

Potenziale und Hürden von Data Analytics in der Serienfertigung

Studienergebnisse aus dem Bereich der Antriebsfertigung von Elektromobilkomponenten

Heiner Heimes, Achim Kampker, Ulrich Bühler und Stefan Krotli,
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

In der Großserienfertigung von elektrifizierten Fahrzeugen stellt die zunehmende Komplexität eine große Herausforderung dar. Der hohe Prüfaufwand zur Sicherstellung der Qualität des elektrifizierten Antriebsstrangs muss reduziert werden, um auch künftig konkurrenzfähig zu sein. Ein beschleunigter Wissensaufbau bezüglich Fertigungstechnologien und Prozesse kann durch Industrie 4.0-Ansätze, insbesondere Data Analytics, unterstützt werden. Derzeit kann der gewünschte Nutzen von Data Analytics in der Großserienfertigung nicht erzielt werden. In diesem Beitrag werden die Ergebnisse einer Expertenstudie vorgestellt, die sich mit den Potenzialen und Hürden von Data Analytics in der Großserienfertigung, insbesondere bei der Antriebsfertigung für elektrifizierte Fahrzeuge, befasst.

Bei der zunehmenden Elektrifizierung der Produktpalette ergeben sich Chancen gegenüber anderen Herstellern, da diese durch neuartigen Technologien kundenrelevante Differenzierungsmöglichkeiten hinsichtlich Leistung, Kosten und Qualität der Produkte im Automobilsektor bieten [1]. In der Antriebsfertigung von Elektromobilkomponenten steigert zunehmender Variantenreichtum sowie die geforderte Skalierbarkeit die Komplexität der Produktionsprozesse und -systeme [2]. Zur Sicherstellung der erforderlichen Qualität des elektrifizierten Antriebsstrangs fällt derzeit ein erheblicher Anteil der Investitions- und Fertigungskosten für Zwischen- und Endprüfungen an. Um auch künftig konkurrenzfähig zu sein, müssen Prüfzeiten, Anzahl der Prüfungen und Einmalaufwendungen reduziert werden.

Motivation und Stand der Technik

Ansätze der Industrie 4.0 bieten Chancen, den erforderlichen Wissensaufbau zu beschleunigen. In einer großen Anzahl an Arbeiten konnte bereits von Erfolgen berichtet werden [3]. Data Analytics besitzt das Potenzial, die verfügbaren Prüfergebnisse und Prozessdaten für den Wissensaufbau im Hinblick auf Qualität und Effizienz der Fertigung sowie der Prüfverfahren einzusetzen. Es gibt eine Reihe von Arbeiten zum Aufbau von IoT-Architekturen zur Datenerfassung [4], zum Einsatz unterschiedlicher Algo-

rithmen für Anwendungsfälle wie z. B. Predictive Maintenance [5, 6] und zu intelligenten Cyber-Physical Systems [7]. Auch existieren Vorgehensmodelle für die Durchführung von Data Analytics aus dem IT-Bereich. Hier ist insbesondere der Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) [8] zu nennen, der bereits weite Verwendung findet.

Für die Großserienfertigung existieren bislang nur funktionsfähige Einzelanwendungen von Data Analytics. Beim Einsatz von Data Analytics zur Problemlösung oder zur Reduktion von Prüfaufwänden kommt es zu Ergebnissen, die nicht den anfänglichen Erwartungen entsprechen. Dies spiegelt die hohe Abbruchquote (> 60 %) bei Big-Data-Projekten wider [9].

Um einen fundierten Überblick zu erhalten, wurde eine Studie zur Ermittlung der Potenziale und Hürden von Data Analytics in der Großserienfertigung am Beispiel der Antriebsfertigung von elektrifizierten Fahrzeugen durchgeführt.

Rahmenbedingungen der Studie

Die Studie basiert auf einer schriftlichen Onlineumfrage bei freiwilligen Probanden, die sich professionell mit der Serienfertigung von

Potentials and Obstacles for Data Analytics in Large Scale Manufacturing

Handling increasing complexity is a major challenge within the manufacturing industry. Methods from Industrie 4.0, e. g. data analytics, can support in reducing complexity. Currently, benefits of implementing data analytics within large scale manufacturing are limited. For this purpose, a study regarding the potentials and obstacles for data analytics in large scale manufacturing was conducted. The results of this study show the necessity of adaptive data availability, strategic prioritization as well as scalable data analytics in order for data analytics to be successful.

