

Digitale Kollaborationsplattform zur verteilten, agilen Planung im Produktentstehungsprozess

Integration einer IT-Lösung und Indikatoren zur Akzeptanz im industriellen Mittelstand

David Wagstyl*,
Thorbjörn Borggräfe,
Sven Oberdiek,
Leon Wagener und
Jochen Deuse

Aktuelle Planungsprojekte zur Produktionssystemgestaltung erfordern die Integration zahlreicher Akteure. Zur erfolgreichen, verteilten Kollaboration ist eine geeignete digitale Plattform erforderlich. Die in diesem Beitrag vorgestellte Plattformarchitektur stellt eine aufgabenorientierte Bereitstellung der Planungsdaten vor und zeigt die Verknüpfung mit einem Workflow-Management zur unternehmensinternen Ablauforganisation auf. Die Kollaboration auf der digitalen Plattform wird auf Konzeptebene mit einer agilen Projektplanung und mit einem flexiblen Visualisierungskonzept unterstützt. Abschließend zeigt dieser Beitrag eine exemplarische Integration der IT-Lösung auf und führt Indikatoren ein, welche die Akzeptanz im industriellen Mittelstand erfassen.

Einleitung

Das Beherrschen steigender Anforderungen an den Produktionsplanungsprozess und das zielgerichtete Reagieren auf sich kontinuierlich verändernde Kundenwünsche gehört in der Planung und Entwicklung zu den zentralen Herausforderungen bei kleinen und mittleren Unternehmen (KMU). Der Einsatz von ganzheitlichen Softwarewerkzeugen innerhalb des

Produktentstehungsprozesses verspricht die Komplexität dieser Herausforderungen zu mindern. Die Parallelisierung der Planungs- und Entwicklungsaufgaben innerhalb des Produktentstehungsprozesses ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für produzierende Unternehmen, um dem steigenden Kostendruck im globalen Wettbewerb, der stetig wachsenden Produkt- und Prozesskomplexität und den stetig kürzer werdenden Produktlebenszyklen zu begegnen [1]. Agile Methoden versprechen mit Hilfe steigender Flexibilität und fokussierten Produktivität deutliche Zeit- und Kostenvorteile gegenüber traditionellen Planungsmethoden zu erreichen [2]. Zum unternehmensübergreifenden und effizienten Einsatz von agilen Planungsmethoden sind die Visualisierung von digitalen Planungsständen und die kurzzyklische Bereitstellung der Planungsdaten unerlässlich. Systeme zur durchgängigen Datenhaltung und -verteilung (Produktdaten- und Product-Lifecycle-Management-Software) sind insbesondere für KMU aufgrund

der hohen Investitionskosten sowie mangelnder Ressourcen und IT-Strukturen häufig unzugänglich. Derzeitige Planungslösungen sind mit hohem Aufwand in der Lage die verteilte Datenhaltung im Produktentstehungsprozess, alle Phasen der Produktionssystemgestaltung sowie die Strukturierung und Standardisierung der Planungsvorgehensweisen bzw. -methoden abzubilden [3]. Workflow-Management-Systeme bieten aus organisatorischer Sicht die Möglichkeit unternehmensinterne Workflows sowie die operative Abwicklung der Planungsprojekte inklusive einer Steuerung der erforderlichen Planungsprozesse abzubilden und zu strukturieren. Systemlandschaften, insbesondere bei KMU, zeigen jedoch deutlich wahrnehmbare Medienbrüche in den datenhaltenden Systemen der Produktentstehung und den prozessorientierten Projektmanagement-Lösungen. Für die Kollaboration in der Planung von Produktionssystemen stellen Medienbrüche technische und organisatorische Herausforderungen dar [4]. Daraus leitet

* Korrespondenzautor
David Wagstyl, M. Sc.
Technische Universität Dortmund
Institut für Produktionssysteme (IPS)
Leonhard-Euler-Str. 5, 44227 Dortmund
Tel.: +49 (0) 231 755-2653
E-Mail: david.wagstyl@ips.tu-dortmund.de

