



# Realisierung von Industrie 4.0 bei der e.GO Mobile AG

FIR als Forschungs- und Praxispartner



Die ersten Fahrzeuge sind übergeben, viele weitere sollen es demnächst werden. Besucher, die das Werk 1 der e.GO Mobile AG (kurz e.Go) auf dem ehemaligen Philips-Gelände in Aachen-Rothe Erde betreten, sehen zunächst eines: e.GO-Life-Fahrzeuge, die nur darauf warten, das Werk zu verlassen und das Straßenbild um ein weiteres Fahrzeugmodell zu ergänzen. Danach fällt der Blick auf die Montagelinie. Besuchern, die bereits Montagen anderer Automobilhersteller kennengelernt haben, fällt sofort auf, dass in dieser Fabrik etwas anders ist: Anstelle von Förderbändern und Hängebahnen bewegen sich die Fahrzeuge in der Montagelinie auf sogenannten „Fahrerlosen Transportsystemen“ (kurz „FTS“) durch die verschiedenen Stationen.<sup>1</sup> Vernetzt werden die FTS, wie auch andere Geräte, deren Daten erfasst werden sollen, über 5G. Im Juni 2019 stellte e.GO zusammen mit seinen Partnern Vodafone und Ericsson die erste auf Basis von 5G vernetzte Automobilproduktion in Deutschland vor.<sup>2</sup> Mitarbeiter des FIR an der RWTH Aachen waren dabei intensiv an den Vorbereitungen, Planungen und der Umsetzung beteiligt. Durch 5G sollen

eine komplette Vernetzung und die Industrie-4.0-Referenzfabrik entlang des *Internet of Production* (im Folgenden „IoP“ genannt, s. Bild 1, S. 15) realisiert werden. Damit soll es möglich sein, ein Produkt wie den e.GO Life in einem Hochlohnland wie Deutschland zu fertigen und zu einem konkurrenzlosen Preis in dieser Fahrzeugklasse anbieten zu können. Als Partner der ersten Stunde war und ist das FIR in den vielfältigsten Aufgabebereichen bei e.GO involviert. Als Experten für Digitalisierung und Industrie 4.0 haben die Mitarbeiter des FIR entlang der drei Zyklen des IoP und an dem Infrastrukturaufbau sowie an der Umsetzung der Industrie-4.0-Referenzfabrik maßgeblich mitgewirkt.

## FIR als Praxispartner zur Umsetzung von Industrie 4.0

### Realisierung des *Internet of Production*: Zukunftsweisende IT-Referenzarchitektur für die e.GO Mobile AG

Wie in Bild 1 (s. S. 15) dargestellt, wird im *Internet of Production* in „Cycles“ und „Layern“ gedacht.<sup>3</sup> Zentrale Voraussetzung ist dabei der digitale Zwilling des Unternehmens, der – vereinfacht gesprochen – eine intelligente, digitale Abbildung des Produktionsprozesses bzw. Produkts<sup>4</sup> bedeutet. So verschafft man sich einen Überblick über alle Vorgänge und ermöglicht die Einführung der sogenannten „Middleware“, die für den Datenaustausch und die Verfügbarkeit der Daten in den benötigten Systemen sorgt.

Grundlage der Datengenerierung und -speicherung bleiben weiterhin bekannte Applikationssysteme, beispielsweise Enterprise-Resource-Planning(ERP)- oder Product-Lifecycle-Management(PLM)-Systeme, und deren Datenbankinfrastrukturen. Bei einem Start-up muss eine Vielzahl der Standardinformation neu eingerichtet werden. Neben der Involvierung in diverse Softwareeinführungsprojekte waren die FIR-Mitarbeiter hier insbesondere mit der Konzeptionierung und Integration der Informationssysteme in den IoP-Referenzrahmen betraut. Im Fokus stand dabei die Realisierung einer durchgängigen digitalen Produktion, die allen Anforderungen der Dokumentation und Rückverfolgbarkeit genügt.

