



Abschlussbericht

ZF Friedrichshafen AG

Dokument-Version	0.1
Datum	28.11.2019
Berichtszeitraum	01.07.2016 - 30.06.2019
Verbreitungsgrad	Öffentlich
Projekt	BaSys 4.0
Laufzeit	01.07.2016 – 30.06.2019

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01IS16022K gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Autoren

Gerhard Schaller PTPD

Table of Contents

AUTOREN	3
TABLE OF CONTENTS	4
1 KURZDARSTELLUNG	5
1.1 Aufgabenstellung	5
1.2 Planung und Ablauf des Vorhabens	5
1.3 Wissenschaftliche und technische Ausgangslage	5
1.4 Zusammenarbeit mit anderen Stellen	7
2 EINGEHENDE DARSTELLUNG DER ARBEITEN UND ERGEBNISSE.....	7
3 WICHTIGSTE POSITIONEN DES ZAHLENMÄßIGEN NACHWEISES.....	10
4 NOTWENDIGKEIT UND ANGEMESSENHEIT DER GELEISTETEN ARBEIT	10
5 VORAUSSICHTLICHER NUTZEN UND VERWERTBARKEIT DER ERGEBNISSE	10
6 FORTSCHRITT AUF DEM GEBIET DES VORHABENS BEI ANDEREN STELLEN	12
7 ERFOLGTE ODER GEPLANTE VERÖFFENTLICHUNGEN	12
LITERATUR	12

1 Kurzdarstellung

1.1 Aufgabenstellung

Einlauf von Produktänderungen in eine typische Montagestation bei ZF

Der koordinierte, möglichst reibungslose Einlauf von Produktänderungen in die jeweils betroffenen Montagelinien für die Getriebeherstellung ist aktuell bei der Vielzahl der Linien für die Vor- und Endmontage und u.a. die zugeordneten Logistik- und Qualitätssicherungsprozesse eine enorme Herausforderung. Neben Hardwareanpassungen müssen dabei insbesondere eine Vielzahl von Softwareanpassungen durchgeführt werden. Im Rahmen von BaSys4.0 soll deshalb eine typische Montagestation zur Multivariantenfertigung im Werk Saarbrücken als Demonstrator dienen, um Konzepte und Entwicklungen der BaSys4.0-Plattform zu evaluieren, aber auch ihre Integration in die bestehende Systemlandschaft durch geeignete Anpassungen zu ermöglichen bzw. zu erreichen.

1.2 Planung und Ablauf des Vorhabens

Zunächst galt es hausintern den Stand der Technik zu evaluieren, um eine mögliche Evolution basierend aus der zu entwickelten Integrationsplattform zu ermöglichen. Hierzu wurden gemeinsam mit den Konsortialpartnern die aus ZF Sicht erforderlichen Aspekte in das Projekt eingebracht.

Wichtige Ansatz- und Schwerpunkte hierzu waren:

- Möglichst einfache skalierbare softwaretechnische Vernetzung von Hardwarekomponenten mit dem Gesamtsystem
- Lösung zur einfachen Versionierung der Softwarestände betroffener Komponenten bzgl. einzelner Produktvarianten
- Schaffen einer Engineering-Umgebung, um das Handling von Varianten auf den Produktionslinien zu vereinfachen (digitaler Zwilling) und Integration mit den heute verwendeten Planungssystemen
- Minimierung oder Vermeidung von Stillstandzeiten im Zusammenhang mit Softwareänderungen
- Einlauf von Produktänderungen vereinfachen und visualisieren

1.3 Wissenschaftliche und technische Ausgangslage

Nach den ersten BaSys-Arbeitstreffen und der Fokussierung des Forschungsprojektes stellten sich die ersten Konzeptionen der BaSys-Integrationsplattform in ihrer Grundcharakteristik sehr nah an der schon vorhandenen ZF IT-Architektur für die Produktionsausführung heraus. Grundkonzeptionen wie ein IT-Dienst basierter Aufruf von Methoden waren vorhanden. Andere neuere Elemente wie das Registrieren von Fähigkeiten der Betriebsmittel waren neu aber essenziell.

