

## **Gestaltung unternehmensübergreifender Kooperationsnetzwerke mit dem digitalen Zwilling**

Torsten BOEHME<sup>1</sup>, Fadi GEORGES<sup>1</sup>, Anna-Sophia HENKE<sup>2</sup>, Norman REßUT<sup>2</sup>

*<sup>1</sup> Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung*

*Abteilung: Logistik- und Fabriksysteme*

*Sandtorstraße 22, D-39106 Magdeburg*

*<sup>2</sup> Fachgebiet: Arbeitswissenschaft/ Arbeitspsychologie*

*Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg*

*Lehrgebäude 3a Siemens-Halske-Ring 14, D-03046 Cottbus*

**Kurzfassung:** Produktionssysteme werden technisch immer komplexer, da immer höhere Anforderungen an die Effizienz und Flexibilität der Produktionsanlagen gestellt werden. Der Anspruch an eine moderne Produktion: kundenindividuelle Fertigung, hohe Qualität, schnelle Produktionsrate. Mit dem Wandel zur Industrie 4.0 werden Produktion und modernste Informations- und Kommunikationstechnologien miteinander verzahnt. Der Digitalisierungsgrad der industriellen Fertigung und der Wertschöpfungsketten steigt. Die Nutzung eines digitalen Unterstützungssystems bietet großes Potenzial. Es ermöglicht allen Fachkräften eine gemeinsame, globale Sicht auf eine Produktionsanlage und eine einfachere Zusammenarbeit. Der digitale (Anlagen-)Zwilling bietet dafür die Basis und besteht aus Dokumenten sowie Strukturinformationen, ist zudem ein dynamisches Modell und kann somit reale Zustände der Anlage in Echtzeit digital abbilden. Langfristiges Ziel des Vorhabens ist es, Unternehmen zu einer fortschrittlichen, kooperativen Arbeitsweise zu befähigen, ihre Arbeitsorganisation zu verbessern, gemeinsame Instandhaltungsmaßnahmen zu optimieren oder neue datenbasierte Dienstleistungen anzubieten. Daher ist die Entwicklung einer Kooperationsplattform als Prototyp sowie ein konkreter Leitfaden mit den übertragbaren Handlungsempfehlungen geplant. Dieser Beitrag leistet einen Überblick von dem Arbeitshintergrund und der Notwendigkeit von unternehmensübergreifenden Kooperationsnetzwerken mit dem digitalen Zwilling und beschreibt die Inhalte und Zielstellungen des BMBF-geförderten Kooperationsprojektes NedZ.

**Schlüsselwörter:** industrielle Digitalisierung, digitaler Zwilling, Anlagendatenstruktur, Kooperations-Arbeitssystemgestaltung, Wertschöpfungsketten, Prozessmanagement

### **1. Einleitung und Arbeitshintergrund**

Die zielgerichtete Prozesswertschöpfung und die damit verbundenen Mehrwerte durch die Digitalisierung gewinnen in den letzten Jahren insbesondere in der Industriebranche zunehmend an Bedeutung. Die Forschung auf diesem Gebiet sowie Umsetzungen in der Praxis im Bereich der industriellen Digitalisierung schreiten stark voran. Zunehmend werden auch strukturelle Einflüsse auf Prozesse und Wertschöpfungsketten thematisiert. (Wischmann et al. 2015)

Die Einführung einer digitalen Lösung für die Industrie ist sehr fallspezifisch und wird im Einzelnen pro Akteur entlang seiner Prozessabläufe betrachtet. Dies bezieht sich überwiegend auf den Bereich Maschinen- und Anlagenbau sowie ihre produzierenden Kunden bzw. Anlagenbetreiber, da hier besonders die Steigerung der Wertschöpfung durch die Digitalisierung erkannt worden ist.

Um dem stetig wachsenden Wettbewerbsdruck gerecht zu werden, geht die Erhöhung des Digitalisierungsgrades stets auch mit einer zunehmend wachsenden technischen Komplexität moderner Produktionssysteme einher. Das gleichzeitige Auftreten dieser beiden Aspekte erschwert den Akteuren die Erfassung von Anlagenfunktionen, Wirkzusammenhängen sowie die Auswirkungen von Änderungen in Parametern und Einstellungen. Diese Komplexität lässt sich im Anlagenbetrieb durch Änderungen von Arbeitsprozessen und -tätigkeiten sowie Kooperationsstrukturen deutlich wahrnehmen (Ansari et al. 2018). Diese müssen, gerade auch für die in diesen Prozessen und Arbeitsstrukturen Mitarbeitenden, handhabbar bleiben und dürfen keine zusätzlichen Belastungspotenziale generieren.

