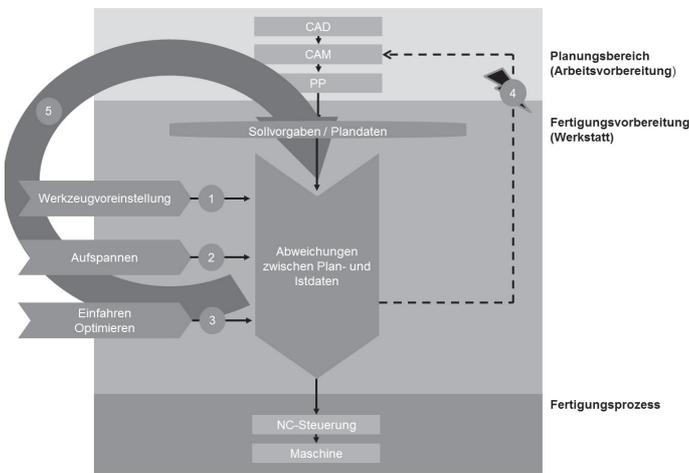


Abb. 2. Heutiges iteratives Vorgehen innerhalb der CAD-CAM-NC-Prozesskette in Anlehnung an Vitr

Legende:

- 1=Abgleich Werkzeug-Nennmaße mit gemessenen Einstelldaten
- 2=Abgleich Soll-Lage mit realer Lage entsprechend den Rohteilabmaßen
- 3=Kollisionsprüfung, Test von geänderten Anfahrbedingungen oder Schnittwerteanpassungen
- 4=Programmänderungen im G-Code können nur zurückgeführt werden, wenn die Quelldaten aktuell zum NC-Programm gehalten werden
- 5=manuelle Änderungsmitteilung an die Planung

Das NC-Programm überträgt die Informationen zur Bearbeitung i.d.R. nach DIN 66025 in die Steuerung der Werkzeugmaschine. Das NC-Programm hat somit alle Informationen aus technologischer Sicht; u.a. welche Werkzeuge bei welcher Bearbeitung verwendet werden. Diese Informationen sind den NC-Sätzen zugeordnet. Aufgrund dieser Informationen ist auch die technologische Assoziativität zum CAM-Modell gegeben. Die Steuerung kann ebenso aufgrund vom NC-Satz die zugehörigen Istdaten in Echtzeit aus der Maschine auslesen. Durch eine Big-Data-Analyse kann über Regressionsanalysen die Standzeitkonstante ermittelt werden, welche nicht vom Bediener und dessen Änderungsmöglichkeiten an der Maschine beeinflussbar sind.

Somit können kosten- oder zeitoptimierte Technologiedaten ermittelt werden um die Gesamtkosten der Bearbeitung in Abhängigkeit des Werkzeuges, Werkstoffs, der Spindelleistung der Maschine, etc. zu beeinflussen. Dies ist die Basis um bei kleinen Losgrößen dem NC-Programmierer optimierte Technologiedaten vorzuschlagen. Die Verknüpfung

der Systeme mit deren Optimierung ist übergeordnet in Abb. 3 dargestellt.

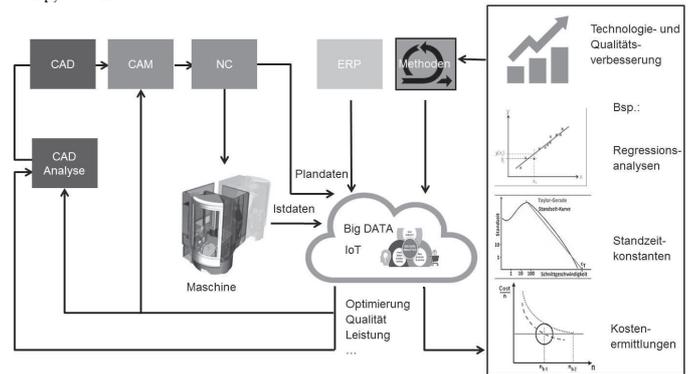


Abb. 3. Übersicht eines Optimierungsprozesses mittels IoT

Basierend auf den Echtzeitdaten und der Historien sind nicht nur Anomalien zu erkennen, sondern auch die Möglichkeit die geeigneten Werkzeuge, bzw. deren Fertigungsverfahren für die Bearbeitung zu ermitteln [3].

