

Produktentwicklung in der digitalisierten Welt – Virtuelle Inbetriebnahme aus prozessbezogener, methodisch-technischer sowie personeller Sicht

Hilko PAULSEN¹, David INKERMANN², Victoria ZORN¹,
Nine REINING¹, Thomas VIETOR², Simone KAUFFELD¹

*¹ Abteilung für Arbeits-, Organisations- und Sozialpsychologie
Technische Universität Braunschweig*

Spielmannstraße 19, D-38106 Braunschweig

*² Institut für Konstruktionstechnik, Technische Universität Braunschweig
Langerkamp 8, D-38106 Braunschweig*

Kurzfassung: In diesem Beitrag werden Ergebnisse der Fallstudie eines Maschinen- und Anlagenbauunternehmens für das Arbeitsszenario der „virtuellen Inbetriebnahme“ berichtet. Im Rahmen der „virtuellen Inbetriebnahme“ sollen mithilfe neuer Entwicklungstechnologien Aufgaben der bestehenden Arbeitsvorbereitung und Inbetriebnahme in ein virtuelles Arbeitsumfeld verlagert werden. Ziel dieser Virtualisierung ist es, die Gesamtentwicklungszeit deutlich zu reduzieren. Die sich hierbei ergebenden Veränderungen werden in der Fallstudie aus prozessualer, methodisch-technischer und personeller Sicht analysiert. Die Ergebnisse veranschaulichen, wie hierbei fachliche wie überfachliche Kompetenzen wechselwirken. Durch die Verknüpfung der drei Sichten durch strukturierte Prozessmodelle ermöglicht es zudem, fachliche und überfachliche Kompetenzanforderungen zukünftiger Produktentwicklungsprojekte zu analysieren und einzelnen Aufgaben zuzuordnen. Handlungsempfehlungen für den Umgang mit Herausforderungen (z.B. geeignete Methodenauswahl) umfassen u.a. die Nutzung eines Reflexionsinstrumentes, welches zur Prozessbegleitung von Projektarbeit genutzt werden kann.

Schlüsselwörter: Produktentwicklung, Kompetenzanforderung, Digitalisierung, Inbetriebnahme, Prozessmodellierung

1. Ausgangslage: Produktentwicklung in der digitalisierten Arbeitswelt

Arbeit verlagert sich vielfach in virtuelle Räume. Neue Informations- und Kommunikationstechnologien ermöglichen nicht nur das standortübergreifende Arbeiten (z.B. Dulebohn & Hoch, 2017; Kauffeld et al., 2016), sondern kollaborative Zusammenarbeit (Raghuram et al., in press). Auch bei der Entwicklung komplexer Produkte wie Maschinen und Anlagen werden zunehmend digitale Technologien und virtuelle Arbeitsumgebungen eingesetzt. Im Vordergrund steht beispielsweise die Verlagerung von Funktionsabsicherungen mithilfe virtueller Prototypen. Hierbei arbeiten interdisziplinären Entwicklungsteams teilweise ortsübergreifend zusammen und präsentieren und diskutieren ihre Arbeitsergebnisse mithilfe von Simulationen. In diesem Beitrag werden Ergebnisse der Fallstudie eines produzierenden Maschinen- und Anlagenbauunternehmens für das zukünftige Arbeitsszenario der „virtuellen Inbetriebnahme“ aus dem BMBF geförderten Projekt KAMiiSo berichtet. Das betrach-