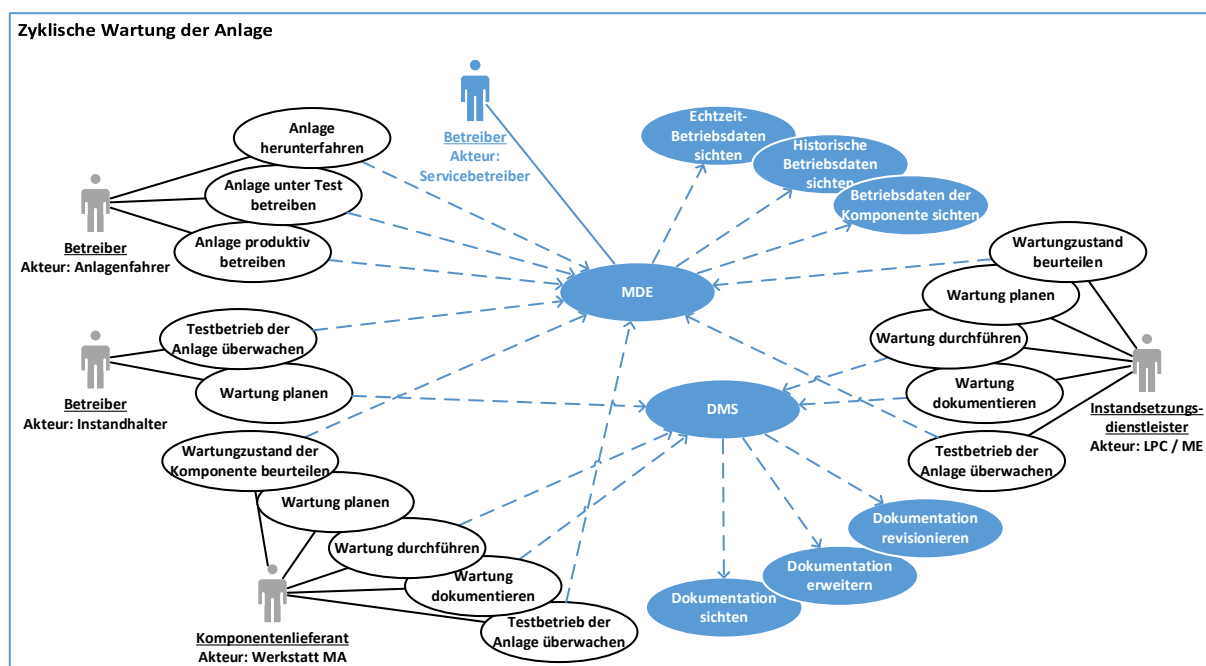
Aus allen diesen Gründen nimmt die Bedeutung eines unternehmensübergreifenden Informationsmanagements und Wissensaustauschs innerhalb von Kooperationsstrukturen bzw. zwischen den Wertschöpfungspartnern rund um den Anlagenlebenszyklus schnell zu. In diesem Sinne ist eine kooperationsübergreifende digitale Repräsentanz erforderlich. Diese digitale Repräsentanz entspricht im weitesten Sinn der Definition eines digitalen Zwillings, welche dem Verständnis von unternehmensübergreifenden Kooperationsnetzwerken im Rahmen des diesem Beitrag zugrundeliegenden Vorhabens dient. Entsprechend dieses Verständnisses ist der Zwilling das digitale Modell eines realen Objektes und/oder Prozesses einer Anlage. Er beinhaltet eine organisierte Datensammlung aus digitalen Dokumenten und Strukturinformationen entlang des Lebenszyklus und bildet reale Zustände ab (Negri et al. 2017). Drauf aufbauend ist der digitale Zwilling als Konzept und Mittel für den Einsatz im Rahmen dieser unternehmensübergreifenden Kooperationsstrukturen sehr gut geeignet.

