

ifab

Forschungsberichte
aus dem Institut für
Arbeitswissenschaft und
Betriebsorganisation der
Universität Karlsruhe

Michael Leupold

**Simulationsbasierte Gestaltung
von Arbeitszeitsystemen in
Dienstleistungsbetrieben unter
Berücksichtigung der Work-Life-
Balance**

Band 45 - 2018

Shaker Verlag

Simulationsbasierte Gestaltung von Arbeitszeitsystemen in Dienstleistungsbetrieben unter Berücksichtigung der Work-Life-Balance

Zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Ingenieurwissenschaften

von der Fakultät für Maschinenbau
des Karlsruher Instituts für Technologie

genehmigte

Dissertation

von

Dipl.-Inform. Michael Leupold

aus Oettingen in Bayern

Tag der mündlichen Prüfung:	03.12.2017
Referent:	Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Gert Zülch
Korreferentin:	Prof. Dr. Dr.-Ing. Dr. h. c. Jivka Ovtcharova

ifab

Forschungsberichte
aus dem Institut für
Arbeitswissenschaft und
Betriebsorganisation der
Universität Karlsruhe

Herausgeber
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Gert Zülch

Band 45 - 2018

Michael Leupold

**Simulationsbasierte Gestaltung von
Arbeitszeitsystemen in Dienstleistungs-
betrieben unter Berücksichtigung
der Work-Life-Balance**

Shaker Verlag

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.: Karlsruhe, Karlsruher Institut für Technologie, Diss., 2017

Copyright Shaker Verlag 2018

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-6303-5

ISSN 0940-0559

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

Vorwort des Herausgebers

Bereits seit mehr als anderthalb Jahrzehnten wird über die Flexibilisierung der Arbeit diskutiert, wozu diverse Vorschläge und Lösungsmöglichkeiten entwickelt wurden. Dabei stand vor allem die Flexibilisierung der Arbeitszeit im Vordergrund, was auch heute noch neben der Flexibilisierung des Arbeitsorts der Fall ist. Wenn es auch Ansätze zur Flexibilisierung der Arbeitszeit im Produktionsbereich gibt, so liegt das Augenmerk doch vorrangig bei Dienstleistungsaufgaben. Weit interpretiert umfasst dieser Sektor eine Vielzahl von Arbeitsbereichen, die von administrativen Tätigkeiten im öffentlichen und privatwirtschaftlichen Sektor über typische Dienstleistungen wie im Einzelhandel bis hin zu solchen in indirekten Bereichen der Industrie reichen.

Es zeigt sich, dass sowohl der Betrieb als auch der einzelne Beschäftigte Vorteile von der Arbeitszeitflexibilisierung erwarten können, aber auch gewisse Risiken zu tragen haben. In aller Regel strebt der Betrieb eine höhere Flexibilität an, um besser auf Schwankungen des personellen Kapazitätsbedarfs reagieren zu können. Für den Beschäftigten ergeben sich Chancen zur besseren Abstimmung seiner beruflichen Tätigkeit mit seinen privaten Belangen, was in der Regel als "Work-Life-Balance" bezeichnet wird. Risiken für den Betrieb können sich dadurch ergeben, dass er aufgrund von arbeitschutzrechtlichen Bestimmungen nicht alle seine Flexibilisierungswünsche realisieren kann. Für den einzelnen Beschäftigten kann es zu Konflikten führen, wenn er zur Erfüllung seiner vertraglichen Arbeitszeitpflichten dennoch in Zeiten arbeiten muss, obwohl er diese nicht bevorzugt.

Der Frage, welche Auswirkungen eine geplante Arbeitszeitregelung auf die Work-Life-Balance der Beschäftigten hat, geht der Autor in seiner vorliegenden Dissertation genauer nach: Über vorhandene qualitative Aussagen kommt er zu einer quantitativen

Bewertung betrieblicher Arbeitszeitmodelle, wobei er sich auf den Dienstleistungsbereich konzentriert. Dazu werden auch Fälle einbezogen, in denen mehrere Arbeitszeitmodelle für unterschiedliche Mitarbeitergruppen in einem Betrieb kombiniert sind; hierbei spricht man dann von einem Arbeitszeitsystem.

Da Arbeitszeitsysteme in der Realität nicht ohne Weiteres veränderbar oder gar ausprobierbar sind, um deren Wirkung auf die Work-Life-Balance zu erkennen, beschreitet der Autor einen neuartigen Weg: Der zu untersuchende Betriebsbereich mit seinen personellen und ggf. auch gegenständlichen Ressourcen bildet er in einem Simulationsmodell ab und belastet dieses mit dem zu erwartenden Aufgaben- bzw. Auftragsprogramm. Mit dieser in der betriebsorganisatorischen Simulation üblichen Vorgehensweise lässt sich die Erreichung betrieblicher Ziele quantifizieren, zum Beispiel die Auslastung der Ressourcen und die Produktivität gemessen an der Anzahl innerhalb des Simulationszeitraums erledigten Aufgaben.