Nachdem die Entwicklung und Konstruktion 70-80% der Produktkosten definiert, werden die optimierten Daten aus der Produktion im kompletten Planungsbereich verwendet.

Durch einen integrierten Ansatz kann durch Plug-Ins im CAD-System direkt eine Kostenkontrolle stattfinden, wie in Abb. 4 der Kalkulationsgrundlage zu entnehmen ist. Ebenso wird aufgrund einer Bauteilanalyse und dementsprechendem Regelwerk geprüft, ob das Bauteil herstellbar ist oder welche Technologien notwendig sind. Somit wird nicht nur eine Vorkalkulation auf Knopfdruck Realität und die Produktionsabläufe wesentlich verbessert, sondern auch zugleich der Arbeitsplan für das ERP-System generiert, unter Reduzierung von Änderungskosten durch wesentlich verbesserte Abläufe in der Produktion [4].

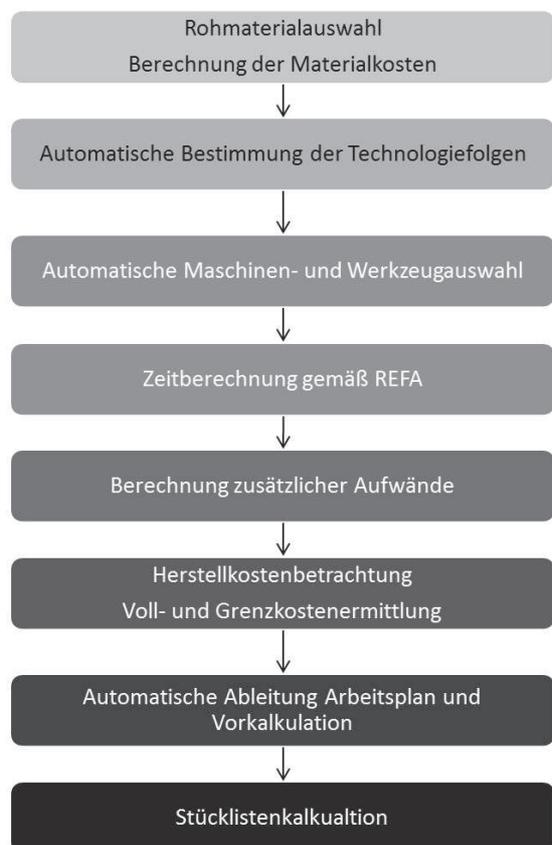


Abb. 4. Abfolge der Berechnungsschritte und deren Ergebnisse in Anlehnung an Weisskopf

Die Echtzeitdaten und deren Auswertung wird zukünftig sicherlich die Möglichkeit bieten, direkt in der Konstruktion die Fertigungstechnologie zu beeinflussen. Es ist von elementarer Bedeutung, dass aufgrund der optimierten Fertigungsinformationen in der Konstruktion definiert werden kann, ob das Bauteil z.B. additiv oder konventionell zerspanend hergestellt wird. Dies muss aufgrund von unterschiedlichen Bauteildefinitionen in der Konstruktion erfolgen, so dass der Anwender direkt im CAD erkennt, welches Fertigungsverfahren aufgrund der Kostensituation gewählt werden sollte.

Durch die Vernetzung der verschiedenen Systeme können die Prozessabläufe im CAD/CAM-Umfeld optimiert werden. Mittels den NC-Sätzen sind durch Bearbeitungsfeatures technologische Assoziativitäten möglich, wodurch heutige manuelle Korrektur von NC-Programmen mittels eines Texteditors aufgrund Änderungen durch den Werker entfallen können. Somit können Änderungen von technologischen Informationen über Analysen direkt in den Planungsbereich ohne manuelle Eingriffe zurückgeführt werden, wie in Abb. 5 zu sehen [5].