Hinweis

Bei diesem Beitrag handelt es sich um einen von den Mitgliedern des ZWF-Advisory Board wissenschaftlich begutachteten Fachaufsatz (Peer-Review).

sich der Bedarf an einer benutzerfreundlichen, effizienten, flexiblen und einfach handhabbaren (kurz: leichtgewichtigen) IT-Lösung ab. Aus diesem Grund wird im Rahmen des Forschungsprojekts eine leichtgewichtige, digitale Kollaborationslösung konzipiert, welche KMU zur agilen Produktionssystemgestaltung befähigt und eine integrierte Datenverwaltung, ein unterstützendes WFM-System sowie Visualisierungsansätze ohne Medienbrüche ermöglicht [5].

Grundlagen zur kollaborativen Planung in der digitalen Plattform

Den methodischen Rahmen zum agilen Projektmanagement mit der Kollaborationsplattform bildet das Scrum Framework [6]. Ferner sind insbesondere eine Priorisierung der Aufgaben und eine zielorientierte Teamkommunikation für eine erfolgreiche und kooperative Arbeit in einer agilen Arbeitsumgebung von großer Bedeutung [7]. Das Team besteht aus einem agilen Coach, einem Projektverantwortlichen und dem interdisziplinären Planungsteam. Zur regelmäßigen Abstimmung werden die Scrum Ereignisse (Sprintplanung, Stand-up Meetings, Sprintreview, Sprintretrospektive) genutzt. Die zusätzlich verwendeten Werkzeuge beinhalten ein digitales Kanban-Board und eine Fortschrittsvisualisierung der Planungsprojekte, um eine Transparenz über eine Vielzahl von Planungsteams zu gewährleisten.

Der von der Plattform angestrebte einfache und schnelle Zugriff auf Planungsdaten ist besonders bei der kollaborativen, agilen Gestaltung von Produktionssystemen zur Sichtung von Planungsständen von Bedeutung. Besonders im Rahmen der Digitalisierung wächst die Verfügbarkeit und Nachfrage an Datenmengen u. a. für die Planung von Produktionssystemen. Zur Bereitstellung der Produktplanungsdaten sowie der Strukturierung weiterer Planungsdaten nutzt die Plattform einen Cloudspeicher mit direkter Verknüpfung zu den Aufgabenkarten. Insbesondere in agilen Teams ist es erforderlich, dass Planungsdaten für den jeweiligen Arbeitsauftrag gefiltert werden, damit nur die relevanten Daten zur Verfügung stehen [8].

Entgegen der im Scrum Framework selbstverwaltenden Arbeitsweise steht das Workflow-Management (WFM), welches eine klare Zuordnung von Aufgaben und Daten fordert. Unter WFM wird die operative Steuerung und Überwachung von Geschäftsprozessen verstanden. Es existieren eine Vielzahl an Softwarelösungen zur effizienten Gestaltung von WFM. Diese WFM-Systeme können Arbeitsabläufe definieren, erzeugen und dessen Ausführung verwalten. Hierbei sind die informationstechnischen Anwendungen in der Lage den Geschäftsprozess zu interpretieren und mit den einzelnen Bestandteilen zu interagieren. Der durch ein WFM zu erzielende prozessorientierte Informationsfluss wird durch die verschiedenen Systeme beschleunigt, ermöglicht eine erhöhte Automatisierung der Geschäftsprozesse und eine stärkere Zuordnung der Verantwortlichkeiten. Ein erfolgreiches WFM-System schafft es die Projektdurchlaufzeiten zu reduzieren und die Kosten zu senken [9, 10]). Die Erweiterung einer agilen Projektmanagementlösung in Verbindung mit einer Datenhaltungssoftware sowie einem WFM-System bildet eine handhabbare und benutzerfreundliche Gesamtlösung und stellt den eigentlichen Mehrwert für KMU dar.