tete Unternehmen entwickelt und produziert in Deutschland Schuhbesohlungsmaschinen für den internationalen Markt. Zur Qualitätssicherung wird derzeit jede Maschine vor Auslieferung und Installation beim Kunden vollständig aufgebaut und ihre Funktionsweise überprüft. Für dieses etablierte Vorgehen spricht, dass während der Inbetriebnahme in Deutschland Anpassungen effizient vorgenommen werden können, während dies an den Standorten der Kunden deutlich aufwändiger ist. Gleichzeitig entfallen auf die Inbetriebnahme ein Großteil der Gesamtentwicklungszeit und -ressourcen, da in dieser Phase des Produktentstehungsprozesses die Integration der Ergebnisse unterschiedlicher Entwicklungsdomänen erfolgt. Aus diesem Grund strebt das Unternehmen eine virtuelle Inbetriebnahme an, bei der einzelne Teilsysteme frühzeitig durch entsprechende Simulationslösungen überprüft werden können und eine stark parallelisierte Entwicklung der einzelnen Domänen (Mechanik, Steuerung, Elektronik) ermöglicht wird. Das Szenario „virtuelle Inbetriebnahme“ bildet die Grundlage für eine Fallstudie. Dieser Fallstudie liegt ein interdisziplinärer konzeptioneller und theoretischer Rahmen zu Grunde.

2. Konzeptioneller und theoretischer Rahmen der Fallstudie

Den konzeptionellen Rahmen für die Durchführung der Fallstudie bilden drei zentrale Sichtweisen auf die Produktentwicklung sowie deren Verknüpfung (Bavendiek et al. 2017): (1) Prozessbezogene Sicht, (2) methodisch-technische Sicht sowie (3) personelle Sicht. In der prozessbezogenen Sicht werden (Entwicklungs-)Aktivitäten, Ereignisse sowie Informations- und Kommunikationsflüsse erfasst und in der Regel deskriptive Ist- und präskriptive Soll-Prozesse beschrieben. Gleichzeitig umfasst die Prozesssicht die Festlegung von Verantwortlichkeiten. Die methodisch-technische Sicht umfasst die im Produktentwicklungs- und Produktentstehungsprozess eingesetzten und einzusetzenden Methoden, Tools und Hilfsmittel. Dies können einfache Hilfsmittel wie Checklisten, Kommunikationsformate wie Webkonferenzen oder spezifische Methoden (z.B. Einfluss-Änderungs-Methode) und Simulationslösungen sein. Die personelle Sichtweise erfasst Anforderungen und Ressourcen im Arbeitsprozess sowie im Besonderen Kompetenzanforderungen im Produktentwicklungs- und Produktentstehungsprozess.

Die skizzierten Sichten ergänzen sich und wechselwirken miteinander. Durch die Zusammenführung der Sichten in strukturierten Prozessmodellen können einerseits Veränderungen von Arbeitsabläufe, Zuständigkeiten und beispielsweise Freigaben (Prozesssicht) aufgezeigt werden, andererseits können durch detaillierte Betrachtung einzelner Aktivitäten Veränderungen fachlicher und überfachlicher Kompetenzanforderungen dokumentiert werden. Der konzeptionelle und theoretische Rahmen kann insofern als Spezifizierung des allgemeinen Mensch-Technik-Organisation-Ansatzes (vgl. z.B. Ulich, 2011) verstanden werden, da er Wechselwirkungen zwischen Mensch, Technik und Organisation berücksichtigt. Ausgehend von den beschriebenen Sichtweisen wurden in der Fallstudie folgende Fragestellungen fokussiert:

- Wie lassen sich Prozesse gegenwärtig beschreiben? Inwieweit gibt es Hotspots, die besondere Aufmerksamkeit bedürfen? Wie sollten Prozesse zukünftig gestaltet werden?
- Welche Hilfsmittel werden gegenwärtig genutzt? Welche sollten zukünftig in den Prozess eingebunden werden?
- Welche Anforderungen und Ressourcen sind gegenwärtig von Bedeutung?

- Welche Kompetenzanforderungen stellen sich gegenwärtig und zukünftig an die Beschäftigten?

Die folgenden Abschnitte beschreiben Vorgehen sowie zentrale Ergebnisse und Schlussfolgerungen für das Arbeitsszenario „virtuelle Inbetriebnahme“.