### Integration der technischen Dokumentation in das PLM-System/PTC Windchill

Ein Kennzeichen der hochagilen Entwicklung des e.GO Life sind die hochzyklischen Veränderungen an Bauteilen und Baugruppen auch in späten Phasen der Entwicklung. Gleichzeitig ist eine fehlerfreie und aktuelle technische Dokumentation entscheidend für die juristische Absicherung in Haftungsfragen und Basis für die Arbeit der Vertragswerkstätten.

Gemeinsam mit Mitarbeitern des FIR und weiteren Partnern realisiert e.GO daher die technische Dokumentation in einem medienbruchfreien Workflow direkt auf Basis von Produktdaten. Die technische Dokumentation ist in Form eines XML-basierten Formats unmittelbar an der Produktstruktur im PLM-System verankert.

Sobald Änderungen an den Bauteilen freigegeben werden, kann der zuständige technische Redakteur die Relevanz für die technische Dokumentation bewerten und auf Basis der vorhandenen 3D-Modelle und Zeichnungen die technische Dokumentation anpassen.

Diese Lösung stellt eine aktuelle technische Dokumentation sicher und bietet gleichzeitig eine Verwaltung der Daten bei minimalem Aufwand. Gleichzeitig kann man die Vorteile der Verknüpfung von Informationen für die Nutzungsphase (User-Cycle) und Daten aus der Entwicklung durch diese Lösung aufzeigen.

<sup>1</sup>Eine Übersicht zeigte SEW auf der HannoverMesse 2019: <https://www.sew-eurodrive.de/hannover-messe/>

<sup>2</sup>s. BREITKOPF 2019

<sup>3</sup>Für weitere, ausführliche Erklärungen zum IoP sei an dieser Stelle auf folgende Paper und Schriften verwiesen: SCHUH ET AL. 2018; SCHUH ET AL. 2017.

<sup>4</sup>s. KLOSTERMEIER ET AL. 2018, S. 297

## Aufbau der After-Sales-Servicestrukturen

Ein wesentliches Verkaufsargument für den e.GO Life sind extrem niedrige Total Costs of Ownership (TCO). Diese sollen mindestens 40 Prozent geringer als bei konventionellen Fahrzeugen ausfallen und so Elektromobilität für den Endverbraucher neben Umweltaspekten auch finanziell attraktiv gestalten. Für die eGO Mobile AG als junge Firma mit verringerter Kapitalverfügbarkeit kam es bei der Gestaltung der After-Sales-Servicestrukturen darauf an, die Investitionsausgaben möglichst gering zu halten. Um diese Herausforderungen erfolgreich zu meistern, wurde bereits frühzeitig im Produktentwicklungsprozess die After-Sales-Serviceentwicklung angestoßen und nach strategischen Partnern gesucht. Das FIR konzeptionierte und steuerte den Aufbau der After-Sales-Servicestrukturen sowohl beim jeweiligen Partner als auch bei der e.GO Mobile AG. Der e.GO After-Sales umfasst heute 14 Festangestellte.

Die Robert Bosch GmbH wurde bereits früh als strategischer Partner für den After-Sales-Service gewonnen. In dieser Partnerschaft profitiert e.GO vom Know-how und den Kapazitäten eines etablierten Marktteilnehmers. Die e.GO Mobile AG kann so ihre Kernkompetenzen fokussieren, die in der Entwicklung und Produktion eines elektrischen Stadtfahrzeugs liegen. Weiterhin

erlaubt die Partnerschaft, schnell und flexibel auf externe Marktveränderungen zu reagieren, und dies mit eigenen, neuen Produkten. Ein flächendeckender Service des e.GO Life in Deutschland wird durch das Bosch-Car-Service-Netzwerk gewährleistet, bei dem nur geringe Investitionen zu tätigen waren. Es musste keine Infrastruktur aufgebaut werden, jedoch mussten e.GO-spezifische mechanische und elektrische Sonderwerkzeuge in Auftrag gegeben werden.

