

Entwicklung und Untersuchung eines Konzepts zur interaktiven Erhebung von Arbeitsprozessen

vorgelegt von
Daniel Feiser, geb. Ley, M.A.
geb. in Bad Neuenahr

Von der Fakultät V – Verkehrs- und Maschinensysteme
der Technischen Universität Berlin
zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Philosophie
– Dr. phil. –

genehmigte Dissertation.

Promotionsausschuss:

Vorsitzender: Prof. Dr. Manfred Thüring
Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Matthias Rötting
Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Christopher M. Schlick
Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Frank O. Flemisch

Tag der wissenschaftlichen Aussprache: 28. September 2015

Berlin 2015

Industrial Engineering and Ergonomics

Band 19

Daniel Feiser

**Entwicklung und Untersuchung eines Konzepts
zur interaktiven Erhebung von Arbeitsprozessen**

D 83 (Diss. TU Berlin)

Shaker Verlag
Aachen 2015

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.: Berlin, Techn. Univ., Diss., 2015

Copyright Shaker Verlag 2015

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-4044-9

ISSN 1865-4665

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Danksagung

Die Betreuung der Promotion übernahmen zielgerichtet und motivierend Prof. Dr.-Ing. Matthias Rötting, Prof. Dr.-Ing. Christopher M. Schlick sowie Prof. Dr.-Ing. Frank O. Flemisch. Prof. Dr. Manfred Thüring übernahm den Vorsitz des Promotionsausschusses.

Fachlich wurde ich unermüdlich von Prof. Dr.-Ing. Bernhard Döring in zahlreichen Diskussionen und von Dipl.-Inf. (FH) Albert Baumhauer durch die Implementierung des PI-Systems und viele Gespräche unterstützt. Dr.-Ing. Alexander Nielen unterstützte persönlich und durch die von ihm geleisteten Vorarbeiten zu Prozessanalysen. Bei der Untersuchungsplanung war mir vor allem Dipl.-Psych. Jessica Schwarz eine gute Ratgeberin und darüber hinaus Dipl.-Ing. Jessica Conradi und Dr. phil. Heino Widdel.

Organisatorische Unterstützung erhielt ich von meiner Abteilungsleiterin, Dipl.-Ing. Annette Kaster, und meinem Forschungsgruppenleiter, Dipl.-Ing. Florian Motz. Die Akquise von Untersuchungsteilnehmer(inn)en ermöglichte Prof. Dr. Peter Kaul, unterstützt von Christopher Becher, der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg. Bei der Beschaffung von Literatur waren Frank Jezewski und Ute Flottmann stets behilflich. Prof. Dr. Ulrich Schade setzte sich in einer herausfordernden Phase für das Promotionsprojekt ein.

Moralische Unterstützung erhielt ich von weiteren Kolleg(inn)en und Freund(inn)en. Zu nennen sind hier vor allem Sandra Berger, Dipl.-Math. Elena Dalinger, PhD Eric Holder, Dr. phil. Himeh Horoufchin, Laurent Kam, Francois Kruger, Dr.-Ing. Jan A. Neuhöfer, Daniel Schimikowski, M.Sc. Comp. Sc. Enrico Tappert und Dr. med. dent. Matthias Wauer.

Verständnis für die wenige gemeinsame Freizeit besaß vor allem meine Familie: Meine Mutter, Rosel Ley, meine Schwester, Melanie Coels, meine Nichte, Rosalie-Franssina Coels, meine Großmutter, Martha Ley, meine Schwester, Sona Ley, und mein Vater, Albrecht Ley. Zur familienseitigen Unterstützung zählen inzwischen auch Prof. Dr.-Ing. Johannes Feiser, Marion Feiser, Dr. med. Judith Feiser, Torsten Stahl sowie Lotte, Emma und Markus Kaußen. Unermüdlich erfuhr ich Verständnis, Unterstützung und Motivation von meiner Frau, Dr. phil. Hanna Sophie Feiser.

Allen mein herzlichstes Dankeschön!