3. Methodisches Vorgehen

Für die Durchführung der Fallstudie wurde ein strukturiertes Vorgehen zugrunde gelegt. Zur Erarbeitung eines Soll-Prozessmodells wurden zunächst Ist-Prozesse deskriptiv erfasst, um bestehende Aktivitäten und Verantwortlichkeiten sowie Informations- und Kommunikationsflüsse zu ermitteln. Flankierend wurden durch Interviews und Befragungen sowie Workshops (veränderte) Kompetenzanforderungen ermittelt. Zunächst wurden anhand vorhandener Dokumente sowie Workshops prozessbeteiligter Fach- und Führungskräften des Unternehmens Ist-Prozesse beschrieben und in Form von Business Process Model and Notation (BPMN) aufbereitet. Parallel wurden semi-strukturierte Interviews (N=5) zur Erfassung von Kompetenzanforderungen sowie bisher eingesetzter Methoden, Hilfsmittel und Kommunikationsmittel im Entwicklungsprozess durchgeführt. Eine ergänzende Befragung diente vorrangig der Erfassung von Anforderungen und Ressourcen im gegenwärtigen Arbeitsprozess (N=54). In einem weiteren Workshop wurden die Kompetenzanforderungen hinsichtlich ihrer gegenwärtigen und zukünftigen Relevanz anhand einer dreistufigen Einteilung (Kennen, Können, Expertise) beurteilt. Ausgehend von diesen Informationen wurden „Hotspots“ im Prozess identifiziert, Kompetenzanforderungen beschrieben sowie unterstützenden Methoden, Hilfsmittel und Kommunikationsmitteln und ein erster Soll-Prozess definiert. Der Soll-Prozess wurde schließlich in ein erweitertes BPMN-Modell überführt, welcher Verknüpfungen zu Methoden und Kompetenzanforderungen auf der Ebene einzelner Aktivitäten aufzeigt.

4. Ergebnisse der integrierten Betrachtung von Prozessen, Methoden und Kompetenzen in zukünftigen Arbeitsszenarien

Zentrale Ergebnisse der Fallstudie unter Berücksichtigung sind in den folgenden Abschnitten zusammengefasst.

4.1 Ist-Prozesse

Der bestehende Inbetriebnahme-Prozess des Anwendungspartners ist derzeit durch stark sequentielle Arbeitsschritte gekennzeichnet. Die sequentielle Struktur der Entwicklungsaktivitäten spiegelt sich ebenfalls in den zeitlichen Verantwortlichkeiten wieder. Als Grundlage für die Entwicklung und Absicherung der Maschinen- und Anlagensteuerung ist demnach eine vollständige physisch realisierte Maschine erforderlich. Erforderliche Änderungen oder Anpassungen mechanischer Teilsysteme, die im Rahmen der Steuerungsentwicklung auftreten, sind mit großen Zeit- und Kostenaufwänden verbunden. Gleichzeitig geht aus der Prozessstruktur hervor, dass bisher wenig kooperative Entwicklungsaktivitäten ausgeführt werden. Neben den eingesetzten (domänenspezifischen) Entwicklungsmethoden und Hilfsmitteln wirkt sich dies auf die erforderlichen fachlichen und überfachlichen Kompetenzen aus.