## **2. Detaillierte Untersuchung und Analyse vorhandener Prozesse in den KMUs und Ableitung von Kooperationsprozessen**

Um die Einführungspotenziale einer neuen digitalen Lösung zu identifizieren, sind eine detaillierte Analyse der Wertschöpfungsstrukturen sowie die Identifikation der potenziellen Mehrwerte und Hemmnisse im Einzelnen für jedes Unternehmen in der Kooperationsstruktur zielführend. Deshalb wurde zunächst eine detaillierte Prozessanalyse des aktuellen Prozessstandes der am Vorhaben beteiligten Anwendungspartner durchgeführt und dokumentiert. Dadurch entsteht vorrangig ein Verständnis davon, wie die Unternehmensstruktur einem Kardinalprozess folgt und wie die Arbeitsabläufe technisch und hinsichtlich des Arbeitssystems aufgebaut sind. Die damit einhergehende Analyse erfolgte primär aus der Geschäftsmodellperspektive sowohl auf Ebene der Geschäftsführung als auch auf Ebene der Mitarbeitenden. Die Prozessmodellierung fokussiert auf die Identifikation der Wertschöpfungsstrukturen, deren transparente Darstellung, die Verantwortungszuordnung von Prozessen und deren beteiligten Akteure (Gaitanides 2009).

Die Prozessanalyse und -modellierung wurde zunächst individuell pro Anwendungspartner durchgeführt, um im nächsten Schritt ein Kooperationsprozessmodell für alle Partner zu entwickeln. Dies betrifft primär die direkte unternehmensübergreifende Zusammenarbeit und die dafür erforderliche Daten- und Szenarienunterstützung und

wurde sowohl für die Anlagenentwicklung als auch für den Anlagenbetrieb erstellt. Zudem werden die in den Kooperationsprozessen beteiligten Akteure, ihre Arbeitsplätze und -umgebungen aus arbeitswissenschaftlicher Perspektive betrachtet, und daraus die Arbeitssystemgestaltung abgeleitet. Die beteiligten Positionen werden dabei aus technischer Funktionsperspektive betrachtet, indem die Interaktion der Beteiligten mit den Funktionen des unternehmensübergreifenden digitalen Zwillings im Sinne der Mensch-Maschine-Interaktion untersucht wird. Dies erfolgt parallel zu der Identifizierung von Anwendungsszenarien, wo die initiale Umsetzung der neuen Kooperationsstrukturen mit den entsprechenden Rollen der Unternehmen, den grundlegenden kooperativen Arbeitsprozessen und dem Ordnungsrahmen erarbeitet und modelliert wird. Hierbei werden die Führungskräfte sowie die direkt und indirekt involvierten Beschäftigten einbezogen, um eine breite und frühzeitige Partizipation der Beteiligten aus den Unternehmen zu ermöglichen. Über die wirtschaftlich-strategischen Kriterien hinaus fließen weitere Perspektiven in die Entscheidung. Die Anwendungspartner bringen ihre Gestaltungsperspektiven bei der Identifikation relevanter Anwendungsszenarien und der Gestaltung der Kooperationsstrukturen ein. All diese Ergebnisse bilden die Planungsbasis für die praktische Umsetzung der Kooperation. Um den Übergang zur Entwicklung eines Softwareprototyps zu vereinfachen, wurden die so entstandenen Modelle und Anwendungsszenarien in Form von Use-Case-Diagrammen, einem Verhaltensdiagramm der UML-Notation (UML: Unified Modeling Language) beschrieben (Kobryn 2001) (Abbildung 1).



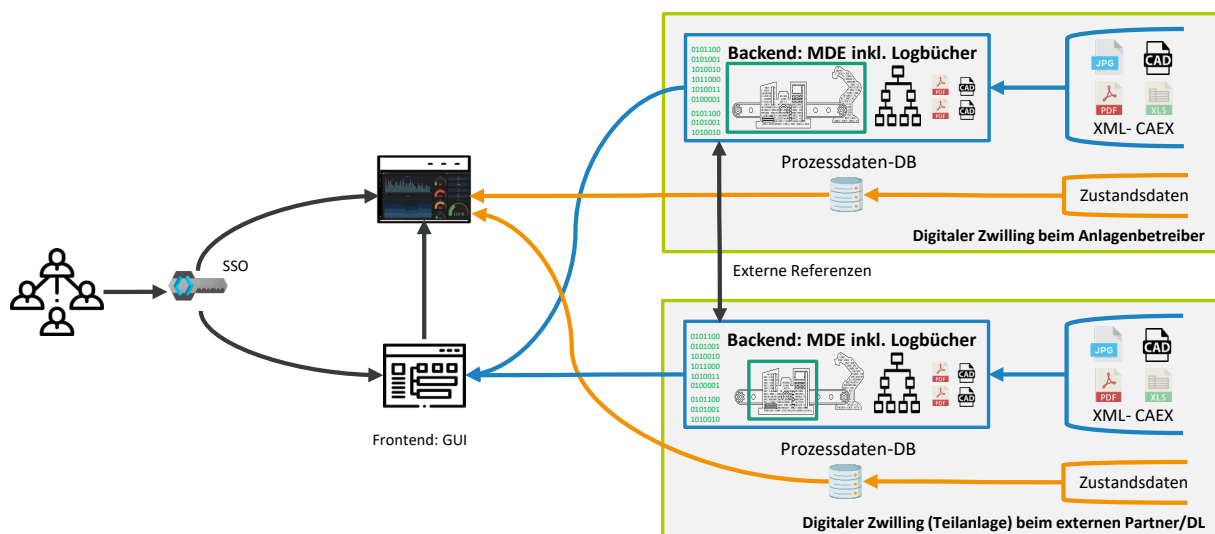
**Abbildung 1:** Exemplarische Darstellung eines Use Case Diagrams für den kooperativen Prozess der zyklischen Wartung mit MDE: Maschinendatenerfassung und mit DMS: Dokumentenmanagementsystem

