

# Entwicklung von KI-basierten Prozessoptimierung in einer vertrauenswürdigen verteilten Fertigung über die gesamte Prozesskette

S. Voges<sup>1</sup>, K.-F. Becker<sup>1</sup>, P. Fruehauf<sup>5</sup>, M. Heimann<sup>5</sup>, S. Nerreter<sup>5</sup>, R. Blank<sup>5</sup>, M. Erdmann<sup>5</sup>, S. Gottwald<sup>2</sup>, A. Hofmeister<sup>2</sup>, P. Lopuszanski<sup>2</sup>, M. Hesse<sup>3</sup>, M. Thies<sup>3</sup>, S. Mehrafsun<sup>6</sup>, R. Fust<sup>7</sup>, E. Beck<sup>7</sup>, M. Becicka<sup>7</sup>, J. Pawlikowski<sup>1</sup>, B. Schröder<sup>4</sup>, C. Voigt<sup>4</sup>, T. Braun<sup>1</sup>, M. Schneider-Ramelow<sup>4</sup>

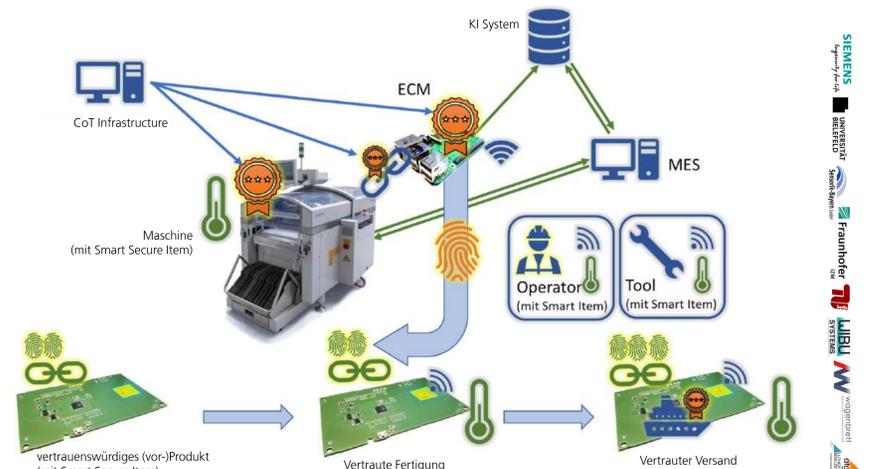
Die Digitalisierung von Fertigungsprozessen in der Industrie 4.0 erfordert die Vernetzung von Produktionsanlagen und die Nutzung von Daten zur Prozessoptimierung. Im Forschungsprojekt SiEvEI 4.0 wurden Smart Secure Items entwickelt, die den Prozessablauf manipulationssicher speichern können. Darüber hinaus wurden Edge-Computing-Module entwickelt, die Daten in der Produktion harmonisieren und vorverarbeiten, um mit Hilfe von KI Optimierungsvorschläge zu generieren. Das Paper beschreibt den Ablauf der verteilten Fertigung an zwei Standorten und stellt die Anforderungen an Hardware und Daten dar, um eine umfassende Datenerfassung zu gewährleisten. Es wird auch erläutert, wie eine einheitliche Datenerfassung und -auswertung von unterschiedlichen Unternehmen ermöglicht werden kann. Das Ergebnis zeigt, dass die Datenerfassung und die digitale Beschreibung der Prozesskette essentiell sind und maschinelles Lernen helfen kann, kritische Prozesse zu identifizieren und Optimierungsvorschläge abzuleiten.

## Das SiEvEI - Konzept

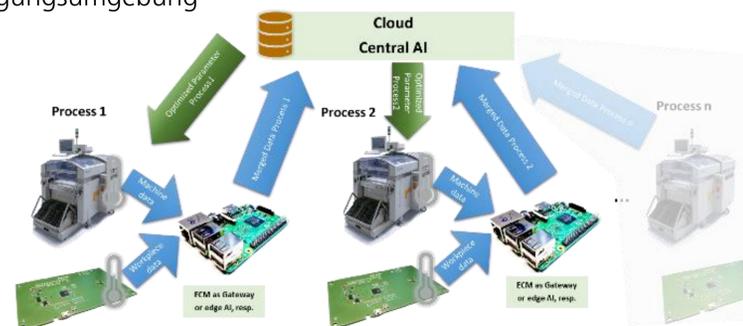
Im Rahmen des geförderten Projekts wurde ein Konzept entwickelt, das eine bestehende Fertigungsumgebung um Vertrauenswürdigkeit und maschinellem Lernen / künstlicher Intelligenz erweitert. Kernanforderungen des Konzepts waren:

- Chain-of-Trust (CoT) in Hard- und Software
- Bündelung von Datenströmen und Anbindung an übergeordnete Netzwerke
- KI-basierte Prozessoptimierungsvorschläge

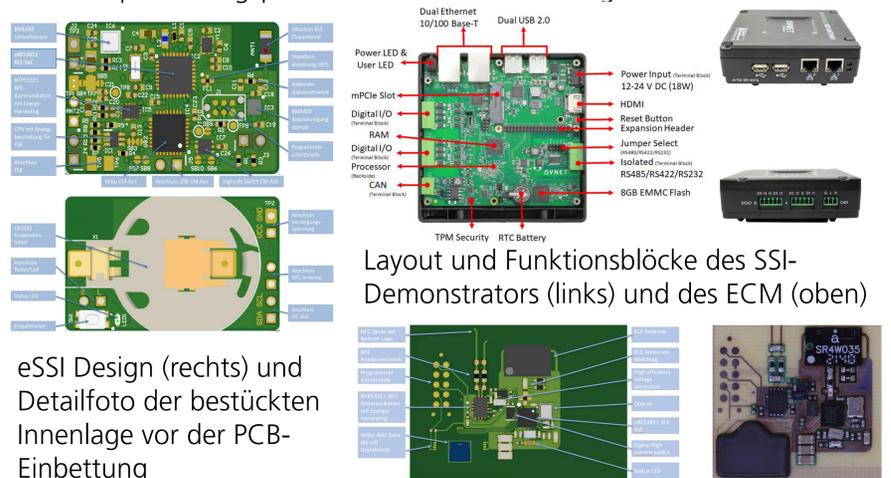
Die Erweiterung der Fertigungsumgebung um zusätzliche Sensoren erfolgte durch die Installation von Smart Secure Items (SSI). Ergänzende Edge-Computing-Module sammeln die Sensordaten der SSIs und die von den Maschinen bereitgestellten Daten. Um den Prozessablauf und die zugehörigen Prozessdaten manipulationssicher zu speichern, wurden Produkte mit embedded SSI ausgestattet. Die gesammelten Prozessdaten wurden darüber hinaus genutzt, um ein KI-Modell zu trainieren, fehlerhafte Lötstellen zu identifizieren und den Anwender mittels Live-Inferenz während der manuellen Lötstelleninspektion darauf aufmerksam zu machen. Das Konzept wurde an zwei Produktionsstandorten (Fraunhofer IZM und Siemens T) implementiert und erprobt.



Implementierung einer Chain-of-Trust Infrastruktur in einer bestehenden Fertigungsumgebung



Konzept der Zusammenführung von Prozessinformationen aus verschiedenen Quellen in der Cloud und Ableitung von Prozessoptimierungspotenzialen mittels KI entlang der Prozesskette



eSSI Design (rechts) und Detailfoto der bestückten Innenlage vor der PCB-Einbettung

## Kontakt

Steve Voges, Karl-Friedrich Becker  
Tel. +49 30 464 03 620 / 242  
steve.voges@izm.fraunhofer.de  
karl-friedrich.becker@izm.fraunhofer.de  
Fraunhofer IZM - Gustav-Meyer-Allee 25 - 13355 Berlin  
www.izm.fraunhofer.de

1 Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration, 13355 Berlin, Deutschland  
2 Sensorik Bayern GmbH, 93053 Regensburg, Deutschland  
3 Universität Bielefeld, Bielefeld, Deutschland  
4 Technische Universität Berlin, 10623 Berlin, Deutschland  
5 Siemens AG, 13629 Berlin, Deutschland  
6 Wagenbrett GmbH, 28329 Bremen, Deutschland  
7 WIBU-SYSTEMS AG, 76137 Karlsruhe, Deutschland