Keywords:

Data Analytics, Industrie 4.0, Manufacturing, E-Mobility

Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Heiner Heimes; Oberingenieur am Lehrstuhl für Production Engineering of E-Mobility Components (PEM)

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Achim Kampker; Production Engineering of E-Mobility Components (PEM)

Dipl.-Ing. Ulrich Tobias Bühler; Doktorand; BMW Group; Bereich Innovationsmanagement, Digitalisierung

Dr.-Ing. Stefan Krotli; IoT-Verantwortlicher; BMW Group; Bereich Data Analytics und Innovationsmanagement in der Produktion

ulrich.buehrer@rwth-aachen.de
www.pem.rwth-aachen.de

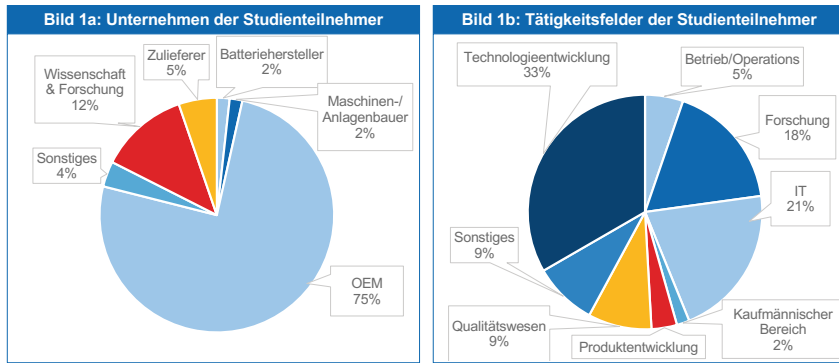


Bild 1: Unternehmen und Tätigkeitsbereiche der Studienteilnehmer.

E-Antriebskomponenten beschäftigen und bereits Erfahrungen in der Durchführung von Projekten aus dem Industrie 4.0-Umfeld besitzen. Die Onlineumfrage wurde mittels SoSci Survey (www.sosicisurvey.de; Bearbeitungszeit etwa 15 Minuten) durchgeführt. Die Umfrage wurde in der Zeit von Juni bis August 2018 online von 57 Teilnehmern vollständig bearbeitet. Die Teilnehmer waren hauptsächlich Experten deutscher Original Equipment Manufacturer (OEM) aus dem Automobilsektor (Bild 1a). Auch Experten aus Forschung und Zulieferindustrie nahmen teil.

Bild 1b zeigt, dass die Teilnehmer nach Tätigkeitsfeldern einen Querschnitt der an der Serienfertigung beteiligten Fachbereiche darstellen. Dies wird der interdisziplinären Problemstellung gerecht. Die größten Teilnehmergruppen kommen aus Technologieentwicklung, IT, Forschung und Qualitätswesen.

Ergebnisse der Studie

Nutzenpotenziale von Data Analytics

Ein Ziel der Studie war, die bedeutenden Nutzenpotenziale von Data Analytics von der Projektdefinition bis zum Betrieb zu ermitteln. Die Ergebnisse sind in Bild 2a dargestellt. Demnach bringt Data Analytics zunehmend in späteren Phasen einen höheren Nutzen. In der Projektdefinition wird von Data Analytics nur neutraler Nutzen erwartet. Im Fertigungsbetrieb, bei der Reaktion auf Störungen und dem kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) wird Data Analytics ein hoher Nutzen zugeschrieben. Das Nutzenspektrum von Data Analytics wird als breit eingeschätzt (Bild 2b). Die größte Relevanz für Data Analytics wird bei der Nutzenkategorie Qualität gesehen.

