



TuWAs:

Die digitale Transformation in der Automobilbranche

Transformation-Hub für umformtechnische Wertschöpfungsketten im Antriebsstrang

Der Transformation-Hub für umformtechnische Wertschöpfungsketten im Antriebsstrang (TuWAs) behandelt disruptive Megatrends in der Automobilindustrie speziell für die Zuliefererindustrie. Er adressiert besonders kleine und mittlere Unternehmen und es wird ein interaktiver Hub aufgebaut. In diesem wird der Austausch zwischen Forschung und Industrie stattfinden, sodass Kompetenzen in der Zuliefererindustrie aufgebaut werden können. >

TuWAs:

The Digital Transformation in the Automotive Industry

Transformation Hub for Forming Technology Value Chains in the Powertrain

The Transformation Hub for Forming Technology Value Chains in the Powertrain (TuWAs) is addressing disruptive megatrends in the automotive industry, with a particular focus on the supplier industry. This initiative is especially relevant to small and medium-sized enterprises. An interactive hub is being established to facilitate collaboration. It will serve as a platform for exchange between research institutions and industry, as well as among companies, to foster the development of expertise within the supplier industry. >

Die Automobilbranche ist derzeit mehreren disruptiven Megatrends ausgesetzt. Der Wandel zur Elektromobilität und die damit einhergehende Elektrifizierung des Antriebsstrangs führen zu weitreichenden Veränderungen im Fahrzeugbau bis hin zu Herausforderungen über das Fahrzeug hinaus. Aufbau und Betrieb von Ladeinfrastruktur sowie die Benutzung der Fahrzeugbatterie als Energiespeicher für regenerative Energiequellen sind weitere Herausforderungen und Möglichkeiten von Elektrofahrzeugen. Die damit verknüpfte Nachhaltigkeitswende und die gesetzlichen Rahmenbedingungen für beispielsweise Emissionen stellen die Fahrzeugindustrie und produzierende Unternehmen vor zentrale Aufgaben. Parallel spielen die Digitalisierung und Innovationen wie Künstliche Intelligenz und Machine Learning eine immer zentralere Rolle in der Produktion von morgen.

Die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten durch KI werden in der Industrie jedoch nicht hinreichend ausgeschöpft. Parallel zu den Rahmenbedingungen und den technologischen Errungenschaften wirken sich auch die Veränderungen der Arbeitswelt auf Unternehmen aus. Die Bevölkerung ist besonders durch den demografischen Wandel und den damit einhergehenden Fachkräftemangel getroffen. Weitere Entwicklungen bestehen in den notwendigen Weiterbildungen bei der Einführung neuer Technologien und der flexiblen Gestaltung der Arbeitszeit und des Arbeitsortes. Der Transformations-Hub „TuWAs“ (Transformations-Hub für umformtechnische Wertschöpfungsketten im Antriebsstrang) ermöglicht eine kostenfreie und offene Austauschplattform zur Kommunikation und Vernetzung von Forschung und Industrie. In diesem werden die verschiedenen Herausforderungen und potenziellen Lösungen adressiert, um so Transformationspotenziale aufzuzeigen und zugänglich zu machen.

Der im Rahmen des Projekts „TuWAs“ diskutierte Megatrend Digitalisierung wird auf der einen Seite durch immer leistungsstärkere Hardware und Performancesteigerung und auf der anderen Seite durch die Kostenentwicklung vorangetrieben. Zu Beginn waren digitale Abbildungen wie 2-D-CAD möglich, bevor diese virtualisiert wurden und somit eine digitale Modellierung nutzbar gemacht wurde. Dadurch wurden auch Prognosen und Grundlagen zur Entscheidungsfindung durch simulationsfähige Modelle ermöglicht. Mit der Einführung der Vernetzung wurden cyberphysische Systeme Realität.