Liegen die erforderlichen Daten in strukturierter und bereinigter Form vor, ist es möglich die Planungsstände zu visualisieren und diese virtuell zu erleben und zu beurteilen. Die Visualisierungen unterstützen bei der Entscheidungsfindung über die Auswirkungen von Veränderungen und die grundlegende Machbarkeit des Planungsstands. Die Verwendung von standardisierten Datentypen ist innerhalb der Plattform zur vollumfänglichen Integration erforderlich. Neben den Werkzeugen der Digitalen Fabrik, zum Beispiel zur Darstellung von CAD-Daten, sind Dashboards zur Visualisierung des Projektfortschritts eine etablierte Unterstützung der Planungsprozesse. Insbesondere zum Demonstrieren, Testen und Erkennen von Problemen ist ein VR-Raum in Zukunft in der Produktionssystemgestaltung von großer Bedeutung [11].

Im folgenden Abschnitt wird die Gestaltung der digitalen Kollaborations-

plattform zur verteilten, agilen Planung im Produktentstehungsprozess erläutert. Dabei wird insbesondere auf das WFM, die Datenbereitstellungsfunktionalität und das Visualisierungskonzept eingegangen. Darüber hinaus werden Indikatoren zur Akzeptanz der Plattform eingeführt.

Gestaltung der digitalen Plattform zur verteilten, agilen Planung

Bild 1 zeigt die Funktionalitäten der digitalen Plattform zur verteilten, agilen Planung im Produktentstehungsprozess. Im Folgenden werden insbesondere die Funktionalitäten des WFM, des Daten-Managements bzw. der Dokumentenbereitstellung und die Visualisierungsmöglichkeiten spezifiziert. Darüber hinaus erfolgt in diesem Abschnitt eine detaillierte Erläuterung des Kanban-Boards, der Aufgabenkarten und der Projektübersicht.

Zur Übersicht über den Gesamtfortschritt der jeweiligen Projekte steht dem Produktverantwortlichen die Projektübersicht zur Verfügung (Bild 2). Die Projekte schlüsseln sich in Kategorien auf, die eine beliebige Anzahl an Aufgaben zu einem beliebigen Oberbegriff zusammenfassen (Bild 3). Initial stehen in der Plattform die Aufgaben zur Gestaltung von Produktionssystemen des Referenzprozesses zur durchgängigen Produktionsplanung zur Verfügung (ISO 18828-2) [12]. Die Kategorien orientieren sich an dem Referenzprozess und fassen die Aufgaben zusammen, eine sequenzielle Bearbeitungsreihenfolge ist nicht vorgeschrieben. Das Kanban-Board gliedert sich in vier Swimlanes, welche den Bearbeitungsstatus der Aufgaben widerspiegeln (vgl. Bild 2). Es wird zwischen dem Produkt-Backlog, dem Sprint-Backlog, in Progress und Done unterschieden. Die Informationen über den Bearbeitungsstatus stellt die Projektübersicht aggregiert dar. Der Anwender hat die Möglichkeit, die Kategorien sowie die Aufgaben individuell zu gestalten. Die Informationen werden automatisiert in der Projektübersicht synchronisiert. Der Bearbeitungsstatus leitet sich aus der Position der Aufgabe in den Swimlanes ab.