91 % der Probanden stimmen zu, dass hohe Datenverfügbarkeit in frühen Prototypenphasen Entwickler und Technologen unterstützt. Eine schnellere Erreichung der Reifegrade in der Technologieentwicklung ist dadurch zu

erwarten. 81 % der Teilnehmer sind sich einig, dass mittels Data Analytics gewonnene Erkenntnisse aus Prototypenphasen in die Serienproduktion übertragbar sind. 79 % der befragten Experten gehen davon aus, dass sich identifizierte Optimierungspotenziale und Wirkzusammenhänge auf den bestehenden Fertigungsprozess anwenden sowie auf weitere Entwicklungs- und Fertigungsprozesse übertragen lassen. Dies sind drei Dimensionen der Übertragbarkeit.

Hürden und Aufwände für Data Analytics

Dem Nutzen von Data Analytics stehen Hürden entgegen, deren Bewertung in Bild 3a dargestellt ist. Als größte Hürde wurde eine unzureichende Datenbasis identifiziert. Verbaute Sensorik, Güte der Data-Analytics-Modelle sowie fehlende Entscheidungsstrukturen und Prozesse wurden als „eher relevant“ gesehen.

Dass die verfügbare Rechenleistung sowie Erfüllung von Echtzeitanforderungen als „neutral“ bewertet wurden, ist bemerkenswert, da in Abhängigkeit des Anwendungsfalls echtzeitkritische Anforderungen auftreten können, z. B. wenn in Echtzeit in den Produktionsprozess eingegriffen werden muss. In der Erfahrung der Autoren betrifft dies bislang nur wenige Anwendungsfälle, kann im Einzelfall aber kritisch sein.

98 % der Probanden sahen einen hohen Einfluss der Qualität der verfügbaren Daten auf das Ergebnis eines Data-Analytics-Projekts. Auch wurde konstatiert, dass psychologische Faktoren wie Vertrauen, Akzeptanz, Erwartungshaltung und Unklarheit bzgl. des finanziellen Nutzens nicht zu vernachlässigen sind. Dies bedeutet, dass erlernte Modelle in der Einführungsphase ein für den Betreiber nachvollziehbares Verhalten besitzen müssen, um langfristig Vertrauen aufzubauen.

Zur Identifizierung der größten Aufwandstreiber bei der Durchführung von Data-Analytics-Projekten wurden die Probanden gebeten, die Aufwände anhand der Phasen des um die Data Acquisition erweiterten CRISP-DM-Modells nach [8, 10] einzuschätzen. Die Ergebnisse (Bild 3b) zeigen, dass die Phasen Data Preparation und Data Acquisition als die aufwandträchtigsten Phasen in Data-Analytics-Projekten in der Serienfertigung angesehen werden.

Die Einschätzung des Aufwands ist dabei abhängig vom Tätigkeitsfeld des jeweiligen Probanden (Bild 3c). Demnach besteht für Mitarbeiter aus dem IT-Bereich der größte Aufwand

in der Data Preparation. Von Experten im Qualitätswesen werden die Aufwände für das Business Understanding als geringer angesehen. Betreiber legen besonderen Wert auf die Deployment-Phase und damit auf eine stabile Umsetzung der Modelle in den Serienbetrieb.

Vorgehen zur Planung und Anwendung von Data Analytics in der Serienfertigung

Bezüglich der Planung von Data-Analytics-Projekten stimmten die Probanden zu erforderlichen Voraussetzungen und Kenntnissen in folgender Weise zu:

- Prozessbeschreibende Daten (88 %)
- Verbaute Sensorik (86 %)
- Hinreichende Auflösung der Daten (84 %)
- Abschätzung des finanziellen Nutzens (79 %)
- Visualisierungskonzept (77 %)
- Zeitvorgabe für Ereignisdarstellung (44 %)
- Ort der Datenbereitstellung (39 %)
- Beabsichtigte Speicherdauer (39 %)

Es korreliert mit den Angaben zu den Hürden bei der Umsetzung von Data Analytics, dass Datenverfügbarkeit und Datenqualität sowie die Abschätzung des finanziellen Nutzens höchstbewertet sind. Darüber hinaus wird dem Visualisierungskonzept eine hohe Wichtigkeit zugewiesen.