Die Hardware bildet in einem cyberphysischen System die Grundlage des Produkts, während die Wertschöpfung in den digitalen Raum verlagert wird. Dadurch sind ständige Aufwertungen und Personalisierungen solcher System möglich. Ein Beispiel für ein solches Produkt ist das Smartphone. Die Grundlage wird durch die Hardware bereitge-

The automotive industry is currently facing several disruptive megatrends. The transition to electromobility and the electrification of the drivetrain are driving profound changes in vehicle construction and introducing challenges beyond the vehicle itself. The development and operation of charging infrastructure and the use of vehicle batteries as energy storage systems for renewable energy present both challenges and opportunities for electric vehicles. The sustainability transition coupled with evolving regulatory frameworks for emissions, for example, creates significant tasks for the automotive industry and manufacturing companies. At the same time, digitalization and innovations such as artificial intelligence and machine learning are playing increasingly critical roles in the production processes of tomorrow.

However, the industry has not yet fully capitalized on the vast potential applications of AI. In addition to technological advancements, changes in the world of work are also impacting companies. Demographic changes and the associated shortage of skilled workers are key challenges. Moreover, new technologies require ongoing workforce training, while companies must also adapt to more flexible working hours and work locations. The TuWAs transformation hub (Transformation Hub for Forming Technology Value Chains in the Powertrain) provides a free and open platform for communication and networking between research and industry. It addresses the above challenges and demonstrates opportunities for transformation within the industry.

The digitalization megatrend discussed as part of the TuWAs project is being driven by two key factors: ever more powerful hardware and enhanced performance, as well as cost developments. Initially, digital imaging tools such as 2D CAD were available, but over time, these evolved into more advanced forms of virtualization and digital modeling. Simulation-capable models now enable forecasting and provide the basis for decision-making. With the advent of networking technologies, cyber-physical systems have become a reality.

In a cyber-physical system, the hardware forms the foundation of the product, while value creation takes place in the digital domain. This shift enables continuous upgrades and personalization. One example of such a product is the smartphone, where the hardware serves as a base, but apps and extensions from digital stores allow users to expand functionality and customize the device to their preferences. At the highest level, autonomization enables the development of self-organizing systems. This enables manufacturing

stellt; durch Apps und Erweiterungen aus den verschiedenen Stores lässt sich die Funktionalität erweitern und das Handy individuell gestalten. Auf der letzten Stufe können durch die Autonomisierung verschiedene selbstorganisierende Systeme entwickelt werden. Dadurch können Fertigungssysteme unterschiedliche Aufgaben autonom erfüllen und so die Flexibilität erhöhen.¹

Die immer stärker aufkommende KI kann dazu verwendet werden, dass Systeme autonom Fehler beim Produkt oder im Prozess erkennen und frühzeitig eine Meldung ausgeben. Dadurch können Produktionsparameter und deren Auswirkungen auf die Produktqualität ausgewertet und so Maßnahmen zur Sicherung oder Erhöhung der Produktqualität ergriffen werden.

Die digitale Transformation hat mehrdimensionale Auswirkungen in der Automobilbranche. Sowohl die Entwicklung als auch die Produktion des Fahrzeugs in der Fabrik wird durch digitale Möglichkeiten beeinflusst. In der Smart Factory wird Software einen immer höheren Stellenwert einnehmen, die Produktion beeinflussen und effizienter gestaltet werden. So können die Produktionsprozesse durch Digitalisierung modelliert und dargestellt werden. Durch KI kann diese Produktionsplanung mit neuen technologischen Systemen noch erweitert werden. Dies liegt an der Möglichkeit, durch Machine Learning Fehler in Produkten und Prozessen zu erkennen und Anpassungen vorzunehmen.^{2,3}

Parallel können durch Digitalisierung in der Produktion die Agilität und Flexibilität erhöht und eine Variabilität sichergestellt werden, wie im Folgenden am Beispiel *Factory 56* von *Mercedes-Benz* deutlich wird (s. Figure 1, S. 76).

Dies wurde im September 2020 zur Produktion der *Mercedes-Benz-S-Klasse* in Betrieb genommen und ist mit mehreren digitalen Technologien und Netzwerken ausgestattet. Die notwendigen Werkzeuge befinden sich in der digitalen Infrastruktur und ermöglichen so genaue Prozessschritte und Kommunikation. Weiterhin werden moderne Methoden wie augmentierte oder virtuelle Realität angewendet und ermöglichen so neue Darstellungsmöglichkeiten in der Fabrik. Im Kontrast zum klassischen Fließband werden in der *Factory 56* autonome Transportfahrzeuge eingesetzt.⁴ Dadurch werden nicht verwendete Produktionsstationen für eine Variante nicht angefahren und die Produktion kann variabler gestaltet werden. Diese Flexibilität führt auch zu Herausforderungen und einer erhöhten Komplexität.⁵

systems to perform different tasks autonomously and thus increase flexibility.¹

Emerging AI technologies enable systems to independently detect errors in products or processes, issuing warnings at an early stage. This allows production parameters and their impact on product quality to be evaluated early on, enabling timely interventions to safeguard or improve product quality.