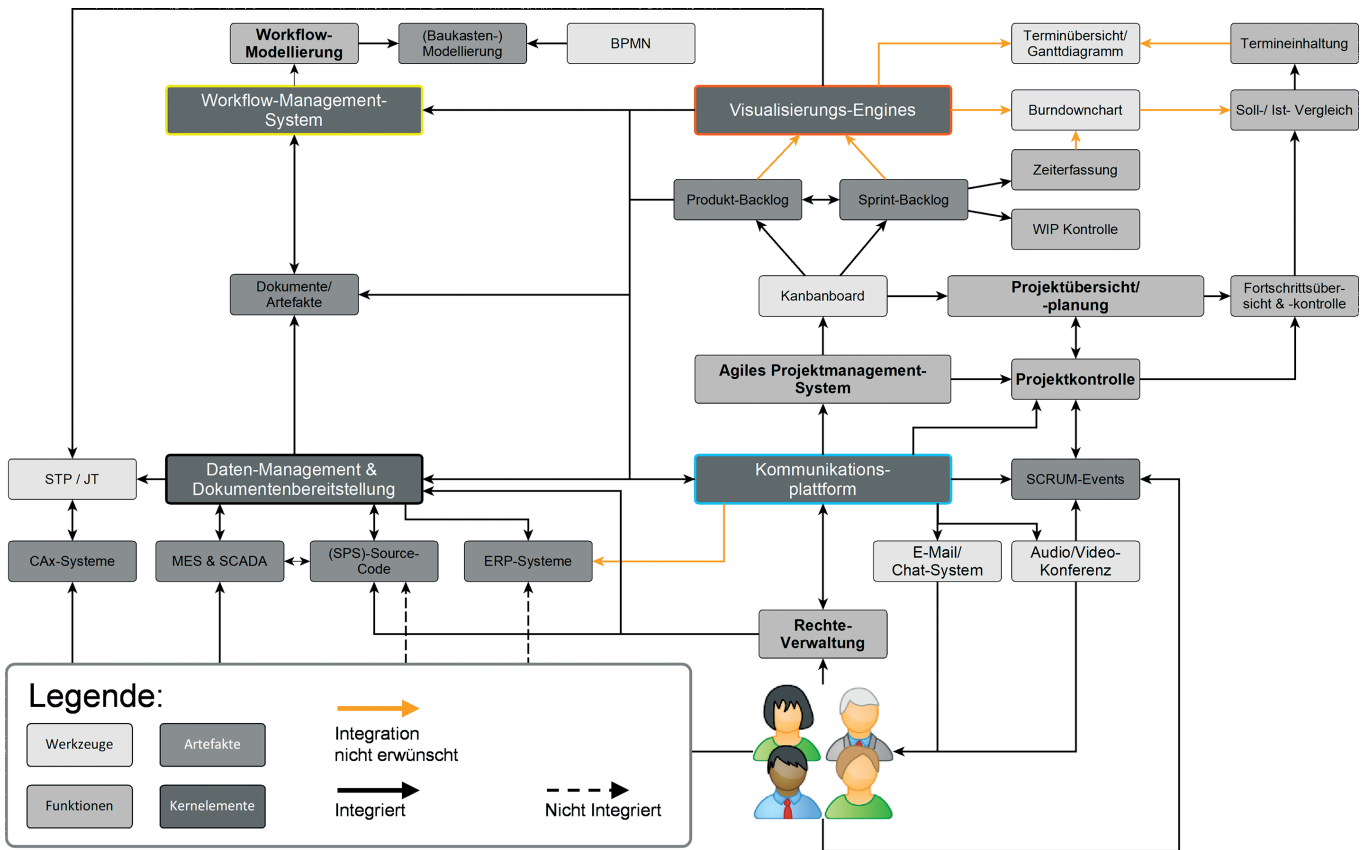


Bild 1. Technische Funktionalität der Kollaborationsplattform

Innerhalb der Sprintplanung werden die Aufgabenkarten (vgl. Bild 3) aus dem Produkt-Backlog in den Sprint-Backlog überführt. Jede Aufgabenkarte beinhaltet einen maximalen Arbeitsinhalt von acht Stunden, wird der Arbeitsinhalt überschritten, ist eine Verfeinerung der Karte (Refinement) sinnvoll. Eine Aufgabenkarte beinhaltet Voraussetzungen (Prerequisites), Eingangsdaten (Inputs), Abhängigkeiten (Dependencies), Aufgabeninhalte, ein Start- und Enddatum sowie einen Bearbeitenden. Darüber hinaus hat sich im Rahmen von Anwenderworkshops die Kommentarfunktion als wichtiges Element herausgestellt, um als interner Kunde in aktuelle Planungen einzugreifen und Planungsänderungen anzustoßen.

