

# Forschungsbericht BWPLUS

## **HYBRIDES UEF-ZENTRUM**

von

Lara Waltersmann

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Förderkennzeichen: BWDU20101-20107

Laufzeit: 01.12.2019 – 30.11.2022

Finanziert aus Landesmitteln, die der Landtag Baden-Württemberg beschlossen hat.

November 2023



# **HYBRIDES UEF-ZENTRUM**

Aufbau eines Hybriden Zentrums für Ultraeffizienzfabriken  
durch intelligente Verknüpfung von Reallabor und virtuellen  
Steuereinheiten

## **Forschungsberichtsblatt**

Förderkennzeichen: BWDU20101-20107

**Projektleiterin**

**E-Mail**

Lara Waltersmann

lara.waltersmann@ipa.fraunhofer.de

## **1 Kurzbeschreibung der Forschungsergebnisse**

Vor dem Hintergrund der steigenden Umweltbelastung durch die verarbeitende Industrie wurde in den vergangenen Jahren unter der Leitung des Fraunhofer Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) das Konzept der Ultraeffizienzfabrik (UEF) entwickelt. Das Konzept postuliert die integrative Betrachtung von zwei Kernaspekten. Der erste Aspekt ist eine möglichst symbiotische Einbettung der Produktionsstätte in den umliegenden Lebensraum ohne störende Nebeneffekte, wie Lärm oder Emissionen. Der zweite Kernaspekt verfolgt eine Steigerung der Effizienz und Effektivität von Produktionssystemen, die u.a. im Zuge der Digitalisierung durch eine intelligente Nutzung von Maschinen- und Prozessdaten erzielt werden kann. Die voranschreitende Digitalisierung ist ein wesentlicher Stellhebel zur Optimierung von Produktionsprozessen und somit auch zur Erreichung der ambitionierten Ziele der Ultraeffizienzfabrik. Ziel dieses Projekts war daher der Aufbau eines hybriden Zentrums für Ultraeffizienzfabriken mittels intelligenter Verknüpfung von Reallabor und virtuellen Steuereinheiten realisiert werden. Durch die digitale Anbindung des Reallabors des Campus Schwarzwald an ein virtuelles Ultraeffizienz-ServiceCenter (USC) und durch den Pilotbetrieb zweier physischer Leitstände am Campus Schwarzwald und am Fraunhofer IPA soll die ökonomisch-ökologische Modernisierung der Wirtschaft vorangetrieben, neue Maßstäbe in der Produktion gesetzt und sowohl für Unternehmen als auch für Studierende der Ingenieursstudiengänge eine Erprobung digitaler Effizienztechnologien ermöglicht werden. Der erstmalige Aufbau des USC als ganzheitliches virtuelles Netzwerk zur Bereitstellung und Visualisierung von Daten mit dem Fokus auf alle fünf Handlungsfelder der Ultraeffizienzfabrik dient als Blaupause für eine gezielte Digitalisierung von Produktionsprozessen vor dem Hintergrund der Schaffung einer nachhaltigen (ultraeffizienten) Wertschöpfung. Zentrale Elemente waren dabei die Erfassung relevanter Daten, wie bspw. Material- und Energieverbräuche oder Qualitätsdaten. Ziel der Datenerfassung war dabei die ganzheitliche Auswertung und Analyse der Parameter zur Optimierung der Prozesse nach dem Leitbild der Ultraeffizienz.

Zudem wurden fünf Use Cases zur Identifikation und Umsetzung von konkreten Verbesserungspotentialen definiert und im Projekt umgesetzt:

- Der Use-Case Smart Maintenance integriert aktuelle IoT-Ansätze mit vorhandenen Support-Infrastrukturen des Maschinenherstellers um die Steigerung der Effizienz des Produktionssystems nach den Maßgaben der Ultraeffizienzfabrik durch die Prädiktion von Störungen zu erreichen, notwendige Instandhaltungstätigkeiten durch Einsatz von AR/VR-Technologien zu verkürzen und so die Produktionsunterbrechungen deutlich zu reduzieren.
- Das Ziel des Use-Case Ultraefficient Plant Simulation war die Konzeption, der Aufbau und die Weiterentwicklung einer Simulationsfabrik zur Realisierung eines ganzheitlichen Optimierungsansatzes mittels Kaizen Methoden. Hierbei wurde simuliert werden, inwieweit sich die Maßnahmen auf die Prozessabläufe der Simulationsfabrik in Bezug auf die Handlungsfelder Material, Personal, Energie, Emission und Organisation auswirken. Hierbei wurde insbesondere die didaktische Ebene beleuchtet, um einen optimalen Wissenstransfer zu ermöglichen.
- Das Ziel des Use-Case Intelligente Druckluft war der Aufbau und Betrieb eines Druckluftdemonstrators für die Bewertung von Leckageerkennungsverfahren nach den

Maßgaben der Ultraeffizienzfabrik. Anschließend wurde die Bewertung in ein datengetriebenes Servicekonzept überführt.