93 % der Probanden geben an, dass reaktive Data Analytics Verzögerungen aufgrund von nachträglicher Datenaufzeichnung bewirkt. Deshalb fordern 79 % der Probanden, dass IT-Infrastrukturen für den Zeithorizont, in dem die Fertigungslinie besteht, ausgelegt sein müssen und nach Möglichkeit erweiterbar sein. 95 % der Probanden gehen davon aus, dass durch eine proaktive Auswahl geeigneter Data-Analytics-Anwendungsfälle Synergieeffekte (z. B. durch Mehrfachverwendung von Datenquellen) ausgeschöpft werden können. Daher fordern 91 % der Experten, Data Analytics bereits in die Prozesse der Technologieentwicklung zu integrieren. Nach Auffassung von 91 % der Probanden erfordert dabei der proaktive Einsatz von Data Analytics ein hohes Prozesswissen in frühen Entwicklungsphasen.

Diskussion der Studienergebnisse

Die vorgestellte Studie zeigt Chancen und Hürden bei der Implementierung von Data Analytics in der Großserienfertigung auf. Bei der Verwendung von Data Analytics wird von der Entwicklungs- bis zur Betriebsphase ein Nutzen erwartet. Die Experten gehen davon aus, dass das volle Potenzial erst in den späte-

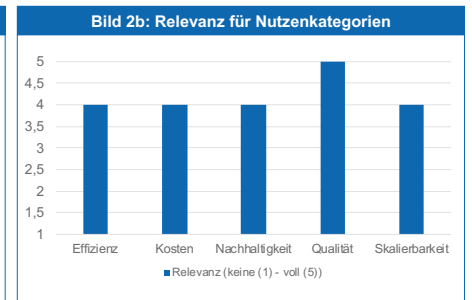
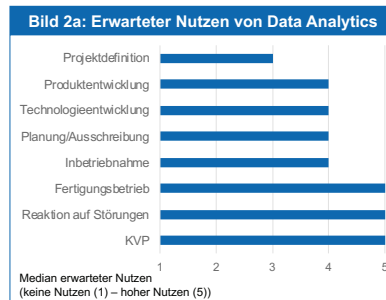


Bild 2: Erwarteter Nutzen von Data Analytics in der Großserienfertigung.

ren Phasen (Produktion/Betrieb) erreicht wird. Dies lässt sich damit erklären, dass in frühen Phasen der Nutzen überwiegend durch eine erhöhte Transparenz und damit gesteigertes Prozessverständnis unterstützt werden kann. Komplexere Modelle (z. B. Vorhersagemodelle) entfalten erst bei Anfallen größerer Datenmengen, z. B. in der Großserienproduktion, ihren Nutzen.

In der Großserienfertigung wird die unzureichende Datenbasis als die größte Hürde bei der Umsetzung von Data Analytics angesehen. Diese Hürde ist auch durch eine nicht hinreichende IT-Infrastruktur bestehender Produktionsanlagen begründbar. Da eine Nachrüstung von Datenerfassungssystemen in vielen Fällen unwirtschaftlich erscheint, muss außer der Datenaufbereitung auch die Datenerfassung als kritisches Element bei der Planung und Umsetzung von Data Analytics in der Serienfertigung angesehen werden.

Um eine Ausschöpfung der Potenziale von Data Analytics in der Serienfertigung zu erreichen, muss Data Analytics proaktiv geplant und in die Prozesse zur Technologieentwicklung integriert werden. Somit kann bereits in frühen Phasen, auf Technologieebene, ein Verständnis für Data Analytics aufgebaut und mögliche Data-Analytics-Anwendungsfälle identifiziert werden. Die Serienfertigung kann gezielt und proaktiv auf Data Analytics vorbereitet werden, indem die relevanten Daten der einzelnen Produktionsprozesse frühzeitig identifiziert werden. Die proaktive Datenaufzeichnung während des Fertigungsbetriebs vermeidet Zeitverzögerungen bei dem Auftreten eines Problems in der Fertigung, da relevante Daten bereits zur Verfügung stehen.