Die Datenintegration wird in Form von Datenverknüpfungen in den Aufgabenkarten realisiert. Die Verknüpfungen verweisen auf das Datenhaltungssystem, in dem die aufgabenspezifischen Informationsobjekte hinterlegt werden können. Die Datenhaltung erfolgt vorzugsweise in einem Cloudspeicher. Die Auswahl

der Speicherlösung kann dabei abhängig von Data-Governance-Policies und Präferenzen des Anwenderunternehmens aus einem Pool von Lösungen erfolgen.

In dem Referenzprozess zur durchgängigen Produktionsplanung sind zwölf In-

formationsobjekte enthalten, welche eine Visualisierung zulassen. Tabellarische Daten können in interaktiven Visualisierungen mit geeigneten Softwarelösungen innerhalb der entworfenen Plattform dargestellt und direkt bearbeitet werden.

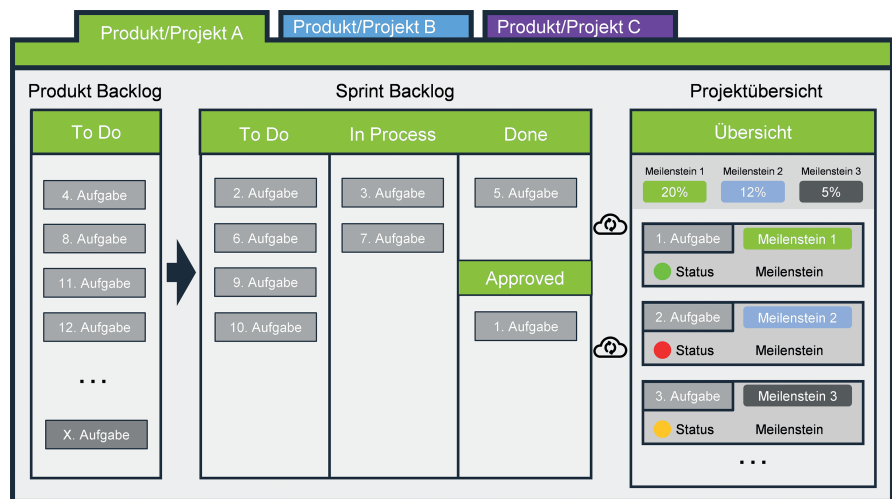


Bild 2. Das Kanban-Board und die Projektübersicht der Kollaborationsplattform

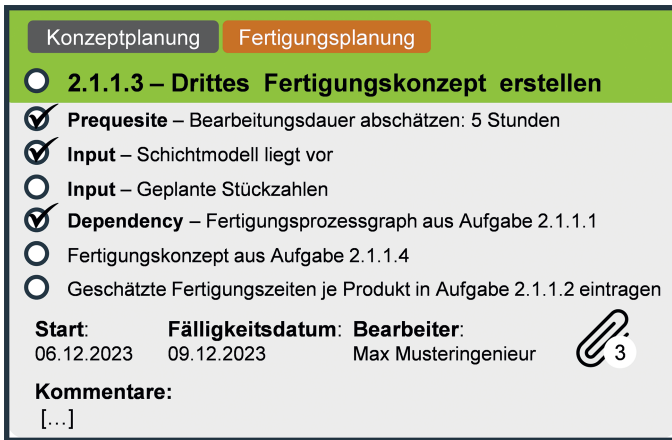


Bild 3. Beispiel einer Aufgabenkarte

Nichttabellarische Daten erfordern eine weitere Differenzierung in 2D-Konzepte und 3D-Objekte, welche eine unterschiedliche Softwarenutzung voraussetzen. CAD-Viewer können in die Plattform integriert werden, um Anwendern eine Nutzung ohne Softwarebruch zu ermöglichen.