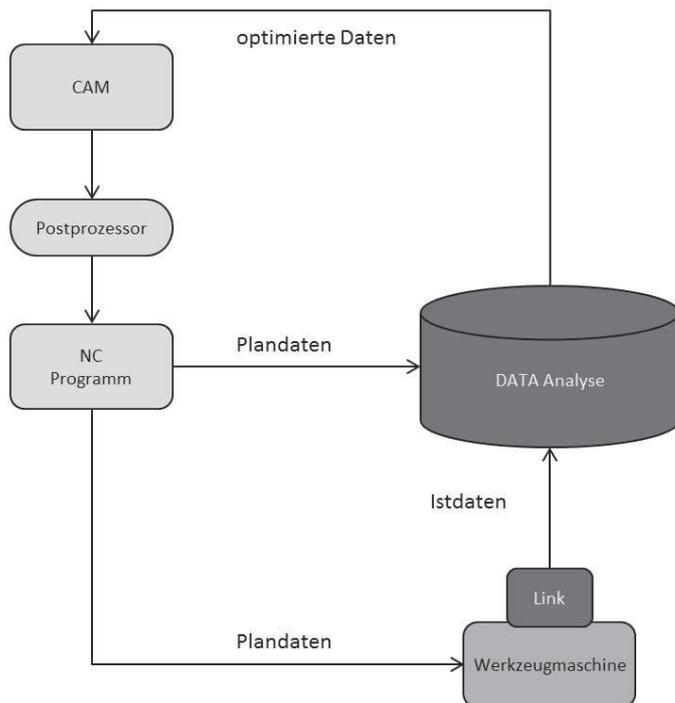


Abb. 5. Rücktransfer von Technologiedaten in das CAM-Projekt nach Mücke

V. ERGEBNISSE DER EFFEKTE

Im Rahmen der Dissertation zum Thema "Informationssystematik zur Optimierung von Konstruktions- und NC-Prozessen" wurden die Möglichkeiten der Echtzeitverarbeitung validiert. Hierbei wurde anhand von Fräs- und Bohrbearbeitungen bei dem Material Aluminium und allg. Baustahl mittels Testreihen eine Validierung mit den Echtzeitdaten durchgeführt. Dadurch konnte nachgewiesen werden, dass durch die Ermittlung der Standzeitkonstanten auf Basis von Echtzeitdaten aus der Maschine verbesserte Technologiewerte, beim gleichzeitig besseren Einsatz von Ressourcen möglich sind. Diese Verbesserung bildet aus Sicht von technologischen Informationen die Basis um ganzheitlich in der Wertschöpfungskette die Prozesse zu optimieren und neue Geschäftsmodelle daraus abzuleiten.

VI. MÖGLICHKEITEN FÜR NEUE GESCHÄFTSMODELLE

Aufgrund Echtzeitanalysen im ERP (Feinplanung), der Vernetzung von PLM-geprägten Abläufen und dem Shopfloorbereich durch MES sind neue Servicekonzepte realisierbar. Aufgrund der Echtzeitdatenverarbeitung und der notwendigen Plattformstrategie, wie in Kapitel III dargestellt, sind neue Businessmodelle möglich.

Ein Beispiel eines solchen Businessmodelles im Bereich der Fertigung sind Werkzeuge im Zerspanungsumfeld. Heute kann man bereits davon ausgehen, dass zukünftig direkt aus der CAM-Programmierung die Werkzeuge aufgrund der zu bearbeitenden Geometrie beim Werkzeughersteller über eine Plattform angefragt werden kann, um eine kostenoptimierte Bearbeitung erzielen zu können. Dieser kann, wie in Abb.6 dargestellt, das Komplett-Werkzeug als Datensatz für die Programmierung dem Kunden anbieten und aufgrund der Auftragssicht das Werkzeug, bzw. die notwendigen Komplettwerkzeuge für das Bauteil mit den vermessenen Istwerten JiT oder JiS direkt der Bearbeitung auf Mietbasis zur Verfügung zu stellen.