Digital transformation is exerting a multidimensional impact on the automotive industry, affecting both vehicle development and factory production. Software is expected to play an increasingly important role in the "smart factory", where it will enhance production efficiency. Production processes can be modelled and visualized with the help of digitalization, and this production planning can be further optimized with new technological systems powered by AI. Machine learning capabilities make it possible to identify errors in both products and processes, facilitating adjustments and continuous improvement.^{2,3}

Furthermore, digitalization enhances agility, flexibility, and variability in production. A key example of this is *Factory 56* at *Mercedes-Benz* (see Figure 1, p. 76), which began operation in September 2020 for the production of the *Mercedes-Benz S-Class*.

Factory 56 is equipped with a suite of digital technologies and networks. The tools are embedded in its digital infrastructure, enabling precise process steps and seamless communication. Advanced methods such as augmented or virtual reality are also employed, offering new visualization capabilities in the factory. Unlike traditional assembly lines, *Factory 56* utilizes autonomous transport vehicles⁴ Production stations that are not required for a particular variant are bypassed, thereby increasing variability in the manufacturing process. However, this increased flexibility presents new challenges and results in increased complexity.⁵

Furthermore, digitalization also has an impact on the technology embedded in vehicles. The Connected Car sector, for instance, is experiencing substantial economic growth, with rising demand for connected Hardware, infotainment systems, and vehicle services.

¹ s. BAUERNHANSL 2023, S. 3 – 11

² s. BEUTNAGEL 2024

³ <https://www.extracomputer.de/ratgeber/digitalisierung-automobilindustrie/> (Link zuletzt geprüft: 10.09.2024)

⁴ s. MOCKENHAUPT U. SCHLAGENHAUF 2024, S. 275 – 293

⁵ s. STENGEL 2022

¹ see BAUERNHANSL 2023, pp. 3 – 11

² see BEUTNAGEL 2024

³ <https://www.extracomputer.de/ratgeber/digitalisierung-automobilindustrie/> (last checked: 09/10/2024)

⁴ see MOCKENHAUPT U. SCHLAGENHAUF 2024, pp. 275 – 293

⁵ see STENGEL 2022

Factory 56 der Mercedes-Benz Group in Sindelfingen



KeyFacts zur „Factory 56“

Verantwortlich für die „Factory 56“ im Mercedes-Benz-Werk Sindelfingen ist Ulrike Graze, die aktuell zudem die S-Klasse-Montage in Sindelfingen leitet. Mit 220.000 m² entspricht die Grundfläche der neuen Montagehalle zirka 30 Fußballfeldern. Die Grundsteinlegung fand am 20. Februar 2018 statt, Anfang der nächsten Dekade wird die „Factory 56“ in Betrieb genommen. Produziert werden Pkw der Ober- und Luxusklasse mit Verbrennungsmotor, Hybridantrieb oder rein batterieelektrischem Antrieb sowie Self-Driving Cars. Dazu gehören unter anderem die neue Generation der S-Klasse sowie das erste Elektrofahrzeug der Produkt- und Technologiemarke EQ Sindelfingen“.

