

Marlene Eisenträger

Integration der Arbeitsprozessgestaltung in die Entwicklung digitaler Kollaborationssysteme

Gestaltungsmethode und Anwendung
für das digitale Engineering

Integration der Arbeitsprozessgestaltung in die Entwicklung digitaler Kollaborationssysteme

Gestaltungsmethode und Anwendung für das digitale Engineering

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktoringenieurin

(Dr.-Ing.)

von Marlene Eisenträger M.Sc.

geb. am 12.02.1992 in Berlin

genehmigt durch die Fakultät Maschinenbau

der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Gutachter:

Herr Prof. Dr.sc. techn. Ulrich Schmucker

Herr apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Arndt Lüder

Herr Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich

Promotionskolloquium am 17.05.2022

Berichte aus der Arbeitswissenschaft

Marlene Eisenträger

**Integration der Arbeitsprozessgestaltung in die
Entwicklung digitaler Kollaborationssysteme**

Gestaltungsmethode und Anwendung für das digitale Engineering

Shaker Verlag
Düren 2022

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Magdeburg, Univ., Diss., 2022

Copyright Shaker Verlag 2022

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-8709-3

ISSN 1434-2677

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren

Telefon: 02421 / 99 0 11 - 0 • Telefax: 02421 / 99 0 11 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Danksagung

Ich möchte mich herzlich bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr.sc. techn. Ulrich Schmucker für die Möglichkeit bedanken, diese Dissertation während meiner Tätigkeit am Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF anzufertigen. Unsere Gespräche waren mir eine wertvolle Unterstützung und häufige Anregung auf dem gesamten Weg. Mein Dank geht auch an Herrn apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Arndt Lüder und Herrn Prof. Dr.-Ing. Christian Diedrich. Darüber hinaus danke ich Herrn Prof. Dr. Michael Dick für die tiefgehenden Diskussionen und den klaren Blick über die technischen Aspekte hinaus.

Des Weiteren waren mir meine Kollegen und Kolleginnen am Fraunhofer IFF und die Projektpartner eine wichtige Stütze über die gesamte Zeit. Besonderer Dank gilt Prof. Dr. Simon Adler und Dr. Sebastian Möser für die wertvollen Ratschläge, die enge Zusammenarbeit und die stets offenen Türen. Auch Dr. Frank Ryll und den Kollegen aus dem Bereich Virtual Engineering des Fraunhofer IFF gilt mein Dank, die mir mit Rat und Tat bei gemeinsamen Veröffentlichungen und während der Niederschrift dieser Arbeit zur Seite standen. Für den regen Austausch mit fruchtbaren Anregungen und Perspektivwechseln danke ich Evelyn Fischer und Alinde Keller.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden zahlreiche Workshops und Interviews durchgeführt. Ohne die Bereitschaft vieler Projektpartner und Experten wäre diese Dissertation schlicht nicht möglich gewesen. Ihnen allen sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Ein paar persönliche Worte widme ich abschließend meiner Familie. Ich danke meinen Eltern und meinen Schwestern, die meinen Lebensweg bis hier her geprägt und unterstützt haben und mich stets motivierten, sowie meinem Lebenspartner Toni, der meiner Dissertationstätigkeit beständig viel Verständnis, Geduld und Optimismus entgegenbrachte.

Kurzfassung

Mit der Digitalisierung der industriellen Fertigung wandelt sich die Arbeitswelt. Gleichzeitig wirken diese Veränderungen auf die IT-Systeme zurück [2, S. 118 f.]. Neben fachspezifischen Funktionen beziehen sie auch zunehmend Informationen von Prozessbeteiligten aus anderen Fachbereichen ein und vernetzen die Nutzer darüber in der Zusammenarbeit. In dieser Dissertation werden solche IT-Systeme als digitale Kollaborationssysteme beschrieben. Ihr Einsatz hat über die Tätigkeit der Nutzer hinaus Auswirkungen auf die weiteren Prozessbeteiligten. Mit solchen Systemen können dadurch sowohl Mehrwerte in der Facharbeit als auch in der Kollaboration erzielt werden. Der tatsächlich realisierbare Nutzen hängt jedoch erheblich von der Gestaltung der IT und der kollaborativen Arbeitsprozesse ab. Eine erfolgreiche Einführung einer solchen Software im Unternehmen bedarf daher einer zielgerichteten und vor allem abgestimmten Gestaltung beider Aspekte bei der Softwareentwicklung.

Im Rahmen der Dissertation wurde eine Methodik für die Entwicklung digitaler Kollaborationssysteme entwickelt und anhand des Anwendungsszenarios „Digitales Engineering“ in die Praxis überführt. Den Ausgangspunkt der Analyse bildeten die Eigenschaft der betrachteten IT-Systeme. Unter diesem Blickpunkt wurden der Stand der Technik zur Softwareentwicklung und Arbeitsprozessgestaltung untersucht und eine theoriebasierte Anforderungsanalyse durchgeführt. Da die Recherche keine geeignete Entwicklungsmethodik ergab, wurde eine solche Methodik konzipiert. Sie ist gekennzeichnet durch ein iteratives Vorgehen mit zwei Gestaltungsperspektiven, sodass der Fokus abwechselnd auf der IT- und der Arbeitsprozessgestaltung liegt. Die IT-Entwicklung folgt einem etablierten, szenariobasierten Ansatz. Für die Arbeitsprozessgestaltung erfolgt zunächst eine strukturierte Datenerhebung, auf der die Gestaltung und partizipative Erprobung aufbaut. Dieses Konzept wurde anschließend für das Anwendungsszenario, der Verwendung einer konkreten Softwarelandschaft für die Entwicklung kundenindividueller Produktionsanlagen, praktisch umgesetzt sowie in Experteninterviews evaluiert. Entsprechend der Methodik wurden zunächst der bestehende Engineeringprozess und die Softwarelandschaft analysiert. Dann wurden die Anforderungen der Prozessbeteiligten anhand von Interviews und Gruppendiskussionen erhoben. Im Ergebnis wurde ein Entwicklungsprozess für Produktionssysteme gestaltet, in dem agile und klassische Methoden kombiniert werden.