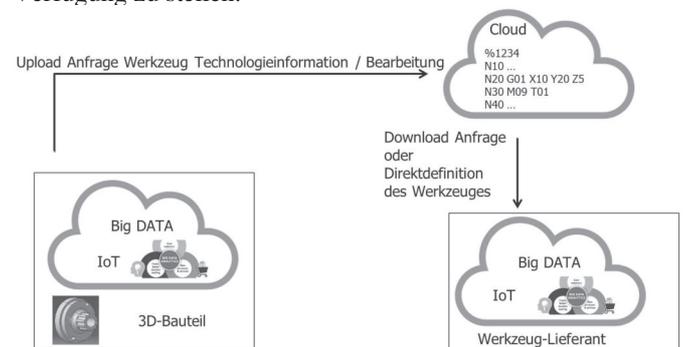


Abb. 6. Übergeordnete Darstellung zur Einbindung von Lieferanten mit neuem Businessmodell

Neue Servicekonzepte reduzieren nicht nur Produkt- und Herstellkosten, sondern verringern u.a. auch die

- Kapitalbindung bei Werkzeugen, da ein Werkzeuglager nicht mehr benötigt wird
- Lohnkosten im Bereich der Werkzeuglogistik, da diese nicht mehr notwendig sind
- Kosten im Werkzeugmanagement, da vorbereitende Funktionen in den Planungsstellen überflüssig werden
- Dienstleistung zur Beschaffung, Instandsetzung, Vermessung und Vorbereitung von Werkzeugen im Shopfloor, da diese nicht mehr notwendig sind.

Neue Businessmodelle bilden somit die Basis zur stetigen Kostenoptimierung auf Basis von neuen Effekten mittels Data-Analytics.

VII. VORAUSSETZUNG FÜR NEUE GESCHÄFTSMODELLE

Damit neue Geschäftsmodelle durch eine verstärkte Lieferanten- und Kundenintegration möglich sind, werden IoT-Plattformen benötigt. Somit können z.B. Echtzeitdaten von Lieferanten in die Plattform überführt werden, welche zur Nachverfolgbarkeit von erheblicher Bedeutung sind. Hierzu müssen Daten aus der Maschine über die vertikale I4.0-Integration an die horizontale IoT-Plattform zur Erhöhung der Wertschöpfung über die gesamte Prozesskette angebunden sein, wie in Abb. 1 dargestellt.

VIII. SCHLUSSFOLGERUNG

Die beschriebenen Effekte durch die Vernetzung und Auswertung verschiedenen Datenquellen wird ein Bestandteil von Industrie 4.0 sein, welche in den Schlussfolgerungen

dargestellt werden. Daten müssen in den produktiven Systemen im Zugriff sein. Dadurch wird auch deutlich, wie in Abb. 7 zu sehen, dass Systeme zur reinen planerischen Verwaltung von Daten voraussichtlich an Bedeutung abnehmen werden [6]. IoT-Plattformen müssen dezentrale Systeme, soweit notwendig, aus technischer-, qualitäts- und betriebswirtschaftlicher Sichtweise verknüpfen.

Durch eine zentrale IoT-Lösung werden desweiteren die Anzahl der Schnittstellen trotz dezentraler Systeme reduziert [7].