### 3. Technische Aspekte der datenbasierten unternehmensübergreifenden Kooperation

Der nächste Baustein, nachdem die Kooperationsstrukturen und deren Ergebnisse festgelegt wurden, ist die Untersuchung und Konzipierung der Methoden der datenbasierten Kooperation mit dem unternehmensübergreifenden digitalen Zwilling. Dies umfasst die unternehmensübergreifende Aktualisierung von Anlagenabbildung und Dokumentation, die Integration verschiedener Datenstände und Datenstrukturen der jeweiligen Partner im Wertschöpfungsnetzwerk und der Informationszugriff sowie die Informationserfassung im kooperativen Arbeitsprozess. Der Informationszugriff wird durch geeignete Rechte- und Rollenstrukturen, insbesondere die Wahrung von Geschäftsgeheimnissen der Wertschöpfungspartner umgesetzt.

Die konkrete Konzipierung der IT-Methoden erfolgt auf Grundlage der ermittelten Anforderungen und der initialen Kooperationsstrukturen, wobei zunächst der Stand der Technik bei dem jeweiligen Anwendungspartner untersucht und mit den verfügbaren geeigneten Technologien abgeglichen wird. Darauf aufbauend werden die Anforderungen zu den Datenerfassungs- und -verarbeitungsmethoden in übertragbare User Stories entsprechend des nutzerzentrierten Systemdesigns überführt.

Als Ergebnis entsteht ein Prototyp bzw. prototypische Umsetzung, dessen technologische Entwicklung aufbauend auf dem methodischen IT-Konzept (Abbildung 2) durchgeführt wird.



**Abbildung 2:** Vereinfachte Darstellung der IT-Struktur zur unternehmensübergreifenden Kooperation

Um die IT-Methoden zu evaluieren und die ersten Funktionen praxisnah zu testen, wird die prototypische Umsetzung durch die zukünftigen Akteure und Nutzergruppen bereits während des Entwicklungsprozesses begleitet und bewertet.

Zentrale Entwicklungsinhalte sind die Struktur und unternehmensübergreifende Bereitstellung der Daten des digitalen Zwillings, die Integrationsprozesse bei Aktualisierung der Daten, Integration der Strukturen der Kooperation in die digitale Datenbasis (Rechte / Sichten der Nutzergruppen, Änderung der Zusammensetzung des Wertschöpfungssystems) und anwendungsgerechter Datenzugriff für die identifizierten Szenarien. Zum Testen der Funktionen werden außerdem pilothaft Daten erfasst und bereitgestellt.

#### **4. Arbeitswissenschaftliche Aspekte der datenbasierten Kooperation**

Im Projekt ist der digitale Zwilling zentrales Arbeitswerkzeug für Bediener\*innen, Instandhalter\*innen und Ingenieur\*innen zugleich. Sie arbeiten individuell mit den Daten und sind somit indirekt miteinander vernetzt. Daraus resultiert kooperatives und zugleich entkoppeltes Handeln auf Datenebene, welches eine belastungsoptimierte Arbeitssystemgestaltung erfordert. Dies birgt Herausforderungen für die Arbeitsprozesse, die Digital- und Sozialkompetenzen und Akzeptanz der Beschäftigten, des gesamten sozio-technischen Systems. Insbesondere die Einbeziehung der Nutzer\*innen in den Entwicklungsprozess der Kooperationsplattform sollen helfen, vorhandene Barrieren und Hemmnisse zu identifizieren, um diesen mit der prospektiven Mitgestaltung des technologischen Prototyps des digitalen Zwillings gezielt entgegenwirken zu können. Sowohl gezielte Kommunikation als auch anonyme Befragungen der Akteure dienen mit den daraus gewonnenen Informationen als Grundlage für die Arbeitssystemgestaltung. Die ergonomische Ausgestaltung der digitalen Arbeit im Projektkontext soll nachhaltig die Akzeptanz und Nutzbarkeit befördern, um damit die tatsächliche Anwendung im betrieblichen Alltag sicherzustellen. Das ausführliche Vorgehen wurde bereits in (Henke & Hoppe 2021) und (Henke et al. 2022) dargestellt. Somit fokussiert das Verbundprojekt, neben der besseren Vernetzung der Unternehmen, auch die Stärkung der demografie-sensiblen, altersadäquaten Steigerung der Fähigkeiten und Kompetenzen der Arbeitskräfte. Die diesbezügliche wissenschaftliche Auseinandersetzung und Beantwortung einhergehender arbeitswissenschaftlicher Fragestellungen beziehen sich auf die Veränderung von Arbeitsprozessen und Kompetenzanforderungen, Sicherstellung von Akzeptanz sowie die Auswirkungen auf Kommunikationsvorgänge als auch eine adäquate Informationsgestaltung.