Um die Wirkung eines Arbeitszeitsystems auf die Work-Life-Balance der Beschäftigten zu untersuchen, bezieht sich der Autor auf deren Wünsche, zu bestimmten Zeiten bevorzugt nicht arbeiten zu wollen. Damit bildet er potenzielle zeitliche Konflikte zwischen Berufs- und Privatleben ab, und zwar zunächst unabhängig von einer konkreten Arbeitszeitregelung des einzelnen Beschäftigten. In der Simulation der Arbeitsabläufe treten die Konflikte dann quasi real auf und eröffnen damit die Möglichkeit einer Quantifizierung. Bei einer Variation des Arbeitszeitsystems kann somit die Anzahl der auftretenden Konflikte ermittelt und ergänzend im Sinne der Findung einer Kompromisslösung der Bewertung mittels üblicher produktionslogistischer Kennzahlen mittels Simulation gegenübergestellt werden. Zusätzlich bedarf es einer Heuristik zur Einsatzzeitplanung der Beschäftigten. Anhand zweier Anwendungsfälle weist der Autor schließlich die Wirksamkeit seines neu entwickelten Verfahrens nach.

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Gert Zülch

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Defizite der Arbeitszeitgestaltung bezüglich der Work-Life-Balance der Beschäftigten	8
1.1 Arbeitszeitgestaltung unter Berücksichtigung der Work-Life-Balance	8
1.2 Zielsetzung der Arbeit	10
1.3 Aufbau und Vorgehensweise	12
1.4 Das Forschungsprojekt <i>ARBWOL</i>	14
1.5 Anspruch der Arbeit	15
2. Wissensstand zur Gestaltung von Arbeitszeitsystemen	17
2.1 Grundlegende Begriffsdefinitionen	17
2.2 Normalarbeitszeit und flexible Arbeitszeitgestaltung	19
2.3 Rechtliche Rahmenbedingungen der Arbeitszeitgestaltung	20
2.4 Arbeitszeitgestaltung zur Verbesserung der Work-Life-Balance	22
2.4.1 Begriff der Work-Life-Balance	22
2.4.2 Konflikte zwischen dem Berufs- und Privatleben	23
2.4.3 Arbeitszeitgestaltung zur Verbesserung von Konfliktsituationen	25
2.5 Relevante Vorarbeiten zum Arbeitszeitmanagement	26
2.5.1 Gestaltung von Arbeitszeitsystemen	26
2.5.2 Suche und Bewertung von Lösungsalternativen	28
2.5.2.1 Verfahren zur Suche nach Lösungsalternativen	28
2.5.2.2 Verfahren zur Bewertung von Lösungsalternativen	29
2.5.2.3 Verfahren mit integrierter Suche und Bewertung von Lösungsalternativen	30

2.5.2.4	Simulationsbasierte Verfahren zur Bewertung von Arbeitszeitmodellen	31
2.6	Fazit zum Wissensstand	33
3.	Modellierung von Arbeitszeitmodellen und -systemen	35
3.1	Gestaltungselemente von Arbeitszeitmodellen	35
3.1.1	Inhaltliche Gestaltungselemente	36
3.1.2	Formale Gestaltungselemente	37
3.1.3	Gestaltungselemente auf übergeordneter Ebene	38
3.1.4	Bewertende Merkmale von Arbeitszeitmodellen	39
3.2	Darstellung von Arbeitszeitmodellen	41
3.2.1	Arbeitszeitmodelle	41
3.2.2	Bezugs- und Ausgleichszeitraum	42
3.2.3	Zykluszeit	43
3.2.4	Chronometrie	43
3.2.5	Schwankungsbreite	44
3.2.6	Chronologie	45
3.2.7	Dispositionsgrenzen	47
3.2.8	Autonomiegrad	48
3.2.9	Arbeitszeitmodell und Arbeitszeitsystem	49
3.2.10	Beispielhafte Modellierung gängiger Arbeitszeit- modelle	49
3.2.10.1	Normalarbeitszeitmodell	50
3.2.10.2	Gleitzeitmodell	50
3.2.10.3	Schichtmodell	51
3.2.10.4	Jahresarbeitszeitmodell	53
3.2.10.5	Kapazitätsorientierte variable Arbeitszeit	53
3.2.10.6	Vertrauensarbeitszeit	54
3.2.10.7	Diskussion und nicht abbildbare Arbeitszeitmodelle	54
3.3	Personalbedarf und -bestand im Dienstleistungsbetrieb	55
3.3.1	Formale Beschreibung des Personalbedarfs	55
3.3.2	Formale Beschreibung des Personalbestands	57