Das FIR erstellte in enger Zusammenarbeit mit den relevanten Anspruchsgruppen bei e.GO sowie der Robert Bosch GmbH ein flexibles Servicekonzept, bestehend aus folgenden Dimensionen: Werkstattnetzwerk, Ersatzteilmanagement und -logistik, Serviceprodukte und technische Dokumentation sowie Steuergeräte-Diagnose. Ausgehend von einer Customer-Journey, der „Reise“ des Kunden durch den Serviceprozess, wurden die Funktionen, Aufgaben und Rollen der After-Sales-Abteilung in der e.GO-Organisation definiert. Es wurden daraufhin die Anforderungen an das Werkstattnetz und dessen Auditierung definiert, genauso wie die dazugehörigen Anforderungen an Assistance und Kundendienst (Erreichbarkeit, Reaktionszeit, Leistungsumfang). Beides wurde mit Hilfe des FIR durch e.GO-Mitarbeiter in die operative Umsetzung überführt. Gemeinsam mit einem Logistikunternehmen als Partner wurden die Logistikprozesse und das Logistikpflichtenheft (Reaktionszeiten, Lieferzeiten, Ersatzteilverfügbarkeiten) formuliert. Die dazugehörige interne und externe IT-Infrastruktur wurden definiert. Serviceprodukte, wie z. B. Inspektions- und Verschleißpakete, sowie deren Kosten wurden beschrieben und mit Preisen belegt. Das FIR übernahm das Projektmanagement und die Koordination der Erstellung der technischen Dokumentation, die die Reparatur- und Wartungsanleitungen sowie die Bedienungsanleitung und Steuergeräte-Diagnose umfasst.

Ergebnis des zweijährigen Engagements des FIR seit Gründung der e.GO Mobile AG ist der erfolgreiche Aufbau der Servicestrukturen für eine Servicefähigkeit