Fazit und Ausblick

Die Studie zur Ermittlung der Potenziale und Hürden von Data Analytics in der Großserienfertigung wurde mit dem Fokus auf die Bedürfnisse der OEMs in der Automobilbranche, insbesondere im Bereich der Antriebsfertigung von elektrifizierten Fahrzeugen, durchgeführt.

Literatur

[1] Seeberger, M.; Dyllick, T.; Stölze, W.: Der Wandel in der Automobilindustrie hin zur Elektromobilität – Veränderungen und neue Wertschöpfungspotenziale für Automobilhersteller. Dissertation. Universität St. Gallen 2017.

[2] Kampker, A.; Maue, A.; Deutskens, C.; Förstmann, R.: Standardization and innovation: Dissolving the contradiction with modular production architectures, 4th International Electric Drives Production Conference (EDPC). Nürnberg 2014.

[3] Wagner, R. M.: Industrie 4.0 für die Praxis: Mit realen Fallbeispielen aus mittelständischen Unternehmen und vielen umsetzbaren Tipps. Wiesbaden 2018.

[4] Luckow, A.; Kennedy, K.; Manhardt, F.; Djerekarov, E.; Vorster, B.; Apon, A.: Automotive big data: Applications, workloads and infrastructures: IEEE International Conference on Big Data. Santa Clara, USA 2015.

[5] Oommen, M.; Babu, J.; Paul, T.; Sankar, V.: Predictive analysis for industrial maintenance automation and optimization using a smart sensor network: International Conference on Next Generation Intelligent Systems (ICNGIS) 2016, S. 1-5.

[6] Susto, G. A.; Schirru, A.; Pampuri, S.; McLoone, S.; Beghi, A.: Machine Learning for Predictive Maintenance: A Multiple Classifier Approach, IEEE Transactions on Industrial Informatics, 11 (2015) 3, S. 812-820.

[7] Uhlemann, T. H.-J.; Lehmann, C.; Steinhilper, R.: The Digital Twin: Realizing the Cyber-Physical Production System for Industry 4.0, Procedia CIRP 61 (2017), S. 335-340.

[8] Shearer, C.: The CRISP-DM Model: The New Blueprint for Data Mining, Journal of Data Warehousing 5 (2000) 4, S. 13-22.

[9] Gartner: Gartner Says Business Intelligence and Analytics Leaders Must Focus on Mindsets and Culture to Kick Start Advanced Analytics, The Gartner Business Intelligence and Analytics Summit. URL: <http://www.gartner.com/newsroom/id/3130017>, Abrufdatum 29.08.2018.

[10] Kampker, A.; Heimes, H.; Bühler, U.; Lienemann, C.; Krottil, S.: Enabling Data Analytics in Large Scale Manufacturing, Procedia Manufacturing vol. 24 (2018), S. 120-127.

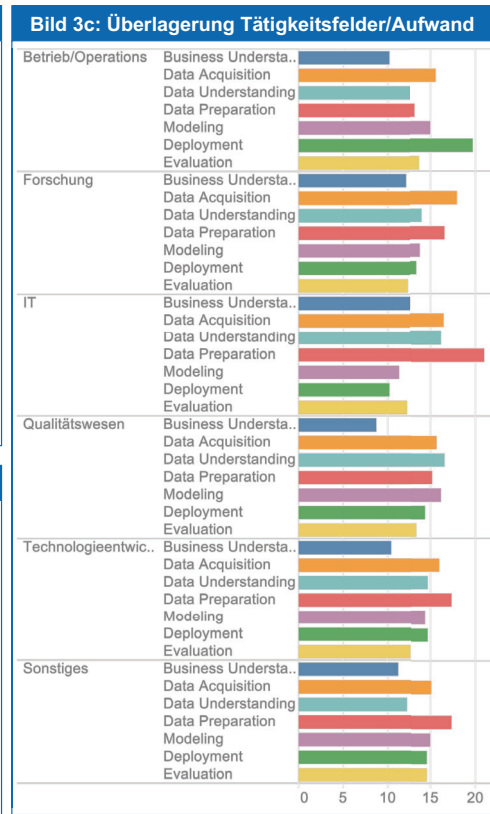
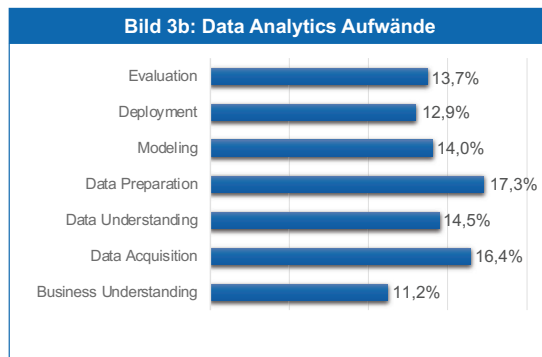
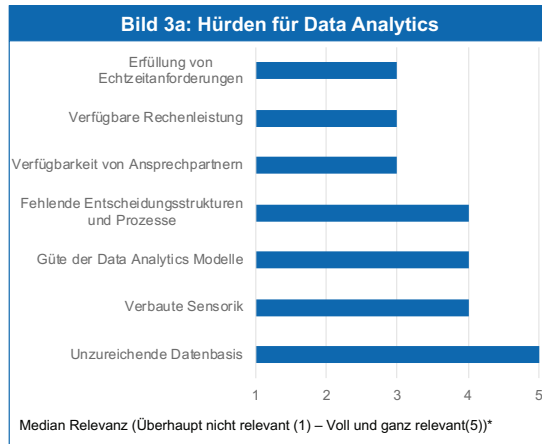