3.4	Modellierung der Wechselwirkungen zwischen Berufs- und Privatleben	58
3.4.1	Mitarbeitertypen	58
3.4.2	Zeitbasierte Konflikte	59
3.4.3	Belastungsbasierte Konflikte	62
3.4.4	Verhaltensbasierte Konflikte	63
4.	Durchlaufplanorientierte Modellierung von Dienstleistungsbetrieben	65
4.1	Relevante Vorarbeiten zur Modellierung von Dienstleistungsbetrieben	65
4.2	Ursprüngliches Konzept zur Modellierung von Dienstleistungsbetrieben	66
4.2.1	Simulationstechnische Merkmale	66
4.2.2	Funktionen im Dienstleistungsbetrieb	69
4.2.2.1	Direkte Funktionen	69
4.2.2.2	Indirekte Funktionen	70
4.2.2.3	Mengendefinition der Funktionen	71
4.2.3	Kundenstruktur und -frequenz	71
4.2.3.1	Kundenstruktur	71
4.2.3.2	Kundenfrequenz	76
4.2.4	Ressourcen im Dienstleistungsbetrieb	78
4.3	Diskussion der Modellierung von Dienstleistungsbetrieben auf Basis von Kundentypen	80
4.4	Erweitertes Konzept zur Modellierung von Dienstleistungsbetrieben	82
4.4.1	Modellierung von Funktionen ohne Berücksichtigung von Kundentypen	82
4.4.2	Frequenz von Funktionen	85
4.4.3	Alternative Aktivitätsfolgen	88
4.4.4	Priorisierung und Unterbrechbarkeit von Funktionen	90
4.5	Beschreibende Kennzahlen	91
4.5.1	Länge und Breite von Durchlaufplänen	91
4.5.2	Qualifikationsdichte	92
4.5.3	Zeitlicher Anteil indirekter Funktionen	93

4.6	Bewertungskonzept für die Simulation von Dienstleistungsbereichen	95
4.6.1	Verwendung von Zielerreichungsgraden	96
4.6.2	Statische und dynamische Bewertung von Arbeitszeitsystemen	97
4.6.3	Betriebsorganisatorische Bewertung	97
4.6.3.1	Zielerreichungsgrad Durchlaufzeitgrad	97
4.6.3.2	Zielerreichungsgrad Personalauslastung	102
4.6.3.3	Zielerreichungsgrad Bedarfsabdeckung	105
4.6.3.4	Zielerreichungsgrad prioritätsgruppenbasierte Bedarfsabdeckung	108
4.6.3.5	Zielerreichungsgrad Bedienungsgrad	112
4.6.4	Monetäre Bewertung	115
4.6.4.1	Zielerreichungsgrad simulierter Nutzkostensatz	115
4.6.4.2	Zielerreichungsgrad Kundenabwicklungskosten	116
4.6.4.3	Zielerreichungsgrad Prozesskosten	118
4.6.5	Mitarbeiterbezogene Bewertung	120
4.6.5.1	Zielerreichungsgrad physische Belastung	120
4.6.5.2	Zielerreichungsgrad Zeitstress	122
4.6.5.3	Zielerreichungsgrad Konfliktpotenzial	124
4.6.6	Betrachtung der Streuung von mitarbeiterbasierten Kennzahlen	126
4.6.6.1	Zielerreichungsgrad Variationskoeffizient der Personalauslastung	127
4.6.6.2	Zielerreichungsgrad Variationskoeffizient der physischen Belastung	128
4.6.6.3	Zielerreichungsgrad Variationskoeffizient des Zeitstressgrades	129
4.6.6.4	Zielerreichungsgrad Variationskoeffizient des Konfliktpotenzials	130