Daniel Feiser, geb. Ley, im Oktober 2015

Vorwort

Die Analyse, Modellierung und kontinuierliche Optimierung von Arbeitsprozessen in Entwicklung, Produktion und Service wird für Unternehmen immer wichtiger, um im globalen Wettbewerb erfolgreich bestehen zu können. Mittlerweile stehen ausdrucksstarke und erwartungskonforme graphische Modellierungsmethoden zur Verfügung. Während große Unternehmen häufig auf qualifizierte Analysten zugreifen können, übertragen kleine und mittelständische Unternehmen die Prozessanalyse aus Kostengründen oftmals auf nur in geringem Umfang geschulte Personen. Grundsätzlich ist daher eine werkzeugseitige Unterstützung bei der Überführung von Prozessdaten in Prozessmodelle wünschenswert. Doch nicht nur die fehlende Methodenkompetenz, sondern auch die Vielzahl verfügbarer Modellierungssprachen und -werkzeuge stellt eine Herausforderung für nicht vollumfänglich ausgebildete Analysten dar. Beim Einsatz qualifizierter externer Analysten hingegen ergibt sich eine zeit- und somit kosten- aufwändige Einarbeitung in die betreffende Arbeitsdomäne. Weitere Herausforderungen sind die unterschiedlichen Perspektiven auf Arbeitsprozesse durch einerseits Prozess-Experten, die das für die Analyse notwendige prozedurale Wissen besitzen, und andererseits Prozessanalysten, die über das für eine Analyse notwendige konzeptionelle Wissen verfügen, sowie das Auftreten sozialpsychologischer Methodenartefakte – vor allem in der Phase der Prozessdatenerhebung.

Diese und weitere Herausforderungen bilden den Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit. Darin wird ein Konzept zur Software unterstützten Erhebung und Modellierung von Arbeitsprozessen entwickelt und untersucht, das den identifizierten Problemstellungen entgegenwirken soll. Bei der Konzeption werden die Gütekriterien Objektivität, Reliabilität, Validität und Utilität berücksichtigt. Das prototypisch umgesetzte Software-System „Process Interviewer“ (PI-System) wird in einer empirischen Untersuchung mit einer herkömmlichen, manuellen Methode (mittels Whiteboard und Schablonen) hinsichtlich der menschlichen Leistung, Zuverlässigkeit und mentalen Beanspruchung verglichen. Im Ergebnis kann festgehalten werden, dass die Modellierung mit dem PI-System Vorteile im Vergleich zur manuellen Modellierung bietet und bis auf eine Ausnahme qualitativ mindestens gleichwertige Prozessmodelle entstehen. Aufgrund dieser Untersuchungsergebnisse kann das Konzept des PI-Systems als tragfähig bezeichnet werden. Neben anschließend aufgezeigten Verbesserungsvorschlägen und Einsatzmöglichkeiten des PI-

Systems wird auch Kritik an der angewendeten Erhebungsmethodik geübt. Diese fließt in Form von Vorschlägen möglicher zukünftiger Forschungsarbeiten ein.

Christopher M. Schlick

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangssituation	1
1.2	Problemstellungen	4
1.3	Zielsetzungen	7
1.4	Vorgehensweise	10
2	Grundlagen	13
2.1	System- und organisationstheoretischer Hintergrund	13
2.1.1	Systemtheoretische und -analytische Grundlagen	13
2.1.2	Arbeitssystem nach Schlick et al. (2010)	15
2.1.3	Grundlagen der Organisationslehre nach Kosiol (1962)	17
2.1.4	Aufgaben als Input-Output-Systeme nach Ferstl & Sinz (2008)	23
2.2	Terminologie zur Modellierung von Prozessen	26
2.2.1	Prozess	28
2.2.2	Modellierungskontext	30
2.2.3	Modellierungsmethode	32
2.2.4	Erhebungsmethode	34
2.2.5	Modellierungssprache	35
2.2.6	Modellierungswerkzeug	38
2.2.7	Prozessmodell	39
2.3	Methoden zur Datenerhebung	43
2.3.1	Methodenüberblick	44
2.3.2	Interviews	44
2.3.3	Fragebogen	47
2.3.4	Beobachtungen	48
2.3.5	Workshops	52
2.3.6	Dokumentenanalysen	52
2.3.7	Protokolle	54
2.3.8	Messverfahren	55