Technisch war für die Erprobung der zu entwickelten BaSys-Plattform zunächst eine laufende Vormontagelinie vorgesehen, die auf das BaSys-Zielsystem umgestellt werden sollte.

Da die Entwicklungen in BaSys so revolutionär waren, entschloss sich ZF, eigens einen Technologieträger zu entwickeln, um die zu entwickelten Prinzipien auf Integrations- und Alltagstauglichkeit zu erproben.

Ausgangspunkt der Implementierung war die auf vorhandene Dienste basierende ZF Architektur.

Bild 1: Technologieträger

Funktionen des I4.0-Demonstrators für Montageprozesse

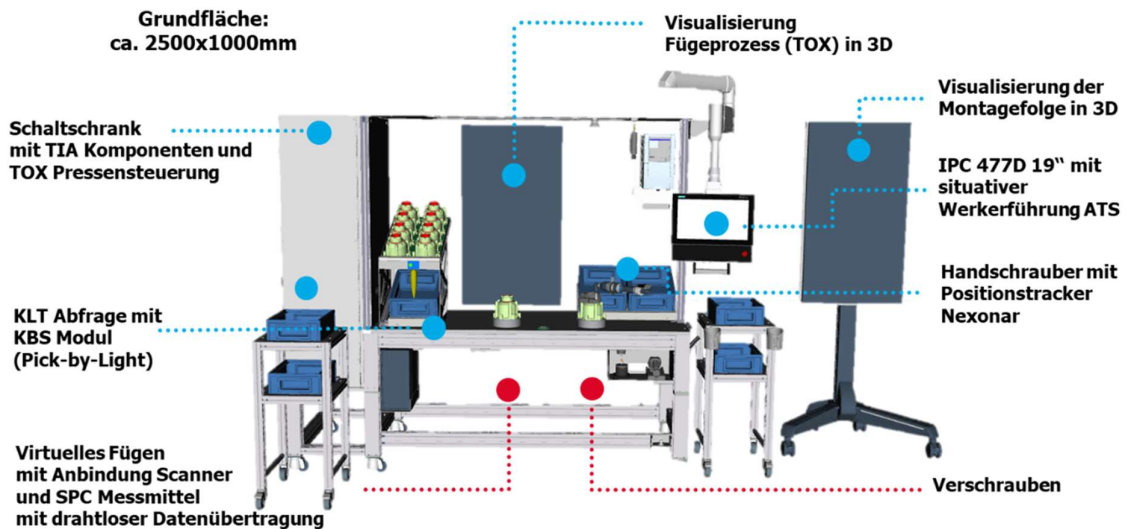


Bild 2: Dienste basierte ZF Architektur

Hier wurde ein vertraulicher Teil gelöscht.

1.4 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Im Laufe des Projekts wurde die Zusammenarbeit mit anderen Partnern mehr und mehr intensiviert. Der finale ZF-Demonstrator entstand in Zusammenarbeit mit:

- DFKI
- Bosch
- Bosch Rexroth
- fortiss
- Festo
- PSI

2 Eingehende Darstellung der Arbeiten und Ergebnisse

ZF ist im PC3 AP2 mit dem Demonstrator „Vormontage Seitenwelle 3“ vertreten. Am Demonstrator sollten die Themen:

- o wandelbare Produktion
- o Digitaler Zwilling
- o Verwaltungsschale

evaluiert werden.

Mit Hilfe der BaSys4.0-Plattformentwicklung sollte die schnelle Ermittlung der Machbarkeit von Produktvarianten geprüft und die Anlagenänderung im Vorfeld simuliert werden. Ziel dabei ist immer die Minimierung von Planungsaufwand und Anlagen Stillstandzeiten. Der Versuchsträger wurde mit der Einarbeitung und Vertiefung (fortlaufender Prozess) in die BaSys4.0- und I4.0-Themen technisch beschrieben (PC3, AP2). Ebenso wurden seine Erfordernisse in den Kontext von PC3, AP2 eingeordnet.