4.2 Hotspot-Analyse

Ausgehend von den Modellen der Ist-Prozesse erfolgte eine strukturierte Hotspot-Analyse. Hierbei wurden unter Berücksichtigung der in Abschnitt 2 skizzierten Sichten bestehende Schwachstellen erhoben. Diese Schwachstellen betreffen beispielsweise hohe Aufwände für Datentransfer und -aufbereitung (technisch-methodische Sicht), unzureichend geklärte Zuständigkeiten (Prozesssicht) oder häufige Iterationen (technisch-methodische Sicht). Die einzelnen Hotspots wurden Aktivitäten innerhalb der Prozessmodelle zugeordnet. Eine flankierende schriftliche Befragung ergab Aufschluss auf vorhandene Anforderungen und Ressourcen, die Hinweise zu gegenwärtigen Hotspots aus personeller Sicht liefern und für die Gestaltung zukünftiger Soll-Prozesse von Bedeutung sind. Diese Anforderungen und Ressourcen sind in der Regel nicht eindeutig Aktivitäten zuzuordnen, sondern betreffen die einzelnen Rollen/Zuständigkeiten (im BPMN-Modell als Lanes dargestellt). Mithilfe separater multipler Regressionen wurden u.a. die Zusammenhänge von Anforderungen bzw. Ressourcen und Wohlbefinden, Work-Life-Balance sowie kognitiver Irritation analysiert. Störungen im Arbeitsablauf ($\beta = -.37, p < .05$), Verfügbarkeit ($\beta = -0.24, p < .05$) und Zeitdruck ($\beta = -0.30, p < .05$) stehen demnach in einem negativen Zusammenhang mit dem Wohlbefinden. Zeitdruck korreliert zudem negativ mit der Work-Life-Balance ($\beta = -0.38, p < .05$). Auf Seite der Ressourcen zeigt Unterstützung durch Führungskraft Zusammenhänge mit höherer Work-Life-Balance ($\beta = 0.57, p < .05$) sowie geringerer kognitiver Irritation ($\beta = -0.42, p < .05$). Diese Informationen dienen als Grundlage für die Anpassung der Prozesse für neue Arbeitsszenarien. Ziel ist es dabei, die kritischen Arbeitsanforderungen zu reduzieren und bestehende Ressourcen zu stärken.

Tabelle 1: Dargestellt sind Kompetenzbereiche, Kompetenzen sowie eine Einschätzung der gegenwärtigen und zukünftigen Relevanz anhand einer dreistufigen Skala von + bis +++

Kompetenzbereich	Kompetenzen	Relevanz	
		gegenwärtig	zukünftig
Kommunikationskompetenzen	▪ Informationen austauschen	++	++
	▪ Adressatengerecht kommunizieren	++	++
Konfliktlösekompetenzen	▪ Sachliche Konflikte klären	++	++
Interkulturelle Kompetenzen	▪ Andere Sichtweisen verstehen	+	+
	▪ Andere Sprachen sprechen	+	+
Medienkompetenzen	▪ Medien technisch nutzen	++	+++
	▪ Medien passend auswählen	+++	+++
	▪ Medien sinnvoll kombinieren	++	+++
	▪ Digital dokumentieren	+++	+++
Selbstkompetenzen	▪ Interesse an Veränderungen signalisieren	++	+++
	▪ Lernen und sich weiterentwickeln	++	+++
	▪ Zeit managen	++	+++
	▪ Sich reflektieren	++	++
	▪ Initiative zeigen	+++	+++
	▪ Strukturiert arbeiten	+++	+++
	▪ Flexibel agieren	+++	+++
	▪ Diszipliniert handeln	+++	+++

4.3 Beschreibung von Kompetenzanforderungen

Kompetenzanforderungen wurden anhand vorhandener Systematisierungen zur Zusammenarbeit in virtuellen Teams (Schulze & Krumm, 2016) sowie der Produktentwicklung (Schleidt, 2010) strukturiert. Diese beinhalten überfachliche Kompetenzanforderungen, die für die Bewältigung fachlicher Anforderungen von Relevanz sind. Die Kompetenzanforderungen strukturieren sich in fünf Bereiche mit mehreren Kompetenzen. Tabelle 1 zeigt diese sowie deren Relevanzeinschätzung.

Auffallend ist, dass die Selbstkompetenzen deutlich überwiegen (vgl. auch Kauffeld & Lehmann-Willenbrock, 2012; Kauffeld & Paulsen, 2018 zur Bedeutung der Selbstkompetenzen). Zukünftig werden verstärkt Selbstkompetenzen sowie Medienkompetenzen als höchst relevant für den Produktentwicklungsprozess eingeschätzt.