Die Dissertation beschreibt somit ein methodisches Vorgehen für die Softwaregestaltung, welche das Zusammenspiel von IT- und Arbeitsprozessgestaltung systematisch unterstützt. Künftig können so neue digitale Kollaborationssysteme zielgerichtet entwickelt und auf Grundlage der Erkenntnisse aus der Arbeitsprozessgestaltung in Unternehmen eingeführt werden, mit einer begleitenden Anpassung von Technologie und Abläufen. In diesem Sinne dient auch der entwickelte Prozess für das digitale Engineering als Referenz für eine kombinierte Einführung von Software und Prozess im Unternehmen, damit die Software Mehrwerte für alle Prozessbeteiligten bereitstellen kann.

Aus Gründen der Lesbarkeit wurde im Text die männliche Form gewählt, nichtsdestoweniger beziehen sich die Angaben auf Angehörige beider Geschlechter.

Abstract

The digital transformation of industrial manufacturing is changing the work environment. At the same time, this also has an adverse impact on IT systems [2, S. 118 f.]. In addition to providing specialist functions, these systems are increasingly incorporating information from process participants working in other fields and this way networking them in collaborative work processes. In this thesis, such IT systems are characterized as digital collaboration systems. Their use effects all process participants beyond the users' activities. As a result, digital collaboration systems can leverage added value in both skilled work and cooperative processes. But the realizable benefits depend significantly on the well-matched design of the IT and the collaborative work processes. The successful introduction of a digital collaboration system in a company therefore requires a targeted and coordinated design of both aspects during software development.

In this thesis, a methodology for the development of digital collaboration systems was created and practically applied to the field of digital engineering. The analysis started with the characteristics of these IT systems. Based on this, the state-of-the-art was examined and a theory-based requirements analysis was conducted. Since the research did not reveal a suitable development methodology, one was designed. It is characterized by an iterative approach with two design perspectives, so that the focus lies alternately on IT and work process design. The IT development process follows an established scenario-based approach. For the work process design, a structured data collection is carried out initially, followed by a subsequent design and participatory testing. This concept was then implemented in practice and evaluated using expert interviews. In the application for digital engineering with a concrete software framework, the engineering process for customer-specific production systems is re-designed. In line with the created development methodology, the existing process was first analyzed and the requirements of the process participants were collected in interviews and group discussions. This resulted in a development process for production systems that is based on agile approaches.

The thesis thus describes a systematic approach for designing collaboration systems, which supports the interaction of IT and work process design. This way, new collaboration systems can be developed and implemented in companies on this basis, adapting the processes in the course of the change project. By doing so, the developed work processes (for digital engineering) also serve as a reference for a combined introduction of software and process in the company, in order to ensure that the software can provide added value for all process participants.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Theoretischer Rahmen	3
2.1	Arbeitswissenschaftliche Begriffe und Konzepte	3
2.2	Digitalisierung der industriellen Arbeitswelt	4
2.3	Industrielle Wissensarbeit	6
3	Anwendungsszenario „Digitales Engineering“	8
3.1	Marktsituation	8
3.2	Technische Grundlagen	8
3.3	Digitales Engineering mit der DE-Entwicklungsumgebung	17
4	Forschungsbedarf.....	24
4.1	Digitale Kollaborationssysteme	24
4.2	Deduktion der Forschungsfragen	32
4.3	Forschungsmethodik	35

Teil 1 – Methodische Konzeption der integrierten Gestaltungsmethode

5	Anwendungsfeld und Wissensbasis	39
5.1	Organisation und Digitalisierung in der Industrie	39
5.2	Arbeitsprozessgestaltung	42
5.3	Softwareentwicklung	49
5.4	Integrierte Gestaltungsmethoden	53
6	Theoriegestützte Anforderungsermittlung.....	58
6.1	Das Konzept des Grenzbereichs.....	58
6.2	Die C-K Theorie der Gestaltung	61
6.3	Das Cynefin Modell	64
7	Gestaltungsmethode für digitale Kollaborationssysteme	67
7.1	Methodische Grundsätze	67
7.2	Ablauf der integrierten Gestaltungsmethode	69

Teil 2 – Integrierte Gestaltung des digitalen Engineerings

8	Prozessbezogene Analyse für das digitale Engineering	73
8.1	Prozessbezogene Situationsanalyse	73
8.2	Analyse zur Perspektive Organisation	76
8.3	Analyse zur Perspektive Technik	81
8.4	Analyse zur Perspektive Mensch	85
8.5	Anforderungsanalyse	93
9	Arbeitsprozessgestaltung für das digitale Engineering	95
9.1	Gestaltung der Kollaborationsprozesse	95
9.2	Hybride Projektstruktur für den Sondermaschinenbau	97
9.3	Konzeption des Erlebnisraums	102
9.4	Prozessevaluation im Erlebnisraum	104
 Reflexion		
10	Evaluation	106
11	Fazit	109
12	Literatur	111
13	Anhang	124
13.1	Klassischer Engineeringprozess im Sondermaschinenbau	124
13.2	Hybrider Engineeringprozess	131
14	Abbildungsverzeichnis	138
15	Tabellenverzeichnis	142
16	Abkürzungsverzeichnis	143