In Projektworkshops wurden die benötigten Dienste auf der BaSys-Diensteplattform erarbeitet und den einzelnen AP's zugeordnet.

Daraus ergab sich eine vorläufige Architektur für den ZF Demonstrator, die im Laufe des Projektes weiter verfeinert wurde. Aus der resultierenden Architektur ergaben sich Anforderungen an die AP's von PC1 und PC2.

In PC1 wurden Use Cases für den ZF Demonstrator definiert, deren Umsetzung in den Präsenztreffen von PC3, AP2 gezeigt wurden.

Gemeinsam mit anderen Partnern wurde an den Deliverables PC1.1, PC2.1 und PC3.1 gearbeitet.

Im Rahmen des zweitägigen Workshops „Modelle und Konzepte der Automatisierungstechnik“ (ABB) wurde die Gründung einer Taskforce namens „Samurai“ beschlossen. Diese hatte das Ziel, innerhalb kurzer Zeit einen Grundstein für die BaSys 4.0-Architektur zu legen. Das erste Treffen der Samurai wurde von ZF ausgerichtet. Daraus entstand eine regelmäßige Telefonkonferenzserie zum Thema Architektur.

Zusätzlich entstanden weitere Gruppen zu Themen wie „Teilmodelle“ und „Fähigkeiten“, um grundlegende Themen unabhängig von PC und AP beleuchten zu können. Diese Lösung hat stark zum Fortschritt im Projekt beigetragen.

ZF hat den Fokus auf das Thema „wandelbare Produktion“ gerichtet. Um dies erreichen zu können, wurden Konzepte für Wandelbarkeit, virtuelle Inbetriebnahme und Orchestrierung von Diensten entworfen. Immer wieder Thema war die Standardisierung zur Integration in die BaSys-Plattform. Dazu musste ein geeignetes Informationsmodell geschaffen werden. Da nicht ein ganzheitliches Modell für eine Komplettabbildung geschaffen werden konnte, wurden verschiedene Teilmodelle entworfen. Es erfolgte auch eine Mitarbeit in der GMA 7.21 FA Dienste-Architektur (Fachausschuss der Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik), um dort Ergebnisse aus BaSys 4.0 zu diskutieren. ZF hat sich dem Thema Identifikation von Modellen angenommen und dazu einen Workshop ausgerichtet. Der ZF Demonstrator wurde im Mai 2018 im Rahmen des Gesamtprojekttreffens vorgestellt. Dieser hat jedoch nicht ausgereicht, um die volle Funktionalität der BaSys-Plattform darzustellen. Deshalb wurde beschlossen, für die HMI einen neuen „nicht-produktiven“ Demonstrator zu entwerfen. Dieser hatte einen höheren Funktionsumfang. Die verifizierten Erkenntnisse dieses Demonstrators können dann auf einer „produktiven“ Anlage wie dem ZF Demonstrator übernommen werden.

Eines der größten Herausforderungen ist das Beschreiben von „technischen Fähigkeiten“ zur Integration in die I4.0-Verwaltungsschale. Dies ermöglicht erst die Selbstbeschreibung von Komponenten, die dann wiederum standardisiert abgerufen werden können. ZF hat sich hier in Telefonkonferenzen als auch in Workshops mit eingebracht. Eingeflossen sind die Ergebnisse in D-PC1.1, D-FT2.1, D-PC2.7 und D-PC3.1.

ZF kam der Aufforderung des Projektträgers nach, das BaSys Projekt in der Öffentlichkeit zu vermarkten. Der ZF Technologieträger wurde auf dem Stand des BMBF auf der CeBIT 2018 funktionstüchtig präsentiert.

Um BaSys noch stärker zu publizieren, wurde von ZF die Idee des BMBF, Satellitenprojekte zu initiieren, unterstützt. Hierzu wirkte ZF im Brainstorming mit. Fokus war hier, dass die bis dahin aus dem Hauptprojekt generierten technischen Entwicklungen und Erkenntnisse bei den Sattelitenpartner Verwendung finden.