2.4 Sprachen zur Prozessmodellierung	56
2.4.1 Business Process Model and Notation (BPMN)	58
2.4.2 Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK)	59
2.4.3 Koordination – Kooperation – Kommunikation (K3)	60
2.4.4 Unified Modeling Language (UML)	61
2.5 Software-Werkzeuge zur Prozessmodellierung	61
3 Konzept-Entwicklung.....	69
3.1 Entwicklung einer Methode zur Prozessklassifizierung	69
3.1.1 Zielsetzung und Vorgehen.....	69
3.1.2 Interne Merkmale und ihre Ausprägungen	72
3.1.3 Externe Merkmale und ihre Ausprägungen.....	73
3.1.4 Exemplarische Anwendung der Prozessscheibe	74
3.1.5 Spezifizierung von Prozessen für das PI-System	77
3.2 Entwicklung eines Arbeitssystem-Metamodells	79
3.3 Spezifizierung des Nutzungskontexts	88
3.3.1 Beschreibung der Benutzer	88
3.3.2 Beschreibung der Arbeitsaufgabe	92
3.3.3 Beschreibung der Arbeitsmittel.....	94
3.3.4 Beschreibung der Umgebung.....	94
3.4 Erarbeitung eines Vorgehens zur Prozesserhebung	95
3.4.1 Prozessdekomposition	95
3.4.2 Konzept zur Prozesserhebung mit dem PI-System	99
3.4.3 Begrenzung der Arbeitsschritt-Dekomposition.....	104
3.4.4 Auflösung verschachtelter XOR-Strukturen	104
3.4.5 Erhebung paralleler Arbeitsschritte eines Experten	106
3.4.6 Zur Motivation des PI-System-Benutzers	107
3.5 Ermittlung von Informationsanforderungen.....	113
3.6 Methodenvergleich und -abgrenzung	118
3.6.1 Vergleich zu und Abgrenzung von Datenerhebungsmethoden.....	118
3.6.2 Vergleich zu und Abgrenzung von Modellierungswerkzeugen	124

4 System-Entwicklung	127
4.1 Datenstruktur	127
4.1.1 Datenklassen zur Prozessstruktur	128
4.1.2 Sonstige Datenklassen.....	131
4.2 Ablaufstruktur	133
4.2.1 Festsetzung der Befragungsschritte	134
4.2.2 Entwicklung des Programmablaufplans.....	140
4.3 Prozessvisualisierung	144
4.3.1 Prozesselemente und -komponenten	145
4.3.2 Kombination von Prozesselementen und -komponenten	151
4.4 Ergonomische Gestaltung der graphischen Benutzungsschnittstellen	152
4.4.1 Gebrauchstauglichkeit als Gestaltungsanforderung	152
4.4.2 Gestaltung der Benutzungsschnittstelle zur Prozessstrukturierung.....	154
5 Empirische Untersuchungen	165
5.1 Planung.....	165
5.1.1 Vorarbeiten von Fettke (2009a) und Nielsen (2014)	168
5.1.2 Begriffsdefinition und Operationalisierung	174
5.1.3 Modellierungssprache.....	179
5.1.4 Modellierungsbeispiel.....	180
5.1.5 Fragebogen und Tests	181
5.1.6 Fehlerklassifikation	183
5.1.7 Modellierungsaufgabe	185
5.1.8 Hypothesen.....	186
5.1.9 Versuchsaufbau.....	191
5.1.10 Stichprobe.....	194
5.1.11 Versuchsablauf.....	195
5.2 Ergebnisse.....	196
5.2.1 Eingangsvoraussetzungen	196
5.2.2 Ergebnisse zu H1: Bearbeitungsdauer	199
5.2.3 Ergebnisse zu H2: Auslassungsfehler	203
5.2.4 Ergebnisse zu H3: Ausführungsfehler	206
5.2.5 Ergebnisse zu H4: Labelqualität.....	210
5.2.6 Ergebnisse zu H5: Subjektive Beanspruchung	212
5.2.7 Ergebnisse zum Abschlussfragebogen	221

5.3 Diskussion.....	226
5.3.1 Beantwortung der Forschungsfragen	226
5.3.2 Kritik an der Untersuchung	231
5.3.3 System-Verbesserungsvorschläge	232
5.3.4 Einsatzmöglichkeiten und Anwendungsbeispiel.....	233
6 Zusammenfassung und Ausblick.....	237
Literaturverzeichnis.....	243
Abbildungsverzeichnis.....	267
Tabellenverzeichnis.....	271
Anhang	273
A. Informationsanforderungen	273
B. Untersuchungszweck und -ablauf	284
C. Einverständniserklärung.....	285
D. Definitionen von Grundbegriffen und Geni proxima.....	286
E. Operationale Definitionen.....	288
F. Hilfestellungen zur Modellierung.....	290
G. Aufgaben zur Prozessmodellierung.....	294
H. Referenzprozesse	298
I. Befragungsschritte und zu erhebende Daten.....	302
J. Anwerbung von UntersuchungsteilnehmerInnen	304
K. Berechnung optimaler Stichprobengrößen.....	306
L. Untersuchungsablauf	309
M. Ergebnisse zu den qualitativen Fragen des Abschlussfragebogens	311