4.4 Soll-Prozess Definition und Einbindung von Methoden und Tools

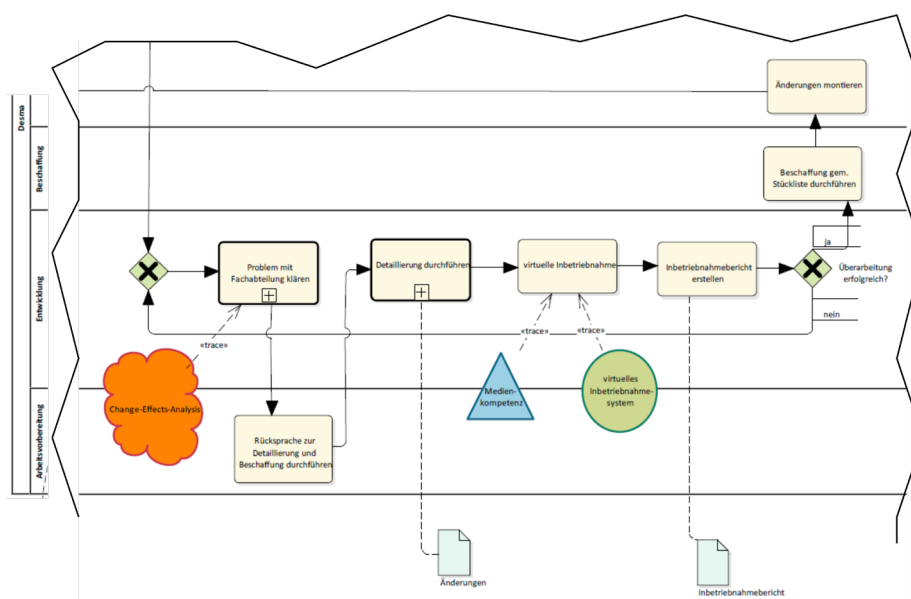


Abbildung 1: Ausschnitt eines Soll-Prozesses

Ausgehend vom Ist-Prozess sowie den ermittelten Kompetenzanforderungen wurden unter Berücksichtigung der einzusetzenden (neuen) Technologien ein Soll-Prozess definiert. Übergeordnetes Ziel der Anpassung war hierbei eine stärkere Parallelisierung von Entwicklungsaktivitäten zur Reduzierung der Gesamtentwicklungszeit. Abbildung 1 zeigt einen Ausschnitt des Soll-Prozesses. Neben den einzelnen (angepassten) Aktivitäten wurden unterstützende Methoden (z.B. Änderungseinfluss-Analyse-Methode) und digitale Hilfsmittel (kooperative Simulationsplattform) mit den Aktivitäten verknüpft. Aus den definierten Aktivitäten gehen einerseits fachliche Anforderungen hervor, andererseits werden durch die vorgeschlagenen Methoden Unterstützungen für die strukturierte Durchführung teilweise umfangreicher und komplexer Abstimmungsprozesse (Identifikation erforderlicher Änderungen, Abstimmung und Nachverfolgung von Änderungsmaßnahmen) bereitgestellt. Die einzelnen Aktivitäten können durch überfachliche Anforderungen ergänzt werden. Fachliche und überfachliche Kompetenzen werden somit nicht isoliert voneinander betrachtet, sondern wechselwirken miteinander (Kauffeld & Paulsen, 2018). Die Berücksichtigung der überfachlichen Kompetenzen im Prozessmodell ermöglicht eine integrative Betrachtung von fachlichen und überfachlichen Kompetenzen. Beispielsweise kann

die überfachliche Kompetenz „Initiative zeigen“ bewusst an einzelne Prozessschritte andockt werden, um hier die Relevanz aufzuzeigen (vgl. zur Relevanz von prozessbezogener Kompetenzmodellierung z.B. Bornewasser, 2018).