Zur Erprobung der Plattform und des methodischen Konzepts wurde die Softwarelösung bei einem produzierenden mittelständischen Unternehmen in der Planungsabteilung integriert. Im Rahmen der methodischen Umsetzung und Integration der Plattform wurde eine Umfrage durchgeführt, die die Akzeptanz der Plattform im Planungsteam und die Effektivität definierter Leistungsbereiche erfasst. Nach einer Testphase von zehn Wochen wurde die Umfrage zur Erhebung von Vergleichswerten wiederholt. Die Umfrage beinhaltet 50 Fragen, welche die Einschätzung von neun Mitarbeitenden der Planungsabteilung hinsichtlich ihrer täglichen Aufgaben in den Bereichen methodisches Arbeiten, WFM, Datenhaltung und Projektvisualisierung betrifft. Darüber hinaus wurde die Projektverantwortung der Befragten erfasst und eine Einschätzung der Selbstverantwortung hinsichtlich der zu bearbeitenden Projekte erfragt. Die Ergebnisse der initialen und abschließenden Umfrage werden im folgenden Abschnitt gegenübergestellt.

Integration und Bewertung der Kollaborationsplattform

Das Forschungsprojekt begleitet die Planungsphase eines neuen Produkts mit einem interdisziplinären Planungsteam über einen Zeitraum von über zehn Wo-

chen. Integriert wurden u. a. ein WFM, Kanban-Board, die aufgabenorientierte Datenbereitstellungsfunktionalität und die Projektübersicht. Darüber hinaus haben die Mitarbeitenden des Planungsteams eine zweitägige Kurzschulung zum Scrum Framework, dem agilen Kooperationskonzept des Forschungsprojekts AgileKMU sowie der Kollaborationsplattform erhalten. Die erfassten Umfrageergebnisse zeigen richtungweisende Tendenzen, die den potenziellen Einfluss der konzipierten Plattform auf den Planungsprozess darstellen. Die Mitarbeitenden haben beispielsweise bewertet, dass die verwendete Arbeitsmethodik und Arbeitsstruktur mithilfe des agilen Frameworks und der Plattform deutlich verbessert wurden. Zudem wurden alle durch das Forschungsprojekt anvisierten Funktionen und Ziele verbessert.

Das Kanban-Board und die Projektübersicht erzielten im Bewertungsbereich der Aufgabentransparenz eine signifikante Verbesserung. Nach der Integration der Kollaborationsplattform gaben die Mitarbeitenden an, dass die Transparenz innerhalb der Planungsabteilung gestiegen ist. Darüber hinaus konnte die Transparenz der definierten Projektziele deutlich erhöht werden. Die integrierten Funktionen führen zu einer Stabilisierung der Planungssicherheit von Zielen und Arbeitsinhalten. Den Mitarbeitenden wird mit dem Kanban-Board ermöglicht, zu jeder Zeit die Aufgabenverteilung im Team einzusehen, wodurch sich außerdem das Teamgefühl und die Teamzugehörigkeit stärkt und mehr Verantwortung im Team getragen wird. Die als Teil der Methodik eingeführten Scrum

Events fördern zusätzlich die Transparenz und Kommunikation im Team. Zudem konnte ein positiver Einfluss bei der internen Kommunikation und der allg. Teamarbeit erfasst werden. Die allg. Bewertung der Kollaborationsplattform und der damit verbundenen Methodik fiel ebenfalls positiv aus. Die Mitarbeitenden halten die Kollaborationsplattform für eine intuitive Lösung die leicht zu erlernen ist. Das Kanban-Board stellt durch seine übersichtliche und für jedes Projektmitglied zugängliche Darstellung den Hauptgrund für die erlebte Transparenzsteigerung im Testteam und die gesteigerte Visualisierung der Arbeitsinhalte dar.

Die aufgabenorientierte Datenbereitstellungsfunktionalität stellt darüber hinaus sicher, dass keine veralteten Planungsstände für die Bearbeitung von Aufgaben verwendet werden. Der Suchaufwand für relevante Daten hat sich dadurch verkürzt. Die Planungsdaten werden strukturiert in einen gemeinsamen Cloud-Speicher abgelegt und direkt mit den Aufgabenkarten verknüpft. Darüber hinaus bietet das WFM die Möglichkeit bei Fragen zu vorgelagerten Aufgaben das jeweils zuständige Teammitglied zu kontaktieren.