Bild 3: Hürden und Aufwände für Data Analytics.

Data Analytics wird bereits in frühen Phasen der Produkt- und Technologieentwicklung ein erheblicher Nutzen zugeschrieben. Der volle Nutzen von Data Analytics wird allerdings erst in den späteren Phasen, nämlich ab dem Fertigungsbetrieb erwartet. Als Hürden für Data-Analytics-Projekte werden insbesondere unzureichende Datenbasen gesehen. Die dadurch möglicherweise notwendige nachträgliche Datenerfassung bewirkt Zeitverzögerungen. Bereichsübergreifende Prozesse, die zur Beherrschung der hochgradigen Interdisziplinarität erforderlich wären, werden vermisst. Fehlende Entscheidungsstrukturen müssten aufgelöst werden. Transparente Berechnungsprozesse für den finanziellen Nutzen von Data-Analytics-Projekten wirken hierbei unterstützend. Außerdem muss den Anwendern die Möglichkeit eingeräumt werden, Akzeptanz und Vertrauen in die Anwendung von Data Analytics zu gewinnen. Dies wird durch transparente Kommunikation der Modelle von Data Analytics und deren zu erwartenden Nutzen gefördert.

Aus den Beiträgen der Probanden lassen sich für die Einführung von Data-Analytics-Projekten folgende Anforderungen ableiten:

- Adaptive Datenverfügbarkeit ist erforderlich. Damit werden Zeitverzögerungen bei der Durchführung von Data-Analytics-Projekten vermieden, da die erforderlichen

Daten immer in hinreichender Qualität verfügbar sind und erforderliche Analysen umgehend starten können.

- Es muss ein transparenter Prozess zur strategischen Priorisierung für Data Analytics Use-cases eingeführt werden. Dadurch können Data-Analytics-Projekte in frühen Phasen proaktiv und unter Ausnutzung von Synergieeffekten nutzenorientiert geplant und initiiert werden.
- Die Implementierung von Data Analytics von der Technologieentwicklung und Prototypenfertigung in die Serienfertigung muss skalierbar sein. Erst dadurch kann der Nutzen von Data Analytics in allen Phasen, von der Technologieentwicklung zur Großserienfertigung, erzielt und die Güte der Modelle sichergestellt werden.
- Beteiligten Mitarbeitern muss die Möglichkeit gegeben werden, Vertrauen in die Data-Analytics-Modelle zu entwickeln.

Um diese Anforderungen zu erfüllen, müssen sich künftige Forschungsarbeiten mit konkreten Methoden zur Integration von Data Analytics in den Technologieentwicklungsprozess für die Großserienfertigung beschäftigen.

Schlüsselwörter:

Data Analytics, Industrie 4.0, Serienfertigung, Elektromobilität