5. Diskussion und Ausblick

Ausgehend von einem Ist-Zustand wurden bei einem Anlagen- und Maschinenbauer ein Soll-Prozess sowie Kompetenzanforderungen und benötigte Entwicklungsmethoden und -hilfsmittel ermittelt. Es handelt sich also nicht um einen revolutionären Umbruch eines bestehenden Prozesses, sondern um eine gezielte Anpassung und Weiterentwicklung. Dieser wurde durch die Integration verschiedener Datenquellen modelliert und analysiert. Es handelt sich bislang lediglich um einen präskriptiven Prozess, der sich in der Empirie beweisen muss und sich dort voraussichtlich weiterentwickelt. Die zu Grunde liegenden Aktivitäten und deren Abfolge sind nicht statisch. Prozesse sind zunehmend dynamisch. Um Prozesse dynamisch zu modellieren sowie die Methodenauswahl zu erleichtern, wird ein digitales Tool entwickelt, das dies ermöglicht. Dieses wird dann bei Anwendungspartnern erprobt. Dieses Tool hilft ferner bei der Auswahl geeigneter Methoden und Hilfsmittel für die Produktentwicklung sowie deren Anwendung. Ob und wie Prozesse geändert werden sollten, ergibt sich aus einer Reflexion von Erfahrungen. Hierzu können adaptive und standardisierte Impulsbefragungen helfen, Hinweise auf Veränderungsbedarfe zu gewinnen. Im Projekt KAMiiSo wird ein entsprechendes Tool entwickelt und in Modellprojekten eingesetzt.

6. Literatur

- Bavendiek AK, Inkermann D, Vietor T (2017). Interrelations between processes, methods, and tools in collaborative design - A framework. Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design 8:349-358.
- Bornewasser M (Hrsg.) (2018) Vernetzes Kompetenzmanagement. Gestaltung von Lernprozessen in organisationsübergreifenden Strukturen. Berlin: Springer.
- Dulebohn, JH, Hoch JE. (2017) Virtual teams in organizations. Human Resource Management Review 27(4):569-574.
- Kauffeld S., Handke L., Straube J (2016) Verteilt und doch verbunden. Virtuelle Teamarbeit. Gruppe. Interaktion. Organisation. Zeitschrift für Angewandte Organisationspsychologie 47(1):43–51.
- Kauffeld S., Lehmann-Willenbrock N (2012) Meetings matter: Effects of team meetings on team and organizational success. *Small Group Research* 43:130-158
- Kauffeld S., Paulsen H (2018) Kompetenzmanagement in Unternehmen. Kompetenzen beschreiben, messen, entwickeln und nutzen. Stuttgart: Kohlhammer.
- Raghuram S, Hill SH, Gibb JL, Maruping LM (in press) Virtual work: Bridging research clusters. *Academy of Management Annals*
- Schleidt, B (2009) Kompetenzen für Ingenieure in der unternehmensübergreifenden virtuellen Produktentwicklung. Kaiserslautern: Techn. Univ., VPE.
- Schulze, J., Krumm, S (2017) The “virtual team player”. A review and initial model of knowledge, skills, abilities, and other characteristics for virtual collaboration. *Organizational Psychology Review* 7(1): 66–95
- Ulich E (2011) *Arbeitspsychologie*. Zürich: vdf

Förderhinweis: Das Vorhaben (KAMiiSo und 02L15A250) wird im Rahmen des Programms „Zukunft der Arbeit“ unter dem Dachprogramm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Europäischen Sozialfonds gefördert.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeit interdisziplinär analysieren – bewerten – gestalten

65. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Professur Arbeitswissenschaft
Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme
Technische Universität Dresden

Institut für Arbeit und Gesundheit
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

27. Februar – 1. März 2019

GfA-Press

Bericht zum 65. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 27. Februar – 1. März 2019

**Professur Arbeitswissenschaft, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme,
Technische Universität Dresden;
Institut für Arbeit und Gesundheit, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Dresden**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2019
ISBN 978-3-936804-25-6

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

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

- den Konferenzband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Konferenzband 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.

Screen design und Umsetzung

© 2019 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de