Die Frage der Einordnung von klassischen SPS Systemen unterstützte ZF mit dem Bereitstellen des „ZF Standard-Konnektors“ der sowohl für die gängige Siemens-Welt als auch für Codesys Systeme verwendet werden kann. Somit leistet ZF im Projekt einen wichtigen Beitrag zur heutigen Automatisierungswelt. Die Adaption der klassischen SPS Programmierung auf die BaSys-Dienste-Prinzipien wurde von ZF aufgezeigt und im ZF-Demonstrator implementiert.

Neben der sogenannten Beschreibung von Fähigkeiten bildet die Erzeugung, Registrierung und Verwendung der sogenannten I4.0-Verwaltungsschale einen weiteren BaSys-Systemschwerpunkt. ZF arbeitet hier eng mit Bosch zusammen. ZF hat hierzu im ZF Technologieträger das Schraubsystem des Konsortialpartners Bosch Rexroth implementiert. Über die Umsetzung der Verwaltungsschale des Schraubsystems von Bosch aufgrund der Industrie4.0-Plattform Veröffentlichung „Verwaltungsschale im Detail“ inkl. der Fähigkeitenbeschreibung erfolgt eine Weiterentwicklung des ZF Technologieträgers zum Beweis der Praxiseinsatztauglichkeit in der Industrie.

Ein weiteres BaSys4.0 Element zur Unterstützung der Wandlungsfähigkeit ist die Integration einer Zustandsmaschine. Das Konsortium zeigt dies anhand der verwendeten Zustandsmaschine „PackML“ als Referenz. Hier erfolgt eine direkte Zusammenarbeit mit dem DFKI und in Teilen mit fortiss. Implementiert wurde auf dem ZF Technologieträger ein sog. Dienstedashboard, das auf dem Technologiestack des PackML Automaten aufbaut.

Die ZF beteiligte sich an den Diskussionen zum Thema Fähigkeiten. ZF hat die Fähigkeiten von Produkten und Ressourcen im ZF-Demonstrator aus Sicht eines Prozessplaners, der eine Anlage konstruieren möchte, beschrieben und in der Fähigkeiten-Gruppe kommuniziert.

Erzielte Ergebnisse:

Wesentliche Ergebnisse liegen darin, die vorhandene ZF Architektur mit den Architekturkernelementen der BaSys-Integrationsplattform zu erweitern, um eine wandlungsfähige Anlage mit dieser Architektur zu betreiben und den Product-life-cycle kostengünstiger zu begleiten. Schwerpunkte der Erweiterungen werden sein:

- Erstellung von Verwaltungsschalen von heutigen Betriebsmitteln
- Registrieren von Verwaltungsschalen
- Steuerung der Betriebsmittel über die Verwaltungsschalen
- Einführung eines verbesserten Workflowsystems zur Prozessführung
- Implementierung von Zustandsautomaten

ZF legt einen großen Schwerpunkt darauf, die Durchgängigkeit der digitalen Kette herzustellen. Aus dem Grund verdeutlicht ZF mit Nachdruck, wie eine heutige Prozessplanung zur Industrialisierung von Produkten digital durchgeführt wird und welche Effizienzsteigerung durch die Verwendung von BaSys erzielt werden kann. Aus dem Grund beteiligt sich ZF sehr stark in diesem Punkt im BaSys Nachfolgeprojekt BaSys 4.2.

Mit der Implementierung der BaSys-Kernelemente sieht ZF die eigens gesteckten Ziele zur Wandelbarkeit von Produktionsanlagen als erreicht an.

3 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Hier wurde ein vertraulicher Teil gelöscht.

4 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

- Anschluss an aktuelle Forschungsthemen im Bereich Industrie 4.0
- Sukzessive technische Modernisierung vorhandener produktiver Anlagen
- Kritische Evaluierung der Entwicklung im Projekt aus Sicht eines Industriepartners
-

5 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Die Verwertbarkeit der Forschungsergebnisse liegt in der Weiterentwicklung des heutigen ZF Produktionssteuerungssystems für Produktionsanlagen. Der Realisierungszeitraum liegt im Jahr 2021. Der Nutzen liegt in der Verkürzung von Anlageninbetriebnahme.