Durch die intensive Einbindung der Planungsabteilung in das operative Tagesgeschäft war eine isolierte Erprobung der Kollaborationsplattform nicht möglich. Das grundsätzliche Konzept und die dazugehörige Umsetzung konnten in ihren Kernelementen erfolgreich validiert werden. Weiterführende methodische Elemente, wie z. B. Timeboxing, konnten nicht nachhaltig erprobt werden. Eine Abschätzung des zeitlichen Aufwands für die einzelnen Teilaufgaben des Projekts, wie z. B. die Erstellung von Zeichnungen, war nicht möglich. Um eine vollumfängliche Validierung der digitalen Kollaborationsplattform zu ermöglichen, ist es erforderlich, dem Bearbeitungsteam definierte Kapazitäten einzuräumen. Das Konzept zur agilen Kollaboration sieht die vollständige Kapazität des Planungsteams zur Projektbearbeitung vor.

Die digitale Kollaborationsplattform des Forschungsprojekts eignet sich durch ihre einfache Anwendbarkeit, das Zurückgreifen auf eine vertraute Softwareumgebung, die aufwandsarme

Implementierung und den geringen Konfigurationsaufwand für die Anwendung bei KMUs. Darüber hinaus ist eine Skalierung der Plattform innerhalb eines Unternehmens mit geringen Ressourcen möglich. Die Umfrageergebnisse indizieren, dass die angestrebten Funktionalitäten der digitalen Kollaborationsplattform gegeben sind und einen Impuls für die agile Planung im Produktentstehungsprozess bei KMUs liefern.

Literatur

1. Lotter, B.; Wiendahl, H.-P. (Hrsg.): Montage in der industriellen Produktion – Ein Handbuch für die Praxis (VDI). 2. Aufl., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 2012
DOI: 10.1007/978-3-642-29061-9
2. Frenz, W. (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0: Recht, Technik, Gesellschaft. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 2020
DOI: 10.1007/978-3-662-58474-3
3. Lentescu, J.; Westkämper, E.; Spath, D.; Constantinescu, C. (Hrsg.): Digitale Produktion (unter Mitarbeit von Joachim Lentescu). Springer-Vieweg-Verlag, Wiesbaden 2013
DOI: 10.1007/978-3-642-20259-9
4. Hompel, M. ten; Bauernhansl, T.; Vogel-Heuser, B. (Hrsg.) (2020): Handbuch Industrie 4.0. Band 3: Logistik. 3. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg (Springer e-Book Collection).
5. Borggräfe, T.; Wagstyl, D.; Deuse, J.: Wege und Werkzeuge zur agilen Produktionssystemgestaltung. ERP Management 18 (2022) 2, S. 27–31
6. Schwaber, K.; Sutherland, J.: Der Scrum Guide – Der gültige Leitfaden für Scrum: Die Spielregeln (2020). Online unter <https://www.scrumguides.org/download.html>, zuletzt aktualisiert am November 2020 [Abruf am 13.01.2021]
7. Ehmman, B.: Quick Guide Agile Methoden für Personal. So gelingt der Wandel in die agile Unternehmenskultur. Springer Fachmedien, Wiesbaden 2019
DOI: 10.1007/978-3-658-27345-3
8. Abolhassan, F. (Hrsg.): Was treibt die Digitalisierung? Springer Fachmedien, Wiesbaden 2016
DOI: 10.1007/978-3-658-10640-9
9. Peßl, E.: Workflow Management-Systeme. Einsatz in der Produktionsplanung und -steuerung. ZWF 104 (2009) 4, S. 248–252
DOI: 10.3139/104.110055
10. Russell, N.; van der Aalst, W.; Hofstede, A. ter: Workflow Patterns – The Definitive Guide. MIT Press, Cambridge MA 2015
DOI: 10.7551/mitpress/8085.001.0001
11. Brandewiede, A.; Brockmann, B.; Deuse, J.; Feufel, M.: Kollaborative Planungsworkshops in der Arbeitssystemgestaltung. Konzeptionierung von virtuellen Workshopszenarien. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (GfA) (Hrsg.): Arbeit HumAine gestalten – Konzepte menschenzentrierter KI-Arbeitsplätze. Frühjahrskongress. Bochum, 03.–05.03.2021: GfA-Press, S. 1–6
12. ISO – International Organization for Standardization: ISO 18828–2, 2016–10: Industrial Automation Systems and Integration – Standardized Procedures for Production systems engineering– Part 2: Reference Process for Seamless Production Planning. Geneva, Switzerland 2016