(Quelle: <https://group.mercedes-benz.com/innovation/produktion/factory-56.html>
12.11.2024)

Des Weiteren hat die Digitalisierung auch Einfluss auf die verwendete Technologie im Fahrzeug selbst. Der Bereich Connected Car beispielsweise zeigt massives wirtschaftliches Wachstum sowohl für die Connected Hardware als auch für Infotainment und Fahrzeugservices. Mit der erhöhten Relevanz und den Änderungen in der Wertschöpfung ist eine hohe Bereitschaft zu Investition und Innovation gefragt.⁶

This increased relevance and the changes in value creation, however, requires a willingness to invest and innovate.⁶ As a result of this development, the proportion of value created by digital products and software is increasing. Moreover, software can also be used to create differentiation and personalization options, thereby increasing added value. It is evident that start-

⁶ <https://www.extracomputer.de/ratgeber/digitalisierung-automobilindustrie>
(Link zuletzt geprüft: 10.09.2024)

⁶ <https://www.extracomputer.de/ratgeber/digitalisierung-automobilindustrie>
(last checked: 09/10/2024)

Mit dieser Entwicklung steigen die Wertschöpfungsanteile durch digitale Produkte und Software. Parallel kann auch durch Software eine neue Variante der Differenzierung und Personalisierungsmöglichkeiten angewendet werden, wodurch der Mehrwert erhöht wird. In diesem Kontext zeigt sich, dass Start-ups und neue Unternehmen in der Automobilbranche ein stärkeres Augenmerk auf Software legen. Mit 45 Prozent der Mitarbeitenden mit IT-Kompetenzen ist die Quote bis zu drei Mal höher als in traditionellen Unternehmen.⁷

Marco Lohrey 

⁷ S. CORNET ET AL. 2023

ups and new companies in the automotive industry are placing a greater emphasis on software. For example, 45 percent of employees in these companies possess IT skills – a figure that is up to three times higher than in traditional firms.⁷

Marco Lohrey 

⁷ see CORNET ET AL. 2023

References:

BAUERNHANSL, T.: Die Entwicklungsstufen der digitalen Transformation. In: Handbuch Industrie 4.0; Bd. 1: Produktion. Ed.: T. Bauernhansl; B. Vogel-Heuser; M. ten Hompel. Springer Vieweg, Berlin 2023, pp. 3–13.

BEUTNAGEL, W.: So digitalisiert die Autobranche ihre Produktion. *automobilproduktion* online, 16.05.2024. <https://www.automobilproduktion.de/technologie/so-digitalisiert-die-autobranche-ihre-produktion-658.html> (last checked: 09/10/2024)

CORNET, A.; HEUSS, R.; SCHAUFUSS, P.; TSCHIESNER, A.: A road map for the automotive industry in Europe. McKinsey online, 08/31/2023. <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/a-road-map-for-europes-automotive-industry> (last checked: 09/10/2024)

com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/a-road-map-for-europes-automotive-industry (last checked: 09/10/2024)

MOCKENHAUPT, A.; SCHLAGENHAUF, T.: Digitalisierung und Künstliche Intelligenz in der Produktion. Grundlagen und Anwendung. 2. Auflage. Springer Vieweg, Wiesbaden [u. a.] 2024.

STENGEL, C. v.: Digitalisierung in der Automobilindustrie: Das sind die Trends. *Digital Manufacturing online*, 01/19/2022. <https://www.digital-manufacturing-magazin.de/digitalisierung-in-der-automobilindustrie-das-sind-die-trends-a-1dc557b481ef5fb6e8d3979f7cefbca2/> (last checked: 09/10/2024)



Project Title: TuWAs – Transformation Hub for Metal Forming Value Chains in the Powertrain

Funding/Promoters: Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK), VDI/VDE Innovation + Technik GmbH

Funding no.: 16THB0007D

Project Partners: Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU); Heinz Nixdorf Institut (HNI) der Universität Paderborn; Labor für Massivumformung (LFM) der Fachhochschule Südwestfalen; Lehrstuhl für Produktentwicklung und Leichtbau (LPL) der Technischen Universität München (TUM)

The project is funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK) on the basis of a resolution of the German Bundestag. Project sponsorship is provided by VDI/VDE Innovation + Technik GmbH within the framework of the Innovation Promotion Program.

Website: tuwas-hub.de



Marco Lohrey, M. Sc.
Project Manager
Research Unit Business Transformation
FIR e. V. an der RWTH Aachen
Phone: +49 241 47705-228
Email: Marco.Lohrey@fir.rwth-aachen.de

Supported by:



VDI | VDE | IT

on the basis of a decision
by the German Bundestag



Open Access: Dieser Artikel wird unter der Creative-Commons-Lizenz „Share Alike 4.0 International – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International“ (CC BY-SA 4.0) veröffentlicht.