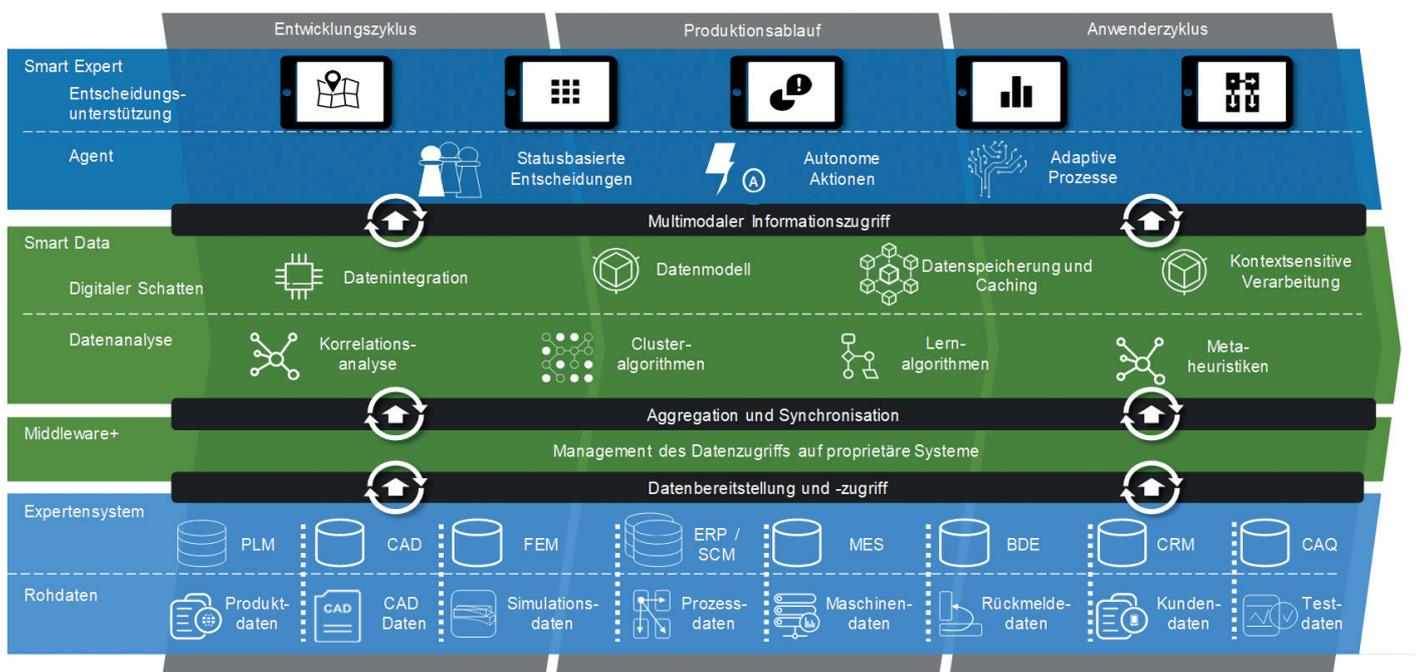


Bild 1: Das Internet of Production als Grundmodell vernetzter Infrastrukturen (SCHUH ET AL. 2017, S. 121)

zum Zeitpunkt der Auslieferung der ersten Fahrzeuge an Endkunden. Das Team von 14 Mitarbeitern erweitert auf Grundlage dieser Arbeiten seinen Aufgabebereich auf die weiteren zukünftigen Produkte der e.GO Mobile AG, wie den e.GO Mover. Zielgemäß wurde dabei das Know-how verschiedenster Parteien für eine effiziente, schnelle und flexible Serviceerbringung bei geringem Investitionsvolumen nutzbar gemacht.

### FIR und CCI<sup>5</sup> als Innovationspartner

Neben den Themen, die auf Entwicklung, Produktion und Betrieb des e.GO Life abzielen, arbeitet e.GO in seinem Partner-Netzwerk auch an den disruptiven Ideen von morgen, beschäftigt sich mit innovativen Technologien oder erarbeitet Lösungen für logistische Herausforderungen. Federführend verantwortlich zeichnen auch hier die Experten des FIR und des Centers Connected Industry im Cluster Smart Logistik.

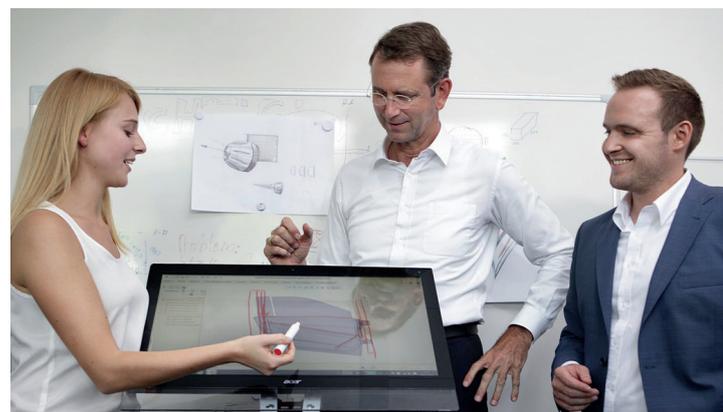
### Subscription-Business-Models<sup>6</sup>

Produktorientierte Geschäftsmodelle, bei denen einzig der Verkauf eines Produkts im Vordergrund steht, wirken dem eigentlichen Wunsch des Kunden entgegen, das Produkt zweckbestimmt anzuwenden. Das eigentliche Interesse des

Kunden liegt daher nicht im Produkt, sondern in der Nutzung mit dem Zweck, ein gewünschtes Ergebnis zu erzielen. Die Idee, daher nicht mehr ein Produkt zu liefern, sondern den Service zu erbringen, ist an sich nicht neu. Neu ist jedoch die kontinuierliche Rückführung von Nutzerdaten, die kontinuierlich zu Produktverbesserungen und so zu einer Produktivitätssteigerung führt. e.GO beschäftigt sich ebenfalls mit diesem Themenkomplex und setzt auch hier auf Experten des FIR. So werden neue Anforderungen an die IT-Architektur durch das Anbieten sogenannter Subscription-Leistungen gestellt, angefangen bei der kontinuierlichen Erhebung von Nutzerdaten über die Nutzbarmachung in neuen Features bis hin zur wiederkehrenden, automatisierten Abrechnung.