- Der Use-Case Gleichspannungsfabrik zeigt die energetischen Effizienzpotentiale mithilfe eines mobilen Messgeräts auf, die durch die Kopplung aller elektrischen Anlagen der Fabrik zu einem DC-Smart Grid entstehen. Vorteile sind eine stabile elektrische Versorgung mit hoher Verfügbarkeit der Produktion bei gleichzeitigem Erschließen von Energieeinsparpotenzialen.
- Der Use-Case Additive Fertigung zeigt Ultraeffizienzpotenziale von Additiver Technologie in Verbindung mit einer effizienten Gestaltung von Entwicklungsprozessen und Engineer-to-Order-Aufträgen auf. Dazu wurde die Prozesskette von Innovation, über Produktentwicklung bis zum Fertigprodukt analysiert.

## **2 Welche Fortschritte ergeben sich für die Wissenschaft und/oder Technik durch die Forschungsergebnisse?**

Durch dieses Projekt konnte das Themenfeld der Ultraeffizienzfabrik weiterentwickelt werden und erstmals ein Leitstand für die Ultraeffizienzfabrik, das USC, erstellt werden. Dieser berücksichtigt alle fünf Handlungsfelder – Energie, Material, Emissionen, Mensch/Personal und Organisation – und ermöglicht ein ganzheitliches Monitoring der Anlagen im Reallabor am Campus Schwarzwald sowie eine Identifikation von potentiellen Optimierungen anhand der erhobenen Kennzahlen. Innerhalb der Use Cases wurden zusätzlich innovative Lösungen erarbeitet und umgesetzt:

- Smart Maintenance: Umsetzung eines ganzheitlichen Assistenzsystems für Maschinenbediener zur zielgerichteten Bereitstellung von Handlungsempfehlungen und der interaktiven Unterstützung durch das AR-System zur Instandhaltung der Anlage
- Ultraefficient Plant Simulation: Erarbeitung einer Wissensvermittlung für die Ultraeffizienzfabrik auf Basis von Runden und einer Lernfabrik
- Intelligente Druckluft: Entwicklung eines Algorithmus zur Druckluftleckageerkennung mithilfe von KI
- Gleichspannungsfabrik: Entwicklung eines mobilen Messgeräts zur Identifikation von energetischen Effizienzpotentiale durch DC
- Additive Fertigung: Untersuchung der Gestaltung von Entwicklungsprozessen und Engineer-to-Order-Aufträgen bei Einsatz von additiver Fertigung im Vergleich zu konventioneller Fertigung und Umsetzung von Prototypen zur Umstellung auf additive Fertigung

### **3 Nutzen, insbesondere praktische Verwertbarkeit der Ergebnisse und Erfahrungen**

Der Leitstand für Ultraeffizienzfabriken wird zum einen für Demonstrationszwecke und zum anderen für wissenschaftliche Zwecke weiter genutzt werden. Insbesondere Unternehmen kann durch den Leitstand der Mehrwert der Ultraeffizienzfabrik veranschaulicht werden und hier einen wesentlichen Beitrag zur Verbreitung des Konzepts und der Operationalisierung in der Industrie leisten. Hierbei wird der Leitstand sowohl vom Campus Schwarzwald als auch vom Fraunhofer IPA interessierten Unternehmen, Verbänden und auch weiteren Vertretern aus Industrie, Politik oder Gesellschaft vorgestellt. Der Leitstand wird außerdem zur Datenerhebung und weiteren Forschung benötigt, um beispielsweise Synergien und Trade Offs zwischen den Handlungsfeldern untersuchen zu können.

Die Use Cases konnten außerdem eine weitere erfolgreiche praktische Umsetzung der Ergebnisse sicherstellen:

- **Smart Maintenance:** : Durch das realisierte ganzheitliche Assistenzsystem – vom Maschinenzustand bis zu zielgerichteten Handlungsempfehlungen in Kombination mit der interaktiven Unterstützung durch das AR-System – konnte ein skalierbarer smarter Service zur Steigerung der Effizienz des Produktionssystems realisiert werden. Dieser smarte Service kann mit geringem Aufwand auf weitere Anlagentechnologien und unternehmensindividuelle Produktionssysteme transferiert werden.
- **Ultraefficient Plant Simulation:** Ein ganzheitlicher Ansatz der Simulation kann dazu beitragen, den Transfer in die Praxis zu erleichtern und den praktischen Nutzen zu erhöhen. Denn durch die Berücksichtigung aller relevanten Faktoren können realitätsnahe Szenarien geschaffen werden, die eine Vorbereitung auf zukünftige Herausforderungen ermöglichen. Dabei geht es nicht nur um die Simulation konkreter Produktionsprozesse, sondern auch um die Sensibilisierung für zukünftige Handlungsfelder eines Unternehmens. Ein wichtiger Aspekt dabei ist die Nachhaltigkeit. Denn Nachhaltigkeit ist eine der großen Herausforderungen unserer Zeit und betrifft alle Unternehmen in unterschiedlichem Maße. Die Simulation kann dabei helfen, die Wichtigkeit und Relevanz der drei Säulen der Nachhaltigkeit – ökonomisch, ökologisch und sozial – herauszustellen.
- Durch die Simulation können Unternehmen diese Aspekte ganzheitlich betrachten und in ihre Entscheidungen einbeziehen. So können sie sich besser auf zukünftige Herausforderungen vorbereiten und ihre Nachhaltigkeitsstrategie verbessern.
- **Intelligente Druckluft:** Die entwickelten Algorithmen stellen für Anlagenbetreiber und -nutzer neue Möglichkeiten dar die Ultraeffizienz von Druckluftanlagen zu steigern. Aktuell erfolgt die Übertragung der erzielten Ergebnisse in die Industrie im Rahmen einer Entwicklungspartnerschaft mit einem großen Sensorhersteller.
- **Gleichspannungsfabrik:** Das DC-Smart Grid versorgt die Verbraucher in der Fabrik effizienter mit Strom, spart Ressourcen in der Infrastruktur durch weniger Leiter und weniger leistungselektronischer Wandler und führt zu einer robusten Energieversorgung, die durch eine vereinfachte Speicherintegration vor Betriebsstörungen schützt. Ein besonderes Hemmnis bei der Einführung ist der unklare, konkrete Nutzen für das Unternehmen. Die

Lösung, die in diesem Use Case erarbeitet wurde, begegnet diesem Hemmnis. Das Messvorgehen erlaubt ein strukturiertes Erfassen individueller, konkreter Potenziale und ein fundiertes Abschätzen selbiger, für den Fall, dass das System auf Gleichstrom umgerüstet wird. Das Messsystem bietet eine Lösungsmöglichkeit, wie die Hardware für eine solche Messungen gestaltet werden kann und damit der Potenzialermittlungsaufwand reduziert wird.

- Additive Fertigung: Insgesamt konnte im Rahmen des Projekts eine umfangreiche Datenbasis ausgewertet werden um die Potentiale der additiven Fertigung im Kontext der Ultraeffizienz zu bewerten und Entscheidungsgrundlagen zu schaffen, die bei der Auswahl des Fertigungsverfahrens unterstützen. Für die praktische Umsetzung bei Horvath bedeutet dies flexiblere Fertigungsmöglichkeiten und Einsparung von Material und Energie.

#### **4 Konzept zum Ergebnis- und Forschungstransfer auch in projektfremde Anwendungen und Branchen**

Durch den praxisorientierten Ansatz des Projekts und die Einbindung von Unternehmen, gepaart mit dem wissenschaftlich fundierten Vorgehen der beteiligten Partner, wurde eine breite Übertragbarkeit, Verbreitung und Adaptierbarkeit der Ergebnisse sichergestellt.

Bereits während des Projekts wurden diverse Aktivitäten zur Verbreitung und Übertragung des Konzepts in Form von Vorträgen, industrienahen sowie wissenschaftlichen Veröffentlichungen umgesetzt. Hierdurch konnten insgesamt vier wissenschaftliche Veröffentlichungen erstellt und sieben industrienahen Vorträge gehalten werden. Zusätzlich ist das Projekt auf diversen Websites, insbesondere der Projektpartner, vertreten. Die Website [www.ultraeffizienzfabrik.de](http://www.ultraeffizienzfabrik.de) bietet dabei auch über die Projektlaufzeit hinaus einen zentralen Anlaufpunkt für die Aktivitäten in diesem Themenbereich.

In Abstimmung mit dem Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg erfolgte außerdem im Schulterschluss mit dem Projekt »Ultraeffizienz4Industriegebiete« die öffentliche Abschlussveranstaltung. Ziel dieses Formates war es die Ergebnisse beider Projekte vorzustellen und zu demonstrieren, um die Potenziale für Folgeaktivitäten mit den anwesenden Vertretern aus Industrie und kommunaler Verwaltung zu diskutieren.

Des Weiteren wird der Leitstand auch in Zukunft weiter genutzt und weiterentwickelt werden und ist nicht nur für Unternehmen aus den projektbeteiligten Branchen interessant, sondern kann auch auf weitere Branchen, insbesondere aus produzierenden Branchen allgemein, übertragen werden. Insbesondere die Demonstrationen des Leitstands werden einen Transfer der Erkenntnisse in die Industrie sicherstellen.