5.	Evolutionärer Algorithmus zur Erstellung von Einsatzzeitplänen	131
5.1	Methoden der algorithmischen Einsatzzeitplanung	131
5.2	Evolutionäre Algorithmen	133
5.2.1	Prinzip	133
5.2.2	Bestandteile evolutionärer Algorithmen	135
5.2.2.1	Darstellung von Individuen als Genome	136
5.2.2.2	Dekodierungs- und Zielfunktion	137
5.2.2.3	Elternselektion und Rekombination	138
5.2.2.4	Mutation	140
5.2.2.5	Selektion	141
5.3	Anpassung der Bestandteile evolutionärer Algorithmen zur Erstellung von Einsatzzeitplänen	142
5.3.1	Kodierung und Dekodierung von Einsatzzeitplänen	142
5.3.1.1	Genomdarstellung von Einsatzzeitplänen	142
5.3.1.2	Dekodierungsfunktion	145
5.3.1.3	Zielfunktion	147
5.3.2	Operatoren des evolutionären Algorithmus zur Einsatzzeitplanung	149
6.	Das Simulationsverfahren <i>OSim-GBW</i>	151
6.1	Begründung der Auswahl des Simulationsverfahrens	151
6.2	Modellierung von Dienstleistungsbetrieben	152
6.3	Integration des Algorithmus zur Gestaltung von Einsatzzeitplänen und Modellgenerator	153
6.3.1	Modellierung	154
6.3.2	Szenarienbildung	156
6.3.3	Algorithmische Erstellung von Einsatzzeitplänen und Simulation	158
6.4	Verifikation des evolutionären Algorithmus	159
7.	Exemplarische Anwendung des entwickelten Verfahrens	166
7.1	Verifikation der Ziele des Verfahrens	166
7.2	Pilotuntersuchung "Selbstbedienungs-Warenhaus"	166

7.2.1	Funktionen im Arbeitssystem	167
7.2.2	Mitarbeiter und Arbeitsstationen	170
7.2.3	Festlegung des Versuchsplans	170
7.2.3.1	Mitarbeitertypen	170
7.2.3.2	Untersuchte Arbeitszeitmodelle	171
7.2.3.3	Systemlastfälle	174
7.2.4	Zusammenfassende Beschreibung des Modells	176
7.2.5	Vorstudie zum Einfluss von Zufallszahlenkeimen	177
7.2.6	Varianzanalyse der Simulationsergebnisse	180
7.2.7	Untersuchung der signifikanten Einflüsse der Arbeitszeitsysteme auf die Simulationsergebnisse	187
7.2.8	Vergleich verschiedener Arbeitszeitsysteme	190
7.2.9	Robustheit bezüglich der Zusammensetzung der Belegschaft	194
7.2.10	Zusammenhang zwischen statischen und dynami- schen Kennzahlen	197
7.3	Pilotuntersuchung "Versandabteilung eines Kaltwalz- werks"	201
7.3.1	Funktionen im Arbeitssystem	202
7.3.2	Mitarbeiter und Betriebsmittel	203
7.3.3	Versuchsaufbau	204
7.3.3.1	Typen und Belastungen der Mitarbeiter	204
7.3.3.2	Untersuchte Arbeitszeitsysteme	206
7.3.3.3	Systemlastszenarien und Gesamt- szenarien	208
7.3.4	Ergebnisse der Varianzanalysen	209
7.3.5	Vergleich von Arbeitszeitsystemen	210
7.3.6	Zusammenhang zwischen statischen und dynami- schen Kennzahlen	213
7.4	Fazit der Pilotuntersuchungen	214
8.	Zusammenfassung und Ausblick	216
8.1	Wesentliche Erkenntnisse dieser Arbeit	216
8.2	Ausblick und weiterer Forschungsbedarf	218

9. Literaturverzeichnis	220
9.1 Literatur	220
9.2 Software	238
9.2.1 Externe Software	238
9.2.2 Interne Software	238
10. Anhang	239
10.1 Modellparameter der Pilotstudie "Selbstbedienungs- Warenhaus"	239
10.1.1 Funktionen im SB-Warenhaus	239
10.1.2 Arbeitszeitmodelle im SB-Warenhaus	243
10.1.3 Vollzeitmodelle (Arbeitszeitbereich $b=1$)	244
10.1.4 Teilzeitmodelle (Arbeitszeitbereich $b=2$)	247
10.1.5 Arbeitszeitsysteme im SB-Warenhaus	251
10.2 Arbeitszeitmodelle der Pilotstudie "Versandabteilung eines Kaltwalzwerks"	252
10.2.1 Zweischichtmodelle (Arbeitszeitbereich $b=1$)	252
10.2.2 Dreischichtmodelle (Arbeitszeitbereich $b=2$)	254
10.2.3 Dreischichtmodelle (Arbeitszeitbereich $b=3$)	257
10.2.4 Zweischichtmodelle (Arbeitszeitbereich $b=4$)	260
10.3 Pseudocode-Darstellung des evolutionären Algorithmus zur Erstellung von Einsatzzeitplänen	262
11. Verzeichnis der Formelzeichen und Abkürzungen	268
11.1 Formelzeichen	268
11.2 Abkürzungen	285