Auf Grundlage der aus dem Projekt gewonnenen Erkenntnisse erfolgt die Erarbeitung eines generalisierten Leitfadens für die Gestaltung datenbasierter Kooperationsnetzwerke mit digitalem Zwilling, in dem arbeitswissenschaftliche Aspekte nachhaltig berücksichtigt werden.

Mit dem Projekt werden somit zwei wesentliche Seiten einer solchen Einführung von digitalen Kollaborationsplattformen beleuchtet. Einerseits die Erfordernisse der technischen und organisationalen Umsetzung sowie andererseits die Gelingensbedingungen aus menschzentrierter Perspektive.

#### **5. Literatur**

- Ansari F, Khobreh M, Seidenberg U, Sihn W (2018) A problem-solving ontology for human-centered cyber physical production systems. In: CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology 22, 91–106. DOI: 10.1016/j.cirpj.2018.06.002.
- Gaitanides M (2009) Geschäftsprozess und Prozessmanagement. In: Karl Willbers (Hg.): Prozessorientierte Wirtschaftsdidaktik und Einsatz von ERP-Systemen im kaufmännischen Unterricht. Aachen: Shaker Verl. (Texte zur Wirtschaftspädagogik und Personalentwicklung, 4), 11–21.
- Henke A, Hoppe A (2021) Arbeitswissenschaftliche Aspekte digitaler Kollaboration In: ARBEIT HUMANE gestalten. Proceedings des 67. Frühjahrskongresses der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, B10.5, GfA-Press Dortmund.
- Henke A, Ganßauge R, Hoppe A (2022) Akzeptanz neuartiger Kollaborationen In: Technologie und Bildung in hybriden Arbeitswelten. Proceedings des 68. Frühjahrskongresses der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, 2301, in press.
- Kobryn C (2001) Introduction to UML: Structural and Use Case Modeling. Hg. v. OMG and Contributors: Crossmeta, EDS, IBM, Enea Data, Hewlett-Packard, IntelliCorp, Kabira Technologies, Klasse Objecten.

- Negri E, Fumagalli L, Macchi M (2017) A Review of the Roles of Digital Twin in CPS-based Production Systems. In: Procedia Manufacturing 11, 939–948. DOI: 10.1016/j.promfg.2017.07.198.
- Wischmann S, Wangler L, Botthof A (2015) Eine Studie im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm AUTONOMIK für Industrie 4.0. Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland. Unter Mitarbeit von Dr. Steffen Wischmann. Hg. v. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Öffentlichkeitsarbeit. Online verfügbar unter <https://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/autonomik-40-studie-marktterspektiven-broschuere.pdf>, zuletzt geprüft am 05.08.2020.

**Förderhinweis:** Das Forschungsprojekt NedZ wird im Rahmen des Programms »Zukunft der Arbeit« (FKZ: 02L18B500ff.) vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und dem Europäischen Sozialfonds (ESF) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei dem/der Autor/in.



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

## Technologie und Bildung in hybriden Arbeitswelten

68. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und  
Fabrikautomatisierung IFF, Magdeburg

02. – 04. März 2022

---

## GfA-Press

---

**Bericht zum 68. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 02. – 04. März 2022**

**Otto-von Guericke-Universität Magdeburg;  
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Sankt Augustin: GfA-Press, 2022  
ISBN 978-3-936804-31-7

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Sankt Augustin**

**Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

### **Geschäftsstelle der GfA**

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003

Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

[info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](mailto:info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de) · [www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de](http://www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de)

### **Screen design und Umsetzung**

© 2022 fröse multimedia, Frank Fröse

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)