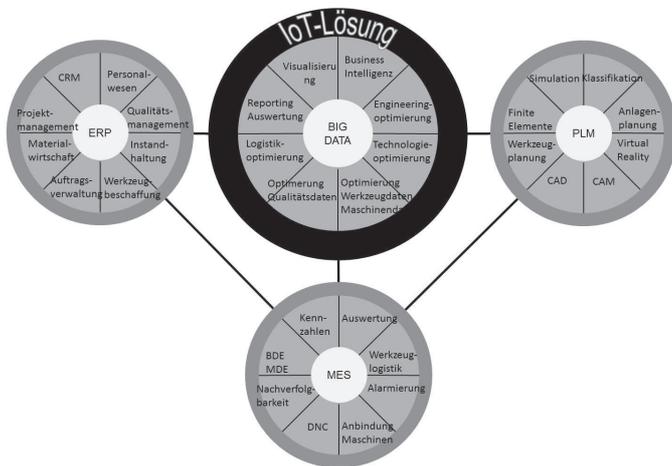


Abb. 7. Hauptsysteme / Funktionen in den Prozessen

Die Einzelprozesse, welche größtenteils in den Bereichen dargestellt sind, werden durch Datenanalysen dementsprechend verbessert, so dass eine bessere Datenqualität erzielt wird. Hierbei ist es von eminenter Bedeutung Daten aus unterschiedlichen Prozessen und Systemen ganzheitlich zu betrachten und zu analysieren, da ansonst keine stetige Verbesserung im Gesamtprozess zur Reduzierung der Produkt- und Herstellkosten zu erzielen ist.

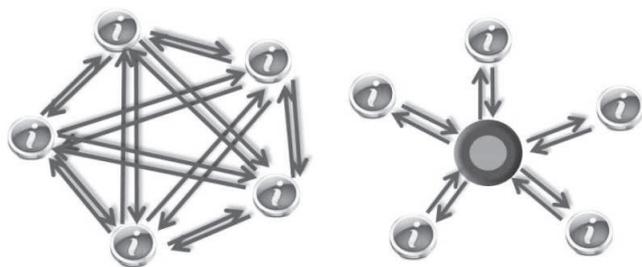


Abb. 8. Reduzierung der Schnittstellen in Anlehnung an Hofmann

Auf Grund aktueller Entwicklungen können bereits u.a. qualitätsrelevante Echtzeit- und OEE-Auswertungen mit

technologischen Auswertungen zu weiteren Optimierungen verknüpft werden.

Hierbei ist es von erheblicher Bedeutung, Schnittstellen und Komplexitäten zu reduzieren. Somit ist es sinnvoll, dass z.B. der Maschinenkonnektor von MES auf Basis RAMI 4.0, bzw. VDI 5600 realisiert ist, damit nicht mehrere Systeme auf die Steuerung, bzw. auf die Maschine zugreifen.

Durch die „Middleware“ auf Basis der IoT-Plattform können identische Endgeräten (Devices) verwendet werden, welche auf unterschiedliche Datenbanken zugreifen, ohne dass der End-User dies bemerkt.

Desweiteren ist durch die Reduzierung der Schnittstellenkomplexität eine einfachere Austauschbarkeit der Sub-Systeme möglich, welche zur Flexibilität im IT-Umfeld beiträgt.

Die Vernetzung ist der Innovationstreiber in der gesamten Weltwirtschaft, um Produkte weiterhin kostengünstiger herzustellen. Wenn es uns gelingt, die Digitalisierung als Basisinnovation in die Ökonomie von morgen zu etablieren ist sicherlich der Wohlstand für morgen weiterhin gesichert.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Mücke, T., *Informationssystematik zur Optimierung von Konstruktions- und NC-Prozessen*, BoD, Mai 2017
- [2] Vitr, M., *CAM-NC-Kopplung für einen durchgängigen, bidirektionalen Informationsfluß zwischen Planung und Fertigung*, Juni 2012
- [3] Mücke, T., „Wenn die virtuelle und die reale Welt verschmelzen“, *IT&Production*, TeDo Verlag, April 2017
- [4] Weisskopf, J., „Automatische Vorkalkulation und Arbeitsplangenerierung für eigenkonstruierte Bauteile“, 2015
- [5] Mücke, T., „integrated digital engineering through real-time data and big-data analytics“, *Vol 9, No 16 (2016): International Collection of scientific proceedings «European Cooperation»*, CLM Consulting PL, September 2016
- [6] Mücke, T., „Mit Daten Schätze heben“, *dispo*, Weka-Verlag, Oktober 2016
- [7] Hofmann, J., „Der Entwicklungspfad zur digitalen und resilienten Fertigung im Sinne von INDUSTRIE 4.0“, *VDE-Kongress 2016 – Internet der Dinge*, VDE-Verlag, November 2016