Der Nutzen wird im Bild 3 der Folgeseite deutlich:

Bild 3: Nutzen von BaSys 4.0

Geschwindigkeit von der Änderung zur Produktion heute/morgen



Planung

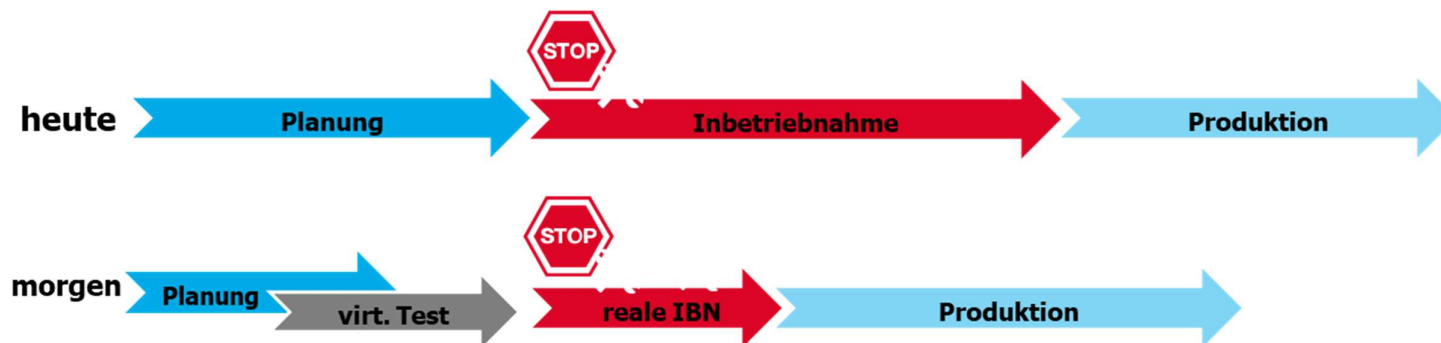
- Automatische Identifikation von benötigten Funktionalitäten bei Produktänderungen aufgrund der Selbstbeschreibung der Komponenten
- 3D Simulation von Prozessen

Virtuelle Inbetriebnahme

- Test von Änderungen mit dem Digitalen Zwilling der Anlage auch während die Anlage noch produziert

Produktion

- Kürzere Produktionsunterbrechung



6 Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Es sind im Berichtszeitraum keine Ergebnisse von dritter Seite bekannt geworden, die für die Durchführung des Vorhabens relevant waren.

7 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen

- Ausstellung des ZF BaSys Demonstrators bei der CeBit 2018 auf dem Stand des BMBF
- Veröffentlichung in der Zeitschrift „Automotiv“
Link: <https://www.automotiveit.eu/zf-und-dfki-zeigen-industrie-4-0-basissystem/news/id-0062111>
- Veröffentlichung in der Zeitschrift AUTOMOBIL PRODUKTION Ausgabe 07-08 | 2018
- Veröffentlichung in der Zeitschrift „AUTOMOBIL PRODUKTION“ Ausgabe 10 | 2018
- Veröffentlichung in der Fachzeitschrift „IM+io“ Ausgabe Dezember 2018
- Vortrag auf dem „Smart Factory Day“ 2018 in München
- Veröffentlichung in der Zeitschrift „AUTOMOBIL INDUSTRIE“ Ausgabe 11-12 | 2018
Link: <https://www.automobil-industrie.vogel.de/smart-factory-day-digitale-tools-und-menschen-a-773355/>
- HMI 2019 in einer Präsentation am Stand von ABB
- Vortrag auf den „Würzburger Industrietagen 2019“

Literatur

- [1] R. Drath, A. Luder, J. Peschke und L. Hundt, „AutomationML - the glue for seamless automation engineering,“ in IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), 2008.
- [2] Shannon, C. E.. Communication in the presence of noise. Proceedings of the IRE, 37(1), 10-21, 1949.