Die Autoren dieses Beitrags

David Wagstyl, M. Sc., geb. 1990, studierte Maschinenbau an der Technischen Universität Dortmund. Seit 2021 ist er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Produktionssysteme (IPS) im Fachbereich Digital Manufacturing an der TU Dortmund tätig.

Thorbjörn Borggräfe, M. Sc., geb. 1988, studierte Wirtschaftsingenieurwesen an der Technischen Universität Dortmund. Seit 2019 ist er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Produktionssysteme (IPS) im Fachbereich Digital Manufacturing an der TU Dortmund tätig.

Sven Oberdiek, M. Sc., geb. 1993, studierte Wirtschaftsingenieurwesen an der Technischen Universität Dortmund. Im Jahr 2020 stieg er als Trainee Management and Operations in der Possehl Gruppe ein, nun ist er seit 2022 Leiter der Konstruktion und Entwicklung der Düring Schweißtechnik GmbH.

Leon Wagener, geb. 2001, studiert Wirtschaftsingenieurwesen an der Technischen Universität Dortmund. Seit 2021 ist er als wissenschaftliche Hilfskraft am Institut für Produktionssysteme tätig. Sein Arbeitsschwerpunkt liegt im Fachbereich Digital Manufacturing.

Prof. Dr.-Ing. Jochen Deuse, geb. 1967, studierte Maschinenbau an der Technischen Universität Dortmund und promovierte am Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre (WZL) der RWTH Aachen. Im Zeitraum von 1998 bis 2005 war er für die Bosch-Gruppe in Führungspositionen in Deutschland und Australien tätig. Seit 2005 ist er Professor an der Technischen Universität Dortmund und leitet das Institut für Produktionssysteme sowie die Abteilung Produktionssysteme des Instituts für Forschung und Transfer (RIF e. V.). Darüber hinaus ist er seit 2019 Professor für Advanced Manufacturing/ Industry 4.0 an der School of Mechanical and Mechatronic Engineering der University of Technology Sydney.

Abstract

Digital Collaboration Platform for Distributed, Agile Engineering – Integration of an IT Approach and Indicators for Acceptance in Industrial SMEs. Current development projects for production system design require the integration of numerous stakeholders, and a suitable digital platform is needed for successful collaboration. This article introduces a platform architecture that provides planning data in a task-oriented approach and demonstrates how it can be integrated with a low-cost workflow management system for internal company process organization. The collaboration platform is supported with an agile project planning concept and a flexible visualization concept. In conclusion, this article presents an exemplary integration of the IT solution and introduces indicators measuring the acceptance in medium-sized industrial companies.

Förderhinweis

Das IGF-Vorhaben 21331 N der Forschungsvereinigung Gesellschaft für innovative Betriebsorganisation e. V. – GBO, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Schlüsselwörter

Produktionssystemgestaltung, Agile Methoden, Digitalisierung, Change-Management, Produktionsplanung, Layoutplanung, Logistikplanung, Software-Infrastrukturen

Keywords

Production System Design, Agile Methods, Digitization, Change Management, Production Planning, Layout Planning, Logistics Planning, Software Infrastructures

Bibliography

DOI 10.1515/zwf-2022-1163
ZWF 117 (2022) 12; page 879–883
© 2022 Walter de Gruyter GmbH,
Berlin/Boston, Germany
ISSN 0947-0085 · e-ISSN 2511-0896