<sup>5</sup>Für Informationen zum Center Connected Industry s. <https://connectedindustry.net/en/>

<sup>6</sup>Für weitere Ausführungen zum Thema „Subscription“ s. JUSSEN U. FRANK 2019; LENART U. HORST 2019.



## Blockchain

Im Auftrag des Vice President Information Technology and Digitalization der e.Go Mobile AG, Ernest Debets, verantwortet das FIR das Thema Blockchain / Distributed-Ledger-Technology bei der e.GO Mobile AG mit entsprechender fachlicher Expertise. Durch das Screening möglicher Anwendungsbereiche konnte das FIR bereits konkrete Projekte ableiten. Im Fokus der aktuellen Aktivitäten stehen die Konzeption und Realisierung einer digitalen Fahrzeugakte auf Basis der Blockchain-Technologie. Dafür sollen unter anderem Daten aus dem ERP-System in die Blockchain-Applikation geschrieben werden, wofür das FIR beispielsweise das notwendige Datenmodell definierte und Ansprüche an die Schnittstellen-Software erarbeitete. Im nächsten Schritt sollen Fahrzeugdaten aus dem User-Cycle / After-Sales angeschlossen werden. Somit entsteht eine digitale, automatisiert befüllte und technisch fälschungssichere Fahrzeugakte. Wirtschaftliches Ziel ist insbesondere die Erhöhung des Fahrzeugrestwerts, indem sowohl erhöhte Transparenz über die Fahrzeughistorie als auch Informationssymmetrie zwischen Verkäufer und Käufer hergestellt wird, was die Zahlungsbereitschaft des Kunden erhöht. Durch die Antizipation dieses erhöhten Restwertes steigt auch die Zahlungsbereitschaft bei Neukäufen.

## Future-Logistics

Bauteile, die von einem Zulieferer verspätet oder beschädigt angeliefert werden, verzögern Produktionsprozesse und verursachen nicht zuletzt Verluste durch entgangenen Gewinn. In einem Konsortium mit Industriepartnern werden für diese Herausforderungen am Beispiel der Wertschöpfungskette bei e.GO im Future-Logistics-Projekt Lösungen erarbeitet.

Zielsetzung ist es, zukünftig eine umfangreiche, frühzeitige Kenntnis über Mängel an kritischen Eigenschaften und Verzögerungen im Prozess schon dann zu erhalten, wenn sie entstehen, damit Gegenmaßnahmen im Produktions- und Wertschöpfungsnetzwerk die Auswirkungen dämpfen oder sogar ganz verhindern. Verzögert sich eine Lieferung beispielsweise kritisch, kann dies früh erkannt und als Gegenmaßnahme eine Resequenzierung der Produktion angestoßen werden, die die Effekte mildert oder die Zeit bis zum Eintreffen der Lieferung überbrückt.

In der Supply-Chain von e.GO wird von der Produktion und Logistik eines Zulieferers bis zum Wareneingang bei e.GO eine durchgehende Transparenz über die produzierten Teile geschaffen. Verschiedene neue und etablierte Technologiekomponenten, u. a. aus dem Bereich der Tracking-and-Tracing-Technologien, der Fahrzeugtelematik oder der betrieblichen Anwendungs- und Optimierungssysteme, werden in einem neuartigen IT-Architekturkonzept so implementiert, dass ein durchgehender Daten- und Informationsfluss realisiert werden kann. Die entscheidungsrelevanten Informationen werden dem Produktionsleiter bei e.GO visuell aufbereitet zur Verfügung gestellt, mit der Option, auf kritische Verspätungen entsprechend vorgegebenen Handlungsempfehlungen reagieren zu können.

Mithilfe der neuartigen Gestaltung der IT-Architektur entsteht ein skalierbares System, in das einzelne Technologien über Standardschnittstellen unkompliziert eingebunden werden können. Mit der entwickelten IT-Architektur und der Kombination der Technologien ist es möglich, ein transparentes und adaptives Wertschöpfungsnetzwerk über verschiedene Produktions- und Transportstationen bis zum Kunden zu schaffen. Dies ist der erste Schritt in Richtung des langfristigen Ziels, ein interoperabel vernetztes Wertschöpfungsnetzwerk mit standardisierten Schnittstellen aufzubauen, das zum einen individuelle Anpassung an den einzelnen Anwendungsfall bietet und zum anderen Livesysteme auf Knopfdruck ausrollen kann.

brm · hkp · ni · op · Modler · we

## Literatur

- BREITKOPF, T.: e.GO: Erste Fabrik mit 5G-Netz-Betrieb. Kölner Stadtanzeiger online, 19.06.2019. <https://www.ksta.de/wirtschaft/elektro-auto-erste-fabrik-mit-5g-netz-betrieb-32728064> (Link zuletzt geprüft: 30.09.2019)
- JUSSEN, P.; FRANK, J.: Mit Industrie 4.0 Beute machen – Nur verbunden mit Subscription-Geschäftsmodellen führt Industrie 4.0 zu langfristigem unternehmerischen Erfolg. In: UdZPraxis – Magazin für Betriebsorganisation in der digital vernetzten Wirtschaft 5(2019)1, S. 6 – 11.
- KLOSTERMEIER, R.; Haag, S.; Benlian, A.: Digitale Zwillinge – Eine explorative Fallstudie zur Untersuchung von Geschäftsmodellen. In: HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik 55(2018)2, S. 297 – 311.
- LENART, M.; HORST, C.: Time to subscribe? Subscription-Geschäftsmodelle im Maschinenbau. In: UdZPraxis – Magazin für Betriebsorganisation in der digital vernetzten Wirtschaft 5(2019)1, S. 12 – 16.
- SCHUH, G.; HOFFMANN, J.; BLEIDER, M.; ZELLER, V.: Assessment of IS Integration Efforts to Implement the Internet of Production Reference Architecture. In: Collaborative Networks of Cognitive Systems. Hrsg.: L. M. Camarinha-Matos; H. Afsarmanesh; Y. Rezgui. IFIP Advances in Information and Communication Technology. Springer, Cham [u. a.] 2018, S. 325 – 333.
- SCHUH, G.; STICH, V.; BASSE, F.; FRANZKOCH, F.; HARZENETTER, F.; LUCKERT, M.; PROTE, J.; RESCHKE, J.; SCHMITZ, S.; TÜCKS, G.; WEIßKOPF, J.: Change Request im Produktionsbetrieb. In: INTERNET OF PRODUCTION FÜR AGILE UNTERNEHMEN. AWK – AACHENER WERKZEUGMASCHINEN-KOLLOQUIUM 18. BIS 19. MAI 2017. HRSG.: C. BRECHER; F. KLOCKE; R. SCHMITT; G. SCHUH. APPRIMUS, AACHEN 2017, S. 109 – 131.

Möchten Sie mehr über die Mitarbeit des FIR bei der e.Go Mobile AG erfahren?

Kontaktieren Sie gerne unseren Projektkoordinator:



Martin Bremer, M. Sc.  
FIR an der RWTH Aachen  
Tel.: +49 241 47705-511  
E-Mail: [Martin.Bremer@fir.rwth-aachen.de](mailto:Martin.Bremer@fir.rwth-aachen.de)